

论 著

颅脑CT检查联合磁共振ASL成像评估脑血疏治疗脑出血预后的研究*

王晶晶^{1,*} 郭笑颜¹ 焦颖华²
张立民³

1.华北理工大学附属医院影像科
2.华北理工大学附属医院中西医结合科
3.华北理工大学附属医院神经外科
(河北唐山 063000)

【摘要】目的 探讨颅脑CT检查联合磁共振动脉自旋标记(ASL)成像在评估脑血疏治疗脑出血(ICH)预后中的应用价值。**方法** 收集我院2021年1月至2024年6月期间,接受脑血疏治疗的146例ICH患者,治疗前均完成颅脑CT及磁共振ASL检查,脑血疏治疗3个月,根据原始脑出血量表(oICH)评分分为良好组(n=109,预后良好),不良组(n=37,预后不良)。比较两组颅脑CT、磁共振ASL成像影像特点,分析影像参数与oICH评分的相关性,采用受试者工作曲线分析颅脑CT、磁共振ASL成像参数对脑血疏治疗ICH患者预后的预测效能。**结果** 良好组的血肿量、CT值低于不良组,血肿周围低密度区面积小于不良组,中线结构移位距离短于不良组($P<0.05$);良好组血肿周围脑组织的脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、相对脑血流量(rCBF)大于不良组,达峰时间(TTP)、平均通过时间(MTT)短于不良组($P<0.05$);ICH患者的血肿量、血肿周围低密度区面积、CT值、中线结构移位距离、TTP、MTT与oICH评分呈正相关($P<0.05$);CBF、rCBF、CBV与oICH评分呈负相关($P<0.05$);血肿周围低密度区面积预测脑血疏治疗ICH患者预后的效能最高,当cut-off>4.07cm²时,约登指数为0.691,曲线下面积为0.877,敏感度、特异性分别为86.49%、82.57%。**结论** 预后不良的ICH患者多表现为血肿量较大、血肿周围低密度区面积较大、CT值较高、中线结构移位距离较长、CBF、rCBF、CBV较低、TTP及MTT较长,颅脑CT检查联合磁共振ASL成像能够通过检测上述参数,为脑血疏治疗ICH患者的预后评估提供重要依据。

【关键词】 脑出血;脑血疏;颅脑CT;
磁共振成像;动脉自旋标记

【中图分类号】 R651.15

【文献标识码】 A

【基金项目】 河北省中医药管理局2023年度
中医药类科学研究课题计划(2023085)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.08.001

Study on Craniocerebral CT Examination Combined with Magnetic Resonance ASL Imaging in Evaluating the Prognosis of Intracerebral Hemorrhage Treated with Naoxueshu*

WANG Jing-jing^{1,*}, GUO Xiao-yan¹, JIAO Ying-hua², ZHANG Li-min³.

1.Department of Imaging, North China University of Science and Technology Affiliated Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China
2.Department of Integrated TCM & Western Medicine, North China University of Science and Technology Affiliated Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China
3.Department of Neurosurgery, North China University of Science and Technology Affiliated Hospital, Tangshan 063000, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of craniocerebral CT examination combined with magnetic resonance arterial spin labeling (ASL) imaging on evaluating the prognosis of intracerebral hemorrhage (ICH) treated with Naoxueshu. **Methods** From January 2021 to June 2024, 146 patients with ICH who received Naoxueshu therapy in the hospital were collected. All patients completed craniocerebral CT examination and magnetic resonance ASL examination before treatment. After 3 months of Naoxueshu treatment, they were divided into good group (n=109, good prognosis) and poor group (n=37, poor prognosis) according to the original intracerebral hemorrhage (oICH) score. The characteristics of craniocerebral CT and magnetic resonance ASL imaging were compared between groups, and the correlation between imaging parameters and oICH score was analyzed. Receiver operator characteristic curve was used to analyze the predictive efficiency of craniocerebral CT and magnetic resonance ASL imaging parameters on the prognosis of ICH patients treated with Naoxueshu. **Results** The hematoma volume and CT value in good group were lower than those in poor group, and the area of low density area around the hematoma was smaller than that in poor group, and the displacement distance of midline structure was shorter than that in poor group ($P<0.05$). The cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV) and relative cerebral blood flow (rCBF) of cerebral tissue around the hematoma in good group were higher than those in poor group, and the time to peak (TTP) and mean transit time (MTT) were shorter than those in poor group ($P<0.05$). The hematoma volume, area of low density area around hematoma, CT value, displacement distance of midline structure, TTP and MTT were positively correlated with oICH score in patients with ICH ($P<0.05$). CBF, rCBF and CBV were negatively correlated with oICH score ($P<0.05$). The area of low density area around hematoma had the highest efficiency on predicting the prognosis of ICH patients treated with Naoxueshu. When cut-off>4.07 cm², the Youden index, area under the curve, sensitivity and specificity were 0.691, 0.877, 86.49% and 82.57% respectively. **Conclusion** ICH patients with poor prognosis are mostly characterized by large hematoma volume, large area of low density area around hematoma, high CT value, long displacement distance of midline structure, low CBF, rCBF and CBV, long TTP and MTT. Craniocerebral CT examination combined with magnetic resonance ASL imaging can provide an important basis for the prognosis evaluation of ICH patients treated with Naoxueshu by detecting the above parameters.

