

论 著

3.0高分辨磁共振血管壁成像、MSCT与ESRS评分对脑卒中患者复发风险的预测价值*

王冰¹ 李健斐^{1*} 董晓雷¹
段新飞² 岳志领¹ 李莹¹

1.邯郸市中心医院CT室

2.邯郸市中心医院神经内外科

(河北邯郸 056008)

【摘要】目的 探究3.0高分辨磁共振血管壁成像(HRMR-VWI)、多层螺旋CT(MSCT)联合Essen卒中风险评分(ESRS)对脑卒中患者再发的预测价值。**方法** 选取本院2022年1月至2023年6月收治的124例缺血性脑卒中(IS)患者,均接受HRMR-VWI、MSCT检查及ESRS评定。患者出院后随访≥1年,根据随访1年再发与否将其分为再发组与未再发组,对比两组临床、HRMR-VWI、MSCT相关参数及ESRS评分等指标,Logistic回归分析IS患者再发的危险因素;通过受试者工作特征(ROC)分析HRMR-VWI、MSCT相关参数及ESRS评分对脑卒中患者再发的预测效能。**结果** 患者出院后随访1年再发率为24.19%。再发组高血压、糖尿病、斑块内出血(IPH)及纤维帽破裂比例均显著大于未再发组($P<0.05$);再发组血管总面积(TVA)、管腔面积(LA)、脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)均显著小于未再发组($P<0.05$),管壁标准化指数(NWI)、达峰时间(TTP)、ESRS评分均显著大于未再发组($P<0.05$)。Logistic多因素回归分析显示高CBV、高CBF是IS患者再发的保护因子($P<0.05$),高ESRS评分是危险因子($P<0.05$)。TVA、LA、NWI、CBV、CBF、TTP、ESRS评分预测IS患者再发的曲线下面积(AUC)分别为0.623、0.697、0.624、0.875、0.869、0.676、0.882,各项联合预测AUC为0.988。**结论** HRMR-VWI、MSCT联合ESRS评分预测IS患者再发的价值较高。

【关键词】 脑卒中;高分辨率磁共振血管壁成像;多层螺旋CT;Essen卒中风险评分;再发

【中图分类号】R743

【文献标识码】A

【基金项目】河北省医学科学研究课题
计划项目(20220562)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.11.009

The Predictive Value of 3.0 High-resolution Magnetic Resonance Vessel Wall Imaging, MSCT and ESRS Scores for Recurrence Risks in Stroke Patients*

WANG Bing¹, LI Jian-fei^{1*}, DONG Xiao-lei¹, DUAN Xin-fei², YUE Zhi-ling¹, LI Ying¹.

1.CT Room, Handan Central Hospital, Handan 056008, Hebei Province, China

2.Fifth Department of Neurology, Handan Central Hospital, Handan 056008, Hebei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the predictive value of 3.0 high resolution magnetic resonance vessel wall imaging (HRMR-VWI), multi-slice spiral CT (MSCT) and Essen Stroke Risk Score (ESRS) for recurrence risks in stroke patients. **Methods** A total of 124 patients with ischemic stroke (IS) admitted to our hospital from January 2022 to June 2023 were chosen and given HRMR-VWI, MSCT examination and ESRS assessment. Patients were followed up for ≥ 1 year after discharge, and were separated into recurrence group and non-recurrence group according to whether recurrence occurred at 1-year follow-up. Clinic, HRMR-VWI, MSCT related parameters and ESRS scores were compared. Logistic regression analysis was performed to analyze the risk factors of recurrence in patients with IS; The predictive efficacy of HRMR-VWI, MSCT and ESRS scores in stroke patients was analyzed by receiver operating characteristics (ROC). **Results** The recurrence rate was 24.19% after 1-year follow-up. The proportions of hypertension, diabetes, intra plaque hemorrhage (IPH) and fibrous cap rupture in recurrence group were significantly higher than those in non-recurrence group ($P<0.05$). Total vascular area (TVA), lumen area (LA), cerebral blood volume (CBV) and cerebral blood flow (CBF) in recurrence group were significantly lower than the other group ($P<0.05$), while normal wall index (NWI), time to peak (TTP) and ESRS scores were significantly higher ($P<0.05$). Logistic multivariate regression analysis showed that high CBV and CBF were protective factors for recurrence of IS patients ($P<0.05$), and high ESRS score was a risk factor ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) of TVA, LA, NWI, CBV, CBF, TTP, and ESRS scores in predicting the recurrence of IS patients was 0.623, 0.697, 0.624, 0.875, 0.869, 0.676, and 0.882, respectively, and the combined prediction AUC was 0.988. **Conclusion** HRMR-VWI, MSCT combined with ESRS score has higher value in predicting recurrence of IS patients.

