



电子、语音版

·综述·

## 高血压脑干出血显微手术治疗进展

张之龙<sup>1</sup>, 张晓军<sup>2</sup>, 王忠<sup>2</sup>

1. 内蒙古医科大学研究生院, 内蒙古 呼和浩特 010000

2. 内蒙古自治区人民医院神经外科, 内蒙古 呼和浩特 010017

**摘要:** 高血压脑干出血(HBSH)是所有脑血管病中预后最差和病死率最高的疾病,目前国内外以内科保守治疗为主。随着临床对脑干解剖及功能区认识的不断增长,以及神经影像、显微外科技术、神经导航、神经内镜、术中监测和神经康复等领域新技术和设备的进步,这为开展脑干出血“微创”手术治疗提供了选择和保证。手术清除血肿可降低血肿的占位效应,缓解对脑干的压迫,减少吸收期血液产物分解引起的细胞毒性效应。该文就显微血肿清除术在HBSH中的应用进展展开综述。

[国际神经病学神经外科学杂志, 2023, 50(4): 54–60]

**关键词:** 显微血肿清除术; 高血压; 脑干出血

中图分类号: R651. 12

DOI:10. 16636/j. cnki. jinn. 1673-2642. 2023. 04. 010

## Advancements in microsurgical treatment of Hypertensive Brainstem Hemorrhage

ZHANG Zhilong<sup>1</sup>, ZHANG Xiaojun<sup>2</sup>, WANG Zhong<sup>2</sup>

1. Graduate School, Inner Mongolia Medical University, Hohhot, Inner Mongolia 010000, China

2. Department of Neurosurgery, Inner Mongolia Autonomous Region People's Hospital, Hohhot, Inner Mongolia 010017, China

Corresponding author: WANG Zhong, Email: wz1971@163.com.

**Abstract:** Hypertensive brainstem hemorrhage (HBSH) has the poorest prognosis and highest mortality rate among all cerebrovascular diseases, and current treatments mainly focus on conservative medical management both domestically and internationally. However, with the continuous advancement in knowledge of brainstem anatomy and functional areas, as well as the progress in new technologies and equipment in the fields of neuroimaging, microsurgical techniques, neuro-navigation, neuroendoscopy, intraoperative monitoring, and neurorehabilitation, there are now options and guarantees for the development of "minimally invasive" surgical treatments for brainstem hemorrhage. Surgical evacuation of the hematoma can reduce its mass effect, alleviate compression on the brainstem, and mitigate the cytotoxic effects caused by the breakdown of blood products during the absorption phase. This article provides an overview of the application and progress of microhematoma evacuation surgery in HBSH. [Journal of International Neurology and Neurosurgery, 2023, 50(4): 54–60]

**Keywords:** Microscopic hematoma evacuation; Hypertension; Brainstem hemorrhage

原发性脑干出血(primary brainstem hemorrhage, PBSH)是指排除了外伤、血管畸形、肿瘤等可溯源继发性因素的自发性脑干出血。在无法溯源的PBSH中,多数伴

发原发性高血压,常称为高血压脑干出血(hypertensive brainstem hemorrhage, HBSH),是高血压脑出血最致命的亚型<sup>[1]</sup>,预后不良,病死率高。传统治疗方法主要侧重于

**基金项目:** 内蒙古自治区关键技术攻关计划基金资助项目(基金编号 2020GG0087);内蒙古自治区关键技术攻关计划基金资助项目(基金编号 2019GG051)。

**收稿日期:** 2022-04-26; **修回日期:** 2023-05-22

**作者简介:** 张之龙(1997—),男,硕士,主要从事神经外科脑血管病相关研究,Email: ZZLong97@163.com。

**通信作者:** 王忠(1971—),男,主任医师,博士,主要从事脑出血、脑肿瘤等相关疾病的研究,Email: wz1971@163.com。

保守医学管理。然而,随着临床对脑干解剖和功能区认识的不断深入,以及神经外科领域新技术的发展,HBSH的微创手术治疗日益引起关注。

显微血肿清除术作为一种微创方法,在HBSH的治疗中显示出潜力。通过精确清除血肿,能降低血肿对脑干的占位效应,减轻对脑干的压迫,并减轻吸收期血液产物分解引起的细胞毒性效应。借助显微镜、神经内镜等先进的外科器械以及术中监测技术的辅助,显微血肿清除术有望改善患者的预后,从而为HBSH的治疗范式带来革命性的变革。

