

高分辨率磁共振成像评估椎动脉夹层的显示效果分析

乔庆军

(南阳医学高等专科学校医学技术系,河南省南阳市 473000)

[关键词] 椎动脉夹层; 高分辨率磁共振成像; 斑块; 血管壁成像; 椎动脉发育不全

[摘要] 目的 探讨高分辨率磁共振成像(HR-MRI)在评估椎动脉夹层(VAD)方面对血管腔、血管壁结构及成分的显示效果。方法 回顾性纳入2012年1月至2016年4月连续就诊且完成数字减影血管造影、磁共振血管造影、磁共振成像(MRI)和HR-MRI的5例VAD患者作为研究对象,比较和分析HR-MRI对VAD的诊断价值。结果 HR-MRI能确定以下内容:(1)椎动脉粥样硬化斑块由大量脂质核心组成;(2)VAD内存在大面积的“假腔”和完全塌陷的“真腔”;(3)HR-MRI能有效区分先天性椎动脉发育不全和动脉粥样硬化斑块。此外,基于经典MRI的病因诊断,在HR-MRI扫描后,2例患者加入了降脂药物治疗,2例患者在短时间内使用双重抗血小板药物。结论 将HR-MRI应用于VAD患者的诊断中,能更详细地阐明受影响血管壁的状况,有助于临床医师更好识别个体患者的发病机制并选择最佳治疗药物。

[中图分类号] R743.3

[文献标识码] A

Display effect analysis of high-resolution magnetic resonance imaging in evaluating vertebral artery dissection

QIAO Qing-Jun

(Department of Medical Technology, Nanyang Medical College, Nanyang, Henan 473000, China)

[KEY WORDS] Vertebral artery dissection; High-resolution magnetic resonance imaging; Plaque; Vessel wall imaging; Vertebral artery hypoplasia

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the display effect of high-resolution magnetic resonance imaging (HR-MRI) on the evaluation of vascular lumen, vascular wall structure and composition in vertebral artery dissection (VAD). **Methods** 5 patients with VAD who were completed with digital subtraction angiography, magnetic resonance angiography, magnetic resonance imaging (MRI) and HR-MRI were enrolled retrospectively from January 2012 to April 2016 in this study. The diagnostic value of HR-MRI for VAD was compared and analyzed. **Results** HR-MRI could determine the following: (1)The atherosclerotic plaque of vertebral artery was composed of a large number of lipid core; (2)There was a large area of “false cavity” and completely collapsed “true cavity” in VAD; (3)HR-MRI could effectively distinguish congenital vertebral artery hypoplasia and atherosclerotic plaque. In addition, based on the etiological diagnosis of classic MRI, after HR-MRI scan, 2 patients were treated with lipid-lowering drugs, and 2 patients were treated with dual antiplatelet drugs in a short period of time. **Conclusion** The application of HR-MRI in the diagnosis of VAD patients can explain the condition of the affected vessel wall in more detail, which can help doctors better identify the pathogenesis of individual patients and select the best therapeutic drug.

椎动脉夹层(vertebral artery dissection, VAD)是椎动脉壁层内的撕裂导致血液在动脉压力下进入动脉壁内形成血肿,最终会发展为蛛网膜下腔出血或脑梗死^[1-2]。多模态影像检查技术如数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)、时间飞跃磁共振血管造影和计算机断层扫描血管造影等已被用于

VAD的诊断,这些成像技术能显示血管内血流情况并提供有关血管腔的信息^[3-6]。然而,受模式的限制,多模态影像检查技术只适用于血管构造的评估而不能区分血管病变,因为不同的病理可能表现出类似的腔内缺陷,而只有通过血管壁的直接成像才可能区分这些病理。近年来,随着磁共振成像(magnetic res-

