

成人急性寰椎骨折临床诊疗循证指南 (2025 版)

中国医师协会骨科医师分会脊柱创伤学组

通信作者: 贺宝荣, 西安交通大学附属红会医院脊柱外科, 西安 710054, Email: hebr888@163.com; 梅伟, 郑州市骨科医院脊柱外科, 郑州 450052, Email: meiwei9606@163.com; 郝定均, 西安交通大学附属红会医院脊柱外科, 西安 710054, Email: haodingjun@126.com

【摘要】 2015 年, 中国医师协会骨科医师分会(CAOS)脊柱创伤工作组组织相关专家基于 2014 年及之前的文献制订了《成人急性寰椎骨折循证临床诊疗指南》, 其后国内外开展了大量成人急性寰椎骨折相关的研究。根据现实需求和循证指南的固有特性, 笔者决定对其进行修订。专家组沿用 2015 年 CAOS 指南的制订方法, 检索、筛选和总结 2015 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日的最新文献, 结合 2015 版指南纳入的文献, 进行系统性回顾分析, 更新了本指南。专家组对文献所提供的医学证据认真分析并严格按照循证医学标准对其进行了等级评定。2025 版指南延续了 2015 版给出的推荐意见, 并对这些推荐意见进行了补充更新及整合, 最终提出了 6 个临床问题(涉及影像学、分类、治疗方式选择、辅助技术等)及 6 条推荐意见, 并就这 6 条推荐意见给出了详细的解读及相关依据, 以帮助读者更好地理解和应用这些推荐意见。

【关键词】 寰椎; 脊柱骨折; 治疗; 指南

基金项目: 国家重点研发计划(2022YFC2407503); 陕西省重点研发计划(2023-ZDLSF-03)

实践指南注册: 国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2024CN314)

Evidence-based clinical guidelines of acute atlas fractures in adults (2025 edition)

Spinal Trauma Group of Orthopedic Branch of Chinese Medical Doctor Association

Corresponding authors: He Baorong, Department of Spinal Surgery, Honghui Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710054, China, Email: hebr888@163.com; Mei Wei, Department of Spinal Surgery, Zhengzhou Orthopedic Hospital, Zhengzhou 450052, China, Email: meiwei9606@163.com; Hao Dingjun, Department of Spinal Surgery, Honghui Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710054, China, Email: haodingjun@126.com

【Abstract】 In 2015, the Spinal Trauma Working Group of the Chinese Association of Orthopaedic Surgeons (CAOS) developed the Evidence-Based Clinical Guidelines of Acute Atlantoaxial Fractures in Adults based on literature published prior to 2014. Over the past decade, extensive research of acute atlantoaxial fractures in adults has been conducted globally, with the number of published studies in Chinese and English exceeding the cumulative total of all previous literature. To address evolving clinical needs and align with evidence-based principles, CAOS initiated a comprehensive revision of the guidelines. Following the methodology framework of the 2015 edition, the expert panel systematically retrieved, screened, and synthesized literature published between January 1, 2015, and December 31, 2023, integrating evidence from the original guideline. The expert panel carefully analyzed the medical evidence provided by the literature and

DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20241225-02933

收稿日期 2024-12-25 本文编辑 霍永丰

引用本文: 中国医师协会骨科医师分会脊柱创伤学组. 成人急性寰椎骨折临床诊疗循证指南(2025 版)

[J]. 中华医学杂志, 2025, 105(21): 1686-1699. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20241225-02933.



rigorously graded it according to evidence-based medicine standards. The 2025 guidelines retain prior recommendations while introducing updates and integrating new evidence, ultimately proposing 6 clinical questions paired with 6 evidence-based recommendations. Each recommendation is accompanied by detailed interpretations and supporting rationale to enhance clinical understanding and application.

【Key words】 Atlas; Spinal fracture; Treatment; Guideline

Fund program: National Key Research and Development Program of China(2022YFC2407503); Shaanxi Province Key Research and Development Plan (2023-ZDLSF-03)

Practice guideline registration: International Practice Guideline Registration for Transparency (PREPARE-2024CN314)

寰椎骨折最早由 Cooper 于 1822 年报告; 1919 年, Jefferson^[1] 在回顾了先前报告的 42 例寰椎骨折的基础上新增加了 4 例病例, 并首次对此进行了详细的描述。之后, 其他一些作者使用了“Jefferson fracture”这个概念来指代寰椎爆裂骨折^[2-3]。急性寰椎骨折占脊柱骨折的 1%~2%, 占颈椎骨折的 2%~13%^[2, 4-5]。由交通事故或高处坠落伤所致者占 80%~85%。其他致伤原因包括跳水、滑冰等运动。随着对该类损伤认识的不断深入, 以及诊疗技术的提升, 其预后已获得了较大改善。但该损伤仍对生命安全具有潜在威胁, 应足够重视并积极处理。

2002 年, 美国神经外科医师学会(AANS)/神经外科医师大会(CNS)联合制订了《成人急性寰椎骨折处理指南》^[6]。2012 年, CNS 基于 2011 年之前的英文文献对该指南进行了修订, 并于 2013 年发布了该指南修订版^[7]。然而, 以上指南仅纳入英文文献, 而国人在寰椎骨折领域做了大量有意义的工作, 且相关领域的研究论文不断推陈出新。为了给中国骨科医师提供更全面更及时的寰椎骨折诊疗的相关信息, 中国医师协会骨科医师分会(CAOS)脊柱创伤工作组于 2015 年组织相关专家制订了《成人急性寰椎骨折循证临床诊疗指南》^[8]。该指南纳入的为 2014 年 12 月 31 日之前发表的文献, 距今已近 10 年。在这段时间里, 寰椎骨折诊疗相关的研究大量开展, 相关的诊疗技术获得了飞速发展, 相关的中英文文献发表量超过了既往的数十年。循证临床指南由于其循证的固有特性, 决定了应对其进行定期修订。为了给中国的骨科医师提供关于寰椎骨折诊治方面的最新且最有效的信息, CAOS 脊柱创伤学组(原脊柱创伤工作组)组织相关专家对 2015 年 CAOS 发布的《成人急性寰椎骨折循证临床诊疗指南》进行更新。编写专家组沿用 2015 年

CAOS 指南的制订方法, 检索、筛选和总结 2015 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日的最新文献, 结合 2015 版指南纳入的文献, 进行系统性回顾分析, 更新了本指南。指南所总结的医学证据均经过了认真的分析并严格按照循证医学标准进行了等级评定。

关于寰椎骨折的诊治, 2025 版指南延续了 2015 版指南给出的推荐意见, 并对这些推荐意见进行了补充更新及整合, 最终提出了 6 个临床问题及 6 条推荐意见, 并就这 6 条推荐意见给出了详细的解读及相关依据, 以帮助读者更好地理解和应用这些推荐意见。本指南除提供诊疗推荐外, 还指出了当前文献中的研究空白领域及未来需要深入研究的领域。

一、本指南制订方法学

(一) 文献的等级评定标准与推荐强度

本指南采用的文献等级评定标准与 2015 版 CAOS《成人急性寰椎骨折循证临床诊疗指南》一致, 沿用了美国 CNS 所采用的改良北美脊柱学会(NASS)标准^[9], 但与 NASS 原始的标准有明显不同。为了易于理解, 我们采用 3 级分类标准:

1 级: (1) 差异有统计学意义的高质量随机对照研究, 或者虽然差异无统计学意义, 但可信区间很窄的高质量随机对照研究; (2) 1 级研究的系统性综述(前提是这些纳入的研究其结果具有同质性)。

2 级: (1) 质量稍逊的随机对照研究(如随访率<80%、非盲法对照、随机化分组不合适); (2) 前瞻性对照研究; (3) 研究结果不同质的 1 级研究或 2 级研究的系统综述; (4) 病例对照研究; (5) 回顾性队列研究; (6) 所有 2 级研究的系统性综述。

3 级: (1) 病例系列研究; (2) 专家意见。

推荐强度: 与文献等级评定相对应, 分为强度递减的 3 级推荐。



(二)文献检索纳入过程

由于本次指南是 2015 年《成人急性寰椎骨折循证临床诊疗指南》的更新版,因此沿用其纳入的 51 篇文献(中文 27 篇,英文 24 篇)。并以相同的方法对 2015 至 2023 年的中英文文献进行检索和筛选。以“(atlas OR C1 OR Jefferson) AND fracture”为检索式在 PubMed 上检索,时间限定为“from 2015/01/01 to 2023/12/31”,将类别限定为“humans”,语言限定为“English”,年龄限定为“adult: 19+years”,获得文献 646 条。进而分别在中国生物医学文献数据库(CBM)和万方数据库对中文文献进行检索。分别以“寰椎,骨折”“Jefferson,骨折”“C1,骨折”为检索式检索 2015 至 2023 年的文献,并限定为“人类”“成人”,合并上述 3 次检索所得,得到 391 条文献。又以“(寰椎*骨折)+(Jefferson*骨折)+(C1*骨折)”为检索式在万方上检索“2015 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日”的期刊文献,共获得 720 条文献。将在 CBM 上检索获得的 391 条文献和在万方上检索获得的 720 条文献导入 NoteExpress 文献管理软件(北京爱琴海软件公司,NoteExpress v4.0.0.9855)进行去重复,最后获得 874 条中文文献。专家组通过对以上获得的 1 520 条文献(中文 874 条,英文 646 条)进行题目排除、摘要排除、全文排除、参考文献追踪,最终纳入了 158 篇参考文献(中文 92 篇,英文 66 篇)。文献的排除纳入标准见表 1(参考 2015 CAOS 指南)。

(三)推荐意见形成

寰椎骨折指南工作组专家对查询到的文献进行筛选,排除与本次议题不相关的文献。对于病例系列研究不能提供足够资料的议题,个案报告也纳入分析。之后对最终纳入的文献进行详细学习,并制定证据表格,以反映每篇文献所提供的主要有用信息。最后根据纳入文献所提供的信息给出关于本次议题的推荐建议。在本指南编撰过程中经过多轮讨论沟通,如对文献的理解存在分歧或存在其他意见分歧,则进行扩大范围的讨论直到达成共

识,即 80% 及以上专家意见一致。

(四)计划书与指南注册

本指南已在国际实践指南注册与透明化平台(www.guidelines-registry.org)注册(注册号:PREPARE-2024CN314)。本指南旨在提供成人单纯的急性寰椎骨折的处理意见。不具备强制性,不作为医疗事故鉴定和医学责任认定的依据,仅供医疗机构涉及成人急性寰椎骨折相关疾病诊断和治疗的医护人员参考。

(五)本指南使用者及所适用的疾病范围

本指南适用于我国二、三级医疗机构的专科医务人员,包括从事脊柱外科诊疗工作的骨科医师、神经外科医师、康复科医师及相应专科护士,以及保健机构的医务人员。本指南仅提供成人单纯的急性寰椎骨折的处理意见。儿童寰椎骨折、同时累及上颈椎其他部位创伤的寰椎骨折的处理可能有异于本指南中所说明的情况,不适合套用本指南的处理意见。

(六)本指南发布与推广

本指南制订完成后优先于专业杂志发表,将在学术活动中加以推广,供相关专业人士参考。

(七)利益冲突

指南工作组(包括指导专家组、编写专家组、外审专家组和系统评价与方法学组等)均不存在利益冲突。

二、成人急性寰椎骨折的评估

临床问题 1: 怀疑寰椎骨折应做哪些影像学检查?

