



FACULDADE DE MEDICINA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA – TRABALHO FINAL

PEDRO MARTINS DO RÊGO FARINHA

***LESÕES TRAUMÁTICAS DA COLUNA CERVICAL NO DESPORTO –
EPIDEMIOLOGIA E MECANISMOS DE LESÃO***

ARTIGO DE REVISÃO

ÁREA CIENTÍFICA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA

Trabalho realizado sob a orientação de:

PROF. DOUTOR JOSÉ MANUEL PINTO DA SILVA CASANOVA

DR. DIOGO LINO MOURA

NOVEMBRO/2022

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

LESÕES TRAUMÁTICAS DA COLUNA CERVICAL NO DESPORTO –
EPIDEMIOLOGIA E MECANISMOS DE LESÃO

Artigo de Revisão

Aluno:

Pedro Martins do Rêgo Farinha

Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

pedromdrfarinha@gmail.com

Orientador:

Prof. Doutor José Manuel Pinto da Silva Casanova

Professor Auxiliar Convidado e Regente de Ortopedia - Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Chefe de Serviço de Ortopedia – Unidade de Tumores do Aparelho Locomotor, Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Coorientador:

Dr. Diogo Lino Moura

Assistente Convidado de Anatomia e Ortopedia - Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Assistente Hospitalar de Ortopedia – Setor de Coluna Vertebral, Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

Índice

Resumo	1
Palavras-Chave	1
Abstract	2
<i>Keywords</i>	2
Índice de tabelas	3
Índice de ilustrações	3
Lista de abreviaturas	5
INTRODUÇÃO	7
A importância do estudo da epidemiologia e mecanismos de lesão traumática da coluna cervical no desporto.....	8
MATERIAIS E MÉTODOS	10
Metodologia de pesquisa.....	11
REVISÃO	12
Anatomia e biomecânica da coluna cervical	13
Coluna cervical superior	14
Coluna cervical inferior ou subaxial	15
Epidemiologia das lesões traumáticas da coluna cervical no desporto	17
Futebol americano.....	17
Raguêbi.....	20
Hóquei no gelo	21
Desportos de inverno – Esqui alpino e <i>Snowboard</i>	22
Desportos de combate	24
Mergulho	27
<i>Cheerleading</i>	28
Hipismo	28
Ginástica	29

Ciclismo	29
Basebol	30
Mecanismos de lesão traumática da coluna cervical.....	31
Mecanismo de lesão por impacto da cabeça do atleta	33
Mecanismo de lesão por movimentos de aceleração-desaceleração	39
Tipos de lesão traumática da coluna cervical no desporto	43
Roturas musculares ou ligamentares parciais da coluna cervical	43
Hérnias discais agudas da coluna cervical	43
Síndrome de <i>burners & stingers</i>	44
Fraturas estáveis da coluna cervical.....	45
Fraturas instáveis e/ou luxações da coluna cervical	46
Neuropráxia ou concussão da medula espinhal	48
DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	49
Discussão	50
Conclusão.....	52
AGRADECIMENTOS	53
REFERÊNCIAS.....	55

Resumo

Apesar dos benefícios físicos, psicológicos e sociais inerentes à prática de desporto, os atletas não estão isentos de traumatismos, em particular do aparelho locomotor, maioritariamente em desportos de colisão e contacto. A lesão traumática da coluna vertebral, em geral, e da região cervical, em particular, é mais frequente no futebol americano, rãguebi e hóquei no gelo, por serem desportos praticados a elevadas velocidades e com contacto físico frequente. Outros desportos têm sido também associados a maior risco de ocorrência de lesão traumática da coluna cervical, nomeadamente os desportos de combate, em especial a luta livre (*wrestling*), desportos de inverno, como o esqui e o *snowboard* e, ainda, *cheerleading*, mergulho, ciclismo, hipismo e ginástica.

O espectro de lesões traumáticas da coluna cervical no desporto é amplo e sua caracterização depende da localização, tipo, gravidade, estabilidade e compromisso medular, sendo que as lesões mais frequentes são ligeiras, nomeadamente espasmos musculares, roturas musculares e ligamentares parciais sem instabilidade, hérnias agudas de disco intervertebral sem mielopatia e fraturas estáveis. Apesar de raras, as lesões traumáticas graves da coluna cervical, como as fraturas instáveis e/ou luxações, podem associar-se sequelas graves a longo termo, nomeadamente tetraparésia/tetraplegia e até a morte.

A epidemiologia, os mecanismos e os tipos de lesão traumática da coluna cervical variam entre desportos. Os mecanismos de lesão traumática da coluna cervical mais frequentes em atletas são o impacto da cabeça do atleta e os mecanismos de aceleração-desaceleração.

Dadas as graves repercussões que uma lesão grave da coluna cervical representa para os atletas, treinadores, familiares e equipas médicas, o conhecimento da epidemiologia, dos fatores de risco, do tipo e mecanismos de lesão mais frequentes torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias preventivas eficazes que minimizem ao máximo a sua ocorrência.

Nesta revisão narrativa, foi elaborada uma vasta pesquisa bibliográfica com o intuito de investigar e sistematizar a evidência científica mais atual relativa à epidemiologia, tipos e mecanismos de lesão traumáticas da coluna cervical específicos das modalidades desportivas com maior incidência e prevalência destas lesões, procurando ser um contributo para a divulgação científica desta temática na área da ortopedia e traumatologia.

Palavras-Chave

(termos DeCS): Atleta, Coluna cervical, Epidemiologia, Lesão, Desporto

Abstract

Despite the physical, psychological and social benefits inherent to sports, the athletes are not exempt from trauma, particularly to the locomotor system, mostly in collision and contact sports. Traumatic injuries to the spine, in general, and to the cervical region, in particular, are more frequent in american football, rugby and ice hockey, once they are sports played at high speeds and frequent physical contact. Other sports have also been associated with a higher risk of traumatic cervical spine injury, namely combat sports, especially wrestling, winter sports such as skiing and snowboarding, cheerleading, diving, cycling, horseback riding and gymnastics.

The spectrum of traumatic cervical spine injuries in sports is wide and its characterization depends on the location, type, severity, stability and spinal compromise. The majority of the injuries are mild, namely muscle spasms, partial muscle and ligament ruptures without instability, acute intervertebral disc injuries without myelopathy and stable fractures. Although rare, severe traumatic injuries to the cervical spine, such as unstable fractures and/or dislocations, can be associated with serious long-term sequelae, such as tetraparesis/quadruplegia and even death.

The epidemiology, mechanisms and types of traumatic cervical spine injury vary among sports. The most frequent traumatic injury mechanisms of the cervical spine in athletes are direct head impact and acceleration-deceleration mechanisms.

Due to the serious consequences that a severe traumatic injury to the cervical spine represents for athletes, coaches, family members and medical staff, the knowledge of the epidemiology, risk factors, types and mechanisms of the most frequent injury becomes crucial for the development of effective preventive measures that minimize their occurrence as much as possible.

In this narrative review a vast bibliographic research was carried out in order to investigate and systematize the current scientific evidence related to the epidemiology, types and injury mechanisms of traumatic cervical spine injuries specific to various sports modalities, aiming to be a contribution to the scientific divulgation of this topic in the field of orthopedics and traumatology.

Keywords

(MeSH terms): Athlete, Cervical spine, Epidemiology, Injury, Sports

Índice de tabelas

Tabela 1 – Equações de Pesquisa utilizadas nas bases de dados.....	11
--	----

Índice de ilustrações

Figura 1 – **Spear Tackle**. O atleta em manobra defensiva, de capacete branco, agarra o adversário, de capacete cinzento, e eleva-o no ar com a cabeça voltada para baixo, projetando-o depois inferiormente em direção ao solo. Ilustração por José Domingos Farinha..... 18

Figura 2 – **Formação ordenada no râguebi**. O talonador é o jogador que mais frequente sofre lesões traumáticas da coluna cervical nesta modalidade, principalmente quando a fase de forma ou *engagement* não ocorre corretamente ou, no pior dos cenários, nas situações em que a formação ordenada colapsa. Ilustração por José Domingos Farinha. 20

Figura 3 – **Mecanismo de lesão cervical traumática no hóquei no gelo na sequência de impacto do adversário no dorso do atleta**. O atleta que sofre o impacto é projetado para a frente contra as plataformas que delimitam o campo, tipicamente com a cabeça como primeiro elemento de impacto, motivando frequentemente traumatismos da cabeça e coluna cervical. Ilustração por José Domingos Farinha. 21

Figura 4 – **Mecanismo de lesão cervical traumática no esqui alpino por queda para a frente com hiperextensão da coluna cervical**. Ilustração por José Domingos Farinha..... 22

Figura 5 - **Mecanismo de lesão cervical traumática no esqui alpino por queda para a frente com hiperflexão da coluna cervical**. Ilustração por José Domingos Farinha..... 23

Figura 6 - **Mecanismo de lesão cervical traumática na luta-livre por hiperflexão da coluna cervical durante cambalhota para a frente**. Frequentemente nesta modalidade, quando um atleta dá uma cambalhota para a frente voluntária ou na sequência de uma manobra ofensiva ao adversário, uma força externa aplicada na cabeça e pescoço quando em hiperflexão cervical, pode ocasionar lesão traumática deste segmento. Ilustração por José Domingos Farinha. 24

Figura 7 - **Mecanismo de lesão cervical traumática na luta-livre por impacto da cabeça do atleta em hiperextensão da coluna cervical na sequência de projeção**. A projeção para trás é uma manobra ofensiva na luta-livre e o atleta projetado tende a sofrer impacto da cabeça no solo em hiperextensão cervical. Ilustração por José Domingos Farinha..... 25

Figura 8 – **Uchi-mata**. No judo, as lesões traumáticas da coluna cervical ocorrem fundamentalmente em atletas que atacam com a técnica *uchi-mata*. Particularmente quando realizada incorretamente, o atleta que projeta pode atingir o tapete com a cabeça e pescoço em flexão. Ilustração por José Domingos Farinha..... 26

Figura 9 – **Traumatismo cervical no mergulho por mecanismo combinado de flexão e compressão axial da coluna cervical**. Ilustração por José Domingos Farinha. 27

Figura 10 – **A - Mecanismo de compressão axial combinada com hiperflexão da coluna cervical**. A1 – Fratura em cunha do corpo vertebral, nesta ilustração com rotura do complexo ligamentar posterior. A2 – Fratura do tipo gota de lágrima (“teardrop”) em flexão. Ilustração por José Domingos Farinha. 35

Figura 11 – **B - Mecanismo de compressão axial por impacto direto do topo da cabeça em posição neutra.** B1 – Fratura explosiva incompleta cefálica. B2 – Fratura explosiva completa. Ilustração por José Domingos Farinha. 36

Figura 12 - **C - Mecanismo de compressão axial compressão axial combinada com hiperextensão da coluna cervical.** C1 – Rotura do ligamento longitudinal comum anterior e do disco intervertebral com instabilidade segmentar. C2 – Fratura do tipo gota de lágrima (“teardrop”) em extensão. Ilustração por José Domingos Farinha. 37

Figura 13 - **Mecanismo de lesão traumática da coluna cervical por mecanismo de flexão-distração após impacto de adversário no tórax do atleta.** Ilustração por José Domingos Farinha..... 39

Figura 14 - **Mecanismo de lesão traumática da coluna cervical por mecanismo de flexão-distração após impacto na região occipital.** Ilustração por José Domingos Farinha..... 40

Figura 15 – **Mecanismo de lesão traumática da coluna cervical por mecanismo de extensão-distração após impacto no dorso do atleta.** Ilustração por José Domingos Farinha. 41

Figura 16 – **Mecanismo de lesão traumática da coluna cervical por mecanismo de extensão-distração após impacto anterosuperior na cabeça ou da região cervical do atleta.** Ilustração por José Domingos Farinha. 42

Lista de abreviaturas

EUA, Estados Unidos da América

MiLB, Minor League Baseball

MLB, Major League Baseball

NCAA, National Collegiate Athletic Association

NFHS, National Federation of State High School Associations

NFL, National Football League

NSCISC, National Spinal Cord Injury Statistical Center

SAV, Suporte Avançado de Vida

SBV, Suporte Básico de Vida

INTRODUÇÃO

A importância do estudo da epidemiologia e mecanismos de lesão traumática da coluna cervical no esporte

A prática de esporte é reconhecida pelos seus amplos benefícios físicos, psicológicos e sociais, no entanto, os seus praticantes não estão isentos de traumatismos, em particular do aparelho locomotor, maioritariamente em desportos de colisão e contacto. ¹⁻⁸ A lesão traumática da coluna vertebral, em geral, e da região cervical, em particular, é mais frequente no futebol americano, rãguebi e hóquei no gelo, por serem desportos praticados a elevadas velocidades e com contacto físico frequente. ¹⁻⁸ As lesões traumáticas da coluna cervical compreendem um leque de lesões relativamente raras associadas à prática desportiva, mas com capacidade de provocar sequelas graves a longo termo, nomeadamente tetraparésia/tetraplegia e até a morte. ¹ Outros desportos têm sido igualmente associados a risco acrescido de lesão da coluna cervical, nomeadamente os desportos de combate, em especial a luta livre (*wrestling*) ^{8,9}, desportos de inverno, como o esqui e o *snowboard* ^{10,11} e, ainda, o mergulho, o ciclismo, o hipismo e a ginástica, nas suas diversas variantes. ^{8,9,12,13} Particularmente na realidade dos Estados Unidos da América (EUA), também o *cheerleading* é considerado um desporto de risco de traumatismo cervical, principalmente por quedas com impacto primário da cabeça e do pescoço no solo decorrentes de manobras coletivas ensaiadas. ¹⁴

O espectro de lesões traumáticas da coluna cervical no esporte é amplo e sua caracterização depende da localização, tipo, gravidade, estabilidade e compromisso medular. ¹ Enquanto as lesões ligeiras a moderadas, como contusões, roturas musculares ou ligamentares paravertebrais sem instabilidade cervical são habitualmente tratadas através de abordagem conservadora e não representam elevada preocupação para o atleta, as consideradas graves e instáveis podem determinar sequelas permanentes e até mesmo morte. ¹ Entende-se por lesão grave da coluna cervical qualquer disrupção estrutural traumática desta região anatómica, nomeadamente por fratura e/ou luxação cervical, que se associa a imediata, tardia ou potencial lesão medular com compromisso neurológico. ¹⁵ Integram também esta definição as lesões da coluna cervical superior que ocasionam morte por falência respiratória. ¹⁵ A gravidade das consequências das lesões da coluna cervical dependem de diversos fatores, sendo os mais relevantes a velocidade do impacto e respetiva energia cinética associada, a posição da cabeça e da coluna cervical do atleta aquando do impacto no solo ou no adversário, o peso corporal do atleta, a existência de lesões cervicais prévias, tais como estenose canal cervical ou mielopatia cervical, e os cuidados imediatos e tardios na avaliação e abordagem terapêutica. ¹⁵

Os traumatismos da coluna cervical são uma preocupação iminente entre equipas médicas, treinadores e atletas, quer na perspectiva de minimizar a sua ocorrência quer na otimização da abordagem imediata e tardia dos atletas, no sentido de minimizar as sequelas.^{1,16} Dadas as graves repercussões que uma lesão grave da coluna cervical representa em termos físicos e emocionais para o atleta e de quem o rodeia, entre equipa médica, treinadores e familiares, o conhecimento da epidemiologia, dos fatores de risco, do tipo e mecanismos de lesão mais frequentes torna-se fundamental para o desenvolvimento de estratégias preventivas eficazes que minimizem ao máximo a sua ocorrência.¹⁶ Neste sentido, o principal objetivo deste trabalho é realizar uma revisão narrativa da evidência científica mais atual que sintetize a epidemiologia, tipos e mecanismos de lesão traumáticas da coluna cervical específicos das modalidades desportivas com maior incidência e prevalência destas lesões, procurando ser um contributo para a divulgação científica desta temática na área da ortopedia e traumatologia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Metodologia de pesquisa

Esta revisão da literatura foi elaborada com base em pesquisa bibliográfica efetuada na base de dados Pubmed (MEDLINE). Entre julho e novembro de 2022 foi realizada a pesquisa bibliográfica utilizando as seguintes palavras-chave (MESH terms): “Athlete”, “Cervical spine”, “Epidemiology”, “Injury”, “Sports”. Destas palavras-chave e das várias combinações entre si, foi estabelecida a estratégia da pesquisa e definidas as equações de pesquisa. (Tabela 1)

A pesquisa foi realizada de forma a investigar a epidemiologia e os mecanismos de lesão traumática da coluna cervical no desporto, tendo, para este efeito, sido utilizados os seguintes critérios de inclusão: a língua, português e inglês; e o tipo de artigo utilizado, onde foram considerados artigos originais, revisões narrativas, revisões sistemáticas, meta-análises, ensaios clínicos controlados e randomizados e normas de orientação clínica. Por se tratar de um estudo que procura investigar também a evolução dos dados epidemiológicos publicados relativos às lesões traumáticas da coluna cervical no desporto ao longo dos anos, não foi definido como critério de inclusão um limite temporal para a data de publicação dos artigos. A seleção dos artigos foi executada de acordo com a sua pertinência para o tema escolhido.

