

· 综 述 ·

椎动脉高跨对枢椎后路内固定方式影响的研究进展

胡利华¹, 刘观燚²

(1. 宁波大学医学院, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波市第六医院, 浙江 宁波 315040)

摘 要 椎动脉高跨(high-riding vertebral artery, HRVA)是最常见的椎动脉走行变异,会导致枢椎后路内固定术中椎动脉损伤的风险进一步增加。本文概述了 HRVA 的基本情况,并从 HRVA 对枢椎后路内固定方式的影响和存在 HRVA 时的枢椎后路替代固定方式两个方面,综述了 HRVA 对枢椎后路内固定方式影响的研究进展。

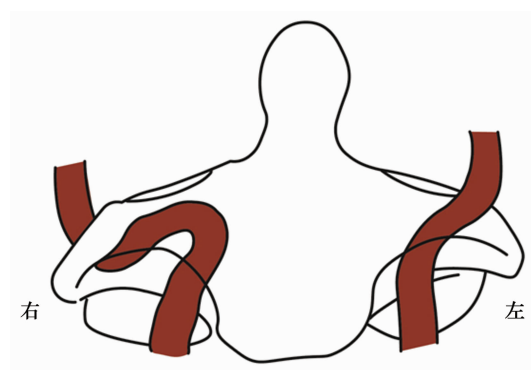
关键词 枢椎; 颈椎; 寰枢关节; 椎动脉; 骨折固定术, 内; 综述

畸形、创伤、肿瘤等各种因素导致的上颈椎失稳,往往需要行后路枕颈融合术或寰枢融合术^[1-2]。枢椎是上颈椎固定融合术的常用锚定点,目前临床首选经关节螺钉内固定或椎弓根螺钉内固定进行枢椎后路固定,但这两种固定方式均有损伤椎动脉的风险,可引发假性动脉瘤、迟发性大出血、脑缺血甚至死亡等严重后果^[3-4]。椎动脉走行变异是上颈椎固定融合术中椎动脉损伤的重要因素。椎动脉高跨(high-riding vertebral artery, HRVA)是最常见的椎动脉走行变异^[5],这种变异的存在会导致枢椎后路内固定术中椎动脉损伤的风险进一步增加^[6]。本文综述了 HRVA 对枢椎后路内固定方式影响的研究进展,以期临床提供参考。

1 HRVA 概述

HRVA 是指当椎动脉在枢椎上关节突下平面行走时,过分向内、向后偏移(图 1),导致枢椎峡部宽度或高度过小^[4]。王建华等^[7]的研究发现,HRVA 的发生率达 18.75%。Klepinowski 等^[8]通过颈椎 CT 数据分析发现,25.3% 的患者至少存在一侧 HRVA,其中单侧 HRVA 占 68.0%、双侧 HRVA 占 32%。Kothari 等^[9]的研究结果显示,HRVA 的发生率为 20%。黄学良等^[10]对 171 例无椎动脉病变患者的头颅 CT 进行分析,结果显示 HRVA 的发生率为 33.9%,女性的发生率高于男性。

