

不同管径的脑室穿刺引流管对高血压脑室出血患者预后的影响

毛丹丹, 蒋冰洁, 戚东静, 吴 安, 曹爱琴, 戴夏慧

衢州市人民医院神经外科, 浙江 衢州

收稿日期: 2025年6月3日; 录用日期: 2025年6月27日; 发布日期: 2025年7月4日

摘 要

目的: 探讨不同管径脑室穿刺引流管(8Fr, 12Fr, 14Fr)对高血压脑室出血(Hypertensive ventricular hemorrhage, HVH)患者血肿清除效率、并发症及神经功能预后的影响。方法: 将2019年1月至2024年12月三家三级医院收治的215例HVH患者随机分为三组, 分别采用8Fr (A组, 72例)、12Fr (B组, 71例)和14Fr (C组, 72例)引流管进行脑室外引流治疗, 比较三组术后7天血肿清除率、90天格拉斯哥预后评分(Glasgow outcome scale, GOS)及并发症发生率。结果: B组预后良好率(GOS $\geq$ 4分)达65.5%, 显著优于A组(48.6%)及C组(53.8%) ($P = 0.023$); C组血肿清除率(89.2%)显著高于A组(72.3%)和B组(84.5%) ($P = 0.003$)。C组颅内感染率(18.1%)与再出血率(19.4%)均显著高于A组(5.6%, 8.3%)及B组(11.3%, 12.7%) ($P < 0.05$), 而A组导管堵塞率(25.0%)显著高于B组(9.9%)和C组(6.9%) ($P = 0.001$)。结论: 12Fr引流管在HVH治疗中展现出最佳临床平衡性, 既能有效提升血肿清除效率, 又可显著降低并发症风险, 是改善患者神经功能预后的优选方案。

关键词

脑室穿刺, 引流管, 高血压, 脑室出血, 预后

The Impact of Ventriculostomy Drainage Tubes with Different Diameters on the Prognosis of Patients with Hypertensive Ventricular Hemorrhage

Dandan Mao, Bingjie Jiang, Dongjing Qi, An Wu, Aiqin Cao, Xiahui Dai

Neurosurgery Department of Quzhou People's Hospital, Quzhou Zhejiang

Received: Jun. 3rd, 2025; accepted: Jun. 27th, 2025; published: Jul. 4th, 2025

文章引用: 毛丹丹, 蒋冰洁, 戚东静, 吴安, 曹爱琴, 戴夏慧. 不同管径的脑室穿刺引流管对高血压脑室出血患者预后的影响[J]. 临床医学进展, 2025, 15(7): 263-269. DOI: 10.12677/acm.2025.1571984

Abstract

Objective: To investigate the effects of ventriculostomy drainage tubes with different diameters (8Fr, 12Fr, 14Fr) on hematoma clearance efficiency, complications, and neurological prognosis in patients with hypertensive ventricular hemorrhage (HVH). **Methods:** A total of 215 HVH patients admitted to three tertiary hospitals from January 2019 to December 2024 were randomly divided into three groups: Group A (8Fr, 72 cases), Group B (12Fr, 71 cases), and Group C (14Fr, 72 cases). The hematoma clearance rate at 7 days postoperatively, 90-day Glasgow Outcome Scale (GOS) scores, and complication rates were compared. **Results:** Group B achieved the highest good prognosis rate (GOS ≥ 4) of 65.5%, significantly better than Group A (48.6%) and Group C (53.8%) ($P = 0.023$). The hematoma clearance rate in Group C (89.2%) was significantly higher than in Group A (72.3%) and Group B (84.5%) ($P = 0.003$). Group C showed significantly higher rates of intracranial infection (18.1%) and rebleeding (19.4%) compared to Group A (5.6%, 8.3%) and Group B (11.3%, 12.7%) ($P < 0.05$), while Group A had the highest catheter occlusion rate (25.0%) compared to Group B (9.9%) and Group C (6.9%) ($P = 0.001$). **Conclusion:** The 12Fr drainage tube demonstrates optimal clinical balance in HVH treatment, effectively improving hematoma clearance efficiency while significantly reducing complication risks, making it the preferred option for enhancing neurological functional prognosis.