Tabela 1 – **Equações de Pesquisa utilizadas nas bases de dados.**

<pre>("cervical spine"[All Fields] AND "injury*" [All Fields] AND "sport*" [All Fields] AND ("epidemiologies"[All Fields] OR "epidemiology"[MeSH Subheading] OR "epidemiology"[All Fields] OR "epidemiology"[MeSH Terms] OR "epidemiology s"[All Fields])) AND ((bookdocs[Filter] OR clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter] OR review[Filter] OR systematicreview[Filter]) AND (fft[Filter]))</pre>
<pre>("cervical spine"[All Fields] AND "injury*" [All Fields] AND "athlete*" [All Fields]) AND ((bookdocs[Filter] OR clinicaltrial[Filter] OR meta-analysis[Filter] OR randomizedcontrolledtrial[Filter] OR review[Filter] OR systematicreview[Filter]) AND (fft[Filter]))</pre>
<pre>("cervical vertebrae"[MeSH Terms] OR ("cervical"[All Fields] AND "vertebrae"[All Fields]) OR "cervical vertebrae"[All Fields] OR ("cervical"[All Fields] AND "spine"[All Fields]) OR "cervical spine"[All Fields]) AND ("epidemiologies"[All Fields] OR "epidemiology"[MeSH Subheading] OR "epidemiology"[All Fields] OR "epidemiology"[MeSH Terms] OR "epidemiology s"[All Fields]) AND ("athlete s"[All Fields] OR "athletes"[MeSH Terms] OR "athletes"[All Fields] OR "athlete"[All Fields] OR "athletically"[All Fields] OR "athlets"[All Fields] OR "sports"[MeSH Terms] OR "sports"[All Fields] OR "athletic"[All Fields] OR "athletics"[All Fields])</pre>

REVISÃO

Anatomia e biomecânica da coluna cervical

A coluna cervical é primeiro segmento da coluna vertebral, sendo constituída por 7 vertebbras, de C1 a C7, entre as quais através dos buracos intervertebrais, emergem os nervos espinhais em número par, de C1 a C8.¹⁷ A coluna cervical é conceptualmente dividida em coluna cervical alta e coluna cervical inferior ou subaxial, devido às suas diferentes características anatómicas e funcionais.¹⁵ A integridade e estabilidade cervical depende dos estabilizadores estáticos, entre estrutura óssea, cartilaginosa e capsuloligamentar, e dinâmicos, nomeadamente músculos e tendões, formando uma infraestrutura forte e flexível o suficiente para suportar, absorver e dissipar forças externas e amplas amplitudes de movimento, dentro dos limites fisiológicos.¹⁷ Por vezes, na prática desportiva, estas forças externas superam a capacidade estrutural cervical, ocasionando lesão das estruturas envolvidas.

A coluna cervical tem como principal função o suporte da cabeça e a proteção do seu conteúdo neurovascular, no qual se incluem a medula espinhal, as meninges, líquido cerebrospinal, o sistema vascular e a emergência dos nervos espinhais. Para além destas duas importantes funções, a coluna cervical ainda é responsável por uma vasta amplitude de movimento, nos quais se incluem flexão, extensão, rotação e inclinação lateral.¹⁵

O ligamento longitudinal anterior, estende-se anteriormente aos corpos vertebrais aderindo a estes e aos discos intervertebrais, e parte da porção basilar do occipital e tubérculo anterior do Atlas, até face anterior do corpo de S2.¹⁷ É mais estreito na coluna cervical e lombar do que na torácica. Na região cervical é limitador da hiperextensão desta região, impedindo o deslizamento anterior excessivo dos corpos vertebrais.¹⁷ O ligamento longitudinal posterior, estende-se posteriormente aos corpos vertebrais e aos discos, aderindo a estes, partindo da face posterior do corpo de C2 até ao cóccix, sendo uniforme desde coluna cervical até metade à superior da coluna torácica. A partir daqui é estreito nos corpos vertebrais e largo ao nível dos discos.¹⁷ O ligamento supraespinhoso insere-se nos vértices dos processos espinhosos e tem como responsabilidade resistir à flexão da coluna cervical.¹⁸ Os ligamentos intertransversários entre processos transversos adjacentes homolaterais são limitadores à inclinação lateral contralateral.¹⁸ Entre as lâminas, estendem-se os ligamentos amarelos, sendo pares em cada espaço interlaminaar (C1-S1/2), inserem-se nos bordos inferior da lâmina de uma vértebra e no bordo superior da lâmina subjacente. Estes ligamentos são responsáveis pela manutenção da tensão discal, atingindo o seu estiramento com a flexão cervical e encurtando na extensão.¹⁹

Os ligamentos interespinhosos, lâminas retangulares verticais que ocupam o espaço interespinhoso e que na coluna cervical são pouco aparentes e substituídos pelo septo mediano do ligamento da nuca, são importantes na limitação de movimentos rotacionais excessivos. ¹⁸

A partir da face inferior do eixo, as vértebras cervicais apresentam no seu corpo, ao nível da face superior, duas cristas laterais ântero-posteriores, designados processos unciformes. ¹⁹ Apresentam também, na face inferior, as incisuras correspondentes para os processos unciformes da vértebra subjacente. A união dos processos e incisuras unciformes, presentes de C2 até C7, formam as articulações uncovertebrais, classificáveis como artrodias e são responsáveis por limitar o movimento de rotação do pescoço. ¹⁹

As articulações entre os corpos vertebrais são classificadas como sínfises, em que as faces intervertebrais e respetivas epífises anulares são separadas por um disco intervertebral, de cartilagem fibrosa, biconvexo, com anel fibroso periférico e núcleo pulposo central. ¹⁹ Destacam-se ainda as articulações facetarias, são articulações sinoviais, classificadas como artrodias a nível cervical (são condilartroses rudimentares na região lombar), resultado da articulação entre as facetas articulares dos processos articulares superiores e inferiores da vértebra subjacente. São articulações de resistência crescente no sentido crânio-caudal e com maior amplitude de movimento a nível cervical. ¹⁹

Coluna cervical superior

A coluna cervical superior é constituída pelo atlas (primeira vértebra cervical, C1) e o eixo (segunda vértebra cervical, C2) que juntos formam uma unidade funcional. O atlas constitui um anel ósseo que articula com os côndilos occipitais, formando a articulação atlanto-occipital, uma bicondilartrose. ^{15,17} Trata-se de uma articulação sinovial, cuja principal função é a mobilidade no plano sagital, sendo responsável por 40% a 50% dos movimentos de flexão e extensão da coluna cervical. ^{15,17} No plano coronal, contribui para 5-10° da inclinação lateral. ¹⁵

O eixo apresenta um verdadeiro corpo vertebral através do qual se projeta o processo odontóide, também chamado de dente do eixo. A articulação formada pelo dente do eixo e o atlas, designada articulação atlanto-axial mediana ou atlanto-odontóideia, uma trocartrose dupla (ou articulação cilíndrica), é estabilizada posteriormente pelo ligamento transversal do atlas e limitada anteriormente pelo arco anterior do atlas. ^{15,17} Dois ligamentos alares estendem-se do processo odontóide para o bordo medial dos côndilos occipitais, funcionando como estabilizadores

rotacionais.¹⁷ O dente é ainda estabilizado pelo ligamento apical que se estende da sua superfície superior até ao bordo anterior do forâmen magnum.¹⁷

O ligamento transverso do atlas tem como principal função restringir a translação anterior do atlas em relação a C2.^{15,17} Destacam-se ainda as articulações atlanto-axiais laterais, entre as superfícies articulares inferiores do Atlas e as superfícies articulares superiores do Áxis, que são ambas convexas, o que as torna discordantes, determinando a classificação de heteroartrose. Este complexo osteoarticular e ligamentar permite que o áxis atue como suporte do atlas aquando da rotação deste, controlando os seus movimentos dentro de limites de segurança fisiológicos. O complexo atlantoaxial é responsável por 50-60% dos movimentos rotacionais da coluna cervical.²⁰

Coluna cervical inferior ou subaxial

A coluna cervical inferior ou subaxial é composta pelas vertebrae de C3 a C7, sendo responsável pelo restante movimento de flexão, extensão, rotação e inclinação lateral.¹⁵ Na perspectiva biomecânica, cada segmento móvel ou unidade funcional é formado por um complexo de duas vertebrae contíguas, o disco intervertebral e os tecidos moles de suporte e divide-se em coluna anterior, média e posterior.²¹

A coluna anterior é constituída por ligamento longitudinal anterior e metade anterior do disco intervertebral e corpo vertebral; a coluna média por ligamento longitudinal posterior, regiões posteriores do disco intervertebral e corpo vertebral; a coluna posterior, por articulações facetárias, processos transversos, lâminas, processo espinhoso e ligamento amarelo.²¹ Perante cargas em compressão axial a que a coluna cervical é sujeita, os corpos vertebrais e os discos intervertebrais são os primeiros elementos de resistência. Em contrapartida, as forças de cisalhamento são inicialmente resistidas pela musculatura paraespinhal e ligamentos. As articulações facetárias são, por sua vez, responsáveis por restringir a translação anterior devido à orientação coronal dos processos facetários.²¹ As forças tensionais aplicadas à coluna cervical aquando de um movimento de tração no sentido anterior ou posterior, são resistidas pelo anel fibroso do disco e ligamentos longitudinais comuns, e complementadas pela resistência exercida pelo ligamento amarelo, supraespinhoso, interespinhoso e cápsulas articulares facetárias.²⁰

No plano sagital mediano, o canal vertebral cervical é conceptualmente definido como aspeto de funil.²² O canal vertebral na região cervical superior apresenta uma estrutura luminal

ampla, sendo que a medula espinhal ocupa apenas um terço da área em secção transversal ao nível do atlas. ^{17,22} Contudo, no sentido caudal é perceptível o estreitamento gradual do canal vertebral, simultâneo ao alargamento do diâmetro da própria medula espinhal, tornando mínimo o espaço livre entre a medula e o canal vertebral entre as vértebras C4 e C7. Nos níveis cervicais mais inferiores, a medula espinhal preenche aproximadamente 75% da área de secção transversal do canal vertebral. ^{17,22}

Ao nível da coluna cervical subaxial, as dimensões da medula espinhal são relativamente constantes nos humanos, sendo, em média no adulto, o diâmetro médio da medula no plano sagital mediano de 8 a 9 mm. ²³ Em sentido inverso, o diâmetro do canal vertebral na região cervical inferior apresenta elevada variação na espécie humana, sendo em média de 14 a 23 mm. ²³ A este nível, o canal vertebral cervical é considerado estenótico quando a sua dimensão anteroposterior é inferior a 13 mm em radiografia de perfil ou o rácio de Pavlov é menor que 0.8, sendo um fator de risco para a ocorrência de compressão medular e perturbação neurológica. ²⁴ O rácio de Pavlov é obtido através da divisão do diâmetro anteroposterior do canal vertebral pelo comprimento anteroposterior do corpo vertebral, a um determinado nível. O facto de ocorrer estreitamento do canal vertebral e maior preenchimento desta região pela medula espinhal nos níveis cervicais mais inferiores, acarreta aumento de risco de acometimento neurológico aquando lesões da coluna cervical a este nível. ^{23,24}

Epidemiologia das lesões traumáticas da coluna cervical no desporto

Dados epidemiológicos globais demonstram que os acidentes rodoviários, as agressões físicas e as quedas constituem as três principais causas de lesão traumática da coluna vertebral.

²⁵ A lesão da coluna vertebral associada ao desporto é considerada a quarta causa mais frequente, representando 7,5% da totalidade dos casos de lesão traumática da coluna vertebral.

²⁵ No desporto, estas lesões ocorrem predominantemente em idades inferiores a 30 anos e aproximadamente metade destas em atletas com menos de 18 anos. ²⁶

Futebol americano

Os dados epidemiológicos publicados ao longo dos anos têm revelado que a incidência e prevalência de lesões traumáticas da coluna cervical no futebol americano tem sofrido alterações.

^{1,15} Um estudo epidemiológico retrospectivo realizado por Schneider RC ¹⁹ que procurou estudar a prevalência de lesões graves da cabeça e da coluna vertebral em atletas de futebol americano nos EUA entre 1959 e 1963, verificou 56 casos de fratura-luxação cervical, dos quais 53,6% (30 casos) condicionaram tetraplegia. ²⁷

Posteriormente, entre 1971 e 1975, dados do National Football Head and Neck Injury Registry dos EUA, relataram a ocorrência de 259 casos de fratura e/ou luxação dos quais aproximadamente 38% (99 casos) condicionaram tetraplegia. ²⁸ O elevado aumento da prevalência global de lesões graves da coluna cervical no futebol americano, principalmente fraturas e/ou luxações, coincidiu historicamente com a modernização implementada nos anos 60 e 70 relativamente ao equipamento protetor, nomeadamente nos capacetes. ²⁸

Os capacetes na liga profissional de futebol americano, a National Football League (NFL), começaram a ser obrigatórios nos anos 40 e eram fabricados de couro, oferecendo pouca ou nenhuma resistência mecânica ao impacto. ¹ Entre os anos 60 e 70, o uso de capacete mais aprimorado no futebol americano motivou uma sensação universal falsa proteção da cabeça e da coluna cervical, entre atletas e treinadores, o que se traduziu na ampla dinamização de placagens e colisões usando a cabeça como primeiro contacto ou projetando o adversário livremente no solo.

