

磁敏感加权成像与动脉自旋标记成像在脑卒中溶栓后脑出血转化的评估价值

黄正旺, 张水诚, 庞杰荣

广东同江医院放射科, 广东 佛山 528300

【摘要】目的:分析磁敏感加权成像(SWI)与动脉自旋标记成像(ASL)对急性缺血性脑卒中溶栓后脑出血转化评估的临床价值。**方法:**选取2021年12月至2023年11月广东同江医院收治的发病溶栓前及溶栓后24 h内的80例急性缺血性脑卒中患者,均行计算机断层扫描(CT)、常规磁共振成像(MRI)、SWI与ASL序列扫描。分析患者毛刷征和不对称性皮质静脉征情况,比较SWI与ASL诊断溶栓后脑出血转化的价值。将11例急性缺血性脑卒中溶栓后脑出血转化的患者纳入出血性转化组,69例未发生出血性转化的患者纳入非出血性转化组,Logistic回归分析溶栓后出血性转化的影响因素。**结果:**80例急性缺血性脑卒中患者溶栓前通过SWI扫描显示,毛刷征阳性率、不对称性皮质静脉征阳性率为71.25%(57/80)、68.75%(55/80)。溶栓后毛刷征阳性率、不对称性皮质静脉征阳性率为16.25%(13/80)、15.00%(12/80),溶栓前后SWI检查出的毛刷征和不对称性皮质静脉征比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。SWI诊断急性缺血性脑卒中溶栓后脑出血转化的敏感度为90.91%(10/11),特异度为95.65%(66/69),准确率为95.00%(76/80);ASL诊断敏感度为72.73%(8/11),特异度为88.41%(61/69),准确率为86.25%(69/80);SWI诊断的敏感度、特异度略高于ASL。脑出血转化单因素分析中,两组患者年龄、心房颤动、NIHSS评分、CMBs分级比较,差异有统计学意义($P<0.05$);多因素分析显示,心房颤动、NISHH评分、CMBs分级是溶栓后出血转化的独立影响因素。**结论:**SWI检测毛刷征和不对称性皮质静脉征的敏感性较高,对于评估急性溶栓后脑出血转化有重要价值,可作为急性缺血性脑卒中的常规检查序列。

【关键词】磁敏感加权成像;动脉自旋标记成像;缺血性脑卒中;溶栓;脑出血转化

【中图分类号】R445.2;R743.33

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2024)12-1532-05

Predictive value of susceptibility weighted imaging and arterial spin labeling imaging for cerebral hemorrhage transformation after thrombolysis in stroke

HUANG Zhengwang, ZHANG Shuicheng, PANG Jierong

Department of Radiology, Guangdong Tongjiang Hospital, Foshan 528300, China

Abstract: Objective To analyze the clinical value of susceptibility weighted imaging (SWI) and arterial spin labeling imaging (ASL) in the prediction of hemorrhage transformation after thrombolysis in acute ischemic stroke. **Methods** A total of 80 patients with acute ischemic stroke admitted to Guangdong Tongjiang Hospital from December 2021 to November 2023, before and within 24 h after thrombolytic therapy, were enrolled, and all of them underwent computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), SWI and ASL sequential scanning. The brush sign and asymmetrical cortical venous sign of patients were analyzed, and the diagnostic value of SWI and ASL for cerebral hemorrhage transformation after thrombolysis was compared. Eleven patients with cerebral hemorrhage transformation after thrombolysis were included in hemorrhagic transformation group, while the other 69 patients without hemorrhagic transformation were included in non-hemorrhagic transformation group. Logistic regression analysis was conducted to explore the influencing factors of hemorrhagic transformation after thrombolysis. **Results** The positive rates of brush sign and asymmetric cortical vein sign were 71.25% (57/80) and 68.75% (55/80) by SWI scanning before thrombolysis in 80 patients with acute ischemic stroke, while those were 16.25% (13/80) and 15.00% (12/80) after thrombolysis. The differences between brush sign and asymmetric cortical venous sign detected by SWI before and after thrombolysis were statistically significant ($P<0.05$). SWI versus ASL had sensitivity of 90.91% (10/11) versus 72.73% (8/11), specificity of 95.65% (66/69) versus 88.41% (61/69), and accuracy of 95.00% (76/80) versus 86.25% (69/80) in the diagnosis of cerebral hemorrhage

