

# 小脑后下动脉延髓段动脉瘤的血管内介入治疗 9 例

周高峰<sup>1</sup>, 杨斌<sup>1</sup>, 罗晗<sup>1</sup>, 袁小霞<sup>2</sup>, 李吻<sup>1</sup>

1. 苏州大学附属第一医院神经外科, 江苏 苏州, 215006; 2. 苏州大学附属第一医院神经内科, 江苏 苏州, 215006

通信作者: 李吻, E-mail: liwenguan@163.com

**【摘要】** 目的 探讨血管内介入治疗小脑后下动脉延髓段动脉瘤的安全性及有效性。方法 回顾性分析 2014 年 1 月—2024 年 4 月苏州大学附属第一医院神经外科收治的 9 例血管内介入治疗的小脑后下动脉延髓段动脉瘤患者的临床资料、影像学特征及介入治疗方案。所有患者均经 CT 血管造影 (CTA) 或脑血管造影明确小脑后下动脉延髓段动脉瘤, 患者均采用血管内介入治疗, 其中单纯弹簧圈栓塞 3 例, 支架辅助弹簧圈栓塞 2 例, 单纯支架置入 1 例, 闭塞动脉瘤及载瘤动脉 3 例。结果 9 例患者中, 未破裂动脉瘤 2 例, 破裂动脉瘤 7 例, 其中 Hunt Hess 分级: 0 级 2 例, I 级 2 例, II 级 2 例, III 级 1 例, IV 级 2 例。1 例术后短期内出现中枢性肺泡低通气综合征, 1 例术后因肺部感染死亡, 1 例术后并发 Hornor 综合征。结论 血管内介入治疗对于小脑后下动脉延髓段动脉瘤是一种可行、安全、有效的治疗方法。

**【关键词】** 小脑后下动脉; 延髓段; 动脉瘤; 介入治疗

**【文章编号】** 2095-834X (2024)07-66-05

**本文著录格式:** 周高峰, 杨斌, 罗晗. 小脑后下动脉延髓段动脉瘤的血管内介入治疗 9 例[J]. 当代介入医学电子杂志, 2024, 1(7): 66-70.

## Endovascular treatment of posterior inferior cerebellar artery bulbar segment aneurysms of 9 cases

Zhou Gaofeng<sup>1</sup>, Yang Xiao<sup>1</sup>, Luo Han<sup>1</sup>, Yuan Xiaoxia<sup>2</sup>, Li Wen<sup>1</sup>

1. Department of Neurosurgery, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, Jiangsu, China; 2. Department of Neurology, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, Jiangsu, China

Corresponding author: Li Wen, E-mail: liwenguan@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate the safety and efficacy of endovascular treatment of posterior inferior cerebellar artery bulbar segment aneurysms. **Methods** The clinical data, imaging features and endovascular treatment plan of 9 patients with posterior inferior cerebellar artery bulbar aneurysm treated with endovascular treatment were retrospectively analyzed from January 2014 to April 2024 in the Department of Neurosurgery of the First Affiliated Hospital of Soochow University. The posterior inferior cerebellar artery bulbar segment aneurysms were confirmed by CTA or cerebrovascular angiography in all patients, and endovascular treatment was performed in all patients, including 3 cases with simple spring coil embolization, 2 cases with stent-assisted spring coil embolization, 1 case with simple stent implantation, and 3 cases with occlusion of the aneurysm and carrier artery. **Results** Among the 9 patients, there were 2 unruptured aneurysms, There were 7 cases of ruptured aneurysm, and the HuntHess grade was as follows: 2 cases of grade 0, 2 cases of grade I, 2 cases of grade II, 1 case of grade III, and 2 cases of grade IV. One patient developed central alveolar hypoventilation syndrome, one died of pulmonary infection, and one was complicated by Hornor's syndrome. **Conclusion** Endovascular treatment

is a feasible, safe and effective treatment for posterior inferior cerebellar artery bulbous segment aneurysm.