Keywords: Stroke; High-resolution magnetic resonance vessel wall imaging; Multi-slice spiral CT; Essen stroke risk score; Recurrence

据统计,我国2015~2019年居民脑卒中粗发病率呈现上升、女性低于男性、城市低于农村、有年龄相关性特点,总体死亡发病比显示“U型”,需进一步加强、优化脑卒中防控^[1]。近年来首诊脑卒中患者存活率虽明显提高,但28%左右患者可能卒中后再发^[2]。故全面评估脑卒中,识别患者再发风险,采取相应的预防对策,对降低脑卒中再发率具有重要临床、社会意义。多层螺旋CT(MSCT)在脑卒中诊断中准确度较高,临床应用较广泛^[3],但关于其对卒中后复发的预测价值相对少。高分辨磁共振血管壁成像(HRMR-VWI)是一种可直接评估颅内血管、斑块的新兴核磁共振成像(MRI),经由无创可视化患者血管壁以对血管、斑块特征定量分析,逐渐成为脑卒中特别是缺血性脑卒中(IS)诊治热点^[4]。Essen卒中风险评分(ESRS)于IS病情评估、复发风险预测上有一定的价值,但其总体区分度不到0.65,短暂性脑缺血发作(TIA)等病情程度、二级预防干预等可能影响ESRS预测价值^[5]。近年来ESRS等评分工具联合影像学(或)血清学指标在IS诊断、复发预测中的报道不断^[6-7],但关于HRMR-VWI、MSCT联合ESRS评分预测脑卒中患者再发风险的价值报道尚少。对此本研究以本院收治且出院后随访到1年的124例IS患者为研究对象,分析HRMR-VWI、MSCT联合ESRS评分对IS患者随访1年再发的预测价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 以本院2022年1月至2023年6月收治的脑卒中患者124例为研究对象,其中男70例,女54例;年龄40~80岁,平均(62.34±6.17)岁;体质指数22~28 kg/m²,平均(24.60±1.50)kg/m²;合并疾病:高血压87例,糖尿病54例,冠心病21例,高脂血症43例,周围血管疾病32例;有吸烟史72例;有饮酒史60例。本研究经院伦理委员会批准。

纳入标准: 均经临床、影像学等检查确诊为IS,满足IS相关诊断标准^[8];首次发病;发病至入院时间<24 h;病史资料均齐全,均配合完成HRMR-VWI等相关检查;出院后随访至少1年;患者知情并签署同意书。**排除标准:** 肝肺等重要器官恶性病变;心源性卒中、脑外伤、血管畸形等;检查禁忌症,如植入过心脏起搏器等不能接受MRI检查;恶性肿瘤;过敏体质;耐受性差;合并严重并发症或意识障碍;因失访、图片质量差等导致资料不全或差者。