通过整合现有的知识和证据,本文对显微血肿清除术在HBSH中的最新应用研究进行综述。

## 1 HBSH的临床特点

脑干出血发生率约为0.5%<sup>[2]</sup>,具有起病急、进展快、病死率高(70%~80%)以及高致残率的临床特点。自发性高血压脑干出血(包括HBSH/PBSH与继发性脑干出血)是一种破坏性的神经外科急症,其特点是严重的神经功能缺陷和高死亡率,特别是在入院时格拉斯哥昏迷量表(Glasgow coma scale, GCS)评分较低的重症病例<sup>[3]</sup>。HBSH是由慢性高血压或淀粉样血管病损伤的小血管破裂引起的<sup>[4]</sup>,最常发生于脑桥区,占脑出血的6%~10%,每年10万人中约有2~4人患PBSH,不同报告的死亡率在30%~90%<sup>[5-6]</sup>。具体来说,因为脑桥的供血主要来源于基底动脉的桥横动脉、长旋动脉和短旋动脉,这与中脑和延髓不一样,这些血管由基底动脉直接发出,动脉压比较大,特别容易出血<sup>[7]</sup>,从而使得脑桥出血占了PBSH的大多数(60%~80%)<sup>[8]</sup>。脑干出血患者可迅速发展出现昏迷,并表现出植物功能障碍(呼吸障碍、心律失常、高热、高血压)、瞳孔缩小等神经眼科症状和弛缓性四瘫;此外,血液可能进入脑室并阻塞脑脊液通路<sup>[9]</sup>,从而使病情进一步加重。HBSH是最致命的脑出血类型,住院病死率为47.5%<sup>[10]</sup>,长期死亡率超过60%<sup>[11]</sup>。

## 2 决定HBSH预后的因素

有研究表明<sup>[12]</sup>,HBSH发病后30 d的总死亡率为58.4%(59/101),GCS评分≤6分、瞳孔光反射消失、血糖≥10 mmol/L是HBSH的死亡率预测因子。在急性脑干出血的患者中,量化脑电图可以有效预测90 d死亡率<sup>[13]</sup>。Morotti和Ding等<sup>[14-15]</sup>分析发现,年龄是影响HBSH患者30 d死亡率或功能预后的因素,但性别并没有类似结论。许德荣等<sup>[16]</sup>研究表明,体温、瞳孔变化、GCS评分、出血量、血糖水平和并发症这些因素影响HBSH患者的预后;其中,高血糖和肺部感染是患者死亡的危险因素。Tao等<sup>[17]</sup>研究表明,手术对于HBSH出血量>5 mL且<10 mL、GCS评分>6且<8分、年龄<65岁、单侧被盖型并无脑桥外出血的患者获益最大,血肿体积、初始GCS评分、年龄、出血类型和血肿向脑干腹侧延伸范围的大小是影响手术结

果的预后因素。

## 3 HBSH的病理机制

HBSH发生时,脑干正常的组织损伤不严重,但血肿压迫是主要的危险因素。由于缺乏胶质细胞,脑干区血肿降解非常缓慢,发病时脑干血肿扩大,破坏正常解剖结构,造成不可逆损害。但是血肿的团块效应和血细胞降解产物的继发性损伤可以通过手术减轻<sup>[18]</sup>。

## 4 HBSH的外科手术治疗

### 4.1 脑干出血的手术指征

清除或减少血肿体积是减少血肿原发性和继发性损害的关键,对于脑干压迫明显且临床特征进行性恶化的患者,尝试手术清除脑干血肿,并在术后进行医疗管理以早期开始康复策略是合理的<sup>[19]</sup>。

直到2020年我国才有关于脑干出血治疗的指南<sup>[8]</sup>,指南中表明开颅血肿清除是脑干出血的有效方法,运用神经内镜清除血肿也是一种选择。当出血量>5 mL或血肿直径>2 cm时,具备手术指征;若出血量≤3 mL,且无明显脑室扩张或意识障碍者,则无需手术治疗;当出血量大于15 mL,有严重不可逆的损伤,基本生命体征极不稳定的患者不建议清除血肿(程龙阳等<sup>[20]</sup>认为,显微血肿清除术对于重型HBSH的患者临床效果好,但是对于血肿量≥10 mL者则无效)。治疗时机为出血后的6~24 h并尽可能早。但对于出现在脑干不同部位血肿的手术治疗路径、血肿清除的百分比以及神经内镜辅助显微血肿清除术治疗的优缺点还没有被详细描述。然而,在美国心脏协会/美国卒中协会(AHA/ASA)和欧洲卒中组织发布的指南中,并没有专门针对HBSH诊断和治疗的明确规范<sup>[21-22]</sup>。陈静等<sup>[23]</sup>认为一部分脑干出血不需要手术干预,只有当出血量相对较大或者破入脑室导致梗阻性脑积水时,才会考虑手术治疗或进行脑室外引流术。

### 4.2 HBSH手术的特点以及手术对神经外科医师的要求

脑干是手术中最具挑战性的结构之一,因为它位于靠近颅底腹侧的后颅窝深处,并且与穿支动脉、白质束和一些重要的功能核紧密相连<sup>[24-25]</sup>。当外科医师通过手术路径到达脑干出血部位时,手术本身可能会给患者造成暂时或永久性的损伤。为了降低损伤,必须选择合适的手术路径清除血肿。

## 5 显微血肿清除术治疗HBSH

### 5.1 神经内镜辅助显微血肿清除术治疗HBSH

5.1.1 神经内镜的概念 内镜是能够将光线导入人体腔道并进行观察和操作的工具。自1910年Lespinnasse使用内镜治疗脑积水以来,神经内镜的临床应用已经有100多年的历史;然而,几经波折,现代内镜神经外科直到20世纪90年代才得到普遍开展;21世纪神经内镜技术在国内发展迅速,当前神经内镜已成为微创神经外科的重

