

◁ 中枢神经影像学 ▷

3D-ASL 与 SWI 技术对 ACI 患者脑血流灌注的评估价值

何志铿, 黄清善, 欧阳红斌, 马小碧, 潘志明
(佛山复星禅诚医院影像医学科, 广东 佛山 528000)

[摘要] 目的:探讨三维动脉自旋标记成像(3D-ASL)与磁敏感加权成像(SWI)技术对急性脑梗死(ACI)患者脑血流灌注的评估价值。方法:选取 2020 年 12 月—2022 年 12 月本院收治的 78 例 ACI 患者,所有患者均行常规磁共振成像、SWI 和 3D-ASL 技术检查,根据 MRI 检查情况将其分为症状组(n=57)和无症状组(n=21),采用半定量 Alberta 卒中项目早期 CT 评分系统(ASPECTS)对 SWI 图像中的低信号血管征(PHVS)进行分级,测量 3D-ASL 技术检测的 rCBF 值,对比症状组和无症状组 ASPECTS 评分和 rCBF 水平。采用神经功能缺损评分(NIHSS)对入组 ACI 患者病情严重进行评估,比较不同严重程度患者 ASPECTS 评分和 rCBF 水平,采用 Pearson 相关性分析 ASPECTS 评分、rCBF 水平与 NIHSS 评分的关系。结果:无症状组患者 ASPECTS 评分低于症状组,rCBF 水平高于症状组($P<0.05$)。根据 ACI 患者的 NIHSS 评分将其分为轻度组(n=19)、中度组(n=32)和重度组(n=27)。轻度组 ASPECTS 评分低于中度组和重度组,rCBF 水平高于中度组和重度组($P<0.05$),且相较于中度组,重度组 ASPECTS 评分更高,rCBF 水平更低($P<0.05$)。Pearson 相关性分析显示,NIHSS 评分与 ASPECTS 评分呈正相关($r=0.386$),与 rCBF 呈负相关($r=-0.414$)(P 均 <0.05)。结论:两种技术均对病情严重有评估价值,但相较于 SWI 技术,3D-ASL 技术评估 ACI 患者脑血流灌注的临床价值更高。

[关键词] 脑梗死;脑血管循环;磁共振成像

[中图分类号] R743.33;R445.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1008-1062(2024)02-0077-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.02.001

Evaluation value of 3D-ASL and SWI for cerebral blood perfusion in ACI patients

HE Zhi-keng, HUANG Qing-shan, OUYANG Hong-bin, MA Xiao-bi, PAN Zhi-ming

(Department of Imaging Medicine, Foshan Fosun Chancheng Hospital, Foshan Guangdong 528000, China)

Abstract: Objective: To explore the evaluation value of three-dimensional arterial spin labeling imaging (3D-ASL) and susceptibility weighted imaging (SWI) for cerebral blood perfusion in patients with acute cerebral infarction (ACI). **Methods:** A total of 78 patients with ACI admitted to the hospital were enrolled between December 2020 and December 2022. All underwent routine MRI, SWI and 3D-ASL. According to MRI results, they were divided into symptomatic group (n=57) and asymptomatic group(n=21). The prominent hypointense vessels signs (PHVS) in SWI images were graded by semi-quantitative Alberta stroke program early CT score (ASPECTS). The rCBF values were detected by 3D-ASL. ASPECTS and rCBF were compared between the symptomatic group and the asymptomatic group. The disease severity in ACI patients was evaluated by National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS). ASPECTS and rCBF in patients with different disease severity were compared. The relationship between ASPECTS, rCBF and NIHSS score was analyzed by Pearson correlation analysis. **Results:** ASPECTS in the asymptomatic group was lower than that in the symptomatic group, and rCBF was greater than that in the symptomatic group($P<0.05$). According to NIHSS scores, ACI patients were divided into mild group(n=19), moderate group(n=32) and severe group(n=27). ASPECTS in mild group was lower than that in moderate and severe groups, while rCBF was greater than that in moderate and severe groups ($P<0.05$). Compared with moderate group, ASPECTS was higher, and rCBF was lower in severe group ($P<0.05$). Pearson correlation analysis showed that NIHSS score was positively correlated with ASPECTS ($r=0.386$), while negatively correlated with rCBF ($r=-0.414$, $P<0.05$). **Conclusion:** Both 3D-ASL and SWI were valuable for disease severity evaluation. However, compared with SWI, 3D-ASL is better for clinical evaluation of cerebral blood perfusion in ACI patients.