Neste contexto, a “*spear tackle*” começou a ser amplamente utilizada.¹ Trata-se de uma placagem em que um atleta, em manobra defensiva, agarra o adversário e o eleva no ar com a cabeça voltada para baixo, projetando-o depois inferiormente em direção ao solo. O atleta assim projetado poderá atingir o solo com a cabeça, pescoço, ombros ou membros superiores, sendo que se for portador da bola no momento da queda a tendência é para o primeiro impacto ser com cabeça e pescoço na tentativa de não perder o domínio desta.¹ (Fig. 1)

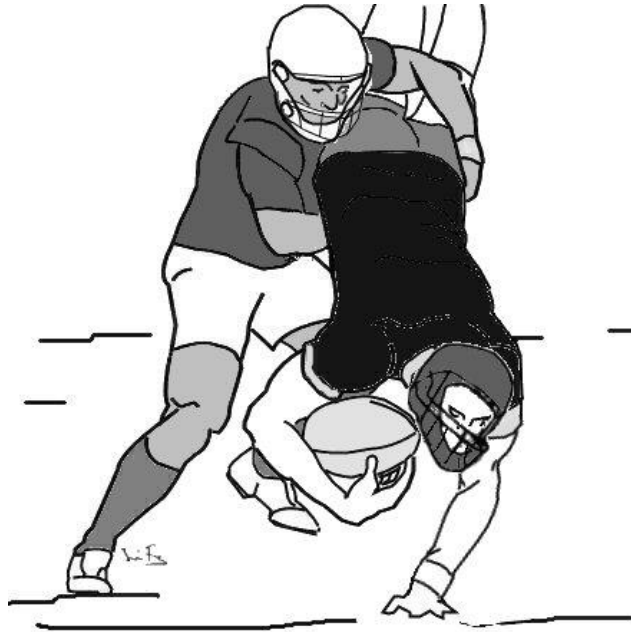


Figura 1 – **Spear Tackle**. O atleta em manobra defensiva, de capacete branco, agarra o adversário, de capacete cinzento, e eleva-o no ar com a cabeça voltada para baixo, projetando-o depois inferiormente em direção ao solo. Ilustração por José Domingos Farinha.

A dinamização desta manobra entre atletas no treino e competição foi o principal fator responsável pelo aumento do número de casos anuais de lesão cervical traumática neste desporto, com incremento evidente da incidência e prevalência de traumatismos graves da coluna cervical entre praticantes.²⁸ Em 1976, o comité regulamentador da National Collegiate Athletic Association (NCAA) em associação com os diversos departamentos responsáveis pela regulamentação da prática desportiva ao nível do ensino secundário, baniram a “*spear tackle*” que fosse realizada de forma intencional e todas as manobras que implicassem impactos primários da cabeça dos atletas, tais como placagens com a cabeça no tórax do adversário, passando a considerar-se uma infração ao regulamento desportivo do futebol americano, deste modo, punindo a sua execução.²⁹

Contudo, apesar da significativa diminuição dos casos de lesão traumática grave da coluna cervical entre o final da década de 70 e na década de 80, o mesmo não se verificou entre 1990 e 2000, traduzindo uma estagnação dos valores de incidência.⁸ Neste sentido a National Collegiate Athletic Association Football (NCAA) Rules Committee decidiu rever a regra que determinava a proibição da “*spear tackle*”, retirando o termo “intencional” da mesma, o que determinou que esta passasse a ser aplicável a qualquer manobra semelhante que fosse realizada de forma deliberada ou não.⁸ O objetivo foi alertar os jogadores para a consequência de punição pesada perante qualquer situação em que ocorresse uma “*spear tackle*”, entendendo-se que a forma como tinha sido formulada a antiga regra poderia ser suscetível de arbitragem complexa, dado o carácter subjetivo de ajuizar a intencionalidade do atleta.⁸

Posteriormente, para além destas medidas, a National Federation of State High School Associations (NFHS), publicou no seu livro de regras em 2002, alterações ao regulamento em vigor. Assim, foram proibidas as placagens deliberadas com o membro superior na face anterior do capacete do jogador adversário (“*face tackling*”), provocando movimentos de hiperextensão forçada da cabeça e do pescoço.²⁹ As mesmas alterações reforçaram a proibição de placar o adversário com recurso à cabeça como primeiro impacto, com área frontal ou topo da cabeça, em jogadas quer junto à linha de campo quer em terreno aberto.²⁹ Esta decisão surtiu o efeito desejado e repercutiu-se numa diminuição da frequência de lesões da coluna cervical no futebol americano.²⁹

Dados mais recentes evidenciam estabilização das taxas de lesão cervical entre praticantes desta modalidade. Entre 2000 e 2010, registaram-se 2200 lesões ao nível da coluna vertebral na NFL o que correspondeu a 7% da totalidade das lesões em atletas profissionais desta liga.³⁰ As lesões da coluna cervical foram as mais prevalentes (45%) seguidas da coluna lombar (31%).³⁰ Lesões graves da coluna vertebral, contudo, verificaram-se apenas em 14 casos.³⁰

Raguebi

O raguebi, similarmente ao que sucede no futebol americano, apresenta um estilo de jogo baseado em contactos de alto impacto e colisões frequentes entre atletas, tendo como principal diferença a ausência de equipamento protetor. ⁸ Da totalidade dos leões graves no raguebi, aproximadamente 10% são ao nível da coluna cervical, sendo que a neuropráxia medular está presente em aproximadamente 25% destes casos. ³¹ As lesões da coluna cervical no raguebi ocorrem principalmente na realização das formações ordenadas, em que as equipas adversárias com os seus jogadores altamente compactados chocam frontalmente. ⁷ O talonador, isto é, o jogador em posição central na primeira linha desta formação é o que mais frequentemente sofre lesões da cabeça e pescoço. Se a fase de forma ou “*engagement*” da formação ordenada não ocorrer corretamente, aquando do encaixe dos jogadores das equipas adversárias em impacto frontalmente, o talonador adota uma posição de hiperflexão cervical com o queixo na direção tórax, podendo provocar uma lesão da região cervical. ⁷ (Fig. 2) Outra situação que frequentemente motiva lesão cervical no talonador é o colapso da formação ordenada, em que este jogador que frequentemente apoia os seus braços nas ligações com os elementos da sua equipa acima do nível da cabeça e permanece em flexão cervical, cede em direção ao solo, ocorrendo falência da formação ordenada e impactando com a cabeça e coluna cervical em hiperflexão forçada e agravada pela carga externa exercida pelos restantes jogadores. ⁷

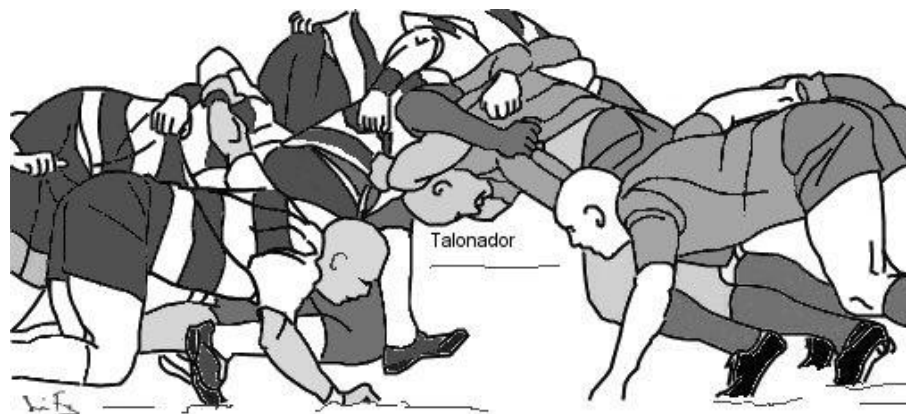


Figura 2 – **Formação ordenada no raguebi.** O talonador é o jogador que mais frequente sofre lesões traumáticas da coluna cervical nesta modalidade, principalmente quando a fase de forma ou *engagement* não ocorre corretamente ou, no pior dos cenários, nas situações em que a formação ordenada colapsa. Ilustração por José Domingos Farinha.

Hóquei no gelo

A incidência de lesões graves da coluna cervical é três vezes superior nos atletas de hóquei no gelo quer a nível dos EUA quer no Canadá, quando comparado com o futebol americano, apesar deste último ter superior incidência global de lesão.³² Contrariamente ao que sucede no futebol americano e no rãguebi em que as lesões cervicais resultam fundamentalmente dos impactos da cabeça contra o adversário ou aquando da queda no solo, no hóquei no gelo o padrão difere.^{32,33} O impacto do adversário no dorso do atleta e consequente projeção para a frente contra as plataformas que delimitam o campo, tipicamente com a cabeça como primeiro elemento de embate, ocasionam lesões da coluna cervical.³² Um fator agravante é que habitualmente o atleta que é projetado não espera este contacto apresentando-se frequentemente com a cervical em flexão a olhar o chão.⁸ (Fig. 3) Um impacto com velocidade de 1.8 m/s é capaz de fornecer aproximadamente 75% da energia necessária para provocar uma fratura cervical, o que justifica a elevada incidência de lesões graves neste desporto ao longo dos anos, particularmente na década de 80.³⁴



Figura 3 – **Mecanismo de lesão cervical traumática no hóquei no gelo na sequência de impacto do adversário no dorso do atleta.** O atleta que sofre o impacto é projetado para a frente contra as plataformas que delimitam o campo, tipicamente com a cabeça como primeiro elemento de impacto, motivando frequentemente traumatismos da cabeça e coluna cervical. Ilustração por José Domingos Farinha.

Dados epidemiológicos relativos a atletas no Canadá, colhidos entre 1966 e 1993, revelaram um total de 241 lesões de fratura e luxação da coluna vertebral associados ao hóquei no gelo, sendo 90% dos casos ao nível da região cervical. ³² Os autores verificaram que o intervalo temporal com maior frequência de lesões da coluna cervical compreendeu-se entre 1982 e 1993, com uma média de 16.8 fraturas ou luxações por ano. ³² Dados epidemiológicos do início da década de 90, revelaram uma incidência média anual de 17 casos por ano de lesões cervicais graves o que motivou, em 1994, alterações na regulamentação da modalidade. Assim, a federação internacional de hóquei no gelo decidiu proibir os impactos pelas costas, bem como colisões deliberadas em atletas que já não têm o disco em sua posse. ³²

Desportos de inverno – Esqui alpino e *Snowboard*

No esqui alpino, as lesões graves da coluna vertebral representam 35-42% da totalidade das lesões graves da prática recreativa desta modalidade. ¹⁰ As quedas são a principal causa de lesão entre praticantes de esqui alpino, sendo que os atletas tendem a cair para a frente, ocorrendo conseqüente impacto da cabeça no solo em hiperextensão cervical. ^{11,35} (Fig. 4) Mais raramente, em pistas com maior inclinação poderão ocorrer também quedas com a coluna cervical em hiperflexão ou posição neutra. ^{11,35} (Fig. 5) As colisões no esqui alpino são também mais frequentes que no *snowboard* e estão normalmente associadas a lesões mais graves. ³⁶



Figura 4 – **Mecanismo de lesão cervical traumática no esqui alpino por queda para a frente com hiperextensão da coluna cervical.** Ilustração por José Domingos Farinha.

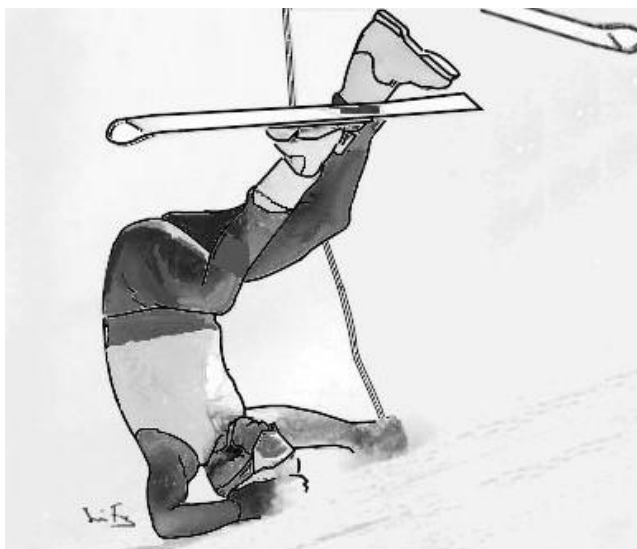


Figura 5 - **Mecanismo de lesão cervical traumática no esqui alpino por queda para a frente com hiperflexão da coluna cervical.** Ilustração por José Domingos Farinha.

No que respeita à localização mais frequente das lesões da coluna vertebral não existe atualmente consenso entre autores na literatura disponível. Em diversos estudos, a coluna lombar é considerada a localização mais frequente ^{11,37-39}, no entanto, outros estudos diferem nos resultados ^{40,41}. Um exemplo, é um estudo de Hubbard et al ⁴⁰ em que os autores verificaram que a localização mais típica é o segmento cervical, totalizando 40,7% das lesões da coluna vertebral, seguida da coluna lombar, com 35,2%. As fraturas dos corpos vertebrais são o tipo de lesão mais frequente. ³⁸ No que respeita ao *snowboard*, a literatura disponível revela que a frequência de lesões a nível da coluna vertebral é superior, particularmente as fraturas, mas tipicamente menos graves do que as verificadas no esqui alpino. ⁴² A prevalência de lesões da coluna vertebral entre praticantes de *snowboard* varia de 2 a 20%, aproximadamente. ⁴²

O mecanismo de lesão é também diferente do verificado no esqui alpino, sendo tipicamente causada por falha na receção ao solo após salto, estando a queda para trás na génese das fraturas da coluna vertebral. ^{8,43} Os atletas de *snowboard* tendem a cair no solo com o dorso, região lombar e bacia, resultando com frequência em fraturas por compressão dos corpos vertebrais, particularmente ao nível da região lombar. ⁴⁴ Lesões da coluna cervical são raras nesta modalidade, dado a escassez de colisões entre atletas e de quedas com cabeça como primeiro elemento de impacto. ⁴⁵

Desportos de combate

A luta-livre profissional (*wrestling*) é o desporto de combate com maior risco de lesões da coluna cervical. ⁴⁶ As lesões mais frequentes são as fraturas e luxações vertebrais com rotura ligamentar grave. ⁴⁶ O mecanismo lesional mais frequente são as projeções pelo impacto da cabeça do solo, sendo a lesão cervical dependente da posição da cabeça aquando do impacto. ⁸ Os outros dois mecanismos são quando um atleta dá uma cambalhota para a frente com a coluna cervical em hiperflexão e é vítima de uma carga externa do adversário ou pelo impacto direto da cabeça e pescoço do atleta no corpo do adversário, particularmente no joelho, ou no solo, sem associação com projeção. ⁸ (Fig. 6) Uma das projeções mais frequentemente adotadas consiste em abraçar o adversário pelas costas agarrando um ou os dois membros superiores deste e consequentemente limitando mecanismos protetivos de extensão das extremidades superiores aquando da queda, seguida de uma projeção para trás em direção ao solo. ⁴⁷ O impacto da cabeça do atleta projetado no solo nesta situação tende a ocorrer em extensão ou posição neutra. ⁴⁷ (Fig. 7) O impacto direto da cabeça do atleta no corpo do adversário inadvertidamente é também associado a lesão, dependendo a gravidade desta quer da velocidade e da força do impacto, quer da posição da cabeça aquando do mesmo. ⁸



Figura 6 - **Mecanismo de lesão cervical traumática na luta-livre por hiperflexão da coluna cervical durante cambalhota para a frente.** Frequentemente nesta modalidade, quando um atleta dá uma cambalhota para a frente voluntária ou na sequência de uma manobra ofensiva ao adversário, uma força externa aplicada na cabeça e pescoço quando em hiperflexão cervical, pode ocasionar lesão traumática deste segmento. Ilustração por José Domingos Farinha.



