

·论著·

点征联合混合征对行立体定向颅内血肿穿刺引流术的脑出血患者血肿扩大的预测价值

车炜^{1,2}, 吴倩², 王丽琨², 任思颖², 伍国锋²

作者单位
1. 贵州医科大学临床医学院
贵阳 550004
2. 贵州医科大学附属医院急诊神经科
贵阳 550004
基金项目
国家自然科学基金(No. 81971126、82260244);
贵州省科技计划项目(黔科合支撑[2021]一般项目和平台人才项目)
收稿日期
2023-02-17
通讯作者
伍国锋
wuguofeng3013@sina.com
王丽琨
769070308@qq.com

摘要 **目的:**探讨点征、混合征及两者联合征象对行立体定向颅内血肿穿刺引流术的脑出血患者血肿扩大的预测价值。**方法:**连续纳入2018年1月至2022年8月接受微创手术治疗的脑出血患者196例,根据是否发生血肿扩大分为血肿扩大组和血肿未扩大组;患者入院后行头部CT和头部CT血管成像(CTA)检查,记录混合征、点征和两者联合征象等影像学征象;入院后24 h复查头部CT及术后头部CT。用二元Logistic回归分析血肿扩大的影响因素,采用ROC曲线分析各影像学征象的预测价值。**结果:**共纳入脑出血患者196例,分为血肿扩大组59例和血肿未扩大组137例,血肿扩大组的联合征象比例较血肿未扩大组明显高(59.3% vs. 29.9%, $P<0.001$)。二元logistic回归显示,联合征象为血肿扩大的独立危险因素($OR=2.582$, 95% CI 1.308 ~ 5.094, $P<0.05$)。ROC曲线分析显示,联合征象预测血肿扩大的约登指数较单一点征、单一混合征象更高(22.0% vs. 5.9%和4.7%);联合征象的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和约登指数分别为59.3%、70.1%、46.1%、80.0%、29.4%。**结论:**点征联合混合征的联合征象可能是行立体定向颅内血肿穿刺引流术的脑出血患者血肿扩大的预测因素。

关键词 脑出血; 立体定位技术; 血肿扩大; 点征联合混合征

中图分类号 R741;R741.05;R743;R816;R651 **文献标识码** A **DOI** 10.16780/j.cnki.sjssgnj.20230110

本文引用格式:车炜, 吴倩, 王丽琨, 任思颖, 伍国锋. 点征联合混合征对行立体定向颅内血肿穿刺引流术的脑出血患者血肿扩大的预测价值[J]. 神经损伤与功能重建, 2023, 18(4): 208-212.

A Predictive Value of the Spot Sign Combined with Blend Sign for Hematoma Expansion in Patients with Intracerebral Hemorrhage Treated with Stereotactic Minimally Invasive Surgery
CHE Wei^{1,2}, WU Qian², WANG Li-kun², REN Si-ying², WU Guo-feng². 1. School of Clinical Medicine, Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China; 2. Department of Emergency Neurology, Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, China

Abstract **Objective:** To explore and analyze the predictive value of simple spot sign, simple blend sign and spot signs combined with blend sign in patients with intracerebral hemorrhage treated with stereotactic minimally invasive surgery. **Methods:** A total of 196 consecutive patients with acute intracerebral hemorrhage hospitalized in the Department of Emergency Neurology, the Affiliated Hospital of Guizhou Medical University from January 2018 to August 2022, were continuously enrolled and retrospectively analyzed. Based on whether hematoma expansion had occurred, cases were divided into hematoma expansion and hematoma non-expansion group. All the patients were treated with stereotactic minimally invasive surgery. All the patients underwent head CT and CTA on admission. Imaging signs such as blend sign, spot sign and their combination were recorded. Head CT was reperformed 24 h after admission and after operation. The risk factors of hematoma expansion were analyzed by binary Logistic regression, and the predictive value of each imaging sign was analyzed by ROC curve. **Results:** Fifty-nine cases were enrolled in hematoma expansion group and 137 in hematoma non-expansion group. The proportion of blend signs combined with spot sign in hematoma expansion group was significantly higher than that in the hematoma non-expansion group (59.3% vs. 29.9%, $P<0.001$). Binary Logistic regression showed that the blend signs combined with spot sign was an independent risk factor for hematoma expansion ($OR=2.582$, 95% CI 1.308 ~ 5.094, $P<0.05$). ROC curve analysis showed that the combined sign was higher than the single blend sign (22.0% vs. 5.9% and 4.7%); with a sensitivity of 59.3%, a specificity of 70.1%, a positive predictive value of 46.1%, a negative predictive value of 80.0% and Youden index of 29.4%. **Conclusion:** Spot signs combined with blend sign could predict hematoma expansion in patients with intracerebral hemorrhage treated with stereotactic minimally invasive surgery.