椎动脉造影是目前诊断 HRVA 最精确的方式,但属于有创操作,因此目前临床常采用 CT 扫描和血管造影 CT 进行诊断^[4,8]。HRVA 的诊断标准最早由



左侧椎动脉走行正常,右侧椎动脉高跨。

图 1 椎动脉高跨示意图

Bloch 等^[11]提出,即枢椎椎弓根峡部高度 ≤ 5 mm 或内侧高度(从椎动脉顶部至上关节面的距离) ≤ 2 mm。该标准并非根据椎动脉的走行进行判断,而是采用简单可靠的骨骼参数进行判断。该诊断标准有利于提高人们对 HRVA 的认识,但在颈椎手术方式飞速发展的今天,该标准无法为手术方式的选择提供有效参考。王建华等^[7]根据枢椎椎动脉孔至椎管外壁的距离,将枢椎段椎动脉的走行分为 4 型,Ⅰ型为松散低拐型、Ⅱ型为紧密高拐型、Ⅲ型为紧密低拐型、Ⅳ型为松散高拐型,各型出现的比例分别为 58.75%、18.75%、15.00% 和 7.50%;Ⅰ型、Ⅳ型的椎弓根有足够空间容纳螺钉,Ⅱ型被认为是 HRVA,椎弓根受椎动脉压迫,置钉空间减小,禁止使用椎弓根螺钉固定。这种分类方法考虑了椎动脉在二维平面内的走行,但不能完全反映椎动脉在三维空间的走行情况。Lee 等^[12]通过分析 100 位成年人颈椎血管造影 CT 数据,根据椎动脉与 C₃ 横突孔的位置,将枢椎段椎动脉向椎管侧偏移的趋势分为外侧偏移(A)、垂直进入(B)和内侧偏移(C)3 种类型;根据椎动脉与 C₂ 横突孔的位置,将椎动脉向颅顶偏移的趋势分为上升趋势(0)、

基金项目:浙江省基础公益研究计划项目(LGF20H060007);
浙江省医药卫生科技项目(2020RC110)

通讯作者:刘观燚 E-mail:18906628697@163.com

水平拐出(1)、下降趋势(2)3 种类型;将这两种分类方式组合,共将枢椎段椎动脉走行情况分为 9 类,其中 C-2 和部分 B-2 被认为是 HRVA。这种分类方式首次在三维空间内考虑枢椎段椎动脉的走行,囊括了枢椎段椎动脉常见的走行情况。Li 等^[4]同样利用血管造影 CT 数据,根据椎动脉至骨性结构的距离将枢椎段椎动脉的走行分为 7 类,其中 V 型被认为是 HRVA。该分类方式根据椎动脉的走行情况分类,并且在三维空间考虑了椎动脉的变异趋势,更加符合实际情况。

2 HRVA 对枢椎后路内固定方式的影响

2.1 对经关节螺钉固定的影响 经关节螺钉又称 Magerl 螺钉,1987 年 Magerl 首次提出采用经关节螺钉固定治疗寰枢椎不稳^[13]。该术式曾被认为是后路寰枢关节内固定的首选手术方式,但也存在损伤椎动脉的风险,存在 HRVA 时椎动脉损伤的风险更高^[1]。Yeom 等^[14]将 269 例接受颈椎 CT 检查患者按椎动脉走行情况分为正常组和 HRVA 组,均进行经关节螺钉模拟置钉,正常组经关节螺钉侵犯椎动脉沟的比例为 1%、HRVA 组为 63%;该研究还发现,存在 HRVA 时椎弓根螺钉固定损伤椎动脉的风险低于经关节螺钉固定。黄觅等^[15]分析了 63 例行头颅血管造影检查患者的影像资料,发现 26.2% 的患者存在 HRVA;研究者根据上述影像资料进行经关节螺钉模拟置钉,对存在 HRVA 的患者置钉时损伤椎动脉沟的发生率为 66.7%。上述研究表明,经关节螺钉置钉时,存在 HRVA 的患者损伤椎动脉沟的风险明显高于正常人群。但临床上也存在螺钉侵犯枢椎椎动脉沟,但未损伤椎动脉的情况。因此将侵犯椎动脉沟作为损伤椎动脉的标准,不符合实际情况^[16]。此外也有部分研究认为,HRVA 并非经关节螺钉固定的绝对禁忌证,术前根据影像资料进行模拟置钉,术中选择合适的进针点,仍可以安全置入螺钉^[17-18]。

2.2 对椎弓根螺钉固定的影响 枢椎椎弓根螺钉固定最早由 Goel 提出,用于治疗寰枢关节脱位^[19]。研究表明,椎弓根螺钉具有较强的抗拔出,在前屈、后伸、旋转方向上均具有良好的固定效果^[20]。存在 HRVA 时,枢椎峡部高度和宽度发生变化,增加了椎弓根螺钉置钉的难度,若螺钉进入横突孔将损伤椎动脉^[21-22]。Yeom 等^[14]在 HRVA 侧徒手置入 78 枚椎弓根螺钉,其中 40 枚未侵犯椎动脉。田野等^[23]对

