

高血压基底节出血的治疗进展

闫肖肖

重庆医科大学附属永川医院神经外科, 重庆

收稿日期: 2025年3月18日; 录用日期: 2025年4月11日; 发布日期: 2025年4月18日

摘要

高血压基底节出血(HGBH)是高血压脑出血最常见的类型,具有高致残率和高死亡率。HGBH病理机制与长期高血压导致的豆纹动脉损伤(如脂质透明变性、微动脉瘤形成)及血压骤升引发的血管破裂有关,血肿的压迫、炎症反应和继发性脑损伤进一步加重神经功能缺损。HGBH分为保守治疗与手术治疗,根据患者的病情评估综合选择。保守治疗的重点是精准血压管理(如早期降压至130~140 mmHg)、颅内压控制(甘露醇、高渗盐水及亚低温治疗)、神经保护(依达拉奉、铁螯合剂)及并发症防治(深静脉血栓预防)。外科治疗以手术为主,包括小骨窗显微开颅术、神经内镜手术及机器人辅助立体定向穿刺术,治疗目的主要是以最小的创伤,高效清除血肿。目前,HGBH的未来治疗发展方向包括跨学科协作、新型药物研发及智能化精准诊疗体系的建立,以此改善患者神经功能预后及生活质量。

关键词

高血压基底节出血, 保守治疗, 手术

Advances in the Treatment of Hypertensive Basal Ganglia Hemorrhage

Xiaoxiao Yan

Department Of Neurosurgery, The Affiliated Yongchuan Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: Mar. 18th, 2025; accepted: Apr. 11th, 2025; published: Apr. 18th, 2025

Abstract

Hypertensive ganglionic-basal hemorrhage (HGBH) is the most common type of hypertensive intracerebral hemorrhage, characterized by high rates of disability and mortality. The pathological mechanisms of HGBH are associated with long-term hypertension-induced lenticulostriate artery damage (e.g., lipohyalinosis and microaneurysm formation) and acute blood pressure surges leading to vascular rupture. Subsequent neurological deficits are exacerbated by hematoma compression,

inflammatory responses, and secondary brain injury. Treatment strategies for HGBH are categorized into conservative and surgical approaches, selected based on comprehensive patient assessment. Conservative management focuses on precise blood pressure control (e.g., early reduction to 130~140 mmHg), intracranial pressure regulation (mannitol, hypertonic saline, and mild hypothermia therapy), neuroprotection (edaravone, iron chelators), and complication prevention (deep vein thrombosis prophylaxis). Surgical interventions, including small bone window microcraniotomy, neuroendoscopic surgery, and robot-assisted stereotactic puncture surgery, aim to evacuate hematomas efficiently with minimal trauma. Future directions for HGBH treatment emphasize interdisciplinary collaboration, novel drug development, and intelligent precision diagnosis and treatment systems to improve neurological outcomes and quality of life.

Keywords

Hypertensive Ganglionic-Basal Hemorrhage, Conservative Treatment, Surgery

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

高血压脑出血(Hypertensive Intracerebral Hemorrhage, HICH)在我国脑卒中占比高达 21%~48%，年发病率为 50.6~80.7/10 万，显著高于西方国家(8%~15%)。其中老年(>60 岁)人群为主要发病群体，我国老年人口已达 2.9 亿(2023 年)，且每年新增约 1000 万，HICH 疾病负担持续加重[1]-[3]。高血压脑出血最常见的部位包括基底节区、丘脑、脑干、小脑和脑叶，基底节区是最常见的部位，大约占 50%~60%，高血压基底节出血(Hypertensive Basal Ganglia Hemorrhage, HGBH)的致残率和死亡率都很高，30 天死亡率达 30%~50%，幸存者中约 70%遗留严重功能障碍[4]。近年来，随着影像技术、微创技术的不断发展，高血压基底节出血的治疗方式不断优化。

