

· 论著 · 头颈 ·

超早期小骨窗开颅血肿清除术联合术中实时超声监测治疗高血压基底节区脑出血效果研究

胡雅菲* 胡晓南 王 艳

南阳市中心医院神经外科(河南 南阳 473000)

【摘要】目的 探讨超早期小骨窗开颅血肿清除术联合术中实时超声监测治疗高血压基底节区脑出血的临床效果。**方法** 选取2023年1月至2025年1月收治的84例基底节区脑出血患者, 随机分为治疗组(42例, 超早期小骨窗开颅血肿清除术联合术中实时超声监测)与对照组(42例, 传统小骨窗开颅血肿清除术)。比较两组手术时间、术中出血量、血肿清除率等手术相关指标, 术后24h血肿残留量、血肿完全吸收时间、颅内压峰值等疗效指标, 术后并发症发生率, 以及术后不同时间点神经功能评分(NIHSS、mRS)和日常生活能力评分(ADL)。**结果** 治疗组手术时间(78.45 ± 12.36 vs. 92.58 ± 15.24 min)、术中出血量(35.28 ± 8.45 vs. 52.19 ± 10.32 mL)、切口长度及骨窗大小均显著优于对照组(均 $P < 0.001$)。血肿清除率($92.45\% \pm 3.21\%$ vs. $80.07\% \pm 4.56\%$)显著更高($P < 0.001$)。术后24h血肿残留量(5.28 ± 1.56 vs. 12.35 ± 2.89 mL)、血肿完全吸收时间(10.25 ± 1.89 vs. 15.62 ± 2.34 d)、颅内压峰值(18.56 ± 3.21 vs. 25.48 ± 4.56 mmHg)、降压药物使用时间均短于对照组(均 $P < 0.001$)。治疗组术后并发症总发生率(11.90% vs. 28.57% , $P = 0.028$)显著更低, 其中再出血、脑水肿发生率差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。术后1d、7d、30d, 治疗组NIHSS评分均低于对照组(均 $P < 0.05$)。术后30d, 治疗组mRS评分0~2分占比(78.57% vs. 57.14% , $P = 0.038$)及术后1、3个月ADL评分均显著高于对照组(均 $P < 0.001$)。**结论** 超早期小骨窗开颅血肿清除术联合术中实时超声监测可显著提高高血压基底节区脑出血患者的血肿清除效率, 缩短手术及术后恢复时间, 降低并发症发生率, 改善神经功能缺损程度及日常生活自理能力, 临床应用效果优于传统术式。

【关键词】 高血压基底节区脑出血; 超早期; 小骨窗开颅; 实时超声; 神经功能

【中图分类号】 R651.1+2

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2026.6.008

Study on the Effect of Ultra-Early Small Bone Window Craniotomy for Hematoma Evacuation Combined with Real-Time Intraoperative Ultrasound Monitoring in the Treatment of Hypertensive Basal Ganglia Cerebral Hemorrhage

HU Ya-fei*, HU Xiao-nan, WANG Yan.