32 例存在 HRVA 的患者徒手置入 43 枚椎弓根螺钉,置钉准确率为 72.1%。而针对椎动脉走行正常者置钉的研究显示,徒手置入椎弓根螺钉的准确率为 91.63%~93.8%^[20,24]。这表明存在 HRVA 会增加椎弓根螺钉固定损伤椎动脉的风险。正常椎弓根可以容纳常用的椎弓根螺钉(直径 3.5 mm),但当存在椎弓根细小畸形时,椎弓根体积减小无法应用椎弓根螺钉固定;另外,存在 HRVA 时椎弓根螺钉易损伤高拱的椎动脉。椎动脉的压迫可导致椎弓根发育异常,变矮变窄,因此临床中 HRVA 和椎弓根细小畸形常同时存在,导致椎弓根螺钉无法应用。

3 存在 HRVA 时的枢椎后路替代固定方式

3.1 椎板螺钉内固定 2004 年 Wright 等^[25]首先提出了枢椎椎板螺钉固定的方案。Ma 等^[26]对 120 例成年人枢椎标本进行测量,椎板中部平均厚度为 5.87 mm,约 83.3% 的标本可以容纳双侧椎板螺钉。Wang 等^[27]对 58 例寰枢关节脱位合并 HRVA 的患者采用椎板螺钉固定治疗,其中 54 例骨性融合,所有患者均未出现椎动脉损伤。Tsuji 等^[28]报告了 2 例采用枢椎椎板螺钉固定降低椎动脉损伤风险的案例,其中一例为寰枢关节失稳、脊髓压迫合并先天性右侧椎动脉发育异常,另一例为车祸导致左侧椎动脉闭塞,均采用 C₁~C₂ 椎板螺钉固定,术中未出现神经、血管损伤,术后随访显示螺钉位置良好。董自强等^[29]建立了 2 种合并 HRVA 的 II 型齿状突骨折上颈椎有限元模型,HRVA 侧分别采用椎板螺钉和峡部螺钉固定,正常侧均采用椎弓根螺钉固定,结果显示椎板螺钉应力分布均匀,最大应力变化幅度较小,有较好的固定效果。枢椎椎板暴露方便,可在直视下置钉,也不受椎动脉变异的影响,而且具有良好的生物力学稳定性^[30-31]。但当椎板发生骨折或解剖变异时,则无法应用椎板螺钉固定。此外,椎板螺钉置钉过程中须防止螺钉穿破椎管壁进入椎管,损伤硬脊膜和脊髓。

3.2 峡部螺钉固定 峡部螺钉的置钉方式与经关节螺钉类似,以下关节突为进针点,穿过枢椎峡部,最终到达椎弓根起点但未进入椎弓根^[32]。Shao 等^[33]建立了存在 HRVA 的上颈椎有限元模型,分别采用峡部螺钉和椎弓根螺钉固定,发现峡部螺钉在固定强度上略逊于椎弓根螺钉固定,但仍可提供足够的固定强度,并且可以有效避免损伤椎动脉。Schleicher 等^[34]在 8 具新鲜上颈椎标本中对比不同固定方式下的颈

椎活动度,结果显示椎弓根螺钉固定和峡部螺钉固定的屈伸活动度分别为 3.7° 和 2.8° 、左右侧弯活动度为 1.4° 和 1.3° 、左右旋转活动度为 1.5° 和 1.7° ,存在椎弓根变异或椎动脉损伤的情况下使用峡部螺钉固定更安全。Sai 等^[35]对 94 例行颈椎后路峡部螺钉固定的患者进行了观察,术后 CT 显示螺钉位置良好,未进入横突、椎管。峡部螺钉固定发生椎动脉损伤的风险低于经关节螺钉和椎弓根螺钉固定;与椎板螺钉固定相比,峡部螺钉固定的抗侧弯能力更强;峡部螺钉长度较短,抗拔出力不及椎弓根螺钉,对于骨质疏松患者固定效果不佳。