Key words: Brain Infarction; Cerebrovascular Circulation; Magnetic Resonance Imaging

急性脑梗死 (Acute cerebral infarction, ACI)是指脑血供突然中断后导致的脑组织坏死,多见于中老年人,具有起病急、致残率和致死率均较高的特

点,已成为威胁我国群众生命安全的重要疾病之一^[1-2]。故早期诊断及予以治疗措施对降低病死率,提高患者生活质量尤为重要。近年愈来愈多的研究指出^[3-4],

[收稿日期] 2023-07-23;**[修回日期]** 2023-09-21

[作者简介] 何志铿(1984-),男,广东佛山人,副主任医师。E-mail:13760968823@163.com

[通信作者] 何志铿,佛山复星禅诚医院影像医学科,528000。E-mail:13760968823@163.com

[基金项目] 佛山市科技创新项目自筹经费类科技计划项目(编号:2020001004610)。

脑血流灌注与 ACI 患者病情严重程度及预后密切相关。因而通过评估梗死区域脑血流灌注有利于指导临床治疗,以改善患者预后。既往研究显示^[5],通过医学影像技术可有效评估脑血流情况,目前常用的影像检查主要为磁共振成像技术,其中磁敏感加权成像(SWI)是一种新型检查技术,可利用不同组织间磁敏感性不同而成像以同时获得幅度图像和相位图像,具有三维、高分辨力和高信噪比的特点,对脑部出血病灶有更高的敏感性^[6]。三维动脉自旋标记成像(3D-ASL)是一种非增强灌注成像方法,其利用血液中氢质子作为内源性标记物得到脑血流量(CBF),从而反映脑血流动力学的变化及脑血流灌注水平^[7]。但目前临床关于两种技术在 ACI 患者脑血流灌注评估中的选择尚无确切定论,据此,本研究将具体分析 3D-ASL 与 SWI 技术对 ACI 患者脑血流灌注的评估价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 12 月—2022 年 12 月本院收治的 78 例 ACI 患者,根据 MRI 检查情况和患者症状体征及载斑动脉侧别将其分为症状组($n=57$)和无症状组($n=21$)。纳入标准:均符合 ACI 诊断标准^[8];均为首次出现神经系统缺失症状;患者发病 7 d 内入院并于入院 2 d 内完善血液学检查,入院 3 d 内完成 SWI、MRI 和 3D ASL 检查;均为单侧病变;患者及其家属均对此次研究了解同意;症状组:出现明确的局灶性神经功能缺损的症状和体征,并存在持续超过 24 h 无缓解,且头部 MRI 发现的责任缺血灶者;无症状组:头部 MRI 发现有新发一处或者多处非责任缺血灶者,无明确的神经系统定位体征。排除标准:存在 MRI 检查禁忌症者;存在 MRI 检查前 1 月内行静脉溶栓或血管内取栓治疗者;既往有缺血性脑血管病变者;存在精神疾病者;存在腔隙性脑梗死者;存在凝血功能异常者和肝肾功能异常者。

无症状组:男 16 例,女 5 例,年龄 51~73 岁,平均(62.47 ± 3.18)岁,体质量指数 $18\sim 23(20.43\pm 1.20)$ kg/m²;症状组:男 34 例,女 23 例,年龄 51~73 岁,平均(63.91 ± 2.97)岁,体质量指数 $18\sim 23(21.11\pm 1.73)$ kg/m²。两组一般资料经对比无明显差异($P>0.05$)。此次研究经医院伦理委员会审核批准。

1.2 方法

检查方法:患者取仰卧位,采用德国西门子 3T MR 进行检查,使用 8 通道相控头部线圈,扫描范围为整个头部。常规 MRI(轴位 T₁WI、T₂WI)检查后行 3D TOF MRA、DWI、SWI 和 3D-ASL 检查。

3D TOF MRA 序列参数:TR 19 ms,TE 2.8 ms,视野(FOV)200 mm×176 mm,矩阵 320×320,层厚 1.0 mm,反转角度 20°。

DWI 采用平面回波读出的自旋回波序列,具体扫描参数:TR 3 000 ms,TE 77.2 ms,FOV 240 mm×240 mm,矩阵 130×160,层厚 5 mm,层数 20,扫描时间 24 s。

SWI 扫描参数:TR 37.4 ms,TE 22.9 ms,b 值分别为 0、1 000 s/mm²,反转角为 20°,FOV 240 mm×240 mm,矩阵为 416×320,分辨率为 512×8,层厚 1.5 mm,层数 80 层。