Keywords: Intracerebral Hemorrhage; Naoxueshu; Craniocerebral CT; Magnetic Resonance Imaging; Arterial Spin Labeling

卒中是全球第二大死亡原因^[1],在所有卒中亚型中,脑出血(ICH)占比超25%,致残率和致死率均较高^[2],给社会和家庭带来了沉重的负担。脑血疏是一种依据传统中医理论研发,以水蛭、黄芪等为主要成分,具有活血化瘀、破血逐瘀功效的中药复方制剂,已在临床治疗ICH中得到一定程度的应用,但其疗效的评估仍需依赖于客观、准确的影像学检查方法^[3]。颅脑CT检查具有快速、便捷、准确等优点,可清晰呈现血肿的位置、大小与形态等信息,对于判断病情的严重程度和指导治疗具有重要价值,然而,其对于脑组织血流灌注等功能信息的反映存在一定的局限性^[4]。而磁共振动脉自旋标记(ASL)成像技术能够定量测量脑组织的血流灌注情况,以评估ICH患者的血流动力学变化^[5]。因此,本研究旨在探讨颅脑CT检查联合ASL成像在评估脑血疏治疗ICH预后中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集我院2021年1月至2024年6月期间,接受脑血疏治疗的146例ICH患者。纳入标准:(1)符合《中国脑出血诊治指南(2019)》^[6]中ICH的诊断标准;(2)18~80岁;(3)均已完成颅脑CT检查、磁共振ASL成像检查,影像资料完整;(4)首次发病。排除标准:(1)继发性ICH;(2)因其他原因无法完成颅脑CT检查或磁共振ASL成像检查者;(3)既往有颅脑外伤、脑肿瘤等病史。146例ICH患者中,男84例(57.53%),女62例

【第一作者】 王晶晶,女,主治医师,主要研究方向:中枢神经系统疾病和前列腺疾病。E-mail: jing2wang83@163.com

【通讯作者】 王晶晶

(42.47%)，年龄42~80岁，平均(63.56±10.47)岁。

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 所有患者按《中国脑出血诊治指南(2019)》接受ICH常规治疗(降压、控糖、补液等)的基础上，给予脑血疏口服液(山东沃华医药科技股份有限公司，规格为每支10mL；国药准字Z20070059)治疗。用药剂量为每次10mL，每日3次，口服，于发病后24h内开始使用，持续用药1个月。3个月后复查。

1.2.2 影像学筛查方法 颅脑CT检查：使用GE公司生产的revolution Ace 64排螺旋CT扫描仪。患者取仰卧位，头先进，扫描范围从颅底至颅顶。扫描参数设置为管电压120kV、管电流200-300mA、层厚5mm、层间距5mm、螺距0.984。先进行平扫，若发现血肿，再进行增强扫描[使用非离子型对比剂(碘海醇，300mgI/mL)1.5mL/kg，注射流速3-5mL/s]。扫描完成后，进行图像处理。通过多平面重建测量最大层面的长径和短径，计算血肿量=π/6×长轴×短轴×层数；测量血肿周围低密度区面积，以不规则图形测量工具手动勾勒边界得出面积数值；测量血肿的平均CT值，在血肿中心区域选取感兴趣区(ROI)，ROI面积为10-15mm²；测量中线结构移位距离，以透明隔为标志，测量其偏离正中矢状线的距离。

