

3D-SPACE MRI 对后循环颅内段不同支架的随访评价

程 佳, 管 生, 刘 朝, 谢珊珊, 程敬亮, 徐浩文

【摘要】 目的 初步探讨三维可变翻转角快速自旋回波序列(3D-SPACE) MRI 对后循环颅内段支架植入术后支架内再狭窄(ISR)程度的随访价值。**方法** 回顾性分析 2017 年 4 月至 2018 年 10 月郑州大学第一附属医院收治的 20 例后循环颅内段 Neuroform、Enterprise、Solitaire 等 3 种支架植入术后接受 DSA 和 3D-SPACE MRI 随访患者临床资料。评价不同支架 3D-SPACE MRI 所示 ISR 程度图像质量,并与 DSA 检查结果作对比,进而展示其随访价值。**结果** 20 例患者中植入 Neuroform 支架 16 例,Enterprise 支架 3 例,Solitaire 支架 1 例,DSA 证实 ISR 8 例(Neuroform 支架 5 例,Enterprise 支架 2 例,Solitaire 支架 1 例)。3D-SPACE MRI 图像质量分析显示,Solitaire 支架近端可见明显磁敏感伪影,Neuroform 和 Enterprise 支架成像质量良好。3D-SPACE MRI 所检测 Neuroform 支架 ISR 狭窄程度与 DSA 一致性较高。8 例 ISR 患者图像分析显示,2 例 Neuroform 支架 3D-SPACE MRI 强化范围大于 DSA,6 例强化范围与 DSA 一致;5 例 Neuroform 支架中 3 例 3D-SPACE MRI 表现为弥漫性强化。**结论** 3D-SPACE MRI 可用于后循环颅内段 Neuroform、Enterprise 支架植入术后随访。其管壁强化规律及临床指导价值尚需进一步研究,Solitaire 支架评估还需更大样本量研究。

【关键词】 3D-SPACE MRI; Neuroform 支架; Enterprise 支架; Solitaire 支架; 支架内再狭窄

中图分类号:R743.3 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2019)-010-0923-05

Application of 3D-SPACE MRI in evaluating in-stent restenosis degree after implantation of different stents in posterior circulation intracranial segment CHENG Jia, GUAN Sheng, LIU Chao, XIE Shanshan, CHENG Jingliang, XU Haowen. Department of Interventional Neurology, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan Province 450052, China

Corresponding author: GUAN Sheng, E-mail: gsradio@126.com

【Abstract】 Objective To preliminarily discuss the value of three-dimensional sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolutions(3D-SPACE) MRI sequence in the follow-up observation of in-stent restenosis (ISR) degree after implantation of different stents in posterior circulation intracranial segment. **Methods** The clinical follow-up DSA and 3D-SPACE MRI materials of 20 patients, who received stent implantation in posterior circulation intracranial segment with three different stents (including Neuroform, Enterprise and Solitaire) during the period from April 2017 to October 2018 at the First Affiliated Hospital of Zhengzhou University of China, were retrospectively analyzed. The qualities of 3D-SPACE MRI images that well displayed the ISR degree of different stents were evaluated, and the results were compared with DSA findings so as to clarify the follow-up value of 3D-SPACE MRI. **Results** Among the 20 patients, Neuroform stent was used in 16, Enterprise stent was employed in 3, and Solitaire stent was adopted in one. DSA confirmed that ISR occurred in 8 patients. Of the 8 patients, Neuroform stent was used in 5, Enterprise stent in 2 and Solitaire stent in one. The analysis of the quality of 3D-SPACE MRI imaging quality showed that obvious magnetic sensitive artifacts were demonstrated at the proximal end of Solitaire stent, and both Neuroform stent and Enterprise stent were displayed with excellent imaging quality. The

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2019.010.002

作者单位: 450052 郑州大学第一附属医院神经介入科(程 佳、管 生、刘 朝、徐浩文)、磁共振科(谢珊珊、程敬亮)

通信作者: 管 生 E-mail: gsradio@126.com

stenotic degree of Neuroform stent measured by 3D-SPACE MRI was highly consistent with DSA results. Image analysis of 8 patients with ISR demonstrated that the enhancement extent of Neuroform stent on 3D-SPACE MRI was greater than that on DSA in 2 patients and was quite consistent with that of DSA in 6 patients. Of 5 patients using Neuroform stent, diffuse enhancement on 3D-SPACE MRI was observed in 3 patients. **Conclusion** 3D-SPACE MRI can be used in follow-up observation after the implantation of Neuroform stent and Enterprise stent in posterior circulation intracranial segment. The regular pattern of stent wall enhancement and its clinical guidance value need to be further studied, and the evaluation of Solitaire stent requires more studies with large sample. (J Intervent Radiol, 2019, 28: 923-927)