[收稿日期] 2017-04-20

[修回日期] 2017-07-29

[作者简介] 乔庆军,硕士,讲师,研究方向为物理学研究与教学,E-mail为 hlqy36@163.com。

onance imaging, MRI)相关的设备和技术的迅速发展, 3.0T MRI具备了颅内血管壁高分辨率成像的能力。高分辨率MRI (high-resolution MRI, HR-MRI)可以为动脉壁和腔内提供出色的可视化效果,从而能够检测VAD的主要和次要特征^[7-8]。在本文中,我们评估了HR-MRI在描述VAD方面对血管腔、血管壁结构及成分的显示效果,探讨HR-MRI血管壁成像在VAD诊断中的应用价值。

1 资料和方法

1.1 研究对象

在伦理委员会审查批准后,我们选择2012年1月至2016年4月连续就诊且完成DSA、MRI序列[T1WI、T2WI和磁共振血管造影(magnetic resonance angiography, MRA)]和HR-MRI的5例VAD患者作为研究对象,其中男2例,女3例,年龄35~74岁。在临床症状基础上,结合多模式影像学评估,达到以下3项条件中至少1项者可初步诊断为VAD^[9-10]:(1)DSA发现双腔征、串珠征或鼠尾征,静脉期示假性动脉瘤;(2)血管超声检查显示椎动脉成双腔结构,存在不规则狭窄、壁内血肿、局部管腔外径增加或血管内层破口;(3)MRI发现动脉壁内血肿、双腔或内膜瓣,并显示有串珠征、动脉瘤样扩张或血管闭塞。

1.2 检查方法和图像分析

所有患者均接受20通道相控阵专用头部线圈的3-T MRI扫描仪(德国Siemens公司)进行MRI检查。常规MRI方案包括一组完整的弥散加权成像(diffusion weighted imaging, DWI)、T1和T2加权成像、流体衰减反转恢复成像、梯度扫描成像、颅内区域的三维(3D)时间飞跃血管造影和对比度增强颅内和颅外区域的血管造影。在由MRA鉴定的狭窄

部分进行HR-MRI。使用3D MRA定位器(选择最大强度投影图像和3D时间飞跃MRA的源图像作为俯视图)来确保横截面图像垂直于椎动脉的狭窄段。获得4个不同的对比加权图像(T1加权、T2加权、质子密度和磁敏感加权)。成像序列的参数如下:(1)涡旋自旋回波T1加权图像:重复时间(TR)/回波时间(TE)=800-1000/8.4 ms,视场(FOV)=10 cm,矩阵尺寸=200×200,切片厚度=1 mm,激发次数(NEX)=2,截面厚度/交叉间隙=5/1.5 mm,采集时间=6 min 42 s;(2)涡旋自旋回波质子密度加权成像:TR/TE=2000/32 ms,FOV=10 cm,矩阵尺寸=200×200,切片厚度=1 mm, NEX=2,采集时间=10 min 34 s;(3)涡旋自旋回波T2加权图像:TR/TE=2000/100 ms,FOV=10 cm,矩阵尺寸=200×200,切片厚度=1 mm, NEX=2,截面厚度/交点间距=5/1.5 mm,采集时间=9 min 24 s;(4)磁敏感加权成像:TR/TE=31/7.2 ms,翻转角(FA)=17°,矩阵=332×334,FOV=200 mm,切片厚度=2 mm,采集时间=1 min 44 s。使用非相位缠绕技术避免混叠和傅里叶变换补零来减小像素尺寸,得到的像素大小为0.2 mm×0.2 mm×1 mm。图像分析通过经验丰富的神经放射学专家和卒中神经病学专家基于常规的MRI和HR-MRI结果和医疗记录进行讨论并达成共识。

2 结果

2.1 患者的临床和影像资料

5例患者年龄35~74岁(中位数63岁),无中风病史,危险致病因素中较为常见的有糖尿病、高血压。DWI发现,所有患者有急性病变。5例患者中有3例(1、4、5号)在后循环区域有单一病变,2例(2和3号)患有多灶性病变(表1)。