Keywords

Ventriculostomy, Drainage Tube, Hypertension, Ventricular Hemorrhage, Prognosis

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

高血压脑室出血(Hypertensive ventricular hemorrhage, HVH)是高血压性脑出血中最凶险的亚型之一, 约占所有自发性脑出血的 15%~20% [1]。其病理机制主要与长期高血压导致的脑深部小动脉脂质透明样变性 & 微动脉瘤破裂相关, 血肿破入脑室系统后引发急性梗阻性脑积水, 导致颅内压急剧升高, 若未及时干预, 72 小时内死亡率可达 60%~80% [2] [3]。尽管近年来神经重症监护技术不断进步, 但 HVH 患者的致残率仍高达 70%, 严重威胁公共健康[4]。

脑室穿刺外引流术(External ventricular drainage, EVD)是 HVH 治疗的基石, 通过引流血性脑脊液降低颅内压, 并为后续治疗(如纤溶药物灌注)提供通路[5]。然而, EVD 的临床实践仍存在诸多争议, 其中引流管管径的选择尤为突出。根据泊肃叶定律(Poiseuille's Law), 管径增大可显著降低流体阻力, 理论上粗管径能加速血肿清除[6]。然而, Ko 等[7]的回顾性研究表明, 16Fr 引流管的术后出血风险高达 43.1%, 显著高于细管径(8Fr, 20.5%)。此外, 谢琛璠等[8]发现, 联合腰大池引流可降低再出血率, 提示引流效率与安全性需综合考量。另一方面, 细管径(8Fr)虽创伤较小, 但易因血凝块堵塞导致引流失败, 需频繁更换导管, 增加感染风险[7]。上述矛盾凸显了管径选择个体化策略的必要性。

目前, 国际指南如《Brain Trauma Foundation 指南》[9]仅推荐 EVD 作为控制颅内高压的二线治疗, 但未明确管径标准; 而国内《中国脑出血诊治指南(2019)》[10]亦未对此细化。近年来, 多项研究尝试通过技术创新平衡疗效与安全, 例如 Haldrup 等[11]开展的脑室灌洗随机试验发现, 尽管粗管径可提高清除

效率,但严重不良事件风险显著增加。这些研究提示,单纯追求引流效率可能适得其反,需结合患者出血量、脑室扩张程度及凝血状态综合决策。

2. 资料与方法

2.1. 研究对象

本研究为多中心回顾性队列研究,纳入 2019 年 1 月至 2024 年 12 月期间三家三级医院收治的 215 例 HVH 患者。

病例筛选严格遵循《中国脑出血诊治指南(2019)》标准:① 经头颅 CT 证实原发性或继发性脑室出血(Graeb 评分 ≥ 4 分),其中 Graeb 评分系统通过量化脑室系统各区域积血程度(总分 0~12 分)评估病情严重性;② 发病至手术时间 < 24 小时,以确保干预时效性;③ 年龄范围 18~80 岁,平均(58.7 ± 10.3)岁,男性占比 64.2% (138/215),女性 35.8% (77/215),性别与年龄分布符合 HVH 流行病学特征。

排除标准包括:① 凝血功能障碍($INR > 1.5$ 或血小板计数 $< 50 \times 10^9/L$)或术前 7 天内使用抗血小板药物(如阿司匹林、氯吡格雷),因其可能增加术后再出血风险;② 合并严重脑疝(瞳孔散大固定或 GCS 评分 ≤ 5 分)或脑干反射消失,此类患者常需紧急开颅减压而非单纯引流;③ 合并恶性肿瘤或预期生存期 < 30 天,以避免混杂因素干扰预后评估。最终排除 31 例不符合标准者,入组流程符合 STROBE 声明规范。

2.2. 分组与手术方法

本研究采用分层随机法将患者分为三组,分层因素包括年龄分为小于 60 岁和 60 岁及以上两组、出血量分为小于 50 mL 和 50 mL 及以上两类、以及 Graeb 评分分为 4 至 6 分和 7 至 12 分两个范围,以确保各组基线特征均衡。具体分组如下:A 组为 8Fr 组共 72 例,使用外径 2.67 mm 的 Codman 硅胶引流管;B 组为 12Fr 组共 71 例,采用外径 4.0 mm 的韩国世运引流管;C 组为 14Fr 组共 72 例,应用外径 4.7 mm 的韩国世运引流管。手术操作参考文献[7]的标准化流程实施:患者取仰卧位,全麻下,以中线旁 2.5 cm、冠状缝前 2 cm 为穿刺靶点,颅骨钻孔后置入引流管,深度控制在 6 至 7 cm 至侧脑室前角,术中通过脑脊液流出情况及 CT 三维重建确认导管位置见图 1。术后维持引流压力在 10 至 15 cm 水柱,并根据 CT 复查的结果,评估是否需使用尿激酶,直至 CT 显示血肿清除率达 90%以上。