推荐意见 1: 推荐对怀疑寰椎骨折的患者,完善 X 线片、CT 检查、MRI 检查及 CTA 检查(证据级别、推荐强度:3 级)。

X 线片可作为诊断的基本依据,但怀疑颈椎损伤的患者在做 CT 检查之前不能排除寰椎骨折的可能性;CT 检查应该作为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;此外还可了解其他软组织及

表 1 本指南文献排除纳入标准

序号	文献纳入阶段	文献纳入标准
1	题目排除阶段标准	(1)不是以人为研究对象的文献;(2)实验类、测量类文献;(3)与寰椎骨折临床诊治无关的文献
2	摘要排除阶段标准	(1)不是以人为研究对象的文献;(2)实验类、测量类文献;(3)与寰椎骨折临床诊治无关的文献;(4)综述、述评类文献
3	全文排除阶段标准	(1)不是以人为研究对象的文献;(2)实验类、测量类文献;(3)与寰椎骨折临床诊治无关的文献;(4)综述、述评类文献
4	文献追踪纳入的标准	对已纳入的文献进行详细阅读,追踪其参考文献,纳入漏掉的专家组认为对本次议题有重要参考价值的文献



脊髓损伤的情况。CT 血管造影(CTA)可了解包括椎动脉、颈内动脉在内的主要临近动脉损伤的情况,还可发现及了解椎动脉高跨等畸形,对于手术规划极为重要。

证据概述:颈椎 X 线片是寰椎损伤诊断的基本依据。长期以来,几乎所有关于寰椎骨折的研究都使用了颈椎 X 线片进行诊断。然而,寰椎解剖形态及所处位置特殊,且寰椎骨折往往没有特异性的临床表现,单靠 X 线片往往容易漏诊。多项研究均报告过因 X 线片无法发现骨折而导致延迟诊断或漏诊寰椎骨折的病例,并且 CT 三维成像有助于提高诊断的正确率,这些病例最终都通过 CT 获得了确诊^[10-20]。对寰椎骨折的分型都离不开其骨折的解剖学形态,被广泛使用的 2 种分型方法(1988 年提出的 Landells 分型^[21]和 1991 年提出的 Levine 分型^[5])都是基于寰椎骨折的 CT 图像提出来的。CT 还可更好地显示寰椎的解剖结构,因此,CT 图像可作为寰椎骨折分类的主要依据。多项研究对大量寰椎骨折病例进行回顾性系列研究,认为 MRI 有助于评估横韧带是否损伤,能更好地检测不稳定的寰椎骨折^[22-24]。MRI 是识别寰椎骨折患者横韧带损伤的首选方法。由于椎动脉经由寰椎横突孔及椎动脉沟进入颅内,寰椎骨折可能会改变椎动脉与椎体之间的相对位置,因而增加手术置钉过程中的损伤风险。多项回顾性病例系列研究认为术前常规行头颈部 CTA 检查很有必要,有助于提高术中置钉的准确性,降低椎动脉损伤的风险^[25-28]。Cloney 等^[29]报道了 97 例寰椎骨折患者,采用多变量回归分析,发现椎动脉损伤和横韧带断裂是相互关联的。因此,完善 MRI 及 CTA 检查是有必要的。

临床问题 2:如何评价寰椎骨折的稳定性?

推荐意见 2:寰椎骨折的稳定性通过张口位 X 线片、CT 检查及 MRI 检查进行评估(证据级别、推荐强度:3 级)。但上述方法中,MRI 诊断横韧带损伤最准确(证据级别、推荐强度:3 级)。

从骨折类型来说,只有不合并横韧带断裂的后弓骨折及前弓单处骨折可能是稳定性骨折,其余类型均属不稳定性骨折。此外,合并寰椎横韧带断裂的骨折均为不稳定性骨折,寰椎横韧带断裂的依据是(符合以下任意一项即提示横韧带断裂):(1)寰椎侧块相对于枢椎向外的移位(LMD)超过 6.9 mm(X 线张口位片或 CT 扫描);(2)寰齿前间距移位超过 5 mm;(3)CT 显示寰椎侧块内侧缘撕脱骨折;(4)MRI 直接显示横韧带断裂。

以上 4 种依据中,前 3 种均系间接判断,有一定的误差,只有第 4 种 MRI 可直接显示横韧带的情况,最为准确。

证据概述:多项研究通过对大量寰椎骨折的病例进行回顾分析,认为只有不合并横韧带断裂的前弓单处骨折、后弓骨折可能是稳定性骨折,其余类型均属不稳定性骨折^[14, 30]。另外,横韧带系维持寰枢椎稳定的主要结构,在很多研究中,横韧带是否完整系评价寰椎骨折稳定性的主要指标。数种影像学表现可提示横韧带断裂。

Spence 准则(即张口位 X 线片上 LMD 超过 6.9 mm 提示横韧带断裂)被广泛用于评估寰椎爆裂骨折的稳定性。该准则系基于 2 个临床和生物力学的联合研究而得出的结论^[31-32]。1993 年, Heller 等^[33]提出,因为放射线图像具有放大效应,这个数据应修订为 8.1 mm。然而,相似的数值(7 mm)至今仍然在文献中被广泛引用。许多研究将 LMD 超过 6.9 mm 或寰齿前间距移位超过 5 mm 作为早期行寰枢椎融合术的指征^[21, 34-36]。出现这两种情形均被认为横韧带已经断裂。Dvorak 等^[37]对 22 例单纯寰椎爆裂骨折的患者进行了长期生活质量的随访研究,发现寰椎爆裂骨折的患者并不能恢复至伤前的功能状态,LMD 超过 7 mm 者预后明显更差,提示 LMD 可作为临床结果的预测指标。Dickman 等^[38]通过对 39 例寰椎损伤病例的研究指出,横韧带附着处的侧块撕脱骨折(Dickman II 型损伤)会导致横韧带丧失其功能,系不稳定性损伤。周海涛等^[39]也对寰椎侧块撕脱骨折的患者进行手术治疗,均达到植骨融合。Dickman 及其同事的团队通过研究指出:因为 MRI 可看到韧带,所以 MRI 是比 Spence 准则更灵敏的评估横韧带完整性的方法^[38, 40-41],在寰椎横韧带异常信号的寰椎骨折患者中,60% 以 Spence 准则和标准 X 线片未能判断出不稳定,即对于 MRI 诊断寰椎横韧带损伤的患者,若应用 X 线片则有 60% 的漏诊率。但由于缺乏一个真正的金标准及无法纳入用作贝叶斯分析的数据,这些研究只提供了 3 级证据。他们推荐采用 MRI 表现作为评估寰椎骨折横韧带完整性的基础。同样, Liu 等^[42]报道了 13 例寰椎骨折,发现在预测寰枢椎稳定性的准确度上, Dickman 损伤分类比“Spence 准则”有更高的准确性。

三、成人急性寰椎骨折的治疗

寰椎骨折治疗的选择视骨折的稳定性而定。从骨折的稳定性来分,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。

临床问题 3: 稳定性寰椎骨折应该如何治疗?

推荐意见 3: 对于稳定的寰椎骨折, 推荐采用硬颈围或头颈胸支具对颈部进行制动(证据级别、推荐强度: 3 级)。

寰椎稳定性骨折包括后弓骨折及前弓单处骨折, 推荐使用硬颈围或头颈胸支具对颈部进行 10~12 周的制动。

证据概述: 多项研究发现对寰椎后弓骨折的病例采用颈围制动治疗, 12 周后所有病例均获治愈^[3, 5, 43-45]。因而, 笔者认为寰椎后弓骨折不影响寰枕及寰枢关节的稳定性, 颈围制动简单有效。Debernardi 等^[15]报告了 4 例寰椎椎弓单处骨折的病例, 均采用颈围制动 12 周, 效果满意; 他们还复习了先前文献报告的共 6 例寰椎椎弓单处骨折病例, 并指出: 文献报告的单处寰椎椎弓骨折罕见, 但其真实发病率不知, 可能被低估; 因为该类骨折临床表现不具特异性, 放射学检查(X 线)难以发现, 所以漏诊病例可能较多。他们认为, 单处寰椎骨折可通过保守治疗取得良好的效果。周海涛等^[39]及陈学明等^[44]也对单处前弓骨折的病例采用颈围治疗, 随访无失稳发生。Kontautas 等^[46]及 Hadley 等^[4]分别对无移位的寰椎骨折患者采用颈围制动治疗, 获得良好疗效, 随访没有发现失稳。黄大耿等^[47]报告了 7 例稳定性寰椎骨折患者采用硬颈围固定治疗, 经过至少 12 个月的随访, 复查均获得骨性融合。费丹莹等^[48]报告了 30 例单纯寰椎骨折患者采用颈托固定治疗, 随访期间有 3 例寰椎由颈托换 Halo 支具外固定。李奎等^[49]报告了 13 例单纯寰椎骨折病例, 采取 Halo-vest 支具固定 10~14 周治疗有效, 复查 CT 提示均获得骨性愈合。拾坤等^[50]报告了 4 例稳定性寰椎骨折采用 Halo-vest 支具固定治疗。以上研究均报道拆除支具时部分患者存在不同程度的颈部僵硬, 经功能锻炼后末次随访功能恢复良好。Lleu 等^[51]报告了 21 例 1 型稳定性寰椎骨折, 采用非手术治疗, 随访 12 个月, 有 20 例获得骨性融合。Fiedler 等^[52]报道了 189 例寰椎骨折, 根据 Gehweiler 分类, 其中 1 型 23.3%, 2 型 22.2%, 3 型 32.8%, 4 型 19.0%, 5 型 1.1%, 提示寰椎骨折多数采用保守治疗。然而, 对于 3 型和 4 型寰椎骨折, 手术治疗已成为一种安全有效的选择。

临床问题 4: 不稳定寰椎骨折应该如何治疗?