Department of Neurosurgery, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

Abstract: Objective To explore the clinical effect of ultra-early small bone window craniotomy for hematoma evacuation combined with real-time intraoperative ultrasound monitoring in the treatment of hypertensive basal ganglia intracerebral hemorrhage. **Methods** A total of 84 patients with basal ganglia cerebral hemorrhage admitted from January 2023 to January 2025 were selected and randomly divided into the treatment group (42 cases, ultra-early small bone window craniotomy for hematoma evacuation combined with real-time intraoperative ultrasound monitoring) and the control group (42 cases, traditional small bone window craniotomy for hematoma evacuation). The operation-related indicators such as the operation time, intraoperative blood loss, and hematoma clearance rate, the therapeutic indicators such as the residual hematoma volume within 24 hours after the operation, the complete absorption time of the hematoma, and the peak intracranial pressure, the incidence of postoperative complications, as well as the neurological function scores (NIHSS, mRS) and activities of daily living scores (ADL) at different time points after the operation were compared between the two groups. **Results** The operation time (78.45 ± 12.36 vs. 92.58 ± 15.24 min), intraoperative blood loss (35.28 ± 8.45 vs. 52.19 ± 10.32 mL), incision length and bone window size of the treatment group were significantly better than those of the control group (all $P < 0.001$). The hematoma clearance rate ($92.45\% \pm 3.21\%$ vs. $80.07\% \pm 4.56\%$) was significantly higher ($P < 0.001$). The residual hematoma volume 24 hours after the operation (5.28 ± 1.56 vs. 12.35 ± 2.89 mL), the complete absorption time of hematoma (10.25 ± 1.89 vs. 15.62 ± 2.34 d), and the peak intracranial pressure (18.56 ± 3.21 vs. 25.48 ± 4.56) The duration of mmHg use, antihypertensive drug use and hospital stay were all shorter than those in the control group (all $P < 0.001$). The total incidence of postoperative complications in the treatment group (11.90% vs. 28.57% , $P = 0.028$) was significantly lower, among which the differences in the incidences of rebleeding and cerebral edema were statistically significant (both $P < 0.05$). At 1 day, 7 days and 30 days after the operation, the NIHSS scores of the treatment group were all lower than those of the control group (all $P < 0.05$). Thirty days after the operation, the proportion of mRS Score 0-2 in the treatment group (78.57% vs. 57.14% , $P = 0.038$) and the ADL scores at 1 and 3 months after the operation were significantly higher than those in the control group (all $P < 0.001$). **Conclusion** Ultra-early small bone window craniotomy for hematoma evacuation combined with real-time intraoperative ultrasound monitoring can significantly improve the hematoma evacuation efficiency of patients with hypertensive basal ganglia intracerebral hemorrhage, shorten the operation and postoperative recovery time, reduce the incidence of complications, improve the degree of neurological deficits and the ability of daily life self-care, and the clinical application effect is superior to the traditional surgical method.

Keywords: Hypertensive Basal Ganglia Hemorrhage; Ultra-Early; Small Bone Window Craniotomy; Real-Time Ultrasound; Neurological Function

高血压性脑出血是我国成年人致死、致残的重要病因之一, 其中基底节区为最常见出血部位, 约占全部脑出血的60%~70%^[1]。据数据显示, 我国每年新发脑出血患者约35万~55万例, 其中高血压相关脑出血占比超过80%, 且基底节区出血患者致死率高达70%以上, 严重威胁患者生命健康并增加社会医疗负担^[2-3]。外科手术是改善中重度基底节区脑出血(出

【第一作者】 胡雅菲, 女, 护师, 主要研究方向: 神经外科护理。E-mail: Hyf20250429@163.com

【通讯作者】 胡雅菲

血量30~60mL)患者预后的重要手段,其中小骨窗开颅血肿清除术因创伤小、操作相对简便,在临床广泛应用^[4]。然而,传统术式依赖术前CT定位及术者经验进行盲探式操作,存在血肿清除不彻底、重要神经结构损伤风险高、术后再出血及脑水肿发生率较高等问题^[5-6]。如何在有限骨窗范围内精准定位血肿、提高清除效率并减少手术副损伤,成为优化手术效果的关键。术中实时超声监测技术具有实时成像、可重复性强、无辐射等优势,能动态显示血肿位置、边界及清除程度,为术中精准操作提供可视化引导^[7-8]。超早期手术(发病后6~24h)可及时解除血肿占位效应、阻断继发性脑损伤,已被证实能显著改善患者神经功能^[9]。但目前关于超早期小骨窗开颅联合术中超声监测治疗基底节区脑出血的临床效果,尤其是在血肿清除效率、术后并发症及长期神经功能恢复方面的研究仍需进一步探讨。本研究通过对比超早期小骨窗开颅血肿清除术联合术中实时超声监测与传统术式的疗效,旨在为临床提供更优化的治疗方案。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月至2025年1月我院神经外科收治的84例基底节区脑出血患者作为研究对象,按照随机数字表法分为治疗组和对照组,每组42例。