【收稿日期】2024-09-28

【基金项目】佛山市科技计划项目(2220001004620)

【作者简介】黄正旺,副主任医师,研究方向:神经系统疾病及肝胆疾病放射影像, E-mail: wangwang83@126.com

transformation after thrombolysis, revealing that SWI had higher sensitivity and specificity than ASL. The univariate analysis of cerebral hemorrhage transformation showed that the age, atrial fibrillation, NIHSS score and CMBs grade in two groups differed significantly ($P<0.05$); and the multivariate analysis identified atrial fibrillation, NISHH score and CMBs grade as independent risk factors of cerebral hemorrhagic transformation after thrombolysis. **Conclusion** SWI has high sensitivity in detecting brush sign and asymmetric cortical venous sign, which is of great value for predicting cerebral hemorrhage transformation after acute thrombolysis, and can be used as a routine examination sequence for acute ischemic stroke.

Keywords: susceptibility weighted imaging; arterial spin labeling imaging; ischemic stroke; thrombolysis; cerebral hemorrhage transformation

前言

急性缺血性脑卒中是导致残疾的主要原因,也是全球仅次于心血管疾病和癌症的主要死因。目前,急性缺血性脑卒中的最佳治疗方法是再灌注疗法,如使用静脉注射组织纤溶酶原激活剂等溶栓药物或开展血管内治疗。出血性转化是急性缺血性脑卒中患者最严重的并发症,是由于血管损伤和血液灌注恢复而发生的颅内出血。在世界范围内,出血性转化的发病率为0.6%~85.0%,溶栓治疗后的发病率高达10%~48%^[1-2]。因此,如何有效预测脑卒中溶栓治疗后出血性转化对指导缺血性脑卒中血管内治疗、改善患者预后具有重要意义。磁敏感加权成像(Susceptibility Weighted Imaging, SWI)是主要反映脑血氧水平变化的新型检查手段,急性脑卒中后,脑部组织血流灌注减少导致侧支循环活跃,周边脑组织需氧量上升,使含氧血红蛋白变为顺磁性脱氧血红蛋白,此变化在SWI序列上呈现为低信号,因此对溶栓后脑出血转化的检测敏感度高于常规磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)^[3-4]。动脉自旋标记(Arterial Spin Labeling, ASL)检查仅标记患者自身的水质子成像,无需注射造影剂。在急性缺血性脑卒中的研究中发现,局部测量ASL序列参数可有效预测血管内治疗后出血性转化的存在,但与SWI检查结果进行比较的研究鲜有报道^[5]。基于此,本研究主要分析比较SWI与ASL对急性缺血性脑卒中溶栓后脑出血转化评估的临床价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2021年12月至2023年11月广东同江医院收治的发病溶栓前及溶栓后24 h内急性缺血性脑卒中患者80例为研究对象。纳入标准:(1)符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》^[6]诊断标准,医师评估临床症状,并于广东同江医院行常规MRI可见急性梗死病灶,综合诊断为急性缺血性脑卒中;(2)首次发病,发病溶栓前或溶栓后24 h内;(3)无影像学检查禁忌症,意识清醒,患者配合检查且自愿参与本研究;(4)影像学

图片清晰且病历数据完整。排除标准:(1)短暂性脑缺血发作患者;(2)并发严重感染或感染性休克;(3)合并低血压或高钾血症;(4)明显肝肾功能不全(肾小球滤过率<30 mL/min);(5)内分泌疾病、免疫性疾病、肿瘤性疾病、动静脉畸形;(6)30 d内有严重外伤并接受过手术治疗;(7)存在失明、耳聋或沟通障碍;(8)精神分裂症、情感障碍、器质性精神障碍、智力低下者;(9)脑卒中发病前生活不能完全自理者。本研究经广东同江医院医学伦理会审批通过(批件号:KY-202206)。

1.2 检查方法

所有患者均行计算机断层扫描(Computed Tomography, CT)、常规MRI平扫、SWI与ASL序列扫描。CT选用德国西门子SOMATOM Definition AS扫描仪,MRI检查采用荷兰Phillips achieve 3.0T MRI扫描仪及8通道头部相控阵线圈采集图像。