表1. 患者的临床和影像资料

Table 1. Clinical and imaging data of the patients

病例号	年龄(岁)/性别	危险因素	DWI病变	MRA	DSA	HR-MRI
1	70/男	糖尿病和高血压	左椎外侧髓质	左椎动脉发育不全	左椎V4段夹层	狭窄的管腔直径,无动脉壁增厚
2	74/女	糖尿病、高血压和心肌梗死	双边内侧髓质	双椎V4段局部狭窄	左椎V4末段(65%)和右椎V4(55%)夹层	管壁异质、血肿、呈新月形
3	63/男	吸烟	左椎后小脑下动脉	左椎V3段闭塞	双侧小脑后下动脉完全闭塞	偏心性血管壁增厚、增强
4	52/女	糖尿病和高血压	右椎外侧髓质	右椎V4段闭塞	右椎V4段逐渐闭塞	“真腔”完全塌陷,有较大面积“假腔”
5	35/女	无	左椎外侧髓质	正常	左椎V4段局部狭窄和远侧轻微梭形扩张	管壁均匀增厚

2.2 MRA 和 DSA 特征

MRA 分析发现,1 例患者(2 号)存在明显的动脉粥样硬化狭窄,2 例患者(1 和 4 号)出现节段闭塞,1 例(3 号)为完全闭塞。1 例患者(5 号)无椎动脉异常,但在 DWI 中发现有明确的急性损伤。DSA 分析显示,4 例患者(1、2、3、4 号)均没有直接征象,1 例患者(5 号)发现局部不规则壁和轻度梭形扩张,怀疑为夹层。

2.3 HR-MRI 特征

在常规 MRA 和 DSA 后进行 HR-MRI 检查,其在显示血管腔、血管壁结构及成分方面具有以下特点:首先,HR-MRI 具有独特的表征斑块软组织成分观察能力,例如纤维帽厚度、脂质核心尺寸,以及最近的病理学研究中已确定的卒中风险指标等,即使是在椎动脉中,HR-MRI 也能观察到动脉粥样硬化斑块的组成。在本研究中,我们能够观察到:(1)在 T1 图像中出现一个大的脂质核心或轻度的高信号强度和 T2 图像中的低信号强度(图 1E、F);(2)T1 图像中斑块出血为高信号强度(图 2E);(3)水肿为高信号强度(图 3E-H)。

其次,HR-MRI 在显示 VAD 的管壁水肿方面具

有较强优势。目前,多模态影像检查技术对于 VAD 的诊断仍然是困难的,甚至连 DSA 也无法评估血管壁的状态,本研究中 1 例(4 号)患者怀疑为 VAD,但仅靠这些证据还不足以最终确诊;相比之下,HR-MRI 显示出大面积的“假腔”和完全塌陷的“真腔”,这证实了 VAD 的诊断(图 3)。另外 1 例(5 号)患者 MRA 显示椎动脉腔正常,DSA 显示 V4 段的局部狭窄和远侧部分轻度梭形扩张,在这种情况下很容易误诊为是一种分支动脉粥样硬化性疾病而不是 VAD,而 HR-MRI 显示椎动脉的同心壁增厚和后小脑下动脉的孔偏心壁增厚,有效证实了疾病为 VAD(类似图 1A-H)。

最后,HR-MRI 能有效区分先天性椎动脉发育不全和动脉粥样硬化斑块。在 2 例(1 号和 3 号)患者中,MRA 检查结果怀疑左侧椎动脉直径发育不良(直径 2 mm),DSA 检查结果也表明 2 例患者均存在椎动脉发育不良。在 1 号患者中,HR-MRI 显示狭窄的管腔直径,无动脉壁增厚,证实先天性发育不良(类似图 2A-D)。在 3 号患者中,意外发现 HR-MRI 显示了大量血栓引起血管完全闭塞的动脉粥样硬化斑块(类似图 2E 和 H)。

