

· 综述 ·

## 旋转性椎动脉闭塞综合征的研究进展<sup>△</sup>

黄帅豪, 段琪飞, 庄见雄, 昌耘冰\*

(广东省人民医院脊柱外科, 广东广州 510080)

**摘要:** 旋转性椎动脉闭塞综合征 (rotational occlusion of the vertebral artery, ROVA) 是一种因头颈旋转或后伸时椎动脉受到机械性压迫导致椎基底动脉供血不足进而出现的罕见症状综合征。其病因复杂且症状容易与心脑血管等疾病相混淆, 所以临床上容易误诊, 甚至漏诊。该病早期主要以一过性的体位性眩晕为主要临床表现, 但如果处理不及时, 晚期可能会导致后循环卒中等严重并发症。目前对该病尚认识不足, 现就 ROVA 的病因、诊断和治疗进行综述, 以提高临床医师对 ROVA 的认识。

**关键词:** 旋转性, 椎动脉闭塞综合征, 猎人弓综合征, 猎人弓中风

**中图分类号:** R687      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 13-1193-05

**Research progress in rotational occlusion of the vertebral artery // HUANG Shuai-hao, DUAN Qi-fei, ZHUANG Jian-xiong, CHANG Yun-bing. Department of Spinal Surgery, People's Hospital of Guangdong Province, Guangzhou 510080, China**

**Abstract:** Rotational occlusion of the vertebral artery (ROVA) is a rare syndrome, in which vertebrobasilar artery insufficiency occurs due to mechanical compression of the vertebral artery during rotation or extension of the head and neck. This condition has complex etiology and is prone to be confused with cardiovascular and cerebrovascular diseases, leading to delay diagnosis or even misdiagnosis. Transient positional vertigo is the main clinical manifestation in the early stage of the disease, if not treated on time, serious complications such as posterior circulation stroke may occurred at the late stage. At present, the understanding of this disease is not enough to orthopaedic clinician. This article reviews the etiology, diagnosis and treatment of ROVA to improve the recognition of ROVA in clinical setting.

**Key words:** rotational, occlusion of the vertebral artery, Bow Hunter's syndrome, Bow Hunter's stroke, review

旋转性椎动脉闭塞综合征 (rotational occlusion of the vertebral artery, ROVA) 又称猎人弓综合征 (Bow Hunter's syndrome, BHS) 或猎人弓中风 (Bow Hunter's stroke), 是指患者在旋转或后伸头颈部时椎动脉受压迫或闭塞所引起的椎基底动脉循环缺血或梗塞的一类症状性综合征。1957年 Tissington Tatlow 和 Bammer<sup>[1]</sup> 通过尸检发现, 头部旋转时椎动脉受压迫, 进而引起椎基底动脉供血不足, 从而提出该机制可能引起头晕。然而, BHS 概念最早于 1978年 Sorensen<sup>[2]</sup> 通过报道 1例在练习射箭时发生小脑后下动脉 (Wallenberg) 综合征而提出。最初该概念主要用于 C<sub>1</sub>~C<sub>2</sub> 节段椎动脉受累的患者, 后来沿用 BHS 描述椎动脉全程任意节段受累的患者。随着对该病认识的不断深入, 越来越多学者建议临床上使用 ROVA 进行描述更为恰当。虽然如此, 但是临床上 ROVA 病例罕

见, 对其的探讨多来源于个案报道或小样本病例复习, 目前暂无该类疾病的诊断与治疗的指南。

### 1 流行病学特征

ROVA 可以覆盖所有年龄段, 但受累人群多数是 50~70 岁的男性患者, 多数合并糖尿病、高血压病、冠心病、高脂血症等<sup>[3]</sup>。Choi 等<sup>[4]</sup> 对 3 个医疗中心共 21 例 ROVA 患者进行统计分析, 平均年龄 58.7 岁, 男女比例为 13:8。Zaidi 等<sup>[5]</sup> 分析 14 例 ROVA 患者, 平均年龄 58.3 岁, 男性占比 54.5%。Rastogi 等<sup>[6]</sup> 进行文献综述, 共纳入 153 例患者, 平均年龄 53 岁, 男女比例约为 2:1。Jost 和 Dailey 等<sup>[7]</sup> 分析了 126 例 ROVA 患者, 包括 2 例儿童, 3 例青少年和 121 例成人, 诊断时的平均年龄为 (57±11) 岁, 男女

