

# 颈动脉粥样硬化的磁共振检查研究进展

孔东生, 孙正辉

(解放军总医院神经外科, 北京 100853)

**【摘要】**颈动脉粥样硬化是引起颈动脉狭窄及闭塞的主要原因, 统计报道显示, 颈动脉粥样硬化导致的缺血性脑血管病约占缺血性脑卒中患者的20%, 颅内缺血情况的严重程度不仅和血管的狭窄程度相关, 也和颈动脉斑块的性质密切相关。目前临床治疗策略多依据血管狭窄的严重程度, 但单纯考虑管腔狭窄无法解释轻、中度狭窄的患者频发缺血的现象, 目前学者认为查明斑块成分比单纯评估狭窄程度更重要。临床上常用的颈动脉粥样硬化狭窄的检查方法有超声、CT、磁共振血管造影(MRA)和数字减影血管造影(DSA)等方法。

**【关键词】**颈动脉; 动脉粥样硬化

**【中图分类号】**R743.3

**【文献标识码】**A

**【文章编号】**ISSN.2095-8242.2017.019.3750.03

颈动脉粥样硬化是引起颈动脉狭窄及闭塞的主要原因, 统计报道显示, 颈动脉粥样硬化导致的缺血性脑血管病约占缺血性脑卒中患者的20%<sup>[1]</sup>, 颅内缺血情况的严重程度不仅和血管的狭窄程度相关, 也和颈动脉斑块的性质密切相关<sup>[2]</sup>。目前临床治疗策略多依据血管狭窄的严重程度, 但单纯考虑管腔狭窄无法解释轻、中度狭窄的患者频发缺血的现象, 目前学者认为查明斑块成分比单纯评估狭窄程度更重要<sup>[3]</sup>。临床上常用的颈动脉粥样硬化狭窄的检查方法有超声、CT、磁共振血管造影(MRA)和数字减影血管造影(DSA)等方法。磁共振成像(MRI)技术以其良好的组织分辨率、无放射性等优点受到了更多关注, 其诊断的特异性、敏感性均达到临床要求, 在颈动脉粥样硬化患者中的应用也不断拓展。本文便对MRI在显示颈动脉管腔的形态和狭窄程度, 斑块的内部结构及成分, 以及颈动脉粥样硬化患者中的颅内灌注情况等方面的应用进行综述。

## 1 血管成像与颈动脉狭窄

对于血管狭窄的检查目的主要是明确狭窄部位, 评估狭窄程度, 磁共振评估颈动脉狭窄情况的序列主要包括时间飞跃磁共振血管成像(time of flight magnetic resonance angiography, TOF MRA)及对比增强磁共振血管成像(contrast enhanced MR angiography, CE-MRA)。

### 1.1 时间飞跃磁共振血管成像

TOF血管成像是基于流入增强效应的脑血管成像序列, 即成像容积或层面内组织因被反复激发而处于饱和状态, 使得信号得到抑制, 成像容积或层面外的血液流入成像层面时则呈现较高信号, 从而与层面内组织产生较好的对比。TOF血管成像包括二维体积扫描(2D)和三维体积扫描(3D)2种, 3D-TOF-MRA较2D-TOF-MRA而言, 层厚更薄、空间分辨率高、信号丢失比较少。TOF血管成像技术组织分辨率高, 并可以利用最大密度投影法(MIP)或多平面重建法(MRP)重建显示颈动脉。但在血管转弯处或血管分叉处, 由于涡流的存在, TOF血管成像常因信号丢失而造成血管充盈不全的假象, 血管狭窄的程度往往被夸大, 甚至出现假阳性的结果<sup>[4]</sup>。但总体来讲, 3D-TOF-MRA对显示脑血管的形态及其狭窄与否基本真实可靠<sup>[5]</sup>, 当出现严重狭窄时远端分支稀疏; 而完全闭塞患者的颈动脉远端不显影。