【Keywords】 Posterior inferior cerebellar artery; Bulbar segment; Aneurysm; Endovascular treatment

小脑后下动脉 (posterior inferior cerebellar artery, PICA) 动脉瘤发生率为 0.5%~3.0%, 位于 PICA 延髓段的动脉瘤则更为罕见<sup>[1-3]</sup>。PICA 毗邻延髓, 周围颅神经及血管众多, 以往开颅动脉瘤夹闭手术创伤大, 容易损伤血管神经造成脑干损伤, 操作复杂<sup>[4]</sup>。随着血管内介入技术进步的及材料学的发展, 目前越来越多的 PICA 延髓段动脉瘤采用血管内介入治疗。

## 1 资料与方法

**1.1 临床资料** 回顾性分析苏州大学附属第一医院 2014 年—2024 年采用血管内介入治疗的 PICA 延髓段动脉瘤患者 9 例, 其中男 4 例, 女 5 例, 年龄为 (57.89 ± 20.91) 岁。所有患者中, 未破裂动脉瘤 2 例, 破裂动脉瘤 7 例, 其中根据 Hunt-Hess 分级, 0 级 2 例, I 级 2 例, II 级 2 例, III 级 1 例, IV 级 2 例。未破裂患者临床主要表现为不同程度的头痛、头晕, 破裂患者主要表现为头痛 (主要位于枕颈部), 恶心呕吐, 伴或不伴意识障碍 (表 1)。

**纳入标准:** (1) 数字减影血管造影 (digital subtraction angiography, DSA) 明确小脑后下动脉延髓前段、延髓外侧段和扁桃体延髓段动脉瘤; (2) 采用血管内介入治疗的患者。排除标准: (1) DSA 提示动脉瘤位于 VA-PICA 交界处或者扁桃体髓段以远; (2) 严重的心肺功能障碍不能耐受手术者; (3) 采用开颅动脉瘤夹闭手术或血管搭桥术者; (4) 患者及亲属拒绝行血管内介入治疗者。本研究经当地伦理委员会批准。

**1.2 影像学资料** 所有患者术前均常规行头颅 CT 血管造影 (CT angiography, CTA) 或全脑血管造影检查, 且明确有小脑后下动脉延髓段动脉瘤。对于破裂动脉瘤患者行头颅 CT 评估有无脑积水及出血情况。

**1.3 手术方法** 术前通过全脑血管造影评估小脑后下动脉延髓段动脉瘤的确切部位、瘤体形态、瘤体远、近端的载瘤动脉直径, 评估小脑后下动脉闭塞风险。依据患侧小脑后下动脉与同侧椎动脉夹角选择同侧入路还是对侧椎动脉入路。全身麻醉后患者取水平仰卧位, 将血管鞘置入, 全身肝素化。根据 3D-DSA 选择工作角度, 选择手术通路, 选择介入治疗方法包括: 单纯弹簧圈栓塞术、支架辅助弹簧圈栓塞术、单纯支架置入术、动脉瘤及载瘤动脉闭塞术。

**1.4 术后随访及疗效评估** 颅内动脉瘤栓塞情况根据 Raymond 分级进行评估, 根据患者出院时的格拉斯哥预后评分 (glasgow outcome scale, GOS) 评估患者预后情况, 出院后常规 1 个月门诊或电话随访, 术后 6 个

月、1 年、2 年行脑血管造影或 MRA 复查。

表 1 采用血管内介入治疗的 PICA 延髓段动脉瘤患者相关资料

例数	年龄 (岁)	性别	术后并发症	动脉瘤是否破裂	手术方式	是否闭塞载瘤动脉	Hunt-Huss 分级	GCS 评分 (分)	Raymond 分级	mRS 评分 (分)	GOS 评分 (分)
1	61	男	呼吸暂停, 对侧深感觉障碍	是	单纯弹簧圈栓塞	否	IV	2-T-4	2	1	4
2	65	女	—	是	支架置入术	否	II	4-5-6	—	0	5
3	41	男	同侧额面部无汗	是	单纯弹簧圈栓塞	是	III	4-5-6	1	1	5
4	58	女	—	否	支架辅助弹簧圈栓塞	否	—	4-5-6	1	0	5
5	18	男	—	是	单纯弹簧圈栓塞	是	I	4-5-6	1	0	5
6	42	男	—	是	单纯弹簧圈栓塞	否	I	4-5-6	1	0	5
7	76	女	肺部感染, 死亡	是	支架辅助弹簧圈栓塞	否	IV	2-T-5	1	6	1
8	81	女	—	否	支架辅助弹簧圈栓塞	是	—	4-5-6	1	0	5
9	79	女	—	是	单纯弹簧圈栓塞	否	II	4-5-6	1	0	5