3.3 棘突螺钉固定 枢椎棘突的体积是颈椎各节段中最大的,这也是应用棘突螺钉固定枢椎的基础。Dou 等^[36]对 14 例成人枢椎标本进行测量,结果显示棘突顶端至棘突中部分叉处的平均高度为 10.4 mm,棘突中部分叉处至棘突底部的平均高度为 7.93 mm,棘突分叉后的平均长度为 10 mm,棘突中部分叉处至左侧底部的平均宽度为 4.41 mm、至右侧底部的平均宽度为 4.28 mm;基于以上数据,研究者认为应用棘突螺钉固定枢椎在解剖上完全可行。为研究棘突螺钉的抗拔出强度,刘观燚等^[37]在 8 具新鲜枢椎标本上分别进行椎弓根螺钉固定和棘突螺钉固定,发现椎弓根螺钉的拔出力为 465 N、棘突螺钉的拔出力为 387 N。Nagata 等^[38]手术治疗 1 例老年女性脊髓型颈椎病患者,术前 CT 检查提示右侧椎弓根畸形、椎板较薄,且右侧存在 HRVA,术中使用棘突螺钉固定(右侧)结合椎弓根螺钉固定(左侧),术后随访未出现螺钉松动等情况。枢椎棘突螺钉固定不是一种常用的枢椎后路固定方式,但可作为枢椎椎弓根和椎板存在解剖异常时的一种替代固定方式^[39]。

3.4 组合式固定 当存在椎弓根解剖异常、椎动脉走行变异时,常规双侧对称的内固定方式可能无法使用,可根据患者的自身情况,选择椎弓根螺钉、椎板螺钉、峡部螺钉、棘突螺钉和经关节螺钉等不同组合进行固定。Wong 等^[40]手术治疗 1 例寰枢关节脱位合并左侧 HRVA 和寰椎右侧椎弓缺失的老年女性患者,右侧使用经关节螺钉固定、左侧使用寰椎侧块螺钉和枢椎椎板螺钉固定,并进行寰枢关节植骨融合,避免了对高骑跨椎动脉的损伤,术后 6 个月 CT 提示寰枢椎骨性融合。Wang 等^[41]对 21 例合并椎体骨性损伤或血管畸形的寰枢关节脱位患者使用了组合式固定

技术,包括椎弓根螺钉、经关节螺钉、椎板螺钉、棘突螺钉,术后仅 1 例患者出现内固定松动,日本骨科学会(Japanese Orthopedic Association, JOA)评分改善率为 61%;与同期采用双侧椎弓根螺钉固定的寰枢关节脱位患者相比,组合式固定术中出血量大,但二者在手术时间、并发症发生率、JOA 改善率和术后颈部疼痛评分方面无明显差异。王圣林等^[42]采用组合式固定治疗 58 例寰枢关节失稳患者,其中 45 例应用 2 种内固定方式、9 例应用 3 种内固定方式、4 例应用 4 种内固定方式,所有患者均未出现脊髓或血管损伤,1 例患者出现内固定松动。总之,对于合并椎弓根发育畸形、HRVA、骨质疏松及常规固定方式失败的患者,合理选择组合式固定治疗是安全有效的,但其生物力学特点和远期疗效仍需进一步研究。

4 小 结

枢椎结构复杂,周围分布着重要的血管、神经,手术难度大、风险高。当存在 HRVA 时,传统的枢椎后路经关节螺钉固定和椎弓根螺钉固定损伤椎动脉的风险较高,可选择椎板螺钉固定、峡部螺钉固定、棘突螺钉固定或多种固定方式结合的组合式固定作为替代,具体的内固定方式需结合病变部位、椎体形态和血管走行等因素共同决定。此外,3D 打印、计算机辅助导航技术等新技术也有助于提高枢椎后路内固定手术的精确性和安全性。