患者进入磁共振扫描室前,采用金属探测器检查,确保其体内及体外均未携带任何金属物品再进入扫描室。检查时患者需采取仰卧姿势,头部先进入扫描区域,并确保头部位置正确。此外,将泡沫垫放置在患者头部与MRI头颅线圈之间的空隙中,以最大程度地减少头部的活动。CT相关参数:全脑扫描,电流、电压、层厚分别为150 mA、120 kV及0.75 mm。常规MRI检查相关参数:TR、TE、矩阵、层厚、层间距分别为250 ms、2.3 ms、512×512、5.5 mm、1.0 mm,层数为20,扫描时间为1 min 10 s(T₁WI)。TR、TE、矩阵、层厚、层间距分别为3 000 ms、100 ms、512×512、5.5 mm、1.0 mm,层数为20,扫描时间为1 min 15 s(T₂WI)。TR、TE、矩阵、层厚、层间距分别为7 000 ms、120 ms、512×512、5.5 mm、1.0 mm,层数为20,扫描时间为1 min 45 s(Flair)。TR、TE、矩阵、层厚、层间距分别为2 285 ms、75 ms、192×192、5.5 mm、1.0 mm,层数为40,扫描时间为33 s(DWI)。再行SWI,用轴位3D SWI成像,序列相关参数:TR、TE分别为14、20 ms,矩阵为1 024×1 024,层厚、层数分别为1 mm、100,扫描时间为5 min 17 s,将原始图像上传至飞利浦Achieva磁共振工作站处理并用软件包进行图像分析,获取重建后的磁敏感图像。

ASL序列扫描,相关参数如下:TR、TE分别为4 200、12.4 ms,FOV为128 mm×128 mm;层间隔、层厚分别为1.0、5.5 mm,扫描时间为4 min 26 s。将原始图像上传至飞利浦 Achieva 磁共振工作站处理并进行图像分析,获取ASL的伪彩图像。图像处理均由广东同江医院2名放射科主治医师读片,当出现结果存在争议时服从上级医师判断原则重新进行评估。

1.3 评价指标

(1)SWI对毛刷征和不对称性皮质静脉征检出情况:参考文献[7]统计毛刷征和不对称性皮质静脉征,比较SWI对溶栓前后毛刷征和不对称性皮质静脉征的检出率。(2)急性缺血性脑卒中患者溶栓后脑出血转化:出血性转化是指脑组织在缺血、缺氧状态下的继发出血^[8]。根据急性缺血性脑卒中溶栓后脑出血转化情况分为出血性转化组(11例)和非出血性转化组(69例),采用Logistic回归分析影响溶栓后脑出血转化的危险因素。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0软件对本研究数据展开分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差表示,两组间比较采用t检验。计数资料用[例(%)]表示,采用 χ^2 检验。多因素Logistic回归分析影响溶栓后脑出血转化的影响因素。 $P<0.05$ 为差异有统计意义。

2 结果

2.1 SWI对毛刷征和不对称性皮质静脉征检出情况

80例急性缺血性脑卒中患者溶栓前通过SWI扫描出现毛刷征及不对称性皮质静脉征,毛刷征阳性率为71.25%(57/80),不对称性皮质静脉征阳性率为68.75%(55/80)。溶栓后毛刷征阳性率为16.25%(13/80),不对称性皮质静脉征阳性率为15.00%(12/80)。溶栓前后SWI检查出的毛刷征和不对称性皮质静脉征比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。图1为急性缺血性脑卒中患者SWI相位图及溶栓后CT复查图,溶栓前右侧大脑半球侧脑室旁可观察到毛刷征或不对称性皮质静脉征,溶栓后CT可见患侧发生出血性转化。