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.13.09

△基金项目:广州市科技计划项目(编号:202103000053)

作者简介:黄帅豪,住院医师,博士,研究方向:脊柱外科,(电话)15800039832,(电子信箱)55162056@qq.com

\*通信作者:昌耘冰,(电话)13808841600,(电子信箱)changyunbing@126.com

比例约为2:1。Schulz等<sup>[8]</sup>对194例患者进行报道,指出ROVA好发于50~70岁,男性发生率略高于女性。由于报道的样本相对较小,未来需要进一步研究以获取有关ROVA流行病学的更多信息。

## 2 病因与病理机制

ROVA发生的根本原因是旋转或后伸头颈部时椎动脉受压迫或闭塞,造成椎基底动脉循环缺血,从而引起一系列临床症状<sup>[4]</sup>。椎动脉起自锁骨下动脉第一段上壁,发出后穿C<sub>6</sub>~C<sub>1</sub>横突孔,经寰椎侧块后上方动脉沟向内侧弯曲,穿枕骨大孔硬脑膜进入颅腔,在脑桥下缘,与对侧椎动脉联合形成基底动脉供应大脑、小脑、脑干<sup>[9, 10]</sup>。一般情况下,如果双侧椎动脉发育完好、管壁光滑、走行正常,即使一侧椎动脉受压,对侧椎动脉也可代偿性供血。但如果一侧椎动脉存在异常,头颈部旋转时压迫对侧优势椎动脉,因存在先天性畸形、机械性压迫、粥样动脉硬化性闭塞等异常情况的椎动脉不能提供足够的循环代偿,就会引起椎基底动脉缺血的表现<sup>[4, 6]</sup>。Miele<sup>[11]</sup>对1例48岁男性患者进行病例分析,发现其右侧椎动脉孔发育性狭窄,左侧椎动脉孔较右侧宽大,左侧椎动脉为该患者优势椎动脉,在左转头部时因左侧椎动脉被骨赘压迫,而右侧椎动脉不能提供足够的循环代偿,导致出现了椎基底动脉系统缺血症状。Jost等<sup>[7]</sup>报道了1例以左侧椎动脉为优势椎动脉的55岁男性患者,因C<sub>6/7</sub>节段椎间盘向左侧椎间孔突出压迫优势椎动脉,而右侧椎动脉不能提供足够的循环代偿,出现晕厥和视野模糊等症状。Montano等<sup>[12]</sup>报道1名右侧椎动脉发育不良的79岁女性患者,因旋转颈部时C<sub>4</sub>~C<sub>5</sub>骨赘压迫左侧优势椎动脉导致ROVA的发生。一般情况下ROVA以优势椎动脉受累多见,但也有非优势椎动脉受累导致ROVA的报道<sup>[13]</sup>。

骨赘、颈椎病、椎间盘突出、弥漫性特发性骨肥厚症、椎动脉畸形、软组织增生、肿瘤等多种因素都可导致ROVA的发生,但骨赘是最常见的病因,并且以左侧椎动脉受累多见,其次为右侧椎动脉,双侧受累较少见。之所以左侧椎动脉受累更常见是因为大约有50%的人群是以左侧椎动脉为优势椎动脉、而只有25%的人群以右侧椎动脉为优势椎动脉<sup>[6, 14]</sup>。Zaidi等<sup>[5]</sup>分析了14例ROVA患者,其中72.7%为左侧椎动脉受累,27.3%为右侧椎动脉受累。Rastogi等<sup>[6]</sup>报道在153例ROVA患者中,左侧椎动脉受累