参考文献

- [1] CHEN Q, BRAHIMAJ B C, KHANNA R, et al. Posterior atlantoaxial fusion: a comprehensive review of surgical techniques and relevant vascular anomalies[J]. J Spine Surg, 2020, 6(1): 164 - 180.
- [2] BUNMAPRASERT T, TRIRATTANAPIKUL V, SUGANDHAVE-SA N, et al. Reducible nonunited type II odontoid fracture with atlantoaxial instability: outcomes of two different fixation techniques[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(15): 7990.
- [3] TAN K A, LIN S, CHIN B Z, et al. Anatomic techniques for cervical pedicle screw placement[J]. J Spine Surg, 2020, 6(1): 262 - 273.
- [4] LI T, YIN Y H, QIAO G Y, et al. Three-dimensional evaluation and classification of the anatomy variations of vertebral artery at the craniovertebral junction in 120 patients of basilar invagination and atlas occipitalization[J]. Oper Neurosurg(Hagerstown), 2019, 17(6): 594 - 602.

- [5] TAN L A, KASLIWAL M K, GERARD C S, et al. Surgical considerations in posterior C1-2 instrumentation in the presence of vertebral artery anomalies: case illustration and review of literature[J]. Br J Neurosurg, 2019, 33(4): 422 – 424.
- [6] KLEPINOWSKI T, PALA B, CEMBIK J, et al. Prevalence of high-riding vertebral artery: a meta-analysis of the anatomical variant affecting choice of craniocervical fusion method and its outcome [J]. World Neurosurg, 2020, 143: e474 – e481.
- [7] 王建华, 尹庆水, 夏虹, 等. 枢椎椎动脉孔解剖分型与椎弓根置钉关系的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(9): 677 – 680.
- [8] KLEPINOWSKI T, ZYLKA N, PALA B, et al. Prevalence of high-riding vertebral arteries and narrow C2 pedicles among central-european population: a computed tomography-based study[J]. Neurosurg Rev, 2021, 44(6): 3277 – 3282.
- [9] KOTHARI M K, DALVIE S S, GUPTA S, et al. The C2 pedicle width, pars length, and laminar thickness in concurrent ipsilateral ponticulus posticus and high-riding vertebral artery: a radiological computed tomography scan-based study[J]. Asian Spine J, 2019, 13(2): 290 – 295.
- [10] 黄学良, 朱双芳, 林雨聪, 等. 三维重建 CT 血管造影在 C1-2 水平椎动脉变异诊断中的价值[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(4): 315 – 319.
- [11] BLOCH O, HOLLY LT, PARK J, et al. Effect of frameless stereotaxy on the accuracy of C1-2 transarticular screw placement[J]. J Neurosurg, 2001, 95(1 Suppl): 74 – 79.
- [12] LEE S H, PARK D H, KIM S D, et al. Analysis of 3-dimensional course of the intra-axial vertebral artery for C2 pedicle screw trajectory: a computed tomographic study [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2014, 39(17): E1010 – E1014.
- [13] MAGERL F, SEEMANN P S. Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation[M]. Vienna: Springer, 1987: 322 – 327.
- [14] YEOM J S, BUCHOWSKI J M, KIM H J, et al. Risk of vertebral artery injury: comparison between C1 – C2 transarticular and C2 pedicle screws [J]. Spine J, 2013, 13(7): 775 – 785.
- [15] 黄觅, 李晓兰, 郭亮, 等. 基于 CTA 多平面重建对后路寰枢椎经关节螺钉与枢椎椎弓根螺钉固定术的安全性比较[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19(2): 136 – 139.
- [16] 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.
- [17] LEE J H, JAHNG T A, CHUNG C K. C1-2 transarticular screw fixation in high-riding vertebral artery: suggestion of new trajectory [J]. J Spinal Disord Tech, 2007, 20(7): 499 – 504.
- [18] NEO M, MATSUSHITA M, IWASHITA Y, et al. Atlantoaxial transarticular screw fixation for a high-riding vertebral artery[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2003, 28(7): 666 – 670.
- [19] GOEL A, LAHERI V. Plate and screw fixation for atlantoaxial subluxation [J]. Acta Neurochir (Wien), 1994, 129(1–2): 47 – 53.
- [20] ZHANG L, WANG H. Biomechanical effects of lateral inclination C1 and C2 pedicle screws on atlantoaxial fixation[J]. Orthop Surg, 2021, 13(7): 2027 – 2033.
- [21] AZIMI P, YAZDANIAN T, BENZEL E C, et al. Accuracy and safety of C2 pedicle or pars screw placement: a systematic review and meta-analysis [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15(1): 272.
- [22] PRAGASH V, DOURAISWAMI B, SUBRAMANI S. Axis vertebral dimensions for safe screw placement: a CT normative data analysis[J]. J Clin Orthop Trauma, 2020, 11(5): 871 – 875.
- [23] 田野, 张嘉男, 陈浩, 等. 3D 打印导板辅助椎动脉高跨患者 C2 椎弓根螺钉置入的临床研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2020, 30(4): 323 – 330.
- [24] MAHESH B, UPENDRA B, RAGHAVENDRA R. Acceptable errors with evaluation of 577 cervical pedicle screw placements[J]. Eur Spine J, 2020, 29(5): 1043 – 1051.
- [25] WRIGHT N M. Posterior C2 fixation using bilateral, crossing C2 laminar screws: case series and technical note [J]. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(2): 158 – 162.
- [26] MA X Y, YIN Q S, WU Z H, et al. C2 anatomy and dimensions relative to translaminar screw placement in an Asian population[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2010, 35(6): 704 – 708.
- [27] WANG Y, WANG C, YAN M. Clinical outcomes of atlantoaxial dislocation combined with high-riding vertebral artery using C2 translaminar screws [J]. World Neurosurg, 2019, 122: e1511 – e1518.
- [28] TSUJI T, CHIBA K, HORIUCHI Y, et al. Atlantoaxial stabilization using C1 and C2 laminar screw fixation [J]. Asian Spine J, 2017, 11(2): 314 – 318.
- [29] 董自强, 赵改平, 毕厚海, 等. 伴椎动脉高跨的 II 型齿状突骨折后路寰枢椎固定术的有限元分析[J]. 中国生物医学工程学报, 2020, 39(4): 459 – 465.
- [30] HUANG J, WANG X, NIE Q, et al. A novel construct incorporating C2 unilateral pedicle and contralateral translaminar