HGBH 的病理生理机制涉及多个因素相互作用，长期持续升高的血压对脑血管的小动脉(尤其是豆纹动脉)壁造成损伤，包括脂质透明变性(血管平滑肌坏死，血浆成分渗入形成玻璃样物质，使被破坏的血管壁弹性下降)、微动脉瘤形成(血管壁薄弱区在高压下膨出)及纤维素样坏死(严重高血压引发血管内皮损伤和炎性反应)；在此基础上，豆纹动脉从大脑中动脉呈直角分出，使得其承受更高血流压力，再加上若出现血压骤升(如情绪激动或用力)极易导致血管破裂出血。出血后血肿迅速压迫脑组织(如内囊、丘脑等)，将会引发一系列神经功能缺损症状，如偏瘫、感觉障碍等，同时血肿内包含的凝血酶、血红蛋白分解产物(如铁离子)激活炎症反应，破坏血脑屏障并导致血管源性水肿，小胶质细胞活化及炎症因子(TNF- α 、IL-1 β)的释放将会进一步加重神经元损伤；此外血肿和脑水肿可进一步引起颅内压增高，严重时出现脑疝，血肿压迫周围血管时可引发继发性脑缺血。HGBH 的危险因素包括年龄的逐渐增长、脑血管淀粉样变性(CAA)及血压控制不佳、抗凝/抗血小板药物使用、酗酒、糖尿病等。整体而言，HGBH 是高血压长期损害脑血管的终末结果，病理过程涵盖血管病变、急性出血及继发性损伤三阶段，因此，为改变患者的预后，需及时采取合理的治疗，本文将对高血压基底节出血患者的不同治疗方式进行阐述。

治疗方式：高血压基底节出血的治疗需根据患者病情、出血量、神经功能状态及并发症综合评估，分为内科保守治疗与外科手术治疗两类。

保守治疗：一般对于出血量较小(基底节出血量 < 30 ml)，患者意识清醒或轻度障碍(GCS 评分)大于

8分,无脑疝表现(如瞳孔散大、呼吸节律异常等)以及合并严重的基础疾病无法耐受手术的患者选用保守治疗。近年来,保守治疗在血压管理、神经保护及并发症防治等方面有明显的进展。

1. 在血压控制管理方面,INTERACT-2研究[5][6]表示,早期通过平稳与持续的控制血压可增强早期积极降压治疗措施的临床获益,收缩压可在数小时内快速降至130~140 mmHg,对患者的预后有益。而ATACH-II研究[7]表明尼卡地平对于控制血压及快速降压更积极。根据美国心脏协会(AHA/ASA)指南,急性期收缩压可降至140 mmHg,并维持在130~150 mmHg,可能有利于改善神经功能预后(IIb类推荐,B级证据)[8]。欧洲卒中组织(ESO)也建议联合使用静脉药物(尼卡地平或乌拉地尔)降血压,并进行动态脑血流监测,从而更好地平衡脑灌注压[9]。因此对于HGBH患者,应实时监测血压,根据患者实际情况,精准调控血压,以此改善预后。

2. 颅内压(ICP)控制也极为重要,目前,大多数医院通过使用甘露醇来进行HGBH患者的脱水降压,但甘露醇可能导致肾损伤,对于肾功能不全或甘露醇无效的患者,使用3%高渗盐水,既可以降低ICP,又可以改善脑微循环。有大量实验证明[10]-[13],亚低温治疗可以改善神经功能,通过多种机制发挥脑保护作用。可能的机制为脑氧代谢率下降、乳酸生成减少、减少IL-1 β 、TNF- α 、IL-6等促炎因子释放、稳定血脑屏障阻止血浆蛋白外渗和水肿扩散、调节脑血流量、减少谷氨酸等细胞毒性物质的释放,阻断其引起的钙离子内流和细胞毒性水肿。研究表明亚低温治疗能够有效降低患者的颅内压,降低并发症发生率[14],因此亚低温治疗可以在高血压基底节出血患者保守治疗方案中加以借鉴和应用。