Keywords intracerebral hemorrhage; stereotactic technology; hematoma expansion; spot signs combined with blend sign

脑出血发病率高^[1], 约占我国卒中的 18.8% ~ 47.6%^[2]。脑出血病情凶险, 发病数小时或数天内神经功能损伤出现进行性恶化^[3], 致死率高^[4]。血肿扩大是脑出血患者

早期神经功能恶化的独立危险因素,19%~38%的脑出血患者早期出现血肿扩大,并与神经功能预后不良有关^[5]。既往研究表明,头部CT血管成像(computed tomography angiography, CTA)上的“点征”或头部CT上的“混合征”均能预测非手术治疗的脑出血患者血肿扩大^[6,7]。点征不仅可预测手术患者血肿扩大,还可以作为神经内窥镜止血的手术指征^[8]。本研究团队既往报道了立体定向颅内血肿穿刺引流术后,混合征阳性患者发生血肿扩大的风险高于混合征阴性患者^[9]。本研究旨在分析点征联合混合征对行立体定向颅内血肿穿刺引流术的脑出血患者血肿扩大的预测价值,以期脑出血后血肿扩大的临床预测提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性连续纳入2018年1月至2022年8月贵州医科大学附属医院急诊神经科收治的脑出血患者,均符合《中国脑出血诊治指南(2019)》^[10]的脑出血诊断标准。本研究方案经贵州医科大学附属医院伦理委员会批准(伦理审批号:2022伦理第91号)。患者或家属均签署了诊疗知情通知书。

纳入标准:①年龄≥18岁,符合手术适应症,包括脑叶、基底节出血≥30 mL,丘脑、小脑出血≥10 mL,脑干出血≥5 mL;②入院6 h内完成头部CTA,术前完善定位CT,术后24 h内复查头部CT;③无手术禁忌症;④资料完整。

排除标准:①未在规定时间内完成头部CT及头部CTA;②长期口服抗凝药物或患有血液系统疾病;③因脑血管畸形、颅内动脉瘤、脑肿瘤、脑外伤或脑梗死出血转化、脑淀粉样血管病所致的皮质下出血等继发性脑出血;④慢性硬膜下血肿;⑤确认为脑死亡。

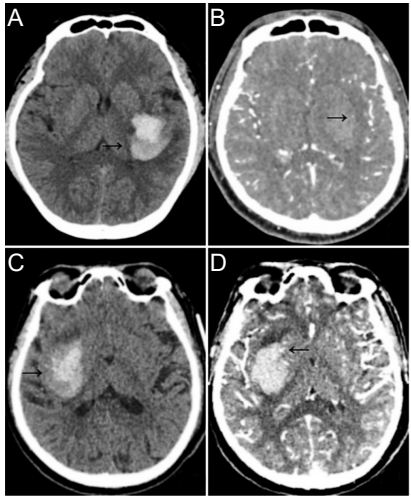
1.2 方法

1.2.1 资料收集 收集患者临床一般资料,包括患者性别、年龄、既往史(包括高血压病、糖尿病、吸烟史、饮酒史)、入院时血压、入院时基线血肿量、入院格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分、入院时实验室检查结果[包括血糖(正常范围3.9~6.1 mmol/L)、高同型半胱氨酸血症(hyperhomocysteinemia, HHcy)、低钾血症、胱抑素(正常范围0.59~1.03 mg/L)、血清钙(正常范围2.21~2.52 mmol/L)、血清钠(正常范围137~147 mmol/L)等]、影像学特征(包括点征、混合征、联合征象)、手术