### 1.2 对比增强磁共振血管成像

CE-MRA利用对比剂促使血液的T1值显著缩短, 同时

利用T1WI序列高权重和超快速的特点, 记录血管与周围组织的T1弛豫差别, 形成对比。彭杰等指出增强MR诊断颈动脉狭窄的敏感度(81%)及特异度(99%)均较高, 可以有效检查出颈动脉狭窄, 甚至在一定程度上替代DSA检查<sup>[6]</sup>。Tartari等指出不同经验的诊断医生对图像的判断存在差异, 且CE-MRA相对于DSA空间分辨率较低, 对于颈动脉狭窄程度的判断常较DSA严重<sup>[7]</sup>。

部分学者<sup>[8]</sup>利用高浓度或高弛豫率对比剂, 也有学者<sup>[9]</sup>通过修正对比剂注射速率来提高血管信噪比, 这些措施均在不同程度上改善了图像质量, 有助于对轻中度颈动脉狭窄程度的判断。还有学者<sup>[10]</sup>通过改良CE-MRA, 通过采用透视触发法的超快速二维序列, 在动脉期还没有完全退去, 此时静脉期也未完全显示, 此时进行扫描, 再一次判定动脉期血管的狭窄情况, 为临床提供了更丰富的影像信息及更高的诊断准确性。

## 2 高分辨磁共振与颈动脉粥样斑块

既往常根据颈动脉狭窄率来决定是否需要临床干预, 然而目前的观点是颅内发生缺血主要由于斑块稳定性差引起的<sup>[11]</sup>, 而斑块的横截面积(斑块负荷)及脂核占斑块体积的比例和斑块的稳定性相关<sup>[12]</sup>。高分辨率磁共振成像(high-resolution MRI, HRMRI)较常规血管影像对于斑块的检查更加敏感和客观, 充分利用高分辨磁共振软组织分辨率高的优势, 多种序列联合, 可用于分析斑块的大小及成分<sup>[13]</sup>。

### 2.1 黑血技术

高分辨率MRI中的“黑血技术”, 应用预饱和和脉冲抑制管腔内血流信号, T1加权像可通过双翻转恢复自旋回波获得, T2加权像和质子密度加权像则常由双回波自旋回波获得<sup>[14]</sup>。T1加权像和T2加权像可用于显示斑块的脂质等组成成分, 以胸锁乳突肌的肌肉信号作为参照, 纤维帽在各序列中则表现为等至低信号; 斑块内出血在T1加权像上常呈现高信号, 在T2加权像上信号强度多样<sup>[15]</sup>。质子密度加权像中, 由于血流的质子无横向磁化而未显示信号, 信号强度高的血管壁及斑块则与之对比明显, 常用来准确测量狭窄程度<sup>[16]</sup>。近年来, “黑血技术”也在不断发展, DANTE(delay alternating with nutation for tailored excitation)相较于以往的技术具有更高的信噪比和更短的检查时间, 能对管壁疾病有更好的局部覆盖<sup>[17]</sup>, 成为一种更有希望的黑血模式。

## 2.2 亮血技术

“亮血”技术利用流动性增强及激励小角度翻转脉冲,重复时间短,回波时间也少,所以采集时间短。血流信号显示为高信号,斑块则呈现为低信号,血流和斑块对比度大<sup>[18]</sup>。其中,“亮血”技术主要包括三维时间飞跃技术(three-dimensional time of flight, 3D-TOF),3D-TOF能清晰显示斑块的纤维帽、钙化等脂质坏死核心成分,还可用于鉴别斑块是否出血<sup>[19]</sup>。TOF成像中,纤维帽表现为完整的低信号环,中间为高信号血流;若纤维帽出现溃疡及破裂,则表现为不连续管腔<sup>[20]</sup>。不同时期出血,TOF信号表现不同:急性期出血为高信号,慢性出血表现为低信号<sup>[21]</sup>。而新近出现的MATCH序列则在明显缩短检查时间的同时,对于斑块下出血的检出率更高<sup>[22]</sup>。

