

上颈椎骨折脱位治疗进展

寇长江

西安医学院研究生工作部, 陕西 西安

收稿日期: 2025年8月25日; 录用日期: 2025年9月19日; 发布日期: 2025年9月28日

摘要

上颈椎由寰椎(C1)和枢椎(C2)组成, 二者通过独特的骨性结构(如齿突、侧块关节面)和韧带连接, 形成寰枕关节和寰枢关节, 分别负责头部的屈伸和旋转运动。该区域损伤主要指外力作用导致的枕-寰-枢复合体结构破坏, 可表现为骨折、韧带损伤或关节脱位等病理改变, 临床症状常见颈部疼痛、肢体瘫痪等, 严重者可致死亡。鉴于其独特的解剖生理特点, 不同损伤类型的临床表现和处理方式存在显著差异。目前主要损伤类型包括: 寰枕关节脱位、寰椎骨折、枢椎骨折、寰枢关节脱位。随着科学技术的不断发展, 基于损伤机制、分型及临床表现的研究不断深入, 本文对其损伤的临床治疗新进展作系统性综述。

关键词

上颈椎, 骨折, 脱位, 治疗, 综述

Advances in the Treatment of Upper Cervical Fractures and Dislocations

Changjiang Kou

Graduate Work Department of Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

Received: August 25, 2025; accepted: September 19, 2025; published: September 28, 2025

Abstract

The upper cervical spine is composed of the atlas (C1) and axis (C2), which are connected by unique bony structures (such as the dens and lateral mass articular surfaces) and ligaments, forming the atlanto-occipital and atlantoaxial joints, responsible for flexion-extension and rotational movements of the head, respectively. Injury to this region mainly refers to the structural damage of the occipito-atlanto-axial complex caused by external forces, which can manifest as fractures, ligament injuries, or joint dislocations, among other pathological changes. Clinical symptoms commonly include neck pain and limb paralysis; severe cases can lead to death. Given its unique anatomical and

physiological characteristics, there are significant differences in the clinical manifestations and management of different injury types. The main injury types currently include atlanto-occipital dislocation, atlas fracture, axis fracture, and atlantoaxial dislocation. With the continuous development of science and technology, research based on injury mechanisms, classifications, and clinical manifestations is constantly deepening. This article systematically reviews new advances in the clinical treatment of these injuries.

Keywords

Upper Cervical Spine, Fracture, Dislocation, Treatment, Review

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

上颈椎损伤可分为寰枕关节脱位、寰椎骨折、枢椎骨折、寰枢关节脱位。其中最常见为寰椎骨折，Cooper 于 1822 年提出寰椎骨折的概念；Jefferson [1] 于 1919 年首次系统阐述了寰椎骨折的临床特征，在综合分析既往文献记载的 42 个病例后，进一步补充报告了 4 例新病例。急性寰椎骨折占颈椎骨折的 2%~13% [2]-[4]。上颈椎解剖形态特殊，同时毗邻椎动脉、脊髓、静脉丛等重要组织，手术风险较大，一度被称为手术禁区，既往该区域的疾病往往以非手术治疗为主 [5]。但是严重患者可能危及生命，因此只有及时有效的手术才能挽救患者生命。现如今上颈椎损伤的治疗正朝着更微创、更精准、更个体化的方向发展。因此，针对上颈椎损伤患者，需依据具体分型制定个性化治疗方案。本文将围绕上颈椎损伤治疗的研究进展展开探讨。

2. 寰枕关节脱位

2.1. 背景

寰枕关节脱位 (Atlantooccipital dislocation, AOD) 由严重创伤导致颅椎之间韧带损伤而引起，又称枕颈脱位或颅颈脱位 [6]，在 21 世纪初，由于缺乏对这类损伤的认识、现场急救水平低下、很少有患者能够在转运至急诊或创伤中心时保持存活，因此国内外报道较少 [7]。儿童比成人更容易受伤，因为儿童的枕骨髁比较小、脊柱还未发育成熟、头与躯干比例过大、寰枕关节更平坦、颅颈韧带不牢固，当头部突然发生速度变化，相比成年人更易出现颅颈韧带断裂及 AOD [8]。现如今有一半的患者年龄在 18 岁以下，其中绝大多数为儿童患者 [9]。寰枕关节脱位可分为非外伤、外伤性两类。在此之前，非外伤性寰枕关节脱位的发病机制尚未得到明确界定。外伤性脱位通常由交通事故、高处坠落伤等暴力造成韧带损伤甚至严重的脊髓损伤，可导致患者出现严重神经功能障碍甚至猝死 [10] [11]。Traynelis 依据寰椎相对于枕骨的移位方向和程度，通过颈椎侧位 X 线片测量 (如寰齿前间隙、枕骨大孔前缘至寰椎后弓距离等) 进行划分，分为三型：I 型是枕骨髁根据寰椎的位置往前方脱位；II 型是纵向脱位，该型最不稳定，因其涉及神经和血管损伤，所以预后差；III 型表现为相对于寰椎的枕骨向后脱位，是最常见的类型。