前后的颅内压(intracranial pressure, ICP)(正常范围7~15 mmHg)、拔管天数、住院期间肺部感染、消化道出血、心力衰竭等。

1.2.2 评价和分组标准 脑血肿测量采用多田公式法^[11],血肿体积(mL)=血肿最长径(cm)×宽(cm)×层厚(cm)/2。不规则血肿采用公式 $V=2/3 \times S \times H$ 计算(S是血肿最大截面的面积,H由血肿层面数与血肿截面的厚度相乘而得)。血肿扩大的标准:术前血肿体积较基线血肿体积增加6 mL或术后血肿体积较前一次血肿体积增加>33%^[9,12]。根据是否血肿扩大将入组患者分为血肿扩大组和血肿未扩大组。

①混合征定义:头部CT平扫显示血肿中同时出现相邻且有清楚分界的高、低密度区,两者密度相差至少18 HU,且低密度区不为高密度区完全包裹^[6],见图1A。②点征定义:头部CTA增强显示实质血肿或边缘内有锯齿状或斑点状外观,但未与外部血管相连;至少1个维度的对比度密度>1.5 mm;对比度密度至少是背景血肿的2倍;CT平扫上相应位置无高密度影。满足上述4项即为点征^[13],见图1B。③联合征象:同时具有混合征和点征,见图1C-D。以上影像学征象,由2名有经验的医师分别独立完成判读,评定结果不一致时,由2名医师共同讨论决定。



注:(A)头部CT混合征;(B)头部CTA点征;(C-D)联合征象
图1 脑出血患者头部CT及CTA混合征、点征及联合征象影像

1.2.3 立体定向颅内血肿穿刺引流术操作方法及术后管理 局部麻醉后上立体定位框架,行CT定位,选取血肿面积最大的一层为立体定向的穿刺层面,建立直角坐标系,在坐标系内确认血肿穿刺的靶点和颅内压传感器的置入靶点,计算各靶点X、Y、Z轴坐标值,计算所需穿刺针的长度及进针深度。在立体定向仪指引下穿刺针穿破颅骨及脑膜,插入针芯缓慢进入,直达靶点,从侧孔缓慢抽吸血肿,直至抽吸至有阻力时停止,

血液抽吸结束引流管接引流袋,血肿腔注射 50 000 U 尿激酶(武汉人福药业有限公司)液化血肿,闭管 2 h 后打开引流管。术后密切关注引流管是否通畅,有无活动性出血等情况,及时复查头部 CT 观察颅内血肿残留情况,了解并及时调整引流针所在位置^[9]。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 25.0、MedCalc 20.1.0 软件进行统计学分析。用 *Kolmogorov-Smirnov* 考察计量资料的正态性,符合正态分布的计量资料采用($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料以中位数和四分位数[M(Q₂₅, Q₇₅)]表示,组间比较采用秩和检验;计数资料以例数和百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验或 *Fisher* 确切概率法。将单因素分析中 $P<0.05$ 的变量纳入二元 *Logistic* 回归分析,分析血肿扩大的影响因素,采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析各影像学特征的预测价值;采用 *DeLong* 检验比较各影像学特征的曲线下面积。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般资料

共收集脑出血患者 1812 例,根据纳入与排除标准,筛选出符合入组标准的患者 196 例。其中,男 123 例,女 73 例;年龄 34 ~ 87 岁,平均年龄(58.05±12.06)岁。根

据患者是否发生血肿扩大分为血肿扩大组 59 例和血肿未扩大组 137 例。2 组的性别、入院舒张压、HHcy 的差异有统计学意义(均 $P<0.05$),其他资料的组间差异均无统计学意义(均 $P>0.05$),见表 1。