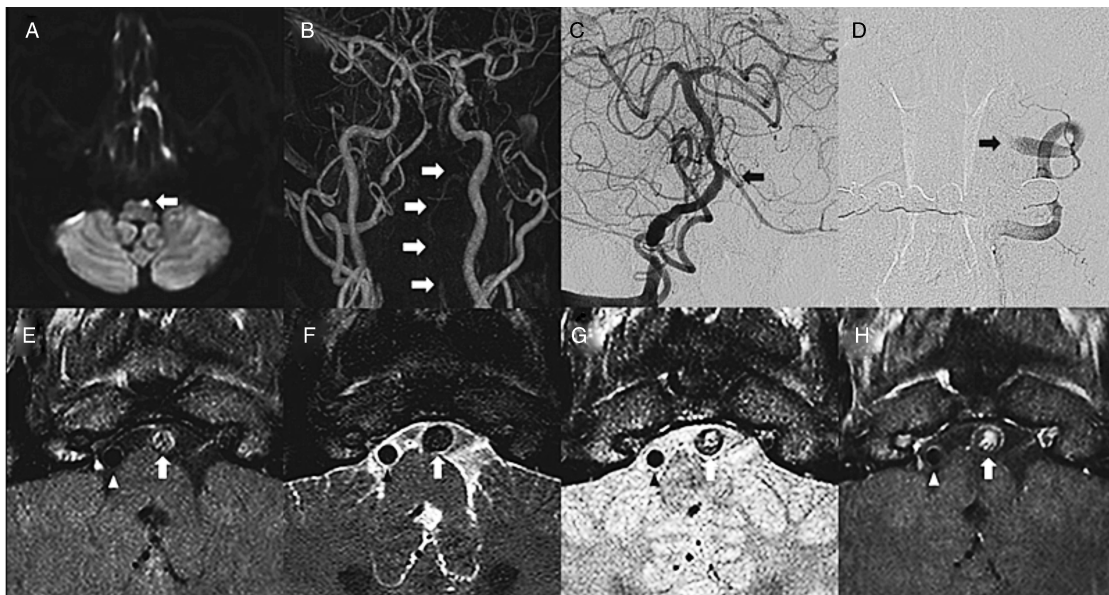


图 1. 1 号患者的影像特征 A 为 DWI 显示高强度信号的左椎外侧髓质损伤;B 为 MRA 显示左椎动脉弥漫性狭窄,箭头所指为左椎动脉发育不全;C 为 DSA 显示右椎动脉正常;D 为 DSA 显示左椎 V4 段远端动脉闭塞;E 为 T1 HR-MRI 显示大脂质核心(箭头)的异信号或轻度高信号病变;F 为 T2 HR-MRI 显示均匀的低信号病变;G 为涡旋自旋回波质子密度加权成像显示右下壁增厚;H 为 T1 动态对比增强 HR-MRI 显示具有异质性的斑块构成。