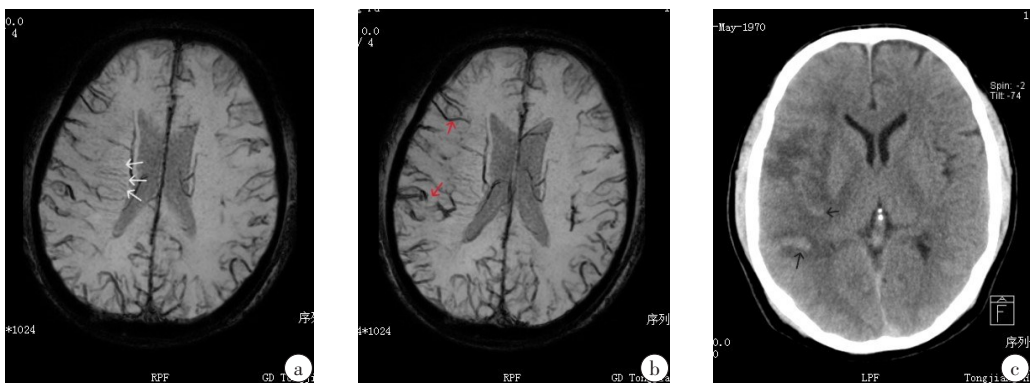


图1 急性缺血性脑卒中患者SWI相位图及溶栓后CT复查图

Figure 1 SWI phase image and CT reexamination after thrombolysis in patients with acute ischemic stroke

a:溶栓前,右侧大脑半球侧脑室旁可观察到毛刷征(白色箭头);b:溶栓前,右侧大脑半球可见不对称性皮质静脉征(红色箭头);c:溶栓后,CT可见患侧发生出血性转化(黑色箭头)

2.2 SWI与ASL诊断溶栓后脑出血转化的价值

SWI诊断急性缺血性脑卒中中溶栓后脑出血转化的敏感度为90.91%(10/11),特异度为95.65%(66/69),准确率为95.00%(76/80);ASL诊断敏感度为72.73%(8/11),特异度为88.41%(61/69),准确率为86.25%(69/80);SWI诊断的敏感度、特异度略高于ASL。

2.3 急性缺血性脑卒中患者溶栓后脑出血转化的单因素分析

将11例急性缺血性脑卒中中溶栓后脑出血转化的患者纳入出血性转化组,69例未发生出血性转化患者纳

入非出血性转化组。两组患者年龄、心房颤动、NIHSS评分、微出血(Cerebral Microbleeds, CMBs)分级比较差异有统计学意义(均 $P<0.05$)。见表1。

2.4 急性缺血性脑卒中患者溶栓后脑出血转化的多因素分析

通过多因素Logistic回归模型进一步分析患者的相关因素与是否发生出血性转化的关系。以溶栓后出血性转化为因变量对各相关因素赋值。多因素Logistic回归分析结果显示,心房颤动、NISHH评分、CMBs分级是出血性转化的独立影响因素($P<0.05$)。见表2。

表 1 急性缺血性脑卒中患者溶栓后脑出血转化的单因素分析

Table 1 Univariate analysis of cerebral hemorrhage transformation after thrombolysis in patients with acute ischemic stroke

变量	出血性转化组(n=11)	非出血性转化组(n=69)	χ^2/t 值	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	74.12±10.58	67.19±9.43	2.227	0.029
性别[例(%)]			0.042	0.838
男	7(63.64)	38(55.07)		
女	4(36.36)	31(44.93)		
NIHSS 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	5.78±1.37	3.34±1.06	6.804	<0.001
体质量指数(kg·m ⁻² , $\bar{x} \pm s$)	22.85±2.12	22.37±2.05	0.718	0.475
吸烟[例(%)]	3(27.27)	25(36.23)	0.057	0.812
高血压[例(%)]	8(72.73)	30(43.48)	3.255	0.071
CMBs 数目分级[例(%)]			8.280	0.016
0级	1(9.09)	35(50.72)		
1级	4(36.36)	20(28.99)		
2级	6(54.55)	14(20.29)		
心房颤动[例(%)]	8(72.73)	24(34.78)	4.221	0.040

表 2 急性缺血性脑卒中患者溶栓后脑出血转化的多因素分析

Table 2 Multivariate analysis of cerebral hemorrhage transformation after thrombolysis in patients with acute ischemic stroke

影响因素	β	SE	Wald	OR	95%CI	P值
心房颤动	0.132	0.054	5.975	1.141	1.026~1.269	0.014
NISHH 评分	0.787	0.364	4.675	2.197	1.076~4.484	0.031
CMBs 分级	0.589	0.237	6.176	1.802	1.133~2.868	0.013