2.2 2 组患者血肿和影像学特征比较

2 组基线血肿、血肿部位、破入脑室和脑疝形成等差异无统计学意义($P>0.05$),血肿扩大组复查血肿量高于血肿未扩大组($P<0.05$)。血肿扩大组单一混合征 11 例(占单一混合征的 18.6%),单一点征 13 例(占单一点征的 13%),联合征象 35 例(占混合征的 59.3%);血肿未扩大组单一混合征 19 例(占单一混合征的 13.9%),单一点征 22 例(占单一点征的 16.1%),联合征象 41 例(占混合征的 29.9%)。2 组点征和混合征比例差异无统计学意义($P>0.05$),但血肿扩大组的联合征象比例明显高于血肿未扩大组,差异有统计学意义($P=0.000$),见表 2。

2.3 血肿扩大危险因素分析

以血肿扩大为因变量,如上述各个自变量进行单因素分析后,将性别、入院舒张压、HHcy、第 1 次复查血肿量、联合征象象为自变量,进行二元 *Logistic* 回归分析。结果显示,性别、入院舒张压、HHcy、第 1 次复查血肿量不是血肿扩大的独立危险因素($P>0.05$);CT 影像的联合征象是脑出血微创手术患者血肿扩大的独立危险因素($P<0.05$),见表 3。

表 1 2 组患者的一般资料比较[($\bar{x}\pm s$)或例(%)或 M(Q₂₅, Q₇₅)]

组别	例数	年龄/岁	男/女	糖尿病	高血压	饮酒史	吸烟史	低钾血症
血肿未扩大组	137	59.14±12.10	79/58	10(7.3)	79(57.8)	53(38.7)	48(35.0)	59(43.1)
血肿扩大组	59	55.53±11.69	44/15	5(8.5)	41(69.5)	31(52.5)	28(47.5)	18(30.5)
<i>t/Z/χ²</i> 值		1.937	5.074	0.081	5.235	3.000	2.680	2.960
<i>P</i> 值		0.054	0.025	0.776	0.073	0.072	0.102	0.228

组别	血脂异常	HHcy	收缩压/(mmHg)	舒张压/(mmHg)	平均动脉压/(mmHg)	入院血糖/(mmol/L)
血肿未扩大组	37(27.0)	31(22.6)	164.1±31.2	99.0±18.4	121.1±20.5	6.9(6.0, 8.0)
血肿扩大组	20(33.9)	26(44.1)	164.1±31.2	106.1±20.0	127.2±20.9	6.9(5.9, 8.5)
<i>t/Z/χ²</i> 值	1.219	9.768	−1.186	2.383	−1.907	−0.111
<i>P</i> 值	0.544	0.008	0.237	0.018	0.058	0.911

组别	胱抑素 C/(mg/L)	血清钙/(mmol/L)	血清钠/(mmol/L)	入院 GCS 评分/分	入院 NIHSS 评分/分	基线血肿量/mL
血肿未扩大组	1.00(0.81, 1.19)	2.24(2.17, 2.32)	140.70(138.4, 142.7)	13(10, 14)	13(8, 18)	34.3±16.9
血肿扩大组	0.97(0.83, 1.18)	2.18(2.12, 2.25)	140.67(138.7, 142.6)	13(11, 14)	14(9, 16)	34.1±16.6
<i>t/Z/χ²</i> 值	−0.181	−0.176	−0.095	−0.591	−0.082	0.074
<i>P</i> 值	0.856	0.861	0.925	0.554	0.943	0.941

组别	拔管时间/d	清除血肿前 ICP/(mmHg)	手术结束时 ICP/(mmHg)	肺部感染	心力衰竭	消化道出血
血肿未扩大组	4(3, 5)	24.0(16.2, 27.4)	12.0(7.0, 15.0)	92(67.2)	7(5.1)	33(24.1)
血肿扩大组	4(3, 5)	25.0(17.0, 30.0)	12.0(8.7, 13.0)	45(76.3)	3(5.1)	17(28.8)
<i>t/Z/χ²</i> 值	−0.378	−1.309	−0.474	4.442	0.001	0.881
<i>P</i> 值	0.706	0.190	0.636	0.109	0.994	0.644