Figura 7 - **Mecanismo de lesão cervical traumática na luta-livre por impacto da cabeça do atleta em hiperextensão da coluna cervical na sequência de projeção.** A projeção para trás é uma manobra ofensiva na luta-livre e o atleta projetado tende a sofrer impacto da cabeça no solo em hiperextensão cervical. Ilustração por José Domingos Farinha.

No que respeita ao judo, a literatura atual revela que atletas de judo recorrem mais frequentemente aos serviços de urgência hospitalares por lesões da cabeça e do pescoço que atletas de karaté ou *taekwondo*.⁴⁸ Uma justificação para corroborar esta ocorrência de maior número de lesões da coluna cervical em judocas são as projeções, que não se verificam no *taekwondo* ou karaté.⁴⁸ As lesões da coluna cervical no judo ocorrem fundamentalmente em atletas que atacam com a técnica *uchi-mata*.⁴⁹ (Fig. 8) Nesta técnica os atacantes realizam uma rotação com o tronco usando o membro inferior para provocar a projeção na face medial da coxa no adversário.⁵⁰ O atleta que projeta pode atingir o tapete com a cabeça e pescoço em flexão, particularmente se a técnica for incorreta, podendo provocar fraturas e/ou luxações da coluna cervical, com ou sem compromisso neurológico.⁴⁹ Também roturas da musculatura e estruturas ligamentares da coluna cervical são relativamente comuns no judo.⁵¹ Apesar de raras, lesões graves estão descritas na literatura, mais frequentemente a luxação facetaria unilateral e roturas extensas do complexo ligamentar posterior.⁵²



Figura 8 – **Uchi-mata**. No judo, as lesões traumáticas da coluna cervical ocorrem fundamentalmente em atletas que atacam com a técnica *uchi-mata*. Particularmente quando realizada incorretamente, o atleta que projeta pode atingir o tapete com a cabeça e pescoço em flexão. Ilustração por José Domingos Farinha.

Os estrangulamentos são também uma técnica com potencial para provocar lesão cervical particularmente em atletas menos experientes.⁵² Atletas menos experientes, na tentativa de se libertar de uma técnica de estrangulamento, com o pescoço sob tração e imobilizado, realizam movimentos bruscos de rotação cervical, que para além de serem na maioria dos casos ineficazes, podem causar subluxações e luxações facetárias.⁵²

No karaté e no *taekwondo* apesar dos frequentes golpes dirigidos à cabeça, os contactos são geralmente controlados e de curta duração.^{53,54} Ao não ocorrerem projeções nesta modalidade, as cargas axiais sobre a coluna cervical não ocorrem com frequência. Quando em treino e competição supervisionada, o risco de lesões graves da coluna cervical em atletas de karaté é muito reduzido.^{53,54} No entanto, lesões ligeiras são relativamente comuns, tais como roturas musculares e das estruturas ligamentares da região cervical, bem como contusões.^{53,54} As raras situações que se associam a lesão cervical grave nestes desportos implicam pontapés inadvertidamente dirigidos à região cervical e com força excessiva.⁵⁵

Mergulho

As lesões cervicais associadas ao mergulho ocorrem tipicamente em indivíduos jovens e do sexo masculino^{12,56}, sendo a causa primária de lesões cervicais em atividades recreativas.⁵⁷ Para além da negligência do risco e da conduta imprudente na técnica de mergulho, o consumo de álcool parece ser um importante fator de risco, sendo um achado em 38-46% dos casos.⁵⁸ A maioria das lesões da coluna vertebral associadas ao mergulho ocorre na época das férias académicas no verão, essencialmente em piscinas privadas.⁵⁸ A evidência mostra que mergulhar em profundidades inferiores a 1,5-2 metros é fator de risco para ocorrência destas lesões.⁵⁷ 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.⁵⁹ O principal mecanismo de lesão da coluna cervical no mergulho é o impacto da cabeça no fundo da piscina ou do mar, sendo as vértebras C5, C6 e C7 as mais frequentemente atingidas.^{56,60-62} As fraturas, luxações e, frequentemente as fraturas-luxações são as lesões mais comuns.^{63,64} Os níveis medulares mais frequentemente lesados são C5 e C6, provocando o atingimento deste segmento situações de tetraparésia ou mesmo tetraplegia.⁶⁵ Em contrapartida, as lesões da coluna cervical superior (C1, C2) são raras, mas com elevados índices de mortalidade.⁶⁵ O mecanismo combinado de flexão e compressão axial da coluna cervical é o mais frequentemente associado ao traumatismo do mergulho.⁶⁶ (Fig. 9) Como tal, faz sentido que o tipo de fraturas mais frequentes associadas ao mergulho sejam as fraturas em compressão dos corpos vertebrais.⁶⁷

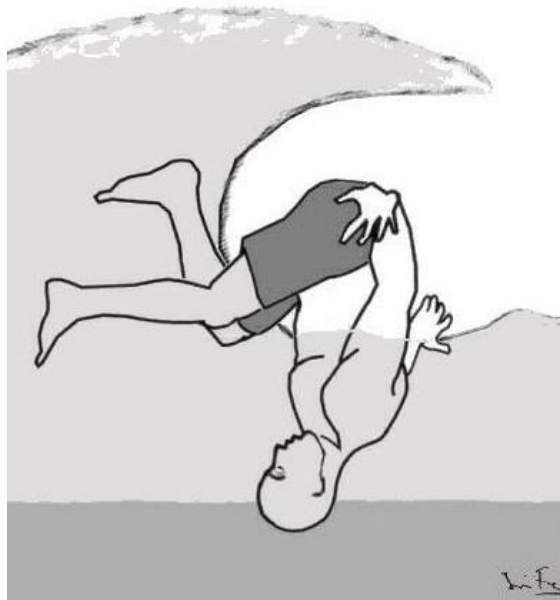


Figura 9 – **Traumatismo cervical no mergulho por mecanismo combinado de flexão e compressão axial da coluna cervical.** Ilustração por José Domingos Farinha.

Cheerleading

O *cheerleading* é um desporto de competição baseado em rotinas e coreografias, contendo elementos de dança, acrobacias, saltos e ginástica. Atualmente é uma modalidade que exige elevados níveis de preparação física e agilidade entre os seus praticantes.⁸ Comparativamente com outros desportos, nomeadamente os de contacto e colisão, o *cheerleading* apresenta menor incidência de lesões da coluna cervical de forma global, contudo associa-se simultaneamente a elevado risco de lesões graves.⁸ A pirâmide é um elemento acrobático, em que as atletas se dispõem em forma homónima, em número maior na base e vão progressivamente sendo menos até terminar com uma única atleta no topo. As atletas em posição mais elevada sofrem frequentemente quedas com impacto primário da cabeça no solo, motivando lesões cervicais que dependem na sua gravidade quer da altura da queda, do peso da atleta e energia cinética associada e da posição da cabeça e do pescoço aquando do impacto.⁸ Outra manobra também frequentemente responsável por lesões da coluna cervical na sequência de quedas nesta modalidade é o cesto (“*basket toss*”) em que de forma combinada várias atletas formam uma base e sustentam nos seus braços um atleta em posição de pé.⁸ Posteriormente impulsionam o salto deste atleta, que no ponto mais alto do salto horizontaliza o corpo em posição de crucifixo e deve cair posteriormente em decúbito dorsal nos membros superiores dos atletas da base. Este salto poderá ter variantes, em que o atleta impulsionado realiza manobras combinadas previamente pela equipa, como o salto de carpa.⁸

Hipismo

Na literatura atual relativa às lesões da coluna vertebral no hipismo, estas representam entre 2.4% a 14% da totalidade das lesões neste desporto, sendo as regiões lombar e torácica as mais atingidas, só posteriormente surgindo a região cervical.⁶⁸ Embora a incidência geral de lesões no hipismo seja bastante reduzida (2 em cada 1000h de prática) em comparação com outros desportos de contacto e alto risco, o risco de lesões graves parece assemelhar-se ao futebol americano, sendo considerado em alguns estudos até superior.^{69,70} A maioria das lesões relacionadas com o desporto equestre ocorrem durante a aprendizagem ou em contexto não competitivo, e uma grande parte das lesões envolvem crianças e adolescentes.⁶⁸ As lesões traumáticas da coluna vertebral são o tipo de lesão mais comum em praticantes de hipismo, na sequência de queda do cavaleiro, compreendendo entre 60-80% de todas as lesões.⁶⁸ A seguir à queda do cavaleiro, as causas mais comuns de lesão são os “coices” ou pontapés do cavalo, seguidos de pisadelas ou mordidas por este animal.⁶⁸ Roturas ligamentares e as roturas musculares, parciais ou totais, e contusões da coluna cervical são as lesões ligeiras mais

frequentes. ⁷¹ No que respeita às lesões traumáticas graves, as que ocorrem mais frequentemente são as fraturas-luxação ou fraturas em compressão tipo explosivas. ⁷¹

Ginástica

Na ginástica, em geral, lesões da coluna vertebral, especificamente da região cervical, na ginástica são menos frequentes que as lesões dos membros superiores e inferiores. ⁷² Ao nível da coluna cervical, as lesões ligeiras como contusões e roturas da musculatura do pescoço são as mais comuns. ⁷³ Lesões graves da coluna vertebral são raras, representando 2,4% das hospitalizações destes atletas. ⁷³ O mecanismo lesional mais frequente é a carga axial em hiperflexão cervical, na sequência de quedas, ocasionando com maior frequência fraturas em compressão dos corpos vertebrais. ⁷² A literatura refere também ocorrência de hérnias de disco intervertebral, em contexto agudo traumático e crónico, sendo resultado de sobrecarga em amplitudes extremas a que as vertebrais e o disco intervertebral por vezes são sujeitas, inerentes à hipermobilidade dos atletas nesta modalidade, podendo associar-se ou não a compressão nervosa e radiculopatia. ⁷⁴

Ciclismo

As lesões traumáticas da coluna cervical no ciclismo amador ou profissional, de estrada ou de montanha, decorrem de queda ou colisão. ^{75,76} Os dados epidemiológicos disponíveis na literatura relativos a lesões no ciclismo na vertente desportiva, dedicam-se essencialmente ao ciclismo de montanha, onde parece ocorrer o maior número de lesões traumáticas, devido ao terreno mais instável e pela presença de árvores que facilitam colisões. ^{77,78} Num estudo que realizou uma análise retrospectiva de 107 atletas no período de 1995 e 2007, os autores verificaram que 73% das lesões foram ao nível da coluna cervical, na sequência de quedas. ⁷⁵ Os autores verificaram ainda que que 14 das 79 (17,7%) lesões da coluna cervical em ciclistas de montanha foram fraturas da coluna cervical superior, tratando-se de lesões mais raras nos restantes desportos e altamente graves, pelo risco de sequelas neurológica permanente associado ou morte. ⁷⁵ Num estudo recente que analisou os dados de lesões traumáticas em ciclistas num centro hospitalar especializado em trauma na Irlanda, de forma retrospectiva, verificaram 24 lesões traumáticas que entre 2012 e 2013 que decorreram durante o treino em atletas em preparação para ciclismo de estrada de competição e triatlo. ⁷⁹ A coluna cervical foi a região mais afetada, representando 71% da totalidade das lesões, sendo que em 20.8% se verificou lesão da medula espinhal, demonstrada por presença de défices neurológicos. ⁷⁹

Basebol

Esta modalidade apresenta uma incidência de lesões traumáticas graves de aproximadamente 1.95 por ano (0.43 por 100 000 atletas), sendo a cabeça o segmento mais afetado, logo seguido da coluna cervical.¹³ As lesões graves da coluna cervical ocorrem predominantemente na sequência de uma colisão entre o corredor, que corre entre as bases na equipa em manobra ofensiva, e o recetor da equipa contrária.¹³ O mecanismo típico é a colisão da cabeça do corredor diretamente com o corpo do recetor, resultando uma força de compressão axial elevada na região cervical do primeiro, podendo a posição da região cervical ser variável. Num estudo epidemiológico retrospectivo publicado recentemente, que avaliou a prevalência da coluna cervical e lombar e ausência de dias de treino e competição por lesão em atletas de basebol da Major League Baseball (MLB) e Minor League Baseball (MiLB) entre 2011 e 2016, os autores verificaram um total de 4246 de dias de ausência de treino ou jogo devido a 172 lesões da coluna vertebral, sendo as regiões lombar e cervical as mais afetadas.⁸⁰ O mesmo estudo verificou que a posição de jogador com maior frequência de lesão da coluna vertebral foi o lançador, no decorrer de colisões nas corridas entre bases.⁸⁰

Mecanismos de lesão traumática da coluna cervical

As características anatómicas e biomecânicas da coluna cervical sofrem alterações com o decorrer da idade. Em crianças, é frequente a presença de laxidez ligamentar, ossificação incompleta das vertebrae e orientação de facetas articulares que predispõe a maior risco de lesões por forças de cisalhamento.⁸¹⁻⁸³ Para além disto, crianças mais novas tendem a ter lesões cervicais em níveis mais superiores quando comparadas com crianças mais velhas, essencialmente devido à maturação do tecido conjuntivo de suporte da coluna cervical, que torna o ponto de maior mobilidade da coluna cervical mais caudal com a idade.⁸¹⁻⁸³

Nos adultos as vértebras C5, C6 e C7 são particularmente mais propensas a lesão traumática por constituírem o eixo funcional de maior amplitude de movimento entre a cabeça e o tronco, estando também por isso o seu atingimento mais associado a lesão neurológica.^{56,60-62} Deste modo, os níveis da medula espinhal mais frequentemente lesados são C5 e C6, sendo que o compromisso a este nível se associa frequentemente a tetraparésia ou mesmo tetraplegia.⁶⁵ Em contrapartida, as lesões da coluna cervical superior (C1, C2) são raras, mas com elevados índices de mortalidade.^{57,84} Também o facto de nos adultos, o canal vertebral ser mais estreito entre as vertebrae C4 e C7, predispõe maior risco de lesão medular nesta região cervical perante trauma da coluna vertebral, pela proximidade contacto entre estruturas ósseas e neurovasculares.⁸⁵

Compreender os mecanismos de lesão e o comportamento mecânico da coluna cervical às forças a que é submetida, permite perspetivar o tipo e gravidade de lesões. Genericamente, distinguem-se dois grandes grupos de mecanismos lesionais da coluna cervical no desporto, nomeadamente o mecanismo de impacto direto da cabeça do atleta em posição neutra, flexão ou extensão cervical, e o mecanismo de aceleração-desaceleração, subdivididos em flexão-distração ou extensão-distração.¹⁻⁸

Os mecanismos de lesão por impacto direto da cabeça são frequentes nos desportos de contacto, como futebol americano, rãguebi, hóquei no gelo ou desportos de combate, por variados mecanismos, mas também podem ocorrer com pouco ou nenhum contacto como ginástica, hipismo, ciclismo ou desportos de inverno, particularmente na sequência de quedas. Já os mecanismos de aceleração-desaceleração são raramente verificados em desportos que não tenham contacto, uma vez que obrigam a que ocorram impactos de alta energia que provoquem

movimento forçado da coluna cervical em chicote.¹⁻⁸ Estes mecanismos lesionais podem resultar em diversas lesões, nomeadamente fraturas da coluna cervical, luxações facetárias, roturas dos complexos ligamentares posterior ou anterior com ou sem listeses traumáticas, roturas musculares e hérnias agudas de disco intervertebral.¹⁻⁸

Outro fator a ter em conta em atleta que se suspeita de lesão grave da coluna vertebral são as anomalias espinhais congénitas.¹⁵ Estas são responsáveis por modificar a integridade da coluna vertebral, o que favorece a ocorrência de lesões potencialmente catastróficas em atletas de desportos de colisão, ao modificarem a mecânica cervical na distribuição das forças.¹⁵ Neste contexto, enquadra-se a síndrome de Klippel-Feil, um defeito de segmentação que se caracteriza pela apresentação da fusão de duas ou mais vertebrae, que irá determinar necessariamente menor número de segmentos móveis capazes de dissipar forças de compressão, distração ou rotação ao nível da coluna cervical.¹⁵ A consequência crónica desta limitação é a sobrecarga dos segmentos móveis supra e infra-jacentes à fusão, resultando em clínica de hiper mobilidade a estes níveis, com aumento do risco de instabilidade cervical e estenose canalar degenerativa.¹⁵ Também a hipoplasia do processo odontóide, um defeito de formação do eixo, e o desenvolvimento do osso *odontóideum* são potenciais causadores de instabilidade atlantoaxial. Importa ter noção que embora estas entidades sejam frequentemente assintomáticas, a sua existência pressupõe maior risco de lesão medular aquando trauma da coluna cervical.¹⁵ Tratam-se, portanto, de situações que constituem elementos de risco para desenvolvimento de lesões potencialmente catastróficas caso o portador seja praticante de desportos de impacto de alta energia.

