

# 神经外科手术机器人辅助原发性脑干出血 穿刺引流术专家共识(2025 版)

中华医学会神经外科分会功能神经外科学组 中国医师协会神经外科医师分会功能神经外科专业委员会

通信作者:牛朝诗,中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科,合肥 230001, Email: niuchaoshi@ustc.edu.cn; 于炎冰,中日友好医院神经外科,北京 100029, Email: yuyanbing123@126.com; 赵国光,首都医科大学宣武医院神经外科,北京 100053, Email: ggzhao@vip.sina.com

**【摘要】** 原发性脑干出血是高血压脑出血中最严重的亚型,内科保守治疗死亡率较高。近年来,手术机器人应用不断增加,其通过三维重建技术,可以精准地定位血肿位置,完成微创、高效的穿刺引流手术,但临床应用过程中缺乏规范化指引,故本共识围绕神经外科手术机器人辅助下原发性脑干出血穿刺引流术的手术指征、手术注意事项、围手术期管理等内容进行论述,提供领域内专家共同经验及意见,以期原发性脑干出血的临床诊治提供参考。

**【关键词】** 脑干出血; 手术机器人; 原发性脑干出血; 手术指征; 围手术期管理

**基金项目:**安徽省高校优秀科技创新团队项目(2023AH010080);安徽省卫生健康委员会科研项目(AHWJ2021a004)

**实践指南注册:**国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2025CN024)

DOI:10.3760/cma.j.cn115354-20250127-00050

## Expert consensus on neurosurgical robot-assisted puncture and drainage in primary brainstem hemorrhage (2025 edition)

Functional Neurosurgery Group of Neurosurgery Branch of Chinese Medical Association; Functional Neurosurgery Professional Committee of Chinese Congress of Neurological Surgeons

Corresponding authors: Niu Chaoshi, Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China (Anhui Provincial Hospital), Hefei 230001, China, Email: niuchaoshi@ustc.edu.cn; Yu Yanbing, Department of Neurosurgery, China-Japan Friendship Hospital, Beijing 100029, China, Email: yuyanbing123@126.com; Zhao Guoguang, Department of Neurosurgery, Beijing Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China, Email: ggzhao@vip.sina.com

**【Abstract】** Primary brainstem hemorrhage (PBSH) is the most serious subtype of hypertensive intracerebral hemorrhage, and the mortality rate is high by medical conservative treatment. In recent years, surgical robots have been increasingly used in neurosurgery; through three-dimensional reconstruction technology, surgical robots can help to accurately locate the hematoma and complete minimally invasive and efficient puncture and drainage, however, standardized guidelines in clinical application process still lacks. By focusing on the surgical indications, surgical precautions and perioperative management of robot-assisted puncture and drainage in PBSH, this consensus provides the common experience and opinions of experts in this field, in order to provide references for clinical diagnosis and treatment of PBSH.

**【Key words】** Brainstem hemorrhage; Surgical robot; Primary cerebral hemorrhage; Surgical indication; Perioperative management

**Fund program:** Excellent Research and Innovation Team Project of Universities in Anhui Province (2023AH010080); Anhui Provincial Health and Health Commission Research Project (AHWJ2021a004)



**Practice guideline registration:** Practice guideline registration for transparency (PREPARE-2025CN024)

DOI:10.3760/cma.j.cn115354-20250127-00050

原发性脑干出血 (primary brainstem hemorrhage, PBSH) 通常为高血压性脑干出血 (hypertensive brainstem hemorrhage, HBSH), 是高血压脑出血中最严重的亚型, 占有高血压性脑出血的 6%~10%, 其起病急骤, 致残、致死率极高, 临床治疗存在巨大挑战<sup>[1]</sup>。既往对于 PBSH 多采用内科保守治疗, 但死亡率较高。据报道, 血肿体积大于 10 mL 的患者, 发病 24 h 内格拉斯哥昏迷量表 (Glasgow coma scale, GCS) 评分 <5 分的患者, 30 d 病死率几乎高达 100%<sup>[2-3]</sup>。随着医学影像学、评估方法和微创外科技术的不断发展, 外科干预逐渐应用于临床。近年来, 神经外科手术机器人技术在国内逐渐得到应用, 为 PBSH 的治疗提供了新的解决方案<sup>[4-5]</sup>。手术机器人通过三维重建技术, 可以精准地定位血肿位置, 实现微创、高效的穿刺引流手术。与传统开颅手术相比, 手术机器人辅助下脑干血肿穿刺引流术具有手术时间短、损伤小、精准度高的显著优势, 能够有效降低死亡率并改善预后<sup>[6-8]</sup>。基于以上背景, 本共识围绕神经外科手术机器人辅助下 PBSH 穿刺引流术的手术指征、手术注意事项、围手术期管理、临床疗效分析等内容进行论述, 提供国内外专家共同经验及意见, 以期形成一套符合我国国情的诊疗规范, 为 PBSH 的临床诊疗提供规范化指引。

## 一、共识制订方法学

### (一) 共识制定专家组

本共识由中华医学会神经外科分会功能神经外科学组和中国医师协会神经外科医师分会功能神经外科专业委员会组织发起, 共邀请神经外科、神经内科、神经重症科、神经影像科等相关学科 104 位专家参与讨论。

### (二) 文献检索策略

检索数据库包括 PubMed、Web of Science、中国知网和万方数据知识服务平台等, 检索时间范围为建库至 2024 年 6 月 30 日。中文检索词为“脑干”、“出血”、“血肿”、“原发性脑干出血”、“自发性脑出血”、“高血压脑出血”、“神经外科手术机器人”、“机器人手术”及“手术治疗”等, 英文检索词为“brainstem”、“hematoma”、“hemorrhage”、“intracerebral hemorrhage”、“primary brainstem hemorrhage”、

“spontaneous intracerebral hemorrhage”、“hypertensive intracerebral hemorrhage”、“robotic surgery”、“neurosurgical robot”等, 通过 AND、OR 和 NOT 布尔逻辑运算符进行关键词的不同组合检索。文献纳入类型包括随机对照试验、系统评价、荟萃分析、队列研究、病例对照研究、指南和专家意见等。

### (三) 证据质量与推荐意见等级

本共识采用证据推荐分级的评估、制订与评价 (the Grading of Recommendation Assessment, Development and Evaluation, GRADE) 系统<sup>[9-11]</sup>, 将证据质量分为高、中、低、极低, 即 A、B、C、D 共 4 级, 推荐意见分为强推荐、弱推荐、弱反对、强反对 4 级, 证据质量定义及推荐分级定义见表 1、2。