2.3. 观察指标

1) 主要终点:① 术后 7 天血肿清除率,定义为残余血肿体积 < 5 mL;② 90 天格拉斯哥预后量表(GOS)评分,其中 4~5 分(中重度残疾至良好恢复)视为预后良好,1~3 分为预后不良。

2) 次要终点:① 引流时间(导管留置天数)和住院时间;② 并发症发生率,具体涵盖颅内感染即脑脊液培养阳性且体温超过 38℃、导管堵塞即 24 小时内引流液量少于 10 mL 需干预、症状性再出血即 CT 证实血肿扩大 15%以上或新发出血灶。此外,通过泊肃叶公式计算理论引流效率,以量化管径对引流动力学的影响。

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 \eta L} \quad (1)$$

其中, r 为导管半径, ΔP 为压力梯度, η 为脑脊液粘度, L 代表导管的有效长度。

2.4. 统计学分析

本研究采用统计软件 SPSS 26.0 版进行数据分析。连续型变量(如 Graeb 评分等)以均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间差异检验选用单因子方差分析,方差齐性验证通过 Levene 法;分类变量(如血肿清除

率、导管堵塞率等)采用例数(%)形式描述, 组间比较依据数据类型适用卡方检验或 Fisher 精确概率法。针对预后相关因素, 构建多因素 Logistic 回归模型, 运用向后逐步选择变量策略, 将年龄、术前格拉斯哥昏迷量表(Glasgow Coma Scale, GCS)评分、脑室出血体积、Graeb 评分及引流管径分组纳入自变量, 计算校正后比值比(aOR)及其 95%置信区间(95% CI)。所有统计检验设定显著性阈值为 0.05 (双尾)。

3. 结果

3.1. 基线资料

三组在年龄、性别、术前 GCS 评分、Graeb 评分等方面无统计学差异, 具体 P 值均大于 0.05, 如表 1 所示。同时, 为了更直观地展示分组的均匀性, 我们将年龄、术前 GCS 评分和 Graeb 评分三个数据做成了统计图, 如图 1 所示。具体而言, A 组平均年龄为 58.3 岁, 男性占比 64.3%; B 组平均年龄 59.1 岁, 男性占比 61.2%; C 组平均年龄 57.8 岁, 男性占比 66.7%, 三组具有可比性, P 值为 0.654。术前 GCS 评分方面, A 组为 7.2 ± 2.1 , B 组为 7.5 ± 1.9 , C 组为 6.9 ± 2.3 , P 值为 0.213; Graeb 评分方面, A 组为 6.8 ± 1.5 , B 组为 7.1 ± 1.7 , C 组为 7.0 ± 1.6 , P 值为 0.421, 均无显著差异。这表明分组设计有效避免了选择偏倚, 符合队列研究可比性原则。

Table 1. Baseline characteristics of HVH patients categorized by ventriculostomy catheter size

表 1. 按脑室穿刺导管管径分组的 HVH 患者基线特征

指标	A 组	B 组	C 组	P 值
年龄(岁)	58.3	59.1	57.8	0.654
男性比例	64.3%	61.2%	66.7%	0.782
术前 GCS 评分	7.2 ± 2.1	7.5 ± 1.9	6.9 ± 2.3	0.213
Grabe 评分	6.8 ± 1.5	7.1 ± 1.7	7.0 ± 1.6	0.421