磁共振ASL成像：使用飞利浦公司生产的Ingenia 3.0T磁共振成像仪。患者取仰卧位，头先进，使用标准的32通道头部线圈。成像序列包括常规的T1WI、T2WI、FLAIR、ASL序列。ASL成像采用脉冲式动脉自旋标记(PASL)技术，标记后延迟时间设置为1500-2000ms，标记持续时间为1500-2000ms，重复时间为4000-5000ms，回波时间为10-20ms，视野为240×240mm²，矩阵为256×256。扫描完成后，在工作站上利用专用软件对ASL图像进行后处理，得到血肿周围脑组织的脑血流量(CBF)值、相对脑血流量(rCBF，以对侧正常脑组织为参照，计算比值)、脑血容量(CBV)、达峰时间(TTP)、平均通过时间(MTT)等参数。

1.3 预后评估方法 脑血疏治疗3个月后，采用原始脑出血量表(oICH)^[7]评估预后，包含血肿量、出血部位等内容，总分0~6分，

0~2分视为预后良好。

1.4 统计学方法 研究所得数据分析用SPSS 24.0软件处理，P<0.05为有显著差异。正态计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验。Pearson相关分析颅脑CT、磁共振ASL成像参数与oICH评分的相关性。计数资料以例(%)表示，采用 χ^2 检验。采用受试者工作曲线(ROC)分析颅脑CT、磁共振ASL成像参数对脑血疏治疗ICH患者预后的预测效能。

2 结果

2.1 两组一般资料比较 146例患者根据oICH评分，分为良好组(n=109，预后良好，0~2分)，不良组(n=37，预后不良，3~6分)，除oICH评分外，2组患者的一般资料，无显著差异(P>0.05)。见表1。

2.2 两组颅脑CT检查参数比较 良好组的血肿量、CT值低于不良组，血肿周围低密度区面积小于不良组，中线结构移位距离短于不良组(P<0.05)。见表2。

2.3 两组磁共振ASL成像参数比较 良好组血肿周围脑组织的CBF、rCBF、CBV大于不良组，TTP、MTT短于不良组(P<0.05)。见表3。

2.4 颅脑CT、磁共振ASL成像参数与oICH评分的相关性 ICH患者的血肿量、血肿周围低密度区面积、CT值、中线结构移位距离、TTP、MTT与oICH评分呈正相关(P<0.05)；CBF、rCBF、CBV与oICH评分呈负相关(P<0.05)。见表4。

2.5 颅脑CT、磁共振ASL成像参数对脑血疏治疗ICH患者预后的预测价值 血肿量、血肿周围低密度区面积、CT值、中线结构移位距离、CBF、rCBF、CBV、TTP、MTT预测ICH患者预后的曲线下面积(AUC)分别为0.839、0.877、0.786、0.807、0.841、0.875、0.783、0.800、0.723，其中血肿周围低密度区面积的预测效能最高，当cut-off>4.07cm²时，约登指数为0.691，敏感度、特异性分别为86.49%、82.57%。见表5、图1。

表1 两组一般资料比较[例(%)]

组别	例数	性别		年龄(岁)	oICH评分	基础疾病			出血部位			
		男	女			糖尿病	高血压	其他	基底节区	脑叶	丘脑	脑干
良好组	109	62(56.88)	47(43.12)	63.27±10.12	1.26±0.37	54(49.54)	24(22.02)	31(28.44)	59(54.13)	34(31.19)	12(11.01)	4(3.67)
不良组	37	22(59.46)	15(40.54)	64.42±11.09	3.68±1.01	14(37.84)	10(27.03)	13(35.14)	20(54.05)	9(24.32)	5(13.51)	3(8.11)
χ^2/t		0.075		0.583	21.266	1.521			1.726			
P		0.784		0.561	<0.001	0.467			0.631			

表2 两组颅脑CT检查指标比较[例(%)]

组别	例数	血肿量(mL)	血肿周围低密度区面积(cm²)	CT值(Hu)	中线结构移位距离(mm)	血肿是否破入脑室	
						是	否
良好组	109	32.38±5.69	3.24±1.06	52.36±6.71	4.21±1.21	28(25.69)	81(74.31)
不良组	37	40.67±6.90	5.02±1.13	62.42±7.83	5.72±1.35	11(29.73)	26(70.27)
t		7.243	8.679	7.546	6.367	0.231	
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.631	