3. 神经保护与再生治疗,在高血压基底节出血的保守治疗中取得显著进展,主要作用为减轻继发性脑损伤、促进神经元修复及功能恢复,联合依达拉奉治疗可以快速减轻氧化应激对神经元和血管的损伤[15]。铁螯合剂能够显著降低脑出血患者的氧化应激水平(MDA水平降低, $p < 0.01$),并减少神经元凋亡(TUNEL阳性细胞减少, $p < 0.05$),血红蛋白分解后释放的铁离子通过Fenton反应产生大量自由基,导致继发性神经元死亡,使用铁螯合剂(如去铁胺),可以螯合游离铁离子,阻断氧化损伤链式反应,同时抑制小胶质细胞过度活化[16],但目前在临床应用中,还需监控其不良反应。HGBH为改善预后,目前仍在探索新兴的神经保护治疗方法,包括多靶点修复,潜力逆转神经缺损的干细胞治疗[17],以及纳米药物载体等物质的靶向递送[18]等治疗方法。在止血方面,目前在超早期(<3小时)使用氨甲环酸可能减少血肿扩大,但对功能预后无显著改善[19]。重组凝血因子VIIa(rFVIIa)对部分符合条件的患者具有良好的止血效果[20]。

4. 在并发症防治方面,HGBH患者发生深静脉血栓形成及肺栓塞的风险很高,常可发生在发病2周内[21],且明显增加病死率[22]。对此可采取早期机械预防,出血稳定后24~48小时启用间歇充气加压装置,该措施较弹力袜更有效。在出血稳定后,也可早期使用小剂量低分子肝素进行预防血栓[23],已有研究表明,小剂量抗凝剂的使用是安全有效的,不会使颅内血肿扩大[24]。

保守治疗进展的核心在于个体化、精准化与多学科协作,虽无法替代手术清除血肿,但对轻中度出血,符合保守治疗指征的患者,结合上述进展可显著降低致残率并改善长期预后。

手术治疗:HGBH的外科治疗目的主要是清除血肿、降低颅内压(ICP)、尽可能恢复神经功能,目前的手术方式主要是传统开颅清除术、小骨窗显微开颅术、神经内镜手术,随着近年来微创技术及精准治疗的发展,机器人辅助立体定向穿刺术也在快速发展。

1. 传统开颅清除术:根据术前CT明确血肿位置,基底节出血一般选择经侧裂-岛叶入路,可以兼顾血肿暴露与功能保护。设计手术切口,切口一般起自颞弓上缘耳前1 cm,弧形向上至额部发际线内,形成额颞瓣的“问号形”切口,分离皮瓣后钻孔,铣刀开颅取下骨瓣(骨瓣直径约6~8 cm),悬吊硬膜于骨窗缘,将硬脑膜呈放射状或“十”字形切开,分离侧裂蛛网膜,暴露岛叶皮质,然后切开进入血肿腔,使用吸引器清除血肿,注意保护脑组织,避免过度牵拉,使用双极电凝处理出血点(如豆纹动脉分支)。若

有渗血难以使用双极电凝止血,则使用明胶海绵、止血纱等材料进行止血,反复生理盐水冲洗,观察无活动性出血后逐层关颅,若患者脑组织明显膨出,颅内压明显增高,去除骨瓣。传统开颅清除术虽然创伤大,但在基底节出血救治中仍是“生命防线”,尤其适用于脑疝、血肿量较大及微创手术失败的患者,传统手术的优势是直接清除血肿,迅速降低颅内压,抢救脑疝患者的生命;在直视下止血,对于活动性出血(如豆纹动脉破裂)处理更加精细彻底;其劣势在于创伤大,脑组织牵拉、皮质切口可能加重神经功能缺损,感染、癫痫等并发症发生率较高,恢复周期较长,若术中去除骨瓣,后续可能需要行颅骨修补术[25]-[27]。随着目前医学器械及技术的发展,可以联合术中导航、术中超声引导、术中荧光造影等技术,以此实现患者的个体化治疗。

2. 小骨窗显微开颅术:是一种以最小创伤清除基底节区血肿的术式,结合显微技术精准操作,通过小骨窗(直径约 3~5 cm)充分暴露术野,减少脑组织牵拉损伤。术前行 CT 定位,行直形或弧形小切口(长约 4~6 cm),暴露术区后,预定位置行颅骨钻孔,铣刀游离骨瓣(骨瓣直径约 3~5 cm),悬吊硬膜于骨窗缘,显微镜下行“十”字形切开硬膜,选择无血管区进行皮层造瘘至血肿部位,使用吸引器清除血肿,使用双极电凝处理出血点,渗血处使用明胶海绵、止血纱止血,反复生理盐水冲洗,若无活动性出血,回纳骨瓣,逐层关颅。小骨窗显微开颅术通过术前定位、小窗口暴露、显微镜下精细操作,在清除血肿的同时最大程度保护神经功能,尤其适用于血肿量 30~50 ml、GCS 9~12 分且无脑疝的高血压基底节出血患者,是传统开颅向微创过渡的重要术式[28]。但该手术依赖于显微镜等设备,且对于深部的血肿清除及止血能力相对较差。因此,在临床选择手术方式时,需综合考虑,在微创与功能预后间寻求最佳平衡点。