3D ASL 采用三维螺旋快速自旋回波序列,扫描参数:TR 4 640 ms,TE 10.5 ms,FOV 240 mm×240 mm,矩阵 512×8,层厚 4 mm,层数 36,激励次数 2,标记延迟时间 1.5 s,扫描时间共 7 min。

图像采集和分析:将 SWI 采集到的数据传输到 GE AW4.5 工作站,自动生成 SWI 幅度图像和相位图像,最小密度投影重建后得到 minIP 图像,并在 minIP 图像上观察梗死周围突出的低信号血管征(PHVS)显示情况。采用半定量 Alberta 卒中项目早期 CT 评分系统即 ASPECTS^[9]对 SWI 图像中的 PHVS 进行分级,该评分将大脑中动脉的供血区域共分为 10 个,累及 1 个区域减掉 1 分,总分为 10 分。1 级:大量血管影(ASPECTS 评分 0~3 分);2 级:较多血管影(ASPECTS 评分为 4~6 分);3 级:少量血管影(ASPECTS 评分为 7~10 分)。将 3D ASL 数据传输至 3D ASL 分析系统进行处理,生成伪彩色图像,由两位工作经验为 5 年及以上的影像师分别在叠加 DWI 图像的 ASL 伪彩图上手动绘制感兴趣区(ROI),尽量避开脑脊液和大血管,测量 CBF,并对称性测量对侧镜像区的 rCBF 值,每个异常灌注区域和镜像区域测量 3 个不同部位,各测量 3 次数据,取平均值,其中 rCBF<0.9 为低灌注;0.9~<1.1 正常灌注;≥1.1 高灌注。比较症状组和无症状组患者 ASPECTS 评分和 rCBF 水平。

病情评估:入院时均采用神经功能缺损评分(NIHSS)^[10]对患者病情严重程度予以评估,总分 0~42 分,重度 ≥15 分,中型:>6~14 分,轻度:≤6 分。比较不同严重程度患者 ASPECTS 评分和 rCBF 水平;并采用 Pearson 相关性分析 ASPECTS 评分、rCBF 水平与 NIHSS 评分的关系。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 22.0 进行统计学处理,满足正态分布的计量资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用两样本独立 *t* 检验比较两组组间差异,多组间差异比较行单因素方差分析,计数资料用(例(%))表示,分类资料之间比

较采用 χ^2 检验,采用 Pearson 相关性分析 ASPECTS 评分、rCBF 水平与 NIHSS 评分的关系,检验水准 $\alpha=0.05$,以双侧 $P<0.05$ 说明差异有统计学意义。

2 结果

2.1 ACI 患者溶栓前后 MRI 表现

左颞枕叶 ACI 患者 MR 检查 DWI 显示病变区高信号;ASL 显示相应梗塞区域呈低灌注,范围较图稍大;SWI 显示梗塞区静脉血管减少,并见散在斑点低信号出血灶(图 1)。

ACI 溶栓后 6 h 患者 MR 检查 DWI 显示右侧基底节区斑片高信号;ASL 成像显示脑梗塞区域呈高灌注,其边缘脑实质呈更高灌注区,提示溶栓后缺血后再灌注;SWI 成像脑梗塞区见斑点微出血灶及增粗迂曲小血管影(图 2)。

2.2 症状组和无症状组患者 ASPECTS 评分和 rCBF 水平对比

无症状组患者 ASPECTS 评分为 (5.91 ± 0.46) 分,症状组患者 ASPECTS 评分为 (8.27 ± 0.85) 分,经对比无症状组低于症状组,差异有统计学意义 ($P<0.05$);无症状组患者 rCBF 水平为 (2.07 ± 0.56) mL/100 g,症状组患者 rCBF 水平为 (1.32 ± 0.18) mL/100 g,经对比无症状组高于症状组,差异有统计学意义 ($P<0.05$)。

2.3 不同严重程度 ACI 患者的 ASPECTS 评分和 rCBF 水平比较

78 例 ACI 患者的平均 NIHSS 评分为 (14.28 ± 4.17) 分。根据 ACI 患者的 NIHSS 评分将其分为轻度组 ($n=19$)、中度组 ($n=32$) 和重度组 ($n=27$)。轻度组 ASPECTS 评分低于中度组和重度组,rCBF 水平