Mecanismo de lesão por impacto da cabeça do atleta

O mecanismo lesional de impacto direto da cabeça com transmissão indireta das forças compressivas à coluna cervical, pode ocorrer na sequência de quedas, do impacto no corpo do adversário, involuntário ou na tentativa de resistir a progressão deste e também nas colisões com placas delimitadoras do campo, no caso particular do hóquei no gelo. Por ser o mecanismo mais frequente de lesão cervical no desporto, é a causa das fraturas e/ou luxações cervicais na maioria dos casos.

Após o impacto primário da cabeça é gerada uma força indireta na coluna cervical que é responsável pela sua lesão. Especificamente no mergulho, velocidades superiores a 3 m/s são suficientes para ultrapassar a resistência estrutural anatómica da coluna cervical, provocando dano a este segmento.⁸⁶ 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.⁸⁶ O peso corporal também é um fator a ter em conta no que respeita à intensidade e potencial gravidade das lesões, sendo que quanto mais elevado este for, maior é a energia cinética associada e conseqüentemente maior o trauma indireto transmitido à coluna cervical. Importa notar que quando o impacto ocorre com a coluna cervical em amplitudes extremas de hiperflexão ou hiperextensão, não se verifica uma distribuição homogênea da energia do impacto pela coluna vertebral, estando, portanto, na génese de lesões potencialmente mais graves.⁸⁶ No momento do impacto da cabeça do atleta, a coluna cervical sofre uma elevada transmissão de forças de compressão em carga axial, que podem originar fratura de qualquer parte das vértebras cervicais e/ou subluxações ou luxações unilaterais ou bilaterais das articulações interfacetárias ou zigapófisárias.⁸⁶ Neste mecanismo lesional, as vértebras C5, C6 e C7 são as mais frequentemente atingidas^{56,60-62}, sendo as fraturas, as luxações e as fraturas-luxações as lesões mais comuns.^{63,87}

Assim, destacam-se três tipos de mecanismos de lesão da coluna cervical no desporto secundária ao impacto da cabeça do atleta, e as fraturas e/ou luxações mais frequentemente associadas a cada tipo, nomeadamente a compressão axial em hiperflexão cervical, compressão axial por impacto direto do topo da cabeça em posição neutra e a compressão axial em hiperextensão cervical.⁶⁷ Se no mergulho é mais frequente a ocorrência de lesão cervical pelo primeiro mecanismo, em desportos de contacto como o rúgubi ou o futebol americano continua a ser o impacto direto do topo da cabeça em posição neutra o principal responsável pelo maior número de lesões cervicais.⁶⁷

Nas quedas acidentais em atletas, nomeadamente na ginástica, ciclismo, *cheerleading*, desportos de inverno ou de combate é, contudo, variável a posição da coluna cervical aquando do impacto no solo.

Sabe-se atualmente, através de estudos em cadáveres, que a coluna cervical responde mecanicamente a uma compressão axial por flambagem, isto é, sofre uma deformação em flexão transversal aquando da compressão axial.²⁰ Quando a cabeça e pescoço se encontram em alinhamento neutro, a coluna cervical está em posição lordótica fisiológica que, na prática, se resume a uma ligeira extensão deste segmento. Neste caso, as forças de compressão axial são dissipadas de forma eficaz para a musculatura paravertebral e estruturas capsuloligamentares de suporte.¹⁵ Por outro lado, se a cabeça e o pescoço se apresentam em flexão, ocorre retificação da lordose cervical, sendo que nestes casos a carga axial é fracamente dissipada pelos tecidos moles envolventes, sendo praticamente na totalidade os corpos vertebrais e discos que a absorvem, o que favorece a sua lesão.⁸

No mecanismo de compressão axial combinada com hiperflexão cervical são mais comuns as fraturas compressivas em cunha dos corpos vertebrais condicionadas por sobrecarga da porção anterior do corpo vertebral e causa uma fratura com achatamento vertebral de predomínio anterior e conseqüente deformidade em cunha do corpo vertebral.^{67,88} Outro tipo de fratura que pode ocorrer por este mecanismo lesional são as fraturas do tipo gota de lágrima (*"teardrop"*) em flexão. Neste tipo de fratura, na sequência do traumatismo combinado 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 do complexo ligamentar posterior e instabilidade segmentar vertebral.^{67,88} (Fig. 10)

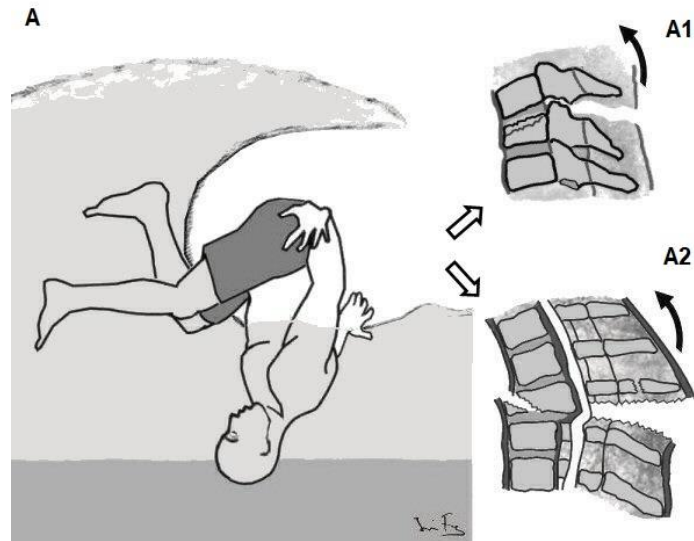


Figura 10 – **A - Mecanismo de compressão axial combinada com hiperflexão da coluna cervical.** A1 – Fratura em cunha do corpo vertebral, nesta ilustração com rotura do complexo ligamentar posterior. A2 – Fratura do tipo gota de lágrima (“teardrop”) em flexão. Ilustração por José Domingos Farinha.

No mergulho, aproximadamente 90% das lesões do tipo gota de lágrima (“teardrop”) em flexão são classificadas ao exame neurológico em ASIA A, isto é, lesões neurológicas completas, sem qualquer função motora ou sensitiva nos segmentos inferiores à lesão medular.⁵⁶ Importa igualmente referir que este tipo de fraturas está associado a situações 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 retropulsão do ângulo pósterio-inferior do corpo vertebral.⁵⁶

As fraturas dos processos espinhosos por avulsão, também conhecidas como fratura do escavador de argila, são relativamente frequentes em atletas de futebol americano ao nível de C7.⁸ Podem ser resultado quer da compressão axial em hiperflexão cervical da coluna cervical quer da contração excessiva dos trapézios e dos músculos romboides, ou ambos os mecanismos, provocando uma tração ao nível da inserção espinhosa que supera a resistência óssea, motivando fratura.⁸

O mecanismo lesional de compressão axial por impacto direto do topo da cabeça em posição neutra é responsável essencialmente por fraturas da coluna cervical em compressão incompletas ou completas tipo explosivas (“burst”).⁴⁸ A carga axial excessiva é exercida no plano perpendicular ao corpo vertebral cervical, ocasionando uma sobrecarga uniforme em toda a sua superfície, resultando em fraturas ao longo de toda a extensão do mesmo, que se estende das faces ântero-laterais à face posterior.⁶⁷ Neste cenário, a carga axial leva um aumento progressivo da pressão intradiscal acabando a plataforma vertebral adjacente por ceder. A extrusão do material discal para a plataforma fraturada, força o corpo vertebral a explodir em múltiplos fragmentos.¹⁵ (Fig. 11)

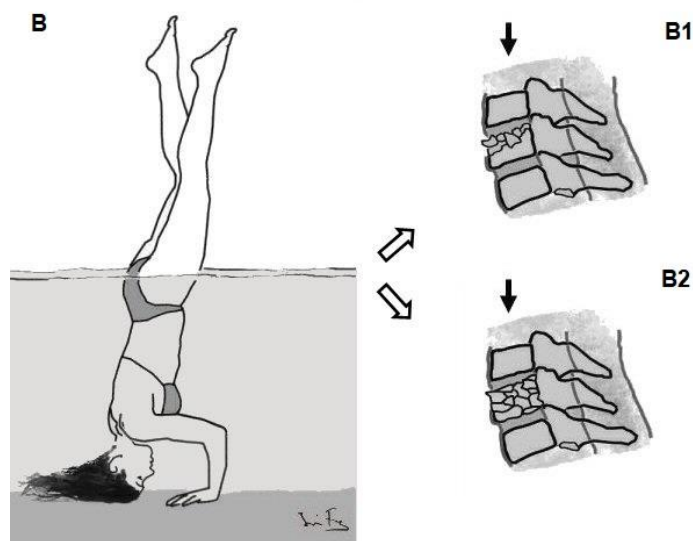


Figura 11 – **B - Mecanismo de compressão axial por impacto direto do topo da cabeça em posição neutra.** B1 – Fratura explosiva incompleta cefálica. B2 – Fratura explosiva completa. Ilustração por José Domingos Farinha.

O risco mais grave destas fraturas cominutivas é a invasão do canal vertebral com consequente lesão da medula espinhal por compressão direta por um fragmento ósseo que sofra desvio posterior (retropulsão do muro posterior), estando na base de lesões graves que motivam tetraparésias ou tetraplegias.⁶⁷ Contudo, as fraturas em compressão tipo explosivas resultam em menor grau de invasão do canal vertebral que as lesões do tipo gota de lágrima (“teardrop”) em flexão, sendo de esperar melhor prognóstico neurológico nas primeiras.^{67,89}

O mecanismo lesional de compressão axial combinada com hiperextensão da coluna cervical ocorre mais raramente que os restantes. Um exemplo simples é o impacto iminente contra um adversário no futebol americano ou no rãguebi, com tentativa de desvio através de extensão combinada dos diversos segmentos vertebrais ou a tentativa de evitar o impacto da cabeça no solo aquando do mergulho.⁶⁷ Assim, a hiperextensão da coluna cervical associa-se à tentativa de reduzir a velocidade do impacto iminente, podendo originar lesões tipo gota de lágrima (*teardrop*) em extensão.⁹⁰ Este tipo de lesões são tendencialmente menos graves e consistem numa avulsão da porção ântero-inferior do corpo vertebral, mas também podem ocorrer lesões ligamentares mais graves associadas a rotura do ligamento longitudinal comum anterior e mesmo do disco intervertebral, com risco de instabilidade segmentar, e risco de listese dos corpos vertebrais.⁹⁰ (Fig. 12)

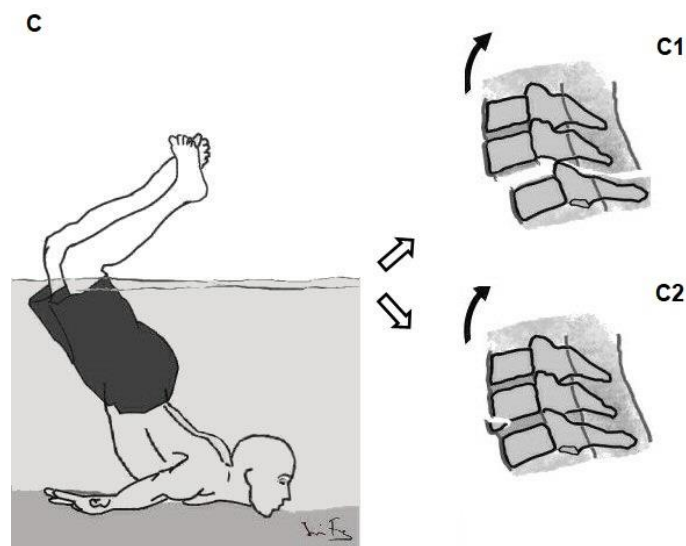


Figura 12 - C - Mecanismo de compressão axial combinada com hiperextensão da coluna cervical. C1 – Rotura do ligamento longitudinal comum anterior e do disco intervertebral com instabilidade segmentar. C2 – Fratura do tipo gota de lágrima (“teardrop”) em extensão. Ilustração por José Domingos Farinha.

Um outro mecanismo de lesão cervical e/ou do plexo braquial, e que está frequentemente na origem da *síndrome de burners & stingers* é o impacto direto sobre a região entre o pescoço e o ombro, embora também ocorra estiramento do plexo braquial em impactos diretos na cabeça em posição neutra.^{15,91,92} É particularmente frequente no futebol americano e no rãguebi e ocorre tipicamente no atleta que realiza a placagem, sendo que no momento do impacto ocorre

depressão forçada do ombro, com tração das estruturas de tecido moles desta região, nomeadamente do plexo braquial, motivando surgimento de parestesias e sensação de formigueiro ao nível da região cervical, ombro e membro superior unilateralmente, podendo ser acompanhada de fraqueza muscular. ¹⁵ A síndrome também pode ser resultado da compressão de raízes nervosas a nível do forâmen intervertebral, decorrente do próprio impacto. De referir que a estenose prévia do canal vertebral pode predispor a ocorrência desta síndrome em atletas. ⁸⁹ Esta situação clínica deve, contudo, ser diferenciada da presença destes sintomas bilateralmente que é sugestivo de lesão da medula espinhal. ⁹¹

Mecanismo de lesão por movimentos de aceleração-desaceleração

O mecanismo de lesão em aceleração-desaceleração da cabeça e coluna cervical, é também conhecido por “*whiplash*”, e associa-se frequentemente a lesões de tecidos moles (cápsulas, ligamentos e tecido musculotendinoso paravertebral) bem como a acometimento das facetas articulares.^{8,9,15} Na fase de aceleração, onde ocorrem essencialmente as lesões, este mecanismo pode ser dividido em dois subtipos, nomeadamente flexão/distração e extensão/distração. Na fase de desaceleração, a cabeça e coluna cervical realizam o movimento contrário ao realizado previamente, extensão se a fase de aceleração foi em flexão-distração e flexão se a aceleração foi em extensão-distração.^{8,9,15}

Mecanismo flexão-distração

Os mecanismos de flexão-distração, podem resultar de impactos de alta energia no tórax ou região abdominal, em que a primeira resposta da coluna cervical é a hiperflexão.^{8,9,15} (Fig. 13) Este mecanismo lesional também ocorre nos impactos a nível da região occipital que provocam diretamente flexão cervical forçada.^{8,9,15} (Fig.14)



Figura 13 - Mecanismo de lesão traumática da coluna cervical por mecanismo de flexão-distração após impacto de adversário no tórax do atleta. Ilustração por José Domingos Farinha.