1.2 方法

1.2.1 HRMR-VWI检查 患者均行常规MRI检查和HR-MRI检查,仪器型号:GE Discovery

【第一作者】王冰,女,主治医师,主要研究方向:神经系统影像诊断。E-mail: 17713099063@163.com

【通讯作者】李健斐,男,副主任医师,主要研究方向:腹部及血管系统影像诊断。E-mail: ljfuhu@126.com

MR750 3.0T MR扫描仪, 配备颈部、颅内专用8通道线圈。检查前协助患者保持仰卧位姿势, 头部稍后仰, 沿着两侧下颌角位中心, 完成线圈位置的准确固定; VW-MRI: 3D T1WI VW-MRI成像在矢状面上获得。参数: TR/TE=800ms/16ms, 层厚0.5mm, 翻转角90°, FOV 200mm×200mm, 矩阵400×400, 体素=0.5×0.5×0.5, 扫描时间6min37s; 3D-TOF序列扫描: 患者取仰卧位, 扫描范围自颈动脉根部至胼胝体上方。扫描参数: TR/TE 23/3.4, FOV 220mm×207mm, 矩阵320×224, 体素, 0.75×0.75×0.75, 扫描时间5min 8s。将最终获得的数据和图像传输到半自动图像处理软件中, 完成参数的测量和定量分析, 并由我院医生主观或客观完成图像的分析(阅片时医生完成窗宽和窗位的自动调节); 对于存在争议的影片以协商方式确定。结合3D-TOF等序列图像与仪器配置软件对数据分析, 判断斑块成分及负荷, 成分主要涉及到钙化(各序列均呈现低信号)、脂质坏死核心(LRNC, T1WI为等或高信号, T2WI为等或略高信号, CE-T1WI未或轻度强化, 坏死部分未强化)、斑块内出血(IPH, 近期出血时可见T1WI、T2WI均呈高信号, 新鲜出血时可见T1WI高信号, T2WI不定, 3D-TOF略高信号, 而陈旧性出血可见各序列均为略低信号)与纤维帽(3D-TOF可见管腔和斑块间呈现低信号带, T1WI、T2WI均为等或略高信号, CE-T1WI强化, 纤维帽破裂即存在溃疡)。斑块负荷方面, 需测量血管总面积(TVA)、管腔面积(LA), 计算管壁面积(WA, 即TVA与LA之差)及管壁标准化指数(NWI, 即斑块负荷, =WA/TVA×100%), 并计算管腔狭窄率, 即[1-(狭窄/正常管腔直径)]×100%。

1.2.2 MSCT检查 仪器为西门子Somatom CT扫描仪, 其管电压、电流分别为120 kV、80 mA。选择仰卧位, 先对IS患者进行常规颅脑CT平扫, 随后开展MSCT灌注成像。通过注射优维显40 mL(速率为5 ml/s)进行增强扫描, 管电压、电流设置为80 kV、300 mA, 层厚0.51mm, 矩阵512×512, 扫描50 s。采集并上传IS患者MSCT灌注成像参数至后处理工作站, 以上矢状窦、健侧大脑前动脉分别选为流出静脉、流入动脉, 自动计算生成卒中

区、半暗带区脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)与达峰时间(TTP)等参数, 取均值。

1.2.3 ESRS评分^[9] 该评分包括年龄(<65、65~75、>75岁对应0、1、2分)、糖尿病(1分)、高血压(1分)、既往有心梗(1分)、心梗、心房纤颤等之外的其他心脏病(1分)、外周动脉疾病(1分)、吸烟(1分)与既往有IS或TIA病史(1分), 总分9分。

1.2.4 随访 出院后通过微信、电话或门诊等方式对IS患者进行随访, 间隔3个月随访1次, 至少随访1年。再发定义: IS患者原有症状、体征显著改善或消失后再次出现或新发神经功能缺损, 持续超过24h, 或虽持续不足24h, 但头颅CT或MRI显示有新的责任病灶, 包括IS、脑出血或蛛网膜下腔出血。根据IS患者再发与否分为再发组与未再发组。

1.3 统计分析 应用SPSS 24.0软件进行统计学分析。计数资料以例(%)表示, 行 χ^2 检验; 计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 行独立t检验; 受试者工作特征(ROC)曲线分析HRMR-VWI、MSCT相关参数及ESRS评分对IS患者再发的预测价值。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 再发及患者临床资料情况 124例患者均随访到1年, 再发30例(24.19%), 未再发94例(75.81%)。再发组高血压及糖尿病比例均明显大于未再发组($P<0.05$), 性别、年龄等其他临床资料上两组对比均无明显差异($P>0.05$)。见表1。

2.2 HRMR-VWI相关对比

2.2.1 两组患者斑块成分对比 再发组IPH及纤维帽破裂比例均明显大于未再发组($P<0.05$), 钙化、LRNC上两组对比均无明显差异($P>0.05$)。见表2、图1。

2.2.2 两组患者斑块负荷相关及管腔狭窄率对比 再发组TVA、LA均明显小于未再发组($P<0.05$), 而NWI明显大于未再发组($P<0.05$)。见表3。