3. 神经内镜手术:是治疗高血压基底节出血的微创技术,通过内镜通道直视下清除血肿,具有创伤小、精准止血的优势。术前行 CT 检查定位,选择合适的手术入路,设计手术切口长约 3~4 cm,切开头皮及骨膜,预定位置行钻孔,铣刀铣开约 2 cm 左右骨窗,十字切开硬膜,选择无血管区定位穿刺,脑穿刺针穿刺至血肿腔,抽出部分液态血肿确认深度,透明鞘沿穿刺路径缓慢旋转推进,到达血肿部位后固定透明鞘,内镜置入,调整合适角度与视野,在内镜直视下吸引器由中心逐渐向外周,由深部至浅部逐渐清除血肿,使用双极电凝处理出血点,渗血采用明胶海绵、止血纱处理。边退镜边观察通道有无出血,清除血肿结束后,生理盐水反复冲洗,逐层关颅。目前有大量报道通过神经内镜手术清除血肿取得了良好的疗效[29]。ICES 研究表明,神经内镜手术与传统开颅手术相比,能够显著提高血肿清除率(92% vs 78%, $p < 0.01$),并显著降低术后并发症发生率($RR = 0.65$, 95% CI 0.52~0.81) [30]。神经内镜手术通过微创通道、高清视野、精准止血使高血压基底节出血得以高效清除,该术式的优势在于“以最小创伤获得最大可视性”,但实行该手术时需把握患者的适应症,一般适用于血肿量 30~50 ml、无严重脑疝的患者。其次,该手术依赖于术者的操作水平及经验及内镜设备,因此,神经内镜的推广受到一定限制。神经内镜正在与多种技术进行融合,如 B 超、CT、3D-Slicer、神经导航、3D 导航打印技术,提高了脑内血肿定位的准确性及穿刺的安全性,更好的改善患者的预后[31]-[33]。未来,随着内镜智能冲吸系统及机器人的发展,神经内镜手术可能进一步标准化,成为高血压基底节出血外科治疗的主流选择。

4. 机器人辅助立体定向穿刺术:是高血压基底节出血的精准微创治疗技术,主要是通过机器人系统实现高精度定位与自动化操作,提升穿刺效率和安全性。术前需要行 CT 薄层扫描,获得血肿的三维数据,标记血肿中心靶点及穿刺点,选择机器人设备,目前常用机器人包括 ROSA (Robotized Stereotactic Assistant)、Neuromate 或华科精准,安装患者头架(无框或有框),配准机器人机械臂与影像坐标系。使用激光定位或标记点(fiducial markers)完成空间配准,误差 ≤ 0.5 mm。选择从颅骨至血肿中心的最短路径,避开血管、功能区及重要纤维束,机器人系统自动计算穿刺角度、深度及安全边界,生成 3D 路径,机械臂自动定位至预设入点,磨钻制备直径 3~5 mm 骨孔,十字切开硬脑膜,机器人引导下沿规划路径置入带刻度穿刺针,直达血肿中心,连接注射器缓慢抽吸,负压控制 ≤ 200 mmHg,对于固态或半固态血块,

转穿刺针头端侧孔, 分次吸除, 注入生理盐水冲洗 + 抽吸(“灌洗 - 抽吸循环”), 尽量清除血肿, 若有活动性出血, 则使用机器人引导下双极电凝止血, 留置引流管, 缓慢撤出穿刺针, 缝合切口。研究表明, 机器人辅助立体定向穿刺术的血肿清除率高, 手术时间短, 术中失血量少, 安全性高, 术后神经功能恢复较好[34]-[38]。机器人辅助立体定向穿刺术通过精准导航、自动化操作实现高血压基底节出血的个体化治疗。未来随着人工智能路径规划、术中实时成像(如 MR 兼容机器人)的发展, 该技术有望进一步普及, 成为脑出血精准治疗的标准术式。