推荐意见 4: 对于不伴横韧带断裂的不稳定寰椎骨折, 推荐采用头颈胸支具或 Halo 支具对颈部进行制动(证据级别、推荐强度: 3 级)。对于伴有横韧带断裂的不稳定寰椎骨折, 采用 Halo 支具对颈部进行制动或进行手术固定融合均为有效治疗手段(证据级别、推荐强度: 3 级), 但手术更优于保守治疗(证据级别、推荐强度: 2 级)。

寰椎不稳定性骨折包括前弓两处骨折、前后弓同时骨折及侧块骨折。大量文献报道, 对于上述骨折不伴有横韧带断裂者可采用头颈胸支具或 Halo 支具对颈部进行 10~12 周的制动。伴有横韧带断裂的不稳定寰椎骨折建议采用 Halo 支具对颈部进行 10~12 周的制动, 或手术治疗。但 2 级证据显示, 手术治疗更优于保守治疗。

证据概述: 多项研究都报告了采用非手术治疗的方法处理不稳定的寰椎骨折, 总体上取得了较好的疗效^[3-5, 21, 43, 46-48, 50, 53-59], 但也有一些病例采用非手术治疗失败而不得不采用手术治疗。Segal 等^[3]回顾性分析了采用非手术治疗的 18 例寰椎骨折患者, 发现有 3 例发生骨折不愈合, 临床预后较差。Landells 和 Van Peteghem^[21]回顾了 35 例寰椎骨折患者, 并提出了寰椎骨折的 Landells 分型。在他们的病例系列研究中, I 型 16 例, II 型 13 例, III 型 6 例; 他们采用 Spence 准则来评估 II 型骨折的稳定性, 13 例 II 型骨折中, 有 6 例为不稳定骨折, 全部保守治疗, 随访中发现 1 例失稳, 最终行寰枢椎融合术。Kontautas 等^[46]报告 4 例有移位的寰椎骨折采用 Halo 支具制动, 3 例治愈, 1 例发生不愈合。提示对于有移位的寰椎骨折, 大多可通过 Halo 支具制动治愈, 但也有一部分需要手术。

在采用非手术治疗的病例报告中, 大多数学者采用 Halo 支具制动, 也有一些采用颈围、头颈胸支具或者牵引等方法。但在一些特定情况下, 非手术治疗效果并不理想。2005 年, Dvorak 等^[37]对寰椎爆裂骨折患者的远期生活质量进行了研究, 其中大多数患者采用的是非手术治疗, 平均随访 75 个月, 发现寰椎骨折患者难以恢复受伤前的功能状态。2006 年, Horn 等^[60]回顾性分析了 53 例使用 Halo 支具的患者, 其中 42 例获得随访, 21 例是单纯用 Halo 支具进行治疗, 21 例是术后使用 Halo 支具, 共 22 例患者出现了 Halo 相关并发症, 其中 4 例出现呼吸道并发症, 6 例出现吞咽困难, 10 例出现钉道相关并发症。Cloney 等^[61]报道了 97 例单纯性寰椎骨折患



者,发现年龄较大的患者并发症发生率较高。提示 Halo 支具固定具有相当高的并发症发生率。

多项研究对不稳定的寰椎骨折患者进行寰枢椎固定融合术均取得了良好疗效^[34-36, 47-48, 51, 55, 57-58, 62-72]。此外也有研究报道采用了其他术式^[73-84],如经口腔前路寰椎单椎节固定融合术、经颈前路移植自体髂骨修补前弓骨折术、后路寰椎单椎节固定融合术、经口咽入路微型钛板单椎节内固定融合术等。尽管采用了不同的方法,但均取得了良好效果。

对于寰椎侧块劈裂骨折,2011 年,Bransford 等^[85]回顾了 10 例单侧寰椎侧块纵向劈裂骨折的患者,4 例伤后不久即死亡,3 例经颈围或 Halo 支具治疗后出现迟发性畸形;3 例直接后路切开复位寰椎单椎节固定,1 例术后 2 周死于其他并发症,剩下的 2 例效果良好。他们认为寰椎侧块纵向劈裂骨折是不稳定骨折,保守治疗易引起迟发性上颈椎畸形,可采用寰椎单椎节固定的方法治疗。Segal 等^[3]回顾了 18 例寰椎骨折患者,共 3 例发生骨折不愈合,其中 2 例为单侧累及侧块的粉碎骨折,临床结果较差。宋哲明等^[86]则报告了采用寰枢椎融合术治疗寰椎侧块爆裂骨折的患者。Lieu 等^[51]回顾了 17 例寰椎骨折患者,12 个月后均获得骨性融合,但发生严重侧块移位的寰椎骨折存在不愈合的风险,因此即使横韧带完整,也建议采取早期手术治疗。这些证据提示,寰椎侧块的纵向劈裂骨折及粉碎骨折均为不稳定骨折,保守治疗效果不甚理想,应考虑手术治疗。

从文献时间来看,近年来对不稳定寰椎骨折采用手术治疗的报告越来越多。可能的原因是随着内固定技术的发展,手术风险逐渐降低,手术效果也越来越好,但不能排除存在发表偏倚。关于手术与非手术治疗何种方式更优,目前有 2 项研究给出了答案。肖建华和高辉^[87]对 28 例寰椎不稳定骨折患者进行回顾,将后路寰椎钉棒系统有限内固定治疗和外固定治疗进行了对比,发现对寰椎不稳定性骨折患者实施后路寰椎钉棒系统有限内固定的治疗效果优于外固定治疗,可有效改善患者的生存质量,缩短患者的手术时间和住院时间,提高临床治疗安全性和有效性。张帅等^[88]对 24 例不稳定寰椎骨折进行回顾研究,发现行寰椎单椎节内固定术比非手术治疗 Halo-vest 固定预后更好,能解剖复位骨折断端,骨折愈合率高,可最大程度保留颈椎活动度,同时住院时间短,恢复日常生活时间快。

临床问题 5:不稳定寰椎骨折的手术治疗方式有哪些? 该如何选择?

推荐意见 5:寰椎单椎节复位固定术、寰枢椎临时固定术、枕颈临时固定术、寰枢椎固定融合术及枕颈固定融合术均可用于不稳定寰椎骨折的治疗(证据级别、推荐强度:3 级)。可成功植入寰椎螺钉者,寰椎单椎节固定可保留寰枢椎的活动功能,可优先选择寰椎单椎节复位固定(证据级别、推荐强度:1 级)。寰枢椎临时固定也是保留寰枢椎旋转功能的一种有效手段(证据级别、推荐强度:3 级)。对于寰椎一侧侧块粉碎骨折无法置钉者,单侧寰枢椎钉棒固定也是有效的治疗手段,可避免枕颈固定融合术所致的寰枕活动度的丢失(证据级别、推荐强度:3 级)。对于寰椎无法置钉者,枕颈临时固定术亦是一种治疗选择,可最大限度地保留上颈椎的活动功能(证据级别、推荐强度:3 级)。

寰椎单椎节复位固定术、寰枢椎临时固定术、枕颈临时固定术、寰枢椎固定融合术及枕颈固定融合术均可用于不稳定寰椎骨折的治疗。有 1 级证据表明,可成功植入寰椎螺钉者,寰椎单椎节固定可保留寰枢椎的活动功能,优选寰椎单椎节复位固定。根据各种术式的优缺点,从逻辑上,专家组认为寰椎骨折手术固定的选择可遵循以下原则:(1)对于寰椎前弓加后弓骨折、侧块劈裂骨折可采用寰椎单椎节复位固定术;(2)对于颈椎制动未愈合或不宜行寰椎单椎节复位固定的病例可行寰枢椎固定融合术;(3)导致寰枕关节破坏或不宜行上述手术者建议行枕颈固定融合术;(4)对于行寰枢椎固定融合术者,固定方式宜选用寰枢椎经关节螺钉技术或寰枢椎钉棒固定技术;入路可选择前路或后路;(5)寰枢椎临时固定也是保留寰枢椎旋转功能的一种有效手段。对于寰椎一侧侧块粉碎骨折无法置钉者,单侧寰枢椎钉棒固定也是有效的治疗手段,可避免枕颈固定融合术所致的寰枕活动度的丢失。对于寰椎无法置钉者,枕颈临时固定术亦是一种治疗选择,可最大限度保留上颈椎的活动功能。

证据概述:不稳定性寰椎骨折手术固定选择的依据:(1)选择寰椎单椎节复位内固定术的依据:2004 年,Ruf 等^[73]报告采用经口入路复位并行钢板或钉棒系统复位固定治疗 6 例 Jefferson 骨折合并横韧带撕裂的患者。经 2 至 13 年 9 个月的随访,寰椎侧块平均外移之和由术前 13.5 mm(范围 8~19 mm)恢复到术后 4.3 mm(范围 1~8 mm);术后颈部屈伸



旋转功能接近正常,且无寰枢椎不稳的临床表现,获得了良好的临床效果;从而也推断寰枢椎的稳定性除依赖横韧带外还很大程度上依赖于其他结构(如关节囊、翼状韧带等)。此后,多项研究报道前路寰椎单椎节固定治疗不稳定寰椎骨折取得良好疗效^[74, 89-96]。2006年,Böhm等^[76]报告对8例寰椎爆裂骨折患者采用后路寰椎双侧侧块螺钉固定,并采用连接杆对骨折进行复位,取得良好临床疗效。此后,多名学者分别报告了采用后路寰椎单椎节固定的方法治疗不稳定的寰椎爆裂骨折,所有病例均获得骨折愈合,并且保留了寰枢椎间的旋转功能,未见内固定松动、断裂等并发症^[77-83, 97-108]。此外,一项包含36例不稳定寰椎爆裂骨折患者研究中16例采用经口咽单节段微型钢板寰椎骨折复位固定术,20例采用后入路单节段钉板寰椎骨折内固定术,发现经前路与后路单节段内固定治疗不稳定型Jefferson骨折效果均良好^[109]。