2.2. 治疗方案

近年来，随着院前急救水平以及影像诊断技术的提高，越来越多的患者得以生还并转运至医疗中心接受进一步治疗 [12]。转运过程中对患者生命体征监测，维持头颈部固定，对于防止神经功能恶化至关重

要。现如今,科学技术水平不断提高,MRI 和 CT 是诊断创伤性的寰枕关节脱位及脊髓损伤的重要手段。及时且恰当的外固定对于防止神经功能恶化至关重要。保守治疗仅适用于少数可复性病例。如尽早使用 Halo 支架进行外固定[13],保持稳定制动状态。此外,如果患者身体条件允许,手术干预是治疗所有不稳定型或者合并神经损伤的 AOD 的最佳方式[14][15],包括后路的枕颈融合手术[16]以及寰枕关节固定术。具体的治疗方案有很多报道,张垚等[17]通过自体髂骨移植,枕颈融合术治疗一例 AOD (Traynelis 型)患者,术后五年复查影像见可靠内固定,骨性融合; Taylor J. Abel 等[13]对 8 例儿童患者进行 Halo 支架外固定术,结果显示 Halo 支架外固定术是一种安全、可行、明确的治疗 AOD 患儿的方法,其效果与枕颈融合相似。然而,AOD 的管理是复杂的,治疗方式应该为每一位患者量身定制。观察结果值得进一步研究,以确定外固定与手术干预治疗儿童外伤性寰枕脱位的相对风险、益处和长期结果。

3. 寰椎骨折

3.1. 背景

人体第一颈椎是寰椎,其结构特殊且复杂,在颈部活动中起关键作用。寰椎骨折是指在外界暴力作用下,寰椎骨性结构发生连续性中断。在上颈椎损伤方面,寰椎骨折的发生率高达 25%。Jefferson 分型作为寰椎骨折最早的分类系统之一,将骨折划分为四种类型:后弓骨折、前弓骨折、前后弓复合骨折(典型爆裂性骨折)以及侧块骨折。虽然该分型能直观反映骨折后的解剖学改变,但在评估损伤严重程度和指导临床治疗决策方面存在一定局限性。因此后来衍生出按照寰椎骨折是否稳定,将寰椎骨折分为稳定性寰椎骨折和不稳定性寰椎骨折。不稳定性寰椎骨折又分为不伴横韧带断裂的不稳定寰椎骨折和伴横韧带断裂的不稳定寰椎骨折。由于骨折部位的解剖结构特殊,寰椎骨折常伴不同程度神经、脊髓损伤[18],轻则患者会长期遭受头颈部疼痛,重则导致截瘫,甚至死亡。

