

· 脑出血研究进展 ·

【编者按】 为了解脑出血诊断与治疗最新进展,《中国现代神经疾病杂志》编辑部邀请四川大学华西医院神经外科游潮教授于 2021 年第 2 期组织刊出“脑出血研究进展”专题,根据国际上最新临床研究结果就脑出血相关热点问题,包括脑出血血压管理、脑出血后血肿扩大机制及预防措施等进行探讨,以及对脑出血损伤机制等部分最新基础研究进展进行汇总,以促进我国脑出血诊断与治疗进一步科学化和规范化。本期专题重点聚焦自发性脑出血,自发性脑出血是出血性卒中的两大类型之一,分类繁多,病因复杂,我国以高血压脑出血最为常见,国外文献多将其描述为原发性脑出血。高血压脑出血是排除性诊断,需排除血管结构性疾病(如颅内动脉瘤、颅内动-静脉畸形和海绵状血管畸形等)引起的继发性脑出血。原发性脑干出血是高血压脑出血中病残率和病死率最高的亚型,是否手术治疗在东西方国家存在明显不同,甚至截然相反,文化差异发挥重要作用,其中,欧美等西方国家更注重生活质量,加上医疗保险制度的限制,不能接受术后患者长期昏迷、卧床等低生活质量的生存状态;亚洲国家则在挽救患者生命方面做出诸多努力,认为生存才有机会谈生活质量。我国在原发性脑干出血的手术治疗方面积累了大量临床经验,明确证实了外科手术在挽救患者生命中的作用,手术方式包括传统开颅血肿清除术、立体定向穿刺抽吸引流术和内镜辅助血肿清除术。手术方式的选择根据患者病情、医疗中心条件和术者经验。特别强调一点,“微创”是一种理念,无关手术方式和手术切口,达到手术目的同时对脑组织损伤最小的治疗即为微创治疗。关于手术时机仍缺乏高级别循证医学证据,根据临床经验以及血肿对脑组织的持续毒性作用机制,发病 24 小时内予以手术治疗的效果优于晚期手术。总体来说,目前尚无任何一种治疗方式可以明确改善高血压脑出血患者神经功能,需进一步寻找最佳的外科治疗适应证。

原发性脑干出血诊断与治疗历史、现状与未来

游潮 陶传元

【摘要】 原发性脑干出血是全部脑出血类型中预后最差的亚型。目前尚缺乏统一的诊断标准,主要依靠高血压病史、临床表现和影像学特点,同时排除脑血管结构性病变和瘤卒中。其治疗仍存争议,欧美国家主张保守治疗,亚洲包括中国、韩国和日本等国家则在外科手术方面进行了大量研究。目前原发性脑干出血的研究进展缓慢,主要缺乏高质量的临床研究,未来希望通过多中心队列研究或随机对照试验进一步明确最佳治疗方案。

【关键词】 脑出血; 脑干; 神经外科手术; 综述

History, present and future of diagnosis and treatment of primary brainstem hemorrhage

YOU Chao, TAO Chuan-yuan

Department of Neurosurgery, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China

Corresponding author: TAO Chuan-yuan (Email: tcy106@163.com)

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2021.02.002

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金资助项目(项目编号:81701292)

作者单位:610041 成都,四川大学华西医院神经外科

通讯作者:陶传元,Email:tcy106@163.com

【Abstract】 Primary brainstem hemorrhage (PBSH) has the worst outcome among all types of spontaneous intracerebral hemorrhage (SICH). There is no standardized criteria to diagnose PBSH. Generally, the diagnosis of PBSH is based on the history of hypertension, the clinical and radiological features after excluding other bleeding etiologies such as aneurysm, arteriovenous malformation, cavernomas and tumor apoplexy within brainstem. The management of PBSH remains controversial. Conservative and supportive treatment is given in most western countries where surgery is considered not to improve consciousness and other neurological functions. However, Asian countries such as China, Korea and Japan make a great contribution in surgical management of PBSH, emphasizing the lifesaving role of surgery. The current study of PBSH progresses very slow due to the lack of high-level clinical trial. In the future, multicenter cohort or randomized clinical study may guide the best way to deal with PBSH.