[Key words] 3D-SPACE MRI; Neuroform stent; Enterprise stent; Solitaire stent; in-stent restenosis

颅内动脉粥样硬化性疾病是导致脑卒中的重要原因,亚洲国家发病率较高^[1]。由于颅内血管解剖结构特殊性,颅内支架不断发展完善,支架植入术已成为症状性颅内动脉粥样硬化性狭窄的主要治疗方式^[2]。但术后支架内再狭窄(ISR)也是不可避免的问题^[3],需定期随访。由于支架材质不同,颅内血管直径较小、走行迂曲等因素,DSA造影仍是目前颅内支架植入术后随访的金标准^[4],但DSA仅能评估管腔情况,管壁成像尚存局限性。常规高分辨率MR应用于颅内支架植入术后随访已有临床报道^[5],评估血管腔的同时可显示支架处管壁情况,但其成像范围较小,扫描层数有限,且对不同支架的成像价值仅于体外或模型中有所探讨。基于高分辨率成像的三维可变翻转角快速自旋回波序列(3D sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolutions, 3D-SPACE) MR成像范围广。本研究旨在探讨3D-SPACE MRI应用于颅内支架植入术后循环颅内段不同支架处管腔、管壁特点及其随访价值。

1 材料与方法

1.1 患者纳入和排除标准

回顾性分析2017年4月至2018年10月郑州大学第一附属医院收治的后循环颅内段Neuroform、Enterprise、Solitaire等3种支架植入术后接受DSA和3D-SPACE MRI随访患者临床资料。纳入标准:①后循环颅内段(包括椎动脉颅内段和基底动脉)Neuroform、Enterprise、Solitaire 3种支架植入术后随访患者;②住院随访DSA同时接受3D-SPACE MRI检查;③签署知情同意书。排除标准:①非动脉粥样硬化性狭窄支架植入如夹层等;②拒绝DSA或3D-SPACE MRI检查;③不能配合MRI检查。

1.2 3D-SPACE MRI 检查

采用德国Siemens公司Prisma 3.0T MR扫描

仪,64通道头颈线圈。获得常规三维时间飞跃法(three-dimension time of flight, 3D-TOF)MRA后,根据其所示磁敏感缺失段和DSA提供的支架位置信息,采用3D-SPACE T1加权序列垂直于目标血管得到增强前T1-SPACE图像,并获得轴位、冠状位、矢状位图像。高压注射钆对比剂后,同样参数、定位获得增强后T1-SPACE图像。增强前后序列参数均为:FOV 200 mm×200 mm, TR/TE 900/15.0 ms,层厚0.53 mm。通过Siemens公司后处理软件对原始轴位、冠状位、矢状位图像进行曲面重建。

1.3 DSA 检查

局部麻醉下,改良Seldinger技术经股动脉穿刺置管,采用FD20 DSA机(荷兰Philips公司)对全脑血管(主动脉弓、双侧颈总-颈内动脉、双侧椎动脉)进行正侧位造影,并对支架植入处作3D成像,获得最佳测量角度。

1.4 图像分析

2名经验丰富的神经介入科医师独立阅片,分析DSA结果。采用华法林-阿司匹林治疗症状性颅内动脉疾病研究(WASID)方法^[6]检测ISR程度,作出评估(ISR定义为支架内或支架两端5 mm内管腔狭窄程度 $\geq 50\%$)。分析ISR图像,依据Mehran分型^[7]将ISR分为:I型,局灶性;II型,弥漫性,病变超过支架长度50%,但仍局限于支架内;III型,病变超过支架长度50%,且延出支架边界;IV型,支架内闭塞。其中I型又分为3种亚型:Ia型(支架终端ISR)、Ib型(支架主体内ISR)、Ic型(多处ISR)。

2名经验丰富的神经影像科医师独立对3D-SPACE MRI图像阅片。根据管腔和管壁成像质量对图像分级:1级,图像信噪比较低、质量差,不能清晰显影管壁和管腔结构或较大范围信号缺失;2级,图像信噪比低,但能对管腔和管壁进行显影或仅局部存在信号缺失,不影响其它层面图像质量;3级,图像质量好,可清楚显示管腔和管壁。同样采用WASID