3.2. 治疗方案

怀疑寰椎骨折的患者,影像学检查是首要的,若 X 线片不能诊断,则进行 CT 检查,CT 是确定诊断及分类的主要依据。MRI 可直接显示横韧带是否断裂,对于骨折稳定性的判断尤为重要;对于稳定性寰椎骨折,临床多采用非手术治疗,主要方式包括颈椎牵引、石膏固定、颈托固定及 Halo 支架固定等,这些方法在临床中应用广泛且疗效良好。但其适用范围存在争议,黄大耿等[19]针对 22 例横韧带完整的寰椎不稳定骨折病例实施保守治疗,随访观察显示所有患者在 3 个月后均达到骨折临床愈合,影像学复查未发现寰枢关节失稳征象。周海涛等[20]通过临床研究 25 例寰椎骨折患者的保守治疗与 3 例手术治疗的效果,认为利用颈托和 Halo 支架治疗寰椎骨折可达到良好疗效,并提出,如存在寰枢关节稳定性的丢失,且保守治疗无效,才须手术干预。但是非手术治疗具有周期长、患者耐受性差和并发症发生率高等缺点,若骨折仍不能愈合,则需后期手术治疗。针对不稳定性寰椎骨折,现如今主流为两种固定方式,即多节段内固定术、单椎体内固定术。多节段内固定术包含寰枕融合术与寰枢融合术两种。寰枕融合术是把枕骨、寰椎、枢椎借助内固定及植骨进行融合,形成坚强的内固定,但缺点是术后上颈椎活动功能受到限制;寰枢椎融合术通过固定 C1~C2 节段重建关节稳定性,相较于寰枕融合术,能保留颈椎的部分活动功能[21]。随着医工交叉领域的持续发展,单节段固定技术被应用于不稳定性寰椎骨折的治疗。该术式仅针对寰椎实施固定,避免了枕骨及枢椎的内固定操作,在维持上颈椎运动功能的同时显著降低了手术创伤。通过有限元分析验证,新型寰椎钉板复位内固定系统的生物力学稳定性优于传统寰椎万向螺钉内固定系统,为不稳定性寰椎爆裂性骨折提供一种新的治疗策略。牛河钢等[22]通过有限元分析验证发现新型寰椎钉板复位内固定系统的生物力学稳定性优于传统寰椎万向螺钉内固定系统,为不稳定性寰椎爆裂性骨折提供一种新的治疗策略。在保留颈椎活动灵活性及稳定性的同时,进一步丰富寰椎骨折的治疗。

4. 枢椎骨折

4.1. 背景

枢椎作为颈椎的第二节段，在解剖学上具有独特特征。其结构不仅包含常规椎体的基本组成部分(如椎体、椎弓、椎板、关节突和棘突)，还具备特有的齿状突结构。齿状突与寰椎前弓后缘形成滑膜关节连接，同时其上下关节突分别与寰椎下关节面及 C3 椎体上关节面构成关节连结。这些结构对整个颈椎的活动与稳定有关键作用，可支撑颈椎完成约 20° 的屈伸动作以及 40° 的旋转运动。枢椎处于上颈椎与下颈椎之间的解剖过渡区域，此处应力集中，因而更容易损伤。因其独特的解剖形态及与上下椎体的独特关节 [23]，当颈椎遭遇不同类型的创伤外力时，枢椎可能发生多种骨折形式，其中最常见的是齿状突骨折、Hangman 骨折(枢椎椎弓骨折)以及枢椎椎体本身的骨折。

4.2. 治疗方案

4.2.1. 齿状突骨折

当颈椎受到暴力冲击而出现过屈、过伸或其他形式的损伤时，齿状突可能发生骨折，骨折部位可包括齿突尖部、根部或椎体，即构成齿状突骨折。这类骨折约占所有上颈椎骨折的 15%，是上颈椎较为常见的骨折类型 [24] [25]。目前临床上广泛应用的是 Anderson-D'Alonzo 分型：I 型为齿突尖部的斜形或撕脱性骨折，该类型较为少见，通常稳定性较好，患者一般无特殊不适；II 型是发生在枢椎齿状突底部与椎体交界处的骨折，在临床中最为多见，约占齿状突骨折总数的 2/3；III 型则是骨折线累及枢椎椎体的齿状突骨折。为优化齿状突骨折治疗策略，Grauer 等学者(2005) [26] 对 Anderson 分型的 II 型和 III 型进行了修订：II 型指骨折线累及枢椎椎体但未侵犯上关节突；III 型则为骨折线延伸至枢椎上关节突。在此基础上，II 型进一步细分为三个亚型：IIA 型为横行非粉碎性骨折，移位 < 1 mm；IIB 型包括移位 > 1 mm 的横行骨折或骨折线呈前上 - 后下斜行的骨折；IIC 型表现为齿状突粉碎性骨折或骨折线呈前下 - 后上走向。该细化分型显著提升了齿状突骨折(尤其是手术方案制定)的临床决策精准度。