要组成部分<sup>[26]</sup>。

5.1.2 神经内镜辅助显微血肿清除术的优缺点 首先,显微外科治疗 HBSH 具有安全性高、损伤小的优点,是目前治疗 HBSH 的首选方法之一<sup>[27]</sup>;其次,微创外科手术能减少脑干出血患者的住院时间和并发症,降低死亡率、致残率,提高患者生存质量<sup>[28]</sup>;再次,显微外科治疗可改善 HBSH 患者的预后,理想的手术入路和精湛的显微手术技术可提高手术成功率和血肿的清除率<sup>[29]</sup>。

目前,神经内镜辅助显微血肿清除术治疗脑干出血尚存在争议,只有少数已知的报告涉及这个主题<sup>[30-31]</sup>。内镜与显微镜下清除脑干血肿都是安全有效的方法,但内镜下清除脑干血肿手术视野更加清晰、创伤更小、对神经功能影响更小,同时术中内镜可以进入血肿腔内观察血肿是否完全清除、明确出血点止血更确切,创伤更小,更有利于减少术后并发症的发生和促进患者的功能恢复<sup>[32]</sup>。

神经内镜辅助下手术虽是一种微创手术,但也会有各种手术并发症,其中最严重的是术后再出血<sup>[33]</sup>。手术相关出血的原因可分为患者因素和手术因素。患者因素包括血管异常,如动脉瘤破裂、动静脉畸形等,以及系统性疾病凝血功能障碍。这些因素均为手术禁忌证,因术中出血风险高,术前需充分评估。手术因素包括操作者相对缺乏经验。内镜是一种专门的外科仪器,要求神经外科医师必须有过硬的专业知识和操作技能。也有报道表明内镜治疗颅内出血可以减少手术损伤,促进恢复预后,具有良好的临床价值和经济价值<sup>[34]</sup>。

Hellwig 等<sup>[35]</sup>研究认为,即使内镜是灵活和可操作的,通过导水管入路引导内镜进入脑桥血肿也是非常困难的,导水管的中位直径在其头端为 1 mm,并且在大多数急性脑积水病例中,没有看到导水管的扩大。因此,在不破坏导水管周围结构组织的情况下,几乎不可能引导纤维镜的可操控端进入脑桥的血肿处。众所周知,微创经颅入路的内镜辅助可以提高手术的可视化和术野的照明,但其局限性之一是二维视图,使外科医生无法获得足够的深度感,尽管 3D 内镜的发展在一定程度上解决了这个问题,但在操作病变周围的神经组织时,术中使用显微镜视图仍然被认为是必不可少的<sup>[36-37]</sup>。

## 5.2 显微血肿清除术选择入路的原则

HBSH 位于脑干的功能区,因此,手术入路的选择应对血肿周围的正常脑组织微创。然而,脑干入路由于解剖结构复杂,需要术者的经验和仔细的解剖<sup>[38]</sup>。为了优化病变的切除,同时降低患者的风险,外科医生必须选择一种直接接触病变的方法,理想的方法是通过最短的距离,并且对相邻神经通路的干扰最小,尽管这并不总是可能的<sup>[39]</sup>。根据两点原则(即从血肿中心到血肿和脑干表面最浅的点画一条线,并适当向外延伸以获得最佳手术

入路),手术路径应尽可能短<sup>[19]</sup>。手术治疗的方案也需要根据血肿部位、血肿体积、患者的意识状态、一般情况和相关的并发症来决定。手术治疗可降低 HBSH 患者的死亡率,如何改良手术入路和术式、如何选择最佳术式以减轻脑干组织损伤以及术后康复仍是脑干出血治疗的重要任务<sup>[40]</sup>。

## 5.3 显微血肿清除术手术入路的实际选择

5.3.1 中脑出血手术入路 张志浩等<sup>[41]</sup>通过颞下入路(如图 1)对自发性脑干出血血肿位置较高或邻近中脑的 13 例患者进行手术治疗,认为手术治疗是一种可以选择的治疗方式。Shinya 等<sup>[19]</sup>也报道过仰卧侧位颞下入路手术。

5.3.2 脑干背侧出血手术入路 施辉等<sup>[42]</sup>对 23 例高血压脑桥出血的患者,以头颅 CT 显示脑干出血最大层面面积占该层脑干面积的百分比进行分组,小血肿组( $\leq 50\%$ )5 例,大血肿组( $> 50\%$ )18 例。他们对所有患者均行手术治疗。术后患者死亡 7 例,病死率 30.4%(7/23 例)。分析认为,对于脑桥背侧高血压相关性出血患者,出血最大层面面积占该层脑干面积的百分比 $> 50\%$ 或虽 $\leq 50\%$ 但意识障碍及神经系统症状进行性恶化或伴有急性梗阻性脑积水者应积极手术,经膜髓帆入路(如图 2)是该部位出血手术治疗的理想入路。而张志浩等<sup>[41]</sup>则认为对于血肿位于脑干背侧或破入第四脑室时,可行枕下后正中入路(如图 2)。