表3 两组磁共振ASL成像指标比较

组别	例数	CBF(mL/100g/min)	rCBF	CBV(mL/100g)	TTP(s)	MTT(s)
良好组	109	38.47±4.26	0.81±0.15	2.85±0.62	12.26±2.24	4.49±1.26
不良组	37	31.32±3.55	0.56±0.14	2.13±0.54	15.13±2.83	5.91±1.58
t		9.179	8.904	6.296	6.282	5.540
P		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

表4 颅脑CT、磁共振ASL成像参数与oICH评分的相关性分析

指标	oICH评分	
	r	P
血肿量	0.361	<0.001
血肿周围低密度区面积	0.545	<0.001
CT值	0.351	<0.001
中线结构移位距离	0.450	<0.001
CBF	-0.530	<0.001
rCBF	-0.490	<0.001
CBV	-0.426	<0.001
TTP	0.445	<0.001
MTT	0.522	<0.001

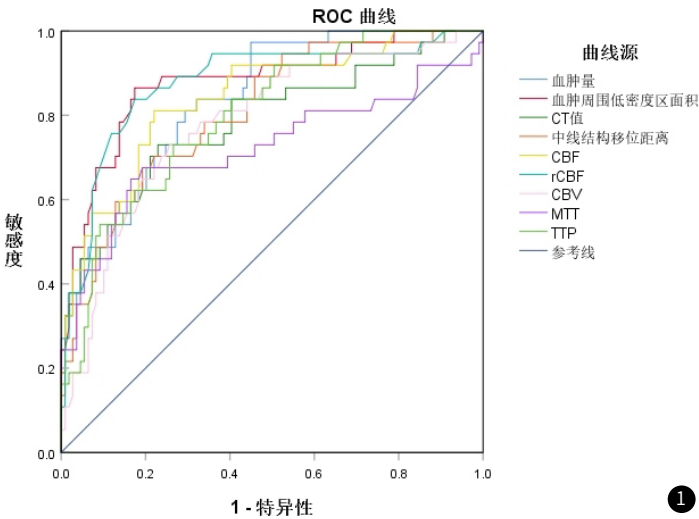


图1 颅脑CT、磁共振ASL成像参数预测脑血疏治疗ICH患者预后的ROC曲线。

表5 颅脑CT、磁共振ASL成像参数预测脑血疏治疗ICH患者预后的ROC分析

指标	cut-off	AUC	95%CI	约登指数	敏感度(%)	特异性(%)	P值
血肿量	>33.19mL	0.839	0.770-0.895	0.523	97.30	55.05	<0.001
血肿周围低密度区面积	>4.07cm ²	0.877	0.812-0.925	0.691	86.49	82.57	<0.001
CT值	>57.65Hu	0.786	0.711-0.850	0.500	72.97	77.06	<0.001
中线结构移位距离	>5.05mm	0.807	0.734-0.868	0.483	67.57	80.73	<0.001
CBF	≤34.68mL/100g/min	0.841	0.771-0.896	0.591	81.08	77.98	<0.001
rCBF	≤0.67	0.875	0.811-0.924	0.664	83.78	82.57	<0.001
CBV	≤2.36mL/100g	0.783	0.707-0.847	0.473	72.97	74.31	<0.001
TTP	>13.59s	0.800	0.726-0.862	0.464	72.97	73.39	<0.001
MTT	>5.5s	0.723	0.643-0.793	0.484	64.86	83.49	<0.001

3 讨 论

脑血管的结构完整性对于维持脑部正常的血液供应和功能至关重要，当ICH发生，血管破裂时，血液会溢出到周围脑组织，在脑实质内积聚形成血肿^[8]。血肿的存在会对周围脑组织产生多种直接和间接的影响。血肿占据脑实质空间，导致局部压力升高，压迫周围的脑组织，引起脑组织的移位，如中线结构的移位，同时，血肿的占位效应还会阻碍局部的血液循环，使得周围脑组织的血流灌注发生改变^[9]。ICH后的局部脑组织血流灌注减少，与血管受压、局部血管痉挛以及血液成分的释放等因素有关，血液中的某些成分，如血红蛋白及其分解产物，具有神经毒性作用，会进一步损害周围的神经元和神经胶质细胞^[10]。此外，ICH后，炎症细胞的浸润会加重脑组织的损伤，破坏血-脑屏障，使得脑组织内的微环境发生改变，加重脑水肿的形成^[11]。颅脑CT检查能够快速、清晰地显示血肿的位置、大小、形态等解剖信息，直观地了解血肿对脑组织的压迫程度，从而初步判断病情的严重程度。磁共振ASL成像技术能够定量测量脑组织的血流灌注情况，能够更深入地了解ICH后周围脑组织的血流动力学状态。如ICH发生后，由