2.3 MSCT相关参数对比 再发组CBV、CBF均明显小于未再发组($P<0.05$), TTP明显大于未再发组($P<0.05$)。见表4、图2。

表1 再发与未再发IS患者临床资料对比

资料	再发组(n=30)	未再发组(n=94)	χ^2/t	P
性别 男[例(%)]	18(60.00)	52(55.32)	0.203	0.653
年龄(岁)	63.54±6.20	61.96±5.04	1.411	0.161
体质指数(g/m ²)	25.00±1.48	24.47±1.53	1.665	0.099
合并疾病[例(%)]				
高血压	26(86.67)	61(64.89)	5.150	0.023
糖尿病	17(56.67)	37(39.36)	2.770	0.096
冠心病	7(23.33)	14(53.19)	1.152	0.283
高脂血症	9(30.00)	34(36.17)	0.382	0.536
周围血管疾病	9(30.00)	23(24.47)	0.364	0.547
有吸烟史	21(70.00)	51(54.26)	2.315	0.128
有饮酒史	17(56.67)	43(45.74)	1.086	0.297

表2 再发与未再发IS患者斑块成分对比[例(%)]

组别	例数	钙化	LRNC	IPH	纤维帽破裂
再发组	30	14(46.67)	19(63.33)	12(40.00)	10(33.33)
未再发组	94	47(50.00)	42(44.68)	10(10.64)	5(5.32)
χ^2 /连续性校正 χ^2		0.101	3.166	13.434	14.253
P		0.751	0.075	<0.001	<0.001

表4 再发与未再发IS患者病灶区域MSCT灌注成像相关指标对比

组别	例数	CBV(mL/100g)	CBF[ml/(100g·min)]	TTP(s)
再发组	30	1.91±0.28	26.38±11.72	22.50±11.61
未再发组	94	2.48±0.39	45.87±12.37	14.84±4.16
t		7.283	7.605	5.426
P		<0.001	<0.001	<0.001

表3 再发与未再发IS患者斑块负荷相关指标及管腔狭窄率对比

组别	例数	TVA(mm ²)	LA(mm ²)	WA(mm ²)	NWI(%)	管腔狭窄率(%)
再发组	30	103.54±19.76	31.60±11.11	71.94±22.31	68.37±12.73	52.82±16.00
未再发组	94	112.34±20.47	41.79±16.33	70.55±25.31	61.50±16.40	48.30±15.27
t		2.067	3.187	0.269	2.099	1.395
P		0.041	0.002	0.788	0.038	0.165

2.4 ESRS评分 再发组ESRS评分平均(4.73±1.39)分, 明显大于未再发组的(2.61±0.83)分($t=10.214, P<0.001$)。

2.5 IS患者再发风险Logistic回归分析 以IS患者出院后1年再

发与否(再发=1, 未再发=0)为因变量, 以高血压(有=1, 无=0)、IPH(有=1, 无=0)、纤维帽破裂(有=1, 无=0)、TVA(实测值)、LA(实测值)、NWI(实测值)、CBV(实测值)、CBF(实测值)、TTP(实测

值)及ESRS评分(实测值)为自变量,行Logistic多因素回归分析,得出高CBV、高CBF是IS患者再发的保护因子($P < 0.05$),高ESRS评分是危险因子($P < 0.05$)。见表5。