5.3.3 脑干腹侧出血手术入路 Liu 等<sup>[30]</sup>报道经鼻内镜入路(endoscopic endonasal approach, EEA)成功清除严重 HBSH 的病例。该患者为男性,37 岁,高血压失控病史 5 年,因突然呕吐、肢体抽搐、意识丧失 2 h 就诊;头颅 CT 显示中脑腹侧及第四脑室出血 2.5 cm $\times$  2.2 cm;该患者表现为 GCS 评分 3 分和生命中断,并在急诊科插管;考虑到出血的腹侧位置和紧急手术减压的需要,采取 EEA(如图 3)。术后立即进行腰大池引流,术后每天释放 50 mL 脑脊液,持续 10 d。术后患者的自主呼吸立即得到改善;术后第 1 天停用呼吸机并拔管, GCS 评分提高至 5 分(E2V1M2)。术后 1 个月, GCS 评分提高到 11 分(E4V2M5),并且正在康复中。他们认为对于脑干腹侧出血并且需要急诊手术的患者,EEA 是一种可行的选择,它提供了直接的区域可视化和良好的工作角度,有利于出血的清除,同时脑干损伤最小。张志浩等<sup>[41]</sup>则认为血肿位于脑干腹侧时,可以行枕下乙状窦后入路(如图 4)。Topczewski 等<sup>[43]</sup>报道了连续 5 例脑干病变患者通过 EEA 进行治疗的案例,认为 EEA 可以作为传统经颅入路的一种有效外科替代方案。

5.3.4 脑干腹外侧出血手术入路 许志剑等<sup>[44]</sup>对 26 例出血部位以脑干腹外侧为主的患者采取经颞下岩前入路(Kawase 入路)手术,认为该入路手术是合适、有效、安全



的(Kawase入路可以加在颞下入路的基础上,也可以单独进行,目的是从上方看脑桥前外侧,以发现三叉神经前方的病变,如图1G)。若脑桥下部或延髓上部也存在较多血肿时,可通过硬膜下磨除Kawase三角(改良Kawase入路)增大脑干的暴露<sup>[45]</sup>。

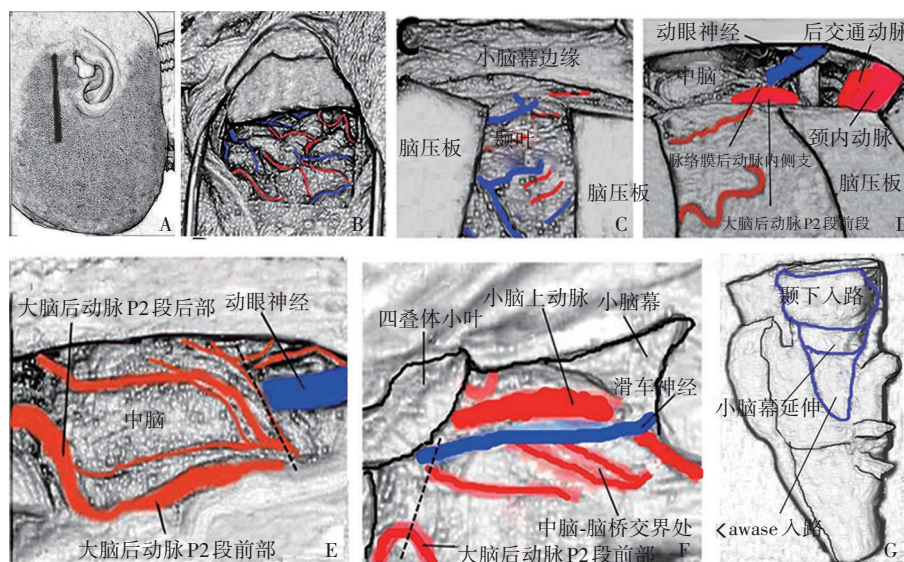
Wang等<sup>[46]</sup>对1例59岁脑干腹外侧出血患者进行内镜下乙状窦后入路清除脑干出血(如图4)。术前该患者昏迷,双侧瞳孔不等,左侧直径4 mm,右侧直径2 mm,无光反射;头颅CT显示脑桥处有15 mL急性血肿。血肿清除后,患者的瞳孔恢复正常,并且是等距的。手术2周后停止使用呼吸机及气管插管,患者逐渐苏醒,并且其正在进行常规治疗,随访6个月,逐渐恢复正常。

5.3.5 其他情况下的手术入路 Tao等<sup>[17]</sup>认为手术入路的设计取决于血肿的位置以及血肿与脑干软脑膜表面的接近程度,单侧被盖型采用中线或外侧幕下入路,而其他类型(基底被盖型、双侧被盖型、大面积弥散型)大多采用中线枕下入路(如图2),当血肿主要在一侧向上延伸至中脑时,也可采用颞下入路(如图1);如果伴有脑积水,首先在开颅前进行脑室三角区外引流。