Figure 1. Imaging features of number 1 patient

3 讨论

椎动脉夹层是指椎动脉壁层内弹性膜撕裂,使

得动脉血通过破损的动脉壁内膜进入血管壁,导致血管壁分层,形成血管壁内的水肿和假腔^[11-12]。调查显示,由 VAD 引起的缺血性卒中占全部缺血性卒

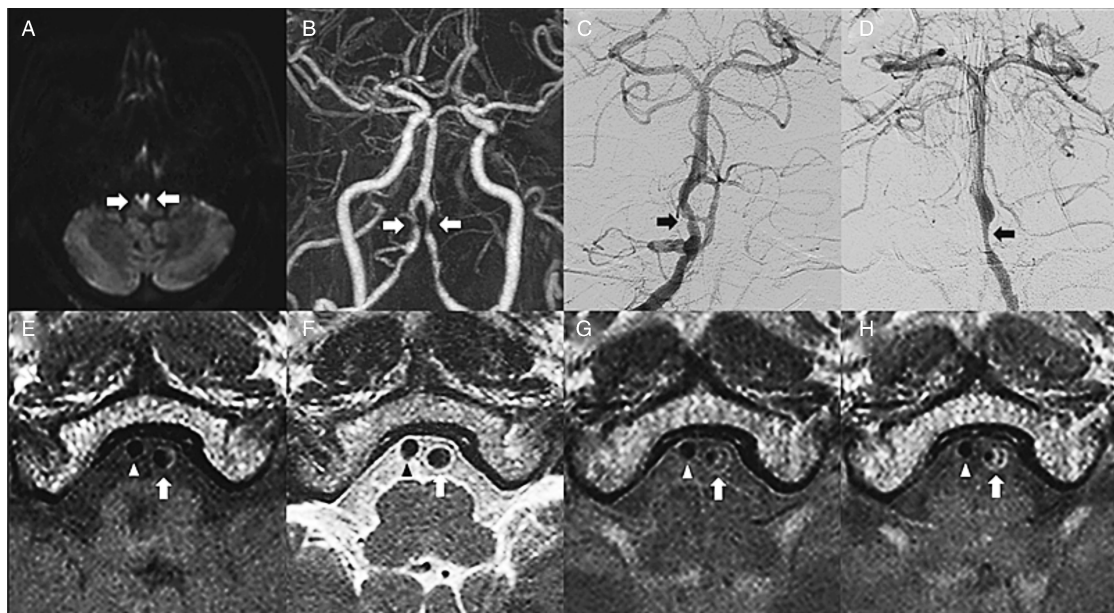


图 2. 2 号患者的影像特征 A 为 DWI 显示高信号强度的双侧前髓质局灶性损伤;B 为 MRA 显示双侧远端靠近椎基底旁关节处椎动脉严重狭窄;C 为 DSA 显示右侧远端椎动脉 55% 狭窄(箭头所示);D 为 DSA 显示左侧远端椎动脉 65% 狭窄(箭头所示);E 为 T1 HR-MRI 显示新月形均匀高信号,箭头所示为左侧椎动脉出现异常出血;F 为 T2 HR-MRI 显示均匀强度等信号病变;G 为涡旋自旋回波质子密度加权成像显示高信号强度的纤维帽和低信号强度的突发性出血(箭头所示);H 为 T1 动态对比增强 HR-MRI 显示左侧血管壁和纤维帽的增强,以及右侧椎动脉血管壁完好,没有动脉粥样硬化斑块的迹象。