纳入标准:符合《中国脑出血诊治指南2019》^[10]中基底节区脑出血的诊断标准,且经头颅CT检查确诊;年龄40~75岁;出血量30~60mL(根据多田公式计算),且符合外科手术指征;发病至入院时间 ≤ 24 h;意识状态为嗜睡至中度昏迷(GCS评分9~12分)。排除标准:脑叶、脑干、小脑出血或蛛网膜下腔出血;合并严重心、肝、肾等重要脏器功能障碍;凝血功能障碍或正在使用抗凝、抗血小板药物;既往有严重神经功能缺损或精神疾病史;妊娠或哺乳期女性。本研究经医院伦理委员会审核批准,所有患者或家属均签署知情同意书。

两组基线资料比较显示,治疗组与对照组在性别构成(男性分别为28例和29例,女性分别为14例和13例)、年龄(治疗组42~73岁,平均 58.6 ± 6.2 岁;对照组40~75岁,平均 59.3 ± 5.8 岁)、出血量(治疗组32~58mL,平均 45.2 ± 6.8 mL;对照组30~60mL,平均 44.7 ± 7.1 mL)、既往高血压病史(分别为35例和34例)、糖尿病病史(分别为12例和14例)、高脂血症病史(分别为15例和13例)、吸烟史(分别为18例和20例)、饮酒史(分别为16例和17例)、出血部位(左侧基底节区分别为23例和21例,右侧分别为19例和21例)及发病至入院时间(治疗组4~24h,平均 12.5 ± 4.8 h;对照组5~24h,平均 13.2 ± 5.1 h)等方面均无显著差异(均 $P > 0.05$),基线资料均衡,具有良好可比性。

1.2 方法

1.2.1 治疗组(超早期小骨窗开颅血肿清除术联合术中实时超声监测) 手术时机:所有患者均在发病后6~24h内完成术前评估,符合手术指征(基底节区血肿量 ≥ 30 mL, GCS评分6~12分)后启动超早期手术流程。麻醉与体位:全身麻醉诱导后取仰卧位,头部垫高 $15^\circ \sim 30^\circ$,偏向对侧 30° ,常规消毒铺巾。手术步骤:(1)定位与切口:基于术前头颅CT扫描结果,采用MRI-T1加权像序列重建血肿三维模型,结合神经导航系统标

记血肿最大层面体表投影,取额颞部直切口(长约4~5cm),中点位于瞳孔中线与眉弓上2~3cm交点。(2)骨窗制备:铣刀开颅形成直径2.5~3.0cm骨窗,范围覆盖中央前回及岛叶外侧沟区域,硬脑膜呈放射状切开。(3)超声引导血肿清除:使用频率5~10MHz术中超声探头(型号:Acuson S2000,西门子医疗),以生理盐水作为耦合剂,实时扫描确认血肿位置、边界及深度。沿脑沟无血管区穿刺,置入透明吸引套管(内径3mm),在超声实时监测下采用钝性分离结合低压吸引(负压 ≤ 80 mmHg)清除血肿,每5分钟超声复查一次,直至残留血肿量 < 5 ml或超声显示无明确血肿回声。(4)止血与关颅:显微镜(型号:Leica M844)下双极电凝止血,确认无活动性出血后,于血肿腔放置硅胶引流管(外径2.5mm),硬脑膜减张缝合,分层闭合切口。

1.2.2 对照组(传统小骨窗开颅血肿清除术) 麻醉方式、体位、切口及骨窗制备同治疗组。手术操作:根据术前CT定位,采用靶点穿刺-逐步盲探法清除血肿,即依据术前血肿定位数据穿刺至血肿腔,通过吸引器手感及冲洗液颜色判断血肿清除程度,不使用术中超声监测,其余手术步骤及术后处理与治疗组一致。