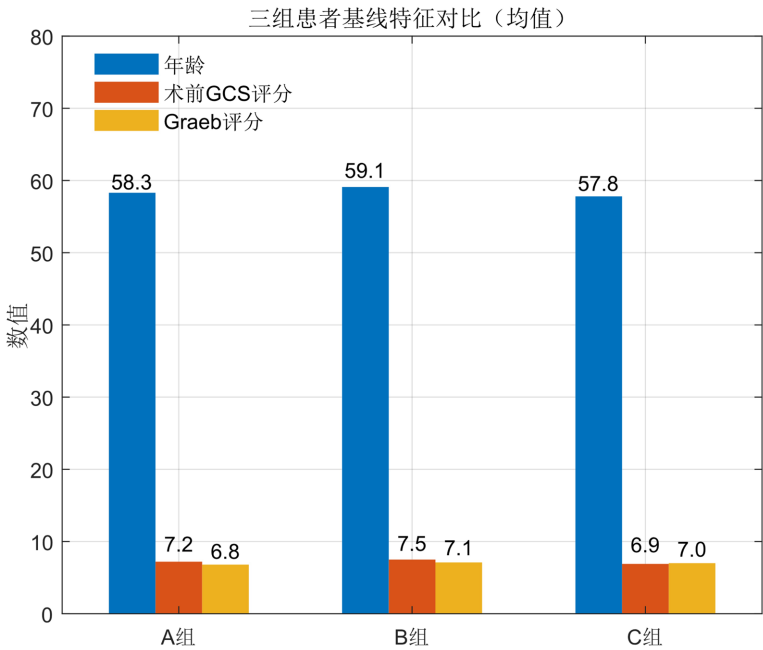


Figure 1. Comparison of baseline characteristics among three patient groups

图 1. 三组患者基线资料对比图

3.2. 引流效果与预后

如表 2 所示，不同管径组间疗效与并发症存在显著差异：

1) 血肿清除率：C 组达 89.2%，显著高于 A 组的 72.3%与 B 组的 84.5%， $P < 0.01$ ，符合泊肃叶定律预测的管径与流量正相关关系， $P = 0.003$ ；

2) 预后良好率(GOS ≥ 4 分)：B 组以 65.5%显著优于 A 组的 48.6%及 C 组的 53.8%， $P = 0.023$ ，这意味着中等管径在引流效率与安全性间取得平衡；

3) 并发症：C 组颅内感染率为 18.1%、再出血率为 19.4%，均显著高于 A 组的 5.6%和 8.3%以及 B 组的 11.3%和 12.7%， $P < 0.05$ ，与 Ko 等[7]报道的 16Fr 导管出血风险趋势一致；而 A 组导管堵塞率为 25.0%，显著高于 B 组的 9.9%和 C 组的 6.9%， $P = 0.001$ ，印证细管径易因血凝块滞留导致引流失败。

为了更直观地体现出不同管径组间疗效与并发症的差异，我们利用表 2 中的数据绘制了图 2 中所示的不同管径疗效对比图和并发症发生率对比图。

Table 2. Comparison of therapeutic effects and complications among the three groups (%)
表 2. 三组疗效与并发症比较(%)

指标	A 组	B 组	C 组	P 值
血肿清除率	72.3%	84.5%	89.2%	0.003
预后良好率	48.6%	65.5%	53.8%	0.023
颅内感染率	5.6%	11.3%	18.1%	0.012
导管堵塞率	25.0%	9.9%	6.9%	0.001
再出血率	8.3%	12.7%	19.4%	0.042

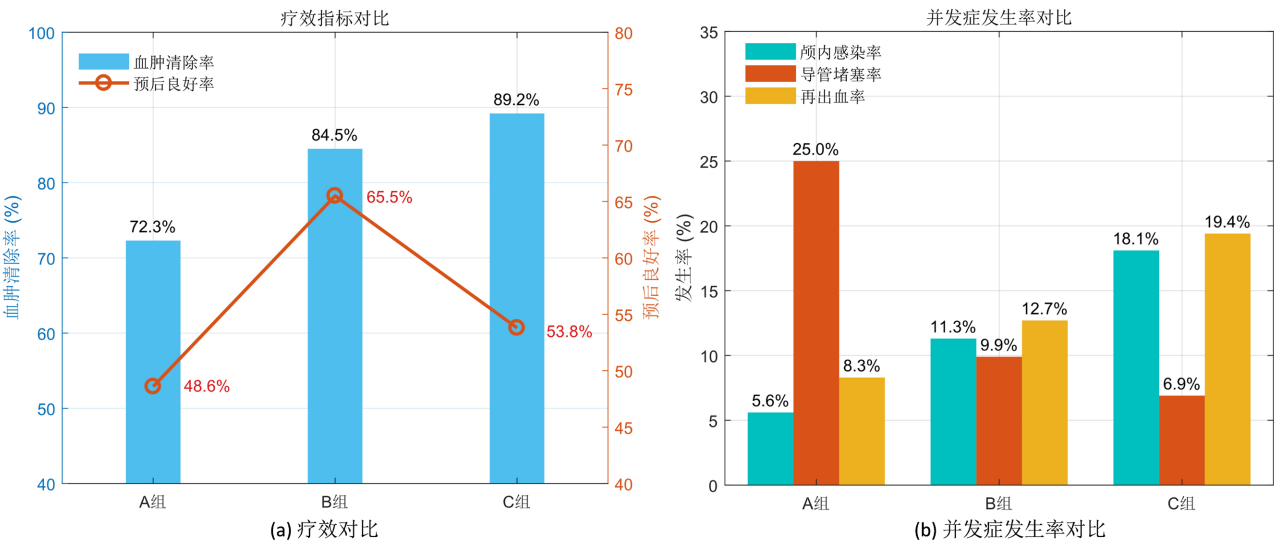


Figure 2. Comparison of therapeutic efficacy and complication rates among three patient groups
图 2. 三组患者的疗效与并发症发生率对比图