Figure 2. Imaging features of number 2 patient

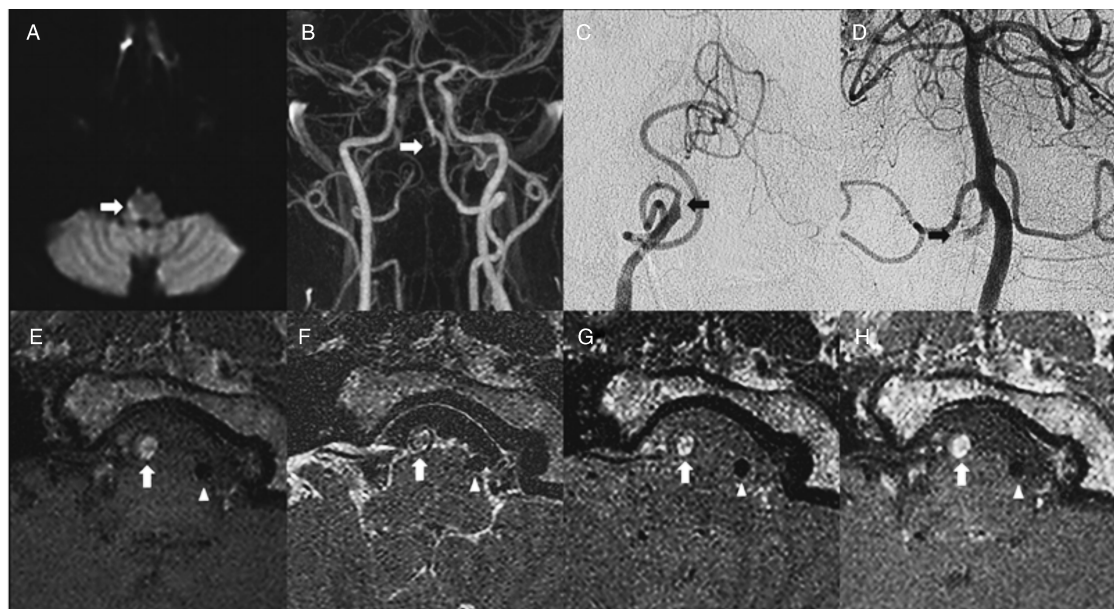


图 3. 4 号患者的影像特征 A 为 DWI 显示高信号强度的右侧髓质损伤;B 为 MRA 显示右椎动脉 V4 段闭塞;C 为 DSA 显示右椎动脉 V4 段逐渐闭塞;D 为 DSA 显示右椎动脉逆向充盈;E 为 T1 HR-MRI 显示高信号强度损伤,表明血管因管壁血肿而堵塞,右下壁增厚表明假腔虚缩;F 为 T2 HR-MRI 显示异质性等信号病变;G 为涡旋自旋回波质子密度加权成像显示异质性高信号病变;H 为 T1 动态对比增强 HR-MRI 显示增强性病变,表明管壁存在较大血肿。E-H 中的箭头显示左椎动脉正常。

Figure 3. Imaging features of number 4 patient

中的 1%, 并且占青年缺血性卒中的 15% 左右^[13-14]。50% 以上的 VAD 患者会出现后循环脑缺血、脑梗死症状,但也有一些患者仅表现出头晕、头痛等非典

型性临床症状或无临床症状^[15]。脑缺血症状中最常见的是脑干缺血,其次是小脑缺血和枕叶缺血。外伤、剧烈的颈部运动可作为 VAD 形成的诱因,可

伴有剧烈后枕部头痛。VAD 的病因比较复杂,涉及遗传性结缔组织病、外部冲击或创伤、感染、高血压、动脉粥样硬化等^[16]。

随着 MRI 相关设备和技术的迅速发展,更为精确的诊断已被用于缺血性卒中患者的诊治中,有效的帮助了医生更好识别个体患者的卒中机制并选择最佳治疗药物,这可能会阻止未来血管事件的发生。HR-MRI 有效提高了 VAD 的诊断水平,通常 VAD 的 HR-MRI 表现为包括管壁血肿呈新月形、双腔征、枕骨下外壳征、内膜瓣等^[17-18]。此外,HR-MRI 在提供管壁信息方面也具有无创性和分辨率高等优势。本研究中,我们通过 HR-MRI 对 VAD 患者的椎动脉病理学进行研究,主要结果如下:首先,我们发现在椎动脉中存在各种组成的动脉粥样硬化斑块,与在颈动脉或冠状动脉报道的一样^[19-20];通过 HR-MRI 可以清楚地识别出脂质核心和斑块出血,这些被认为是斑块不稳定的主要因素^[21]。其次,我们发现 HR-MRI 可以证实 VAD 的存在。最后,HR-MRI 能有效区分先天性椎动脉发育不全和动脉粥样硬化斑块。椎动脉口径先天性变异或不对称性并不罕见,患者易发生后循环缺血。为了准确诊断椎动脉发育不良,目前临床常用的成像方式仍然是 DSA,因为造影剂在后狭窄动脉管腔中的浓度降低会导致 MRA 过高估计椎动脉狭窄的程度。由于 VAD 引起的造影剂流量受限,因此 MRA 对于椎动脉发育不全和动脉粥样硬化狭窄分化的判断被认为是不可靠的。然而,通过 HR-MRI 对血管壁进行直接成像可以为先天性椎动脉发育不良提供准确的诊断,避免了不必要的侵入性手术实施。

值得注意的是,HR-MRI 不仅能够揭示各种椎动脉粥样硬化、夹层和先天性发育异常的隐性病变,而且对个体二级卒中预防治疗策略的提出也具有影响。在本研究中的 5 名患者中,2 例患者(3 号和 5 号)在 HR-MRI 扫描后改变了先前的药物治疗方案,均加入降脂药;2 例患者(1 号和 2 号)获得了有关斑块不稳定的附加信息,因此,我们决定在短时间内使用双重抗血小板药物。