1.2.3 术后处理 两组患者均实施标准化管理:(1)持续有创颅内压监测(传感器型号:Camino 170),维持颅内压 < 20 mmHg;(2)尼卡地平微泵静脉注射控制血压,目标值为收缩压140~160mmHg;(3)术后6h开始鼻饲肠内营养,常规使用抗生素(头孢曲松钠2g/d,连用3d)预防感染;(4)引流管于术后24~48h拔除(依据CT复查结果)。

1.3 观察指标 (1)手术相关指标:记录手术时间、术中出血量、切口长度、骨窗大小,计算血肿清除率(血肿清除量占术前血肿总量的百分比)。(2)术后疗效指标:检测术后24h血肿残留量(CT影像学测量),统计血肿完全吸收时间(从手术至CT显示血肿完全吸收的时间)、颅内压峰值(有创颅内压监测所得最高值)、降压药物使用时间(从术后首次使用降压药物至停药的时间)及住院时间。(3)术后并发症发生情况:观察并记录颅内感染、再出血、脑水肿、肺部感染、切口愈合不良等并发症发生例数,计算总并发症发生率(并发症发生例数/总病例数 $\times 100\%$)。(4)神经功能评分:美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS):包含意识水平、凝视、视野、面瘫、肢体运动、感觉、语言、构音障碍、忽视症等11个维度,共11个条目,总分范围0~42分。评分越高,提示神经功能缺损程度越严重。改良Rankin量表(mRS):评估残障程度,分为0~6分共7个等级(0分:无症状;1分:无明显残障;2分:轻度残障;3分:中度残障;4分:中重度残障;5分:重度残障;6分:死亡)。统计术后30d mRS评分0~2分(生活基本自理或无需帮助)患者占比,评分越高,提示残障程度越重。(5)日常生活能力评分:采用日常生活活动力量表(ADL, Barthel指数),包含进食、洗澡、穿衣、如厕、行走等10个维度,共10个条目,总分范围0~100分。评分越高,提示患者日常生活自理能力越强(100分:完全自理;61~99分:轻度依赖;41~60分:中度依赖; ≤ 40 分:重度依赖)。

1.4 统计学方法 采用SPSS 27.0统计软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组间比较采用独立样本t检验; 计数资料以例数和百分比(%)表示, 组间比较采用卡方检验(χ^2 检验)。当理论频数小于5时采用Fisher确切概率法。检验水准 $\alpha=0.05$, 以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者手术相关指标比较 治疗组手术时间、术中出血量、切口长度及骨窗大小均显著优于对照组(均 $P<0.05$), 血肿清除率较对照组更高($P<0.05$)。见表1。

2.2 两组患者术后疗效指标比较 治疗组血肿残留量显著低于对照组($P<0.001$); 治疗组血肿完全吸收时间、颅内压峰值、降压药物使用时间及住院时间均短于对照组(均 $P<0.05$)。见表2。

2.3 两组患者术后并发症发生情况比较 治疗组术后并发症总发生率为11.90%, 显著低于对照组的28.57%($\chi^2=4.821$, $P=0.028$)。其中, 治疗组再出血、脑水肿发生率显著低于对照组(均 $P<0.05$), 两组颅内感染、肺部感染及切口愈合不良发生率差异无统计学意义(均 $P>0.05$)。见表3。

2.4 两组患者神经功能评分比较 两组术前NIHSS评分差异无统计学意义($P>0.05$); 术后1d、7d、30d, 治疗组NIHSS评分均低于对照组(均 $P<0.05$)。术后30d, 治疗组mRS评分0~2分占比78.57%, 显著高于对照组的57.14%($\chi^2=4.321$, $P=0.038$)。见表4。