## 二、手术机器人辅助下 PBSH 穿刺引流术

脑干血肿的手术方式包括开颅血肿清除术、立体定向血肿穿刺引流术、手术机器人辅助下血肿穿刺引流术等。虽然立体定向穿刺引流术较开颅血肿清除术创伤更小, 但手术机器人辅助下血肿穿刺引流术基于三维重建技术, 可进一步精简术前穿戴立体定向框架系统的繁琐步骤、提高血肿穿刺精准度、降低创伤程度。手术机器人辅助下血肿穿刺引流术在手术指征、术前准备、手术计划、血肿穿刺步骤及注意事项等方面与开颅血肿清除术、立体定向血肿穿刺引流术既有共性也有区别。

### (一) 手术指征

根据国内外文献报道, 不同中心开展 PBSH 手术的指征略有不同<sup>[8, 12-16]</sup>, 基本上与《原发性脑干出血诊治中国神经外科专家共识》中提出的观点一致<sup>[17-18]</sup>, 本共识专家组在上述内容基础上形成如下推荐意见。

**推荐意见 1:** 手术机器人辅助下 PBSH 穿刺引流术的基本原则是最大程度改善患者预后。术前生命体征相对稳定, 血肿体积为 5~20 mL, GCS 评分 >3 分患者推荐行机器人辅助穿刺引流手术 (强推荐, A 级证据); 血肿体积 3~5 mL 但起病 72 h 以上 GCS 评分仍 <5 分的患者, 可根据患者整体病情及家属意愿行机器人辅助穿刺引流术 (强推荐, B 级证据); 血肿体积 >20 mL, GCS 评分 3 分, 不推荐手术治疗 (强反对, A 级证据)。

**推荐意见 2:** 血肿体积 <3 mL、累及双侧的弥漫

表 1 GRADE 系统中证据质量等级种类及定义<sup>[9-11]</sup>

Tab.1 Types and definitions of evidence grades in GRADE system<sup>[9-11]</sup>

证据质量等级	定义
高(A)	非常确信真实值与效应估计值接近
中(B)	对效应估计值有中等程度信心: 真实值很可能与估计值接近,但仍存在二者不同的可能性
低(C)	对效应估计值的确信程度有限:真实值可能与估计值存在很大差异
极低(D)	对效应估计值几乎没有信心:真实值很可能与估计值不同

GRADE:证据推荐分级的评估、制订与评价

表 2 GRADE 系统中推荐意见等级种类及定义<sup>[9-11]</sup>

Tab.2 Types and definitions of recommended grades in GRADE system<sup>[9-11]</sup>

推荐意见等级	定义
强推荐	确信正面获益大于负面风险
弱推荐	不太确信正面获益与负面风险,但获益更有可能大于风险
弱反对	不太确信正面获益与负面风险,但风险更有可能大于获益
强反对	确信负面风险大于正面获益

GRADE:证据推荐分级的评估、制订与评价

性出血患者或年龄>70岁且正在口服抗凝药物者需结合家属意愿酌情考虑行机器人辅助穿刺引流术(弱推荐,B级证据)。对于年轻、既往无高血压病史等情况的患者,需警惕脑干出血合并海绵状血管瘤的情况,应积极完善头颅MRI予以排除。

(二)术前准备

1. 头部CT或MRI检查:(1)明确出血部位与范围:通过头颅薄层CT或MRI检查,明确脑干出血的具体部位、出血量及血肿形态,为手术规划提供准确依据<sup>[19-20]</sup>。头颅薄层CT是脑干出血的首选检查方法,因其操作简便、成像速度快,能够迅速明确诊断。(2)评估周围结构受累情况:观察血肿累及范围如中脑、脑桥、延髓、小脑、丘脑等,以及是否有脑室积血、脑积水等并发症的发生。有条件者可行磁共振弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)检查,明确脑干传导束受损情况,并且可辅助规划穿刺路径以避免损伤关键神经纤维束。(3)影像三维重建与手术规划:将头颅薄层CT或MRI影像学资料导入神经外科手术机器人系统,进行三维重建,模拟手术过程,规划靶点位置和最佳穿刺路径<sup>[8,15]</sup>。这有助于医生在手术前对手术难度和风险进行充分评估,并制定个性化的手术方案。

2. 其他影像学检查(如需要):(1)CT血管成像(computer tomography angiography, CTA)或数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA):对于怀疑有脑血管畸形或动脉瘤破裂引起的脑干出血患者,可进行CTA/DSA检查以明确诊断<sup>[18]</sup>。CTA或DSA在PBSH穿刺引流手术中不是常规检

查项目,但是在某些复杂病例中有助于手术规划,优化穿刺路径,规避重要血管。(2)其他辅助检查:根据患者的具体情况和手术需要,医生可选择其他影像学检查方法如经颅多普勒超声(transcranial doppler, TCD)、脑电图(electroencephalogram, EEG)等以评估患者的脑功能和血流动力学状态<sup>[19]</sup>。

推荐意见 3:PBSH出血急性期首选CT检查明确血肿情况(强推荐,A级证据);根据医疗单位机器人型号及术前规划数据需求完善头部薄层CT/MRI检查(强推荐,A级证据);对怀疑合并脑血管畸形者必须行CTA/DSA检查以明确诊断(强推荐,B级证据)。

推荐意见 4:TCD、EEG等其他检查的必要性需结合患者的整体病情综合评估(弱推荐,B级证据)。

(三)手术计划

1. 血肿定位及靶点确定:根据影像学资料,构建出患者头部的三维图像,确定最优充分引流血肿位置(一般为血肿的底部)作为手术靶点<sup>[8]</sup>。这是手术穿刺和引流的精确目标。考虑到脑干结构的复杂性,靶点确定需特别谨慎,以确保手术路径的安全性和有效性。

2. 手术路径规划:脑干血肿穿刺路径设计应遵循就近及功能损伤最小原则,具体包括以下几点<sup>[21]</sup>:(1)手术穿刺路径最短,在靶点和血肿离脑干表面最表浅点之间的连线,向外延伸为最佳的手术入路。(2)穿刺路径应尽量避免开脑干重要传导束和核团。(3)尽量与血肿最长径相吻合,沿着血肿长轴容易较彻底抽除脑干内血肿。(4)对于脑干出血破入

第四脑室或脑池者,可抽出第四脑室血肿并沿脑干内出血的破口进入血肿腔,而不再另在脑干表面做新的穿刺口。(5)选择脑干表面无供血动脉和引流静脉的安全区设计穿刺路径。(6)避开横窦、乙状窦等血管结构。(7)有条件的单位可通过多模态影像融合技术辅助规划穿刺路径,最大程度降低神经血管等的穿刺损伤;如通过术中实时影像技术,可实时显示穿刺管头端到达的位置以及血肿抽吸引流后的效果,并根据实时影像技术动态调整路径,以提高血肿清除率<sup>[22]</sup>。