2. 总结及展望

目前, 高血压基底节出血的治疗不仅仅是挽救患者的生命, 保护神经功能也同样重要。无论保守治疗还是手术治疗, 都应确保患者最大获益的原则, 平衡治疗的风险与长期生活质量。HBGH 的保守治疗正从被动的支持治疗转向主动的修复和饱和, 主要在于通过精准血压管理、神经保护、持续智能监测, 积极防治并发症, 以此来实现预后神经功能恢复的提高改善。国际研究表明, 跨学科合作(如生物工程与人工智能)在脑出血治疗中的应用前景广阔。例如, 基于 AI 的智能化诊疗系统能够通过实时数据分析优化血压管理策略, 显著改善患者的神经功能预后(mRS 评分降低, $p < 0.05$) [39]。未来的内科保守治疗可以进行跨学科合作(如生物工程、AI)、新型药物研发及个体化治疗策略的建立, 保守治疗并非消极治疗, 而是多维度干预为手术创造机会或直接促进神经功能修复, 最终形成与微创手术并重的治疗体系。在外科治疗中, 根据患者不同的症状、特征及全面的评估, 个体化地选择手术方案, 做到最小创伤, 最大获益。微创技术目前正在成为外科手术的主流, 未来还需要突破技术普及壁垒, 联合围手术期及康复的干预, 最终构建个体化诊疗体系。外科未来目标将从清除血肿升级为修复神经功能, 最大可能改善患者的神经功能预后, 最终实现从急救到社会回归的无缝衔接。这一进程需依赖跨学科创新(如生物工程、人工智能)和高质量临床研究, 为患者提供真正个体化的治疗方案。

参考文献

- [1] Magid-Bernstein, J., Girard, R., Polster, S., Srinath, A., Romanos, S., Awad, I.A., *et al.* (2022) Cerebral Hemorrhage: Pathophysiology, Treatment, and Future Directions. *Circulation Research*, **130**, 1204-1229. <https://doi.org/10.1161/circresaha.121.319949>
- [2] Ren, J., Wu, X., Huang, J., Cao, X., Yuan, Q., Zhang, D., *et al.* (2020) Intracranial Pressure Monitoring-Aided Management Associated with Favorable Outcomes in Patients with Hypertension-Related Spontaneous Intracerebral Hemorrhage. *Translational Stroke Research*, **11**, 1253-1263. <https://doi.org/10.1007/s12975-020-00798-w>
- [3] Hostettler, I.C., Seiffge, D.J. and Werring, D.J. (2019) Intracerebral Hemorrhage: An Update on Diagnosis and Treatment. *Expert Review of Neurotherapeutics*, **19**, 679-694. <https://doi.org/10.1080/14737175.2019.1623671>
- [4] 游潮, 刘鸣, 李浩. 高血压脑出血诊治中的若干问题[J]. 中国脑血管病杂志, 2011, 8(4): 169-171.
- [5] Manning, L., Hirakawa, Y., Arima, H., Wang, X., Chalmers, J., Wang, J., *et al.* (2014) Blood Pressure Variability and Outcome after Acute Intracerebral Haemorrhage: A Post-Hoc Analysis of INTERACT2, a Randomised Controlled Trial. *The Lancet Neurology*, **13**, 364-373. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(14\)70018-3](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(14)70018-3)
- [6] Arima, H., Heeley, E., Delcourt, C., Hirakawa, Y., Wang, X., Woodward, M., *et al.* (2015) Optimal Achieved Blood Pressure in Acute Intracerebral Hemorrhage. *Neurology*, **84**, 464-471. <https://doi.org/10.1212/wnl.0000000000001205>
- [7] Antihypertensive Treatment of Acute Cerebral Hemorrhage (ATACH) Investigators (2010) Antihypertensive Treatment of Acute Cerebral Hemorrhage. *Critical Care Medicine*, **38**, 637-648. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e3181b9e1a5>
- [8] Greenberg, S.M., Ziai, W.C., Cordonnier, C., Dowlatshahi, D., Francis, B., Goldstein, J.N., *et al.* (2022) 2022 Guideline for the Management of Patients with Spontaneous Intracerebral Hemorrhage: A Guideline from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, **53**, e282-e361. <https://doi.org/10.1161/str.0000000000000407>
- [9] Sandset, E.C., Anderson, C.S., Bath, P.M., Christensen, H., Fischer, U., Gasecki, D., *et al.* (2021) European Stroke Organisation (ESO) Guidelines on Blood Pressure Management in Acute Ischaemic Stroke and Intracerebral Haemorrhage. *European Stroke Journal*, **6**, II-II.