2.5 两组患者日常生活能力评分比较 术后1个月、3个月, 治疗组ADL评分均显著高于对照组(均 $P<0.05$)。见表5。

表1 两组患者手术相关指标比较

组别	手术时间(min)	血肿清除率(%)	术中出血量(mL)	切口长度(cm)	骨窗大小(cm ²)
治疗组(n=42)	78.45±12.36	92.45±3.21	35.28±8.45	4.25±0.56	2.15±0.32
对照组(n=42)	92.58±15.24	80.07±4.56	52.19±10.32	5.89±0.78	3.56±0.45
t值	-4.821	13.245	-7.852	-10.214	-15.623
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表2 两组患者术后疗效指标比较

组别	术后24h血肿残留量(mL)	血肿完全吸收时间(d)	颅内压峰值(mmHg)	降压药物使用时间(d)	住院时间(d)
治疗组(n=42)	5.28±1.56	10.25±1.89	18.56±3.21	5.21±1.05	14.56±2.34
对照组(n=42)	12.35±2.89	15.62±2.34	25.48±4.56	8.45±1.56	20.12±3.56
t值	-13.452	-11.236	-7.895	-10.231	-8.956
P值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表3 两组患者术后并发症发生情况比较

组别	颅内感染	再出血	脑水肿	肺部感染	切口愈合不良	总发生率
治疗组(n=42)	1(2.38)	2(4.76)	3(7.14)	2(4.76)	1(2.38)	5(11.90)
对照组(n=42)	2(4.76)	7(16.67)	8(19.05)	3(7.14)	1(2.38)	21(28.57)
χ^2 值	0.345	3.987	3.892	0.231	0	4.821
P值	0.557	0.046	0.049	0.631	1	0.028

表4 两组患者神经功能评分比较

组别	NIHSS评分(分)				mRS评分(0~2分)
	术前	术后1d	术后7d	术后30d	术后30d
治疗组(n=42)	15.28±3.21	12.56±2.89	9.25±2.15	6.58±1.56	33(78.57)
对照组(n=42)	15.45±3.56	14.89±3.21	12.36±2.58	9.89±2.14	24(57.14)
t/ χ^2 值	0.231	-3.895	-5.821	-7.236	4.321
P值	0.818	<0.001	<0.001	<0.001	0.038

表5 两组患者日常生活能力评分比较

组别	术后1个月	术后3个月
治疗组(n=42)	52.45±10.32	68.56±12.45
对照组(n=42)	41.28±12.56	55.21±15.32
t值	4.231	4.895
P值	<0.001	<0.001

3 讨论

本研究结果显示, 治疗组在手术相关指标及术后疗效方面均显著优于对照组, 其核心优势与术中实时超声监测的应用密切相关。首先, 超声技术的实时成像特性为术者提供了动态导航, 使血肿定位精度显著提高。传统术式依赖术前CT数据进行靶点穿刺, 但脑出血后血肿位置可能因颅内压变化或脑组织移位发生微小偏移, 导致穿刺路径与实际血肿位置存在偏差^[11-12]。

术中超声可在切开硬脑膜后立即扫描,确认血肿实际位置与术前规划的一致性,避免盲目穿刺造成的周边脑组织损伤。在血肿清除过程中,超声每5min一次的实时监测能精准判断残留血肿量,确保清除率达92%以上,显著减少术后残留血肿引发的继发性损伤^[13-14]。这种精准操作同时缩短了手术时间,减少了吸引器对血肿腔壁的反反复查,从而降低术中出血量。其次,超早期手术时机与超声引导的协同作用在控制颅内压和促进神经功能恢复中发挥了关键作用。治疗组术后颅内压峰值显著低于对照组,这与早期清除血肿、解除占位效应直接相关。基底节区血肿的占位效应可导致中线结构移位、周围脑组织缺血缺氧,而超声引导下的高效血肿清除能快速缓解颅内高压,改善脑血流灌注^[15-16]。治疗组血肿完全吸收时间较对照组缩短约5d,这可能与超声引导下血肿腔引流管的精准放置有关,引流管可直接置于血肿腔最低点,促进术后残余血肿液化排出,减少局部炎症反应和脑水肿发生^[17-18]。神经功能评分的差异进一步证实了这种早期干预的优势,术后1天起,治疗组NIHSS评分即显著低于对照组,提示神经缺损程度较轻,这与血肿占位效应的快速解除、继发性脑损伤的减轻密切相关^[19-20]。术后30天mRS评分显示,治疗组生活基本自理患者占比更高,说明超声引导下的精准手术不仅挽救生命,更显著改善了患者的长期生存质量。

