

颈动脉斑块的核磁共振成像检测在冠心病中研究及应用进展

吴文芳 综述 赵新湘 闫东 审校

(昆明医科大学第二附属医院放射科, 云南 昆明 650018)

【摘要】 颈动脉斑块核磁共振成像检测在脑卒中筛查的多中心研究中已经成为评价颈动脉斑块的可靠方法,但其与冠心病的关系却研究较少,现对其在冠心病中研究及应用进展进行综述,旨在提高人们对冠心病的认知和预防。

【关键词】 颈动脉; 动脉粥样硬化; 斑块; 核磁共振成像; 冠心病

【中图分类号】 R445.2

【文献标志码】 A

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2016.01.024

Magnetic Resonance Imaging Detection of Carotid Artery Plaque in Coronary Artery Disease and Its Application

WU Wenfang, ZHAO Xinxiang, YAN Dong

(Department of Radiology, The Second Affiliated Hospital of Kunming Medical University, Kunming 650018, Yunnan, China)

【Abstract】 Carotid plaque magnetic resonance imaging technology has become a reliable method for evaluating carotid artery plaque in the multi-center study of cerebral stroke. However there are limited articles regarding its value in coronary atherosclerotic heart disease. This review is aims to understand and evaluate this research progresses.

【Key words】 Carotid; Atherosclerosis; Plaque; Magnetic resonance imaging; Coronary heart disease

随着生活水平的提高,冠心病(CHD)的发病率及病死率日益增长,对CHD进行早期干预,可延缓动脉粥样硬化病程,有利于控制CHD的进展,减少心脏不良事件的发生。但对冠状动脉的检测较为困难,可通过检测颈动脉粥样硬化斑块来反映冠状动脉的病变程度,相对于超声等检测技术,核磁共振成像(MRI)软组织分辨率高,能更准确地检出斑块及判断斑块的组织学成分。此外,结合延迟增强MRI还可判断和量化心肌梗死,对CHD的诊治和预后均有重要的价值。现针对颈动脉斑块的MRI检测在CHD中的研究和应用进展进行综述,旨在提高人们对CHD的认知和预防。

1 颈动脉粥样硬化斑块与CHD相关的病理基础

CHD是指冠状动脉粥样硬化或痉挛,使血管腔狭窄、阻塞,导致心肌缺血缺氧,甚至坏死而引起的缺血性心脏病。一般认为动脉内-中膜增厚是较早期反映

动脉粥样硬化的诊断指标,然而由于动脉粥样硬化疾病中存在血管壁的重构现象,狭窄程度的测量很多时候并不能反映该疾病的严重程度^[1],因此粥样硬化斑块形成是动脉硬化的特征性标志,而颈动脉粥样硬化与冠状动脉粥样硬化具有良好的相关性^[2]。冠状动脉粥样硬化与颈动脉粥样硬化均为全身动脉硬化的一部分,两者之间有着相似的病理生理及解剖基础^[3-4]。(1)颈总动脉联系着心、脑两个重要脏器,从组织学角度看,颈总动脉属于弹性动脉,其动脉壁中层弹性膜发达,弹性膜之间有少量胶原纤维和平滑肌细胞,与冠状动脉的组织结构有些相近。(2)二者动脉硬化的机制也是一致的,炎症是动脉粥样硬化性疾病的始动因子,炎症导致血管局部中性粒细胞和单核细胞浸润,促进脂质沉积,导致动脉粥样硬化脂纹等早期病变的发生。(3)动脉粥样硬化主要侵犯大中型

基金项目:国家自然科学基金(81260213);云南省科技厅-昆明医科大学联合专项基金(2012FB054);云南省教育厅科学研究重点项目(2014Z057)