2.6 ROC曲线分析 单一指标中, CBV预测IS患者出院后随访1年再发的曲线下面积(AUC)最大(0.875), 其次是CBF(0.869)、ESRS评分(0.882), 各项指标联合预测AUC提高到0.988。见表6、图3。

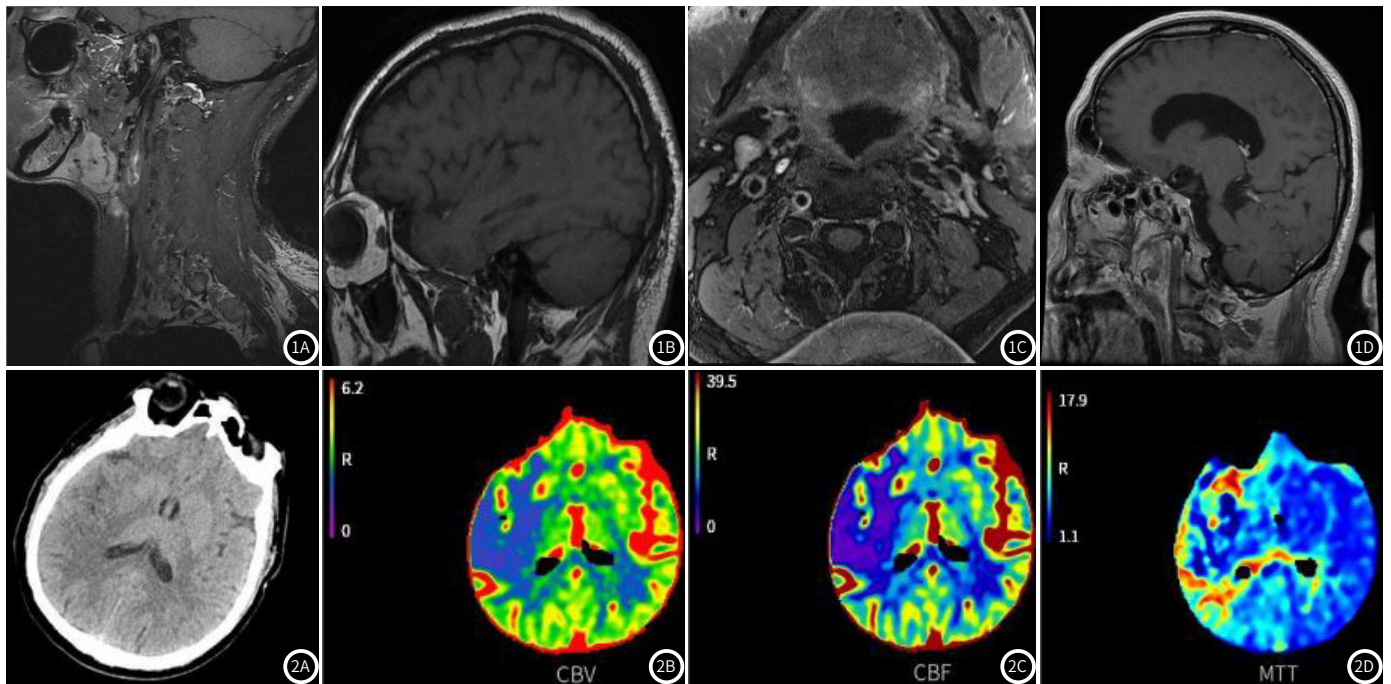


图1 患者斑块成分对比。图1A左侧颈内动脉起始部不稳定斑块,纤维帽显示不规则,管腔显示重度狭窄,几近闭塞;图1B右侧大脑中动脉M2段局部中断,考虑易损斑块形成,并伴出血可能;图1C左侧颈内动脉起始部易损斑块形成,纤维帽薄且不连续,可见较大脂质核心;图1D右侧大脑中动脉M1段上、前、下壁易损斑块形成,纤维帽欠规则,管腔约轻度狭窄。

图2 梗塞患者MSCT灌注成像CBV、CBF参数。图2A右侧颞枕岛叶及基底节区密度略减低,邻近脑沟变浅,符合梗塞,考虑大脑中动脉为责任血管;图2B右侧颞枕岛叶及基底节区CBV较对侧减少;图2C右侧颞枕岛叶及基底节区CBF较对侧减少;图2D右侧颞枕岛叶及基底节区MTT较对侧延长。

表5 IS患者出院后1年再发Logistic回归分析

项目	β	SE	Wald χ^2	P值	OR	95%CI
CBV	-4.885	2.000	5.966	0.015	0.008	0.000~0.381
CBF	-0.174	0.066	6.969	0.008	0.841	0.739~0.956
ESRS评分	2.495	1.113	5.029	0.025	12.128	1.370~107.386

表6 HRMR-VWI、MSCT灌注成像相关指标及ESRS预测IS患者再发的效能

指标	截断值	约登指数	敏感度(%)	特异度	AUC(95%CI)	P
TVA	$\leq 115 \text{ mm}^2$	0.235	76.67	46.81	0.623(0.532~0.708)	0.029
LA	$\leq 45 \text{ mm}^2$	0.424	96.67	45.74	0.697(0.608~0.776)	< 0.001
NWI	$> 58.4 \%$	0.260	86.67	39.36	0.624(0.533~0.710)	0.024
CBV	$\leq 2.2 \text{ mL}/100\text{g}$	0.567	83.33	73.40	0.875(0.803~0.927)	< 0.001
CBF	$\leq 30 \text{ [mL}/(100\text{g} \cdot \text{min})]$	0.595	73.33	86.17	0.869(0.797~0.923)	< 0.001
TTP	$> 18.7 \text{ s}$	0.475	66.67	80.85	0.676(0.586~0.757)	0.016
ESRS评分	> 3 分	0.694	80.00	89.36	0.882(0.812~0.933)	< 0.001
各项联合	—	0.901	93.33	96.81	0.988(0.949~0.999)	< 0.001