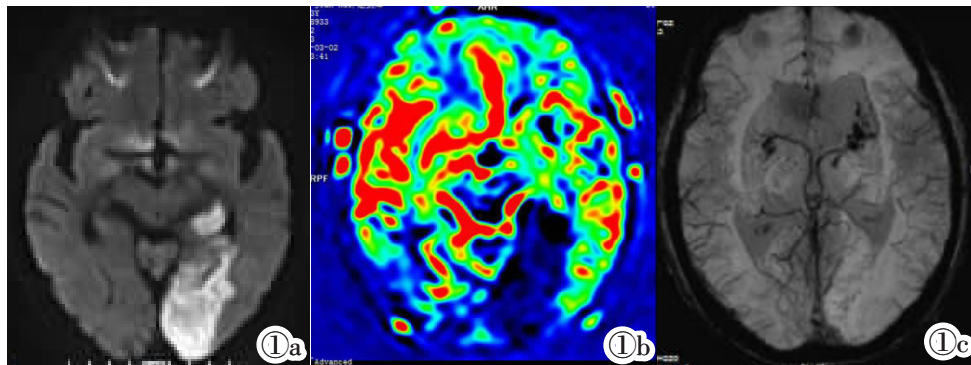


图 1 男,63 岁,左颞枕叶 ACI。图 1a:DWI 显示病变区高信号;图 1b:ASL 显示相应梗塞区域呈低灌注,范围较图 1a 稍大;图 1c:SWI 显示梗塞区静脉血管减少,并见散在斑点低信号出血灶。

Figure 1. A 63-year-old male with left temporo-occipital lobe ACI. Figure 1a: DWI showed a high signal in the lesion area. Figure 1b: ASL showed hypoperfusion in the corresponding infarct area, which was slightly larger than that in Figure 1a. Figure 1c: SWI showed reduced venous vessels in the infarct area with scattered spots of low-signal bleeding.

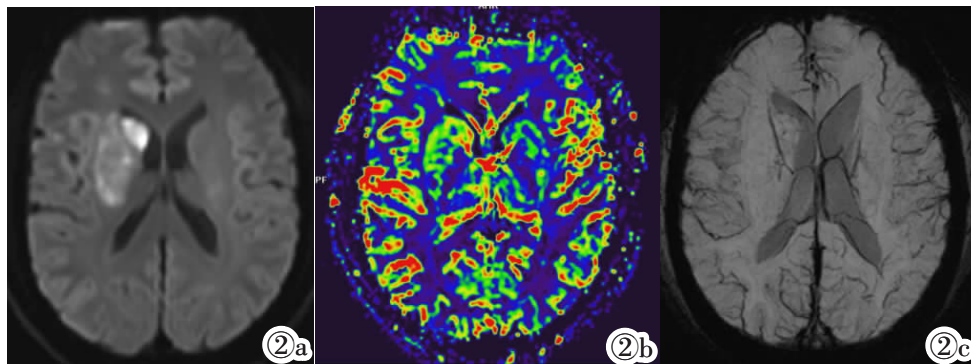


图 2 男,40 岁,ACI 溶栓后 6 h。图 2a:MR 检查 DWI 显示右侧基底节区斑片高信号;图 2b:ASL 成像显示脑梗塞区域呈高灌注,其边缘脑实质呈更高灌注区,提示溶栓后缺血后再灌注;图 2c:SWI 成像脑梗塞区见斑点微出血灶及增粗迂曲小血管影。

Figure 2. A 40-year-old male with ACI, 6 hours after thrombolysis. Figure 2a: MR examination and DWI showed a high signal of patches in the right basal ganglia. Figure 2b: ASL imaging showed high perfusion in the cerebral infarction area and higher perfusion in the marginal cerebral parenchyma, suggesting ischemia and reperfusion after thrombolysis. Figure 2c: SWI imaging of cerebral infarction showed speckled micro-bleeding and thickened tortuous small blood vessels.

高于中度组和重度组($P<0.05$),且相较于中度组,重度组 ASPECTS 评分更高,rCBF 水平更低($P<0.05$)。见表 1。

2.4 ASPECTS 评分和 rCBF 水平与 NIHSS 评分的关系

Pearson 相关性分析显示,ASPECTS 评分与 NIHSS 评分呈正相关($r=0.386,P<0.001$),见图 3;rCBF 与 NIHSS 评分呈负相关($r=-0.414,P<0.001$),见图 4。

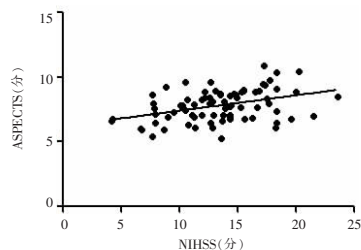


图 3 ASPECTS 评分与 NIHSS 评分的关系。

Figure 3. Relationship of ASPECTS score and NIHSS score.