## 2.3 增强磁共振血管造影

斑块的纤维帽由于有新生血管包埋导致血供增加而强化明显,坏死脂质则因血管系统不丰富而呈轻度强化,这就利于我们更好地区分纤维与坏死脂质,使测量脂质坏死中心的误差明显降低。有学者证实,在4周内发生缺血性卒中的患者,其颅内责任动脉斑块显示病理性强化<sup>[23]</sup>。还有学者指出,在有症状和无症状组之间,斑块强化具有显著性差异<sup>[24]</sup>。Qiao等研究指出,增强磁共振血管造影(contrast-enhanced magnetic resonance angiography, CE-MRA)检查不仅可以检测出斑块内出血,相较于3D-TOF,其诊断的准确度也更高<sup>[25]</sup>。

## 3 颈动脉粥样硬化与颅内灌注

缺血性脑卒中与颈动脉粥样硬化性狭窄关系密切,颈动脉重度狭窄后,血管横截面积减小,局部血流速度加快,但单位时间内的血流量会减少,同时粥样硬化斑块表面凹凸不平,常常诱发附壁血栓,血栓脱落造成脑栓塞,导致颅内组织的低灌注甚至出现脑梗死<sup>[26]</sup>。目前测定颅内灌注情况的方法有动态磁敏感灌注加权成像(dynamic susceptibility contrast-enhanced perfusion-weighted imaging, DSC-PWI)、动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)灌注成像技术、动态对比增强MRI(dynamic contrast enhancement MRI, DCE MRI)等<sup>[27]</sup>。

### 3.1 动态磁敏感灌注加权成像(dynamic susceptibility contrast-enhanced perfusion-weighted imaging, DSC-PWI)

主要用来反映组织的微血管分布和血流灌注情况,应用外源性对比剂,可缩短T1、T2加权弛豫时间,经后处理后得到颅内灌注情况的量化指标。颈动脉狭窄或闭塞的患者中,颅内灌注情况通常表现为平均通过时间和达峰时间延长,脑血容量及脑血流量减少,PWI的缺点在于无法完成定量检测,对梗死性病变不敏感<sup>[28]</sup>。

### 3.2 动脉自旋标记(arterial spin labeling, ASL)灌注成像技术

以动脉血中的水分子作为内源性的示踪剂,通过对成像平面的上游血液中水分子进行180°反转,使其自旋弛豫状态发生改变,到达目标层面后进行信号采集,再对未施加反转脉冲时同一层面进行信号采集,2次采集图像进行剪影,便得到脑血流图,是一种无创且无需对比造影剂的灌注成像方法<sup>[29]</sup>。根据血流中质子标记技术的不同可将其分为3类:其中连续式动脉自旋标记(continuous ASL,

cASL)可提高信噪比及标记效率,但梯度与射频的准确性差,受磁化转移效应的影响大;脉冲式动脉自旋标记(pulsed ASL, pASL)虽然克服了cASL的缺点,但信噪比低且扫描范围小;伪连续式动脉自旋标记(pseudo continuous ASL, pCASL)模仿较长连续标记模式,提高了标记效率,具有较高的信噪比,同时还具有减轻磁化转移效应的作用<sup>[30]</sup>,是目前主要的应用序列,它聚集了两者的优点。供血区动脉自选标记(territorial arterial spin labeling, TASL),也称血管标记动脉自旋标记(vessel-encoded arterial spin labeling, VE-ASL),只对单根颈内动脉进行标记,进而得到颈内动脉供血区域及脑血流量,直接获得供血范围<sup>[31]</sup>。

### 3.3 动态对比增强

MRI(dynamic contrast enhancement MRI, DCE-MRI)是基于T1的灌注成像,常用于定量研究,DCE-MRI可以在患者还未发生梗死时就提前观察到血流动力学异常,根据各种参数的比值及相互关系提供相关的脑血流动力学的功能信息,藉此提示低灌注所致脑相对微循环的病生理学状态,具有重要的临床应用价值<sup>[32]</sup>。

## 4 结论

综上所述,充分描述颈动脉狭窄患者的颈动脉管腔形态和狭窄程度,斑块的内部结构及成分,以及颅内灌注等情况,对于患者治疗策略的选择具有重要指导作用。MRI成像序列较多,评价手段也较其他影像学检查丰富,优势明显,是多模态影像评估颈动脉狭窄的一个重要发展方向。