80例,右侧椎动脉受累56例。对于ROVA患者,如果病因持续存在并反复作用,可引发脑梗塞。虽然目前具体的机制仍不清楚,但有学者分析可能发生的机制包括血流动力学异常的低灌注、椎动脉血管壁反复被挤压而导致椎动脉内皮细胞损害,继发局部血栓形成或栓子脱落后所造成的栓塞性脑梗塞等<sup>[4, 5, 15-18]</sup>。

## 3 临床分型

根据压迫的原因,ROVA分为原发性和继发性。前者主要包括:韧带肌肉肥厚、椎动脉周围骨赘、钩椎关节不稳、特发性骨质增生、椎动脉结构异常、椎间盘突出和先天发育异常等<sup>[4-7, 16]</sup>。后者常见于血管手术并发症、外伤所致血管损伤、头颈部手术后瘢痕压迫等<sup>[19-22]</sup>。根据患者被确诊时的年龄,ROVA分为儿童型、青少年型以及成年型<sup>[16]</sup>。儿童患者中,最常见的病因是先天性枕颈部畸形、椎动脉发育异常等<sup>[23, 24]</sup>。枕骨髁骨刺、骨样骨瘤、椎动脉异常旁路等多见于青少年患者<sup>[25]</sup>。成年患者的病因与原发性ROVA类似<sup>[26]</sup>,通常由骨赘压迫VA所引起<sup>[4, 8, 12, 27]</sup>。根据压迫部位,ROVA分为上颈椎型、下颈椎型以及混合型<sup>[1, 16]</sup>。压迫部位在C<sub>2</sub>及以上水平为上颈椎型ROVA,可能发生于枕骨C<sub>1</sub>后弓融合、寰枢椎小关节肥大、寰枢椎侵袭性类风湿性关节炎、寰枕膜骨化或增厚、硬脑膜折叠等<sup>[28-30]</sup>。压迫部位在C<sub>2</sub>以下水平为下颈椎型ROVA,常见肥大增生的钩椎关节、侧方颈椎间盘突出症等<sup>[11, 31]</sup>。压迫部位一侧在C<sub>2</sub>及以上水平,一侧在C<sub>2</sub>以下水平,称为混合型ROVA<sup>[16, 32, 33]</sup>。有学者认为ROVA最常出现在C<sub>2</sub>或以上节段<sup>[6]</sup>。然而,部分学者发现下颈椎是更常见受累的节段<sup>[7]</sup>。

## 4 临床表现

症状常表现为间歇性头晕、晕厥、眩晕、恶心、呕吐、视力障碍、眼球震颤等。如致压因素持续存在可引起栓塞性脑梗塞,症状加重可出现共济失调、言语困难、吞咽障碍、偏盲、意识障碍等<sup>[5, 7, 31]</sup>。上述症状通常在头颈部转向一侧或后伸时诱发,回到中立位时迅速缓解。Choi等<sup>[4]</sup>分析21例患者,100%出现头晕,38%出现耳鸣,28%出现昏厥,19%出现视力障碍。Rastogi等<sup>[6]</sup>回顾分析153名患者,头晕症状及眩晕患者分别只占28%和26%。Zaidi等<sup>[5]</sup>报道