## 2 结果

**2.1 影像学结果** 根据术前脑血管造影结果, 本研究中延髓前段 4 例, 延髓外侧段 4 例, 扁桃体延髓段 1 例。根据 CT 结果, 见动脉瘤破裂患者的蛛网膜下腔出血均主要集中于幕下, 2 例患者合并第四脑室出血及三脑室及侧脑室出血。1 例患者术后头颅 CT 及磁共振检查提示延髓梗死。

**2.2 血管内治疗结果** (1) 动脉瘤单纯弹簧圈栓塞术 (PICA 保留通畅): 共 2 例, 所有患者术中栓塞后即刻造影结果见动脉瘤均完全栓塞, Raymond 分级均为 1 级。(2) 支架辅助弹簧圈栓塞术: 共 3 例, 其中 2 例采用同侧入路, 1 例采用支架导管对侧椎动脉入路, 动脉瘤均致密栓塞, Raymond 分级 1 级; 2 例术后即刻造影瘤体远端 PICA 显影良好, 1 例为支架辅助弹簧圈栓塞, 术前 PICA 扁桃体延髓段狭窄, 支架置入后, 扁桃体延髓段发生闭塞, 该病例存在 PICA 变异, 为 PICA 双重起源, 血流经非载瘤 PICA 供应远端血管, 并向近端代偿 (图 1); (3) 单纯支架置入术: 共 1 例, 瘤体近

端 PICA 痉挛,仅能通过支架导管,输送弹簧圈微导管无法通过,仅释放 LVIS Jn 支架,释放支架后瘤体仍显影,瘤体远端 PICA 显影较差,予抗脑血管痉挛及抗血小板治疗后,痉挛好转,远端血流恢复,长期随访过程中,载瘤动脉通畅,动脉瘤缓慢萎缩至消失;(4)闭塞载瘤动脉:共 3 例,均为单纯弹簧圈栓塞。

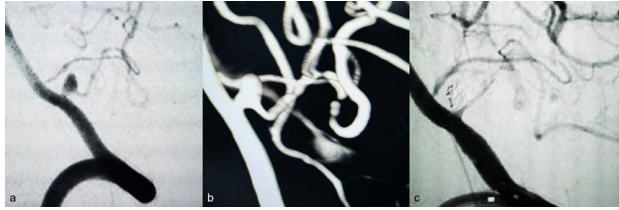


图 1 1 例 PICA 双重起源患者行支架辅助动脉瘤栓塞术

注:a、b 为术前 DSA 见 PICA 延髓前段动脉瘤,PICA 扁桃体延髓段狭窄,PICA 双重起源;c 为支架辅助弹簧圈栓塞后,载瘤 PICA 扁桃体延髓段闭塞,非载瘤 PICA 供应远端血管,并向近端代偿。

**2.3 术后及随访结果** 1 例 Raymond 2 级栓塞,仍发生栓塞术后 PICA 延髓段闭塞,术后出现延髓背外侧综合征及中枢性肺泡低通气综合征,主要表现为术后 1 周内反复发生呼吸暂停,1 周后症状消失,后期随访良好;1 例术后出现 Hornor 综合征,表现为患侧额面部无汗;2 例术后发生肺部感染,其中 1 例因肺部感染死亡;其余患者术后无不适症状,出院 GOS 评分 5 分共 7 例,4 分 1 例,0 分 1 例。mRS 评分 0 分 6 例,1 分 2 例,6 分 1 例。随访 8 例,失访 1 例,随访时间(22.38 ± 17.73)个月,其中电话随访 3 例、脑血管造影随访 5 例,所有患者均未见动脉瘤复发(表 1)。