结合临床表现与影像学检查结果，可对枢椎骨折明确诊断。常用的影像学检查手段包括 X 线片、CT 及 MRI。对于疑似枢椎骨折的患者，颈椎正侧位片与张口位片可作为首选检查方式；过屈过伸位片虽能判断颈椎稳定性，但因急性期损伤限制，往往难以获取。CT 检查能更清晰地显示骨折块移位状况，其三维重建技术可直观反映骨折类型 [27]；而 MRI 在显示软组织损伤方面具有显著优势。

对于 Anderson I 型和 III 型齿状突骨折，目前临床多推荐保守治疗。相关研究表明，I 型骨折通过颈托固定、牵引联合颈托或 Halo-vest 支架治疗可实现 100% 的骨性愈合，而 III 型骨折的愈合率亦可达 88%~100% [28]。相比之下，II 型骨折因解剖位置特殊，骨折端易移位且稳定性较差。据现有文献报道，非手术治疗下该类型骨折不愈合率高达 85% [24]，且常合并脊髓损伤，故多需手术干预。特别是对于移位明显或粉碎性的 IIA 型骨折，保守治疗效果随移位程度增加而显著降低。有研究建议，所有 II 型骨折患者均需严格外固定，但若齿状突移位超过 5 mm 或患者年龄超过 50 岁，则建议直接行手术治疗 [29]。但是该分型方式仍存在局限性。临床决策需综合考量骨折类型、移位距离、骨折线走行、横韧带状态及患者年龄等因素，以制定个体化治疗策略，最大程度恢复寰枢椎功能。

4.2.2. Hangman 骨折

Hangman 骨折指发生于枢椎(C2)椎弓根的骨折，又称创伤性枢椎滑脱，常由交通事故、高处坠落等高能创伤所致。当枢椎上下关节突之间遭受过伸、过屈或轴向暴力时，可引发此类骨折，且多伴有邻近韧带及椎间盘损伤，进而导致枢椎不稳或脱位。严重时，脱位可压迫上颈髓，甚至危及生命 [30] [31]，该骨折占颈椎外伤的 4%~7% [32]。在古代，此类骨折多因绞刑造成，故而也将其称为绞刑骨折，而如今则主要由交通事故、高空坠落等原因造成。

现行 Hangman 骨折分型标准主要依据 Levine 等人 1985 年提出的方案[33], 该方案根据骨折移位程度将其分为三型: I型指无移位或椎间滑移 $< 3\text{ mm}$ 的稳定性骨折, 通常采用非手术治疗, 先行 3 周颅骨牵引, 再以头颈胸石膏或 Halo 支架固定, 总固定时间约 12 周; II型表现为椎间滑移 $> 3\text{ mm}$ 伴轻度成角, 属不稳定型骨折, 其亚型IIA 型以显著成角且轻微滑移为特征, 易与典型II型混淆, 同样属于不稳定型; III型则为 C2 峡部骨折合并 C2~3 后关节突脱位, 此时椎间盘和韧带复合体完全受损, 属于极不稳定型骨折。对于移位的II型或III型骨折, 临床多推荐手术治疗, 常用术式包括 C2~3 前路开放复位椎间植骨融合术、前路钛板内固定术及后路椎弓根拉力螺钉内固定术等。陈建等[34]通过天玑骨科手术机器人辅助对 Hangman 骨折患者进行手术治疗取得满意的疗效。

4.2.3. 枢椎椎体骨折

枢椎椎体骨折是指枢椎椎体、椎弓根、上关节突和横突孔骨折。临床症状不具有特异性, 临床上主要利用动态 X 线片评估骨折是否稳定, 通过 CT 确诊, MRI 判断软组织损伤程度。1994 年 Benzel 等[35]根据枢椎椎体的骨折线提出骨折的 3 种分型。I 型: 骨折线与冠状面平行的骨折; II 型: 骨折线与矢状面平行的骨折; III 型: 骨折线与水平面平行的骨折。到目前为止, 还没有普遍适用的枢椎椎体骨折分型在临床中应用。

枢椎椎体骨折的治疗主要依靠骨折类型来判断。绝大多数椎体骨折可以通过颈托、Halo vest 等严格制动治疗达到满意的临床愈合, 但保守治疗具有时间周期长、固定不牢靠、复位容易丢失、预后差以及患者痛苦等缺点[36] [37]。对于保守治疗效果不好的患者, 应该考虑手术治疗。刘浩等[38]通过徒手椎弓根螺钉技术治疗一例枢椎骨折伴椎动脉栓塞患者, 具有固定节段短, 内固定牢靠的优点, 取得满意的临床疗效。