3 讨论

影像组学特征可以定量反映不同图像空间的体系差异,代表病变的微观病理变化和异质性^[9-10]。既往研究表明,出血性转化的发生主要与梗死区域血脑屏障损伤、再灌注损伤和凝血功能障碍有关^[11-13]。对于急性缺血性脑卒中患者,脑梗死区域的血脑屏障状态随脑卒中发作时间、血栓的位置和程度、梗死面积以及机体自身的生理和病理变化而动态变化^[14]。因此,成像上会出现不同的变化。与人类视觉分析相比,放射组学特征可以更全面地反映病变内部的微观差异,从而更好地评估血脑屏障损伤的状态。然而无论是CT检查,还是MRI常规序列检查,对卒中后出血性转化的检测难度较高^[15]。SWI在脑血管疾病如损伤、血管畸形中的诊断作用日益重要,成为临床辅助诊断的影像学检查方式。SWI通过三维高分辨率序列,对脱氧血红蛋白等顺磁性物质敏感性高,可实现全方位流动补偿,清晰显示微小物质和血管,可作为预测缺血脑组织的影像新标志^[16-17]。ASL主要检查大脑的血流灌注情况,其无需注射剂且完全无创。本研究中80例急性缺血性脑卒中患者溶栓前通过SWI扫描出现毛刷征及不对称性皮质静脉征,溶栓前后SWI检查出的毛刷征和不对称性皮质静脉征比较差异有统计学意义($P<0.05$),且SWI诊

断急性缺血性脑卒中溶栓后脑出血转化的敏感度、特异度略高于ASL。急性缺血性卒中患者通常由于动脉闭塞,脑部出现大面积缺血缺氧现象,缺血脑组织中脱氧血红蛋白、含铁血黄素等物质造成局部磁场的不均匀,与周围脑组织产生相位差异,因此在SWI上可观察到脑半球皮质静脉的数目增加、尺寸扩大(不对称性皮质静脉征)及侧脑室旁线条状低信号(毛刷征)^[18-19]。溶栓治疗后,侧支血管开放,出血性转化的风险增加。崔萍等^[20]研究指出,SWI能够敏感显示毛刷征和不对称性皮质静脉征的存在,预测溶栓治疗发生出血性转化的风险,从而指导临床抗血小板及抗凝药物的使用,降低再出血风险,改善患者预后。因此,SWI对脑卒中溶栓后出血性转化可能具有一定的预测价值。

除采用影像组学特征预测脑卒中溶栓后脑出血转化外,本研究还针对其影响因素展开分析,多因素分析结果表明,心房颤动、NISHH评分、CMBs分级是脑出血转化的独立影响因素。心房颤动与出血性转化发病率的相关性最大,这可能与我国心房颤动和心源性脑栓塞发病率的增加有关^[21]。一般来说,急性缺血性脑卒中中心房颤动患者最常见的病因是心源性血栓,这些患者血管闭塞程度高,脑梗死面积大,侧支循环重建能力差,血脑屏障严重损伤,这使得在恢复血液灌注时更容

易引起出血,这一发现与既往研究一致^[22]。NIHSS评分已被广泛用于衡量卒中患者的病情,分数越高意味着卒中程度及神经功能损坏越严重,通常该评分较高者软脑膜侧支循环状态不佳,有较高的出血转化风险,这与较大的脑梗死面积相关联^[23-24]。CMBs分级能够显示脑内小血管的损坏数量与程度,反映出血倾向,从而为溶栓治疗后出血性转化的发生提供警示,这与马永青等^[25]研究相符。

综上所述,SWI检测毛刷征和不对称性皮质静脉征的敏感性较高,对于评估急性溶栓后脑出血转化有重要价值,可作为急性缺血性脑卒中的常规检查序列。此外,心房颤动、NISHH评分、CMBs分级是脑出血转化的独立影响因素,建议结合上述危险因素针对性干预以降低出血性转化的发生率,改善患者预后。