3 讨论

目前随生活方式的改变和人口老龄化的急剧加重,ACI 发病率不断增加并逐渐趋于年轻化,是导致患者死亡或死亡功能障碍的主要病因之一^[11]。溶栓治疗是迄今最为有效的治疗方式,可促使血管再通,挽救脑组织。但溶栓治疗前需准确评估脑血流灌注情况,以避免相关出血风险事件的发生。3D-ASL 和 SWI 技术均为检测评估脑血流灌注的有效手段,其中 SWI 是一种高分率 3D 梯度回波法,能清晰显示病灶部位和数量等信息,对诊断脑微出血有较高的准确度和敏感性^[12]。3D-ASL 作为新兴的 MRI 技术,在早期发现脑血流灌注异常,评估灌注范围和病变血管上有积极意义^[13]。因此本研究将通过对对比分析 3D-ASL 与 SWI 技术对 ACI 患者脑血流灌注的评估价值,以期临床更为准确和敏感的检查技术提供参考。

利用 SWI 技术可显著检测 PHVS 即不对称的异常低信号静脉,研究显示^[14],其与脑组织低灌注有关。而 ASPECTS 评分与较差的侧支循环有关,其分值大小反映了更广泛的低灌注区域,故本研究将使用 ASPECTS 评分来对 PHVS 分级予以评估。3D-ASL 技术可获得 CBF 参数,以此来直接反映组织灌注的绝对定量值,但因 CBF 水平会受到呼吸模式、生理状态等的影响而产生个体间差异,故为了进一步提高 CBF 的敏感性,应运而生 rCBF,其较于 CBF 更为敏感可靠^[5]。本研究中显示,无症状组患者 ASPECTS 评分低于症状组,rCBF 水平高于症状组,说

表 1 不同严重程度 ACI 患者的 ASPECTS 评分和 rCBF 水平比较($\bar{x}\pm s$)

组别	ASPECTS(分)	rCBF(mL/100 g)
轻度组(n=19)	6.12±0.87	2.14±0.24
中度组(n=32)	7.36±0.93 ¹	1.57±0.32 ¹
重度组(n=27)	9.03±0.44 ^{1,2}	1.03±0.27 ^{1,2}
F	81.295	85.150
P	<0.001	<0.001

注:与轻度组比较,1: $P<0.05$,与中度组比较,2: $P<0.05$ 。

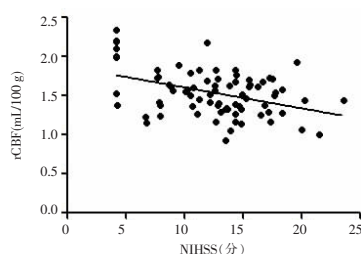


图 4 rCBF 水平与 NIHSS 评分的关系。

Figure 4. Relationship of rCBF level and NIHSS score.

明症状性 ACI 患者脑血流灌注较低,考虑为症状性 ACI 患者其梗死病灶大多位于基底节区、脑干和小脑区域,主要累及大脑中动脉、颈内动脉和椎基底动脉,使得临床症状较为严重,加重了血管闭塞,进而先启动结构代偿和功能代偿,一旦血流储备逐渐走向衰竭,梗死部位的低灌注区域开启代偿调节,即通过提高氧摄取量来维持氧代谢率,此时血管内的脱氧血红蛋白比例增加,而利用血氧水平依赖原理成像的 SWI 对脱氧血红蛋白有高度敏感性,因此表现为 PHVS 即 ASPECTS 评分升高。而 3D-ASL 技术利于准确定位信号,提供全脑的灌注信息,从而提高图像采集速度和质量。且 3D-ASL 技术是以自体血为示踪剂,而磁化标记的质子 T_1 非常短,导致其对延迟的动脉到达非常敏感,加之症状性 ACI 患者多存在血管狭窄和闭塞情况,导致相应的血管供血区血流减少或血流缓慢,更易表现为低灌注异常^[16],使 rCBF 水平降低。

本研究还显示,轻度组 ASPECTS 评分低于中度组和重度组,rCBF 水平高于中度组和重度组,说明血流灌注水平可能会影响 ACI 患者疾病严重程度,可能会随着患者病情的加重神经功能恶化越为严重,脑血流灌注降低更为明显,从而使 rCBF 水平呈现较低水平,导致 ASPECTS 评分升高。Pearson 相关性分析显示,NIHSS 评分与 ASPECTS 评分呈正相关,与 rCBF 呈负相关,且 NIHSS 评分与 rCBF 的相关性更强,提示 3D-ASL 技术相较于 SWI 技术对脑血流灌注的评估价值可能更高,李世星等^[17]研究也显示,3D-ASL 技术能较早的发现脑血(下转 85 页)