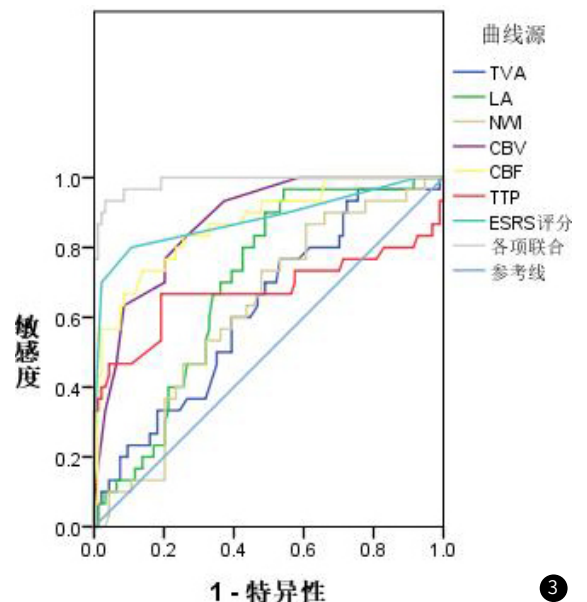


图3 HRMR-VWI、MSCT灌注成像相关指标及ESRS对IS患者再发的预测ROC曲线。

3 讨论

IS发病与动脉粥样硬化密切相关,评估血管、斑块性质等情况对疾病诊断、治疗或预后改善具有重要作用^[10-11]。相比既往MRI血管造影,HRMR-VWI除了具有3D-TOF“亮血”技术外,还

有“黑血”技术,3D-TOF联合“黑血”技术能减少或避免血流高信号对血管壁的干扰,生成的图像清晰且准确,近年来在IS等诊治中应用较多^[12-13]。本研究主要从HRMR-VWI显示斑块成分、斑

块负荷上分析,其中斑块成分在很大程度上影响动脉粥样硬化斑块的脆弱性,斑块不趋于图像上可见LRNC或IPH,同时斑块强化也可能引发斑块不稳^[14]。本研究中,再发组IPH及纤维帽破裂比例比未再发组显著大,这与彭川等^[15]研究报道相符。这可能是由于IPH能加快巨噬细胞浸润机体血管内皮细胞速度,促胆固醇结晶物质沉积,显著增大LRNC且提高斑块不稳,而纤维帽破裂发生则提示斑块溃疡,促栓子形成且脱落,进而导致IS再发。有研究表明,纤维帽破裂与斑块IPH相互影响,前者可促后者产生,而后者反之刺纤维帽破裂形成且增大斑块负荷^[16-17],这可能是本研究再发组LRNC比例与未再发组无显著差异的原因。斑块负荷上, Lin X等^[18]研究发现,可能的罪魁祸首斑块中,斑块NWI与斑块对比比均显著下降,而非罪魁祸首斑块中,斑块NWI与狭窄程度显著下降,认为HRMR-VWI可能有利于斑块风险分层,且可能为体内不同斑块演变提供依据。有学者表明软脑膜侧支循环不良患者狭窄率及斑块负荷均比良好患者显著大,与梗死灶体积、易损斑块均正相关^[19],本研究结果与之一致,可见再发组NWI比未再发组显著大, NWI即斑块负荷,其大小与TVA、LA、WA相关,而本研究还显示再发组TVA、LA比比未再发组显著小,这一点与肖泽彬^[16]报道不符,究其原因可能与样本量差异大相关。南晓勇等^[20]研究发现相比未复发组,复发组IS患者狭窄率显著大,而斑块负荷无显著差异,本研究与之相反,提示NWI或管腔狭窄对IS患者再发预测的价值不定,本研究中NWI相对更优。此外,本研究进一步通过ROC曲线分析HRMR-VWI相关定量参数对IS再发的预测价值,结果显示TVA、LA、NWI预测IS再发有一定的价值,但AUC均不超过0.700,价值有限,特别是特异度较低。