表2 2组患者影像特征比较[($\bar{x}\pm s$)或例(%)或M(Q₂₅, Q₇₅)]

组别	例数	基线血肿量/mL	复查血肿量/mL	破入脑室	脑疝形成	混合征	点征	联合征象
血肿未扩大组	137	34.34±16.87	31.0(23.0, 44.0)	45(32.8)	28(20.4)	19(13.9)	22(16.1)	41(29.9)
血肿扩大组	59	34.14±16.64	38.5(26.8, 48.2)	14(23.7)	11(18.6)	11(18.6)	13(22.0)	35(59.3)
t/Z/ χ^2 值		0.074	-2.395	1.629	0.083	0.725	1.004	15.010
P值		0.941	0.017	0.202	0.773	0.394	0.316	0.000

表3 血肿扩大影响因素的二元Logistic回归分析结果

主要相关因素	P值	OR值	95% CI
性别	0.261	0.659	(0.319 ~ 1.364)
入院舒张压	0.245	1.011	(0.993 ~ 1.029)
HHcy	0.682	1.086	(0.752 ~ 1.611)
第1次复查血肿量	0.306	1.010	(0.991 ~ 1.029)
CT影像联合征象	0.006	2.582	(1.308 ~ 5.094)

2.4 ROC 曲线分析

分析ROC曲线,计算各影像特征预测血肿扩大的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值、约登指数。结果显示,混合征的曲线下面积(area under the curve, AUC)为0.524(95%CI 0.435 ~ 0.613, $P=0.596$),预测血肿扩大的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和约登指数分别为18.6%、86.1%、36.7%、71.1%、4.7%;点征的AUC为0.530(95%CI 0.440 ~ 0.619, $P=0.507$),预测血肿扩大的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和约登指数分别为22.0%、83.9%、37.1%、71.4%、5.9%;联合征象的AUC为0.647(95%CI 0.561 ~ 0.733, $P=0.001$),预测脑出血微创手术患血肿扩大的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和约登指数分别为59.3%、70.1%、46.1%、80.0%、29.4%。使用delong检验比较混合征、点征、联合征象三者AUC,结果显示联合征象预测血肿扩大的价值优于单一混合征、单一点征($P<0.05$),见图2、表4。

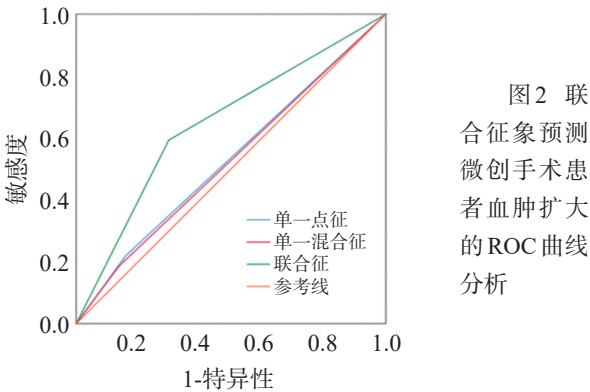


图2 联合征象预测微创手术患者血肿扩大的ROC曲线分析

3 讨论

本研究结果表明,单一混合征或单一点征不能预测行立体定向颅内血肿穿刺引流的脑出血患者的血肿

扩大,而点征联合混合征的联合征象是该类患者血肿扩大的独立危险因素。既往研究主要集中在单一征象如点征、混合征、岛征等对手术患者血肿扩大的预测价值,且相关结果存在争议^[14,15]。既往有学者通过多因素回归分析发现混合征、点征不是立体定向颅内血肿穿刺引流血肿扩大的因素,仅有初始血肿体积是微创手术患者血肿扩大的独立预测因素,且未对联合征象的预测价值进一步研究^[16]。通过分析,本研究与其结果一致。因此,本研究进一步通过定义联合征象,并首次用其探索对行立体定向颅内血肿穿刺引流术患者血肿扩大的预测价值。