Figura 14 - **Mecanismo de lesão traumática da coluna cervical por mecanismo de flexão-distração após impacto na região occipital.** Ilustração por José Domingos Farinha.

Em ambas as situações se verificam hiperflexão da coluna cervical e conseqüentemente estiramento no sentido posteroanterior do complexo ligamentar posterior formado pelos ligamentos supraespinhoso, interespinhoso e amarelo e complexos capsuloligamentares facetários.^{8,9,15} O espectro de lesões que podem advir deste mecanismo é variável, sendo que o mais grave, em que ocorre envolvimento da medula espinhal e potencial lesão neurológica é a luxação facetária bilateral.⁹³⁻⁹⁵ A associação de uma força rotacional à força de distração associa-se frequentemente a luxação facetária unilateral e podendo em até 25% dos casos associar-se a lesão da medula espinhal.⁹³ Assim, as luxações de vértebras cervicais podem ocorrer em vários graus, desde subluxações a empoleiramento e mesmo encravamento de facetas unilateral ou bilateral, com ou sem lesão neurológica.⁸⁶ A luxação de vértebras cervicais ocorre por luxação das articulações interapofisárias, acompanhando-se de listese (deslizamento de um corpo vertebral em relação ao adjacente) por lesão associada de disco intervertebral, com graves riscos para a medula espinhal.⁸⁶

Este mecanismo pode também estar na origem de neuropráxia medular no momento da flexão cervical, no qual a medula fica comprimida entre a lâmina da vertebra suprajacente e o bordo postero-superior do corpo vertebral da vertebra infrajacente, provocando uma lesão medular transitória.^{96,97} Este mecanismo de estreitamento canal e compressão medular foi originalmente descrito em 1962 por Penning L⁹⁷ e intitulado de mecanismo de “pinça” (*pincer*). O pinçamento em amplitudes extremas também suscetível de ocorrer na hiperextensão cervical, sendo que a estenose canal cervical é um fator de risco para a sua ocorrência.⁸

Mecanismo extensão-distração

Na base do mecanismo de extensão/distração pode estar um impacto de alta energia que o atleta sofra no dorso e a coluna cervical como ponto móvel, responde inicialmente em hiperextensão, semelhante ao que se verifica num condutor que sofre um acidente rodoviário por colisão na parte de trás do veículo. ¹⁵ (Fig. 15) Mecanismo semelhante poderá ocorrer se o atleta sofrer um impacto anterosuperior da cabeça ou da região cervical. (Fig.16) Este mecanismo lesional associa-se a estiramento forçado do complexo ligamentar anterior, constituído por ligamento longitudinal anterior e posterior, discos intervertebrais e corpos vertebrais. Nos casos mais graves e à semelhança do que sucede nos impactos da cabeça com hiperextensão cervical, ainda que tendencialmente associado a impactos menos energéticos, poderá verificar-se rotura do ligamento longitudinal comum anterior e mesmo do disco intervertebral, com risco de instabilidade segmentar, e listese dos corpos vertebrais. ⁸⁸ Também neste mecanismo, o movimento de extensão cervical forçada poderá também provocar estreitamento foraminal com compressão de nervo espinhal e consequente radiculopatia, particularmente em atletas com hérnias postero-laterais e/ou estenose foraminal prévias. ¹⁵



Figura 15 – Mecanismo de lesão traumática da coluna cervical por mecanismo de extensão-distração após impacto no dorso do atleta. Ilustração por José Domingos Farinha.



Figura 16 – **Mecanismo de lesão traumática da coluna cervical por mecanismo de extensão-distração após impacto anterosuperior na cabeça ou da região cervical do atleta.** Ilustração por José Domingos Farinha.

Este mecanismo, à semelhança da flexão-distração, também se associa à ocorrência neuropráxia medular.⁸ A hiperextensão forçada da cervical causa aproximação da margem posteroinferior da plataforma vertebral suprajacente com as lâminas da vértebra subjacente, o que motiva estreitamento dinâmico da dimensão anteroposterior do canal vertebral, agravada pelo encurtamento do ligamento amarelo (“*infolding*”).¹⁵ Este fenómeno é mais grave quando o diâmetro anteroposterior do canal vertebral é previamente estenosado, promovendo compressão medular transitória, por concussão da medula, e provocando sinais e sintomas neurológicos, numa condição denominada por concussão ou neuropráxia medular.¹⁵

Tipos de lesão traumática da coluna cervical no desporto

No desporto em geral as lesões ligeiras da coluna cervical são comuns e largamente mais frequentes que as lesões graves. ⁸ Entendem-se por lesões ligeiras os espasmos musculares, roturas musculares e ligamentares parciais sem instabilidade, hérnias agudas de disco intervertebral sem mielopatia e fraturas estáveis, sendo as fraturas em compressão as mais frequentes. ⁸

Roturas musculares ou ligamentares parciais da coluna cervical

As roturas musculares e/ou ligamentares parciais podem ocorrer na sequência de queda com impacto da cabeça no solo. As posições de hiperflexão ou hiperextensão cervical no momento do impacto favorecem rotura destes tecidos moles na sua componente paravertebral posterior ou anterior, respetivamente. No entanto, são também associados a mecanismos de aceleração-desaceleração ou *whiplash*, pelo súbito movimento de extensão-flexão da coluna cervical, frequente em colisões nos desportos de contacto. ⁸ Estas lesões acompanham-se frequentemente de espasmo da musculatura paravertebral, limitação das amplitudes de movimento por dor local, enquanto o exame neurológico apresenta-se sem alterações. ⁸

Hérnias discais agudas da coluna cervical

A hérnia aguda do disco intervertebral pode ocorrer em atletas secundariamente a colisão de alta energia da cabeça ou do pescoço. ¹⁵ Trata-se de uma situação que obriga a avaliação criteriosa. As lesões de disco intervertebral podem ser assintomáticas ou manifestar-se como cervicalgia axial, radiculopatia por compressão de nervo espinhal ou mielopatia, com compressão da medula espinhal. As compressões radiculares, apresentadas mais frequentemente como cervicobraquialgia, têm como primeira abordagem o tratamento conservador. ⁹⁸ Mielopatia secundária a compressão herniária por hérnia central é rara e associa-se a dor cervical axial com irradiação para os membros superiores bilateralmente. É considerada uma lesão grave quando se associa a tetraplegia transitória, na sequência de compressão medular, ou se se verificam alterações imagiológicas na RM compatíveis com mielomalacia por compressão do conteúdo discal extrusado. ⁹⁸

No que respeita ao disco intervertebral importa lembrar que as lesões posteriores do anel fibroso discal, tais como roturas anulares ou protusões, podem provocar cervicalgia sem que ocorra radiculopatia ou mielopatia. Apenas a zona posterior do ânulo fibroso tem inervação sensitiva, que é assegurada por um ramo da divisão posterior da raiz nervosa que já fora do forâmen origina um pequeno nervo recorrente que reentra o canal, denominado de nervo sinovertebral de Luschka.⁹⁹ As roturas do ânulo fibroso tendem a ocorrer no hemisfério posterior do núcleo e, este segmento, tendo inervação sensitiva, traduz o aumento da pressão discal em dor, génese da cervicalgia por disrupção aguda da estrutura discal, sem radiculopatia.⁹⁹

Hérnia de disco intervertebral agudas por trauma podem ser graves quando motivam neuropáxia da medula espinhal por compressão.⁹⁸ A consequência mais temível dos discos herniados de forma aguda é extrusão do núcleo pulposo do disco para o canal vertebral, podendo caracterizar compressão aguda medular, que poderá ser responsável por lesão medular transitória ou permanente.¹⁵ A apresentação clínica pode ser a tetraplegia e alterações da sensibilidade abaixo do nível da lesão, nomeadamente síndrome medular anterior com perda de sensibilidade termicoálgica, para além frequentemente os atletas referem cervicalgia intensa sendo perceptível à palpação espasmo da musculatura paravertebral nos níveis envolvidos.¹⁵ Em alguns casos, poderá verifica-se dor referida na região periescapular e cervicobraquialgia com distribuição radicular.¹⁵

Síndrome de *burners & stingers*

Outra entidade a ter em consideração é a síndrome de *burners & stingers*, que resulta da neuropáxia de um nervo espinhal ou do plexo braquial propriamente dito.¹⁰⁰ Esta entidade resulta tipicamente da colisão entre atletas, sendo o exemplo paradigmático a placagem frontal no futebol americano e no rúgubi.⁸ O mecanismo mais frequentemente associado à ocorrência de neuropráxia nesta entidade é a placagem, em que a carga axial exercida entre a região cervical e o acrómio do atleta que realiza a placagem, pode estar na origem de dois mecanismos de lesão. Por um lado, o estiramento forçado de um nervo espinhal ou do plexo braquial, por outro, o estreitamento dos foramina intervertebrais decorrentes da elevada força compressiva e resposta cervical em extensão.¹⁰⁰ Esta entidade envolve tipicamente os nervos espinhais que compõem o tronco superior do plexo braquial, C5 e C6, sendo deste modo, o deltóide, supraespinhoso, infraespinhoso, teres major, teres minor, bicípite braquial, braquial, braquiorradial e supinador, os músculos predominantemente afetados.¹⁰⁰ Genericamente, os nervos espinhais têm maior risco de sofrer forças tensionais e compressivas lesivas quando comparados com o plexo braquial.¹⁰⁰

A explicação é anatômica e reside em diversos fatores, o primeiro dos quais é a orientação linear das raízes que originam os nervos espinhais que difere da orientação plexiforme que o plexo braquial adquire após convergência dos nervos espinhais.¹⁰⁰ Comparado com o rígido forâmen ósseo onde emerge o nervo espinhal, esta orientação plexiforme torna-o mais flexível às forças tensionais quando o mecanismo de lesão é a tração excessiva por depressão abrupta aquando de um impacto na região entre o pescoço e o ombro. Para além disto, o foramen intervertebral pode ainda estar estreitado por fenómenos degenerativos como osteófitos ou hipertrofia facetária.¹⁰⁰ O nervo espinhal mais frequentemente afetado é C5 que emerge entre as vértebras C4 e C5, sendo que duas grandes razões contribuem para isto. Para além de ser um nervo espinhal cervical de reduzido comprimento e, portanto, tendencialmente menos extensível, também o forâmen intervertebral C4/C5 é particularmente estreitado quando se verifica inclinação lateral, rotação e extensão cervical comparado com os foramina adjacentes.¹⁰⁰ A estenose canal cervical é também um fator de risco importante, sendo que um índice de Torg inferior a 0.8 se associa a maior risco de ocorrência desta síndrome. O atleta refere tipicamente dor irradiada pelo membro superior, sensação de choque elétrico e parestesias que seguem desde o ponto de Erb ao longo de todo o membro superior.¹⁰⁰ As alterações neurológicas são limitadas no tempo e de resolução espontânea, sendo que as parestesias, formigueiros, alterações de sensibilidade revertem totalmente em poucos minutos e a parésia tipicamente em 24 a 48 horas.¹⁵ Raramente, numa pequena percentagem de casos os sintomas podem persistir até 6 semanas. Estima-se que a incidência desta síndrome em atletas de futebol americano de nível universitário seja de 65%.¹⁰¹

Fraturas estáveis da coluna cervical

As fraturas sem instabilidade cervical, particularmente as fraturas que envolvem um só nível e não se associam a rotura ligamentar são frequentes no desporto, sendo as mais frequentes as fraturas compressivas resultantes de mecanismos de queda com a cabeça no solo em hiperflexão.⁸ Outras fraturas como fraturas dos processos espinhosos por avulsão, fraturas laminares unilaterais ou fraturas do processo odontóide não desalinhada e sem rotura ligamentar são também classificadas como estáveis na maioria dos casos.¹⁰² O alinhamento do traço de fratura é determinante para optar pelo tratamento conservador, uma vez que minimiza o risco de instabilidade e não união.¹⁰²

Fraturas instáveis e/ou luxações da coluna cervical

As fraturas instáveis e/ou luxação são as lesões graves mais frequentes em desportos de contacto e impacto de alta energia, sendo o futebol americano e hóquei no gelo os exemplos mais paradigmáticos.^{8,15} Considera-se instável qualquer lesão óssea e/ou capsuloligamentar que motive perda da capacidade da coluna cervical em manter os padrões de mobilidade pré-lesão quando submetida a cargas fisiológicas.¹⁵ Relativamente apenas às lesões ósseas, classicamente consideram-se fraturas instáveis quando há atingimento de mais de uma coluna de Denis.¹⁵ As fraturas são consideradas instáveis quando há envolvimento de mais do que uma coluna, pelo modelo de Denis.¹⁰³ A maioria das fraturas e das luxações da coluna cervical ocorrem na região cervical inferior.¹⁵ São consideradas instáveis as fraturas cervicais superiores do complexo atlanto-occipital ou atlanto-axial, fraturas e/ou luxações que se associam a lesão da banda de tensão anterior ou posterior, sendo a luxação facetaria bilateral o cenário mais grave.