MSCT在IS诊断中应用较多,包括MSCT灌注成像、血管成像等。霍敏中等^[21]研究表明相比健侧,梗死核心区患侧CBF、CBV均显著低, TTP显著高,且预后良好患者相对CBF比预后不良者显著高,相对TTP及平均通过时间均显著低,认为CT灌注成像等参数对脑卒中患者预后评估有一定的价值。MSCT灌注成像即注射对比剂后,对特定层面完成动态增强扫描,获取该层面各像素时间-密度曲线,对组织灌注量反映,且根据该曲线可计算出CBF、TTP等参数,以发现缺血脑组织特征^[22-23]。本研究对IS再发与否患者MSCT灌注成像参数进行对比,显示相比未再发组,再发组TVA、LA显著小,而NWI显著大,与相关报道结论一致^[24]。本研究中,ROC曲线显示MSCT灌注成像中,CBV预测IS再发的AUC最大(0.875), ≤ 2.2 mL/100g时,其敏感度、特异度对应83.33%、73.40%,CBF预测AUC次之(0.869),其特异度(86.17%)高于敏感度(73.33%),TTP的AUC最小(0.676),其敏感度不足70%。可见MSCT相关参数可用于预测IS患者再发。ESRS源于欧洲,为IS再发风险预测有效工具,与年龄、相关疾病(高血压、糖尿病)等密切相关。Kongwacharapong J等^[25]研究表明ESRS于泰国人群中预测卒中复发的效果与脑卒中预后工具II(SPI-II)类似,均为中等。国内学者也发现,ESRS与SPI-II预测卒中复发的效果相当,其预测短期复发(随访1月、3月)效果不如90 d复发风险评估量表,而远期复发(随访1年)效果更佳^[26]。本研究中,再发组ESRS评分比未再发组显著高,且ROC曲线分析可见该评分 >3 分时,其预测IS患者出院后随访1年再发的敏感度为80.00%,特异度为89.36%,AUC为0.882,证实了ESRS评分预测IS患者远期复发的价值。同时本研究对影像学相关参数与ESRS评分进行联合分析,显示联合预测IS患者再发的AUC提高到0.988,敏感度、特异度分别为93.33%、96.81%。可见联合HRMR-VWI、MSCT相关参数及ESRS评分预测IS患者再发的价值较大。另外,本研究通过Logistic回归分析显示IS患者再发与CBV、CBF、ESRS评分独立相关(OR=0.008、0.841、12.128),未见NWI等参数为再发独立因子,这与相关报道不一^[14]。究其原因可能与样本量差异、纳入因素分析指标不同等有关。

综上所述,HRMR-VWI、MSCT、ESRS评分对IS患者再发有一定的预测价值,联合检测能进一步提高预测价值。但本研究也有不足:未动态评估分析IS患者再发情况,再发影响因素纳入受限,可能导致IS再发危险因素结果存在一定的偏倚。有待日后扩大样本量进一步研究。

