

论 著

SWI毛刷征诊断AIS患者静脉溶栓后出血转化的价值观察

安徽合肥市第二人民医院磁共振室
(安徽 合肥 230061)

崔 萍 张 继 王 松
钟 星 连 虎 吴 慧
夏金翔 李传敏

【摘要】目的 分析磁敏感加权成像(SWI)上毛刷征诊断急性缺血性脑卒中(AIS)患者静脉溶栓后出血转化的价值。**方法** 选取2015年4月至2019年4月我院神经内科行静脉溶栓治疗的AIS患者60例为研究对象,均行SWI检查,分析SWI上毛刷征阳性率及影响因素,并在SWI上将两侧静脉显影程度评分相减(患侧-健侧)得不称指数(AI),以二元Logistic多元回归分析法分析AIS患者静脉溶栓后出血转化与毛刷征的关系。**结果** 共40例患者SWI上出现毛刷征,毛刷征阳性率为66.67%(40/60);基于毛刷征AI分级的有序Logistic回归分析结果显示,基线美国国立卫生研究院量表(NIHSS)评分、收缩压、心房颤动、低灌注体积为毛刷征AI分级程度的独立影响因素($P < 0.05$);二元Logistic回归分析显示,AI分级为影响AIS静脉溶栓后出血转化的独立危险因素($OR=1.594, 95\%CI 1.290 \sim 1.969, P < 0.001$)。**结论** SWI上毛刷征对AIS患者静脉溶栓后出血转化有重要预测价值,毛刷征越明显的患者在静脉溶栓后发生出血转化的风险更高。

【关键词】 SWI; 毛刷征; AIS; 静脉溶栓; 出血转化

【中图分类号】 R743

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2020.08.009

通讯作者: 崔 萍

Diagnostic Value of SWI Hairbrush Sign for Hemorrhagic Transformation in AIS Patients after Intravenous Thrombolysis

CUI Ping, ZHANG Ji, WANG Song, et al., Department of MRI Room, Hefei Second People's Hospital, Hefei 230061, Anhui Province, China

[Abstract] **Objective** To analyze the diagnostic value of hairbrush signs on susceptibility-weighted imaging (SWI) for hemorrhagic transformation (HT) in patients with acute ischemic stroke (AIS) after intravenous thrombolysis (IVT). **Methods** A total of 60 AIS patients who underwent IVT in neurology department of the hospital from April 2015 to April 2019 were enrolled in the study. All patients underwent SWI. The positive rates of hairbrush signs on SWI and the influencing factors were analyzed. The asymmetry index (AI) was obtained by subtracting scores of venous development degree at two sides (affected side - healthy side). The relationship between HT and hairbrush signs in AIS patients after IVT was analyzed by binary Logistic multivariate regression analysis. **Results** There were 40 cases with hairbrush signs on SWI, with hairbrush signs positive rate of 66.67% (40/60). The results of ordered Logistic regression analysis based on AI grading of hairbrush signs showed baseline scores of National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), systolic blood pressure, atrial fibrillation, and low perfusion volume were independent influencing factors of AI grading degree of hairbrush signs ($P < 0.05$). Binary Logistic regression analysis showed that AI grading was independent risk factor influencing HT in AIS patients after IVT ($OR=1.594, 95\%CI 1.290 \text{ to } 1.969, P < 0.001$). **Conclusion** The hairbrush signs on SWI are important predictive value for HT in AIS patients after IVT. The more obvious the hairbrush signs, the higher the HT risk after IVT.

[Key words] SWI; Hairbrush Sign; AIS; Intravenous Thrombolysis; Hemorrhagic Transformation