5. 寰枢关节脱位

5.1. 背景

寰枢关节脱位(AAD)是指先天性发育异常、退行性变、创伤、炎症、肿瘤或手术等因素造成关节失去正常的对合关系, 脱位可能会压迫周围的脊髓、神经或血管引发一系列严重症状, 若不能得到有效治疗, 甚至可能导致死亡。在整个脊柱中, 寰枢关节是灵活性最佳的一个运动单位; 无论是在部位上亦或者是在构成上, 寰枢椎均具有其特殊性, 一旦发生寰枢椎脱位, 会引起屈伸及旋转活动功能受限、疼痛等, 如果患者病情严重则可能导致神经脊髓受到压迫。所以临床中应及时对寰枢椎的正常解剖序列进行重建, 让其结构能保持稳定, 避免神经损伤加重。寰枢关节脱位常见于寰枢椎外伤[39] (齿状突陈旧骨折、齿突骨折畸形愈合)、炎症(颈椎类风湿关节炎、强直性脊柱炎)或先天性疾病(寰椎枕化畸形、齿突不连)等[40]。

5.2. 治疗方案

寰枢关节脱位可分为可复性与难复性两类[41] [42], 治疗需通过手术实现关节复位并解除脊髓压迫[43]。2007 年, 谭明生团队基于复位特征建立了 TOI 分型系统, 包含三种亚型: 1) 牵引复位型(T 型), 该型可进一步分为稳定性不同的 T1 和 T2 亚型; 2) 手术复位型(O 型); 3) 不可复位型(I 型)。治疗策略方面: T1 型建议 8~10 周牵引或支具治疗; T2 型需先行牵引复位后行固定融合(部分病例仅行 C1~2 临时固定); O 型采用前路松解联合后路复位固定融合术; I 型则实施减压原位固定融合术。

现如今, 随着科学技术的进步, 对于寰枢椎脱位的治疗也逐步精进。韩运鹏等[44]应用枕骨螺钉-棒-多轴螺钉内固定系统枕颈固定融合术治疗“三明治”畸形伴寰枢关节脱位同枕骨板-多轴螺钉内固定系统相比疗效相当, 但术后植骨融合效果更好, 能达到可靠的枕颈固定。邵佳等[45]报道采用后路钉棒固定

辅以侧块关节松解治疗儿童寰枢关节脱位,融合率 100%。未见内固定失败或复位丢失病例。丰瑞兵等[46]采用 3D 显微镜辅助技术对陈旧性齿状突骨折伴可复性寰枢关节脱位实施后路椎弓根钉固定,临床疗效显著。张海平等[47]通过新型骨科手术机器人 Mazor X 辅助置钉治疗寰枢椎脱位,与传统徒手植钉技术相比,机器人辅助植钉的精确性具有显著优势。推进上颈椎损伤治疗向微创化、精确化发展。

6. 总结和展望

综上所述,本文主要将近些年上颈椎骨折脱位治疗情况,最新研究成果、各椎体损伤的分型进行汇总,便于得出诊断结果、根据解剖位置得出准确的损伤部位、确定临床症状及影像学资料,选出确切的治疗方式,有利于临床治疗及患者的恢复。

由于上颈椎位置特殊且深在,不仅具有承重、运动等功能,而且是重要的神经中枢,其内走行重要神经血管等结构。影像学不易观察,且临床研究以尸体解剖为主,均在一定程度上限制我们对上颈椎损伤病因及其作用机制的研究。现有的上颈椎损伤分型能在一定程度上取得满意的疗效。但是对于结构复杂的上颈椎来说,有的骨折分型仍然不够准确,只能对应椎体的单个解剖部位,并且不同椎体具有其特殊的解剖部位,无法被涵盖,所以不能得出具体的治疗方式。并不能满足临床上的需求。还需一个理想的上颈椎损伤分型来提高范围的全面性、分类的准确性、治疗的有效性,这需要投入大量的时间精力不断完善。随着骨折分型的全面及准确性,加上科学创新地发展,计算机导航技术、手术机器人辅助置钉技术、3D 打印导板技术、生物材料等前沿技术在临床中应用并逐步推广。将会不断丰富临床上的治疗措施,大幅度提高临床治疗效果,更有效地保证患者的身心健康。相信医工交叉各方面研究的加深,上颈椎损伤的分型以及治疗手段能够日益多样化。