Yan等^[110]采用多中心、前瞻性、随机对照研究方法,5年共纳入73例接受寰椎后路固定的骨折患者。干预组采用C₁环接骨术治疗,对照组采用常规C₁₋₂固定融合术治疗。术后随访6个月和1、2、5年。作者发现在长期缓解颈部疼痛和保留颈椎生理功能方面后路C₁环接骨术优于C₁₋₂固定融合术,并且该技术是治疗不稳定寰椎骨折的可靠选择。此外,多项研究也证明寰椎单椎节固定治疗不稳定寰椎骨折效果比寰枢椎固定更佳^[111-112]。

Bransford等^[85]报道了少见的涉及寰椎单侧侧块的矢状劈裂骨折的病例,此型骨折虽然无横韧带损伤,但后期畸形和疼痛的发生率较高。他们认为,当无相关损伤时,寰枢椎融合或颈枕融合没有必要,建议可行后路切开复位寰椎侧块螺钉钉棒固定术,这样可避免长期外固定和长期卧床所带来的一些并发症,既实现了骨折复位,又避免了过度融合。其他研究也建议寰椎侧块矢状劈裂骨折可采用手术治疗^[113-115]。

(2)选择寰枢椎融合术或枕颈融合术的依据:大量研究分别报告对不稳定的寰椎骨折患者进行寰枢椎固定融合术,取得了良好效果^[34-36, 54-55, 62-72, 99, 111, 116-131]。有学者采用后路寰枢椎经关节螺钉固定,也有采用前路寰枢椎经关节螺钉固定,多数学者采用后路寰枢椎钉棒固定,均认为寰枢椎固定术是治疗不稳定寰椎骨折的有效方法。

Hein等^[55]报告了治疗8例不稳定寰椎爆裂骨折患者长期随访的情况,5例最初采取非手术治疗

的患者最终均因为慢性不稳定而行寰枢椎固定融合术,术后均获良好结果。他们还认为长期的Halo固定严重影响患者的生活质量,而且老年患者并发症发生率很高。杨敏等^[124]报道了27例不稳定寰椎骨折患者,采用后路寰枢椎椎弓根螺钉内固定治疗,21例患者采用双侧椎弓根螺钉固定方式;6例患者因侧块粉碎性骨折导致钉道损毁,采用单侧椎弓根螺钉固定方式。采用双侧固定的患者术后佩戴颈托4周,采用单侧固定的患者术后佩戴颈托6周。随访12~30个月,所有患者均获得骨性融合,治疗有效。余正红等^[132]对36例寰椎骨折患者进行回顾性病例队列研究,14例采用后路寰椎单轴螺钉内固定与22例采用多轴螺钉内固定植骨融合术治疗均有效,但前者具有对寰椎骨折移位及侧块关节分离复位更好、术后颈部疼痛缓解和功能改善更佳的优势,但单轴螺钉内固定会发生骨折复位再丢失。需要指出的是,这类骨折相对少见,相关的文献相对少,考虑到这些文献的年代,当时最可靠的寰枢椎固定技术是经关节螺钉技术,然而,随着技术的发展,大量证据表明,钉棒固定技术更具优越性。

另外,严重的寰椎爆裂骨折合并寰枕关节不稳时,枕颈融合术可能难以避免^[99, 121, 133-136]。吴长沙等^[121]报道了3例寰椎爆裂骨折患者因波及椎弓根或侧块,以及寰椎侧块分离移位或旋转移位明显,以致术中不能置入C₁椎弓根螺钉而选择枕颈融合术。曾玉林等^[137]报告了14例采取枕颈融合术治疗单纯寰椎骨折的病例。Gannon和Cornett^[138]报道1例寰椎爆裂骨折患者,保守治疗后效果不佳,采取C₀₋₃融合术。

(3)选择寰枢椎临时固定术、寰枢椎单边固定术、枕颈临时固定术的依据:Garst等^[139]对3例寰椎骨折患者进行回顾性病例系列研究,认为寰枢椎临时固定术是治疗寰枢关节骨折的安全选择。苗吉显等^[140]对31例不稳定寰椎骨折患者进行回顾性病例系列研究,认为寰枢椎临时固定术非融合治疗效果满意,虽然短期内牺牲了寰枢关节的活动度,但待骨折愈合后随着内固定的取出,寰枢关节的活动度会获得满意的恢复。但该研究没有取出内固定后的情况的报道,具体需进一步研究证实。胡勇等^[141]回顾了22例不稳定寰椎骨折病例,认为对于无法进行寰枢椎双侧椎弓根置钉的情况,可行优势侧寰枢椎单边固定术。多项研究报道可采用枕颈临时固定术治疗不稳定寰椎骨折,颈椎即刻稳定,



骨折愈合率高,临床治疗效果良好^[119, 142-143]。

临床问题 6:有哪些现代化的辅助技术能帮助提高寰椎骨折手术治疗的安全性?

推荐意见 6:包括导航、机器人、3D 打印模型及 3D 打印导板在内的各种现代辅助技术有助于提高手术的安全性,有条件者推荐酌情使用(证据级别:推荐强度:3 级)。没有证据表明这些辅助技术中何种技术更优。

包括导航、机器人、3D 打印模型及 3D 打印导板在内的各种现代辅助技术有助于提高手术的安全性,尤其是在存在椎动脉高跨、寰椎沟环、细小椎弓根等畸形的情况下,这些辅助手段可帮助术者规避风险,有条件者推荐酌情使用,但没有证据表明这些辅助技术中何种技术更优。

证据概述:Costa 等^[144]及 Dong 等^[145]对多例寰椎骨折进行回顾性病例系列研究,认为术中导航系统有助于准确置钉,提高 C₁ 椎弓根螺钉的安全性,减少螺钉错位导致的并发症。Hitti 等^[146]及曲哲等^[147]研究发现采用术中导航能减少术中手术出血,与徒手置钉相比准确率更高。

蒲兴魏等^[148]对改良 3D 打印导航模板辅助置钉的效果进行了研究,其中包含 7 例寰椎骨折脱位,发现改良模板组与初期模板组两种置钉方式的准确度相似,但改良模板组、初期模板组寰椎实际置钉角度(内倾角和头倾角)均比徒手置钉组的准确性好。多项研究发现使用 3D 打印导板有助于 C₁₋₂ 椎弓根置钉,提高寰椎骨折置钉的准确性和安全性^[149-155],但对于骨折严重的不适用^[155]。

陈云琳等^[156]对 19 例寰椎爆裂骨折病例进行的研究提示,3D 打印模型可用来指导 C₁₋₂ 椎弓根置钉,且准确率高。Govsa 等^[157]及 Wu 等^[158]均报道了使用 3D 打印模型辅助置钉有效,且 Govsa 等^[157]认为使用 3D 打印模型能够有效增加手术精确度,减少透视放射,缩短手术时间和住院时间,降低手术并发症发生率,有助于增加患者和医师之间的信任。

近年来,随着技术的发展及机器人辅助手术的普及,在包括多个本指南编写专家所在单位在内的许多单位开展了机器人辅助寰椎骨折手术治疗并取得了良好的效果。尽管目前未见专门关于机器人辅助用于单纯寰椎骨折手术治疗的文献报道,但专家组认为目前市面上的多种骨科手术机器人均可应用于寰椎骨折手术治疗,提高置钉的安全性和

准确性。

四、今后研究的关键

(一)如何确定各种非手术方法的适应证

对于稳定的寰椎骨折,多可采用颈椎制动便可治愈。然而,颈椎制动的方法在各个研究中差异很大,有的采用硬颈围、有的采用头颈胸支具、有的甚至采用 Halo 外固定架。对于不稳定寰椎骨折,非手术的方法通常是牵引、Halo 外固定架固定,但也有采用颈围制动便可获得良好效果的报告。笔者认为硬颈围、头颈胸支具、Halo 外固定架是 3 种固定强度逐渐增大的外固定。这一观点系本指南制订委员会专家的共识。对于可采用非手术治疗的寰椎骨折,到底采用何种非手术治疗方式是需研究解决的一个重要问题。这在 2015 版的指南中已明确提出,遗憾的是截至本指南制订时,仍未见相关研究能解答该问题。

(二)手术时如何选择最合适的手术辅助技术

随着技术的发展,出现了各种手术辅助技术,如导航、机器人、3D 打印模型及 3D 打印导板等。在不同的文献中均展示出了这些技术对寰椎骨折手术治疗的帮助。然而,现阶段,没有证据表明这些辅助技术中何种技术更优。在何种情况下需要采用手术辅助技术?在需要采用手术辅助技术时,何种情况下应该采用哪种或哪几种手术辅助技术?这是今后需要研究解决的另一个重要问题。目前,由于这类骨折相对少见,回顾性病例对照研究似乎是最合适的研究方法,这样的研究可提供 2 级证据。

综上,关于单纯寰椎骨折的诊治,基于 1 项前瞻性随机对照研究的 1 级证据、基于数项队列研究的 2 级证据和基于大量病例系列研究和个案报告的 3 级证据支持了几种急性寰椎骨折的治疗方法。无移位的前弓单处骨折或后弓骨折可通过颈椎外固定 10~12 周而获得有效治疗。前弓两处骨折或前后弓同时骨折,横韧带完整者可通过头颈胸支具或 Halo 外固定支架治疗 10~12 周。爆裂骨折横韧带不完整者可通过 Halo 外固定支架制动 10~12 周或手术治疗,但 2 级证据显示手术治疗效果更优。本指南基于文献和专家的临床经验制订,不具有任何法律效力,仅供相关专业临床医师参考,其内容也会随着研究的深入和证据的积累而不断更新,实施时应结合临床具体情况综合考虑。



本指南制订专家委员会名单

指导专家组:郝定均(西安交通大学附属红会医院脊柱外科);梅伟(郑州市骨科医院骨科);贺宝荣(西安交通大学附属红会医院脊柱外科)

执笔专家:黄大耿(西安交通大学附属红会医院脊柱外科)