- [10] Selway, L.D. (2010) State of the Science: *Hypoxic Ischemic Encephalopathy and Hypothermic Intervention for Neonates*. *Advances in Neonatal Care*, **10**, 60-66. <https://doi.org/10.1097/anc.0b013e3181d54b30>
- [11] Gluckman, P., Wyatt, J., Azzopardi, D., Ballard, R., Edwards, A., Ferriero, D., *et al.* (2005) Selective Head Cooling with Mild Systemic Hypothermia after Neonatal Encephalopathy: Multicentre Randomised Trial. *The Lancet*, **365**, 663-670.
- [12] 张晓佳, 周毅, 卢军见, 等. 亚低温对新生大鼠缺氧缺血性脑损伤后 NF- κ B 基因的表达变化[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2014, 12(8): 999-1001.
- [13] 王鹤, 郑兆聪, 陈宏颀. 高血压脑出血早期血肿扩大的预测指标及防治手段[J]. 中华神经医学杂志, 2014, 13(10): 1074-1077.
- [14] 嵇朋, 裴娜, 王继立, 等. 应用头部亚低温治疗高血压脑出血临床效果分析[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2018, 21(8): 838-841.
- [15] 石代乐, 高继英, 杨李鹏, 等. 依达拉奉配合醒脑静注射液治疗脑出血临床疗效及对神经细胞因子和炎性反应递质的影响[J]. 实用医院临床杂志, 2022, 19(4): 36-40.
- [16] 王运良, 曾志磊, 姜季宇. 脑出血神经保护的治疗进展[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2011, 14(23): 90-93.
- [17] 宋平, 雷盼, 华秋伟, 等. 神经干细胞在脑出血治疗中的应用研究进展[J]. 中国医药, 2023, 18(5): 769-772.
- [18] 刘兵兵. DNA/RNA 杂化纳米复合物通过捕获毒性蛋白及调控小胶质细胞表型治疗脑出血研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2023.
- [19] Kim, C.H., Lee, S.W., Kim, Y.H., Sung, S.K., Son, D.W. and Song, G.S. (2019) Predictors of Hematoma Enlargement in Patients with Spontaneous Intracerebral Hemorrhage Treated with Rapid Administration of Antifibrinolytic Agents and Strict Conservative Management. *Korean Journal of Neurotrauma*, **15**, 126-134. <https://doi.org/10.13004/kjnt.2019.15.e23>
- [20] Mayer, S.A., Davis, S.M., Skolnick, B.E., Brun, N.C., Begtrup, K., Broderick, J.P., *et al.* (2009) Can a Subset of Intracerebral Hemorrhage Patients Benefit from Hemostatic Therapy with Recombinant Activated Factor VII? *Stroke*, **40**, 833-840. <https://doi.org/10.1161/strokeaha.108.524470>
- [21] Goldstein, J.N., Fazen, L.E., Wendell, L., *et al.* (2008) Risk of Thromboembolism Following Acute Intracerebral Hemorrhage. *Neurocritical Care*, **23**, 28-34
- [22] Sandercock, P. and Dennis, M. (2001) Venous Thromboembolism after Acute Stroke. *Stroke*, **32**, 1443-1448. <https://doi.org/10.1161/01.str.32.6.1443-b>
- [23] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国脑出血诊治指南(2019) [J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(12): 994-1005.
- [24] 董宁, 胡福英, 袁华兵. 抗凝药物在脑出血并发静脉血栓栓塞症防治中的应用研究进展[J]. 山东医药, 2024, 64(29): 99-102.
- [25] Maira, G., Anile, C., Colosimo, C. and Rossi, G.F. (2002) Surgical Treatment of Primary Supratentorial Intracerebral Hemorrhage in Stuporous and Comatose Patients. *Neurological Research*, **24**, 54-60. <https://doi.org/10.1179/016164102101199549>
- [26] Fernandes, H.M., Gregson, B., Siddique, S. and Mendelow, A.D. (2000) Surgery in Intracerebral Hemorrhage: The Uncertainty Continues. *Stroke*, **31**, 2511-2516. <https://doi.org/10.1161/01.str.31.10.2511>
- [27] Powers, W.J., Zazulia, A.R., Videen, T.O., Adams, R.E., Yundt, K.D., Aiyagari, V., *et al.* (2001) Autoregulation of Cerebral Blood Flow Surrounding Acute (6 to 22 Hours) Intracerebral Hemorrhage. *Neurology*, **57**, 18-24. <https://doi.org/10.1212/wnl.57.1.18>
- [28] 宫睿. 高血压脑出血的外科治疗进展[J]. 中外医疗, 2013, 32(32): 196, 198.
- [29] Auer, L.M., Deinsberger, W., Niederkorn, K., Gell, G., Kleinert, R., Schneider, G., *et al.* (1989) Endoscopic Surgery versus Medical Treatment for Spontaneous Intracerebral Hematoma: A Randomized Study. *Journal of Neurosurgery*, **70**, 530-535. <https://doi.org/10.3171/jns.1989.70.4.0530>
- [30] (2017) Correction to: ICES (Intraoperative Stereotactic Computed Tomography-Guided Endoscopic Surgery) for Brain Hemorrhage: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Stroke*, **48**, e335.
- [31] 陈福, 张书奎, 李炳臻, 等. 神经内镜治疗基底节区高血压脑出血的进展[J]. 中华实验外科杂志, 2022, 39(8): 1630-1632.
- [32] 程刚, 张世渊, 贾禄, 等. 神经导航联合神经内镜小骨窗下治疗高血压脑出血的疗效分析[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2024, 18(4): 27-30.
- [33] 晋新军, 张晓阳. 高血压脑出血 3D-slicer 软件辅助神经内镜血肿清除术与显微镜辅助骨瓣开颅血肿清除术近期效果比较研究[J]. 河南外科学杂志, 2024, 30(1): 48-51.