方法检测 ISR 程度。对 DSA 证实 ISR 患者 MRI 强化范围与 DSA 相同,其分型:Ⅰ型,局灶性强化;Ⅱ类,弥漫性强化,范围超过支架长度 50%,但仍局限于支架内;Ⅲ类,强化范围超过支架长度 50%,且延出支架边界;Ⅳ类,支架内闭塞。其中Ⅰ型又分为 3 种亚型:Ⅰa 型、Ⅰb 型(支架主体内 ISR)、Ⅰc 型。各组间评估若存争议,分别协商解决。

1.5 统计学分析

对 3D-SPACE MRI 图像质量作观察者间一致性分析,一致性系数 <0.4 提示两者一致性较差,0.4~0.75 提示一致性一般, ≥ 0.75 提示两者一致性较好。分别对 3 种支架 DSA、3D-SPACE MRI 所检测狭窄程度进行对比,16 例 Neuroform 支架经正态性检验后进行配对资料 t 检验,分析两种成像方式检量 ISR 狭窄度有无统计学差异,对余 4 例进行统计学描述。定量资料均以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示。采用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本信息

所纳入 3 种支架的材质、设计等基本信息见表 1。共纳入 20 例患者,平均年龄(59.20 ± 7.75)岁,其中男 16 例(80%),女 4 例(20%),平均随访时间(8.85 ± 6.95)个月。Neuroform 支架 16 例(80%),Enterprise 支架 3 例(15%),Solitaire 支架 1 例(5%)。20 例中发生 ISR 8 例(Neuroform 支架 5 例,Enterprise 支架 2 例,Solitaire 支架 1 例)。

表 1 3 种支架基本信息

类型	材质	设计	支架标记
Neuroform	镍钛合金	开环	近、远端各 4 个
Enterprise	镍钛合金	闭环	近、远端各 4 个
Solitaire AB	镍钛合金	闭环	远端 3~4 个,近端 1 个

2.2 图像质量

3D-SPACE MRI 图像质量分析显示,观察者间一致性较好($K=0.828$);图像分级 2 级 3 例(Neuroform 支架 2 例,Solitaire 支架 1 例),3 级 17 例;Solitaire 支架近端可见明显磁敏感伪影,中段显影清晰,远端闭塞,Neuroform 支架和 Enterprise 支架成像质量较好,见图 1。

2.3 狭窄程度

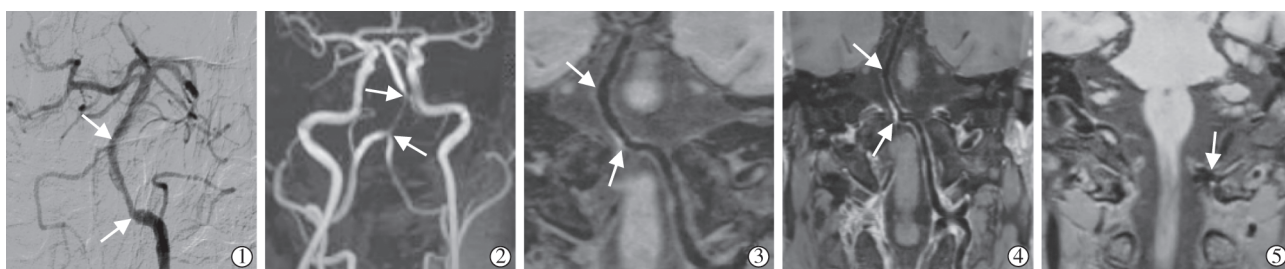
对 16 例 Neuroform 支架 DSA 和 3D-SPACE MRI 所检测结果的差值作正态性检验,结果符合正态分布($P>0.10$,Shapiro-Wilk 方法),配对资料 t 检验分析显示 $t=-1.761$, $P=0.099$,表明 3D-SPACE MRI 所检测 Neuroform 支架 ISR 狭窄程度与 DSA 相比,差异无统计学意义。DSA、3D-SPACE MRI 检测显示,3 例 Enterprise 支架 ISR 狭窄程度分别为平均(51.3 ± 7.6)%、(49.3 ± 10.2)%,1 例 Solitaire 支架均显示闭塞。

2.4 3D-SPACE MRI 强化特点

8 例 ISR 患者 DSA 分型和强化范围分型显示,2 例 Neuroform 支架 DSA 显示为局灶性 ISR,3D-SPACE MRI 显示为弥漫性强化(表 2),其余 6 例分型结果一致;5 例 Neuroform 支架 ISR 患者中 3 例 3D-SPACE MRI 表现为弥漫性强化。