【Key words】 Cerebral hemorrhage; Brain stem; Neurosurgical procedures; Review

This study was supported by the National Natural Science Foundation of China for Young Scholars (No. 81701292).

Conflicts of interest: none declared

原发性脑干出血(PBSH),国内通常称之为高血压脑干出血,主要发生于脑桥,故欧美国家亦称其为原发性脑桥出血。原发性脑干出血占全部自发性脑出血的6%~10%,是预后最差的出血性卒中类型^[1],病死率约65%,出血部位和出血量不同,病死率亦有差异,绝大多数患者神经功能预后极差^[1]。本文简要回顾原发性脑干出血的诊断与治疗历史,总结治疗现状特别是目前颇具争议的外科治疗方法,并展望未来可能的治疗前景。

一、诊断与治疗历史

脑干出血一词最早由Cheyne和Underwood^[2]于1812年首次在《脑卒中与嗜睡》一文中描述,此后鲜有文献报道。至1932年,Dandy方报告首例原发性脑干血肿患者^[3]。1939年,Környey^[4]详细描述1例脑桥出血患者发病、病死、尸检的完整过程。此后30余年陆续有文献报道相似病例。1973年,罗马尼亚神经外科医师Arseni和Staneiu^[3]报告2例原发性脑干血肿患者并回顾总结此前的全部11例相似病例,提出原发性脑干血肿与脑干出血的鉴别诊断要点,即脑干血肿局限,发病缓慢,以偏瘫、面瘫和轻度意识障碍为主要表现;脑干出血发病急骤,进展迅速,主要表现为昏迷、高热、呼吸障碍、四肢瘫等。他们认为,之所以强调原发性脑干血肿与脑干出血鉴别诊断的重要性,是因为二者的治疗方法截然不同,脑干血肿以外科手术治疗为主,脑干出血则应予以内科保守治疗^[3]。Arseni和Staneiu^[3]提出的脑干出血即是原发性脑干出血的雏形。直至1988年,Mangiardi和Epstein^[5]才将原发性脑干出血与其他脑干出血性疾病准确区别,并定义“原发性脑干出血”为发生于老年患者的弥漫性脑干出血性疾病,

伴有严重且不可逆性神经功能障碍,病死率极高(约65%),并特别指出该病常伴有系统性高血压,需与脑干海绵状血管畸形相鉴别。

CT技术问世前脑干出血的诊断主要依据临床表现,脑室造影和经颈内动脉脑血管造影可辅助诊断,但难以将原发性脑干出血与脑干海绵状血管畸形、隐匿性脑血管畸形等引起的继发性脑干出血相鉴别。迄今尚无通用的原发性脑干出血诊断标准,以下几项可供参考:(1)存在明确的高血压病史。(2)发病急骤,多数患者有明显的意识障碍,可资与脑干海绵状血管畸形相鉴别,后者主要表现为脑神经功能障碍,而意识障碍并不明显。这是由于两种疾病的发病机制不同,原发性脑干出血系穿支动脉破裂所致,出血对周围脑干组织包括网状激活系统呈破坏性损伤,可导致明显的意识障碍;脑干海绵状血管畸形破裂出血系畸形团内血窦出血,周围有瘤壁缓冲,故出血对周围脑干组织呈膨胀压迫作用,临床症状较轻。(3)CT上原发性脑干出血通常贯穿脑干横径,呈长梭形或不规则形弥漫性出血;脑干海绵状血管畸形多呈规则圆形或椭圆形。(4)仅依靠临床症状或单纯血肿形态难以鉴别诊断原发性与继发性脑干出血,需行CTA或DSA排除结构性脑血管病,行MRI增强扫描排除瘤卒中。