- screws for occipitocervical internal fixation: an in vitro biomechanical study [J]. *World Neurosurg*, 2021, 149: e1166 – e1173.
- [31] 周树一, 李豪杰, 王扬, 等. 上颈椎后路内固定技术的研究进展 [J]. *中医正骨*, 2020, 32(11): 24 – 28.
- [32] CHEN Q, BRAHIMAJ B C, KHANNA R, et al. Posterior atlantoaxial fusion: a comprehensive review of surgical techniques and relevant vascular anomalies [J]. *J Spine Surg*, 2020, 6(1): 164 – 180.
- [33] SHAO M, DAI Y, ZHU W, et al. Bicortical short C2 pars screw fixation for high-riding vertebral artery provided sufficient biomechanical stability: a finite element study [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2022, 47(4): 369 – 375.
- [34] SCHLEICHER P, ONAL M B, HEMBERGER F, et al. The C2-pars interarticularis screw as an alternative in atlantoaxial stabilization. A biomechanical comparison of established techniques [J]. *Turk Neurosurg*, 2018, 28(6): 995 – 1004.
- [35] SAI KIRAN N A, SIVARAJU L, VIDYASAGAR K, et al. Safety and accuracy of anatomic and lateral fluoroscopic-guided placement of C2 pars/pedicle screws and C1 lateral mass screws, and freehand placement of C2 laminar screws [J]. *World Neurosurg*, 2018, 118: e304 – e315.
- [36] DOU N, LEHRMAN J N, NEWCOMB A, et al. A novel C2 screw trajectory: preliminary anatomic feasibility and biomechanical comparison [J]. *World Neurosurg*, 2018, 113: e93 – e100.
- [37] 刘观斌, 徐荣明, 马维虎, 等. 枢椎棘突螺钉与椎弓根螺钉固定的生物力学拔出比较 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2012, 14(4): 318 – 320.
- [38] NAGATA K, BABA S, CHIKUDA H, et al. Use of C2 spinous process screw for posterior cervical fixation as substitute for laminar screw in a patient with thin laminae [J]. *BMJ Case Rep*, 2013, 2013: bcr2013009889.
- [39] LIU G, LI Q, SHENG F, et al. Outcomes of occipitocervical fixation using a spinous process screw in C2 as a third anchor point for occipitocervical fixation: a case presentation [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1): 307.
- [40] WONG T S, ABDUL RASHID M L, HASAN M S, et al. C1 – C2 fusion with absence of C1 posterior arch and presence of C2 high-riding vertebral artery: is it possible? [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2019, 27(2): 2309499019840763.
- [41] WANG S, TIAN Y, DIEBO B G, et al. Treatment of atlantoaxial dislocations among patients with cervical osseous or vascular abnormalities utilizing hybrid techniques [J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 29(2): 135 – 143.
- [42] 王圣林, 田英轮, 许南方, 等. 颈椎后路“组合式”内固定治疗寰枢关节不稳或脱位的临床疗效 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30(4): 338 – 345.