路贵等<sup>[31]</sup>以距离血肿最近、对脑干创伤最小为基本原则采取以下3种手术入路方式,即颞下经小脑幕入路(通过在滑车神经穿入小脑幕的前方切开和缩回小脑幕来实现。除了沿四叠体池方向延伸的小脑上动脉外,还可以看到脑桥中脑交界处和上脑桥的前外侧视角。如

图1F)、乙状窦后入路(如图4)和枕下后正中入路(如图2B)。他们对98例重型HBSH患者进行手术治疗。术中运用神经内镜可以获得良好的深部照明以及清晰的手术视野,再配合显微镜下三维立体结构,使得景深清晰且明确,从而减少了术中脑组织的牵拉损伤,清晰显示脑干血肿破口(无血肿破口者可在血肿最表浅处且脑干安全区造瘘进入血肿腔),直视下观察血肿腔各壁,严格进行血肿腔内操作。研究表明,神经内镜辅助显微镜下治疗重型HBSH的临床疗效优于保守治疗,并且可以提高治疗有效率,降低死亡率、提高持续性植物状态(persistent vegetative status, PVS)患者生存率,最终改善患者预后。

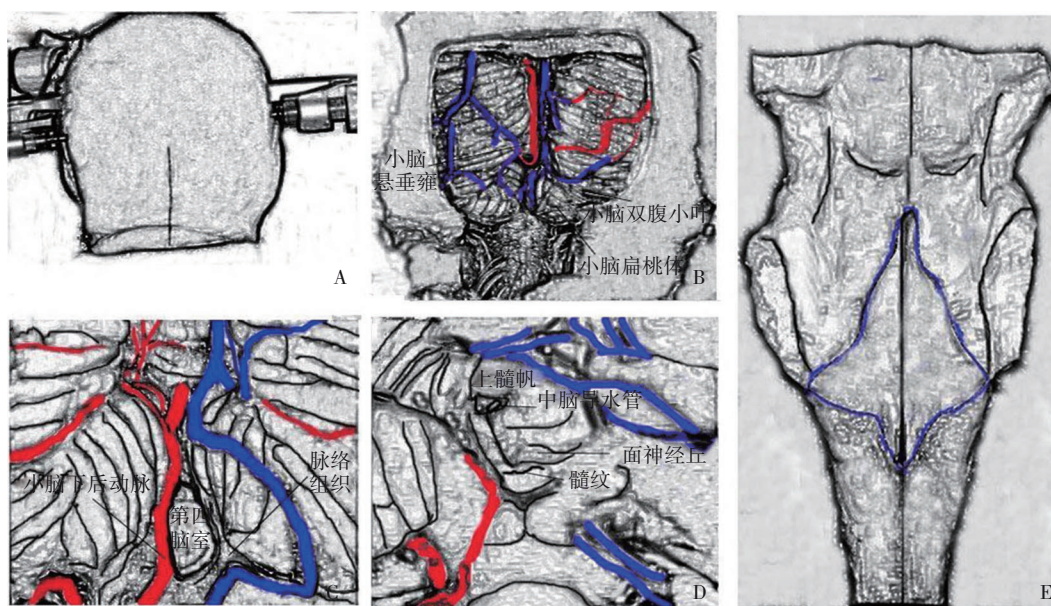
总之,脑干手术长期以来被认为是神经外科医生最后的研究前沿,因为它发病急,致死致残率高,手术困难并且预后差,其外科手术治疗对神经外科医师的要求很严格,必须涉及全面的解剖知识、细致的术前手术计划和术中神经生理学监测等。尽管AHA和欧洲卒中组织发布的指南中没有明确建议手术治疗HBSH,但由于数据库提供数量有限和缺乏高质量的证据,这一建议可能存在偏差,因为在国外,手术与保守治疗的随机临床试验不太可能在这一患者群体中进行。而中国的一些学者通过临床研究证明了显微血肿清除术治疗HBSH的可行性。相信通过大量的临床数据和随机对照试验做支持,显微血肿清除术治疗HBSH的有效性会得到进一步的认可。



A:显示皮肤切口部位的照片;B:切开硬脑膜,露出颞叶;C:通过环池的蛛网膜在颞叶底面和小脑幕边缘之间进行显微切割;D:这种方法提供的暴露区域,包括部分前切隙和外侧切迹空间,通向整个中脑外侧表面;E:通过打开的脚间池和环池放大的中脑外侧视图,这种方法还暴露了2个安全进入区:中脑前区(黑色虚线)和中脑外侧沟(F中的黑色虚线);F:切开小脑幕可显著改善中脑-脑桥交界处和外侧上脑桥的可视性;G:在增加经小脑幕延伸和岩骨前部切除后,逐渐增加颞下入路的暴露面积和长度。