CT技术应用于临床之前,原发性脑干出血以内科保守治疗为主,包括密切监测生命体征,维持呼吸道通畅,积极降压,纠正中枢性高热,预防肺部感染、消化道出血和静脉血栓等。CT可以准确定位脑干出血部位和大小,为外科手术治疗提供了基本条件。同时,基于CT的立体定位系统的发展,为术中定位脑干出血奠定了基础。由于脑出血主要见于

亚洲人群,特别是东亚国家如日本和韩国等,故原发性脑干出血的外科治疗起源于上述两个国家。1989年,日本学者 Takahama 等^[6]首次采用基于 CT 的立体定向系统穿刺抽吸治疗原发性脑干出血,开创外科手术治疗的先河。此后较长一段时间,CT 立体定向穿刺抽吸成为原发性脑干出血的主要外科治疗方法。1998年,韩国学者 Hong 等^[7]对 13 例重型脑桥出血患者行开颅手术,发现发病 24 小时内行外科手术效果欠佳,发病后 6~20 天予以外科手术则对部分内科保守治疗期间病情恶化的患者有效,使得显微镜下开颅血肿清除术成为原发性脑干出血治疗的另一种选择。与立体定向穿刺抽吸相比,开颅手术血肿清除更彻底、止血更及时、术后再出血可能性更小,但对术中脑组织保护和显微镜下操作的要求更高。

二、外科治疗现状

1. 适应证 1992年, Chung 和 Park^[8]根据血肿波及区域将原发性脑干出血分为 4 种类型,即单侧被盖型、基底被盖型、双侧被盖型和巨大型(占据脑干基底部和被盖部),生存率分别为 94.1%、26.1%、14.3% 和 7.1%。2017年,国内 Huang 等^[9]在 *Stroke* 发表新的脑干出血预后评分系统,根据血肿量和意识状态评分,其中血肿量 < 5 ml 为 0、5~10 ml 为 1、> 10 ml 为 2, Glasgow 昏迷量表(GCS)评分 8~15 为 0、5~7 为 1、3~4 为 2,总评分 0、1、2、3 和 4 的患者发病后 30 天病死率分别为 2.7%、31.6%、42.7%、81.8% 和 100%。由此可见,对于巨大型脑干出血或脑干出血严重程度评分 > 2 的重型患者,内科保守治疗病死率极高,此类患者是外科手术的主要目标人群。Shrestha 等^[10]提出原发性脑干出血的具体手术指征:(1)血肿量 > 5 ml,血肿相对集中。(2)GCS 评分 < 8,伴进行性神经功能障碍。(3)生命体征不平稳,特别是需呼吸机辅助通气的患者。

2. 文化差异 东西方文化中对生命的看法存在显著差异,直接导致原发性脑干出血外科手术有明显的地域差异。欧美国家的普遍观点是,术后重残或植物状态生存无论是对患者自身还是家属都是极高的精神和经济负担,不能接受这样的临床预后,故几乎不施行外科手术治疗。2015年,美国心脏协会(AHA)/美国卒中协会(ASA)制定的《自发性颅内出血治疗指南》^[11]明确不支持脑干出血后采取外科手术治疗。我国自 20 世纪 90 年代末期开始开展脑干出血外科治疗,最初仅在大城市的大型医疗

中心开展,后基层医院也尝试开展,逐渐得到普及。经检索,2000年后关于原发性脑干出血外科手术治疗的中文文献有近百篇,内容涉及微侵袭治疗方式、手术入路、手术疗效和手术后并发症等^[12-15],以及术中电生理学监测^[16]、机器人辅助定位^[17]、内镜下清除血肿^[18]、围手术期监测和术中医护配合^[19]等,内容全面,在降低病死率方面疗效确切。