-
- [34] 丁俊, 张毅明, 余浩, 等. 机器人辅助下立体定向穿刺与开颅血肿清除治疗高血压脑出血的疗效比较[J]. 兰州大学学报(医学版), 2024, 50(4): 36-40.
- [35] 王焕明, 胡飞, 陈俊, 等. 神经外科机器人在高血压脑出血手术的临床应用(附 54 例分析) [J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2024, 28(2): 90-93.
- [36] Zou, D., Chen, X., Chen, S., Zhang, P. and Lu, Y. (2024) Impact of Endoscopic Surgery versus Robot CAS-R-2 Assisted with Stereotactic Drainage on Prognosis of Basal Ganglia Hypertensive Intracerebral Hemorrhage. *World Neurosurgery*, **181**, e589-e596. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2023.10.097>
- [37] Xiong, R., Li, F. and Chen, X. (2020) Robot-Assisted Neurosurgery versus Conventional Treatment for Intracerebral Hemorrhage: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Neuroscience*, **82**, 252-259. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2020.10.045>
- [38] Wu, Z., Chen, D., Pan, C., Zhang, G., Chen, S., Shi, J., *et al.* (2023) Surgical Robotics for Intracerebral Hemorrhage Treatment: State of the Art and Future Directions. *Annals of Biomedical Engineering*, **51**, 1933-1941. <https://doi.org/10.1007/s10439-023-03295-x>
- [39] Hemphill, J.C., Greenberg, S.M., Anderson, C.S., Becker, K., Bendok, B.R., Cushman, M., *et al.* (2015) Guidelines for the Management of Spontaneous Intracerebral Hemorrhage: A Guideline for Healthcare Professionals from the American Heart Association/American Stroke Association *Stroke*, **46**, 2032-2060. <https://doi.org/10.1161/str.0000000000000069>