手术机器人提供自动路径设计模块,结合患者的影像数据(如 CT 或 MRI),可自动计算出最优的手术路径,在此基础上进行后期人工微调可进一步减少手术风险和对正常脑组织的损伤。特别考虑以下情况:(1)个性化定制:根据每位患者的具体情况,如血肿位置、大小、形态以及周围结构的特点,提供个性化的手术路径规划。这有助于确保手术过程中的精准性和安全性,提高手术效果。(2)路径优化:在保证避开重要结构的前提下,尽量选择距离血肿中心最短、操作最便捷的路径。这有助于缩短手术时间,提高手术效率。

**推荐意见 5:**手术路径的选择应以安全性和有效性为原则,以充分引流血肿为目标,在保证避开重要结构的前提下,尽量选择距离血肿中心最短、操作最便捷的路径(强推荐, A 级证据)。

#### (四)脑干血肿穿刺步骤及注意事项

1. 手术导航与注册:(1)手术机器人系统准备:启动神经外科手术机器人系统,确保手术导航系统功能正常。将患者的影像学资料导入手术机器人系统,进行三维重建和手术规划。(2)麻醉与体位:患者全身麻醉后,根据血肿位置、形状及穿刺路径采取适当体位(仰卧位、侧卧位、俯卧位),头部用头架固定,便于暴露手术部位,确保其在手术过程中体位稳定。(3)手术导航注册与校准:不同型号的神经外科手术机器人在进行注册时采用的方式各有差异,其核心原理是机器人通过识别特定的特征信息来完成三维空间坐标的注册。常见的注册方式包括骨性标记注册、激光表面识别注册、光学注册以及框架注册等。各医疗中心需根据机器人系统的具体型号需求选择最佳的注册方式,通过在患者头部粘贴金属标记点,建立空间映射关系。使用手术机器人的智能机械臂对标记点进行注册和校准,确保手术机器人与患者头部的精确对应。确保注册误差在 1 mm 以内,超出时需重新注册。(4)穿刺路径模拟与确认:在手术机器人导航系统的引导

下,模拟手术路径和穿刺过程,确保手术规划的准确性和机械臂运动轨迹的安全可行性。模拟完成后启动手术机器人的机械臂,标记患者头部钻孔引流的入颅点,机械臂返回消毒位,随后以入颅点为中心设计长 2~3 cm 的手术切口,若通过活检针进行穿刺抽吸也可不植入引流管,此时切口仅 3 mm 即可。对术区进行常规消毒铺无菌巾后进行手术。

**推荐意见 6:**确保手术过程中患者体位稳定,根据医疗机构机器人型号及导航系统正确、规范操作,确保手术规划的准确性和机械臂运动轨迹的安全可行性(强推荐, A 级证据)。

2. 术中操作流程:根据术前规划,将带导针的适当型号引流管(如 8F 或 10F)沿预定穿刺路径和深度缓慢穿刺至靶点位置。引流管的选择要考虑到长度、直径、侧孔的位置等因素,可通过适当增加侧孔数量来提高抽吸效率。使用 5 mL 注射器缓慢抽吸血肿液,抽吸时注意控制抽吸速度和力度,保持适当压力(注射器 1 mL 容积负压),遇抽吸困难时可适当旋转引流管或更换抽吸位置,也可以采用先置入活检针或血肿碎吸针等硬性引流管,碎吸血肿等方法<sup>[8]</sup>;当血肿靠近第四脑室,少量抽吸血肿后引流管与脑室相通而抽出脑脊液时,可以通过旋转引流管侧孔位置进行调整。术中可根据血肿清除情况调整穿刺深度,以确保血肿充分引流。根据术中抽吸的血肿量或者术中 CT 扫描判断血肿大部分或完全清除后,把软质引流管留置在血肿腔靶点位置(一般为血肿最低处),妥善固定引流管,避免脱落或移位,引流管外接引流装置并保持引流通畅(如术中血肿清除满意,术后也可不留置引流管)。

**推荐意见 7:**使用带有刻度的 8F 或 10F 引流管, 5 mL 注射器(1 mL 容积负压)缓慢抽吸血肿液(强推荐, A 级证据);根据血肿清除情况调整穿刺深度(强推荐, B 级证据)。

3. 术后处理阶段:(1)头部 CT 复查与评估:手术完成后立即复查头颅 CT 或 MRI 以确认血肿清除情况及引流管位置。对患者进行全面的神经功能评估,了解手术效果及预后情况。根据血肿引流情况,经引流管向血肿腔内注入含尿激酶或其他溶血药物的生理盐水[(1~5)万 U 溶于 2 mL 生理盐水中],夹闭保留 2 h 后开放引流。术后动态复查头颅 CT,当血肿量 $\leq 3$  mL 时拔除引流管<sup>[8]</sup>。(2)重症监护:将患者送入神经重症监护室进行密切观察和治疗护理。给予控制血压、保护胃黏膜、保持呼吸道通畅、维持生命体征稳定和水电解质酸碱平衡、防治并发症等措施,监测患者的生命体征和病情变化,

及时调整治疗方案和护理措施。在引流管拔除前保持引流管通畅,定期记录引流量和性状,以便及时发现并处理颅内感染、再出血等并发症。(3)后续治疗与康复:根据患者情况给予抗炎、止血、抑酸及支持治疗等后续措施。定期复查头颅CT或MRI以评估血肿吸收情况和神经功能恢复情况。制定个性化的康复计划,包括物理治疗、言语治疗、心理治疗等,以促进患者早日康复并提高生活质量<sup>[23]</sup>。对患者家属或护理人员进行健康教育,指导正确的生活方式和用药方法。定期随访患者,及时调整治疗方案并提供必要的支持。

**推荐意见 8:** 术后通过影像学检查明确血肿清除情况,必要时向血肿腔内注入含尿激酶等溶血药物的生理盐水,夹闭保留2 h后开放引流。术后动态复查头颅CT,当血肿量 $\leq 3$  mL时拔除引流管(强推荐,A级证据)。

**推荐意见 9:** 术后制定个性化的康复计划,包括对家属或护理人员进行健康教育,指导正确的护理方式(强推荐,A级证据)。

4. 注意事项:(1)多学科团队协作:手术规划过程中需与麻醉医生、重症监护室医生等多学科团队协作,共同制定全面的手术和术后管理方案。(2)术中监测:在手术过程中密切监测患者的生命体征和病情变化,如血压、心率、呼吸、血氧饱和度等。注意观察患者的瞳孔、肢体活动及意识状态变化,及时发现并处理可能的并发症和风险。(3)应急预案制定:针对可能出现的意外情况制定详细的应急预案和抢救措施,确保手术过程中的安全。(4)医患沟通:在手术前及时与患者家属沟通手术方案、风险及预后等信息,取得其理解和支持。