104

Fraturas instáveis e/ou luxações da coluna cervical podem apresentar manifestações clínicas variáveis, sendo o caso mais grave a presença de tetraplegia, com ausência total de sensibilidade ou motricidade abaixo do nível de lesão.¹⁵ Apresentações clínicas menos graves podem ser síndromes medulares incompletos, com preservação parcial da sensibilidade e/ou motricidade abaixo do nível da lesão, tais como síndrome medular central ou anterior.¹⁵ Existem igualmente situações em que lesões extensas dos componentes ósseos ou capsuloligamentares não acometem a medula espinhal, sendo que nestas condições a lesão medular é potencial e depende francamente da abordagem imediata e posterior do atleta por equipa médica treinada até estabilização das lesões.¹⁵ Nos desportos de contacto e colisão, a síndrome medular central é a mais frequente, seguido da síndrome medular anterior.¹⁵

A síndrome medular central caracteriza-se por lesão neuronal da comissura anterior onde ocorre a decussação do trato espinhotalâmico.⁹⁹ A organização espacial dos feixes nervosos do trato espinho talâmico, que veicula sensibilidade superficial, nomeadamente a dor, a temperatura e tato leve/sem localização precisa (protopático) mostra-nos que as fibras mais inferiores, isto é, as sagradas e lombares são deslocadas excentricamente pelas fibras que vão entrando de localizações mais cefálicas.⁹⁹ Assim, lesões medulares centrais cervicais provocam sintomatologia neurológica a nível dos membros superiores.⁹⁹ A síndrome de “*burning hands*” é uma variante rara da síndrome medular central e é causada pela presença de edema e insuficiência vascular a afetar a porção medial dos tratos espinhotalâmicos, que conduzem

sensibilidade dos membros superiores, sendo que lesões medulares centrais tendem a atingir estas porções. Na síndrome medular anterior, apenas os feixes posteriores se encontram preservados. Os doentes apresentam déficit motor (habitualmente tetraparésia ou tetraplegia) e perda das sensibilidades superficiais, nomeadamente a dor, a temperatura e tato leve/sem localização precisa (protopático) abaixo da lesão, com preservação das sensibilidades profundas (sentido posicional e sensibilidade vibratória).⁹⁹

A fratura explosiva (“burst”) do atlas (Fratura de Jefferson) ou a espondilolistese traumática do eixo (fratura do enforcado – *hangman’s fracture*), em que ocorre fratura do arco posterior de C2 com deslizamento anterior do corpo de C2 em relação a C3, por falência do disco intervertebral, raramente ocasionam compressão medular uma vez que ocasionam expansão do canal vertebral.^{15,99} Deste modo, condições traumáticas que provocam lesão medular nos níveis cervicais mais superiores são aquelas que se associam a lesão do complexo atlantoaxial mediano, nomeadamente a fratura do processo odontóide e a rotura do ligamento transversal do atlas.^{15,99} Um aspeto a ter em conta é que as fraturas da base e cintura do processo odontóide frequentemente evoluem para pseudartrose com possível desvio, podendo motivar lesão neurológica tardia grave tardia, o que motiva necessidade de diagnóstico precoce perante suspeita de fratura ou pseudartrose e intervenção de estabilização cirúrgica.⁹⁹ Apesar de raras, as lesões instáveis da coluna cervical superior são potencialmente fatais isto porque, para além do risco de tetraplegia, pode ocorrer falência respiratória por paralisia diafragmática, pela lesão das células do corno anterior da medula que originam o nervo frénico.⁹⁹ Estas lesões podem provocar ausência de estímulo motor para a ventilação, uma vez que o diafragma é innervado pelas raízes de C3-C5 (nervo frénico), principalmente C4.⁹⁹

Importa referir que nem todas as lesões instáveis da coluna cervical que envolvem lesão neurológica resultam em disfunção de neurónio motor superior, podendo em algumas situações ocorrer isoladamente lesão do neurónio motor inferior.¹⁵ Um exemplo é a luxação facetária unilateral que pode causar monoradiculopatia por compressão foraminal de uma raiz nervosa do mesmo lado do processo articular luxado.¹⁵

As lesões vasculares podem associar-se às lesões instáveis, devendo haver reconhecimento dos seus sintomas. Devido à íntima relação entre as artérias vertebrais e a coluna vertebral cervical (intraóssea entre C1 e C6), um golpe localizado à cabeça com transmissão indireta à coluna cervical ou diretamente a esta que seja responsável pela ocorrência

de fraturas a este nível acarreta necessariamente potencial risco de disseção ou rotura vascular, com subsequente hemorragia e potencial isquemia por diminuição de aporte cerebral. ¹⁵ Apesar de se tratar de uma situação rara, a disseção arterial em contexto de traumatismo cervical foi já descrita na literatura entre praticantes de artes marciais. ^{105,106} As manifestações clínicas de disseção da artéria vertebral incluem cefaleia e perturbações da visão, acompanhadas de manifestações neurológicas de localização central, nomeadamente acidentes isquémicos vasculares (AVC). ^{105,106}

Neuropráxia ou concussão da medula espinhal

A neuropráxia da medula espinhal é uma inibição funcional transitória e traumática da condução do sinal nervoso medular, sem lesão estrutural evidente e que se manifesta por défices neurológicos que revertem de forma espontânea. ⁹⁶ A apresentação clínica mais frequente é a diminuição da força muscular (tetraparésia) ou mesmo total ausência (tetraplegia), associada a alterações sensitivas nos quatro membros e tronco, abaixo do nível da lesão, nomeadamente défices de sensibilidade, parestesias e dor neuropática. ⁹⁶ A neuropráxia medular é caracterizada por sintomas transitórios e de regressão espontânea, durando tipicamente entre 15 e 30 minutos, sendo que em algumas situações se podem estender até 48 horas. A regressão espontânea dos sintomas é completa e é determinada pela ausência de dor ou parestesias, normalização da sensibilidade e da força, na presença de amplitudes cervicais completas. ² Sabe-se atualmente que atletas com estenose cervical congénita ou decorrente de trauma apresentam maior risco de desenvolver neuropáxia medular, devido à compressão medular que é facilitada pela falta de espaço livre intracanal ar quando essencialmente de amplitudes extremas cervicais em flexão ou extensão. ^{107,108} A fisiopatologia da disfunção medular transitória desta condução deve-se a um bloqueio da condução axonal sem que se verifique disrupção do tecido neuronal, sendo que a neuropraxia está relacionada com desmielinização segmentar com prolongamento dos períodos refratários em axónios que compõem os tratos medulares longitudinais. ^{2,91} O efeito pós-concussão é descrito precisamente pela ausência de resposta axonal perante estímulo. ^{2,91}

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Discussão

As lesões traumáticas da coluna cervical compreendem um leque de lesões relativamente raras associadas à prática desportiva, mas com capacidade de provocar sequelas graves a longo termo, nomeadamente tetraparésia/tetraplegia e até a morte. A maioria das lesões que ocorrem ao nível da coluna cervical por trauma no contexto desportivo, e em particular, nos desportos de contacto e colisão são consideradas ligeiras e não acarretam preocupação maior para os atletas, treinadores e familiares. No entanto, lesões graves poderão ditar sequelas permanentes e, inclusive, o fim das carreiras dos praticantes.

O conhecimento da epidemiologia, dos fatores de risco, do tipo e mecanismos de lesão específicos de cada desporto, com particular relevância nas modalidades em que a traumatologia da coluna cervical e da cabeça é mais frequente, é a base fundamental para o desenvolvimento de estratégias preventivas eficazes que minimizem ao máximo a sua ocorrência. Neste sentido, é determinante que estudos epidemiológicos continuem a ser desenvolvidos para apurar as causas e mecanismos mais frequentes de lesão cervical traumática, bem como os tipos de lesão mais comuns por modalidades, devendo os seus resultados ser sintetizados e, posteriormente, interpretados pelas equipas médicas que acompanham estes atletas. A síntese e divulgação da informação relativa à traumatologia cervical específica de cada desporto permite aos profissionais de saúde que acompanham estes atletas, antecipar a ocorrência destas lesões e abordar eficazmente situações de trauma, bem como recomendar os atletas e respetivas equipas técnicas relativamente às estratégias preventivas a adotar para minimizar a ocorrência destas lesões.

Diversas são as estratégias preventivas que podem ser adotadas no sentido de minimizar o risco de lesão traumática cervical no desporto em geral. A preparação prévia de equipas médicas em locais de treino ou competição é determinante para agilizar o processo imediato de apoio ao atleta com traumatismo cervical, e isto implica não apenas antecipação de suficientes recursos humanos para intervenção em cenário de trauma da cabeça e pescoço do atleta, como também estabelecer um inventário médico apropriado. Devem fazer parte dos locais de competição e jogo todo o material necessário ao suporte básico de vida (SBV), suporte avançado de vida (SAV), estabilização e transporte do atleta vítima de traumatismo. A instrução e formação dos treinadores e árbitros para realização de primeira abordagem local de trauma cervical é determinante, em manobras como estabilização cervical provisória, até à colocação de colar cervical rígido por equipa médica, bem como o domínio de SBV.

A sensibilização para as lesões cervicais no desporto deve ser amplamente divulgada junto de atletas, treinadores, árbitros e familiares. Uma medida transversal a todos os desportos é a instrução dos atletas para evitar colisões ou, se impossível, serem prudentes nos impactos com os adversários, evitando utilizar a cabeça como elemento de primeiro impacto.

Os atletas inexperientes devem ser cuidadosamente acompanhados pelos seus treinadores. O princípio passa pela promoção de uma prática desportiva segura, promovendo apenas técnicas, decisões de jogo ou atividade desportiva que o atleta domine ou tenha, pelo menos, previamente realizado em contexto de treino antes de aplicar em competição. Esta noção estende-se, por exemplo, desde os terrenos acidentados do ciclismo, às placagens do futebol americano e rãguebi, aos obstáculos no hipismo ou saltos no *cheerleading*, ginástica e desportos de inverno. Importa orientar os praticantes inexperientes para a importância de desfrutar das modalidades e evitando decisões que possam comprometer o seu bem-estar físico, tais como a resistência mantida a um estrangulamento no judo com rotações cervicais excessivas, aprendendo a desistir e assumir a derrota quando são alvo de uma técnica eficaz. Atletas que pratiquem desportos de inverno devem igualmente ser instruídos a evitar utilizar pistas sobrelotadas no sentido de minimizar colisões.

Entende-se por prática antidesportiva, todas as ações que não promovam o jogo dentro das regras determinadas ou ponham em causa a saúde e bem-estar dos seus intervenientes, pelo que os atletas devem ser advertidos para beneficiar sempre as boas práticas em detrimento da competição a todo o custo. Isto é aplicável, por exemplo, às placagens no dorso em atletas de hóquei no gelo ou a impactos diretos imprudentes dirigidos à cabeça do adversário.

É também importante promover a divulgação de cartazes informativos que reforcem estas recomendações em locais de treino e competição, revelando as consequências catastróficas que a falta de antecipação de risco de trauma podem trazer na prática desportiva. Um alerta para evicção do consumo de substâncias psicotrópicas e prática de desporto deve sempre estar integrado. O conhecimento da traumatologia específica de cada modalidade é um elo importante para a promoção de prática desportiva mais segurança, no sentido de proteger os atletas e tornar o ambiente desportivo agradável para praticantes de toda as faixas etárias.

Conclusão

As lesões traumáticas da coluna cervical compreendem um leque de lesões relativamente raras associadas à prática desportiva, mas com capacidade de provocar sequelas graves a longo termo, nomeadamente tetraparésia/tetraplegia e até a morte. O futebol americano, rúgbi e o hóquei no gelo são os desportos com maior incidência e prevalência de lesões traumáticas da coluna cervical devido às frequentes colisões entre atletas adversários, no entanto, também desportos sem contacto são frequentemente sede de traumatismo da cabeça e da região cervical na sequência de quedas.

Apesar da maioria das lesões traumáticas da coluna cervical serem consideradas ligeiras e tratadas de forma conservadora, as lesões graves são também uma realidade e as consequências que destas decorrem podem determinar limitações funcionais para o atleta que frequentemente determinam o fim da carreira desportiva, particularmente para desportos de contacto e colisão.

O conhecimento da epidemiologia, dos fatores de risco, do tipo e mecanismos de lesão específicos de cada desporto, com particular relevância nas modalidades em que a traumatologia da coluna cervical e da cabeça é mais frequente, são a base fundamental para o desenvolvimento de estratégias preventivas eficazes que minimizem ao máximo a sua ocorrência, protegendo os atletas e promovendo uma prática desportiva mais segura.

AGRADECIMENTOS

Concluída esta revisão, agradeço a todos os que estiveram do meu lado e me apoiaram na concretização deste trabalho final.

Agradeço ao meu coorientador Dr. Diogo Lino Moura e ao meu orientador Prof. Dr. José Manuel Pinto da Silva Casanova pela orientação durante a realização deste projeto.

Agradeço, especialmente, ao meu pai, José Domingos Farinha, pela incansável disponibilidade na elaboração das figuras que ilustram este trabalho final.

REFERÊNCIAS

1. Puvanesarajah V, Qureshi R, Cancienne JM, Hassanzadeh H. Traumatic Sports-Related Cervical Spine Injuries. *Clin Spine Surg.* 2017; 30(2):50-56.
2. Bailes JE, Petschauer M, Guskiewicz KM, Marano G. Management of cervical spine injuries in athletes. *J Athl Train.* 2007; 42:126-134
3. Cantu RC, Mueller FO. Catastrophic spine injuries in American football, 1977-2001. *Neurosurgery.* 2003; 53:358-362;
4. Proctor MR, Cantu RC. Head and neck injuries in young athletes. *Clin Sports Med.* 2000; 19:693-715.
5. Polites SF, Sebastian AS, Habermann EB, Iqbal CW, Stuart MJ, Ishitani MB. Youth ice hockey injuries over 16 years at a pediatric trauma center. *Pediatrics.* 2014; 133: e1601-e1607
6. Quarrie KL, Cantu RC, Chalmers DJ. Rugby union injuries to the cervical spine and spinal cord. *Sports Med.* 2002; 32:633-653
7. Wetzler MJ, Akpata T, Laughlin W, Levy AS. Occurrence of cervical spine injuries during the rugby scrum. *Am J Sports Med.* 1998; 26:177-180
8. Boden BP, Jarvis CG. Spine Injuries in Sports. *Neurol Clin* 26. 2008;63-78
9. Schroeder GD, Vaccaro AR. Cervical Spine Injuries in the Athlete. *J Am Acad Orthop Surg* 2016; 24: e122-e133
10. Levy AS, Smith RH. Neurologic injuries in skiers and snowboarders. *Semin Neurol.* 2000; 20:233-245.
11. Tarazi F, Dvorak MFS, Wing PC. Spinal injuries in skiers and snowboarders. *Am J Sports Med.* 1999; 27:177-180
12. Schmitt H, Gerner HJ. Paralysis from sport and diving accidents. *Clin J Sport Med.* 2001; 11:17-22.
13. Boden BP, Tacchetti R, Mueller FO. Catastrophic injuries in high school and college baseball players. *Am J Sports Med.* 2004; 32: 1189-1196.
14. Boden BP, Tacchetti R, Mueller FO. Catastrophic cheerleading injuries. *Am J Sports Med.* 2003; 31:881-888
15. Banerjee R, Palumbo MA, Fadale PD. Catastrophic cervical spine injuries in the collision sport athlete, part 1: epidemiology, functional anatomy, and diagnosis. *Am J Sports Med.* 2004; 32(4):1077-87.
16. Banerjee R, Palumbo MA, Fadale PD. Catastrophic cervical spine injuries in the collision

- sport athlete, part 2: principles of emergency care. *Am J Sports Med.* 2004; 32(7):1760-4.
17. Oshlag B, Ray T, Boswell B. Neck Injuries. *Prim Care.* 2020; 47(1):165-176.
 18. Plastaras CT, Pang S. Cervical spine injuries and conditions. In: Harrast MA, Finnoff JT, editors. *Sports medicine study guide and review for boards.* New York: Demos Medical Publishing; 2012. p. 199-208
 19. Malagna GA, Hyman GS, Bowen JE, et al. Cervical spine. In: O'Connor FG, Casa DJ, Davis BA, et al, editors. *ACSM's sports medicine: a comprehensive review.* Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p. 292-6.
 20. Wong WB, Panjabi MM, White AA. Mechanisms of injury in the cervical spine. In: Cervical Spine Research Society, eds. *The Cervical Spine.* 3rd ed. Philadelphia, Pa: Lippincott-Raven; 1998:45-52
 21. Junior JR, Teixeira MJ, Yeng LT, Teixeira WGJ, Andrade, DC, Figueiredo, EB. Classificação AO e conceito de Denis na indicação cirúrgica dos traumatismos raquidianos e raquimedulares. Todas as situações são contempladas? *Arq Bras Neurocir;* 2014; 33(4): 329-32
 22. Parke WW. Correlative anatomy of cervical spondylotic myelopathy. *Spine.* 1988; 13:831-837
 23. Okada Y, Ikata T, Katoh S, Yamada H. Morphologic analysis of the cervical spinal cord, dural tube, and spinal canal by magnetic resonance imaging in normal adults and patients with cervical spondylotic myelopathy. *Spine.* 1994; 19:2331-2335
 24. Kang JD, Figgie MP, Bohlman HH. Sagittal measurements of the cervical spine in subaxial fractures and dislocations: an analysis of two hundred and eighty-eight patients with and without neurological deficits. *J Bone Joint Surg Am.* 1994; 76:1617-1628.
 25. Clarke KS. Epidemiology of athletic neck injury. *Clin Sports Med.* 1998; 17:83-97
 26. Nobunga AI, Go BK, Karunas RB. Recent demographic and injury trends in people served by the model spine cord injury care systems. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80:1372-1382.
 27. Schneider RC. Serious and fatal neurosurgical football injuries. *Clin Neurosurg.* 1964; 12:226-236
 28. Torg JS, Truex R Jr, Quedenfeld TC, Burstein A, Spealman A, Nichols III C. National football head and neck injury registry: report on cervical quadriplegia, 1971 to 1975. *Am J Sports Med.* 1979; 7:127-132
 29. Torg JS, Truex R Jr, Quedenfeld TC, Burstein A, Spealman A, Nichols III C. The National