(收稿日期: 2022-05-30 本文编辑: 李晓乐)

(上接第 14 页)

参考文献

- [1] 中华外科杂志编辑部. 颈椎病的分型、诊断及非手术治疗专家共识 (2018) [J]. *中华外科杂志*, 2018, 56(6): 401 – 402.
- [2] 詹红生. 颈椎相关疾病手法诊疗及研究中的若干问题探讨 [J]. *中医正骨*, 2018, 30(3): 1 – 3.
- [3] 李灿东, 方朝义. 中医诊断学 [M]. 北京: 中国中医药出版社, 2021: 104 – 127.
- [4] 颜建军, 李东旭, 郭睿, 等. 基于深度学习和随机森林的齿痕舌分类研究 [J]. *中华中医药学刊*, 2022, 40(2): 19 – 22.
- [5] 江智泉, 周作建, 鲍剑洋, 等. 人工智能背景下的中医舌诊客观化研究概述 [J]. *计算机时代*, 2022, 355(1): 1 – 4.
- [6] 郭仪, 许斌, 胡楠. 人工智能在辅助中医临床领域的研究现状与展望 [J]. *中华中医药学刊*, 2021, 39(6): 76 – 78.
- [7] 孙忠人, 游小晴, 韩其琛, 等. 人工智能在中医药领域的应用进展及现状思考 [J]. *世界科学技术 – 中医药现代化*, 2021, 23(6): 1803 – 1811.
- [8] 李军, 胡晓娟, 周昌乐, 等. 基于随机森林算法的糖尿病舌象特征分析和诊断模型研究 [J]. *中华中医药杂志*, 2022, 37(3): 1639 – 1643.
- [9] BLANPIED P R, GROSS A R, ELLIOTT J M, et al. Neck pain: revision 2017 [J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 2017, 47(7): A1 – A83.
- [10] COHEN S P, HOOTEN W M. Advances in the diagnosis and management of neck pain [J]. *BMJ*, 2017, 358: j3221.
- [11] 中医康复临床实践指南·项痹 (颈椎病) 制定工作组. 中医康复临床实践指南·项痹 (颈椎病) [J]. *康复学报*, 2020, 30(5): 337 – 342.
- [12] 詹红生, 冷向阳, 谭明生. 中医骨伤科学 [M]. 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2021: 311.
- [13] 灵枢经 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 45 – 48.

(收稿日期: 2022-06-12 本文编辑: 李晓乐)