## 参考文献

- [1] Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, et al. Heart disease and stroke statistics---2015 update: a report from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2015, 131(4): 29-322.
- [2] Zhao H, Zhao X, Liu X, et al. Association of carotid atherosclerotic plaque features with acute ischemic stroke: a magnetic resonance imaging study [J]. *Eur J Radiol*, 2013, 82(9): e465-e470.
- [3] Klein IF, Labreuche J, Lavalley PC, et al. Is moderate atherosclerotic stenosis in the middle cerebral artery a cause of or a coincidental finding in ischemic stroke? [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2010, 29(2): 140-145.
- [4] 卢绍路, 谢艺才. 三维体积扫描法飞跃法磁共振血管成像在脑血管疾病诊断中的应用价值 [J]. *实用医学影像杂志*, 2016, 6, 17(3): 257-259.
- [5] Jeffery L. CT, MR Imaging, and MR Angiography in the evaluation of patients with acute stroke [J]. *JVIR*, 2004, 15: 47-55.
- [6] 彭杰, 王启伟. 增强磁共振成像与颈动脉造影在颈动脉狭窄诊断中的应用价值 [J]. *医学影像杂志*, 2014年第24卷4期: 623-625.
- [7] Tartari S, Rizzati R, Righi R, et al. High-resolution MRI of carotid plaque with a neurovascular coil and contrast-enhanced MR angiography: one-stop shopping for the comprehensive assessment of carotid atherosclerosis [J]. *AJR*, 2011, 196(5): 1164-1171.
- [8] 陆建平, 刘崎, 何新红, 等. 三维对比剂增强MR血管成像对颈动脉病变的诊断价值 [J]. *中华放射学杂志*, 2004, 38(1): 76-81.
- [9] 王毅, 黄坚, 李鹰, 等. 多层螺旋CT血管成像的临床应用 [J]. *医学影像学杂志*, 2006, 16(2): 142-145.
- [10] 韦寅, 陈鹏, 谭臻, 李燕华, 严健明. 对比增强血管造影双期扫描在头颈部血管狭窄的临床应用 [J]. *医学影像学杂志*, 2015, 25(8): 1333-1337.