3. 手术方式 显微镜下开颅血肿清除术治疗原发性脑干出血具有较多优势,可在直视下最大限度一次性清除血肿,观察活动性出血并予以确切止血,同时一并清除破入第四脑室的血肿,使脑脊液循环通畅,尽可能避免二次手术导致的继发性脑积水。脑干出血常见手术入路包括经枕下后正中入路、乙状窦后入路和颞下入路^[15,20]。经枕下后正中入路通常用于脑桥被盖型血肿,尤其适用于破入第四脑室者,咬除枕骨大孔和部分寰椎后弓,敞开枕大池,充分释放脑脊液,降低颅内压,切除部分小脑下蚓部,显露第四脑室,清除脑室内血肿后可在显微镜下观察到血肿突破脑干处破口。经颞下入路适用于偏中脑的出血、向丘脑扩展的血肿,手术重点是显露血肿,通过改变体位、释放脑脊液和切开天幕等避免牵拉颞叶,术中应注意保护 Labbe 静脉和滑车神经。2011年,韩国 Jang 等^[21]报告迄今病例数最大的原发性脑干出血外科手术病例对照研究,共 86 例患者行立体定向穿刺抽吸术、开颅血肿清除术或单纯脑室外引流术,结果显示,外科手术可降低发病后 30 天病死率,但无法改善发病后 90 天神经功能预后,但由于该项研究纳入单纯脑室外引流术患者,故手术疗效受一定程度的影响。2019年, Lan 等^[22]回顾分析 2005-2015 年共 286 例重型高血压脑干出血患者的临床治疗资料,其中 46 例(16.08%)行开颅血肿清除术、240 例(83.92%)行内科保守治疗,平均随访 4.5 年,结果显示,开颅组和保守组患者病死率为 30.43% (14/46) 和 70.42% (169/240)、植物状态生存率为 4.35% (2/46) 和 2.50% (6/240)、重残率为 32.61% (15/46) 和 13.75% (33/240)、中残率为 19.57% (9/46) 和 7.92% (19/240)、功能良好率为 13.04% (6/46) 和 5.83% (14/240);进一步亚组分析显示,发病 6 小时内即予外科手术的患者神经功能预后优于发病后 6 小时手术的患者,表明开颅血肿清除术可以显著降低患者病死率,改善神经功能预后。立体定向穿刺抽吸术是脑干出血的另一种重要手术方式。随着立体定位技

术的发展,血肿定位更加精准,加之尿激酶等溶血酶的应用,使血肿清除率显著提高,且操作简便、耗时短、临床易推广,成为我国脑干出血的主要治疗方式。张建民教授团队采用影像学软件三维重建血肿,充分利用血肿扩大形成的自然通道,避开重要神经传导束和神经核团密集区,个体化设计手术路径,并通过路径规划上最大偏转角的评估,准确清除各个方向的不规则血肿,从而实现术中无牵拉、无电灼,将医源性损伤尽可能降至最低,共纳入 47 例原发性脑干出血患者,均行立体定向精准穿刺抽吸术,术后 1 个月随访时死亡 7 例,病死率为 14.89%,表明立体定向穿刺抽吸术可以有效降低原发性脑干出血患者的病死率^[23]。近年有 3D 打印技术应用用于原发性脑干出血的报道,Wang 等^[24]共纳入 6 例脑干出血患者,在 3D 打印导航技术的引导下血肿穿刺抽吸术,结果显示,所有穿刺导管均准确位于血肿腔内,术后疗效满意,高热和呼吸障碍症状均改善。

三、问题及展望

原发性脑干出血发病率较低,难以在短期内收集大样本的手术资料。脑干出血患者病情严重,部分患者因快速的脑干功能衰竭未及时就诊即已死亡,即使是住院患者,由于生命体征不稳定,常需呼吸和循环支持,手术风险大、手术并发症多、治疗时间长、费用昂贵,故多数选择内科保守治疗,因此,原发性脑干出血的手术疗效评估尚缺乏大样本、高级别循证医学证据支持。国内外关于原发性脑干出血外科手术的研究均存在明显的局限性:(1)均为回顾性研究,选择偏倚明显。(2)病例数相对较少,统计效能较差,结论不能令人信服。(3)各医疗中心手术操作和术后重症救治水平差异较大,疗效迥异。因此,将原发性脑干出血手术治疗经验转化为数据以及进一步将数据升级为证据尚有较长的路要走。