14例患者，最常见的症状为晕厥/晕厥前症状(54.5%)，其他症状包括眩晕(36.7%)、复视(18.2%)、头痛(9.1%)和感觉异常(9.1%)。Jost和Dailey等<sup>[7]</sup>对126例患者进行报道，发现最常见的症状为晕厥/晕厥前症状，其次是猝倒发作、头晕和视力障碍，少部分患者可出现耳鸣、恶心、肩痛、偏瘫和麻木等。除以上比较常见的症状外，国内外也有文献对ROVA合并一些罕见症状进行报道<sup>[34, 35]</sup>。吴璠等<sup>[34]</sup>报道了1例先天性双侧ROVA合并癫痫的29岁男性患者，该患者CT三维重建和CTA显示颈椎存在先天性骨质融合，双侧椎动脉C<sub>1</sub>~C<sub>2</sub>段机械性闭塞，因在转头时使闭塞的椎动脉进一步狭窄导致后循环供血不足出现猎人弓综合征类似的临床症状，缺血又进一步导致脑代谢、电解质紊乱，导致神经元损伤和处于兴奋状态，从而引发异常放电，出现类似癫痫的抽搐症状，患者发作时脑电图异常放电较无症状时增加，进一步支持了这一观点。然而作者认为，转动或后伸头颈部时出现上述类似症状并非ROVA所特有，这给临床诊断增加难度，需要注意鉴别。心脑血管疾病、颈动脉狭窄、前庭疾病、耳石症、低血糖反应、贫血等疾病也会出现体位性的头晕、晕厥。另外需要重点鉴别的是椎动脉型颈椎病，后者更加强调的是颈椎退行性变如钩椎关节增生、椎间盘变性突出、侧块小关节骨赘形成、横突孔狭窄等的基础上，椎动脉受压迫、牵拉，引起管腔的痉挛或狭窄，导致出现头痛、头晕、耳鸣、视力下降等后循环缺血表现，症状受体位性因素影响较少且一般持续时间较长<sup>[36, 37]</sup>。常规的头颈部影像学检查等可明确诊断。典型的ROVA更强调的是症状在头颈部转向一侧时被诱发，恢复到中立位时症状缓解。相比之下，ROVA病因更具有复杂性。

## 5 检查与诊断

关于ROVA的检查与诊断，目前无指南或大宗病例报告作出明确的推荐。颈椎X线片可提示颈椎增生退变、骨结构异常、关节不稳等，与ECT、神经电生理、脑血流成像等检查作用相似，对ROVA诊断有辅助意义<sup>[4, 14, 16, 29, 38]</sup>。颅内外血管超声具有便捷、无创、实时的优势，可用于术前评估、术中监测和术后复查，但学习曲线较长而且诊断的准确性依赖于超声科医生的个人水平<sup>[6, 39]</sup>。头颈部CT/CTA及MR/MRA等可用于ROVA的辅助诊断，不仅可以显示脑实质病灶，还可以评估病变血管及其与周围毗邻

组织结构的关系<sup>[5, 8, 16]</sup>。动态DSA(包括中立位及旋转位)是ROVA诊断的金标准<sup>[1, 4-8, 27, 40]</sup>。强调动态，是因为多数ROVA患者在头颈部中立位时责任血管的充盈、流量、流速呈现正常的状态，只有在旋转头颈部时，方可显示血管的异常情况、具体受压部位、后循环血流量等。作者认为，临床上ROVA的诊断不仅依据临床症状、体征以及血管检查结果，还要结合头部转动或后伸时所诱发的神经功能改变、责任血管的情况以及血流动力学改变。需要注意的是，患者转动头颈部时可能诱发后循环缺血甚至脑梗死，操作前必须进行风险告知并准备好应对措施。