### 3 讨论

小脑后下动脉是椎动脉(vertebral artery, VA)颅内最大的 1 支分支血管,其走行迂曲,一般主要向延髓、第四脑室、脉络丛和小脑供血<sup>[5]</sup>。根据动脉与延髓及小脑的位置将小脑后下动脉分为延髓前段、外侧延髓段、扁桃体延髓段、末端扁桃体部和皮质部 5 段:(1)延髓前段,起始于小脑后下动脉起点,终止于橄榄体部;(2)延髓外侧段,开始于橄榄体部,此段与舌咽神经、迷走神经和副神经根关系密切,可形成外侧襟;(3)扁桃体延髓段,始于舌咽神经、迷走神经和副神经的后方,向内于扁桃体的尾部附近经过延髓的背面,然后上升止于扁桃体内侧中部水平其近端通常行于外侧隐窝附近,并向后到达扁桃体的下极;(4)扁桃体段,此段通常起始于上升段 PICA 的中部,沿扁桃体内侧面向第四脑室顶壁走行,穿蚓部、扁桃体和半球之间的裂隙到达小脑枕下面。此段发出的动脉供应第四脑室的脉络膜和脉络丛;(5)皮层段,通常于此段起始部开始出现分叉<sup>[3,6]</sup>。

PICA 动脉瘤发病率较低,约占颅内动脉瘤的

0.5%~3.0%<sup>[1-3]</sup>发生破裂风险较高,由于其特殊的解剖位置,其预后常不佳<sup>[3,7]</sup>。PICA 动脉瘤最多见于椎动脉-小脑后下动脉交界处和小脑后下动脉远端,延髓段发病率较低<sup>[8]</sup>。

PICA 毗邻延髓,周围颅神经及血管众多,以往开颅动脉瘤夹闭手术创伤大,且极易损伤血管神经造成脑干损伤,操作复杂<sup>[4]</sup>。随着血管内介入技术的发展及材料学的进步,目前越来越多的 PICA 延髓段动脉瘤采用血管内介入治疗。血管内介入治疗的目的主要是致密栓塞动脉瘤,并保证载瘤动脉瘤通畅。目前血管内介入治疗的方法主要包括单纯弹簧圈栓塞、支架辅助弹簧圈栓塞及载瘤动脉闭塞等<sup>[9-11]</sup>。目前广泛应用于前循环动脉瘤的血流导向装置,也被应用于 PICA 动脉瘤的治疗,国外相关研究表明血流导向装置在 PICA 动脉瘤的应用中也有较好的疗效<sup>[12,13]</sup>。瘤内扰流装置是一种新型血管内介入材料,最常见的是 Woven EndoBridge (WEB)装置<sup>[14]</sup>。Goertz 等<sup>[15]</sup>的研究表明 WEB 适用于近端 PICA 动脉瘤,可提供良好的血管造影结果和足够的安全性,特别是对于单纯弹簧圈栓塞治疗困难的宽颈动脉瘤。

PICA 延髓段的许多小分支供应延髓且缺乏吻合支<sup>[16]</sup>,如果损伤相应的穿支血管,闭塞后常导致 Wallenberg 综合征,即延髓背外侧综合征<sup>[17,18]</sup>。因此,对于 PICA 延髓段动脉瘤术中,保证 PICA 延髓段通畅尤为重要。本组病例 3 例弹簧圈闭塞动脉瘤瘤体及载瘤动脉患者,均非计划手术方案,拟疏松填塞动脉瘤,降低动脉瘤破裂概率,结果发生了动脉瘤及 PICA 同时闭塞。