既往在非手术患者中,点征预测血肿扩大的价值在回顾性分析研究、前瞻性研究中都得到较好的验证^[7,18]。同时,Li等^[6]的一项研究显示,CT混合征可作为预测脑出血后血肿扩大的独立预测因子,其灵敏度、特异度、阳性预测值和阴性预测值分别为39.3%、95.5%、82.7%和74.1%。Yu等^[19]的一项荟萃分析纳入了5项研究共2248例脑出血患者,结果显示平扫CT混合征能独立预测血肿扩大,其灵敏度仅为28%,特异度为92%。进一步比较同一队列患者CTA点征和CT混合征预测血肿扩大的准确性,研究表明,点征和混合征都是血肿扩大的良好预测因子,且点征似乎具有更好的预测准确性^[20]。既往一项研究证实了点征和混合征的显著相关性,在无法获取CTA情况下,混合征可以代替点征作为预测脑出血患者血肿扩大的因子^[17]。上述研究与本研究不一致,可能与纳入患者标准、各组分类标准不同、纳入患者例数少等相关因素的差异有关。

在手术患者中,本课题组前期研究发现,混合征是脑出血立体定向微创术血肿扩大的独立预测因子,其预测血肿扩大的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值分别为72.7%、81.7%、58.5%、89.4%,对于预测可能发生血肿扩大的患者有一定准确性^[9]。点征预测手术患者血肿扩大得到较好验证^[15,21],但混合征在不同手术方式中,其预测手术患者血肿扩大的价值存在差异。在标准大骨瓣开颅手术中,混合征不能预测血肿扩大^[22];在小骨窗开颅联合内窥镜清除血肿的手术患者中,Yagi等^[14]和Miki等^[15]研究结果大相径庭,原因可

表4 不同影像学征象对早期血肿扩大的预测性

影像学	灵敏度/%	特异度/%	阳性预测值/%	阴性预测值/%	约登指数/%	Delong 检验值	Delong P值
混合征	18.6	86.1	36.7	71.1	4.7	0.126	0.899
点征	22.0	83.9	37.1	71.4	5.9	1.928	0.053
联合征象	59.3	70.1	46.1	80.0	29.4	2.118	0.034

能与研究对象的临床特征以及混合征的阳性检出率等不同相关。为了降低手术患者血肿扩大的风险,本研究表明,在无法行CTA检查的情况下,CT混合征并不能代替点征预测行立体定向颅内血肿穿刺引流术患者的血肿扩大。因此,行单一的CT检查或CTA检查可能对患者无益,故建议同时行该2项检查以评估血肿扩大,可能是项有用的措施。

综上所述,点征联合混合征对立体定向颅内血肿穿刺引流术的脑出血患者的血肿扩大具有一定的预测价值,相较于单一影像征象,混合征联合点征增加了预测血肿扩大的敏感度。但是,联合征象是否可以预测微创手术患者的预后需要进一步研究。本研究存在一定局限,在头颅CT影像特征方面,只纳入观察混合征,非混合征组中,存在例如岛征、黑洞征等病例亦可能出现血肿扩大,可能出现混杂偏倚。本研究为小样本、单中心回顾性队列研究,尚需多中心前瞻性大样本的研究予以验证。

参考文献

[1] Van Asch CJ, Luitse MJ, Rinkel GJ, et al. Incidence, case fatality, and functional outcome of intracerebral haemorrhage over time, according to age, sex, and ethnic origin: a systematic review and meta-analysis[J]. Lancet Neurol, 2010, 9: 167-176.

[2] Wu S, Wu B, Liu M, et al. Stroke in China: advances and challenges in epidemiology, prevention, and management[J]. Lancet Neurol, 2019, 18: 394-405.

[3] Du Q, Yang DB, Shen YF, et al. Plasma leptin level predicts hematoma growth and early neurological deterioration after acute intracerebral hemorrhage[J]. Peptides, 2013, 45: 35-39.