原发性脑干出血的预后影响因素众多,其中,预后不良因素包括早期昏迷、呼吸机辅助通气、血肿量较大(> 5 ml)、巨大型血肿(波及基底部和被盖部)等;预后良好预测因素包括小型血肿、血肿呈单侧被盖型。原发性脑干出血外科手术后的预后预测具有重要意义,术中神经电生理监测可以预测运动和意识的恢复程度,例如,神经电生理监测过程中运动诱发电位(MEP)通过监测运动通路的完整性以预测术后运动功能;体感诱发电位(SEP)在预测

意识障碍转归方面具有较高的参考价值^[25]。原发性脑干出血发病率相对较低,约占全部脑出血的 5%,且手术疗效与多种因素有关(包括手术时机和手术入路等),因此临床开展大样本的病例对照研究十分困难;而基础研究是临床诊疗新技术发展的基础,通过构建脑干出血动物模型^[26],探讨手术时机和手术入路,可以从术后影像学(如超场强 MRI 评估脑干白质纤维束损伤恢复、脑干体积改变等)、组织病理学(如脑干神经元缺失程度)和行为学(如运动、感觉、认知和记忆功能)等多角度评估手术疗效,以为临床研究指明方向。

基于一些探索性回顾性研究,我国学者制定了首部原发性脑干出血治疗指南并于 2020 年发表在 *J Neurorestoratol*^[27],对基层医师有一定的指导意义。但针对外科手术治疗的研究仍应进一步深入,首先,提供高级别的循证医学证据以证实高血压脑干出血的外科手术是安全、有效的;其次,学习国外少见病的研究模式,联合有资质的医疗中心成立中国高血压脑干出血外科治疗协作小组,设计前瞻性试验,纳入大样本病例,与内科保守治疗进行对照,以评估手术的有效性和安全性。

综上所述,原发性脑干出血患者较其他部位脑出血患者发病年龄小,高峰发病年龄 40~60 岁^[28]。无论内科保守治疗还是外科手术治疗,神经功能预后均较差,因此对于此类危害大且无确切治疗方法的疾病,预防即显得尤为重要。通过积极筛查脑干出血危险因素,及早诊断和控制高血压、糖尿病等以预防脑干出血,具有重要临床意义。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Wang SS, Yang Y, Velz J, Keller E, Luft AR, Regli L, Neidert MC, Bozinov O. Management of brainstem haemorrhages [J]. *Swiss Med Wkly*, 2019, 149:w20062.
- [2] Cheyne J, Underwood T. Cases of apoplexy and lethargy [M]. London: Thomas Underwood, 1812: 4.
- [3] Arseni C, Staneiu M. Primary haematomas of the brain stem [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 1973, 28:323-330.
- [4] Környey S. Rapidly fatal pontile hemorrhage [J]. *Archi Neur Psych*, 1939, 41:793-799.
- [5] Mangiardi JR, Epstein FJ. Brainstem haematomas: review of the literature and presentation of five new cases [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1988, 51:966-976.
- [6] Takahama H, Morii K, Sato M, Sekiguchi K, Sato S. Stereotactic aspiration in hypertensive pontine hemorrhage: comparative study with conservative therapy [J]. *No Shinkei Geka*, 1989, 17: 733-739.
- [7] Hong J, Choi S, Kye DK, Park CK, Lee S, Kang J. Surgical outcome of hypertensive pontine hemorrhages: experience of 13