本组病例中,1 例患者术后 1 周内试脱机期间,反复发生呼吸暂停,术后头颅 CT 见血肿压迫延髓(见图 2),考虑为延髓压迫引起的中枢性肺泡低通气综合征<sup>[19]</sup>,主要表现为在睡眠中或安静状态下反复出现的呼吸困难、CO<sub>2</sub> 潴留、低氧血症及呼吸暂停,伴或不伴有意识障碍,给予机械通气后上述症状迅速改善,1 周后自主呼吸恢复正常。长期随访过程中发现患者对侧痛温觉消失,患侧精细动作减弱,小脑共济功能失调,考虑为 Wallenberg 综合征。另外,1 例患者行单纯弹簧圈栓塞术(图 3),术中即刻脑血管造影见瘤体近端 PICA 显影正常,瘤体远端 PICA 由同侧小脑前下动脉(anterior inferior cerebellar artery, AICA)代偿,随访过程中患者术后仅表现患侧额面部无汗,考虑由于瘤体近端 PICA 闭塞,影响延髓血供导致的 Hornor 综合征。因此,在行血管内介入治疗 PICA 延髓段动脉瘤前,评估 PICA 代偿尤为重要,必要时可行球囊闭塞实验,进一步确定 PICA 代偿情况。

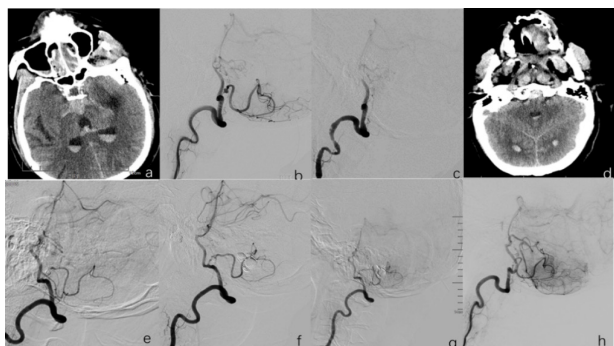


图 2 1 例 PICA 延髓段动脉瘤破裂患者行单纯弹簧圈栓塞术

注: a 为患者术前头颅 CT 平扫, 见双侧侧脑室后角及第四脑室积血; b 为患者术前脑血管造影见右侧小脑后下动脉延髓段动脉瘤; c 为患者填塞一个弹簧圈后, 见动脉瘤及动脉瘤以远均不显影; d 为患者术后头颅 CT 提示延髓背侧血肿压迫延髓; e 为患者术后 2 个月 DSA 复查, 闭塞 PICA 显影, 动脉瘤不显影; f 为患者术后 10 个月 DSA 复查, 闭塞 PICA 显影, 动脉瘤不显影; g 为患者术后 2 年 DSA 复查, 闭塞 PICA 显影, 动脉瘤不显影; h 为患者术后 5 年 DSA 复查, 闭塞 PICA 显影, 动脉瘤不显影。

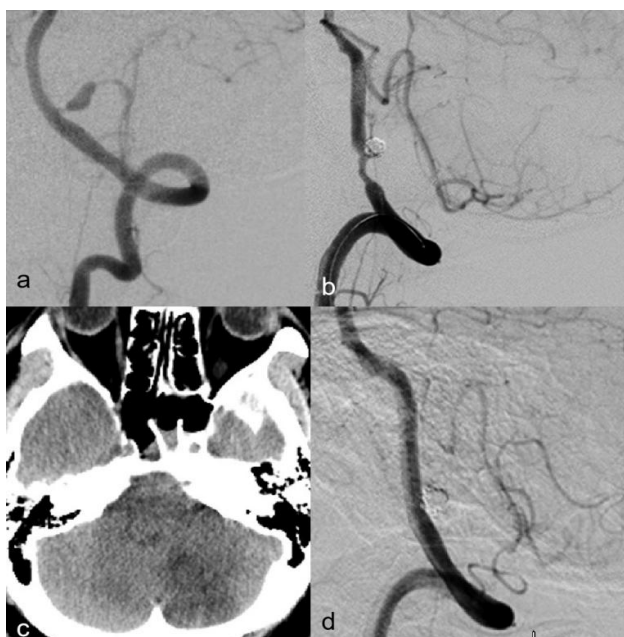


图 3 1 例 AICA-PICA 吻合的 PICA 延髓段动脉瘤行载瘤动脉闭塞术

注: a 为术前 DSA 见 PICA 延髓前段梭形动脉瘤; b 为术中弹簧圈栓塞后, 瘤体远端由 AICA 代偿; c 为术后头颅 CT 提示左侧小脑梗死; d 为术后 1 年脑血管造影, 闭塞 PICA 无显影。