Football Head and Neck Injury Registry: report and conclusions 1978. JAMA. 1979; 241:1477-1479

30. Mall NA, Buchowski J, Zebala L, Brophy RH, Wright RW, Matava MJ. Spine and axial skeleton injuries in the National Football League. *Am J Sports Med.* 2012; 40:1755-1761
31. Scher AT. Rugby injuries to the cervical spine and spinal cord: a 10 year review. *Clin Sports Med* 1998;17(1):195-206.
32. Tator CH, Carson JD, Edmonds VE. Spinal injuries in ice hockey. *Clin Sports Med.* 1998; 17:183-194.
33. Molsa JJ, Tegner Y, Alaranta H, Myllynen P, Kujala UM. Spinal cord injuries in ice hockey in Finland and Sweden from 1980 to 1996. *Int J Sports Med* 1999; 20:64-7
34. Biasca N, Wirth S, Tegner Y. The avoidability of head and neck injuries in ice hockey: an historical review. *Br J Sports Med* 2002; 36:410-2
35. Kary JM. Acute spine injuries in skiers and snowboarders. *Curr Sports Med Rep.* 2008;7(1):35-8
36. Chow TK, Corbett SW, Farstad DJ. Spectrum of injuries from snowboarding. *J Trauma.* 1996;41(2):321-5
37. Wasden CC, McIntosh SE, Keith DS, McCowan C. An analysis of skiing and snowboarding injuries on Utah slopes. *J Trauma.* 2009;67(5):1022-6.
38. Yamakawa H, Murase S, Sakai H, Iwama T, Katada M, Niikawa S, et al. Spinal injuries in snowboarders: risk of jumping as an integral part of snowboarding. *J Trauma.* 2001;50(6):1101-5.
39. Gertzbein SD, Khoury D, Bullington A, John TAS, Larson AI. Thoracic and lumbar fractures associated with skiing and snowboarding injuries according to the AO comprehensive classification. *Am J Sports Med.* 2012; 40(8):1750-4
40. Hubbard ME, Jewell RP, Dumont TM, Rughani AI. Spinal injury patterns among skiers and snowboarders. *Neurosurg Focus.* 2011;31(5): E8
41. Wick MC, Dallapozza C, Lill M, Grundtman C, Chemelli-Steingruber IE, Rieger M. The pattern of acute injuries in patients from alpine skiing accidents has changed during 2000-2011: analysis of clinical and radiological data at a level I trauma center. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013;133(10):1367-73.
42. Kim S, Endres NK, Johnson RJ, Ettlinger CF, Shealy JE. Snowboarding injuries: trends over time and comparisons with alpine skiing injuries. *Am J Sports Med.* 2012;40(4):770-6

43. Masuda T, Miyamoto K, Wakahara K, Matsumoto K, Hioki A, Shimokawa T, et al. Clinical outcomes of surgical treatments for traumatic spinal injuries due to snowboarding. *Asian Spine J.* 2015; 9(1):90-8
44. Steenstrup SE, Bakken A, Bere T, Patton DA, Bahr R. Head injury mechanisms in FIS world cup alpine and freestyle skiers and snowboarders. *Br J Sports Med.* 2018;52(1):61-9
45. Reid DC, Saboe L. Spine fractures in winter sports. *Sport Med.* 1989;7(6):393-9.
46. Boden B, Prior C. Catastrophic Spine Injuries in Sports. *Current Sports Medicine Reports.* *Curr Sports Med Rep.* 2005; 4(1):45-9
47. Zetaruk M. Spinal Injuries in Combat Sports. In: Micheli L et al (eds) *Spinal Injuries and Conditions in Young Athletes. Contemporary Pediatric and Adolescent Sports Medicine.* New York, NY: Springer; 2014; p. 105-114
48. Yard EE, Knox CL, Smith GA, Comstock RD. Pediatric martial arts injuries presenting to Emergency Departments, United States 1990-2003. *J Sci Med Sport.* 2007; 10(4):219-26
49. Kamitani T, Nimura Y, Nagahiro S, Miyazaki S, Tomatsu T. Catastrophic head and neck injuries in judo players in Japan from 2003 to 2010. *Am J Sports Med* 2013; 41:1915-21
50. Farinha PM, Moura DL. Biomecânica e Traumatologia no Judo. In: *Biomecânica e Traumatologia das Modalidades Desportivas. 1ª Edição.* Lisboa, Portugal: Lidel - Edições Técnicas, Lda., 2022; p. 119-125
51. Catanese AJ. *Spine. The Medical Care of the Judoka.* Tucson: Wheatmark; 2012. pp. 114-26
52. Robinson Y, Kayser R, Ertel W, Heyde CE. Traumatic cervical instability in martial arts. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):92-3.
53. Zetaruk MN, Zurakowski D, Violan MA, Micheli LJ. Safety recommendations in Shotokan karate. *Clin J Sport Med.* 2000; 10(2):117-22
54. Zetaruk MN, Violan MA, Zurakowski D, Micheli LJ. Karate injuries in children and adolescents. *Accid Anal Prev.* 2000; 32(3):421-5
55. Pieter W, Zemper ED. Head and neck injuries in young taekwondo athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 1999; 39(2):147-53
56. Aito S, D'Andrea M, Werhagen L. Spinal cord injuries due to diving accidents. *Spinal Cord.* 2005; 43:109-116
57. DeVivo MJ, Sekar P. Prevention of spinal cord injuries that occur in swimming pools. *Spinal Cord.* 1997; 35:509-515

58. Kluger Y, Jarosz D, Paul DB, Townsend RN, Diamond DL. Diving injuries: a preventable catastrophe. *J Trauma*. 1994; 36:349-51.
59. 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.
60. 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
61. Blanksby BA., Wearne FK., Elliott BC, Blitvich JD. Aetiology and Occurrence of Diving Injuries. *Sports Medicine*. 1997; 23(4):228-246
62. Watson RS, Cummings P, Quan L, Bratton S, Weiss NS. Cervical spine injuries among submersion victims. *J Trauma*. 2001; 51:658-662
63. 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
64. 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
65. Damjan H, Turk PR. Prevention of spinal injuries from diving in Slovenia. *Paraplegia*. 1995; 33:246-9
66. Kiwerski JE. The causes, sequelae and attempts at prevention of cervical spine injuries in Poland. *Paraplegia*. 1993; 31:521-6
67. Moura DL, Farinha PM, Lourenço P, Jardim C. Lesões Cervicais no Mergulho. In: *Biomecânica e Traumatologia das Modalidades Desportivas*. 1ª Edição. Lisboa, Portugal: Lidel - Edições Técnicas, Lda., 2022; p. 252-258
68. Hasler RM, Gyssler L, Benneker L, Martinolli L, Schötzau A, Zimmermann H, et al. Protective and risk factors in amateur equestrians and description of injury patterns: A retrospective data analysis and a case - control survey. *J Trauma Manag Outcomes*. 2011; 5: 4
69. Lee KH, Steenberg LJ. Equine-related facial fractures. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg*. 2008; 37: 999-1002
70. Smartt P, Chalmers D. A new look at horse-related sport and recreational injury in New Zealand. *J. Sci. Med. Sport*. 2009; 12: 376-82
71. Roe JP, Taylor TK, Edmunds IA, Cumming RG, Ruff SJ, Plunkett-Cole MD, et al. Spinal

- and spinal cord injuries in horse riding: the New South Wales experience 1976-96. *ANZ J Surg.* 2003; 73:331-334.
72. Chang D, Bosco JA. Cervical spine injuries in the athlete. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2006; 64(3-4):119-29
 73. Schroeder GD, Vaccaro AR. Cervical Spine Injuries in the Athlete. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016; 24: e122-e133
 74. Yamaguchi JT, Hsu WK. Intervertebral disc herniation in elite athletes. *Int Orthop.* 2019; 43(4):833-40
 75. Dodwell ER, Kwon BK, Hughes B, Koo D, Towson A, Aludino A, et al. Spinal Column and Spinal Cord Injuries in Mountain Bikers: A 13-Year Review. *The American Journal of Sports Medicine.* 2010; 38(8):1647-1652
 76. Farinha, PM; Moura, DL. Biomecânica e Traumatologia do Ciclismo. In: *Biomecânica e Traumatologia das Modalidades Desportivas. 1ª Edição.* Lisboa, Portugal: Lidel - Edições Técnicas, Lda., 2022; p. 36-41
 77. Carmont MR. Mountain biking injuries: a review. *Br Med Bull* 2008; 85:101e12
 78. Aitken SA, Biant LC, Court-Brown CM. Recreational mountain biking injuries. *Emerg Med J* 2011; 28(4):274e9.
 79. Broe MP, Kelly JC, Groarke PJ, Synnott K, Morris S. Cycling and spinal trauma: A worrying trend in referrals to a national spine centre. *Surgeon.* 2018; 16(4):202-206.
 80. Makhni MC, Curriero FC, Yeung CM, Leung E, Kvit A, Mroz T, et al. Epidemiology of Spine-Related Neurologic Injuries in Professional Baseball Players. *SPINE: March 15, 2022 - Volume 47 - Issue 6 - p E265-E271*
 81. Dietrich AM, Ginn-Pease ME, Bartkowski HM, King DR. Pediatric cervical spine fractures: predominantly subtle presentation. *J Pediatr Surg.* 1991; 26:995-999.
 82. Maxfield BA. Sports-related injury of the pediatric spine. *Radiol Clin North Am.* 2010; 48:1237-1248.
 83. McGrory BJ, Klassen RA, Chao EY, Staeheli JW, Weaver AL, et al. Acute fractures and dislocations of the cervical spine in children and adolescents. *J Bone Joint Surg Am.* 1993; 75:988-995
 84. 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

85. Mueller FO. Fatalities from brain and cervical spine injuries in tackle football: 54 years' experience. In: Cantalu RC, ed. *Neurologic Athletic Head and Spine Injuries*. Philadelphia, PA: WB Saunders; 2000:242-251
86. 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
87. Green BA, Gabrielsen MA, Hall WJ, O'Heir J. Analysis of swimming pool accidents resulting in spinal cord injury. *Paraplegia*. 1980; 18:94-100
88. Torg JS, Pavlov H, O'Neill MJ, Nichols Jr CE, Sennett B. The axial load teardrop fracture: a biomechanical, clinical and roentgenographic analysis. *Am J Sports Med*. 1991; 19:355-364.
89. 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
90. Albrand OW, Walter J. Underwater deceleration curves in relation to injuries from diving. *Surg Neurol*. 1975; 4:461-4
91. Cantu RC. Stingers, transient quadriplegia, and cervical spinal stenosis: return to play criteria. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29: S233-S235
92. Kelly JDT, Aliquo D, Sitler MR, Odgers C, Moyer RA. Association of burners with cervical canal and foraminal stenosis. *Am J Sports Med*. 2000;28: 214-217
93. Coelho DG, Brasil AV, Ferreira NP. Risk factors of neurological lesions in low cervical spine fractures and dislocations. *Arq Neuropsiquiatr*. 2000; 58:1030-1034.
94. Razack N, Green BA, Levi AD. The management of traumatic cervical bilateral facet fracture-dislocations with unicortical anterior plates. *J Spinal Disord*. 2000; 13:374-381
95. Wolf A, Levi L, Mirvis S, Ragheb J, Huhn S, Rigamonti D, et al. Operative management of bilateral facet dislocation. *J Neurosurg*. 1991; 75:883-890
96. Torg JS, Pavlov H, Genuario SE, Sennett B, Wisneski RJ, Robie BH, et al. Neurapraxia of the cervical spinal cord with transiente quadriplegia. *J Bone Joint Surg Am*. 1986 Dec;68(9):1354-70.
97. Penning L. Some aspects of plain radiography of the cervical spine in chronic myelopathy. *Neurology*. 1962; 12:513-519
98. Patel SS, Rosenthal BD, Hsu WK. Cervical Disc Herniation in Athletes. In: Hsu, W., Jenkins, T. (eds) *Spinal Conditions in the Athlete*. Cham, Switzerland: Springer; 2020; p. 150-151

99. Alvim Serra LM, Oliveira AF, Costa e Castro J. Lombalgia e ciática. In: Critérios fundamentais em fraturas e ortopedia. 3ª Edição. Porto, Portugal: Lidel - Edições Técnicas, Lda., 2012; p. 561-88
100. Car II JB, Dines JS. Transient Brachial Plexopathy (Stingers/Burners). In: Hsu, W., Jenkins, T. (eds) Spinal Conditions in the Athlete. Cham, Switzerland: Springer; 2020; p. 114-121
101. Sallis RE, Jones K, Knopp W. Burners: offensive strategy for an underreported injury. Phys Sportsmed. 1992; 20:47-55
102. McCarty MH, Weiner JA, Albert TJ. Evaluation of Athletes with Neck or Arm Pain In: Hsu, W., Jenkins, T. (eds) Spinal Conditions in the Athlete. Cham, Switzerland: Springer; 2020; p. 97-113
103. Denis F. Spinal instability as defined by the three column spine concept in acute spinal trauma. Clin Orthp. 1983; 189: 65-76
104. DeSole EM, Gleason B, Grandhi N, Goyal DKC, Patel AA, Schroeder GD. Cervical Spine Injuries in Athletes. In: Hsu, W., Jenkins, T. (eds) Spinal Conditions in the Athlete. Cham, Switzerland: Springer; 2020; p. 173-174
105. Pacei F, Valvassori L, Bet L. Vertebral artery dissection during Kung-Fu training. Neurol Sci. 2014; 35:331-332.
106. Slowey M, Maw G, Furyk J. Case report on vertebral artery dissection in mixed martial arts. Emerg Med Australas. 2012; 24: 203-206
107. Thomas BE, McCullen GM, Yuan HA. Cervical spine injuries in football players. J Am Acad Orthop Surg. 1999; 7:338-347.
108. Torg JS, Naranja RJ Jr, Palov H, Galinat BJ, Waren R, Stine A. The relationship of developmental narrowing of the cervical spinal canal to reversible and irreversible injury of the cervical spinal cord in football players. J Bone Joint Surg Am. 1996; 78:1308-1314