参考文献

- [1]陈晓荣,颜流霞,厚磊,等.2015~2019年中国居民卒中发病与死亡特征分析[J].中国循环杂志,2024,39(5):470-476.
- [2]焦诣珂,井丽,田园梦,等.城市地区40岁及以上存活脑卒中患者复发现状及其合并危险因素研究[J].中国全科医学,2022,25(18):2244-2248.
- [3]中华医学会影像技术分会.急性卒中多层螺旋CT检查技术专家共识[J].中华放射学杂志,2020,54(9):839-845.
- [4]Li ML,Lin QQ,Liu YT, et al.The clinical value of head-neck joint high-resolution vessel wall imaging in ischemic stroke[J].J Stroke Cerebrovasc Dis,2020,29(9):105062.
- [5]张淑君,李礼,王舒.Essen卒中风险评分(ESRS)预测性能的系统综述[J].中风与神经疾病杂志,2022,39(7):624-630.
- [6]王皓香,袁媛,刘海波,等.超声造影时间-强度曲线联合CTA预测缺血性卒中中复发的价值[J].临床超声医学杂志,2021,23(9):659-663.
- [7]Ren K,Jiang H,Li T,et al.Predictive value of the combination between the intracranial arterial culprit plaque characteristics and the Essen Stroke Risk Score for short-term stroke recurrence[J].J Stroke Cerebrovasc Dis,2022,31(9):106624.
- [8]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.中国急性缺血性卒中诊治指南2018[J].中华神经科杂志,2018,51(9):666-682.
- [9]Ling X,Yan SM,Shen B,et al.A modified Essen Stroke Risk Score for predicting recurrent ischemic stroke at one year[J].Neurol Res,2018,40(3):204-210.
- [10]Lv Y,Ma X,Zhao W,et al.Association of plaque characteristics with long-term stroke recurrence in patients with intracranial atherosclerotic disease: a 3D high-resolution MRI-based cohort study[J].Eur Radiol,2024,34(5):3022-3031.
- [11]张管帅,彭志刚,高欣菊,等.高分辨率MR血管壁成像评估急性卒中患者降脂治疗后斑块特征变化[J].实用放射学杂志,2024,40(6):880-883,887.
- [12]Huang LX,Wu XB,Liu YA,et al.High-resolution magnetic resonance vessel wall imaging in ischemic stroke and carotid artery atherosclerotic stenosis: a review[J].Heliyon,2024,10(7):e27948.
- [13]Tandon V,Senthilvelan S,Sreedharan SE,et al.High-resolution MR vessel wall imaging in determining the stroke aetiology and risk stratification in isolated middle cerebral artery disease[J].Neuroradiology,2022,64(8):1569-1577.
- [14]Che F,Mi D,Wang A, et al.Extracranial carotid plaque hemorrhage predicts ipsilateral stroke recurrence in patients with carotid atherosclerosis - a study based on high-resolution vessel wall imaging MRI[J].BMC Neurol,2022,22(1):237.
- [15]彭川,陈首名,蔡永刚.高分辨磁共振血管壁成像可评估颈动脉斑块引发的脑梗死再发[J].分子影像学杂志,2023,46(5):915-918.
- [16]肖泽彬.颈动脉高分辨磁共振成像联合实验室检查及ESRS评分对脑卒中患者再发风险的预测研究[D].福建:福建医科大学,2016.
- [17]杨中杰,郭爱菊,高敬平.急性缺血性卒中中易患体质类型与颈动脉易损斑块CTA影像表现相关性研究[J].罕少疾病杂志,2025,32(5):27-29.
- [18]Lin X,Guo W,She D, et al.Follow-up assessment of atherosclerotic plaques in acute ischemic stroke patients using high-resolution vessel wall MR imaging[J].Neuroradiology,2022,64(12):2257-2266.
- [19]郑艳龙,赵启利,刘博,等.磁共振高分辨血管壁成像用于脑卒中相关血管斑块斑块的定量分析[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(1):25-28.
- [20]南晓勇,鲁冬青,南晓娟,等.缺血性卒中中再发磁共振血管壁成像特征及其危险因素分析[J].临床军医杂志,2023,51(12):1277-1280.
- [21]霍敏中,冯锦昉,方挺松,等.多模式CT对急性前循环缺血性卒中患者缺血半暗带、梗死核心变化及预后的评估[J].临床和实验医学杂志,2024,23(8):863-867.
- [22]张会文,文建英,李婷婷,等.多层螺旋CT灌注成像结合血管成像应用于诊断缺血性卒中中的临床价值[J].中国CT和MRI杂志,2021,19(10):11-12,35.
- [23]郭艳利,胡示超,秦文宇.颅脑CT灌注成像相关指标与IMT对TIA进展为急性脑梗死的预测价值[J].罕少疾病杂志,2024,31(3):19-21.
- [24]赵丰,吴霞,徐志云.老年大脑中动脉狭窄卒中患者CT灌注成像与复发及认知功能的相关性[J].中国老年学杂志,2022,42(5):1059-1061.
- [25]Kongwacharapong J,Sornkhamphan A,Kaveeta C, et al.Validation and comparison of the stroke prognosis instrument (SPI-II) and the essen stroke risk score (ESRS) in predicting stroke recurrence in Asian population[J].BMC Neurology,2023,23(1):287.
- [26]苗雪梅,王芳,王静,等. RRE-90、ESRS和SPI-II评分对缺血性卒中中复发风险预测价值比较[J].陕西医学杂志,2019,48(5):599-602.

(收稿日期:2024-08-01)

(校对编辑:姚丽娜)