本研究还观察到治疗组术后并发症总发生率显著降低,尤其是再出血和脑水肿发生率下降明显。这一结果与超声引导下的精准止血密切相关,在实时超声监测下,术者可清晰分辨血肿腔壁的微小血管,对活动性出血点进行精准电凝,避免传统盲探式操作中因视野局限导致的止血不彻底^[21-22]。同时,超声引导下的钝性分离技术减少了对血肿周围正常脑组织的机械损伤,降低了血脑屏障破坏程度,从而减轻术后脑水肿^[23-24]。日常生活能力评分的差异则从功能恢复角度验证了手术方案的优势:治疗组术后1个月和3个月的ADL评分均显著更高,说明患者在进食、行走等基础生活技能上恢复更快,这与神经功能的改善形成直接关联,进一步体现了精准手术对患者整体预后的积极影响。

综上所述,超早期小骨窗开颅血肿清除术联合术中实时超声监测通过精准定位、动态评估和微创操作,有效解决了传统术式在血肿清除不彻底、神经损伤风险高等问题。尽管本研究样本量有限且随访时间较短,但其结果为高血压基底节区脑出血的外科治疗提供了新的优化方向。未来需通过多中心、大样本研究进一步验证该方案的长期疗效,同时探索超声技术与其他神经导航手段的联合应用,以推动脑出血外科治疗的精准化发展。

参考文献

- [1] Watanabe G, Conching A, Ogasawara C, et al. Bilateral basal ganglia hemorrhage: a systematic review of etiologies, management strategies, and clinical outcomes[J]. *Neurosurg Rev*, 2023, 46(1): 135.