脑血管病已成为我国居民第一位死亡原因,而急性缺血性卒中(acute ischemic stroke, AIS)是最常见的脑血管病类型^[1],以重组组织型纤溶酶原激活剂(rt-PA)为主的溶栓是其有效治疗手段,而静脉rt-PA溶栓是唯一被证实可降低AIS患者致残率的方法,能显著改善患者预后,但溶栓后出血转化为较严重并发症,发生率达27.1%~67.8%^[2],因此寻找AIS患者静脉溶栓后出血转化的指标、适时终止溶栓有积极意义。磁敏感加权成像(susceptibility-weighted imaging, SWI)为可用于反映组织磁化属性的序列,尤其对脱氧血红蛋白、含铁血黄素等顺磁性物质有较高敏感性,其中毛刷征(brush sign, BS)为侧脑室旁大量扩张的深部髓质静脉(deep medullary vein, DMV)在SWI上最小密度投影图上呈现出的一系列条状信号缺失组成的毛刷状结构,在一项关于烟雾病的研究^[3]结果显示,毛刷征的出现反映深部脑组织缺血与低灌注,可用于评估病情严重程度,但毛刷征对AIS患者静脉溶栓后出血转化风险的预测价值研究甚少。本文主要分析SWI上毛刷征对AIS患者静脉溶栓后出血转化风险的预测价值进行分析,为临床提供新思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2015年4月至2019年4月我院神经内科行静脉溶栓治疗的AIS患者60例为研究对象,纳入标准:(1)脑功能损伤体征

持续存在 $\geq 1h$ ，且SWI排除颅内出血；(2)均按指南^[4]于我院接受rt-PA静脉溶栓治疗；(3)患者或其家属签署知情同意书。排除标准：(1)既往存在颅内出血史如可疑蛛网膜下腔出血，近3个月存在头部外伤史；(2)近1周内存在不可压迫部位的动脉穿刺或行外科大手术者；(3)合并严重器质性病变或查体见活动性出血。其中男38例，女22例，平均年龄(70.01 \pm 7.15)岁。

1.2 方法

1.2.1 扫描方法：应用美国General Electric Medical System公司提供的Signa Excite 3.0T HD型磁共振扫描仪进行检查，扫描序列含PWI、DWI、SWI与MRA。扫描参数：PWI：TR1500ms，TE30ms，单次激发，矩阵130 \times 130，重复扫描50次，扫描75s。DWI：TR4000ms，TE70ms，X、Y、Z轴三个空间轴上同时施加弥散加权梯度场，b值取1000mm²/s，矩阵160 \times 160，单次激发，扫描32s。扫描开始后5s以4~5mL/s速率注射造影剂，3s后等剂量推注生理盐水。MRA：TR20ms，TE3.2ms，反转角15°，矩

阵320 \times 324，层厚1.4mm，32 \times 3层，扫描226s，SWI：TR58ms，TE4.5ms，视野24 \times 24cm，矩阵256 \times 256，反转角20°，层厚2.0mm。

1.2.2 图像后处理及主要参数的评估：(1)以Mistar软件测量DWI与PWI病灶体积：将DWI原始图像传入工作站后获得ADC图，在不同层面中将ADC $< 600 \times 10^{-6} \text{mm}^2/\text{s}$ 的区域设定为感兴趣区(ROI)，计算各层面病变体积之和，同时在Mistar生成的PWI参数图-脑血流达峰时间(Tmax)图上，将阈值过滤法显示Tmax $> 6s$ 的区域定义为低灌注体积^[5]。(2)毛刷征的评估：依据SWI相位图分别评估侧脑室层面的两侧DWV，以3级评分法描述，1分为未见毛刷征，2分为轻度可见，3分为明显可见，两侧静脉评分相减(患侧-健侧)得到不对称指数(asymmetry index, AI)分别为0、1、2。(3)溶栓后24h复查SWI，同基线相比新出现的低信号病灶定义为出血转化，参照ECASS II标准分为两种类型，其中出血性脑梗死分为：HI1型(梗死灶边缘少量渗血)、HI2型(梗死灶范围内有片状出血灶，但无占位

效应)，脑实质血肿分为PH1型(血肿大小 \leq 梗死面积的30%)、PH2型(血肿面积 $> 30\%$ 梗死面积，伴明显占位效应)。(4)在SWI上将两侧静脉显影程度评分相减(患侧-健侧)得不对称指数(AI)，分析基于毛刷征的AI分级程度影响因素，同时以二元Logistic多元回归法分析AIS患者静脉溶栓后出血转化与毛刷征的关系。