本组病例, 1 例支架辅助栓塞患者术中动脉瘤致密栓塞且载瘤动脉通畅, 但住院期间因肺部感染严重而死亡(图 4)。一方面考虑患者自身患有慢性支气管炎引起, 另一方面, 由于 PICA 毗邻延髓, PICA 延髓段动脉瘤破裂后, 症状较重, 部分患者出现意识障碍, 存在误吸可能较大, 因此对于 PICA 延髓段动脉瘤破裂患者术后应加强抗感染, 加强拍背吸痰等处理。积极预防并及时干预肺部炎症, 对于 PICA 延髓段动脉瘤破裂的患者来说尤为重要。

由于 PICA 走行迂曲, 且管径较细, 存在变异较多<sup>[20]</sup>, 因此术前应根据 CTA 及脑血管造影结果, 评估手术风险, 选择最佳手术方式, 保证 PICA 的通畅。由于 PICA 血管管径细, 术中发生脑血管痉挛风险较其他部位动脉瘤高, 在导丝导管操作过程中, 应注意保护血管, 避

免术中血栓形成, 影响 PICA 血流。本组研究中, 1 例 PICA 延髓前段动脉瘤患者采用单纯弹簧圈栓塞, 因术中血管痉挛明显, 术中见瘤体远端 PICA 显影稍差, 术中未行支架释放, 在术后半年复查脑血管造影时见载瘤动脉通畅, 瘤体远端血管显影正常, 且动脉瘤致密栓塞, 患者无任何不适症状。



图 4 1 例 PICA 延髓段动脉瘤行支架辅助弹簧圈栓塞术, 术后并发肺部感染

注: a 为患者 DSA 见 PICA 延髓外侧段动脉瘤; b 为动脉瘤致密栓塞; c 为术后头颅 CT 见脑室积血; d 为术后胸部 CT 见双侧肺部炎症, 双侧胸腔积液。

综合上述, 血管内介入治疗已经成为 PICA 延髓段动脉瘤的首选治疗方法, 治疗过程中, 应根据患者情况选择具体的手术方式, 在致密栓塞动脉瘤的同时, 保证 PICA 通畅。另外在围手术期应当加强拍背吸痰, 防止误吸, 加强抗感染。在本组病例中, 血管内介入治疗 PICA 延髓段动脉瘤成功率高, 复发率低, 安全且有效。然而, 本组病例仍存在不足与局限性, 条件允许的情况下, 行载瘤动脉闭塞前应行 PICA 闭塞实验, 进一步明确代偿情况; 由于单中心病例数量有限, 对于血管内介入治疗 PICA 延髓段动脉瘤的研究结果存在局限性, 还需大量的病例研究进一步佐证。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Ku JC, Chavda V, Palmisciano P, et al. Endovascular treatment for anterior inferior cerebellar artery-posterior inferior cerebellar artery (AICA-PICA) common trunk variant aneurysms: technical note and literature review [J]. J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg, 2023, 25(4):