参与讨论专家(按姓氏汉语拼音排序):陈伯华(青岛大学附属医院脊柱外科);陈其昕(浙江大学医学院附属第二医院脊柱外科);董健(复旦大学附属中山医院骨科);范顺武(浙江大学医学院邵逸夫医院骨科);方忠(华中科技大学同济医学院附属同济医院脊柱外科);冯皓宇(山西省白求恩医院骨科);高延征(河南省人民医院脊柱脊髓外科);关海山(山西医科大学第二医院骨科);郭华(西安市第五人民医院骨科);江华(广西医科大学第一附属医院脊柱骨病外科);蒋电明(重庆医科大学附属第三医院骨与创伤中心);贺利军(西安市第五人民医院骨科);贺园(西安市第五人民医院骨科);李波(贵州省人民医院骨科);李淳德(北京大学第一医院骨科);李锋(华中科技大学同济医学院附属同济医院骨科);李危石(北京大学第三医院骨科);廖琦(南昌大学第二附属医院骨科);刘宝戈(首都医科大学附属北京天坛医院骨科);刘时璋(陕西省人民医院骨科);刘志斌(延安大学附属医院骨科);林斌(联勤保障部队第九〇九医院骨科);鲁世保(首都医科大学宣武医院骨科);宋跃明(四川大学华西医院骨科);孙宏慧(西安交通大学附属红会医院脊柱外科);王哲(西京医院脊柱外科);闫亮(西安交通大学附属红会医院脊柱外科);张国庆(青岛大学附属医院脊柱外科);赵杰(上海交通大学医学院附属第九人民医院脊柱外科);朱悦(中国医科大学附属第一医院骨科)

外审专家(按姓氏汉语拼音排序):程黎明(同济大学附属同济医院骨科);冯世庆(天津医科大学总医院骨科);姜为民(苏州大学附属第一医院骨科);海涌(首都医科大学附属北京朝阳医院骨科);李建军(中国康复研究中心北京博爱医院脊柱脊髓神经功能重建科);李利(解放军总医院第四医学中心骨科医学部脊柱外科);刘晓光(北京大学第三医院骨科);刘勇(西藏自治区人民医院骨科);卢旭华(海军军医大学第二附属医院骨科);马超(徐州市中心医院骨科);全仁夫[浙江中医药大学附属江南医院(萧山中医院)骨科];戎利民(中山大学附属第三医院骨科);桑宏勋(南方医科大学深圳医院骨科);舒钧(昆明医科大学第二附属医院骨科);苏佳灿(上海交通大学医学院附属新华医院骨科);孙天胜(解放军总医院第四医学中心骨科医学部脊柱外科);陶笙(解放军总医院第八医学中心骨科医学部骨科);田纪伟(南京医科大学附属明基医院骨科);田耘(北京大学第三医院脊柱外科);王强(宜兴市人民医院骨科);王新伟[海军军医大学第二附属医院(上海长征医院)脊柱外科];王征(解放军总医院第四医学中心骨科医学部脊柱外科);颜峰(台州市中医院骨伤科);杨勇(郑州市骨科医院微创脊柱科);殷国勇(江苏省人民医院骨科);张雪松(解放军总医院第四医学中心骨科医学部脊柱外科);张忠民(南

方医科大学南方医院脊柱骨科)

系统评价与方法学专家:张荣强(陕西中医药大学流行病与卫生统计学教研室)

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Jefferson G. Fracture of the atlas vertebra. Report of four cases, and a review of those previously recorded[J]. Br J Surg, 1919, 7(27): 407-422.
- [2] Sherk HH, Nicholson JT. Fractures of the atlas[J]. J Bone Joint Surg Am, 1970, 52(5):1017-1024.
- [3] Segal LS, Grimm JO, Stauffer ES. Non-union of fractures of the atlas[J]. J Bone Joint Surg Am, 1987, 69(9):1423-1434.
- [4] Hadley MN, Dickman CA, Browner CM, et al. Acute traumatic atlas fractures: management and long term outcome[J]. Neurosurgery, 1988, 23(1): 31-35. DOI: 10.1227/00006123-198807000-00007.
- [5] Levine AM, Edwards CC. Fractures of the atlas[J]. J Bone Joint Surg Am, 1991, 73(5):680-691.
- [6] Hadley MN, Walters BC, Grabb PA, et al. Isolated fractures of the atlas in adults[J]. Neurosurgery, 2002, 50(3 Suppl): S120-S124. DOI: 10.1097/00006123-200203001-00020.
- [7] Ryken TC, Aarabi B, Dhall SS, et al. Management of isolated fractures of the atlas in adults[J]. Neurosurgery, 2013, 72 Suppl 2 : 127-131. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318276ee2a.
- [8] 中国医师协会骨科医师分会, 中国医师协会骨科医师分会《成人急性寰椎骨折循证临床. 成人急性寰椎骨折循证临床诊疗指南[J]. 中华创伤杂志, 2016, 32(7):595-601. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2016.07.005.
- [9] Walters BC. Methodology of the guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries[J]. Neurosurgery, 2013, 72 Suppl 2 : 17-21. DOI: 10.1227/NEU.0b013e318276ed9a.
- [10] 陈昌秀, 花嵘, 沈志刚, 等. 颈椎损伤漏诊 26 例分析[J]. 中国误诊学杂志, 2008, 8(12): 2886. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6647.2008.12.098.
- [11] 沈成华, 蒋华富, 房晓彬, 等. Jefferson 骨折 3 例[J]. 中国骨伤, 1999, 12(3):74. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.1999.03.049.
- [12] 肖军, 区广鹏. 寰椎骨折 3 例误诊分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2010, 20(11):962-963. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2010.11.18.
- [13] 邓展生, 王欢喜, 向铁成, 等. 63 例寰椎骨折诊治体会[J]. 中国现代医学杂志, 2005, 15(23):3619-3620, 3623. DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2005.23.029.
- [14] 杨惠林, 唐天骊, 费仕相, 等. 变异型 Jefferson 骨折(一种尚未认识的颈椎损伤)[J]. 中华外科杂志, 1995, 33(12): 707-710.
- [15] Debernardi A, D'Aliberti G, Talamonti G, et al. Single fracture in the atlas vertebral arch: analysis of an unusual event[J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(5): E188-E192. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31827b9e45.
- [16] 傅俊明. 上颈椎损伤中应用螺旋 CT 三维重建的诊断价值分析[J]. 白求恩医学杂志, 2016, 14(2): 201-202. DOI: 10.16485/j.issn.2095-7858.2016.02.032.
- [17] 田忠祥, 赵永峰, 王丹, 等. 多层螺旋 CT 图像后处理技术诊断寰枢椎骨折与脱位价值探讨[J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(6):1039-1040.
- [18] 王国庆, 胡涌亮, 蒋曙, 等. 上颈椎损伤的放射征象特点与



- 预后指导[J]. 中华全科医学, 2018, 16(3):413-415. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.000115.
- [19] 魏波. 总结多层螺旋CT在创伤性上颈椎隐损伤患者诊断中的应用体会[J]. 世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊), 2015, (9):94-95. DOI: 10.3969/j.issn.1671-3141.2015.09.071.
- [20] 郭丽君. 急诊寰椎骨折诊断失误的原因探讨[J]. 基层医学论坛, 2016, 20(9):1301-1302.
- [21] Landells CD, Van Peteghem PK. Fractures of the atlas: classification, treatment and morbidity[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1988, 13(5): 450-452. DOI: 10.1097/00007632-198805000-00002.
- [22] Eun J, Oh Y. The relationship between radiologic parameters and transverse atlantal ligament injury obtained from MRI scans in patients with an isolated atlas burst fracture: a retrospective observational study[J]. Medicine (Baltimore), 2021, 100(49): e28122. DOI: 10.1097/MD.00000000000028122.
- [23] Ylönen H, Danner N, Jyrkkänen HK, et al. Surgically treated C1 fractures: a population-based study[J]. World Neurosurg, 2021, 154: e333-e342. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.07.046.
- [24] Fiester P, Soule E, Rao D, et al. Appropriateness of cervical magnetic resonance imaging in the evaluation and management of C1 Jefferson fractures[J]. World Neurosurg, 2022, 167: e137-e145. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.07.117.
- [25] 郭萍, 张伟, 王柏平, 等. 计算机辅助外科技术在寰枢椎损伤螺钉置入术中的应用[J]. 中国临床研究, 2015, 28(9): 1157-1161. DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2015.09.010.
- [26] 何艺坚, 陈志达, 黄砖枝, 等. 对上颈椎后路手术并发椎动脉损伤防治策略的探讨[J]. 骨科临床与研究杂志, 2022, 7(5):287-291. DOI: 10.19548/j.2096-269x.2022.05.006.
- [27] Kim MS, Kim JY, Kim IS, et al. The effect of C1 bursting fracture on comparative anatomical relationship between the internal carotid artery and the atlas[J]. Eur Spine J, 2016, 25(1):103-109. DOI: 10.1007/s00586-015-3848-7.
- [28] Wada K, Tamaki R, Yui M, et al. C1 lateral mass screw insertion caudally from C2 nerve root-an alternate method for insertion of C1 screws: a technical note and preliminary clinical results[J]. J Orthop Sci, 2017, 22(2): 213-217. DOI: 10.1016/j.jos.2016.10.008.
- [29] Cloney M, Kim H, Riesterberg R, et al. Risk factors for transverse ligament disruption and vertebral artery injury following an atlas fracture[J]. World Neurosurg, 2021, 146: e1345-e1350. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.11.172.
- [30] Lee C, Woodring JH. Unstable Jefferson variant atlas fractures: an unrecognized cervical injury[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 1991, 12(6):1105-1110.
- [31] Fielding JW, Cochran G, Lawsing JF, 3rd, et al. Tears of the transverse ligament of the atlas. A clinical and biomechanical study[J]. J Bone Joint Surg Am, 1974, 56(8): 1683-1691.
- [32] Spence KF Jr, Decker S, Sell KW. Bursting atlantal fracture associated with rupture of the transverse ligament[J]. J Bone Joint Surg Am, 1970, 52(3):543-549.
- [33] Heller JG, Viroslov S, Hudson T. Jefferson fractures: the role of magnification artifact in assessing transverse ligament integrity[J]. J Spinal Disord, 1993, 6(5):392-396.
- [34] Kornberg M. Atypical unstable burst fracture of the atlas. Treated by primary atlantoaxial fusion[J]. Orthop Rev, 1986, 15(11): 727-729.
- [35] McGuire RA Jr, Harkey HL. Primary treatment of unstable Jefferson's fractures[J]. J Spinal Disord, 1995, 8(3): 233-236. DOI: 10.1097/00002517-199506000-00010.
- [36] Schlicke LH, Callahan RA. A rational approach to burst fractures of the atlas[J]. Clin Orthop Relat Res, 1981, (154):18-21.
- [37] Dvorak MF, Johnson MG, Boyd M, et al. Long-term health-related quality of life outcomes following Jefferson-type burst fractures of the atlas[J]. J Neurosurg Spine, 2005, 2(4):411-417. DOI: 10.3171/spi.2005.2.4.0411.
- [38] Dickman CA, Greene KA, Sonntag VK. Injuries involving the transverse atlantal ligament: classification and treatment guidelines based upon experience with 39 injuries[J]. Neurosurgery, 1996, 38(1): 44-50. DOI: 10.1097/00006123-199601000-00012.
- [39] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2005.01.002.
- [40] Dickman CA, Sonntag VK. Injuries involving the transverse atlantal ligament: classification and treatment guidelines based upon experience with 39 injuries[J]. Neurosurgery, 1997, 40(4): 886-887. DOI: 10.1097/00006123-199704000-00061.
- [41] Greene KA, Dickman CA, Marciano FF, et al. Transverse atlantal ligament disruption associated with odontoid fractures[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1994, 19(20): 2307-2314. DOI: 10.1097/00007632-199410150-00010.
- [42] Liu P, Zhu J, Wang Z, et al. "Rule of Spence" and Dickman's classification of transverse atlantal ligament injury revisited: discrepancy of prediction on atlantoaxial stability based on clinical outcome of nonoperative treatment for atlas fractures[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2019, 44(5): E306-E314. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002877.
- [43] Fowler JL, Sandhu A, Fraser RD. A review of fractures of the atlas vertebra[J]. J Spinal Disord, 1990, 3(1):19-24.
- [44] 陈学明, 张雪梅, 李响, 等. 寰枢椎骨折的非手术治疗[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(8):600-603. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2006.08.009.
- [45] 殷翔, 刘鹏, 范伟力, 等. 上颈椎骨折的非手术治疗:5年经验总结[J]. 创伤外科杂志, 2012, 14(2):120-122.
- [46] Kontautas E, Ambrozaitis KV, Kalesinskas RJ, et al. Management of acute traumatic atlas fractures[J]. J Spinal Disord Tech, 2005, 18(5): 402-405. DOI: 10.1097/01.bsd.0000177959.49721.3b.
- [47] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.05.03.
- [48] 费丹莹, 韩瑞璋, 陈灿, 等. 寰椎骨折临床特点分析[J]. 浙江临床医学, 2020, 22(9):1339-1340, 1343.
- [49] 李奎, 贾家猛, 赖丹丹, 等. Halo-vest 支具固定治疗上颈椎骨折的疗效分析[J]. 中国医疗器械信息, 2017, 23(8): 21-22, 95. DOI: 10.3969/j.issn.1006-6586.2017.08.009.
- [50] 拾坤, 夏计划, 姜效韦, 等. Halo-vest 支具固定治疗寰椎骨折的疗效分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2016, 31(7): 724-726. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2016.07.017.
- [51] Llleu M, Charles YP, Blondel B, et al. C1 fracture: analysis of consolidation and complications rates in a prospective multicenter series[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2018, 104(7):1049-1054. DOI: 10.1016/j.otsr.2018.06.014.
- [52] Fiedler N, Spiegl U, Jarvers JS, et al. Epidemiology and management of atlas fractures[J]. Eur Spine J, 2020,