作者简介:吴文芳(1990—),硕士,主要从事磁共振诊断学研究。Email:434455617@qq.com

通信作者:闫东(1959—),教授,硕士研究生导师,主要从事介入放射学及影像诊断学研究。Email:yandong2004@hotmail.com

动脉,冠状动脉和颈动脉常同时受累^[5]。颈动脉粥样硬化的程度可反映全身动脉粥样硬化,特别是冠状动脉粥样硬化程度。大量实验和临床研究显示,通过检测外周血管粥样硬化不仅可提示冠状动脉有早期的病变,并可预测冠状动脉病变的严重程度及患者的预后。

2 MRI 检测颈动脉斑块的成像技术、斑块信号特征及相对优势

2.1 MRI 检测颈动脉斑块的成像技术

颈动脉斑块 MRI 扫描技术相位对比法(phase contrast, PC)颈动脉成像,及 T1 加权像(T1WI)、质子像(PDWI)、T2 加权像(T2WI)三个基本序列,必要时可增加颈动脉斑块对比增强扫描^[6]。

2.2 MRI 检测颈动脉斑块的信号特征及评价参数

根据斑块组织成分不同,不同序列上显示出的信号也不同:(1)脂质成分在 T1WI 上为等信号或稍高信号,在 PDWI 上多为等信号或稍高信号,少数呈低信号,在 T2WI 上呈等信号或低信号;(2)脂质坏死核心在 T1WI 上呈等信号,在 PDWI 上呈等-稍高信号,在 T2WI 上呈稍高信号;(3)纤维成分和纤维帽在 T1WI 上为高信号或稍高信号为主,少数为等信号,在 PDWI 上为高或等信号,在 T2WI 上为稍高信号;(4)斑块内出血在 T1WI 及 T2WI 上均呈高信号,在 PDWI 上呈混杂信号;(5)钙化在 T1WI 及 T2WI 上均表现为低信号,并且钙化形态呈斑点状、条状及结节状^[7]。目前 MRI 评价颈动脉斑块的参数主要有颈动脉内-中膜厚度(IMT)、斑块最大长度、斑块最大厚度、斑块总长径、斑块总厚度、斑块总面积及斑块的成分。

2.3 MRI 评价颈动脉斑块的优势及与 CHD 的相关性

MRI 具有高软组织分辨率、多参数、多序列成像、无辐射等优势,非常适用于颈动脉斑块的分析及评价。与常见的 CHD 危险因素相比,颈动脉粥样硬化与 CHD 相关性最强,优势比为 1.6。将 $IMT \geq 0.85$ mm 和粥样斑块的有无联合预测 CHD,可使特异性、敏感性及阳性预测率有所提高^[8]。研究表明 CHD 的相对危险性随 IMT 的增加也有所增加。MRI 对颈动脉狭窄及斑块的判断,对减少和防止心脑血管事件的发生具有重要意义^[9-11]。此外, MRI 还可很好地辨别纤维帽破溃形成的龛影,对纤维帽的厚度、炎性改变等显示更优,且能明确纤维帽的类型:(1)完整、厚的纤维帽;(2)完整、薄的纤维帽;(3)破裂纤维帽。对于斑块内慢性期出血的显示, MRI 优于 CT, 敏感度可达 82% ~ 92%, 特异度可达 74% ~ 100%^[12]; MRI 结合特殊软件可勾

画出血的范围,计算出血的面积,监测病变进展和随访治疗效果。

此外, MRI 可一站式扫描,结合心脏 MRI 形态、电影、灌注及延迟扫描可有效评价心脏功能及缺血心肌的改变。MRI 延迟增强能准确鉴别存活心肌和梗死心肌,动物实验研究表明, MRI 延迟增强扫描对于梗死心肌的大小及形态显示与组织学检查非常接近,已成为评价心肌梗死后心肌瘢痕形成的参照标准,瘢痕组织的多少是心肌梗死患者重要的预后指标^[13]。而对于其他非缺血性心肌病变,也能从形态、病灶范围、强化特点等方面来鉴别。