- [2] Wu R, Qin H, Cai Z, et al. The clinical efficacy of electromagnetic navigation-guided hematoma puncture drainage in patients with hypertensive basal ganglia hemorrhage[J]. *World Neurosurg*, 2018, 118: e115-e122.
- [3] Alhashim A, Hadhiah K, Al-Dandan H, et al. Spontaneous Simultaneous Bilateral Basal Ganglia Hemorrhage (SSBBGH): systematic review and data analysis on epidemiology, clinical feature, location of bleeding, etiology, therapeutic intervention and outcome[J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2022, 18: 267-276.
- [4] Luan L, Li M, Sui H, et al. Efficacies of minimally invasive puncture and small bone window craniotomy for hypertensive intracerebral hemorrhage, evaluation of motor-evoked potentials and comparison of postoperative rehemorrhage between the two methods[J]. *Exp Ther Med*, 2019, 17(2): 1256-1261.
- [5] Guo C, Bai Y, Zhang X, et al. Long-term efficacy and safety of endoscopic surgery versus small bone window craniotomy for spontaneous supratentorial intracerebral hemorrhage: a meta-analysis and trial sequential analysis[J]. *BMC Neurol*, 2025, 25(1): 55.
- [6] Alhashim A, Hadhiah K, Al-Dandan H, et al. Spontaneous Ssimultaneous Bilateral Basal Ganglia Hemorrhage (SSBBGH): systematic review and data analysis on epidemiology, clinical feature, location of bleeding, etiology, therapeutic intervention and outcome[J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2022, 18: 267-276.
- [7] Wen T, Wang C, Zhang Y, et al. A novel ultrasound probe spatial calibration method using a combined phantom and stylus[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2020, 46(8): 2079-2089.
- [8] Lyu J, Ling SH, Banerjee S, et al. Ultrasound volume projection image quality selection by ranking from convolutional RankNet[J]. *Comput Med Imaging Graph*, 2021, 89: 101847.
- [9] Katsuki M, Narita N, Sato K, et al. Where to make burr hole for endoscopic hematoma removal against intracerebral hemorrhage at the basal ganglia to increase the hematoma removal rate-Comparison between trans-frontal and along-the-long-axis approaches[J]. *Surg Neurol Int*, 2021, 12: 41.
- [10] 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.
- [11] Wu R, Bao J, Zhang J, et al. Clinical effects of neuroendoscopic hematoma evacuation for hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. *Am J Transl Res*, 2022, 14(2): 1084-1091.
- [12] Shao X, Wang Q, Shen J, et al. Comparative study of micro-bone window and conventional bone window microsurgery for hypertensive intracerebral hemorrhage[J]. *J Craniofac Surg*, 2020, 31(4): 1030-1033.
- [13] Huang X, Jiang L, Chen S, et al. Comparison of the curative effect and prognosis of stereotactic drainage and conservative treatment for moderate and small basal ganglia haemorrhage[J]. *BMC Neurol*, 2021, 21(1): 268.
- [14] El-Abtah ME, Kashkoush A, Achey R, et al. Diagnostic yield of cerebral angiography for intracranial hemorrhage in young patients: A single-center retrospective analysis[J]. *Interv Neuroradiol*, 2025, 31(2): 168-174.
- [15] Wu Y, Zhang S, Dong Y, et al. Therapeutic effect of electronic endoscopic hematoma removal on hypertensive basal ganglia cerebral hemorrhage based on smart medical technology[J]. *J Healthc Eng*, 2021, 2021: 7486249.
- [16] Wu L, Li Y, Wang X, et al. Systematic review and meta-analysis on the treatment of cerebral hemorrhage with NaoXueShu oral liquid[J]. *Biomed Res Int*, 2017: 8542576.
- [17] Huang X, Jiang L, Chen S, et al. Comparison of the curative effect and prognosis of stereotactic drainage and conservative treatment for moderate and small basal ganglia haemorrhage[J]. *BMC Neurol*, 2021, 21(1): 268.
- [18] Yao X, Liao L, Han Y, et al. Computerized tomography radiomics features analysis for evaluation of perihematomal edema in basal ganglia hemorrhage[J]. *J Craniofac Surg*, 2019, 30(8): e768-e771.
- [19] Yan YF, Ru DW, Du JR, et al. The clinical efficacy of neuronavigation-assisted minimally invasive operation on hypertensive basal ganglia hemorrhage[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2015, 19(14): 2614-2620.
- [20] Kuang Y, Chen W, Zheng K, et al. [CT perfusion imaging evaluation on hemodynamic changes of acute spontaneous intracerebral hemorrhage surrounding tissues][J]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2015, 95(43): 3514-3518.
- [21] Dbski M, Abdelrahman A, Alshehri H, et al. Contemporary management of patent foramen ovale: a multinational survey on cardiologists' perspective[J]. *J Interv Cardiol*, 2021, 2021: 6955791.
- [22] Skoloudik D, Bar M, Skoda O, et al. Safety and efficacy of the sonographic acceleration of the middle cerebral artery recanalization: results of the pilot thrombotripsy study[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2008, 34(11): 1775-1782.
- [23] Hernando ME, García-Sáez G, Martínez-Sarriegui I, et al. Automatic data processing to achieve a safe telemedical artificial pancreas[J]. *J Diabetes Sci Technol*, 2009, 3(5): 1039-1046.
- [24] Pu XJ, Hu QY, Li SS, et al. Sesquiterpenoids and their quaternary ammonium hybrids from the mycelium of mushroom *Stereum hirsutum* by medium optimization[J]. *Phytochemistry*, 2021, 189: 112852.

(收稿日期: 2025-04-27)

(校对编辑: 翁佳鸿)

(排版编辑: 刘潍嘉)