[4] Feigin VL, Lawes CM, Bennett DA, et al. Worldwide stroke incidence and early case fatality reported in 56 population-based studies: a systematic review[J]. Lancet Neurol, 2009, 8: 355-369.

[5] Dowlatshahi D, Demchuk AM, Flaherty ML, et al. Defining hematoma expansion in intracerebral hemorrhage: relationship with patient outcomes[J]. Neurology, 2011, 76: 1238-1244.

[6] Li Q, Zhang G, Huang YJ, et al. Blend sign on computed tomography: Novel and reliable predictor for early hematoma growth in patients with intracerebral hemorrhage[J]. Stroke, 2015, 46: 2119-2123.

[7] Wada R, Aviv RI, Fox AJ, et al. CT angiography “spot sign” predicts hematoma expansion in acute intracerebral hemorrhage[J]. Stroke, 2007, 38: 1257-1262.

[8] Nagasaka T, Inao S, Wakabayashi T. What does the CT angiography “spot sign” of intracerebral hemorrhage mean in modern neurosurgical settings with minimally invasive endoscopic techniques[J]? Neurosurg Rev, 2013, 36: 341-348.

[9] Wu G, Shen Z, Wang L, et al. Post-operative re-bleeding in patients with hypertensive ICH is closely associated with the CT blend sign[J]. BMC Neurol, 2017, 17: 1-8.

[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: 994-1005.

[11] Kothari RU, Broderick JP, et al. The ABCs of measuring intracerebral hemorrhage volumes[J]. Stroke, 1996, 27: 1304-1305.

[12] Barber PA, Kleinig TJ. INTERACT2: a reason for optimism with spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. Int J Stroke, 2014, 9: 59-60.

[13] Demchuk AM, Dowlatshahi D, Rodriguez-Luna D, et al. Prediction of haematoma growth and outcome in patients with intracerebral haemorrhage using the CT-angiography spot sign (PREDICT): a prospective observational study[J]. Lancet Neurol, 2012, 11: 307-314.

[14] Yagi K, Tao Y, Hara K, et al. Does noncontrast computed tomography scan predict rebleeding after endoscopic surgery for spontaneous intracerebral hemorrhage[J]? World Neurosurg, 2019, 127: e965-e971.

[15] Miki K, Yagi K, Nonaka M, et al. Spot sign as a predictor of rebleeding after endoscopic surgery for intracerebral hemorrhage[J]. J Neurosurg, 2018, 130: 1485-1490.

[16] Shen J, Shao X, Ge R, et al. Risk factors for postoperative rebleeding and short-term prognosis of spontaneous cerebellar hemorrhage[J]. Risk Manag Healthc Policy, 2021, 14: 2045-2053.

[17] Sporns PB, Schwake M, Schmidt R, et al. Computed tomographic blend sign is associated with computed tomographic angiography spot sign and predicts secondary neurological deterioration after intracerebral hemorrhage[J]. Stroke, 2017, 48: 131-135.

[18] Brouwers HB, Falcone GJ, McNamara KA, et al. CTA spot sign predicts hematoma expansion in patients with delayed presentation after intracerebral hemorrhage[J]. Neurocrit Care, 2012, 17: 421-428.

[19] Yu Z, Zheng J, Guo R, et al. Performance of blend sign in predicting hematoma expansion in intracerebral hemorrhage: a meta-analysis[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2017, 163: 84-89.

[20] Zheng J, Yu Z, Xu Z, et al. The accuracy of the spot sign and the blend sign for predicting hematoma expansion in patients with spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. Med Sci Monit, 2017, 23: 2250.

[21] Miki K, Abe H, Nonaka M, et al. Impact of spot sign etiology in supratentorial intracerebral hemorrhage on outcomes of endoscopic surgery [J]. World Neurosurg, 2020, 133: 281-287.

[22] Zheng WJ, Li LM, Zhu YH, et al. Impact of surgeon experience on postoperative rehemorrhage in spontaneous basal ganglia intracerebral hemorrhage[J]. World Neurosurg, 2019, 131: 402-407.

(本文编辑:唐颖馨)