3 颈动脉粥样硬化斑块 MRI 检测在 CHD 方面的研究状况

如前所述,颈动脉粥样硬化与冠状动脉粥样硬化常同时发生,颈动脉粥样硬化的严重程度可反映冠状动脉的病变严重程度,研究^[14-15]证实颈动脉斑块的形成及颈动脉 IMT 的增加可预测脑卒中及心肌梗死的发生,而斑块的组成成分对心肌梗死的预测准确率更高,故可根据颈动脉粥样硬化斑块的大小、厚度以及斑块的稳定性来推测冠状动脉的病变程度,从而为制定和评估 CHD 的治疗方案及预后提供帮助。另有研究表明,斑块的体积测值在评估动脉粥样硬化严重程度中也具有一定的价值^[16]。IMT 局部增厚 > 1.2 mm 可判定为斑块形成,而研究发现 IMT 每增加 0.11 mm,发生急性心肌梗死的危险性就增加 11%。目前, MRI 对颈动脉斑块的分型主要为以下 8 型^[17]: I ~ II 型:管壁厚度接近正常,管壁无钙化; III 型:内膜弥漫增厚或无钙化偏心性小斑块; IV ~ V 型:斑块内有较大的坏死脂核、表面有纤维帽形成,可伴少量钙化; VI 型:斑块表面溃疡、斑块内出血或血栓形成; VII 型:钙化斑块; VIII 型:无脂核的纤维斑块,可伴少量钙化。含纤维成分多,伴有钙化的通常为硬斑块,硬斑块较稳定,常无症状;而脂质核心占斑块体积 40% 以上常为软斑块,软斑块被认为是不稳定斑块即易损斑块,这种斑块容易破裂、出血、脱落,堵塞血管,引起相应的心脑血管事件。因此斑块内成分信息也逐渐成为评估斑块危险性的重要指标,如脂质/坏死核、斑块内出血、钙化等^[18-19]。斑块的不同成分在 MRI 不同序列上信号各有特征,可根据这些信号特征分析其成分,这对易损斑块的检出显得尤为重要。易损斑块是指导致缺血事件发生倾向的一组斑块,具有下列特征:(1)较大的脂质核心;(2)薄纤维帽,易破裂;(3)富含炎性细

胞;(4)其内新生血管生长;(5)斑块内出血和表面溃疡、钙化。由于 MRI 对软组织分辨率较高,它不仅可检测斑块的大小(面积、体积),还可检测其成分(包括斑块内出血、富含脂质的坏死核、钙化、纤维帽完整性和炎症反应状态等),使易损斑块的检出率及准确率更高。为了能更好地区分纤维帽和坏死脂质核,可利用造影剂增强后的 T1WI 成像进行区分,还可加入对斑块内出血非常敏感的重 T1 加权磁化强度预备梯度回波序列(magnetization prepared rapid gradient-echo sequence)或同时非增强血管造影和斑块内出血成像序列(simultaneous non-contrast angiography and intra-plaque hemorrhage)成像来判断高危斑块特征^[20]。研究证明在冠状动脉的病变程度测定的过程中,采用颈动脉 MRI 检查评估颈动脉粥样硬化的程度具有明显的预测性,这主要是因颈动脉直径较冠状动脉更大,其狭窄发生率较冠状动脉狭窄发生率更低,能更好地显示并观测斑块^[21]。根据 MRI 对颈动脉粥样硬化斑块的上述检测,可预测冠状动脉及 CHD 的病变程度,并且也可通过心脏 MRI 对 CHD 的检测来证实这种预测是否准确。

4 颈动脉斑块 MRI 检测技术的发展及展望

颈动脉斑块的 MRI 检查要有足够高的空间分辨率和良好的信噪比(signal-to-noise ratio, SNR),要求 MRI 必须达到毫米级以下的分辨率才能较好地区分斑块内成分,因此高空间分辨率是必要的。随着 MRI 设备性能和表面线圈技术的改进,不仅有助于提高其空间分辨率和 SNR。而且能使其从常规的形态学评估向特异性更强和功能评估的方向发展;血流抑制技术方面,从依靠血液流入的垂直于成像平面的黑血技术向层面内不依靠血流的黑血技术发展;图像处理方面,正从简单的二维图像处理向有着巨量数据的三维图像处理发展^[22-26],从手动半自动的斑块分析方法向全自动的分析方法发展,这些进展也有助于提高斑块检测的精确性和可重复性^[27]。