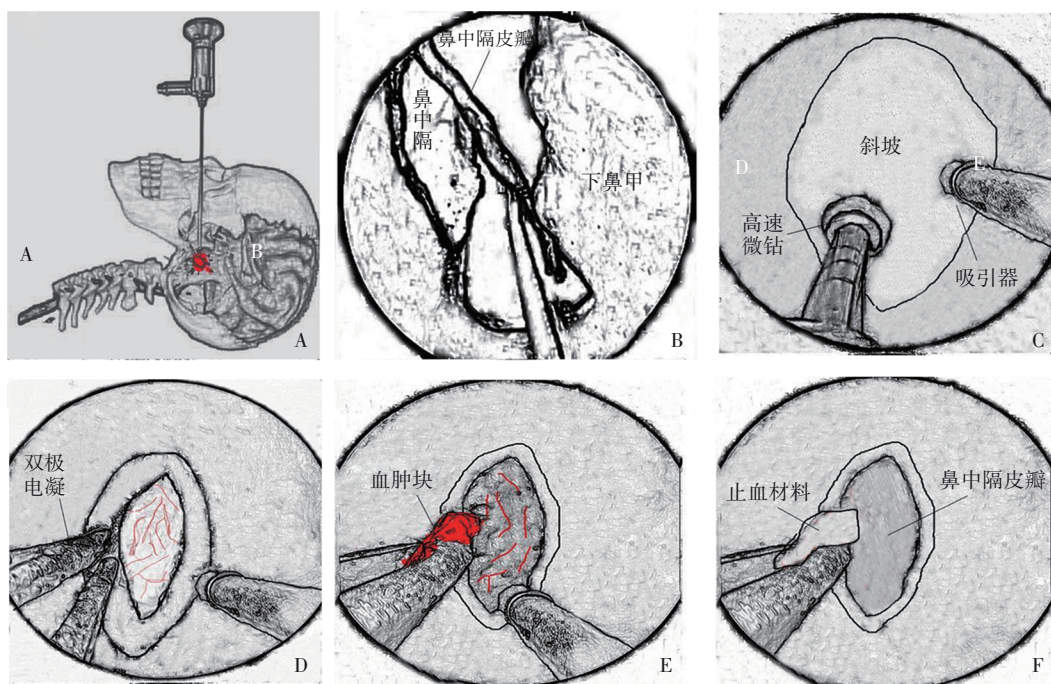
图1 颞下入路





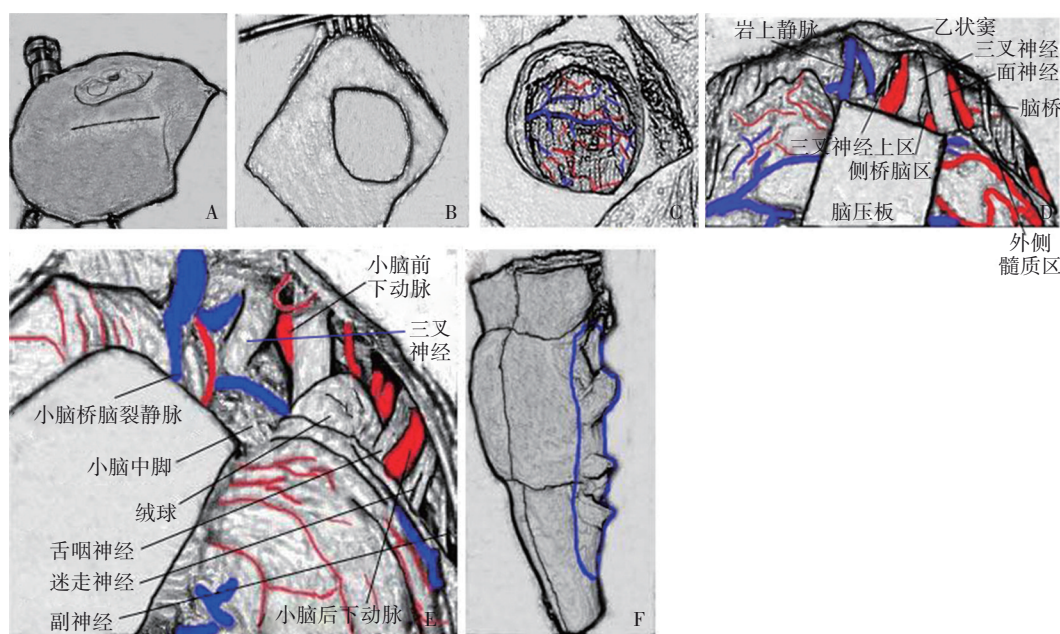
A:在中线上做1个纵向的皮肤切口;B:打开硬脑膜,暴露小脑结构,如小脑扁桃体和悬雍垂,以及小脑延髓裂;C:打开的正中孔,横向受脉络膜组织、小脑扁桃体和后下动脉的限制;D:解剖脉络膜和下髓帆完美暴露整个菱形窝和中脑导水管,而基本没有分裂蚓部的相关风险;E:由经膜髓帆入路暴露的背侧脑干区域由蓝色线画出。

图2 枕下正中入路



A:患者取仰卧位,CT引导下使用神经导航联合神经内镜进行手术;B:取鼻中隔皮瓣用于将来的鞍底修复;C:进入蝶窦后,用高速(7 000 转/min)微钻进行部分斜坡切除;D:打开硬脑膜的中线;E:清除血肿;F:重建鞍底并止血。