【参考文献】

- [1] Lei YS, Li H, Lei JY, et al. Effect of intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke patients with cerebral microbleeds and analysis of risk factors for hemorrhagic transformation[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2022, 26(3): 779-786.
- [2] Liu JF, Wang YN, Jin YX, et al. Prediction of hemorrhagic transformation after ischemic stroke: development and validation study of a novel multi-biomarker model[J]. Front Aging Neurosci, 2021, 13: 667934.
- [3] 刘志荣. 老年缺血性脑卒中患者脑微出血的磁敏感加权成像特征及影响因素[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(8): 1600-1602.
- [4] Liu ZR. Magnetic sensitivity weighted imaging characteristics and influencing factors of cerebral microhemorrhage in elderly patients with ischemic stroke[J]. Chinese Journal of Gerontology, 2020, 40(8): 1600-1602.
- [5] 段祺, 段曹辉, 周世攀, 等. 基于深度学习的快速磁敏感加权成像评估急性缺血性卒中[J]. 中华放射学杂志, 2023, 57(1): 34-40.
- [6] Duan Q, Duan CH, Zhou SQ, et al. Application of fast susceptibility weighted imaging based on deep learning in assessment of acute ischemic stroke[J]. Chinese Journal of Radiology, 2023, 57(1): 34-40.
- [7] 宁龙, 黑欢欢. 表现弥散系数与动脉自旋标记成像在急性缺血性脑卒中血管再通治疗后出血转化预测中的价值[J]. 山西医药杂志, 2022, 51(4): 400-402.
- [8] Ning L, Hei HH. The value of apparent diffusion coefficient and arterial spin labeling imaging in the prediction of bleeding transformation after revascularization in acute ischemic stroke[J]. Shanxi Medical Journal, 2022, 51(4): 400-402.
- [9] 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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018[J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
- [10] Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Chinese guidelines for diagnosis and treatment of acute ischemic stroke 2018[J]. Chinese Journal of Neurology, 2018, 51(9): 666-682.
- [11] 汪春霞, 吴诗楠, 龚晓娇, 等. 急性脑梗死患者磁敏感加权成像显示的不对称性皮质静脉征的临床观察[J]. 中华神经科杂志, 2017, 50(6): 452-456.
- [12] Wang CX, Wu SN, Gong XJ, et al. Clinical observation of asymmetrical cortical venous sign shown by magnetic sensitivity weighted imaging in patients with acute cerebral infarction[J]. Chinese Journal of Neurology, 2017, 50(6): 452-456.
- [13] 郭远林, 陈纪林. 2019年欧洲血脂异常管理指南对我国临床实践的启示[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(2): 105-108.
- [14] Guo YL, Chen JL. Implications of the 2019 European guidelines on dyslipidemia management for clinical practice in China[J]. Chinese Circulation Journal, 2020, 35(2): 105-108.
- [15] Guiot J, Vaidyanathan A, Deprez L, et al. A review in radiomics: making personalized medicine a reality via routine imaging[J]. Med Res Rev, 2022, 42(1): 426-440.
- [16] 赖树盛, 王吟, 褚建伟, 等. 磁共振影像组学诊断脑卒中后创伤后应激障碍[J]. 中国医科大学学报, 2022, 51(7): 604-610.
- [17] Lai SS, Wang H, Chu JY, et al. Application of magnetic resonance imaging radiomics in the diagnosis of post-stroke post-traumatic stress disorder[J]. Journal of China Medical University, 2022, 51(7): 604-610.
- [18] Spronk E, Sykes G, Falcione S, et al. Hemorrhagic transformation in ischemic stroke and the role of inflammation[J]. Front Neurol, 2021, 12: 661955.
- [19] 石晨旭, 张芾, 韩鲜艳. 血清Occludin水平与急性缺血性脑卒中严重程度、出血性转化和预后的关系[J]. 国际检验医学杂志, 2022, 43(17): 2060-2064.
- [20] Shi CX, Zhang F, Han XY. Relationships between serum Occludin level and severity, hemorrhagic transformation and prognosis of acute ischemic stroke[J]. International Journal of Laboratory Medicine, 2022, 43(17): 2060-2064.
- [21] Li WL, Qi ZF, Kang HN, et al. Serum Occludin as a biomarker to predict the severity of acute ischemic stroke, hemorrhagic transformation, and patient prognosis[J]. Aging Dis, 2020, 11(6): 1395-1406.