在确定机制和最佳二级预防的背景下,了解血管壁病理生理学特征无疑在 VAD 诊断中起重要作用。本研究通过使用 HR-MRI 描述 VAD 方面的血管腔、血管壁结构及成分,使常规脑成像不可可视化的几个关键椎动脉病变达到可视化效果,提高了诊断的准确率。然而,在实际应用过程中我们认为 HR-MRI 的分辨率和特异性仍有待进一步提高。此外,为了方便 HR-MRI 的使用,更简单的操作和更少

的传导时间应被考虑,有待在未来临床工作中逐渐改进。

[参考文献]

- [1] Liu J, Jing L, Zhang Y, et al. Successful retreatment of recurrent intracranial vertebral artery dissecting aneurysms after stent-assisted coil embolization: A self-controlled hemodynamic analysis[J]. *World Neurosurg*, 2017, 97(2): 344-350.
- [2] Ota N, Tanikawa R, Eda H, et al. Radical treatment for bilateral vertebral artery dissecting aneurysms by reconstruction of the vertebral artery [J]. *J Neurosurg*, 2016, 125(4): 953-963.
- [3] Fukuhara K, Ogata T, Ouma S, et al. Impact of initial symptom for accurate diagnosis of vertebral artery dissection [J]. *Int J Stroke*, 2015, 10(A100): 30-33.
- [4] Rocha MD, Nakao BH, Manoel EM, et al. Vertebral artery dissection: an important differential diagnosis of vertigo [J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2015, 83(3): 367-369.
- [5] Nomura K, Mishina M, Okubo S, et al. Long-term observation of lateral medullary infarction due to vertebral artery dissection assessed with multimodal neuroimaging [J]. *J Nippon Med Sch*, 2015, 82(1): 68-72.
- [6] Mikkelsen R, Dalby RB, Hjort N, et al. Endovascular treatment of basilar artery thrombosis secondary to bilateral vertebral artery dissection with symptom onset following cervical spine manipulation therapy [J]. *Am J Case Rep*, 2015, 16(9): 868-871.
- [7] Hwang J, Chung JW, Cha J, et al. Selective application of high-resolution 3T MRI in the evaluation of intracranial vertebral artery dissection [J]. *J Neuroimaging*, 2017, 27(1): 71-77.
- [8] Park KJ, Jung SC, Kim HS, et al. Multi-contrast high-resolution magnetic resonance findings of spontaneous and unruptured intracranial vertebral artery dissection: Qualitative and quantitative analysis according to stages [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2016, 42(1-2): 23-31.
- [9] 朱国, 金佳丽, 李敬伟, 等. 高分辨率磁共振血管壁成像在脑动脉夹层分离诊断中的价值[J]. *国际脑血管病杂志*, 2016, 24(7): 592-599.
- [10] Zhou M, Zheng H, Gong S, et al. Vertebral artery hypoplasia and vertebral artery dissection: A hospital-based cohort study[J]. *Neurology*, 2015, 84(8): 818-824.
- [11] Hoon LS, Sup SH, Hwan LS, et al. Endovascular treatment of vertebral artery dissecting aneurysms that cause subarachnoid hemorrhage: Consideration of therapeutic approaches relevant to the angioarchitecture[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 58(3): 175-183.
- [12] Sorrentino D, Biehler JL, Warman R. Pediatric homony-