图3 EEA入路



A: 仰卧位头偏向一侧, 皮肤切口通常位于耳廓后2横指处; B: 进行乳突后开颅术, 其前缘与乙状窦后缘齐平; C: 打开硬脑膜, 暴露小脑表面; D: 显微外科解剖沿小脑岩面开始, 到达小脑脑桥池; E: 可使用此路径切除毗邻小脑中脚(脑桥臂)或脑桥外侧表面的病变; F: 蓝色画线区域表示乙状窦后入路产生的外侧脑干暴露区域。

图4 乙状窦后入路

#### 参考文献

- [1] 中华医学会神经外科学分会脑血管病学组, 中国医师协会神经外科医师分会脑血管外科学组. 原发性脑干出血诊治中国神经外科专家共识[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(15): 1068-1075.
- [2] ALMOHAMMEDI RM, ALMUTAIRI H, ALHOUSSEIN RO, et al. Brainstem hemorrhage is uncommon and is associated with high morbidity, mortality, and prolonged hospitalization[J]. Neurosciences (Riyadh), 2020, 25(2): 91-96.
- [3] LAN ZG, RICHARD SA, HAO L, et al. Spontaneous hypertensive brainstem hemorrhage: Does surgery benefit the severe cases[J]. Interdiscip Neurosurg, 2019, 15: 66-70.
- [4] VAIBHAV K, BRAUN M, KHAN MB, et al. Remote ischemic post-conditioning promotes hematoma resolution via AMPK-dependent immune regulation[J]. J Exp Med, 2018, 215(10): 2636-2654.
- [5] BEHROUZ R. Prognostic factors in pontine haemorrhage: a systematic review[J]. Eur Stroke J, 2018, 3(2): 101-109.
- [6] WANG SS, YANG Y, VELZ J, et al. Management of brainstem haemorrhages[J]. Swiss Med Wkly, 2019, 149: w20062.
- [7] 陈立华, 徐如祥. 高血压脑干出血的微创治疗[J]. 中华神经创伤外科电子杂志, 2016, 2(4): 252-254.
- [8] CHEN L, CHEN T, MAO GS, et al. Clinical neurorestorative therapeutic guideline for brainstem hemorrhage (2020 China version)[J]. J Neurorestoratol, 2020, 8(4): 232-240.
- [9] SHRESTHA BK, MA L, LAN ZG, et al. Surgical management of spontaneous hypertensive brainstem hemorrhage[J]. Interdiscip Neurosurg, 2015, 2(3): 145-148.
- [10] MURATA Y, YAMAGUCHI S, KAJIKAWA H, et al. Relationship between the clinical manifestations, computed tomographic findings and the outcome in 80 patients with primary pontine hemorrhage[J]. J Neurol Sci, 1999, 167(2): 107-111.
- [11] TAKEUCHI S, SUZUKI G, TAKASATO Y, et al. Prognostic factors in patients with primary brainstem hemorrhage[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2013, 115(6): 732-735.
- [12] Meguro T, Kuwahara K, Tomita Y, et al. Primary pontine hemorrhage in the acute stage: clinical features and a proposed new simple scoring system[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2015, 24(4): 860-865.
- [13] CHEN Y, WANG LJ, ZHANG J, et al. Monitoring of patients with brainstem hemorrhage: a simultaneous study of quantitative electroencephalography and transcranial Doppler[J]. Clin Neurophysiol, 2021, 132(4): 946-952.
- [14] MOROTTI A, JESSEL MJ, BROUWERS HB, et al. CT angiography spot sign, hematoma expansion, and outcome in primary pontine intracerebral hemorrhage[J]. Neurocrit Care, 2016, 25(1): 79-85.
- [15] DING WL, XIANG YS, LIAO JC, et al. Early tracheostomy is associated with better prognosis in patients with brainstem hemorrhage[J]. J Integr Neurosci, 2020, 19(3): 437-442.
- [16] 许德荣, 谭源福, 邓忠勇. 高血压脑干出血预后的影响因素分析[J]. 华夏医学, 2019, 32(3): 38-42.
- [17] TAO CA, LI H, WANG JJ, et al. Predictors of surgical results in patients with primary pontine hemorrhage[J]. Turk Neurosurg, 2016, 26(1): 77-83.