参考文献

- [1] Jefferson, G. (1919) Fracture of the Atlas Vertebra. Report of Four Cases, and a Review of Those Previously Recorded. *Journal of British Surgery*, 7, 407-422. <https://doi.org/10.1002/bjs.1800072713>
- [2] Sherk, H.H. and Nicholson, J.T. (1970) Fractures of the Atlas. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 52, 1017-1024. <https://doi.org/10.2106/00004623-197052050-00016>
- [3] Hadley, M.N., Dickman, C.A., Browner, C.M. and Sonntag, V.K.H. (1988) Acute Traumatic Atlas Fractures: Management and Long Term Outcome. *Neurosurgery*, 23, 31-35. <https://doi.org/10.1227/00006123-198807000-00007>
- [4] Levine, A.M. and Edwards, C.C. (1991) Fractures of the Atlas. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 73, 680-691. <https://doi.org/10.2106/00004623-199173050-00006>
- [5] Resnick, D.K. and Benzel, E.C. (2002) C1-C2 Pedicle Screw Fixation with Rigid Cantilever Beam Construct: Case Report and Technical Note. *Neurosurgery*, 50, 426-428. <https://doi.org/10.1227/00006123-200202000-00039>
- [6] Mueller, F.J., Kinner, B., Roskopf, M., Neumann, C., Nerlich, M. and Fuechtmeier, B. (2013) Incidence and Outcome of Atlanto-Occipital Dissociation at a Level 1 Trauma Centre: A Prospective Study of Five Cases within 5 Years. *European Spine Journal*, 22, 65-71. <https://doi.org/10.1007/s00586-012-2543-1>
- [7] Traynelis, V.C., Marano, G.D., Dunker, R.O. and Kaufman, H.H. (1986) Traumatic Atlanto-Occipital Dislocation: Case report. *Journal of Neurosurgery*, 65, 863-870. <https://doi.org/10.3171/jns.1986.65.6.0863>
- [8] Hosalkar, H.S., Cain, E.L., Horn, D., Chin, K.R., Dormans, J.P. And Drummond, D.S. (2005) Traumatic Atlanto-Occipital Dislocation in Children. *The Journal of Bone and Joint Surgery, American Volume*, 87, 2480-2488. <https://doi.org/10.2106/00004623-200511000-00015>
- [9] Astur, N., Klimo, P., Sawyer, J.R., Kelly, D.M., Muhlbauer, M.S. and Warner, W.C. (2013) Traumatic Atlanto-Occipital Dislocation in Children. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 95, e194. <https://doi.org/10.2106/jbjs.l.01295>
- [10] Chang, D., Park, J., Cho, Y.J. and Kim, G. (2019) Traumatic Posterior Atlantooccipital Dislocation Combined with Type II Dens Fracture and C1 Anterior Arch Fracture. *Medicine*, 98, e17666. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000017666>
- [11] 王涛. 外伤性寰枕脱位三例[J]. 中华创伤杂志, 2003, 19(11): 676.
- [12] Theodore, N., Hadley, M.N., Aarabi, B., Dhall, S.S., Gelb, D.E., Hurlbert, R.J., et al. (2013) Prehospital Cervical Spinal Immobilization after Trauma. *Neurosurgery*, 72, 22-34. <https://doi.org/10.1227/neu.0b013e318276eddb1>