3.3. 多因素预后分析

多因素 Logistic 回归分析显示，术前 GCS 评分、出血量 ≥ 50 mL 及管径选择为独立预后影响因素，其比值比分别为 2.32、1.87 和 1.65，95%置信区间依次为 1.45~3.71、1.12~3.14 及 1.05~2.58， P 值均小于

0.05。其中，B组使用的12Fr管径与良好预后显著相关，比值比为1.98，95%置信区间为1.22~3.21；而C组的14Fr管径虽可提升血肿清除效率，但感染与再出血风险比值比达1.42，95%置信区间为1.05~1.92，提示临床需根据患者具体情况权衡管径选择的利弊。

4. 讨论

脑室出血的救治高度依赖精准的颅内压管理与血肿清除效率，而引流管管径作为影响手术效果的核心技术参数，其选择策略长期缺乏循证共识。尽管流体力学理论提示管径与引流效率呈指数级正相关，但临床实践中，粗管径导管可能因机械损伤或血流动力学扰动加剧并发症风险，这一矛盾凸显了技术优化需兼顾生物力学与临床安全性的必要性。当前指南虽明确脑室外引流的适应证，却未细化管径选择的量化标准，导致临床决策多依赖经验，缺乏个体化依据。本研究通过分层随机对照设计，系统评估不同管径导管的疗效与风险阈值，旨在为破解“效率-安全”权衡困境提供实证支撑。

4.1. 管径与引流效率的力学机制

本研究通过对比不同管径引流管的临床效果，揭示了管径选择在脑室出血治疗中的双重性。14Fr导管组虽展现出显著的血肿清除优势，清除率达89.2%，但其较高的再出血率(19.4%)和颅内感染率(18.1%)提示粗管径可能通过机械性损伤脑室壁或诱发血流动力学紊乱增加并发症风险[12]。这一现象与泊肃叶定律的流体力学原理一致：管径增大虽可指数级提升引流流量，但过快的减压可能破坏颅内压平衡，尤其在高血压或血管脆性患者中，易导致穿支动脉剪切力变化，引发继发出血[13]。Ko等[7]的研究亦支持这一结论，其报道的相对较粗的引流管(16Fr导管)相关出血风险高达43.1%。因此，临床中需严格筛选适用人群，例如对Graeb评分 ≥ 8 分且出血量 ≥ 50 mL的重症患者，可短期使用14Fr导管快速缓解颅内高压，但需辅以实时颅内压监测及预防性抗感染措施，以规避风险。

4.2. 中等管径(12Fr)的临床优势

相比之下，12Fr导管组在预后良好率(65.5%)和并发症控制方面展现出更优的平衡性。其理论引流效率为8Fr导管的5.06倍，而感染率与再出血率仅略高于8Fr组，提示中等管径既能有效清除血肿，又可减少组织损伤和炎症反应。此外，12Fr组的导管堵塞率(9.9%)显著低于8Fr组(25.0%)，进一步印证细管径易因血凝块滞留导致引流失败。结合谢琛璠等[8]提出的分阶段引流策略，中等管径联合术后动态调整压力梯度或辅助腰大池引流，可能成为优化治疗的关键。例如，对于GCS评分6~8分的中等病情患者，12Fr导管可作为默认选择，若合并脑室铸型，可联合腰大池引流以降低继发脑积水风险。

4.3. 个体化治疗策略的启示

多因素分析进一步明确了术前GCS评分、出血量及管径选择对预后的独立影响。基于此，建议建立分层治疗框架：对于轻症患者(出血量 < 30 mL或脑室轻度扩张)，8Fr导管可减少组织损伤，尤其适用于凝血功能临界或存在抗凝治疗史者；而重症患者需在快速减压与并发症风险间权衡，必要时联合溶栓治疗以提升清除效率。值得注意的是，管径选择不应孤立考虑，需综合评估患者血管状态、感染风险及术后护理条件。例如，对于再出血高风险者，可缩短导管留置时间或采用分阶段引流策略。