- [11] van Lammeren GW,den Hartog AG,Pasterkamp G,et al.Asymptomatic carotid artery stenosis:identification of subgroups with different underlying plaque characteristics [J].Eur J Vasc Endovasc Surg,2012,43:632-636.
- [12] Underhill HR,Hatsukami TS,Cai J,et al.A noninvasive imaging approach to assess plaque severity:the carotid atherosclerosis score [J].AJNR Am J Neuroradiol,2010,31:1068-1075.
- [13] Li M,Le WJ,Tao XF,et al.Advantage in bright- blood and black- blood magnetic resonance imaging with high- resolution for analysis of carotid atherosclerotic plaques [J].Chin Med J (Engl),2015,128(18):2478-2484.
- [14] Dieleman N,van der Kolk AG,Zwanenburg JJ,et al.Imaging intracranial vessel wall pathology with magnetic resonance imaging:current prospects and future directions[J].Circulation,2014,130:192-201.
- [15] Turan TN,Rumboldt Z,Granholt AC,et al.Intracranial atherosclerosis:correlation between in-vivo 3T high resolution MRI and pathology.Atherosclerosis,2014,237:460-463.
- [16] Lou X,Ma N,Ma L,et al.Contrast-enhanced 3T high-resolution MR imaging in symptomatic atherosclerotic basilar artery stenosis. AJNR Am J Neuroradiology,2013,34:513-517.
- [17] Li L,Chai JT,Biasioli L,et al.Black-blood multicontrast imaging of carotid arteries with DANTE -prepared 2D and 3D MR imaging[J].Radiology,2014,273(2):560-569.
- [18] Li M,Le WJ,Tao XF,et al.Advantage in bright- blood and black- blood magnetic resonance imaging with high- resolution for analysis of carotid atherosclerotic plaques [J].Chin Med J (Engl),2015,128(18):2478-2484.
- [19] Yamada K,Yoshimura S,Kawasaki M,et al.Embolic complications after carotid artery stenting or carotid endarterectomy are associated with tissue characteristics of carotid plaques evaluated by magnetic resonance imaging[J].Atherosclerosis,2011,215:399-404.
- [20] Watanabe Y,Nagayama M,Sakata A,et al.Evaluation of fibrous cap rupture of atherosclerotic carotid plaque with thin-slice source images of time-of-flight MR angiography[J].Ann Vasc Dis,2014,7(2):127-133.
- [21] Zhao H,Zhao X,Liu X,et al.Association of carotid atherosclerotic plaque features with acute ischemic stroke:A magnetic resonance imaging study[J].Eur J Radiol,2013,82(9):e465-e470.
- [22] Fan ZY,Yu W,Xie YB,et al.Multi-contrast atherosclerosis characterization (MATCH) of carotid plaque with a single 5-min scan:technical development and clinical feasibility [J].J Cardiovasc Magnetic Reson,2014,16:53.
- [23] Skarpathiotakis M,Mandell DM,Swartz RH,et al.Intracranial atherosclerotic plaque enhancement in patients with ischemic stroke [J].AJNR Am J Neuroradiol,2013,34(2):299-304.
- [24] Vakil P,Vranic J,Hurley MC,et al.T1 gadolinium enhancement of intracranial atherosclerotic plaques associated with symptomatic ischemic presentations [J].AJNR Am J Neuroradiol,2013,34(12):2252-2258.
- [25] Qiao Y,Etesami M,Malhotra S,et al.Identification of intraplaque hemorrhage on MR angiography images:a comparison of contrast -enhanced mask and time -of -flight techniques[J].AJNR Am J Neuroradiol,2011,32(3):454-459.
- [26] Carlos C,Carlos P,Fernando B,et al.Noninvasive cerebrovascular Assessment of takayasu arteritis .Stroke,2000;31:2197-2202.
- [27] 吕晋浩,娄 昕.脑侧支循环的MRI研究进展[J].中华放射学杂志,2016.7,50(7):556-558.
- [28] Ances BM,McGarvey ML,Abrahams JM,et al.Continuous arterial spin labeled perfusion magnetic resonance imaging in patients before and after carotid endarterectomy[J].J Neuroimaging,2004,14:133-138.
- [29] 任冬晴,何 丹,边 杰.3D-ASL在缺血性脑血管病的研究现状与进展[J].中国临床医学影像杂志,2016,27(10):743-746.
- [30] Borogovac A,Asllani I.Arterial Spin Labeling(ASL) fMRI:advantages,theoretical constrains and experimental challenges in neurosciences [J].Int J Biomed Imaging,2012,2012:818456.
- [31] Chng SM,Petersen ET,Zimine I,et al.Territorial arterial spin labeling in the assessment of collateral circulation:comparison with digital subtraction angiography[J].Stroke,2008,39(12):3248-3254.
- [32] 娄 昕,蔡幼铨,马 林,蔡剑鸣.颈动脉狭窄性脑缺血疾病的动态磁敏感对比增强磁共振成像研究[J].中国医学影像学杂志,2007.5,15(3):169-173.

本文编辑:王雨辰

(上接3749页)

使用黄芪注射液或者口服液进行治疗,治疗结果显示,使用黄芪注射液或者口服液治疗的有效率远高于单纯使用西药进行肺炎治疗的有效率,由此可以看出黄芪注射液起到增强体液免疫和细胞免疫的作用。另外,还有相关的研究表明,黄芪注射液可以有效的治疗儿童的喘息性支气管炎以及支原体肺炎造成的呼吸道感染等疾病。

### 3 结 语

总而言之,近几年来,相关人士通过研究黄芪的药理作用,充分发挥其在学习呼吸系统的相关疾病中的作用,在今后的医学发展中,黄芪这味上品的中药还会继续发挥

至关重要的作用。

### 参考文献

- [1] 张国用.中药黄芪的药理作用及其临床应用研究[J].实用心脑血管病杂志,2012.
- [2] 黄海艳,高建东.黄芪药理特性及在糖尿病肾病中运用研究概况[J].实用中医内科杂志,2011.
- [3] 徐 霜,胡金凤,苑玉和.补益药黄芪药理作用研究进展[J].中国药理学补益药药理专业委员会,2011.

本文编辑:吴玲丽