- [13] Abel, T.J., Yan, H., Canty, M., Remick, M., Dewan, M., Witiw, C., *et al.* (2020) Traumatic Atlanto-Occipital Dislocation in Children: Is External Immobilization an Option? *Child's Nervous System*, **37**, 177-183. <https://doi.org/10.1007/s00381-020-04680-w>
- [14] Bellabarba, C., Mirza, S.K., West, G.A., Mann, F.A., Dailey, A.T., Newell, D.W., *et al.* (2006) Diagnosis and Treatment of Craniocervical Dislocation in a Series of 17 Consecutive Survivors during an 8-Year Period. *Journal of Neurosurgery: Spine*, **4**, 429-440. <https://doi.org/10.3171/spi.2006.4.6.429>
- [15] Chaput, C.D., Torres, E., Davis, M., Song, J. and Rahm, M. (2011) Survival of Atlanto-Occipital Dissociation Correlates with Atlanto-Occipital Distraction, Injury Severity Score, and Neurologic Status. *Journal of Trauma: Injury, Infection & Critical Care*, **71**, 393-395. <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e3181eb6a31>
- [16] Štulík, J., Klézl, Z., Šebesta, P., Kryl, J. and Vyskočil, T. (2009) Occipitocervical Fixation: Long-Term Follow-Up in Fifty-Seven Patients. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*, **76**, 479-486. <https://doi.org/10.55095/achot2009/088>
- [17] 张焱, 林万程, 姚思远, 等. 创伤性寰枕关节脱位合并双侧 III 型枕骨髁骨折 1 例报道及文献复习[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2024, 34(3): 324-329.
- [18] Jain, N.B., Ayers, G.D., Peterson, E.N., Harris, M.B., Morse, L., O'Connor, K.C., *et al.* (2015) Traumatic Spinal Cord Injury in the United States, 1993-2012. *Journal of the American Medical Association*, **313**, 2236-2243. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.6250>
- [19] 黄大耿, 贺宝荣, 郝定均, 等. 成人寰椎骨折的治疗策略[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(5): 399-405.
- [20] 周海涛, 王超, 闫明, 等. 对寰椎骨折治疗策略的探讨(附 28 例报告) [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2005, 15(1): 8-11.
- [21] Sonone, S., Dahapute, A.A., Waghchoure, C., Marathe, N., Keny, S.A., Singh, K., *et al.* (2019) Anatomic Considerations of Anterior Transarticular Screw Fixation for Atlantoaxial Instability. *Asian Spine Journal*, **13**, 890-894. <https://doi.org/10.31616/asj.2019.0006>
- [22] 牛河钢. 新型成人后路寰椎骨折钉板复位内固定系统的设计及有限元分析[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 安徽医科大学, 2024.
- [23] 侯黎升, 贾连顺, 谭军, 等. 枢椎各结构的解剖学部位研究[J]. 中国临床解剖学杂志, 2005, 23(1): 44-48.
- [24] Smith, H.E., Kerr, S.M., Fehlings, M.G., *et al.* (2010) Trends in Epidemiology and Management of Type II Odontoid Fractures: 20-Year Experience at a Model System Spine Injury Tertiary Referral Center. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, **23**, 501-505. <https://doi.org/10.1097/bsd.0b013e3181cc43c7>
- [25] Daniels, A.H., Arthur, M., Esmende, S.M., Vigneswaran, H. and Palumbo, M.A. (2014) Incidence and Cost of Treating Axis Fractures in the United States from 2000 to 2010. *Spine*, **39**, 1498-1505. <https://doi.org/10.1097/brs.0000000000000417>
- [26] Grauer, J.N., Shafi, B., Hilibrand, A.S., Harrop, J.S., Kwon, B.K., Beiner, J.M., *et al.* (2005) Proposal of a Modified, Treatment-Oriented Classification of Odontoid Fractures. *The Spine Journal*, **5**, 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2004.09.014>
- [27] 贾连顺. 枕颈部损伤诊断与治疗的基本概念[J]. 中华创伤杂志, 2007, 23(1): 3-5.
- [28] 赵波, 臧全金, 贺西京. 齿状突骨折临床治疗的回顾性研究[J]. 当代医学, 2011, 17(31): 65-67.
- [29] Di Paolo, A., Piccirilli, M., Pescatori, L. and Santoro, A. (2014) Single Institute Experience about 108 Consecutive Cases of Type II Odontoid Fractures: Surgery versus Conservative Treatment. *Turkish Neurosurgery*, **24**, 891-896. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.jtm.9731-13.0>
- [30] 雷舒澳, 王清, 李广州, 等. 机动车事故致 Hangman 骨折的临床特征分析: 一项基于多中心数据的回顾性研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2023, 33(7): 577-583.
- [31] 中国医师协会骨科医师分会, 成人急性枢椎骨折循证临床中国医师协会骨科医师分会. 中国医师协会骨科医师分会循证临床诊疗指南: 成人急性枢椎骨折循证临床诊疗指南[J]. 中华外科杂志, 2016, 54(10): 721-733.
- [32] 谭明生, 董亮. 对上颈椎损伤治疗原则的探讨[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(5): 387-388.
- [33] Levine, A.M. and Edwards, C.C. (1985) The Management of Traumatic Spondylolisthesis of the Axis. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **67**, 217-226. <https://doi.org/10.2106/00004623-198567020-00007>
- [34] 陈建, 李青青, 赵书杰, 等. 骨科机器人辅助与徒手椎弓根螺钉置入技术对上颈椎手术安全性及准确性的影响[J]. 中华骨科杂志, 2024, 44(8): 578-586.
- [35] Kepler, C.K., Vaccaro, A.R., Fleischman, A.N., Traynelis, V.C., Patel, A.A., Dekutoski, M.B., *et al.* (2017) Treatment of Axis Body Fractures: A Systematic Review. *Clinical Spine Surgery: A Spine Publication*, **30**, 442-456. <https://doi.org/10.1097/bsd.0000000000000309>