- [18] HAO GS, XU ZT, ZHU JX. Surgical treatment of spontaneous brainstem hemorrhage: a case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(51): e18430.
- [19] ICHIMURA S, BERTALANFFY H, NAKAYA M, et al. Surgical treatment for primary brainstem hemorrhage to improve postoperative functional outcomes[J]. *World Neurosurg*, 2018, 120: e1289-e1294.
- [20] 程龙阳, 李韶雅, 陈春雷, 等. 开颅血肿清除术治疗重型脑干出血 12 例临床观察[J]. *山东医药*, 2021, 61(27): 58-60.
- [21] STEINER T, AL-SHAHI SALMAN R, BEER R, et al. European Stroke Organisation (ESO) guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. *Int J Stroke*, 2014, 9(7): 840-855.
- [22] GREENBERG SM, ZIAI WC, CORDONNIER C, et al. 2022 guideline for the management of patients with spontaneous intracerebral hemorrhage: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2022, 53(7): e282-e361.
- [23] 陈静, 滕晓华, 向健威, 等. 高血压性脑干出血的个体化手术治疗[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2020, 25(4): 218-220.
- [24] YAGMURLU K, RHOTON AL Jr, TANRIOVER N, et al. Three-dimensional microsurgical anatomy and the safe entry zones of the brainstem[J]. *Neurosurgery*, 2014, 10 Suppl 4: 602-619; discussion 619-620.
- [25] MATSUSHIMA K, YAGMURLU K, KOHNO M, et al. Anatomy and approaches along the cerebellar-brainstem fissures[J]. *J Neurosurg*, 2016, 124(1): 248-263.
- [26] LI CZ, ZHU HB, ZONG XY, et al. History, current situation, and future development of endoscopic neurosurgery in China[J]. *World Neurosurg*, 2018, 110: 270-275.
- [27] 黄焜云, 唐伟泰, 莫浩伟. 高血压脑干出血显微手术的临床研究[J]. *中国医药科学*, 2016, 6(4): 130-132.
- [28] 龙勇, 曾春, 石海平, 等. 高血压相关性脑干出血的个体化微创外科治疗探讨[J]. *实用医院临床杂志*, 2020, 17(2): 234-237.
- [29] 陈立华, 魏群, 徐如祥, 等. 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(5): 349-353.
- [30] LIU BL, ZHENG T, MAO YJ, et al. Endoscopic endonasal transclival approach to spontaneous hypertensive brainstem hemorrhage[J]. *J Craniofac Surg*, 2020, 31(5): e503-e506.
- [31] 路贵, 杜宝顺, 王阳, 等. 神经内镜辅助显微镜下治疗重型脑干出血的疗效分析[J]. *国际神经病学神经外科学杂志*, 2020, 47(1): 10-13.
- [32] 佚名. 脑干出血的手术治疗从显微镜到神经内镜[C]//第十五届中国医师协会神经外科医师年会摘要集. 中国广东深圳, 2020-09-18, 2020: 209-210.
- [33] XU J, MA SY, WU WJ, et al. Heron-mouth neuroendoscopic sheath-assisted neuroendoscopy plays critical roles in treating hypertensive intraventricular hemorrhage[J]. *Wideochir Inne Tech Malo Inwazyjne*, 2021, 16(1): 199-210.
- [34] 王学思, 王家文, 孙政, 等. 神经内镜治疗脑出血的疗效及经济学价值[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2017, 34(1): 70-72.
- [35] HELLWIG D, BERTALANFFY H, BAUER BL, et al. Pontine hemorrhage[J]. *J Neurosurg*, 2003, 99(4): 796; author reply 796-797.
- [36] FISCHER G, OERTEL J, PERNECZKY A. Endoscopy in aneurysm surgery[J]. *Neurosurgery*, 2012, 70(2 Suppl Operative): 184-190.
- [37] MORI K. Keyhole concept in cerebral aneurysm clipping and tumor removal by the supraciliary lateral supraorbital approach[J]. *Asian J Neurosurg*, 2014, 9(1): 14-20.
- [38] CHEN LH, LI FJ, ZHANG HT, et al. The microsurgical treatment for primary hypertensive brainstem hemorrhage: Experience with 52 patients[J]. *Asian J Surg*, 2021, 44(1): 123-130.
- [39] KALANI MYS, YAGMURLU K, MARTIROSYAN NL, et al. Approach selection for intrinsic brainstem pathologies[J]. *J Neurosurg*, 2016, 125(6): 1596-1607.
- [40] 许德荣, 谭源福, 邓忠勇. 高血压脑干出血预后的影响因素分析[J]. *华夏医学*, 2019, 32(3): 38-42.
- [41] 张志浩, 卢锦江, 曹成龙, 等. 自发性脑干出血的手术治疗[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2021, 26(7): 537-538.
- [42] 施辉, 周辉, 王富元, 等. 经膜髓帆入路手术治疗桥脑高血压相关性脑出血[J]. *临床神经外科杂志*, 2017, 14(1): 49-51.
- [43] TOPCZEWSKI TE, DI SOMMA A, CULEBRAS D, et al. Endoscopic endonasal surgery to treat intrinsic brainstem lesions: correlation between anatomy and surgery[J]. *Rhinology*, 2021, 59(2): 191-204.
- [44] 许志剑, 徐虎, 余丹枫, 等. 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(6): 497-499, 506.
- [45] 冯旭, 钱增辉, 汤可, 等. Kawase 入路操作方向对脑干显露影响的虚拟现实解剖学研究[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2017, 35(4): 384-387.
- [46] WANG XJ, WANG ZF, CHEN JR, et al. The removal of brainstem hemorrhages (BH) using the whole-course, endoscopic retrosigmoid approach[J]. *Int J Clin Exp Med*, 2020, 13(7): 5506-5511.

责任编辑:王荣兵