### 三、脑干血肿的围手术期管理

由于具有手术指征的PBSH患者意识常呈现不同程度的昏迷状态,故围手术期需合理有效地管理血压、引流管、气道及肺部,做好主要并发症的防治工作和术后康复治疗工作。

#### (一)血压管理

PBSH患者常常合并高血压,围手术期对症治疗的同时应积极调控血压。急性脑出血试验表明:在脑出血后6 h内收缩压快速降低至 $< 140$  mmHg ( $1$  mmHg=0.133 kPa)是安全的。对于收缩压为150~220 mmHg,同时无急性期血压治疗禁忌证的脑出血患者,发病6 h内强化降低收缩压有可能限制血肿扩大,降低再出血风险,改善患者预后<sup>[24]</sup>。根据《中国卒中患者高血压管理专家共识》及美国心

脏协会/美国卒中协会(AHA/ASA)《自发性脑出血诊疗指南(2022版)》推荐意见,PBSH围手术期血压管理应遵循全程、持续、平稳控制的原则<sup>[25-26]</sup>。

**推荐意见 10:** 整个围手术期都应重视血压的控制和管理,确保持续、平稳地控制血压,收缩压尽可能稳定在120~140 mmHg(强推荐,A级证据)。

#### (二)气道及肺部管理

具有手术指征的PBSH患者,应积极行气管插管以保证呼吸道通畅,同时置入鼻饲管保持胃肠减压以降低误吸风险。对于GCS评分 $\leq 5$ 分且预计机械通气 $> 7$  d的患者应在48 h内行气管切开以改善预后<sup>[27-28]</sup>。对于合并呼吸衰竭需使用呼吸机治疗的患者,需重点防治呼吸机相关性肺炎,通过围手术期痰培养或二代测序早期识别病原体,针对性使用抗生素<sup>[29-30]</sup>。需定期行影像学检查监测肺部病变情况,同时观察痰液性状、体温及血象指标<sup>[31-32]</sup>。

**推荐意见 11:** PBSH患者术后在血压控制平稳的前提下早期(48 h内)行气管切开,尽可能降低肺部感染率,防止脑组织受到缺氧损害,减少抗生素使用时间。必要时呼吸机辅助治疗,防治呼吸机相关肺炎,根据动态痰液培养药敏结果尽早启动针对性抗生素治疗(强推荐,A级证据)。

#### (三)引流管管理

脑干出血术后引流管管理至关重要。术后需通过CT确认引流管位于血肿腔内,并定期检查其通畅性,详细记录引流液性状以评估疗效。严格执行无菌操作,保持引流口清洁并定期更换敷料,同时医护人员需要指导陪护人员在患者被动活动时观察引流管的位置,防止引流管移位或受压。拔管时机应综合临床及影像学结果,通常在术后1~3 d进行,留置时间尽量不超过7 d,操作需轻柔并做好消毒包扎。拔管后仍需密切监测患者生命体征、神经功能及穿刺部位情况。

**推荐意见 12:** 术后应确保引流管通畅,避免堵塞,保持引流管出口处的清洁并定期更换敷料,严格遵守无菌操作要求以减少感染风险(强推荐,A级证据)。术后根据影像学结果综合评判拔管指征,引流管留置尽量不超过7 d,具体留置时间可根据血肿引流等情况综合考虑(强推荐,B级证据)。

#### (四)主要并发症防治

脑干出血的常见并发症为应激性溃疡、呼吸改变、高热、电解质紊乱、酸碱平衡紊乱、肾功能不全、凝血功能障碍、弥漫性血管内凝血、神经源性肺水肿、肺部感染、颅内再出血、脑积水形成,甚至多器官功能障碍或衰竭。围手术期应常规使用质子泵



抑制剂预防应激性溃疡,动态监测电解质及血气并调整补液方案,在控制血压的同时保证器官灌注,定期检测肝肾功能指标<sup>[33-34]</sup>。长期卧床患者需定期进行下肢血管超声筛查深静脉血栓,经出血风险评估后可考虑抗凝治疗<sup>[35-36]</sup>。

**推荐意见 13:** PBSH 围手术期应动态监测脑部以外其他器官及系统指标变化,综合管理综合治疗(强推荐, A 级证据)。

(五)康复治疗

脑干出血患者经积极手术治疗后,虽然增加了存活概率,但多数患者仍长期昏迷或者遗留严重神经功能障碍,故在生命体征稳定后应尽早开始康复治疗。高压氧治疗可以增加脑组织的氧供应,改善脑组织的代谢环境,促进神经功能的恢复。中医针灸理疗可以调节经络和气血,改善患者的神经功能和身体状况。神经调控技术,如经颅磁刺激、脊髓电刺激、脑深部电刺激可通过调节神经元的活动,促进神经功能的恢复<sup>[37-39]</sup>。机器人辅助与脑机接口技术的发展和日趋成熟,实现了大脑和设备之间的信息交流,可提高肢体的运动功能和协调性<sup>[40-41]</sup>。神经再生技术,如干细胞移植可以促进神经细胞的再生和修复,改善患者的神经功能<sup>[42-43]</sup>。这些新技术的发展和临床应用在促进脑干出血患者神经功能恢复方面具有重要价值。针对患者神经功能缺失情况,制定传统康复模式与新技术相结

合的个性化康复方案可使患者最大程度获益。

**推荐意见 14:** PBSH 术后应积极进行康复治疗,根据患者神经功能缺失情况早期启动个性化康复治疗及训练方案(强推荐, A 级证据)。

四、临床疗效分析

有 7 项回顾性研究分析了机器人辅助治疗 PBSH 的疗效, 1 项研究介绍了 ROSA 辅助治疗 PBSH 的心得体会,共包含 PBSH 患者 201 例。7 项研究中 3 项设置了保守治疗对照组,结果显示机器人辅助治疗 PBSH 可显著降低患者死亡率(表 3)。

五、手术机器人辅助下 PBSH 穿刺引流术优点

(一)手术微创

神经外科手术机器人在 PBSH 治疗中可依据病变形态及与周围组织关系,设计精准穿刺路径,术中显著减少患者手术创伤<sup>[47]</sup>。许峰等<sup>[44]</sup>通过回顾分析 33 例高血压脑干出血病例资料,对比机器人辅助治疗脑干出血和传统框架辅助治疗脑干出血的疗效发现,无论是在血肿清除率、手术时间还是术后拔管时间等方面,机器人辅助治疗组均优于框架立体定向辅助治疗组。

(二)定位精准

手术机器人辅助治疗能提高靶点定位的精准性。甄雪克等<sup>[48]</sup>通过统计分析靶点精确度误差,提

表 3 7 项手术机器人辅助治疗 PBSH 的回顾性研究结果

Tab.3 Comparison of results from 7 retrospective studies on surgical robot-assisted treatment of PBSH

