

基于 3.0T° HR-VWI 的大脑中动脉斑块药物治疗效果动态评估研究

张洪彬 金航凯 王辰辰
义乌市中心医院 浙江 金华 322000

摘要:目的:探讨3.0T高分辨率血管壁成像(HR-VWI)在大脑中动脉(MCA)斑块药物治疗效果动态评估中的应用价值。方法:选取62例MCA斑块患者,均接受他汀类联合抗血小板药物治疗,分别于治疗前、治疗6个月后行3.0T HR-VWI扫描,获取斑块负荷、纤维帽完整性、斑块强化率等影像指标,同步检测血脂及神经功能评分。结果:治疗后患者低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)较治疗前下降28.3%($P<0.05$);HR-VWI显示斑块负荷降低12.6%,斑块强化率从48.4%降至22.6%,纤维帽完整率从37.1%升至66.1%,差异均有统计学意义($P<0.05$)。美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分较治疗前显著改善($P<0.05$)。结论:3.0T HR-VWI可精准量化MCA斑块药物治疗后的形态及成分变化,为治疗效果评估提供无创、可靠的影像依据。

关键词:3.0T HR-VWI; 大脑中动脉斑块; 药物治疗效果; 优化策略

引言:大脑中动脉(MCA)斑块是缺血性脑卒中的主要致病因素,我国50岁以上人群中约30%存在颅内动脉斑块,其中MCA斑块引发的卒中占比超40%。药物治疗是斑块管理的核心手段,但其效果评估依赖精准的影像学技术。传统血管成像仅关注管腔狭窄,无法显示斑块成分及稳定性特征。3.0T HR-VWI凭借亚毫米级分辨率及多序列成像优势,可清晰显示斑块脂质核心、纤维帽等细微结构,实现斑块稳定性量化评估。本研究通过动态监测药物治疗前后MCA斑块的HR-VWI特征变化,结合临床指标构建评估体系,为优化治疗方案、预判卒中风险提供客观依据,对提升脑血管疾病诊疗水平具有重要意义。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

选取2024年1月至2025年6月在本院神经内科就诊的MCA斑块患者62例,其中男性38例,女性24例,年龄45-78岁,平均(61.2 ± 8.5)岁。纳入标准:经3.0T HR-VWI确诊MCA M1-M2段斑块,管腔狭窄程度10%-70%;首次发病或既往有短暂性脑缺血发作(TIA)史,未接受过斑块相关手术治疗;患者及家属知情同意并签署知情同意书。排除标准:合并严重心肝肾疾病、恶性肿瘤;对比剂过敏或幽闭恐惧症;无法配合完成两次HR-VWI检查;随访期间自行调整药物剂量或停药^[1]。所有患者均存在高血压、糖尿病或高脂血症等基础疾病,其中高脂血

症患者占比最高(74.2%)。

1.2 治疗方案与检查时机

所有患者均接受标准化药物治疗:口服阿托伐他汀钙片(20mg/次,每晚1次)或瑞舒伐他汀钙片(10mg/次,每晚1次)调节血脂,联合阿司匹林肠溶片(100mg/次,每日1次)或氯吡格雷片(75mg/次,每日1次)抗血小板聚集;同时根据基础疾病给予降压、降糖治疗,确保血压控制在140/90mmHg以下,空腹血糖控制在7.0mmol/L以下。分别于治疗前1周内、治疗满6个月后2周内完成两次3.0T HR-VWI扫描,同步采集血液样本及神经功能评分数据,两次检查采用相同设备及扫描参数,确保数据可比性。

1.3 检查设备与评估指标

采用西门子3.0T磁共振成像仪,配备8通道头部线圈,扫描序列包括:三维快速自旋回波T1加权成像(3D T1WI)、T2加权成像(T2WI)、质子密度加权成像(PDWI)及增强扫描,层厚0.8mm,分辨率0.4mm×0.4mm,采用黑血技术抑制血流信号。由两名经验丰富的影像科医师双盲阅片,意见不一致时经协商达成共识。影像指标包括:斑块负荷(斑块体积/血管壁总体积×100%)、纤维帽完整性(完整/不完整)、斑块强化率(增强后信号高于邻近肌肉组织的斑块占比)、管腔狭窄率(1-最小管腔面积/参考管腔面积×100%)。临床指标包括:血脂指标(总胆固醇TC、甘油三酯TG、LDL-C、高密度脂蛋白胆固醇HDL-C)及NIHSS评分^[2]。