- 29(10):2477-2483. DOI: 10.1007/s00586-020-06317-7.
- [53] Kesterson L, Benzel E, Orrison W, et al. Evaluation and treatment of atlas burst fractures (Jefferson fractures)[J]. *J Neurosurg*, 1991, 75(2): 213-220. DOI: 10.3171/jns.1991.75.2.0213.
- [54] Lee TT, Green BA, Petrin DR. Treatment of stable burst fracture of the atlas (Jefferson fracture) with rigid cervical collar[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998, 23(18): 1963-1967. DOI: 10.1097/00007632-199809150-00008.
- [55] Hein C, Richter HP, Rath SA. Atlantoaxial screw fixation for the treatment of isolated and combined unstable Jefferson fractures-experiences with 8 patients[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2002, 144(11): 1187-1192. DOI: 10.1007/s00701-002-0998-2.
- [56] 秦辉, 曾勇, 李康仁, 等. 横韧带未断裂寰椎骨折的疗效分析[J]. *中华创伤杂志*, 2013, 29(7):626-627. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2013.07.012.
- [57] 蒋伟宇, 路文杰, 陈云琳, 等. 一种新的基于 CT 图像的寰椎骨折分型方法及其应用[J]. *中华骨科杂志*, 2023, 43(11): 712-719. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20230311-00110.
- [58] Kim HS, Cloney MB, Koski TR, et al. Management of isolated atlas fractures: a retrospective study of 65 patients[J]. *World Neurosurg*, 2018, 111:e316-e322. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.12.053.
- [59] 李伟龙. 保守治疗 Jefferson 骨折并寰枢椎不稳定的临床疗效[J]. *中国实用医药*, 2020, 15(11):74-76. DOI: 10.14163/j.cnki.11-5547/r.2020.11.032.
- [60] Horn EM, Theodore N, Feiz-Erfan I, et al. Complications of halo fixation in the elderly[J]. *J Neurosurg Spine*, 2006, 5(1):46-49. DOI: 10.3171/spi.2006.5.1.46.
- [61] Cloney MB, El-Tecle N, Dahdaleh NS. Traumatic atlas fracture patients comprise two subpopulations with distinct demographics and mechanisms of injury[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2022, 221: 107414. DOI: 10.1016/j.clineuro.2022.107414.
- [62] 池永龙, 徐华梓, 林焱, 等. 经皮穿刺内固定治疗上颈椎骨折与不稳[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2004, 14(2):73-78. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2004.02.005.
- [63] 池永龙, 徐华梓, 王向阳, 等. 老年人上颈椎损伤微创与开放手术治疗的比较[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(7): 492-496. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2009.07.04.
- [64] 陆焱, 王建, 郑文杰, 等. 微创前路经寰枢椎关节突固定融合治疗寰枢椎不稳[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2012, 26(7):769-772.
- [65] 陈建明, 张成程, 许天明, 等. 经寰枢椎椎弓根螺钉固定治疗 Jefferson 骨折合并寰枢椎不稳[J]. *中华创伤杂志*, 2011, 27(10): 873-877. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2011.10.003.
- [66] 谭军, 倪春鸿, 李立钧, 等. 不稳定性寰椎骨折有限内固定的研究[J]. *中华医学杂志*, 2006, 86(25):1743-1747. DOI: 10.3760/j.issn:0376-2491.2006.25.006.
- [67] 郭翔, 倪斌, 谢宁, 等. 寰枢椎椎弓根钉内固定植骨融合术治疗不稳定寰椎爆裂骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2013, 28(1):10-12. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2013.01.004.
- [68] 刘庆军, 郭林新, 丁真奇, 等. 寰枢椎椎弓根钉系统治疗寰椎骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2007, 22(9):768-769. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9935.2007.09.031.
- [69] 杨震龙, 马梦昆, 解京明. 手术治疗 7 例变异型 Jefferson 骨折[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2011, 26(1):44-45.
- [70] 宫德峰, 肖增明, 陈前芬, 等. 后路寰椎侧块螺钉结合枢椎椎弓根螺钉内固定治疗 Jefferson 骨折伴横韧带损伤 11 例[J]. *广东医学*, 2011, 32(24):3246-3247. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9448.2011.24.037.
- [71] 王迎松, 刘路平, 张颖, 等. C1, 2 椎弓根钉棒固定治疗寰椎骨折 (Jefferson 骨折) 疗效分析[J]. *脊柱外科杂志*, 2010, 8(1):1-3, 14. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2010.01.001.
- [72] 罗春山, 李波, 田晓滨. 寰椎爆裂性骨折的治疗探讨[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2009, 11(12): 1197-1198. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2009.12.026.
- [73] Ruf M, Melcher R, Harms J. Transoral reduction and osteosynthesis C1 as a function-preserving option in the treatment of unstable Jefferson fractures[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2004, 29(7): 823-827. DOI: 10.1097/01.brs.0000116984.42466.7e.
- [74] Ma W, Xu N, Hu Y, et al. Unstable atlas fracture treatment by anterior plate C1-ring osteosynthesis using a transoral approach[J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(10): 2232-2239. DOI: 10.1007/s00586-013-2870-x.
- [75] Wang J, Zhou Y, Zhang ZF, et al. Direct repair of displaced anterior arch fracture of the atlas under microendoscopy: experience with seven patients[J]. *Eur Spine J*, 2012, 21(2):347-351. DOI: 10.1007/s00586-011-1965-5.
- [76] Böhm H, Kayser R, El Saghir H, et al. Direct osteosynthesis of instable Gehweiler type III atlas fractures. Presentation of a dorsoventral osteosynthesis of instable atlas fractures while maintaining function[J]. *Unfallchirurg*, 2006, 109(9): 754-760. DOI: 10.1007/s00113-006-1081-x.
- [77] Abeloos L, De Witte O, Walsdorff M, et al. Posterior osteosynthesis of the atlas for nonconsolidated Jefferson fractures: a new surgical technique[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(20): E1360-E1363. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318206cf63.
- [78] Jo KW, Park IS, Hong JT. Motion-preserving reduction and fixation of C1 Jefferson fracture using a C1 lateral mass screw construct[J]. *J Clin Neurosci*, 2011, 18(5):695-698. DOI: 10.1016/j.jocn.2010.08.033.
- [79] Li L, Teng H, Pan J, et al. Direct posterior C1 lateral mass screws compression reduction and osteosynthesis in the treatment of unstable Jefferson fractures[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(15): E1046-E1051. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181fef78c.
- [80] 徐荣明, 赵红勇, 胡勇, 等. 后路寰椎有限内固定治疗寰椎不稳定性骨折[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(2): 118-122. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.02.06.
- [81] Hu Y, Xu RM, Albert TJ, et al. Function-preserving reduction and fixation of unstable Jefferson fractures using a C1 posterior limited construct[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2014, 27(6):E219-E225. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31829a36c5.
- [82] He B, Yan L, Zhao Q, et al. Self-designed posterior atlas polyaxial lateral mass screw-plate fixation for unstable atlas fracture[J]. *Spine J*, 2014, 14(12): 2892-2896. DOI: 10.1016/j.spinee.2014.04.020.
- [83] 覃海鹰, 韦蒙, 刘义斌, 等. 后路寰椎钉板系统内固定治疗不稳定型 Jefferson 骨折[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(2): 123-126. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2012.02.07.
- [84] 赵士杰, 全仁夫, 翟晓军, 等. 经口咽入路微型钛板内固定治疗不稳定寰椎骨折[J]. *中华创伤杂志*, 2017, 33(3):241-246. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.03.011.
- [85] Bransford R, Chapman JR, Bellabarba C. Primary internal fixation of unilateral C1 lateral mass sagittal split fractures: a series of 3 cases[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011,