目前,周围门控黑血技术应用于颈动脉斑块成像也有少量的研究文献,该技术可替代常规 T1WI 序列,还可评价粥样斑块内神经血管生长及炎症反应的发展趋势,在预测斑块稳定性中有可观的前景。近年来三维黑血 MRI(3D-BB-MRI)技术已被用来评价颈动脉粥样硬化斑块,这种技术能更好地抑制管腔血流信号,并可对斑块进行三维观察,但目前国内尚未见 3D-BB-MRI 定量测量颈动脉粥样硬化斑块的研究^[28]。

综上所述,由于颈动脉斑块的 MRI 检测可反映冠状动脉病变的严重程度,因此它能为制定和评估 CHD 的治疗方案及预后提供帮助。随着 MRI 技术的发展,颈动脉斑块的 MRI 检测技术不仅在脑卒中的筛查中有着重要的价值,并在对 CHD 的防治中也将发挥重要的作用。

[参考文献]

- [1] Dong L, Underhill HR, Yu W, et al. Geometric and compositional appearance of atheroma in an angiographically normal carotid artery in patients with atherosclerosis[J]. *Am J Neuroradiol*, 2010, 31(2):311-316.
- [2] Eder L, Gladman DD, Ibañez D, et al. The correlation between carotid artery atherosclerosis and clinical heart disease in lupus patients[J]. *Lupus*, 2014, 23(11):1142-1148.
- [3] Papadopoulou SL, Neefjes LA, Garcia-Garcia HM, et al. Natural history of coronary atherosclerosis by multislice computed tomography[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2012, 5(3 Suppl):S28-S37.
- [4] Zhang KY, Gai LY, Gai JJ, et al. Four-year clinical outcome in asymptomatic patients undergoing coronary computed tomography angiography[J]. *Chin Med J*, 2013, 126(9):1630-1635.
- [5] Fishbein MC. The vulnerable and unstable atherosclerotic plaque[J]. *Cardiovasc Pathol*, 2010, 19:6-11.
- [6] Makris GC, Teng Z, Patterson AJ, et al. Advances in MRI for the evaluation of carotid atherosclerosis[J]. *Br J Radiol*, 2015, 88(1052):20140282.
- [7] Turan TN, Rumboldt Z, Granholm AC, et al. Intracranial atherosclerosis: correlation between in-vivo 3T high resolution MRI and pathology[J]. *Atherosclerosis*, 2014, 237(2):460-463.
- [8] Johri AM, Behl P, Héту MF, et al. Carotid ultrasound maximum plaque height- A sensitive imaging biomarker for the assessment of significant coronary artery disease[J]. *Echocardiography*, 2015, Jun 29. doi: 10.1111/echo.13007.
- [9] Brinjikji W, Huston J 3rd, Rabinstein AA, et al. Contemporary carotid imaging from degree of stenosis to plaque vulnerability[J]. *J Neurosurg*, 2015, 31:1-16.
- [10] Freilinger TM, Schindler A, Schmidt C, et al. Prevalence of nonstenosing, complicated atherosclerotic plaques in cryptogenic stroke[J]. *JACC Cardiovasc Imaging*, 2012, 5(4):397-405.
- [11] Nörenberg D, Ebersberger HU, Diederichs G, et al. Molecular magnetic resonance imaging of atherosclerotic vessel wall disease[J]. *Eur Radiol*, 2015, Jul 3 [Epub ahead of print].
- [12] Puppini G, Furlan F, Cirotta N, et al. Characterisation of carotid atherosclerotic plaque: comparison between magnetic resonance imaging and histology[J]. *Radiol Med*, 2006, 111(7):921-930.
- [13] American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents, Hundley WG, Bluemke DA, et al. ACCF/ACR/AHA/NASCI/SCMR 2010 expert consensus document on cardiovascular magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Expert Consensus Documents[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2010, 55:2414-2462.
- [14] Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, et al. 2013 ESH/ESC Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension[J]. *Blood Press*, 2014, 23(1):3-16.
- [15] Yuk HB, Park HW, Jung IJ, et al. Analysis of carotid ultrasound findings on cardiovascular events in patients with coronary artery disease during seven-year follow-up[J]. *Korean Circ J*, 2015, 45(1):28-37.
- [16] Finn AV, Kolodgie FD, Virmani R. Correlation between carotid intimal/medial thickness and atherosclerosis: a point of view from pathology[J]. *Arterioscler*