- [22] Wu D, Zhou YR, Cho J, et al. The spatiotemporal evolution of MRI-derived oxygen extraction fraction and perfusion in ischemic stroke[J]. Front Neurosci, 2021, 15: 716031.
- [23] 周建国, 符大勇, 王蕴丹. 无创性影像技术在缺血性脑卒中血脑屏障通透性评估方面的应用进展[J]. 国际医药卫生导报, 2023, 29(13): 1786-1789.
- [24] Zhou JG, Fu DY, Wang YD. Application progress of non-invasive imaging technology in assessment of blood brain barrier permeability in ischemic stroke[J]. International Medicine and Health Guidance News, 2023, 29(13): 1786-1789.
- [25] 胡美云, 王月波. 头颅MRI、DWI和SWI在急性脑梗死出血性转化诊断中的应用[J]. 郑州大学学报(医学版), 2023, 58(4): 581-584.
- [26] Hu MY, Wang YB. Application of brain MRI, DWI and SWI in diagnosis of hemorrhagic transformation with acute cerebral infarction[J]. Journal of Zhengzhou University (Medical Sciences), 2023, 58(4): 581-584.
- [27] 李贤概, 方祖军, 徐金同. 磁敏感加权血管成像对急性脑梗死患者溶栓后脑出血转化的评估研究[J]. 江西医药, 2022, 57(12): 2219-2221.
- [28] Li XG, Fang ZJ, Xu JT. Evaluation of cerebral hemorrhage transformation in patients with acute cerebral infarction after thrombolysis by magnetic sensitivity weighted angiography[J]. Jiangxi Medical Journal, 2022, 57(12): 2219-2221.
- [29] Li W, Xiao WM, Luo GP, et al. Asymmetrical cortical vein sign predicts early neurological deterioration in acute ischemic stroke patients with severe intracranial arterial stenosis or occlusion[J]. BMC Neurol, 2020, 20(1): 331.
- [30] Zhan YH, Chen YK, Li RX, et al. Cortical venous changes on susceptibility-weighted imaging predict the cerebral collateral circulation as confirmed by digital subtraction angiography[J]. Front Neurol, 2021, 12: 691430.
- [31] 崔萍, 张继, 王松, 等. SWI毛刷征诊断AIS患者静脉溶栓后出血转化的价值观察[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(8): 26-28.
- [32] Cui P, Zhang J, Wang S, et al. Diagnostic value of SWI hairbrush sign for hemorrhagic transformation in AIS patients after intravenous thrombolysis[J]. Chinese Journal of CT and MRI, 2020, 18(8): 26-28.
- [33] 朱国, 吴达, 周志平, 等. 抽取取栓术与支架取栓术治疗前循环源性脑栓塞患者的安全性和有效性分析[J]. 中国脑血管病杂志, 2022, 19(12): 817-823.
- [34] Zhu G, Wu D, Zhou ZP, et al. Safety and efficacy of a direct aspiration first-pass thrombectomy technology versus stent-retriever thrombectomy for patients with anterior circulation cardiogenic cerebral embolism[J]. Chinese Journal of Cerebrovascular Diseases, 2022, 19(12): 817-823.
- [35] 李海燕, 殷宇慧, 吕颖, 等. 老年急性脑梗死患者阿替普酶静脉溶栓后出血转化预测模型的建立及验证[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(8): 810-813.
- [36] Li HY, Yin YH, Lv Y, et al. Establishment and validation of prediction model for HT after intravenous alteplase thrombolysis in elderly patients with ACI[J]. Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases, 2023, 25(8): 810-813.
- [37] 罗志勇, 刘福泉. 急性脑梗死后出血性转化患者CT增强扫描参数变化意义[J]. 影像科学与光化学, 2021, 39(6): 803-807.
- [38] Luo ZY, Liu FQ. Changes and significance of enhanced CT scanning parameters in patients with hemorrhagic transformation after acute cerebral infarction[J]. Imaging Science and Photochemistry, 2021, 39(6): 803-807.
- [39] 程晓玲, 刘丽, 李婧婧, 等. 老年非瓣膜性心房颤动致心源性脑栓塞后脑出血转化的预测因素分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2020, 22(12): 1301-1304.
- [40] Cheng XL, Liu L, Li JJ, et al. Predictive factors of CHT in elderly patients with cardiogenic cerebral embolism due to non-valvular AF[J]. Chinese Journal of Geriatric Heart Brain and Vessel Diseases, 2020, 22(12): 1301-1304.
- [41] 马永青, 尹喜, 王成伟. 磁敏感加权血管成像对脑微出血的诊断及对急性脑梗死预后的评估[J]. 中国医学影像学杂志, 2019, 27(8): 584-588.
- [42] Ma YQ, Yin X, Wang CW. Magnetic susceptibility-weighted angiography in the diagnosis of cerebral microbleeds and prognosis assessment of acute cerebral infarction[J]. Chinese Journal of Medical Imaging, 2019, 27(8): 584-588.

(编辑:陈丽霞)