1.3 统计学方法 采用SPSS19.0软件处理数据，计数资料以%表示，采取 χ^2 检验，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，行t检验，多因素分析采用有序Logistic回归或二元Logistic回归分析， $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 毛刷征阳性率及其影响因素分析 共40例患者SWI上出现毛刷征，毛刷征阳性率为66.67%(40/60)，其中AI=1，27例，AI=2，13例；基于毛刷征AI分级的有序Logistic回归分析结果显示，基线NIHSS评分、收缩压、心房颤动、低灌注体积为毛刷征AI分级程度的独立影响因素

表1 影响毛刷征AI分级的单因素分析

因素	类型	AI=0 (n=20)	AI=1 (n=27)	AI=2 (n=13)	χ^2/F 值	P值
性别	男	11 (55.00)	18 (66.67)	9 (69.23)	0.924	0.631
	女	9 (45.00)	9 (33.33)	4 (30.77)		
年龄(岁)	-	70.15 \pm 7.18	68.95 \pm 7.14	70.03 \pm 7.18	0.193	0.825
基线NIHSS评分(分)		7.15 \pm 0.74	12.63 \pm 1.35	14.18 \pm 1.50	167.554	<0.001
OTT(min)		180.45 \pm 19.43	190.13 \pm 19.62	189.46 \pm 19.57	1.567	0.217
ONT(min)		222.15 \pm 23.48	229.11 \pm 27.15	229.43 \pm 23.41	0.525	0.595
收缩压(mmHg)		163.41 \pm 17.18	154.62 \pm 16.71	146.71 \pm 15.19	4.137	0.021
舒张压(mmHg)		89.43 \pm 9.05	87.12 \pm 8.56	86.13 \pm 8.79	0.656	0.523
空腹血糖(mmol/L)		7.45 \pm 0.74	7.62 \pm 0.78	7.46 \pm 0.78	0.349	0.707
DWI病灶体积(mL)		7.45 \pm 0.78	8.01 \pm 0.87	23.16 \pm 2.45	666.494	<0.001
心房颤动史		6 (30.00)	16 (59.26)	10 (76.92)	7.661	0.022
高血压史		13 (65.00)	17 (62.96)	7 (53.85)	0.451	0.799
低灌注体积(mL)		55.43 \pm 5.78	64.15 \pm 6.59	130.48 \pm 14.27	334.304	<0.001
糖尿病史		4 (20.00)	4 (14.81)	2 (15.38)	0.243	0.886

注：NIHSS：美国国立卫生研究院量表，OTT：起病-溶栓时间，ONT：起病-检查时间。

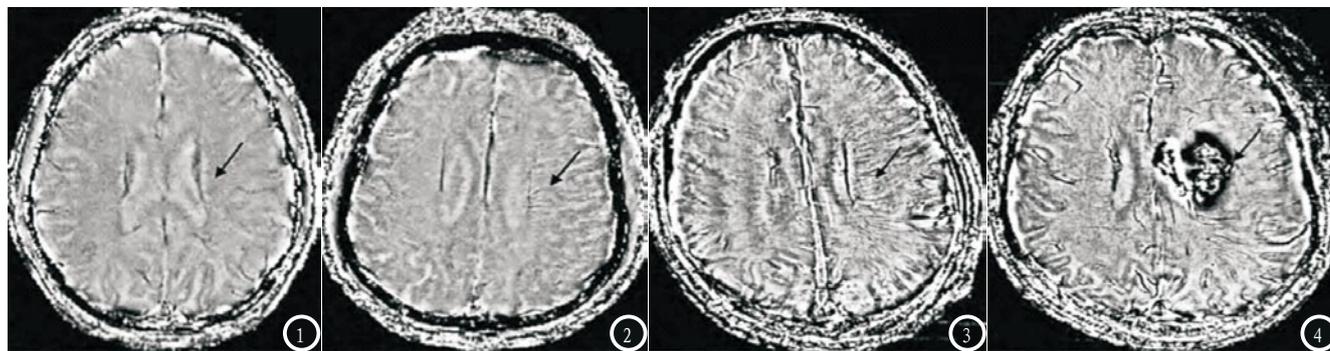


图1-4 为三例左侧大脑半球AIS患者的SWI相位图，患侧大脑半球侧脑室旁可观察到大量扩张的深部髓质静脉(即毛刷征，黑色箭头)。其中，图1为AI=0分(未见毛刷征)，图2为AI=1分(毛刷征轻度可见)；图3-4为AI=2分，溶栓前(图3)观察到磁敏感毛刷征(黑色箭头)明显，溶栓后(图4)发生PH型出血转化(黑色箭头为出血病灶)。