- 452–461.
- [ 2 ] Chalouhi N, Jabbour P, Starke RM, et al. Endovascular treatment of proximal and distal posterior inferior cerebellar artery aneurysms[J]. *J Neurosurg*, 2013, 118(5): 991–999.
- [ 3 ] Miao HL, Zhang DY, Wang T, et al. Clinical importance of the posterior inferior cerebellar artery: a review of the literature[J]. *Int J Med Sci*, 2020, 17(18): 3005–3019.
- [ 4 ] Ali AMS, Hannan CJ, Islim AI, et al. Surgical and endovascular treatment of saccular posterior inferior cerebellar artery aneurysms: systematic review and meta-analysis[J]. *World Neurosurg*, 2022, 162: e168–e177.
- [ 5 ] Tayebi Meybodi A, Lawton MT, Feng X, et al. Posterior inferior cerebellar artery reimplantation: buffer lengths, perforator anatomy, and technical limitations[J]. *J Neurosurg*, 2016, 125(4): 909–914.
- [ 6 ] Lister JR, Rhoton AL Jr, Matsushima T, et al. Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery[J]. *Neurosurgery*, 1982, 10(2): 170–199.
- [ 7 ] Tin SS, Wiwanitkit V. Endovascular treatment of ruptured proximal PICA aneurysms: a single-center 5-year experience[J]. *Neurol India*, 2014, 62(4): 476.
- [ 8 ] Bacigaluppi S, Bergui M, Crobeddu E, et al. Aneurysms of the medullary segments of the posterior-inferior cerebellar artery: considerations on treatment strategy and clinical outcome[J]. *Neurol Sci*, 2013, 34(4): 529–536.
- [ 9 ] Samaniego EA, Abdo G, Hanel RA, et al. Endovascular treatment of PICA aneurysms with a low-profile visualized intraluminal support (LVIS Jr) device[J]. *J Neurointerv Surg*, 2016, 8(10): 1030–1033.
- [ 10 ] Kim DS, Sung JH, Lee DH, et al. Coil embolization of ruptured proximal posterior inferior cerebellar artery aneurysm with contralateral retrograde approach for LVIS Jr. intraluminal support deployment[J]. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg*, 2018, 20(4): 235–240.
- [ 11 ] Sejkorová A, Cihlář F, Hejčl A, et al. Microsurgery and endovascular treatment of posterior inferior cerebellar artery aneurysms[J]. *Neurosurg Rev*, 2016, 39(1): 159–168.
- [ 12 ] Liu X, Bao K, Luo W, et al. Flow diverters for the posterior inferior cerebellar artery aneurysms: A systematic review and a single-arm meta-analysis[J]. *Interv Neuroradiol*, 2022, 28(4): 482–488.
- [ 13 ] Sathya A, Enriquez-Marulanda A, Young M, et al. Flow diversion for the treatment of posterior inferior cerebellar artery aneurysms: a novel classification of posterior inferior cerebellar artery origin[J]. *Oper Neurosurg*, 2023, 26(5): 519–526.
- [ 14 ] Dmytriw AA, Salem MM, Yang VXD, et al. Endosaccular flow disruption: a new frontier in endovascular aneurysm management[J]. *Neurosurgery*, 2020, 86(2): 170–181.
- [ 15 ] Goertz L, Liebig T, Siebert E, et al. Treatment of proximal posterior inferior cerebellar artery aneurysms by intrasaccular flow disruption: a multicenter experience [J]. *AJNR*, 2022, 43(8): 1158–1163.
- [ 16 ] Malcolm JG, Grossberg JA, Laxpati NG, et al. Endovascular sacrifice of the proximal posterior inferior cerebellar artery for treatment of ruptured intracranial aneurysms[J]. *J Neurointerv Surg*, 2020, 12(8): 777–782.
- [ 17 ] 胡杰, 许瑞卿, 吕祥龙, 等. 延髓背外侧综合征临床分析 [J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2019, 19(1): 41–46.
- [ 18 ] 高文, 秦超, 邱小鹰, 等. Wallenberg 综合征病变血管与梗死部位的相关性 [J]. *中国老年学杂志*, 2017, 37(18): 4520–4521.
- [ 19 ] Baillieux S, Revol B, Jullian-Desayes I, et al. Diagnosis and management of central sleep apnea syndrome[J]. *Expert Rev Respir Med*, 2019, 13(6): 545–557.
- [ 20 ] Singh RK, Behari S, Kumar V, et al. Posterior inferior cerebellar artery aneurysms: anatomical variations and surgical strategies[J]. *Asian J Neurosurg*, 2012, 7(1): 2–11.

(本文编辑: 马萌萌, 许守超)