## 6 治疗方法

ROVA一旦确诊，需要选择合适的治疗方案及时治疗。目前文献报道ROVA的治疗经验多数基于有限的个案报道，暂未有标准的治疗方案。目前治疗手段主要包括保守治疗、外科手术、血管介入。保守治疗方案包括避免头颈部转动、佩戴颈托以及使用抗凝或抗血小板药物。Choi等<sup>[4]</sup>分析21例患者，其中19例进行保守治疗，平均随访37.5个月，其中4例症状加重，其余未见症状加重或脑梗塞发生。虽然该研究样本量少，但提示保守治疗对于ROVA患者可能是有效且安全的。然而，多数学者认为虽然保守治疗的副作用少，但多数患者依从性较差，治疗效果不理想、复发率高甚至症状加重，需要转为外科手术治疗<sup>[5-8]</sup>。外科治疗手段包括单纯椎动脉减压术、颈椎固定融合术以及椎动脉减压合并颈椎责任节段融合术。有研究证明，以上3种手术方式均能取得良好的临床效果<sup>[7, 8, 16]</sup>。需要强调的是，手术方式、入路的选择需要综合考虑患者身体情况、病因及致病机制、潜在风险及并发症、外科医生的手术技巧以及对局部解剖结构的熟悉程度等。血管介入治疗相对外科手术虽然创伤少并能保留颈椎的活动度，但其适应症严格、技术要求高，且应用于ROVA的经验基本来自于病例报道<sup>[40-42]</sup>。

综上所述，ROVA临床上罕见，好发于50~70岁男性患者。主要特征是旋转或后伸头颈部时出现椎基底动脉循环缺血的临床表现。长期持续发展可导致致命性的后果，影像学检查有助于诊断，并提供有效的鉴别诊断信息。动态DSA检查是明确诊断的金标准。一旦确诊，根据具体的临床情况，选择合适的治疗策略。当保守治疗效果不满意的时候，应及时考虑针对性和有效性俱佳的手术方式。