- 24(3):157-163. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3181e12419.
- [86] 宋哲明,倪斌,袁文.单纯性寰椎单侧侧块骨折2例报告[J].中国脊柱脊髓杂志,2002,12(6):464. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2002.06.025.
- [87] 肖建华,高辉.后路寰椎钉棒系统有限内固定治疗寰椎不稳定性骨折的临床观察[J].当代医学,2017,23(2):84-85. DOI: 10.3969/j.issn.1009-4393.2017.02.049.
- [88] 张帅,张引,李新武,等.不稳定性寰椎骨折手术与非手术治疗效果对比[J].医学信息,2022,35(4):92-97. DOI: 10.3969/j.issn.1006-1959.2022.04.023.
- [89] 李小峰,冀晶,农桔安,等.经口咽入路重建钢板单节段内固定治疗不稳定性寰椎骨折[J].脊柱外科杂志,2019,17(3):158-162. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2019.03.002.
- [90] 马向阳,杨进城,邹小宝,等.经口单开门小钛板复位固定治疗寰椎前后弓骨折[J].脊柱外科杂志,2018,16(2):66-70. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2018.02.002.
- [91] 夏虹,尹庆水,林宏衡,等.Jefferson骨折复位钢板的设计、改良及初步临床应用[J].中华骨科杂志,2015,35(5):527-535. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2015.05.010.
- [92] 蒋伟宇,陈丹果,胡旭栋,等.显微镜下徒手磨钻置钉与徒手钻置钉治疗不稳定性寰椎爆裂骨折的疗效比较[J].中华创伤杂志,2019,35(11):991-997. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2019.11.006.
- [93] 张引,金根洋,张帅,等.两种内固定方式治疗不稳定性寰椎骨折的疗效比较[J].中国骨与关节损伤杂志,2021,36(11):1121-1124. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2021.11.001.
- [94] 段连鸿,韩珩,曾云,等.口咽入路小钛板固定治疗不稳定性寰椎骨折的可行性分析[J].天津医药,2023,51(11):1262-1266. DOI: 10.11958/20220476.
- [95] 焦云龙,尹庆水,夏虹,等.经口咽JeRP内固定治疗不稳定性Jefferson骨折的生物力学和初期临床研究[J].中国脊柱脊髓杂志,2017,27(8):733-739. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.08.10.
- [96] 涂强,陈虎,孙昊,等.JeRP钢板与微型钛板经口咽入路单节段固定治疗不稳定性寰椎骨折的疗效比较[J].中华创伤骨科杂志,2022,24(11):957-964. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20220523-00280.
- [97] 鲍凯,宋文慧,刘昌文,等.后路单节段椎弓根钉内固定治疗不稳定性寰椎骨折[J].中国组织工程研究,2023,27(4):594-599.
- [98] 高坤,余正红,杜琳,等.后路单轴螺钉单节段固定治疗不稳定性寰椎骨折的临床疗效[J].中国脊柱脊髓杂志,2021,31(4):302-308. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.04.03.
- [99] 李柯柯,姚蒙蒙,张英东,等.新鲜不稳定性寰椎骨折的手术策略及疗效分析[J].中国骨与关节损伤杂志,2018,33(5):449-453. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2018.05.001.
- [100] 李小峰,赵朵,李炜峰,等.后路椎弓根螺钉单节段内固定治疗寰椎骨折[J].脊柱外科杂志,2019,17(6):379-382. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2019.06.003.
- [101] 欧阳振,杨斌辉,刘丰虎,等.后路单椎节椎弓根钉横向加压内固定治疗寰椎骨折[J].中国骨与关节损伤杂志,2018,33(11):1161-1163. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2018.11.014.
- [102] 普有登,段洪,周兆文,等.后路单椎体内固定治疗寰椎不稳定性骨折[J].生物骨科材料与临床研究,2020,17(6):28-31,36. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5972.2020.06.007.
- [103] 张岩,韩应超,李立钧,等.2例后路寰椎侧块螺钉内固定治疗不稳定性寰椎骨折的远期疗效观察[J].中国脊柱脊髓杂志,2017,27(2):181-184. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.02.13.
- [104] Shatsky J, Bellabarba C, Nguyen Q, et al. A retrospective review of fixation of C1 ring fractures--does the transverse atlantal ligament (TAL) really matter? [J]. Spine J, 2016, 16(3):372-379. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.11.041.
- [105] Gelinas-Phaneuf N, Stienen MN, Park J. Posterior open reduction and internal fixation of C1 fractures: the C-clamp technique [J]. Acta Neurochir (Wien), 2018, 160(12):2451-2457. DOI: 10.1007/s00701-018-3710-x.
- [106] Yu JC, Niemeier TE, Manoharan SR. Unstable C1 fracture managed with internal fixation using lateral mass screws: a case report [J]. JBJS Case Connect, 2018, 8(1):e9. DOI: 10.2106/JBJS.CC.17.00119.
- [107] Zhang YS, Zhang JX, Yang QG, et al. Posterior osteosynthesis with monoaxial lateral mass screw-rod system for unstable C1 burst fractures [J]. Spine J, 2018, 18(1):107-114. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.06.029.
- [108] De Iure F, Corghi A, Amendola L, et al. Posterior osteotomy and osteosynthesis for malunited atlas fracture: a surgical technique [J]. Clin Spine Surg, 2021, 34(9):342-346. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001147.
- [109] 赵朵,李小峰,农桔安,等.经口咽微型钢板与后路钉板单节段内固定治疗不稳定性Jefferson骨折的疗效比较[J].中国骨与关节杂志,2018,7(6):407-412. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2018.06.002.
- [110] Yan L, Du J, Yang J, et al. C1-ring osteosynthesis versus C1-2 fixation fusion in the treatment of unstable atlas fractures: a multicenter, prospective, randomized controlled study with 5-year follow-up [J]. J Neurosurg Spine, 2022, 37(2):157-165. DOI: 10.3171/2021.12.SPINE211063.
- [111] 高冰,都金鹏,冯铭哲,等.3D打印滑动钛板固定不稳定性寰椎骨折[J].中国矫形外科杂志,2023,31(8):730-733. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.08.12.
- [112] 闫亮,贺宝荣,郭华,等.后路钛板有限内固定治疗不稳定性寰椎骨折的疗效评价[J].中华创伤杂志,2017,33(4):310-314. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.04.006.
- [113] Kim WJ, Park JB, Park HJ, et al. Clinical and radiological outcomes of conservative treatment for unilateral sagittal split fractures of C1 lateral mass [J]. Acta Orthop Traumatol Turc, 2019, 53(6):402-407. DOI: 10.1016/j.aott.2019.08.006.
- [114] Farrokhi MR, Kiani A, Rezaei H. Unilateral lag screw fixation of isolated non-union atlas lateral mass fracture: a new technical note [J]. Br J Neurosurg, 2019, 33(2):140-144. DOI: 10.1080/02688697.2018.1426727.
- [115] Felbaum DR, Stewart JJ, Suskin ZD, et al. Unilateral C1 sagittal split fractures: an unusual entity revisited [J]. World Neurosurg, 2018, 109:263-270. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.09.206.
- [116] 曹亮亮,连小峰,杨二柱,等.“直视法”椎弓根螺钉固定术治疗不稳定性寰枢椎骨折[J].脊柱外科杂志,2016,14(4):225-229. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2016.04.009.
- [117] 陈飞,卢旭华,倪斌,等.后路多种内固定技术联合应用治疗寰枢椎不稳[J].中华骨科杂志,2015,35(5):495-502. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2015.05.006.
- [118] 高志朝,王梅,王大勇,等.后路寰枢椎椎弓根螺钉结合单侧椎棘突椎板钉固定治疗寰枢椎不稳的临床疗效[J].中华骨科杂志,2015,35(5):503-510. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2015.05.007.
- [119] 蒋伟宇,马维虎,赵刘军,等.一期后路寰枢椎固定治疗不稳定性寰椎爆裂性骨折[J].中华骨科杂志,2015,35(5):536-541. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2015.05.011.
- [120] 马维虎,赵华国,蒋伟宇,等.枢椎棘突肌肉血管复合体移植在寰枢椎后路融合术中的应用[J].中华骨科杂志,2018,38(15):