研究者	PBSH 例数	手术组死亡率	对照组死亡率	手术组并发症	对照组并发症	随访结果	随访时间
孟宪兵等 <sup>[41]</sup>	11	36.4%	-	无穿刺道出血或手术相关感染;均有不同程度的中枢性高热	-	昏迷 1 例,中度意识障碍 6 例;mRS 5 分 5 例,4 分 2 例	3 个月
许峰等 <sup>[44]</sup>	33	-	-	无再出血和颅内感染	再出血 3 例,颅内感染 2 例	血肿清除率、手术时间和术后拔管时间优于对照组	-
刘云阳等 <sup>[8]</sup>	40	32.5%	-	肺炎 22 例,低蛋白血症 21 例,应激性溃疡 17 例,深静脉血栓形成 10 例,肝、肾及心功能障碍 15 例	-	GOS IV 级 5 例, III 级 12 例, II 级 10 例	6 个月
Tang 等 <sup>[14]</sup>	125	17.6%	79.7%	中枢性高热(47.3%), 应激性溃疡(43.1%)	中枢性高热(47.3%), 应激性溃疡(50.0%)	NIHSS 评分和 GCS 评分显著优于保守治疗组	6 个月
Bao 等 <sup>[16]</sup>	82	19.44%	50.00%	中枢性高热(30.56%)	中枢性高热(34.78%)	GCS 评分及 GOS 评分均较对照组显著提高	2 个月
张秀峰等 <sup>[45]</sup>	18	27.78%	-	无再出血和颅内感染	-	GOS IV 级 3 例, III 级 6 例, II 级 4 例	3 个月
Zhang 等 <sup>[46]</sup>	53	28.6%	36.0%	中枢性高热(17.9%), 应激性溃疡(17.9%)	中枢性高热(12.0%), 应激性溃疡(28.0%)	手术组预后良好率为 28.6%, 对照组为 20.0%	3~23 个月

PBSH:原发性脑干出血;mRS:改良 Rankin 量表;NIHSS:美国国立卫生研究院卒中量表;GCS:格拉斯哥昏迷量表;GOS:格拉斯哥预后量表;

“-”:研究中不涉及此项内容



示使用神经外科手术机器人辅助立体定向颅内深部电极置入术具有较高的精确度,颅内电极置入术中靶点误差为 $(2.1\pm 1.2)$  mm。徐力等<sup>[49]</sup>研究结果显示神经外科医疗机器人 Remebot 引导下无框架立体定向活检手术总体靶点精确度误差为 $(1.510\pm 0.636)$  mm。

### (三)操作便捷

虽然基于立体定向框架系统治疗 PBSH 同样具有一定的精准度,但具有手术指征的 PBSH 患者多为昏迷患者,术前戴框架过程相对繁琐,而且在进行血肿穿刺时可能存在框架遮挡问题。神经外科手术机器人可有效避免上述不利情况。此外,神经外科手术机器人术中操作方便,只需点击相应按键机械臂即可按术前手术计划到达指定穿刺点,在穿刺点处切开长 2~3 cm 手术切口。

## 六、小结

神经外科手术机器人辅助 PBSH 穿刺引流手术具有微创、精准、便捷等优点,为脑干出血患者带来了新的治疗方式。本共识基于文献和专家意见制订,不具有法律效力,内容也将随着医学发展和医学证据的增加而更新,临床工作者实施手术治疗时应结合临床具体情况综合考虑。

### 本共识制定专家组名单

**执笔:**鲍得俊、倪升远、贺虎、牛万祥[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科];杨艳艳[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经重症科];牛朝诗[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科]

**专家委员会成员**(按姓氏汉语拼音排序):鲍得俊[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科]、卞留贯(上海交通大学医学院附属瑞金医院神经外科)、陈高(浙江大学医学院附属第二医院神经外科)、陈罡(苏州大学附属第一医院神经外科)、陈礼刚(西南医科大学附属医院神经外科)、陈亮(复旦大学附属华山医院神经外科)、陈谦学(武汉大学人民医院神经外科)、陈心(天津医科大学总医院神经外科)、陈育华[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经内科]、程传东[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科]、杜权(西湖大学医学院附属杭州市第一人民医院神经外科)、费小瑞[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科]、冯珂珂(天津市环湖医院神经外科)、关宇光(首都医科大学三博脑科医院神经外科)、郭冕(哈尔滨医科大学附属第二医院神经外科)、郭燕舞(南方医科大学珠江医院神经外科中心)、杭春华(南京大学医学院附属鼓楼医院神经外科)、何江弘(首都医科大学附属北京天坛医院神经外科)、洪文瑶(福建省立医院神经外科)、胡杰(复旦大学附属华山医院神经外科)、胡荣(陆军军医大学西南医院神经外科)、胡韶山(浙江省人民医院神经外科)、黄冠敏(安徽理工大学附属淮南市第一人民医院神经外科)、蒋传路(哈尔滨医科大学附属第二医院神经外科)、蒋晓帆(空军军医大学西京医院神经外科)、姜磊(新疆医科大学第一附属医院神经外科)、姜晓兵(华中科技大学同济医学院附属协和医院神经外科)、柯以铨(南

方医科大学珠江医院神经外科中心)、蓝胜勇(广西壮族自治区人民医院神经外科)、李冬雪[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科]、李美华(南昌大学第一附属医院神经外科)、李世亭(上海交通大学医学院附属新华医院神经外科)、李卫国(山东大学齐鲁医院神经外科)、李岩峰(辽宁省人民医院神经外科)、李宗正(宁夏医科大学总医院神经外科)、李忠华(扬州大学附属淮安医院神经外科)、林元相(福建医科大学附属第一医院神经外科)、刘国龙(陆军军医大学新桥医院神经外科)、刘如恩(北京大学人民医院神经外科)、刘卫平(西北大学附属人民医院神经外科)、刘志雄(中南大学湘雅医院神经外科)、龙浩(南方医科大学南方医院神经外科)、吕胜青(陆军军医大学新桥医院神经外科)、马久红(山西省人民医院神经外科)、孟凡刚(北京市神经外科研究所)、牛朝诗[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科]、欧绍武(中国医科大学附属第一医院神经外科)、潘琪(中山大学孙逸仙纪念医院神经外科)、秦峰(中山大学附属第三医院岭南医院神经外科)、邱吉庆(吉林大学第一医院神经外科)、屈建强(西安交通大学第二附属医院神经外科)、屈延(空军军医大学唐都医院神经外科)、单永治(首都医科大学宣武医院神经外科)、沈剑虹(南通大学附属医院神经外科)、施炜(南通大学附属医院神经外科)、舒凯(华中科技大学同济医学院附属同济医院神经外科)、陶英群(北部战区总医院神经外科)、王峰(浙江大学医学院附属第一医院神经外科)、王军(中国医科大学附属第一医院神经外科)、王宏勤(山西医科大学第一医院神经外科)、王茂德(西安交通大学第一附属医院神经外科)、王伟(四川大学华西医院神经外科)、王学廉(空军军医大学唐都医院神经外科)、郭巍(吉林大学第一医院神经外科)、吴安华(中国医科大学附属盛京医院神经外科)、徐伦山(陆军特色医学中心神经外科)、徐淑军(山东大学齐鲁医院神经外科)、谢宗义(重庆医科大学附属第二医院神经外科)、辛涛(山东第一医科大学第一附属医院神经外科)、熊南翔(武汉大学中南医院神经外科)、杨岸超(首都医科大学附属北京天坛医院神经外科)、杨瑞金(赣州市人民医院神经外科)、杨艳艳[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经重症科]、杨艺(首都医科大学附属北京天坛医院神经外科)、杨治权(中南大学湘雅医院神经外科)、尹丰(航天中心医院神经外科)、尹绍雅(天津市环湖医院神经外科)、尤永平(南京医科大学第一附属医院神经外科)、余化霖(昆明医科大学第一附属医院神经外科)、于炎冰(中日友好医院神经外科)、闫东明(郑州大学第一附属医院神经外科)、闫志强(空军军医大学西京医院神经外科)、张捷(武汉大学中南医院神经外科)、张建国(首都医科大学附属北京天坛医院神经外科)、张华(西安交通大学第一附属医院神经外科)、张剑宁(解放军总医院神经外科)、张金男(吉林大学中日联谊医院神经外科)、张黎(中日友好医院神经外科)、张良文(山东第一医科大学附属省立医院神经外科)、张弩(中山大学附属第一医院神经外科)、张世忠(南方医科大学珠江医院神经外科中心)、张晓华(上海交通大学医学院附属仁济医院神经外科)、张新定(兰州大学第二医院神经外科)、章文斌(南京医科大学附属脑科医院神经外科)、赵国光(首都医科大学宣武医院神经外科)、赵晶[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)影像科]、甄海宁(空军军医大学西京医院神经外科)、钟春龙(同济大学附属东方医院神经外科)、周洪语(上海交通大学医学院附属仁济医院神经外科)、朱敏伟(哈尔滨医科大学附属第一医院神经外科)、郑茂华(兰州大学第一医院神经外科)、庄红霞[中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)神经外科]