参考文献

- [1] Tissington Tatlow WF, Bammer HG. Syndrome of vertebral artery compression [J]. *Neurology*, 1957, 7 (5) : 331-340.
- [2] Sorensen BF. Bow hunter's stroke [J]. *Neurosurgery*, 1978, 2 (3) : 259-261.
- [3] 吴秀美, 王健, 王玉洁, 等. 猎人弓综合征研究进展 [J]. *中华老年心血管病杂志*, 2019, 21 (3) : 331-333.
- [4] Choi KD, Choi JH, Kim JS, et al. Rotational vertebral artery occlusion: mechanisms and long-term outcome [J]. *Stroke*, 2013, 44 (7) : 1817-1824.
- [5] Zaidi HA, Albuquerque FC, Chowdhry SA, et al. Diagnosis and management of bow hunter's syndrome: 15-year experience at barrow neurological institute [J]. *World Neurosurg*, 2014, 82 (5) : 733-738.
- [6] Rastogi V, Rawls A, Moore O, et al. Rare etiology of Bow Hunter's syndrome and systematic review of literature [J]. *J Vasc Interv Neurol*, 2015, 8 (3) : 7-16.
- [7] Jost GF, Dailey AT. Bow hunter's syndrome revisited: 2 new cases and literature review of 124 cases [J]. *Neurosurg Focus*, 2015, 38 (4) : E7.
- [8] Schulz R, Donoso R, Weissman K. Rotational vertebral artery occlusion ("Bow Hunter syndrome") [J]. *Eur Spine J*, 2021, 30 (6) : 1440-1450.
- [9] 阎明, 王超, 王圣林. 正常椎动脉解剖特点及其变异概况 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22 (2) : 171-174.
- [10] 韩伟, 宋沛松, 齐伟力, 等. 颈椎手术椎动脉误伤的预防及对策 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2005, 13 (11) : 807-810.
- [11] Miele VJ, France JC, Rosen CL. Subaxial positional vertebral artery occlusion corrected by decompression and fusion [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33 (11) : E366-370.
- [12] Montano M, Alman K, Smith MJ, et al. Bow Hunter's syndrome: a rare cause of vertebrobasilar insufficiency [J]. *Radiol Case Rep*, 2021, 16 (4) : 867-870.
- [13] Di Stefano V, Colasurdo M, Onofrij M, et al. Recurrent stereotyped TIAs: atypical Bow Hunter's syndrome due to compression of non-dominant vertebral artery terminating in PICA [J]. *Neurol Sci*, 2020, 41 (7) : 1941-1944.
- [14] Cloud GC, Markus HS. Diagnosis and management of vertebral artery stenosis [J]. *QJM*, 2003, 96 (1) : 27-54.
- [15] Saito K, Hirano M, Taoka T, et al. Artery-to-artery embolism with a mobile mural thrombus due to rotational vertebral artery occlusion [J]. *J Neuroimaging*, 2010, 20 (3) : 284-286.
- [16] Duan G, Xu J, Shi J, et al. Advances in the pathogenesis, diagnosis and treatment of Bow Hunter's syndrome: a comprehensive review of the literature [J]. *Interv Neurol*, 2016, 5 (1-2) : 29-38.
- [17] 薛素芳, 石海艳, 杜祥颖, 等. 旋转性椎动脉闭塞综合征致反复后循环梗死一例 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2019, 16 (8) : 423-425.
- [18] 端光鑫, 徐加平, 杜文秀, 等. 猎人弓综合征致小脑梗死一例 [J]. *中华神经科杂志*, 2016, 49 (8) : 649-650.
- [19] Ikeda DS, Vilelli N, Shaw A, et al. Bow hunter's syndrome unmasked after contralateral vertebral artery sacrifice for aneurysmal subarachnoid hemorrhage [J]. *J Clin Neurosci*, 2014, 21 (6) : 1044-1046.
- [20] Kan P, Yashar P, Langer DJ, et al. Posterior inferior cerebellar artery to posterior inferior cerebellar artery in situ bypass for the treatment of Bow Hunter's-type dynamic ischemia in holovertebral dissection [J]. *World Neurosurg*, 2012, 78 (5) : 553 e15-17.
- [21] Kitahara H, Takeda T, Akasaka K, et al. Bow Hunter syndrome elicited by vertebral arterial occlusion after total arch replacement [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2017, 24 (5) : 806-808.
- [22] Anene-Maidoh TI, Vega RA, Fautheree GL, et al. An unusual case of pediatric bow hunter's stroke [J]. *Surg Neurol Int*, 2013, 4 : 148.
- [23] Cornelius JF, George B, Oka DN, et al. Bow-hunter's syndrome caused by dynamic vertebral artery stenosis at the craniocervical junction—a management algorithm based on a systematic review and a clinical series [J]. *Neurosurgical Review*, 2012, 35 (1) : 127-135.
- [24] Lu DC, Zador Z, Mummaneni PV, et al. Rotational vertebral artery occlusion—series of 9 cases [J]. *Neurosurgery*, 2010, 67 (4) : 1066-1072.
- [25] Saito K, Hirano M, Taoka T, et al. Juvenile Bow Hunter's Stroke without Hemodynamic Changes [J]. *Clin Med Insights Case Rep*, 2010, 3 : 1-4.
- [26] Sakamoto Y, Kimura K, Iguchi Y, et al. An embolic Bow Hunter's stroke associated with anomaly of cervical spine [J]. *Neurology*, 2011, 77 (14) : 1403-1404.
- [27] Bulsara KR, Velez DA, Villavicencio A. Rotational vertebral artery insufficiency resulting from cervical spondylosis: case report and review of the literature [J]. *Surg Neurol*, 2006, 65 (6) : 625-627.
- [28] Puca A, Scogna A, Rollo M. Craniovertebral junction malformation and rotational occlusion of the vertebral artery [J]. *Br J Neurosurg*, 2000, 14 (4) : 361-364.
- [29] Chough CK, Cheng BC, Weich WC, et al. Bow Hunter's stroke caused by a severe facet hypertrophy of C1-2 [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2010, 47 (2) : 134-136.
- [30] Sarkar J, Wolfe SQ, Ching BH, et al. Bow hunter's syndrome causing vertebrobasilar insufficiency in a young man with neck muscle hypertrophy [J]. *Ann Vasc Surg*, 2014, 28 (4) : 1032.e1-1032.e10.
- [31] Vates GE, Wang KC, Bonovich D, et al. Bow hunter stroke caused by cervical disc herniation. Case report [J]. *J Neurosurg*, 2002, 96 (1 Suppl) : 90-93.
- [32] Toluian T, Volterra D, Gioppo A, et al. Bow Hunter's syndrome: an unusual case of bilateral dynamic occlusion of vertebral arteries [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2021, 92 (10) : 1131-1132.
- [33] Healy AT, Lee BS, Walsh K, et al. Bow hunter's syndrome secondary to bilateral dynamic vertebral artery compression [J]. *J Clin Neurosci*, 2015, 22 (1) : 209-212.
- [34] 吴璠, 朱明勤, 柴亚婷, 等. 双侧猎人弓综合征合并癫痫一例 [J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52 (9) : 758-761.
- [35] Albertson AJ, Kummer TT. Bilateral Bow Hunter's syndrome mim-