- 927-934. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2018.15.005.
- [121] 吴长沙, 李攀, 李恩贤, 等. 寰枢椎椎弓根螺钉置钉技术的临床应用[J]. 临床骨科杂志, 2015, 18(3): 280-283. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0287.2015.03.009.
- [122] 邢帅, 高延征, 高坤, 等. 后路钉棒单椎节内固定治疗前弓分离移位型寰椎骨折[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(4): 327-331. DOI: 10.3760/j.issn.1001-8050.2019.04.006.
- [123] 闫廷飞, 王元, 史洪洋, 等. 寰枢椎椎弓根螺钉结合横联加压环抱内固定术在不稳定性寰椎骨折治疗中的临床应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2019, 29(3): 213-219. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.03.04.
- [124] 杨敏, 古辉云, 钟厚成, 等. 后路寰枢椎椎弓根螺钉内固定植骨融合治疗成人不稳定性寰椎骨折的效果[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(2): 136-141. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2020.02.07.
- [125] 张宁, 李方财, 陈其昕, 等. 后路寰枢椎椎弓根螺钉内固定治疗合并横韧带断裂的不稳定寰椎骨折[J]. 中华创伤杂志, 2017, 33(3): 225-229. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.03.008.
- [126] 赵则雪, 费昊东, 王守国, 等. 后路椎弓根螺钉内固定治疗寰枢椎骨折脱位的临床体会[J]. 重庆医学, 2016, 45(10): 1350-1352. DOI: 10.3969/j.issn.1671-8348.2016.10.017.
- [127] 宋士学, 陈语, 郑亮, 等. 寰枢椎螺钉内固定融合术治疗寰枢椎失稳的并发症分析[J]. 中医正骨, 2020, 32(4): 68-71, 74.
- [128] Baek SH, Yoo SH, Cho KR, et al. Cerebellar infarction after posterior direct reduction and fixation to treat an unstable Jefferson fracture: a case report[J]. Acta Neurochir (Wien), 2018, 160(3): 471-477. DOI: 10.1007/s00701-017-3443-2.
- [129] 叶文斌, 林达生, 王江泽, 等. Quadrant 通道下经椎旁肌间隙入路椎弓根螺钉治疗上颈椎骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(2): 103-107. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.02.02.
- [130] Lvov I, Grin A, Kaykov A, et al. Anterior transarticular C1-C2 fixation with contralateral screw insertion: a report of two cases and technical note[J]. Eur Spine J, 2018, 27(Suppl 3): 347-352. DOI: 10.1007/s00586-017-5257-6.
- [131] Zou X, Yang H, Deng C, et al. Management of unstable C1 fractures involving the lateral mass: posterior C1-C2 screw-rod fixation and fusion[J]. Med Sci Monit, 2023, 29: e938600. DOI: 10.12659/MSM.938600.
- [132] 余正红, 邵佳, 高坤, 等. 后路寰椎单轴与多轴螺钉内固定植骨融合术治疗 Gehweiler IIIb 型寰椎骨折的疗效比较[J]. 中华创伤杂志, 2022, 38(9): 797-805. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20220516-00384.
- [133] 韩新立, 宋洁富, 胡伟, 等. Cervifix 内固定系统治疗 Jefferson 骨折伴横韧带损伤[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2009, 24(6): 515-517.
- [134] 徐荣明, 马维虎, 孙韶华, 等. 寰枢椎不稳后路固定方式的选择[J]. 脊柱外科杂志, 2005, 3(2): 69-72. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2005.02.002.
- [135] 夏虹, 刘景发, 尹庆水, 等. 枕颈 CD 在上颈椎疾患手术治疗中的应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2002, 12(3): 233-234. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2002.03.037.
- [136] 王学文, 蔡程, 孙亢. 枕颈后路棒与钢板系统固定融合治疗寰椎爆裂骨折(附七例临床报告)[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2011, 26(3): 221-222.
- [137] 曾玉林, 吴凡, 万盛钰, 等. 枕颈融合术的临床疗效及其术后吞咽困难原因的初步研究[J]. 华西医学, 2019, 34(9): 968-973. DOI: 10.7507/1002-0179.201907227.
- [138] Gannon EJ, Cornett CA. Bilateral hypoglossal nerve palsy after occipitocervical fusion[J]. J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev, 2020, 4(5): e1900127. DOI: 10.5435/JAAOSGlobal-D-19-00127.
- [139] Garst J, Olson E, Kahn M, et al. Temporary posterior C1-C2 instrumentation without fusion for treatment of displaced atlantoaxial fractures[J]. World Neurosurg, 2022, 164: e718-e723. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.05.029.
- [140] 苗吉显, 张迪, 林松, 等. 寰枢固定非融合治疗无横韧带断裂的成人不稳定性寰椎骨折[J]. 颈腰痛杂志, 2022, 43(5): 684-686. DOI: 10.3969/j.issn.1005-7234.2022.05.018.
- [141] 胡勇, 张蛟, 徐荣明, 等. 寰枢椎后路优势侧单边椎弓根螺钉固定植骨融合术治疗不稳定 Jefferson 骨折[J]. 中华创伤杂志, 2017, 33(7): 613-620. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.07.008.
- [142] 胡万坤, 顾龙殿, 李承, 等. 枕颈固定系统间接内固定治疗不稳定寰椎骨折[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2017, 32(11): 1163-1164. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2017.11.015.
- [143] 计中青, 周晓中, 沈忆新. 后路内固定非融合治疗上颈椎损伤的疗效[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(7): 618-622. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2019.07.013.
- [144] Costa F, Ortolina A, Attuati L, et al. Management of C1-2 traumatic fractures using an intraoperative 3D imaging-based navigation system[J]. J Neurosurg Spine, 2015, 22(2): 128-133. DOI: 10.3171/2014.10.SPINE14122.
- [145] Dong WX, Chu ZT, Hu Y. Treatment of unstable C1 semi-ring fractures with direct C1 pedicle screw fixation using a navigational template: a case report and literature review[J]. Medicine (Baltimore), 2023, 102(20): e33800. DOI: 10.1097/MD.00000000000033800.
- [146] Hitti FL, Hudgins ED, Chen HI, et al. Intraoperative navigation is associated with reduced blood loss during C1-C2 posterior cervical fixation[J]. World Neurosurg, 2017, 107: 574-578. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.08.051.
- [147] 曲哲, 钱邦平, 邱勇, 等. O 型臂 3D 导航与徒手置钉在上颈椎椎弓根螺钉置入中的精确性比较[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(12): 1063-1068. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2015.12.02.
- [148] 蒲兴魏, 罗春山, 邱冰, 等. 改良 3D 打印导航模板辅助寰枢椎椎弓根螺钉置钉的临床应用[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(24): 1511-1520. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2017.24.002.
- [149] 程省, 叶向阳, 汤立新, 等. 3D 打印导板辅助椎弓根螺钉固定治疗寰枢椎不稳的临床观察[J]. 华南国防医学杂志, 2021, 35(3): 168-170, 179. DOI: 10.13730/j.issn.1009-2595.2021.03.003.
- [150] 邓佳燕, 吴超, 林旭, 等. 3D 导航模板在治疗寰枢椎骨折辅助置钉中的应用[J]. 实用骨科杂志, 2018, 24(4): 350-353.
- [151] 胡勇, 董伟鑫, 徐荣明, 等. 3D 打印导向模板辅助下椎弓根螺钉固定治疗不稳定寰椎骨折[J]. 中华创伤杂志, 2017, 33(4): 315-320. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2017.04.007.
- [152] 胡勇, 袁振山, 董伟鑫, 等. 个性化 3D 打印“定点-定向”双导板辅助寰枢椎后路椎弓根螺钉置钉技术的安全性及准确性[C]. 杭州: 2016 年浙江省骨科学学术年会论文集, 2016.
- [153] 李辉, 刘慧青, 张亚宁. 3D 打印导航模板在颈椎压缩骨折后路椎弓根钉内固定术中的应用[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2020, 35(1): 26-29. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2020.01.007.
- [154] 毛炳焱, 王文聪, 胡志喜, 等. 3D 打印导板在寰枢椎后路椎弓根螺钉固定术中的临床应用[J]. 中华解剖与临床杂志, 2019, 24(6):



- 571-576. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-7041.2019.06.009.
- [155] 吴星火, 刘融, 唐超, 等. 个性化寰枢椎椎弓根螺钉导向器的研制及早期疗效观察[J]. 中华创伤骨科杂志, 2017, 19(4): 304-310. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2017.04.006.
- [156] 陈云琳, 胡旭栋, 王扬, 等. 个体化 3D 打印模型对于上颈椎骨折中颈椎椎弓根螺钉置钉准确性的影响及临床应用[J]. 中华创伤杂志, 2019, 35(11): 970-976. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2019.11.003.
- [157] Govsa F, Ozer MA, Biceroglu H, et al. Creation of 3-dimensional life size: patient-specific C1 fracture models for screw fixation[J]. World Neurosurg, 2018, 114: e173-e181. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.02.131.
- [158] Wu C, Deng JY, Li T, et al. 3D-printed screw-rod auxiliary system for unstable atlas fractures: a retrospective analysis[J]. Orthop Surg, 2021, 13(3): 1006-1015. DOI: 10.1111/os.13015.

·读者·作者·编者·

关于论文写作中的作者署名与志谢

一、作者署名的意义和应具备的条件

1. 署名的意义: (1) 标明论文的责任人, 文责自负。(2) 医学论文是医学科技成果的总结和记录, 是作者辛勤劳动的成果和创造智慧的结晶, 也是作者对医学事业作出的贡献, 并以此获得社会的尊重和承认的客观指标, 是应得的荣誉, 也是论文版权归作者的一个声明。(3) 作者署名便于编辑、读者与作者联系, 沟通信息, 互相探讨, 共同提高。作者姓名在文题下按序排列, 排序应在投稿时确定, 在编排过程中不应再作更改。

2. 作者应具备下列条件: (1) 参与选题和设计, 或参与资料的分析和解释者。(2) 起草或修改论文中关键性理论或其他主要内容者。(3) 能对编辑部的修改意见进行核修, 在学术界进行答辩, 并最终同意该文发表者。(4) 除了负责本人的研究贡献外, 同意对研究工作各方面的诚信问题负责。以上 4 条均需具备。仅参与获得资金或收集资料者不能列为作者, 仅对科研小组进行一般管理者也不宜列为作者。其他对该研究有贡献者应列入志谢部分。对文章中的各主要结论, 均必须至少有 1 位作者负责。在每篇文章的作者中需要确定 1 位能对该论文全面负责的通信作者。通信作者应在投稿时确定, 如在来稿中未特殊标明, 则视第一作者为通信作者。第一作者与通信作者不是同一人时, 在论文首页脚注通信作者姓名、单位及邮政编码。作者中如

有外籍作者, 应附本人亲笔签名同意在本刊发表的函件。集体署名的论文于文题下列署名单位, 于文末列整理者姓名。集体署名的文章必须将对该文负责的关键人物列为通信作者。通信作者只列 1 位, 由投稿者决定。

二、志谢

在文后志谢是表示感谢并记录在案的意思。对给予实质性帮助而又不能列为作者的单位或个人应在文后给予志谢, 但必须征得被志谢人的书面同意。志谢应避免以下倾向: (1) 确实得到某些单位或个人的帮助, 甚至用了他人的方法、思路、资料, 但为了抢先发表, 而不公开志谢和说明。(2) 出于某种考虑, 将应被志谢人放在作者的位置上, 混淆了作者和被志谢者的权利和义务。(3) 以名人、知名专家包装自己的论文, 抬高论文的身份, 将未曾参与工作的, 也未阅读过该论文的知名专家写在志谢中。被志谢者包括: (1) 对研究提供资助的单位和个人、合作单位。(2) 协助完成研究工作和提供便利条件的组织和个人。(3) 协助诊断和提出重要建议的人。(4) 给予转载和引用权的资料、图片、文献、研究思想和设想的所有者。(5) 作出贡献又不能成为作者的人, 如提供技术帮助和给予财力、物力支持的人, 此时应阐明其支援的性质。(6) 其他需志谢者。

(本刊编辑部)