于血管受压、局部血管痉挛等因素，周围脑组织的血流灌注通常会减少，ASL成像可以准确地检测到这些变化。

结果显示，良好组的血肿量、CT值低于不良组，血肿周围低密度区面积小于不良组，中线结构移位距离短于不良组。较大的血肿量意味着更多的血液进入脑实质，压迫周围脑组织，导致局部脑组织缺血缺氧，进而影响神经元的正常功能。血肿量较大的患者可能存在更广泛的脑组织损伤，影响后续脑血疏治疗的效果，导致预后不良^[12]。ICH后，血脑屏障被破坏，血管通透性增加，导致脑组织间隙内液体增多，形成脑水肿^[13]。较大的血肿周围低密度区面积表明脑水肿程度较重，这会进一步加重颅内压升高，压迫周围脑组织，影响脑灌注。脑水肿严重的ICH患者在治疗过程中可能面临更大的挑战，因为脑水肿不仅会加重脑组织的损伤，还可能阻碍药物到达病变部位发挥作用，从而影响脑血疏治疗的效果，增加预后不良的风险^[14]。较高的CT值可能提示血肿内血液成分较为浓稠，这可能与血肿的凝固状态、血红蛋白含量等因素有关。浓稠的血肿可能更难以吸收，对周围脑组织的压迫

时间更长,导致脑组织缺血缺氧时间延长,增加神经元损伤的风险。在脑血疏治疗过程中,浓稠的血肿可能会阻碍药物分子的扩散,影响药物促进血肿吸收的效果,进而影响患者的预后^[15-16]。中线结构移位是血肿占位效应的重要表现之一。中线结构移位明显说明血肿对脑组织的挤压作用较强,导致脑组织在颅腔内的位置发生明显改变。这种移位会引起颅内压力分布不均,进一步影响脑灌注和脑脊液循环。严重的中线结构移位可能导致脑干等重要结构受压,影响生命中枢的功能,治疗后恢复的难度也较大,预后相对较差^[17]。

结果显示,良好组血肿周围脑组织的CBF、rCBF、CBV大于不良组,TTP、MTT短于不良组。CBF和rCBF直接反映了脑组织的血流灌注情况。在ICH后,由于血肿的占位效应、血管受压及痉挛等因素,周围脑组织的血流灌注会减少。CBF和rCBF较低的患者,说明其脑组织已经处于相对缺血的状态,这会导致神经元缺氧、能量代谢障碍,进而引发神经元损伤和死亡^[18]。脑血疏可通过加速纤维蛋白溶解,增加脑血流量,促进血肿吸收,但如果治疗前脑组织缺血严重,可能会影响治疗效果,因为受损的血管和神经组织可能难以完全恢复正常的血流调节功能,从而导致预后不良。CBV反映了脑组织内的血液含量。ICH后,周围脑组织的CBV可能会因血管受压等原因而减少。较低的CBV意味着脑组织的血液供应相对不足,这会影响脑组织的氧和营养物质供应,加重脑组织损伤^[19]。在脑血疏治疗过程中,CBV较低的患者可能由于血液储备不足,难以在治疗后迅速恢复正常的血液供应,从而影响神经功能的恢复,导致预后不佳。TTP和MTT是反映脑血流动力学的重要指标。TTP延长表示血液到达脑组织的时间延长,MTT延长则说明血液在脑组织内的平均通过时间增加。这两个指标延长表明脑血流速度减慢,血液循环效率降低。在ICH患者中,TTP和MTT延长可能是由于血管狭窄、痉挛或阻塞等原因导致的。较长的TTP和MTT会导致脑组织缺血时间延长,加重神经元损伤。脑血疏治疗可能需要更长的时间来改善这种血流动力学异常,而TTP和MTT较长的患者在治疗过程中可能更容易出现并发症或恢复不完全,使预后不良^[20]。