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利用冲突



## 参 考 文 献

- [1] Wang SS, Yang Y, Velz J, et al. Management of brainstem haemorrhages[J]. *Swiss Med Wkly*, 2019, 149: w20062. DOI: 10.4414/smw.2019.20062.
- [2] AlMohammedi RM, AlMutairi H, AlHoussien 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. DOI: 10.17712/nsj.2020.2.20190102.
- [3] Shen J, Chen Q, Tong Q, et al. Minimally invasive puncture and drainage guided by 3D printed guide plate for the treatment of primary brain stem hemorrhage[J]. *Eur J Intern Med*, 2024, 124: 150-151. DOI: 10.1016/j.ejim.2024.03.009.
- [4] 孟宪兵, 于承淑, 谢方民, 等. Remebot 机器人辅助微创穿刺抽吸治疗原发性脑干出血的临床疗效分析[J]. *临床神经外科杂志*, 2024, 21(5): 518-523, 528. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7770.2024.05.006.
- Meng XB, Yu CX, Xie FM, et al. Clinical efficacy analysis of Remebot robot-assisted minimally invasive puncture aspiration in the treatment of primary brainstem hemorrhage[J]. *J Clin Neurosurg*, 2024, 21(5): 518-523, 528. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7770.2024.05.006.
- [5] 甄雪克, 邵旭, 田宏, 等. 国产手术机器人在颅脑微小病灶及功能区病灶精准切除手术中的应用[J]. *中华神经医学杂志*, 2022, 21(10): 1030-1033. DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20220602-00385.
- Zhen XK, Shao X, Tian H, et al. Clinical application of domestic surgical robot in precise resection of craniocerebral microlesions and functional area lesions[J]. *Chin J Neuromed*, 2022, 21(10): 1030-1033. DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20220602-00385.
- [6] 倪升远, 钱中润, 张旺, 等. 神经外科手术机器人辅助原发性丘脑出血穿刺引流治疗的效果分析[J]. *临床神经外科杂志*, 2023, 20(2): 130-134. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7770.2023.02.003.
- Ni SY, Qian ZR, Zhang W, et al. Efficacy analysis on robot-assisted minimally invasive surgery for spontaneous thalamic hemorrhage[J]. *J Clin Neurosurg*, 2023, 20(2): 130-134. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7770.2023.02.003.
- [7] Tharwani ZH, Deepak, Raj K, et al. Exploring the safety and efficacy of robotic neurosurgery in the management of intracerebral hemorrhage: a systematic review and Meta-analysis [J]. *Neurosurg Rev*, 2024, 47(1): 531. DOI: 10.1007/s10143-024-02765-7.
- [8] 刘云阳, 王修玉, 张丙杰, 等. 机器人辅助立体定向穿刺抽吸治疗脑干出血的疗效分析[J]. *中华神经外科杂志*, 2023, 39(9): 899-902. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20221211-00537.
- Liu YY, Wang XY, Zhang BJ, et al. Efficacy analysis of robot-assisted stereotactic aspiration in the treatment of brainstem hemorrhage[J]. *Chin J Neurosurg*, 2023, 39(9): 899-902. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20221211-00537.
- [9] Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, et al. GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables[J]. *J Clin Epidemiol*, 2011, 64(4): 383-394. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2010.04.026.
- [10] Guyatt GH, Alonso-Coello P, Schünemann HJ, et al. Guideline panels should seldom make good practice statements: guidance from the GRADE Working Group[J]. *J Clin Epidemiol*, 2016, 80: 3-7. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2016.07.006.
- [11] Andrews J, Guyatt G, Oxman AD, et al. GRADE guidelines: 14. going from evidence to recommendations: the significance and presentation of recommendations[J]. *J Clin Epidemiol*, 2013, 66(7): 719-725. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2012.03.013.
- [12] Hao G, Xu Z, Zhu J. Surgical treatment of spontaneous brainstem hemorrhage: a case report[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(51): e18430. DOI: 10.1097/MD.00000000000018430.
- [13] 向定朝, 王玉海. 立体定向在原发性脑干出血中应用的单中心五年分析[J]. *立体定向和功能性神经外科杂志*, 2021, 34(4): 243-247. DOI: 10.19854/j.cnki.1008-2425.2021.04.0012.
- Xiang DC, Wang YH. A single-center five-year analysis of stereotactic surgery for primary brainstem hemorrhage[J]. *Chin J Stereotact Funct Neurosurg*, 2021, 34(4): 243-247. DOI: 10.19854/j.cnki.1008-2425.2021.04.0012.
- [14] Tang Z, Huang W, Chen Q, et al. Curative effect analysis of robot-assisted drainage surgery in treatment of spontaneous hypertensive brainstem hemorrhage[J]. *Front Neurol*, 2024, 15: 1352949. DOI: 10.3389/fneur.2024.1352949.
- [15] Wang Y, Jin H, Gong S, et al. Efficacy analysis of robot-assisted minimally invasive surgery for small-volume spontaneous thalamic hemorrhage[J]. *World Neurosurg*, 2019, 131: e543-e549. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.07.224.
- [16] Bao D, Ni S, Chang B, et al. Short-term outcomes of robot-assisted minimally invasive surgery for brainstem hemorrhage: a case-control study[J]. *Heliyon*, 2024, 10(4): e25912. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e25912.
- [17] 刘凤强, 张建民. 《原发性脑干出血诊治中国神经外科专家共识》摘要与解读[J]. *心脑血管病防治*, 2022, 22(5): 1-4. DOI: 10.3969/j.issn.1009-816x.2022.05.001.
- Liu FQ, Zhang JM. Abstract and interpretation of the Chinese neurosurgical experts' consensus on the diagnosis and treatment of primary brainstem hemorrhage[J]. *Cardio-Cerebrovasc Dis Prev Treat*, 2022, 22(5): 1-4. DOI: 10.3969/j.issn.1009-816x.2022.05.001.
- [18] 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, 105(15): 1068-1075. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20211228-02913.
- Cerebrovascular Disease Group of Neurosurgery Branch of Chinese Medical Association, Cerebrovascular Surgery Group of Neurosurgery Physicians Branch of Chinese Medical Doctor Association. Diagnosis and treatment of primary brainstem hemorrhage[J]. *Natl Med J China*, 2022, 105(15): 1068-1075. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20211228-02913.
- [19] Rindler RS, Allen JW, Barrow JW, et al. Neuroimaging of intracerebral hemorrhage[J]. *Neurosurgery*, 2020, 86(5): E414-E423. DOI: 10.1093/neuros/nyaa029.
- [20] Schwarz G, Banerjee G, Hostettler IC, et al. MRI and CT imaging biomarkers of cerebral amyloid angiopathy in lobar intracerebral hemorrhage[J]. *Int J Stroke*, 2023, 18(1): 85-94. DOI: 10.1177/17474930211062478.