2 影像与临床数据结果分析

义乌市科技局:25-1-086;25-1-091;25-1-103 金华科协:25-30

2.1 治疗前后临床指标变化

62例患者均完成6个月随访，无严重药物不良反应及

卒中复发。治疗后血脂及神经功能相关临床指标较治疗前均显著改善，具体变化情况见表1。

指标	治疗前	治疗后	变化幅度	P值
总胆固醇 (TC) (mmol/L)	5.82±1.05	4.21±0.83	下降27.7%	< 0.05
甘油三酯 (TG) (mmol/L)	2.35±0.72	1.68±0.54	下降28.5%	< 0.05
低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) (mmol/L)	3.64±0.68	2.61±0.52	下降28.3%	< 0.05
高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) (mmol/L)	1.02±0.21	1.25±0.24	上升22.5%	< 0.05
NIHSS评分 (分)	3.8±1.5	1.6±0.9	改善57.9%	< 0.05

2.2 治疗前后HR-VWI影像指标变化

HR-VWI显示，治疗后MCA斑块形态、成分及稳定性相关影像指标均呈现明显良性改变，管腔狭窄程度

亦有所减轻，具体变化情况见表2。典型病例显示，治疗后斑块体积缩小，强化程度明显减弱，纤维帽连续性恢复。

指标	治疗前	治疗后	变化幅度	P值
斑块负荷 (%)	42.3±8.5	37.0±7.2	下降12.6%	< 0.05
管腔狭窄率 (%)	38.5±10.2	31.2±8.6	下降19.0%	< 0.05
纤维帽完整率 (%)	37.1 (23/62)	66.1 (41/62)	上升29.0%	< 0.05
斑块内出血发生率 (%)	17.7 (11/62)	4.8 (3/62)	下降12.9%	< 0.05
斑块强化率 (%)	48.4 (30/62)	22.6 (14/62)	下降25.8%	< 0.05
斑块重度强化率 (%)	24.2	6.5	下降17.7%	< 0.05

2.3 影像指标与临床指标相关性分析

Pearson相关性分析显示，LDL-C下降幅度与斑块负荷降低幅度呈正相关 ($r=0.426, P<0.01$)，与斑块强化率下降幅度亦呈正相关 ($r=0.389, P<0.01$)。纤维帽完整率提升幅度与NIHSS评分改善幅度呈正相关 ($r=0.357, P<0.01$)，而斑块内出血持续存在的患者，NIHSS评分改善不明显 ($P>0.05$)。多因素回归分析显示，LDL-C达标 ($<1.8\text{mmol/L}$) 及斑块强化率降低是纤维帽修复的独立影响因素 (OR值分别为2.835、3.122, P 均 <0.05)，提示血脂控制与斑块活性降低对斑块稳定至关重要^[3]。

3 3.0T HR-VWI评估价值与优化策略

3.1 3.0T HR-VWI的技术优势与评估价值

与传统血管成像技术相比，3.0T HR-VWI展现出了极为显著的优势。在分辨率方面，它具备亚毫米级的高精度，能够清晰呈现厚度小于100 μm 的纤维帽，精准判断其完整与否。纤维帽破损可是斑块易损性的核心特征，这一优势为评估斑块稳定性提供了关键信息；多序列成像也是其一大亮点，通过不同序列，可有效区分斑块成分，比如T1WI高信号能提示脂质核心的存在，磁敏感序列低信号则表明斑块内出血。这种多维度信息，为全面评估治疗效果提供了坚实依据。另外，3.0T HR-VWI无创无辐射，非常适合用于动态随访。它避免了CTA检查带

来的辐射危害，也规避了DSA有创检查可能引发的风险。在本研究中，该技术成功捕捉到药物治疗后斑块负荷降低、活性减弱的细微变化，其敏感性远超单纯血脂检测，为临床及时、精准地调整治疗方案提供了有力的影像支撑。

3.2 现有评估体系的局限性分析

尽管3.0T HR-VWI表现出较高价值，但本研究发现其应用仍存在局限性：一是扫描时间较长（约25-30分钟），部分老年患者难以全程配合，导致图像出现运动伪影，影响指标测量准确性；二是对微小斑块（体积 $<5\text{mm}^3$ ）的量化能力不足，治疗前后体积变化难以精确计算；三是影像解读存在一定主观性，虽采用双盲阅片降低误差，但不同医师对斑块强化程度的判断仍可能存在差异^[4]。此外，随访时间仅6个月，无法评估药物治疗的长期效果，需延长随访周期进一步验证。