- [36] Tomaszewski, R. and Pyzińska, M. (2014) Treatment of Cervical Spine Fractures with Halo Vest Method in Children and Young People. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, **16**, 449-454. <https://doi.org/10.5604/15093492.1128834>
- [37] Tashjian, R.Z., Majercik, S., Biffi, W.L., Palumbo, M.A. and Cioffi, W.G. (2006) Halo-Vest Immobilization Increases Early Morbidity and Mortality in Elderly Odontoid Fractures. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, **60**, 199-203. <https://doi.org/10.1097/01.ta.0000197426.72261.17>
- [38] 刘浩, 周显平, 李祖国, 等. 枢椎骨折伴椎动脉栓塞 1 例报道[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(24): 2300-2301+2304.
- [39] Liawrungrueang, W., Laohapoonrungeesee, A. and Bunmaprasert, T. (2022) Acute Traumatic Lateral Atlantoaxial Dislocation Associated with Locked Atlas Lateral Mass and Odontoid Process Fracture: A Clinical Case Study and Literature Review. *North American Spine Society Journal*, **12**, Article 100169. <https://doi.org/10.1016/j.xnsj.2022.100169>
- [40] Yang, S.Y., Boniello, A.J., Poorman, C.E., Chang, A.L., Wang, S. and Passias, P.G. (2014) A Review of the Diagnosis and Treatment of Atlantoaxial Dislocations. *Global Spine Journal*, **4**, 197-210. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1376371>
- [41] Greenberg, A.D. (1968) Atlanto-Axial Dislocations. *Brain*, **91**, 655-684. <https://doi.org/10.1093/brain/91.4.655>
- [42] Rehman, R.U., Akhtar, M.S., Bibi, A., Shah, S.M., Khan, S. and Kashif, M. (2022) Transoral Odontoidectomy—Our Experience in a Limited-Resource Setup. *World Neurosurgery*, **165**, 27-44. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2022.06.024>
- [43] Guan, J., Chen, Z., Wu, H., Yao, Q., Wang, Q., Zhang, C., et al. (2019) Effectiveness of Posterior Reduction and Fixation in Atlantoaxial Dislocation: A Retrospective Cohort Study of 135 Patients with a Treatment Algorithm Proposal. *European Spine Journal*, **28**, 1053-1063. <https://doi.org/10.1007/s00586-018-05869-z>
- [44] 韩运鹏, 邵佳, 高延征, 等. 应用枕骨螺钉-棒-多轴螺钉枕颈固定融合术治疗“三明治”畸形伴寰枢关节脱位的疗效分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2025, 35(5): 449-458.
- [45] 邵佳, 高坤, 余正红, 等. 采用后路钉棒内固定联合选择性侧块关节松解治疗儿童寰枢关节脱位的临床效果[J]. 骨科临床与研究杂志, 2022, 7(5): 281-286.
- [46] 丰瑞兵, 胡昊, 吴刚, 等. 3D 显微镜辅助下椎弓根钉内固定治疗陈旧性齿状突骨折合并可复性寰枢关节脱位[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2022, 37(7): 722-724.
- [47] 张海平, 郝定均, 贺宝荣, 等. 机器人辅助与传统徒手植钉治疗寰枢椎脱位的疗效比较[J]. 中国修复重建外科杂志, 2024, 38(8): 917-922.