- Thromb Vasc Biol,2010,30(2):177-181.
- [17] Underhill HR, Hatsukami TS, Cai J, et al. A noninvasive imaging approach to assess plaque severity: the carotid atherosclerosis score[J]. *Am J Neuroradiol*, 2010,31(6):1068-1075.
- [18] Gupta A, Baradaran H, Schweitzer AD, et al. Carotid plaque MRI and stroke risk: a systematic review and meta-analysis[J]. *Stroke*,2013,44:3071-3077.
- [19] Collado S, Coll E, Nicolau C, et al. Carotid atherosclerotic disease predicts cardiovascular events in hemodialysis patients: a prospective study[J]. *PLoS One*,2015,10(6):e0127344.
- [20] Wang J, Bornert P, Zhao H, et al. Simultaneous noncontrast angiography and intraplaque hemorrhage (SNAP) imaging for carotid atherosclerotic disease evaluation[J]. *Magn Reson Med*,2013,69:337-345.
- [21] Staff AC, Dechend R, Redman CW. Review: preeclampsia, acute atherosclerosis of the spiral arteries and future cardiovascular disease: two new hypotheses[J]. *Placenta*,2013,34(Suppl):S73-S78.
- [22] Qiao Y, Steinman DA, Qin Q, et al. Intracranial arterial wall imaging using three-dimensional high isotropic resolution black blood MRI at 3.0 Tesla[J]. *J Magn Reson Imaging*,2011,34:22-30.
- [23] Zou Z, Li R, Zhao X, et al. Validation of 3D multi-contrast black blood sequences with large coverage for one-stop neurovascular screening[C]. *Proc Intl Soc Mag Reson Med*,2013,21:0877.
- [24] Buhk JH, Finck-wedel AK, Buchert R, et al. Screening for atherosclerotic plaques in the abdominal aorta in high-risk patients with multicontrast-weighted MRI: a prospective study at 3.0 and 1.5 tesla[J]. *Br J Radiol*,2011,84:883-889.
- [25] Chi J, Chiu B, Cao Y, et al. Assessment of femoral artery atherosclerosis at the adductor canal using 3D black-blood MRI[J]. *Clin Radiol*,2013,68:e213-e221.
- [26] Chen H, Ricks J, Rosenfeld M, et al. Progression of experimental lesions of atherosclerosis: assessment by kinetic modeling of black-blood dynamic contrast-enhanced MRI[J]. *Magn Reson Med*,2013,69:1712-1720.
- [27] Liu W, Balu N, Sun J, et al. Segmentation of carotid plaque using multicontrast 3D gradient echo MRI[J]. *J Magn Reson Imaging*,2012,35:812-819.
- [28] Inoue Y, Yoneyama M, Nakamura M, et al. Carotid plaque assessment using inversion recovery T1 weighted-3 dimensions variable refocus flip angle turbo spin echo sampling perfection with application optimized contrast using different angle evolutions black blood imaging[J]. *Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi*, 2012,68(7):880-888.

收稿日期:2015-04-28 修回日期:2015-08-03