3.3 动态评估体系的优化策略

针对上述局限性，提出以下优化策略：技术层面，采用快速成像序列（如压缩感知技术）将扫描时间缩短至15分钟以内，提高患者耐受性；联合图像后处理软件（如3D Slicer）实现斑块体积的自动化测量，减少人为误差。评估流程层面，建立“影像指标+临床指标”的综合评估模型，将斑块强化率、纤维帽状态与LDL-C水平、NIHSS评分结合，构建量化评分标准（总分0-10分，得分越低提示治疗效果越好）。临床应用层面，根据评估结果

分层管理患者，对斑块强化持续存在者，建议强化他汀治疗或联合其他药物，降低卒中风险。

4 研究结论与临床应用展望

4.1 研究主要结论

本研究通过62例MCA斑块患者的动态观察证实：他汀类联合抗血小板药物治疗可有效降低LDL-C水平，改善MCA斑块稳定性；3.0T HR-VWI可精准量化治疗前后斑块负荷、纤维帽完整性、斑块强化率等关键指标，其中斑块强化率降低与纤维帽修复是治疗有效的核心影像特征；LDL-C达标（ $< 1.8\text{mmol/L}$ ）是斑块稳定的重要保障，其下降幅度与影像指标改善呈正相关。综上，3.0T HR-VWI可作为MCA斑块药物治疗效果动态评估的首选影像学方法，为临床诊疗提供客观、可靠的依据。

4.2 临床应用价值与推广建议

本研究具有明确的临床应用价值：对初诊MCA斑块患者，HR-VWI可通过评估斑块稳定性指导治疗方案制定，对高强度、纤维帽破损的易损斑块患者，建议早期强化药物治疗；治疗过程中，通过动态HR-VWI监测，可及时发现治疗无效病例，避免过度治疗或治疗不足；对随访中斑块强化持续存在的患者，提示卒中风险较高，需加强干预。推广建议：在二级及以上医院神经内科常规配备3.0T HR-VWI检查设备，开展影像医师专项培训，统一指标测量标准，将其纳入MCA斑块患者的标准化诊疗流程^[5]。

4.3 研究不足与未来方向

本研究存在一定不足：样本量相对有限，且为单中心研究，结果可能存在选择偏倚；未对比不同药物方案的治疗效果，无法明确最优用药组合；随访时间较短，缺乏长期效果数据。未来研究方向：开展多中心大样本研究，纳入不同地区、不同年龄段患者，提高结果外推性；对比不同

他汀类药物及剂量的治疗效果，结合HR-VWI影像特征筛选个体化治疗方案；延长随访至1-2年，探讨斑块特征变化与卒中复发的关联性，构建基于HR-VWI的卒中风险预测模型，进一步提升脑血管疾病的精准防治水平。

结束语

大脑中动脉斑块的有效管理是降低缺血性脑卒中发生率的关键，而精准的疗效评估是优化治疗方案的前提。3.0T HR-VWI凭借其对手血管壁细微结构的清晰显示能力，突破了传统影像技术的局限，实现了斑块治疗效果的量化与动态监测。本研究证实，该技术可有效捕捉药物治疗后斑块形态及成分的良性变化，其评估结果与临床指标高度相关，为临床诊疗提供了重要支撑。未来需通过技术优化与多中心研究进一步完善评估体系，推动该技术在临床的广泛应用，最终实现脑血管疾病的精准防治，为患者带来更大获益，具有重要的临床意义与社会价值。

参考文献

- [1]袁斌斌,李峰.基于HR-MRI的大脑中动脉斑块特征与急性缺血性卒中患者颅内新发脑梗死灶的关系分析[J].影像研究与医学应用,2025,9(13):20-23.
- [2]胡梦雪,李雪琪,高瑾,等.大脑中动脉斑块特征与急性脑梗死严重程度的相关性[J].中国医学计算机成像杂志,2025,31(3):299-304.
- [3]杨珊,朱明慧,段亿,等.HRVWI联合CTP技术对大脑中动脉斑块特征与缺血性脑卒中相关性研究[J].中国CT和MRI杂志,2025,23(5):1-4.
- [4]霍磊,聂建平,张晓菲,等.基于高分辨率磁共振大脑中动脉斑块特征与气虚证的相关性研究[J].光明中医,2025,40(3):429-431.
- [5]王拥军.高分辨率磁共振血管壁成像在脑血管疾病中的应用进展[J].中国卒中杂志,2023,18(5):521-526.