- mous superior quadrantanopia in the presence of acute vertebral artery dissection [J]. *Pediatr Emerg Care*, 2015, 31(12): 856-859.
- [13] Arauz A, Hernándezcuriel B, Colínluna J, et al. Multiple hereditary exostoses and stroke due to vertebral artery dissection [J]. *J Vasc Interv Neurol*, 2015, 8(1): 46-48.
- [14] 程学英, 王剑锋. 缺血性卒中不可忽视的病因——脑动脉夹层 [J]. *中国实用内科杂志*, 2014, 34(5): 457-459.
- [15] 魏景景, 涂江龙, 邓丽影, 等. 自发性颈动脉夹层致缺血性脑卒中的治疗进展 [J]. *临床神经病学杂志*, 2013, 26(5): 390-392.
- [16] 赵晓霞, 武剑, 黄小钦. 高分辨率磁共振成像诊断椎动脉夹层合并基底动脉闭塞患者一例 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2014, 11(11): 599-601.
- [17] Jung SL, Choi HS, Jang J, et al. Bilateral thalamic infarction after traumatic vertebral artery dissection [J]. *Can J Neurol Sci*, 2015, 42(3): 208-209.
- [18] Arai D, Satow T, Komuro T, et al. Evaluation of the arterial wall in vertebrobasilar artery dissection using high-resolution magnetic resonance vessel wall imaging [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2016, 25(6): 1444-450.
- [19] Sun J, Zhao XQ, Balu N, et al. Carotid magnetic resonance imaging for monitoring atherosclerotic plaque progression: a multicenter reproducibility study [J]. *Int J Cardiovasc Imaging*, 2015, 31(1): 1-9.
- [20] Xu P, Lv L, Li S, et al. Use of high-resolution 3.0-T magnetic resonance imaging to characterize atherosclerotic plaques in patients with cerebral infarction [J]. *Exp Ther Med*, 2015, 10(6): 2424-2428.
- [21] 李凤, 李淮玉. 颈动脉粥样硬化斑块易损性的临床评估手段 [J]. *中国脑血管病杂志*, 2015, 12(8): 443-448.
- (此文编辑 曾学清)

(上接第 1142 页)

- [6] Li HY, Zhao X, Liu YZ, et al. Plasma microRNA-126-5p is associated with the complexity and severity of coronary artery disease in patients with stable angina pectoris [J]. *Cell Physiol Biochem*, 2016, 39(3): 837-846.
- [7] Liu H, Yang N, Fei Z, et al. Analysis of plasma miR-208a and miR-370 expression levels for early diagnosis of coronary artery disease [J]. *Biomed Rep*, 2016, 5(3): 332-336.
- [8] 刘晓红, 洪苍浩, 汤国法, 等. 氧化低密度脂蛋白、高敏 C 反应蛋白与冠状动脉支架置入后再狭窄的关系 [J]. *临床心血管病杂志*, 2010, 26(5): 326-328.
- [9] Jukema JW, Verschuren JJ, Ahmed TA, et al. Restenosis after PCI (Part 1): pathophysiology and risk factors [J]. *Nat Rev Cardiol*, 2011, 9(1): 53-62.
- [10] Ji R, Cheng Y, Yue J, et al. MicroRNA expression signature and antisense-mediated depletion reveal an essential role of MicroRNA in vascular neointimal lesion formation [J]. *Circ Res*, 2007, 100(11): 1579-588.
- [11] Yu ZH, Wang HT, Tu C. Diagnostic value of microRNA-143 in predicting in-stent restenosis for patients with lower extremity arterial occlusive disease [J]. *Eur J Med Res*, 2017, 22(1): 2.
- [12] He M, Gong Y, Shi J, et al. Plasma microRNAs as potential noninvasive biomarkers for in-stent restenosis [J]. *PLoS One*, 2014, 9(11): e112043.
- [13] Korff T, Pfisterer L, Schorpp-Kistner M. miR-663 and the miraculous vascular smooth muscle phenotypic switch [J]. *Circ Res*, 2013, 113(10): 1102-105.
- [14] Fichtlscherer S, De Rosa S, Fox H, et al. Circulating microRNAs in patients with coronary artery disease [J]. *Circ Res*, 2010, 107(5): 677-684.
- [15] 李巍, 黄岚. PCI 术后再狭窄的病理生理及其危险因素 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2013, 21(4): 375-380.
- [16] Gao W, He HW, Wang ZM, et al. Plasma levels of lipometabolism-related miR-122 and miR-370 are increased in patients with hyperlipidemia and associated with coronary artery disease [J]. *Lipids Health Dis*, 2012, 11(1): 1-8.
- [17] Fan J, Ma J, Xia N, et al. Clinical value of combined detection of CK-MB, MYO, cTnI and plasma NT-proBNP in diagnosis of acute myocardial infarction [J]. *Clin Lab*, 2017, 63(3): 427-433.
- (此文编辑 曾学清)