- icking a classic seizure semiology [J]. Neurocrit Care, 2018, 29 (1): 105-109.
- [36] 王峰, 张佐伦, 刘立成, 等. 颈性眩晕的病因及其治疗 [J]. 中国矫形外科杂志, 2002, 9 (2): 149-151.
- [37] 何阿祥, 谢栋, 蔡晓敏, 等. 伴颈性眩晕颈椎病手术治疗 [J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24 (21): 1927-1931.
- [38] Park JH, Ihn YK, Hong JT. Significance of provocative perfusion computed tomography for evaluation of Bow Hunter syndrome [J]. World Neurosurg, 2019, 121: 1-3.
- [39] Horowitz M, Jovin T, Balzar J, et al. Bow Hunter's syndrome in the setting of contralateral vertebral artery stenosis: evaluation and treatment options [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27 (23): E495-498.
- [40] Ng S, Boetto J, Favier V, et al. Bow Hunter's syndrome: surgical vertebral artery decompression guided by dynamic intraoperative angiography [J]. World Neurosurg, 2018, 118: 290-295.
- [41] Sugi K, Agari T, Tokunaga K, et al. Endovascular treatment for Bow Hunter's syndrome: case report [J]. Minim Invasive Neurosurg, 2009, 52 (4): 193-195.
- [42] Darkhabani MZ, Thompson MC, Lazzaro MA, et al. Vertebral artery stenting for the treatment of Bow Hunter's syndrome: report of 4 cases [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2012, 21 (8): 908 e1-5.
- (收稿:2021-09-01 修回:2021-12-20)  
(同行评议专家: 孙永生 黄 勇)  
(本文编辑: 宁 桦)

(上接 1192 页)

- [36] 赖玉珠, 吕辉照, 赵枫, 等. 骨水泥强化 Y-STRUT 内固定治疗骨质疏松性股骨颈隐匿骨折 [J]. 中国矫形外科杂志, 2018, 26 (18): 1714-1718.
- [37] Hofmann-Fliri L, Nicolino TI, Barla J, et al. Cement augmentation of implants--no general cure in osteoporotic fracture treatment. A biomechanical study on non-displaced femoral neck fractures [J]. J Orthop Res, 2016, 34 (2): 314-319.
- [38] Knoke M, Bettag S, Kammerlander C, et al. Is bone-cement augmentation of screw-anchor fixation systems superior in unstable femoral neck fractures? A biomechanical cadaveric study [J]. Injury, 2019, 50 (2): 292-300.
- [39] Kim JW, Park SW, Kim YB, et al. The effect of postoperative use of teriparatide reducing screw loosening in osteoporotic patients [J]. J Korean Neurosurg Soc, 2018, 61 (4): 494-502.
- (收稿:2021-11-01 修回:2022-01-10)  
(同行评议专家: 舒衡生 李瑞华)  
(本文编辑: 宁 桦)