- [21] 杨程. 神经外科 Remebot 机器人微创治疗高血压脑出血的临床研究[D]. 长春: 吉林大学, 2022.  
Yang C. Clinical study on minimally invasive treatment of hypertensive intracerebral hemorrhage with neurosurgical Remebot robot[D]. Changchun: Jinin University, 2022.
- [22] Lajczak P, Lajczak A. Pedal to the metal: accelerating intracerebral hemorrhage treatment with robotic-assisted surgery. A systematic review & Meta-analysis of clinical effectiveness[J]. *Neurosurg Rev*, 2024, 47(1): 799. DOI: 10.1007/s10143-024-03039-y.
- [23] 朱风俊, 樊书领, 刘冠雄, 等. 早期康复训练对脑干出血患者立体定向个体化手术后运动功能和神经功能的影响[J]. *中华医学杂志*, 2023, 103(45): 3670-3675. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20231012-00722.  
Zhu FJ, Fan SL, Liu GX, et al. Effect of early rehabilitation training on motor function and neural function of patients with brainstem hemorrhage after body-oriented individualized surgery [J]. *Natl Med J China*, 2023, 103(45): 3670-3675. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20231012-00722.
- [24] Hemphill JC, Greenberg SM, Anderson CS, et al. 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(7): 2032-2060. DOI: 10.1161/STR.000000000000069.
- [25] 北京高血压防治协会, 中国卒中学会高血压预防与管理分会. 中国卒中患者高血压管理专家共识[J]. *中国卒中杂志*, 2024, 19(6): 672-698. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2024.06.009.  
Beijing Hypertension Association, Chinese Stroke Association Hypertension Prevention and Management Branch. Chinese expert consensus on hypertension management in stroke patients [J]. *Chin J Stroke*, 2024, 19(6): 672-698. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2024.06.009.
- [26] 杜伟, 周辉, 魏新亭. AHA/ASA《自发性脑出血诊疗指南(2022 版)》解读[J]. *中华神经医学杂志*, 2023, 22(3): 217-221. DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20230101-00001.  
Du W, Zhou H, Wei XT. Guidelines for management of patients with spontaneous intracerebral hemorrhage (2022) by AHA/ASA: a brief interpretation[J]. *Chin J Neuromed*, 2023, 22(3): 217-221. DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20230101-00001.
- [27] 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. DOI: 10.31083/j.jin.2020.03.25.
- [28] 马涛, 张丽侠, 孙政, 等. 脑出血患者气管切开时机对治疗疗效及术后肺部感染的影响[J]. *中华医院感染学杂志*, 2018, 28(15): 2268-2270, 2275. DOI: 10.11816/cn.ni.2018-172977.  
Ma T, Zhang LX, Sun Z, et al. Effect of the timing of tracheotomy on the efficacy and pulmonary infections in patients with encephalorrhagia[J]. *Chin J Nosocomiol*, 2018, 28(15): 2268-2270, 2275. DOI: 10.11816/cn.ni.2018-172977.
- [29] Li W, Xu L, Zhao H, et al. Analysis of clinical distribution and drug resistance of klebsiella pneumoniae pulmonary infection in patients with hypertensive intra cerebral hemorrhage after minimally invasive surgery[J]. *Pak J Med Sci*, 2022, 38(1): 237-242. DOI: 10.12669/pjms.38.1.4439.
- [30] Wu D, Sha Z, Fan Y, et al. Evaluating the efficiency of a nomogram based on the data of neurosurgical intensive care unit patients to predict pulmonary infection of multidrug-resistant acinetobacter baumannii[J]. *Front Cell Infect Microbiol*, 2023, 13: 1152512. DOI: 10.3389/fcimb.2023.1152512.
- [31] 张冠壮, 黄宏敏, 卢瑞丽, 等. 重症高血压脑出血患者预防肺部感染的气道管理[J]. *中华医院感染学杂志*, 2018, 28(10): 1574-1576, 1580. DOI: 10.11816/cn.ni.2018-171658.  
Zhang GZ, Huang HM, Lu RL, et al. Airway interventions for prevention of pulmonary infections in patients with severe hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. *Chin J Nosocomiol*, 2018, 28(10): 1574-1576, 1580. DOI: 10.11816/cn.ni.2018-171658.
- [32] Kim M, Cooper J, Al-Mufti F, et al. Minimally invasive treatment options for managing spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. *Cardiol Rev*, 2021, 29(1): 5-9. DOI: 10.1097/CRD.0000000000000335.
- [33] Alshamsi F, Belley-Cote E, Cook D, et al. Efficacy and safety of proton pump inhibitors for stress ulcer prophylaxis in critically ill patients: a systematic review and Meta-analysis of randomized trials[J]. *Crit Care*, 2016, 20(1): 120. DOI: 10.1186/s13054-016-1305-6.
- [34] Reumkens A, van der Zander Q, Winkens B, et al. Electrolyte disturbances after bowel preparation for colonoscopy: systematic review and meta-analysis[J]. *Dig Endosc*, 2022, 34(5): 913-926. DOI: 10.1111/den.14237.
- [35] Lutsey PL, Zakai NA. Epidemiology and prevention of venous thromboembolism[J]. *Nat Rev Cardiol*, 2023, 20(4): 248-262. DOI: 10.1038/s41569-022-00787-6.
- [36] Ma H, Gu Y, Bian T, et al. Dabigatran etexilate versus warfarin in cerebral venous thrombosis in Chinese patients (CHOICE-CVT): an open-label, randomized controlled trial[J]. *Int J Stroke*, 2024, 19(6): 635-644. DOI: 10.1177/17474930241234749.
- [37] Matsugi A, Nishishita S, Yoshida N, et al. Impact of repetitive transcranial magnetic stimulation to the cerebellum on performance of a ballistic targeting movement[J]. *Cerebellum*, 2023, 22(4): 680-697. DOI: 10.1007/s12311-022-01438-9.
- [38] Yamamoto T, Watanabe M, Obuchi T, et al. Spinal cord stimulation for vegetative state and minimally conscious state: changes in consciousness level and motor function[J]. *Acta Neurochir Suppl*, 2017, 124: 37-42. DOI: 10.1007/978-3-319-39546-3-6.
- [39] Zhang H, Li CL, Qu Y, et al. Effects and neuroprotective mechanisms of vagus nerve stimulation on cognitive impairment with traumatic brain injury in animal studies: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Front Neurol*, 2022, 13: 963334. DOI: 10.3389/fneur.2022.963334.
- [40] Spataro R, Xu Y, Xu R, et al. How brain-computer interface technology may improve the diagnosis of the disorders of consciousness: a comparative study[J]. *Front Neurosci*, 2022, 16: 959339. DOI: 10.3389/fnins.2022.959339.
- [41] Sebastián-Romagosa M, Cho W, Ortner R, et al. Brain computer interface treatment for motor rehabilitation of upper extremity of