此外,ICH患者的血肿量、血肿周围低密度区面积、CT值、中线结构移位距离、TTP、MTT与oICH评分呈正相关;CBF、rCBF、CBV与oICH评分呈负相关,则进一步证实了这些参数在评估ICH病情严重程度及预测预后方面的重要性。ROC分析结果显示,血肿周围低密度区面积的预测效能最高,这表明其在预测脑血疏治疗ICH患者预后方面具有重要价值。较大的血肿周围低密度区面积提示脑水肿严重,对脑组织的损伤和颅内压的影响更大,增加预后不良的可能性。

综上所述,颅脑CT检查联合磁共振ASL成像在评估脑血疏治疗脑出血预后方面具有重要价值。

参考文献

[1]GBD 2019 Stroke Collaborators.Global,regional,and national burden of stroke and its risk factors,1990-2019:a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J].Lancet Neurol,2021,20(10):795-820.

- [2]Lee TH.Intracerebral Hemorrhage[J].Cerebrovasc Dis Extra,2025,15(1):1-8.
- [3]王新志,高颖,周红霞,等.脑血疏口服液治疗中风临床应用专家共识[J].中华中医药学刊,2024,42(8):249-258.
- [4]Sedden M,Fisher R,Onstott K.Computed tomography for emergent brain injuries[J].Radiol Technol,2021,92(5):487-504.
- [5]Taso M,Alsop DC.Arterial Spin Labeling Perfusion Imaging[J].Magn Reson Imaging Clin N Am,2024,32(1):63-72.
- [6]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.
- [7]陶冶,薛维爽,滕伟禹.三种量表与自发性脑出血患者预后相关性的研究[J].中国医师杂志,2017,19(5):770-772.
- [8]Wang XG,Lu YB,Li Q.Advances in molecular mechanisms and therapeutic strategies of white matter injury after intracerebral hemorrhage[J].Sheng Li Xue Bao,2024,76(1):59-76.
- [9]Puy L,Parry-Jones AR,Sandset EC,et al.Intracerebral haemorrhage[J].Nat Rev Dis Primers,2023,9(1):14.
- [10]Stone J,Mitrofanis J,Johnstone DM,et al.The catastrophe of intracerebral hemorrhage drives the capillary-hemorrhage dementias,including Alzheimer's Disease[J].J Alzheimers Dis,2024,97(3):1069-1081.
- [11]Sato Y,Falcone-Juengert J,Tominaga T,et al.Remodeling of the neurovascular unit following cerebral ischemia and hemorrhage[J].Cells,2022,11(18):2823.
- [12]Morotti A,Boulouis G,Nawabi J,et al.Association between hematoma expansion severity and outcome and its interaction with baseline intracerebral hemorrhage volume[J].Neurology,2023,101(16):e1606-e1613.
- [13]Chen S,Li L,Peng C,et al.Targeting oxidative stress and inflammatory response for blood-brain barrier protection in intracerebral hemorrhage[J].Antioxid Redox Signal,2022,37(1-3):115-134.
- [14]林雅静,石继云,冯丰,等.温阳通督针刺运动疗法对脑出血恢复期运动障碍阳虚质患者头颅CT及神经电生理的影响[J].针灸临床杂志,2023,39(1):28-33.
- [15]郭奕浩,余永铭,黄永谊.高血压脑出血血肿CT值测定价值及其对手术策略的影响[J].海南医学,2006,17(2):22-23.
- [16]樊新慧,王小翻,张妮妮,等.基线血肿平均CT值和血肿形状规则指数预测自发性脑出血患者血肿增大[J].国际脑血管病杂志,2023,31(11):830-835.
- [17]Al-Alawi AKA,Hazra D,Al-Hassani MJK,et al.Unveiling the crystal ball:predictors of adverse outcomes in intracerebral hemorrhage patients[J].Indian J Crit Care Med,2023,27(12):895-901.
- [18]Vu EL,Brown CH 4th,Brady KM,et al.Monitoring of cerebral blood flow autoregulation:physiologic basis,measurement,and clinical implications[J].Br J Anaesth,2024,132(6):1260-1273.
- [19]Morotti A,Busto G,Boulouis G,et al.Delayed perihematoma hypoperfusion is associated with poor outcome in intracerebral haemorrhage[J].Eur J Clin Invest,2022,52(4):e13696.
- [20]李鑫,程名,陈姬如,等.精准调控置管引流术治疗高血压性脑出血的疗效观察[J].中华神经外科杂志,2024,40(6):586-590.

(收稿日期:2025-01-10)
(校对编辑:韩敏求、翁佳鸿)