- cases[J]. J Korean Neurosurg Soc, 1998, 27:59-65.
- [8] Chung CS, Park CH. Primary pontine hemorrhage: a new CT classification[J]. Neurology, 1992, 42:830-834.
- [9] Huang K, Ji Z, Sun L, Gao X, Lin S, Liu T, Xie S, Zhang Q, Xian W, Zhou S, Gu Y, Wu Y, Wang S, Lin Z, Pan S. Development and validation of a grading scale for primary pontine hemorrhage[J]. Stroke, 2017, 48:63-69.
- [10] Shrestha BK, Ma L, Lan Z, Li H, You C. Surgical management of spontaneous hypertensive brainstem hemorrhage [J]. Interdisciplinary Neurosurgery, 2015, 2:145-148.
- [11] Hemphill JC 3rd, Greenberg SM, Anderson CS, Becker K, Bendok BR, Cushman M, Fung GL, Goldstein JN, Macdonald RL, Mitchell PH, Scott PA, Selim MH, Woo D; American Heart Association Stroke Council; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Clinical Cardiology. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association [J]. Stroke, 2015, 46: 2032-2060.
- [12] Chen LH, Wei Q, Xu RX, Li YJ, Li WD, Zhao H, Gao JB, Yu B, Zhang HD. Minimal invasive surgical treatment of primary hypertensive brainstem hemorrhage [J]. Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2015, 12:349-353.[陈立华, 魏群, 徐如祥, 李运军, 李文德, 赵浩, 高进宝, 于斌, 张洪钿. 原发性高血压脑干出血的微创手术治疗[J]. 临床神经外科杂志, 2015, 12:349-353.]
- [13] Shi H, Zhou H, Wang FY, Sun WY, Ma K, Xue F, Liu F. Surgical treatment of hypertensive pontine hemorrhage through transtentorial approach [J]. Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2017, 14:49-51.[施辉, 周辉, 王富元, 孙维晔, 马遼, 薛峰, 刘飞. 经膜髓帆入路手术治疗桥脑高血压相关性脑干出血 [J]. 临床神经外科杂志, 2017, 14:49-51.]
- [14] Xu ZJ, Xu H, Yu DF, Yang F, Zhou GZ. Surgical treatment of hypertensive brainstem hemorrhage via infratemporal -prepetrosal approach[J]. Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2019, 16:497-499.[许志剑, 徐虎, 余丹枫, 杨帆, 周格知. 经颞下岩前入路手术治疗高血压性脑干出血[J]. 临床神经外科杂志, 2019, 16:497-499.]
- [15] Li H, Liu WK, Lin S, You C. Treatment of hypertensive brainstem hemorrhage[J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2013, 29:339-341.[李浩, 刘文科, 林森, 游潮. 高血压相关性脑干出血的治疗探讨[J]. 中华神经外科杂志, 2013, 29:339-341.]
- [16] Liang YH, Zhou Y, Xu TW, Liu HD, Hu KQ, Chen F, Xie JL. The use of neuroelectrophysiological monitoring in surgical treatment of brainstem hemorrhage [J]. Zhongguo Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2014, 19:229-230.[梁玉红, 周毅, 徐廷伟, 刘汉东, 胡克琦, 陈锋, 谢俊兰. 神经电生理监测在脑干出血手术中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2014, 19:229-230.]
- [17] Xu F, Tao YQ, Sun X, Yang XW, Wang Y, Xu MT, Wang JH, Fei S, Wang TT. Robot of Stereotactic Assistant system assisted stereotactic surgery for the treatment of hypertensive brainstem hemorrhage [J]. Zhongguo Wei Qin Xi Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2017, 22:54-56.[许峰, 陶英群, 孙霄, 杨兴旺, 王宇, 徐梦婷, 王俊和, 费爽, 王婷婷. ROSA 辅助定向手术治疗高血压性脑干出血[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2017, 22:54-56.]