4.4. 局限性与未来方向

本研究为回顾性设计，存在选择偏倚风险，且未纳入长期随访数据(如6个月脑积水发生率)。此外，尿激酶剂量与灌注频率未根据管径调整，可能影响结果解读。未来研究可进一步探索智能导管材料(例如抗菌涂层或自适应管径技术[14])的应用，或通过多中心随机对照试验验证分层治疗策略的普适性。通过

融合流体力学原理与临床风险分层[15], 或能为脑室出血的精准治疗开辟新路径。

5. 结论

根据上述数据统计分析可以得出结论: 12Fr 引流管是 HVH 治疗的优选方案, 兼顾效率与安全性; 粗管径(14Fr)引流管适用于重症患者但需密切监测并发症。未来需开展多中心随机对照试验验证长期预后。

参考文献

- [1] 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>
- [2] 田和平, 王耿焕, 沈和平, 等. 改良 Paine 点穿刺在高血压性脑出血经翼点开颅术中治疗脑室出血的应用价值[J]. *浙江医学*, 2024, 46(5): 501-505+511.
- [3] Chen, C., Liu, C., Tung, Y., Lee, H., Chuang, H., Lin, S., *et al.* (2011) Endoscopic Surgery for Intraventricular Hemorrhage (IVH) Caused by Thalamic Hemorrhage: Comparisons of Endoscopic Surgery and External Ventricular Drainage (EVD) Surgery. *World Neurosurgery*, **75**, 264-268. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2010.07.041>
- [4] Hanley, D.F., Lane, K., McBee, N., Ziai, W., Tuhim, S., Lees, K.R., *et al.* (2017) Thrombolytic Removal of Intraventricular Haemorrhage in Treatment of Severe Stroke: Results of the Randomised, Multicentre, Multiregion, Placebo-Controlled CLEAR III Trial. *The Lancet*, **389**, 603-611. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)32410-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)32410-2)
- [5] Bertuccio, A., Marasco, S., Longhitano, Y., Romenskaya, T., Elia, A., Mezzini, G., *et al.* (2023) External Ventricular Drainage: A Practical Guide for Neuro-Anesthesiologists. *Clinics and Practice*, **13**, 219-229. <https://doi.org/10.3390/clinpract13010020>
- [6] 武云珍. CVVH 模式下体外循环部分的血流动力学关系理论模型推导及分析[J]. *中华重症医学电子杂志(网络版)*, 2020, 6(4): 431-438.
- [7] Ko, J.K., Cha, S.H., Choi, B.K., Lee, J.I., Yun, E.Y. and Choi, C.H. (2014) Hemorrhage Rates Associated with Two Methods of Ventriculostomy: External Ventricular Drainage vs. Ventriculoperitoneal Shunt Procedure. *Neurologia Medico-Chirurgica*, **54**, 545-551. <https://doi.org/10.2176/nmc.oa.2013-0178>
- [8] 谢琛璠, 曾钦霖, 林庆喜. 侧脑室外引流联合早期腰大池引流治疗脑室出血临床效果[J]. *吉林医学*, 2023, 44(10): 2829-2831.
- [9] Kochanek, P.M., Tasker, R.C., Carney, N., Totten, A.M., Adelson, P.D., Selden, N.R., *et al.* (2019) Guidelines for the Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury, Third Edition: Update of the Brain Trauma Foundation Guidelines. *Pediatric Critical Care Medicine*, **20**, S1-S82. <https://doi.org/10.1097/pcc.0000000000001735>
- [10] 朱遂强, 刘鸣, 崔丽英. 中国脑出血诊治指南(2019) [J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(12): 994-1005.
- [11] Haldrup, M., Rasmussen, M., Mohamad, N., Dyrskog, S., Thorup, L., Mikic, N., *et al.* (2023) Intraventricular Lavage vs External Ventricular Drainage for Intraventricular Hemorrhage: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*, **6**, e2335247. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.35247>
- [12] 徐宗华, 徐善水. 个体化方案治疗自发性脑室出血[J]. *皖南医学院学报*, 2013, 32(4): 293-295.
- [13] 康新, 伏光辉. 颅脑损伤后发生进展性出血性损伤的影响因素分析[J]. *中国实用医药*, 2024, 19(19): 45-47.
- [14] 王瑞麟, 赖长洪, 何孟泽, 等. 医用导管抗菌涂层的研究进展[J]. *表面技术*, 2024, 53(16): 51-67.
- [15] 赵丽, 刘俊伶, 蔡莉, 等. CT 碘对比剂临床风险分层评估及干预模型的建立与应用[J]. *解放军护理杂志*, 2018, 35(17): 54-57.