表2 影响毛刷征AI分级的多因素分析

因素	OR值	95%CI	P值
基线NIHSS评分	1.370	1.011 ~ 1.857	0.043
收缩压	1.283	1.026 ~ 1.604	0.029
心房颤动史	1.429	1.147 ~ 1.780	0.002
低灌注体积	1.519	1.203 ~ 1.918	0.000

表3 影响AIS患者静脉溶栓后出血转化的因素分析

因素	OR值	95%CI	P值
基线NIHSS评分	1.307	0.978 ~ 1.747	0.071
收缩压	1.217	0.975 ~ 1.518	0.084
低灌注体积	1.550	0.938 ~ 2.559	0.088
心房颤动史	1.265	0.965 ~ 1.658	0.089
AI分级	1.594	1.290 ~ 1.969	<0.001

($P < 0.05$)。见表1、表2。

2.2 影响AIS患者静脉溶栓后出血转化的因素分析 二元Logistic回归分析显示，AI分级为影响AIS静脉溶栓后出血转化的独立危险因素($P < 0.05$)，见表3。

2.3 典型病例分析 见图1-4。

3 讨论

AIS已成为我国脑血管病致死主要原因，静脉溶栓可快速溶解AIS患者血栓，使血管再通，但其出血性转化风险仍较高，需在治疗前对其出血转化风险进行预判，减少出血转化风险^[6-7]。SWI为新近研发的一种MRI序列，SWI最大优势在于对小静脉与血液代谢产物(如脱氧血红蛋白)等顺磁

性物质极为敏感，可在图像上产生明显信号缺失，SWI对静脉成像依赖血氧饱和和形成的磁敏感差异，不受血流速度影响，继而显示出有一定价值的特定征象^[8]，因此依据SWI成像原理，推测SWI上静脉显像可能间接反映出缺血区脑组织氧代谢率与其缺血缺氧程度，2015年中国卒中学会第一届学术年会暨天坛国际脑血管会议^[9]提出AIS半暗带体积大小与SWI上毛刷征相关，而关于毛刷征对AIS患者出血转化风险的评估价值研究甚少。

本研究共40例AIS患者在SWI上发现毛刷征，毛刷征阳性率为66.67%，较以往徐超^[10]报道的AIS患者基线SWI上毛刷征发生率阳性率达86%的结果略低，可能与本研究样本量小、检查时患者配合度不高等因素有关。AIS患者SWI上

发生毛刷征的可能原因为，AIS发病后大血管闭塞引起氧供减少，代偿血流动力学损害引起缺氧，组织氧摄取率明显增加，动脉持续反应性扩张，可引起血液内脱氧血红蛋白比例升高，静脉回流速度减慢，从而使梗死侧的回流静脉中脱氧血红蛋白浓度上升，而脱氧血红蛋白在SWI上为低信号，因此在SWI上可观察到侧脑室旁线条状低信号，类似于“毛刷样”^[11]。

基于毛刷征AI分级的有序Logistic回归分析结果显示，基线NIHSS评分、收缩压、心房颤动、低灌注体积为毛刷征AI分级程度的独立影响因素。NIHSS评分可反映AIS患者病情严重程度，其分值越高意味着病变范围越大、组织缺血缺氧程度越严重，组织对氧的摄取率代偿性增加，使脱氧血红蛋白水平上升，继而导致局部磁敏感性改变，因而SWI上患侧大脑半球处深部髓质静脉显影程度明显增加，而心房颤动为最常见心源性猝死病因。生理状态下机体脑血流灌注压因自身调节机制保持相对稳定，因而外周血压波动不会明显影响灌注压水平，在发生AIS后这种生理调节受损，外周血压变化与脑灌注间的关系趋于线性，因此收缩压的代偿性升高会导致侧支循环顺利建立，而低收缩压或低灌注压可反映侧

(下转第 68 页)