- [18] Liang JG, Dong J, Qu MQ, Mao YQ. Endoscope - assisted microscopic surgery of brainstem hemorrhage with hematoma breaking into the forth ventricle [J]. Zhonghua Shen Jing Yi Xue Za Zhi, 2013, 12:197-199.[梁建广, 董军, 屈鸣麒, 毛永强. 神经内镜辅助手术治疗脑干出血破入第四脑室[J]. 中华神经医学杂志, 2013, 12:197-199.]
- [19] Li LY. Perioperative nursing for patients with severe brainstem hemorrhage after minimal invasive surgery [J]. Zhongguo Shi Yong Shen Jing Ji Bing Za Zhi, 2014, 17:105-106.[李丽艳. 重型脑干出血患者行显微外科治疗的围手术期护理[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2014, 17:105-106.]
- [20] Liu X, Li H, Hu X, Zheng J, You C. Discussion on treatment of spontaneous brainstem hemorrhage [J]. Lin Chuang Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2013, 10:287-288.[刘辛, 李浩, 胡鑫, 郑峻, 游潮. 自发性脑干出血治疗探讨[J]. 临床神经外科杂志, 2013, 10:287-288.]
- [21] Jang JH, Song YG, Kim YZ. Predictors of 30-day mortality and 90 - day functional recovery after primary pontine hemorrhage [J]. J Korean Med Sci, 2011, 26:100-107.
- [22] Lan Z, Richard S, Hao L, Chen M, You C. Spontaneous hypertensive brainstem hemorrhage: does surgery benefit the severe cases [J]? Interdisciplinary Neurosurgery, 2019, 15:66-70.
- [23] Liu FQ, Wang ZF, Yu XB, Zheng J, Zhang Y, Chen G, Zhang JM. Efficiency and influence factors of stereotactic precision aspiration in the treatment of primary brain stem hemorrhage [J]. Zhonghua Shen Jing Wai Ke Za Zhi, 2019, 35:1094-1098.[刘凤强, 王泽锋, 俞晓波, 郑建, 章杨, 陈高, 张建民. 立体定向精准抽吸治疗原发性脑干出血的疗效及其影响因素分析 [J]. 中华神经外科杂志, 2019, 35:1094-1098.]
- [24] Wang Q, Guo W, Liu Y, Shao W, Li M, Li Z, Li C, Li Z. Application of a 3D-Printed navigation mold in puncture drainage for brainstem hemorrhage [J]. J Surg Res, 2020, 245:99-106.
- [25] Houlden DA, Li C, Schwartz ML, Katic M. Median nerve somatosensory evoked potentials and the glasgow coma scale as predictors of outcome in comatose patients with head injuries [J]. Neurosurgery, 1990, 27:701-707.
- [26] Tao C, Zhang R, Hu X, Song L, Wang C, Gao F, You C. A novel brainstem hemorrhage model by autologous blood infusion in rat: white matter injury, magnetic resonance imaging, and neurobehavioral features [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2016, 25: 1102-1109.
- [27] Chen L, Chen T, Mao GS, Chen BD, Li MC, Zhang HB, Xi HT, She XC, Tang ZP, Zhang P, Zhang ZQ, Cong L, Bao YJ, Yang XF, Zhao SY, He C, Wen L, Zhang P, Xue MZ; On behalf of Chinese Association of Neurorestoratology (Preparatory) and China Committee of International Association of Neurorestoratology. Clinical neurorestorative therapeutic guideline for brainstem hemorrhage (2020 China version) [J]. J Neurorestoratology, 2020, 8:232-240.
- [28] van Asch CJ, Luitse MJ, Rinkel GJ, van der Tweel I, Algra A, Klijn CJ. Incidence, case fatality, and functional outcome of intracerebral haemorrhage over time, according to age, sex, and ethnic origin: a systematic review and meta-analysis [J]. Lancet Neurol, 2010, 9:167-176.

(收稿日期: 2021-02-25)

(本文编辑: 彭一帆)