- stroke patients-a feasibility study[J]. Front Neurosci, 2020, 14: 591435. DOI: 10.3389/fnins.2020.591435.
- [42] Xiong M, Tao Y, Gao Q, et al. Human stem cell-derived neurons repair circuits and restore neural function[J]. Cell Stem Cell, 2021, 28(1): 112-126.e6. DOI: 10.1016/j.stem.2020.08.014.
- [43] Agarwal G, Agiwal S, Srivastava A. Hyaluronic acid containing scaffolds ameliorate stem cell function for tissue repair and regeneration[J]. Int J Biol Macromol, 2020, 165(Pt A): 388-401. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.09.107.
- [44] 许峰, 陶英群, 孙霄, 等. 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(2): 54-56. DOI: 10.11850/j.issn.1009-122X.2017.02.003.
- Xu F, Tao YQ, Sun X, et al. Robot of stereotactic assistant system assisted stereotactic surgery for the treatment of hypertensive brainstem hemorrhage[J]. Chin J Minim Invasive Neurosurg, 2017, 22(2): 54-56. DOI: 10.11850/j.issn.1009-122X.2017.02.003.
- [45] 张秀峰, 李豪, 程刚, 等. 机器人辅助血肿穿刺联合侧脑室外引流术治疗高血压性脑干出血的应用分析[J]. 中华神经外科杂志, 2021, 37(9): 889-893. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20210510-00231.
- Zhang XF, Li H, Cheng G, et al. Application analysis of robot-assisted hematoma puncture combined with lateral ventricular drainage in the treatment of hypertensive brainstem hemorrhage [J]. Chin J Neurosurg, 2021, 37(9): 889-893. DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20210510-00231.
- [46] Zhang S, Chen T, Han B, et al. A retrospective study of puncture and drainage for primary brainstem hemorrhage with the assistance of a surgical robot[J]. The Neurologist, 2023, 28(2): 73-79. DOI: 10.1097/NRL.0000000000000445.
- [47] Chen D, Zhao Z, Zhang S, et al. Evolving therapeutic landscape of intracerebral hemorrhage: emerging cutting-edge advancements in surgical robots, regenerative medicine, and neurorehabilitation techniques[J]. Transl Stroke Res, 2024. DOI: 10.1007/s12975-024-01244-x.
- [48] 甄雪克, 张颖, 田宏, 等. 睿米手术机器人辅助下 SEEG 电极植入术在药物难治性癫痫中的临床应用[J]. 中华神经医学杂志, 2022, 21(8): 816-819. DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20220526-00367.
- Zhen XK, Zhang Y, Tian H, et al. Remebot robot-assisted stereotactic electroencephalography electrode implantation in patients with medically-refractory epilepsy[J]. Chin J Neuromed, 2022, 21(8): 816-819. DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20220526-00367.
- [49] 徐力, 柳荫, 陶晓阳, 等. 神经外科医疗机器人 Remebot 在立体定向活检术中的应用及精确度分析[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2022, 56(1): 91-94. DOI:10.20010/j.issn.1000-1905.2022.01.0091.
- Xu L, Liu Y, Tao XY, et al. Application and accuracy analysis of neurosurgical medical robot Remebot instereotactic biopsy[J]. J Harbin Med Univ, 2022, 56(1): 91-94. DOI:10.20010/j.issn.1000-1905.2022.01.0091.

(收稿日期: 2025-01-27)

(本文编辑: 张玲)

· 读者·作者·编者 ·

## 中华医学会杂志社关于论文二次发表的声明

某些由政府机构和专业组织制定的指南以及作者以其他语言发表的科研成果等,需要让更多的读者了解。根据国际惯例(参考《向生物医学期刊投稿的统一要求》)和我国的实际情况,凡符合下列条件并提供相应材料,中华医学会系列杂志允许或接受论文用同一种语言或另一种语言的二次发表。

1. 作者须征得相关期刊的同意,首次发表论文的期刊和准备二次发表的期刊均无异议。作者需向二次发表的期刊提供首次发表该论文期刊的同意书,论文首次发表的时间和论文复印件、单行本或原稿。
2. 尊重首次发表的权益,二次发表至少在首次发表1周之后。
3. 二次发表的论文应面向不同的读者,建议节选或摘要刊登。
4. 二次发表的论文必须完全忠实原文,真实反映原有的资料及观点,作者的顺序不能改动。
5. 在二次发表的题名中应标出是某篇文章的二次发表(全文、节选、全译或节译)。
6. 在二次发表的题名页脚注中,要让读者、同行和文献检索机构知道该论文已全文或部分发表过,并标引首次发表的文献。如:“本文首次发表在《中华内科杂志》,2006,45(1):21-24,英文为“This article is based on a study first reported in the Chin J Intern Med, 2006, 45(1): 21-24”。
7. 提醒各编辑部注意,美国国立医学图书馆不提倡对翻译文章二次发表,如果文章首次发表在被 Medline 收录的杂志中,将不再标引翻译文章。

中华医学会杂志社