3 讨论

支架植入治疗颅内动脉粥样硬化性狭窄在临床上已广泛开展,其安全性和近期疗效良好^[8],而 ISR 也成为远期疗效亟待解决的问题。因此支架术后需要定期随访,以便及时干预。DSA 仍是目前颅内支架植入术后随访金标准,在检测狭窄程度、显示支架轮廓等方面具有不可比拟的优势。但 DSA 仅能通过血流显示管腔情况,对管壁显影价值有限,



▲1 例 Enterprise 支架 3D-SPACE MRI:①DSA 复查造影可见支架两端标记物(marker)影,支架内血流通畅;②TOF-MRA 图像示基底动脉中下段显影浅淡,可定位支架位置;③T1-SPACE 增强前冠状位重建图像;④T1-SPACE 增强后冠状位重建图像,可见支架近端明显强化(以上各图中两箭头均表示支架两端) ▲1 例 Solitaire 支架 3D-SPACE MRI 冠状位成像:⑤支架近端可见明显磁敏感伪影

图 1 3D-SPACE MRI 随访评估 ISR 影像

表 2 8 例 ISR 患者具体信息与 ISR 分型

患者	性别/年龄	随访时间/月	支架位置	支架类型	支架长度/mm×mm	ISR 分型		有无症状
						DSA	3D-SPACE MRI	
1	男/68	7	左椎-基底动脉	Neuroform	4.0×20.0	I b	II	无
2	男/62	6	右椎动脉 V4 段	Neuroform	4.5×15.0	I a	II	无
3	男/53	6	左椎-基底动脉	Enterprise	4.5×37.0	I b	I b	无
4	男/74	7	基底动脉	Neuroform	3.5×15.0	I b	I b	无
5	男/65	6	基底动脉	Neuroform	4.5×20.0	II	II	无
6	男/52	28	基底动脉	Enterprise	4.5×22.0	I b	I b	无
7	男/59	7	基底动脉	Neuroform	4.0×15.0	I b	I b	无
8	女/64	3	左椎-基底动脉	Solitaire AB	6.0×30.0	IV	IV	有

其有创性、放射性等也使远期随访价值受限。研究已证实 ISR 是支架植入术后炎性反应过度所导致,新生内膜增生是主要原因^[9]。高分辨率 MR 方法评估颅内狭窄和斑块已较成熟^[10],但应用于支架植入术后随访研究尚少见^[5],原因在于其成像范围不大,支架整体评估受限。3D-SPACE MRI 除具备常规高分辨率 MR 优点外,成像范围扩大,可通过图像后处理对整体血管作长轴重建,因此支架整体和支架两端管壁成像成为可能,应用于评估大血管狭窄及支架全程、两端管壁具独特优势。本研究初步探讨了 3D-SPACE MRI 应用于颅内支架植入术后后循环颅内段不同支架处管腔、管壁特点及其随访价值。

金属支架植入后磁敏感性可导致部分或全部信号丢失,甚至影响周围组织成像。支架材质不同、结构不同,MR 上所产生的屏蔽效应也不同。Wang 等^[11]研究表明,镍钛合金、钴合金、铂金材质支架磁敏感性影响较小,但不锈钢材质支架 MR 成像价值不大。活体内和体外模拟研究表明,不锈钢材质支架屏蔽效应使高分辨率 MR 图像失真较大,而镍钛合金材质支架仅使高分辨率 MR 图像受到部分影响,可忽略不计^[12]。本研究中 Neuroform、Enterprise 支架图像质量较好,支架干扰可忽略,但 Solitaire 近端标记物处金属伪影较大(仅纳入 1 例,尚不能说明 3D-SPACE MRI 对其意义不大)。

Zhao 等^[13]研究发现,3D-SPACE MRI 评估 ISR 程度与 DSA 一致性较高,显示病变范围较大于 DSA。本研究中所测 ISR 程度与 DSA 一致性也较好,说明该序列 MR 可对颅内 Neuroform、Enterprise、Solitaire 支架进行初步随访,避免 DSA 有创、辐射性等不足;ISR 发生率较高与样本量小等相关,无参考意义;无症状性 ISR 较多见,与既往报道相符^[14]。

Krischek 等^[15]报道分析不同支架功能和临床经验,发现 Neuroform、Enterprise、Solitaire 支架中 Neuroform 金属覆盖率最大,Solitaire 最小。本研究中 3 种支架

3D-SPACE MRI 图像质量无明显差异(Solitaire 支架中段显影清晰),故可认为 3 种支架金属覆盖率对高分辨率成像影响不大;3D-SPACE MRI 显示 8 例 ISR 中 2 例 Neuroform 支架强化范围较 DSA 所测病变范围大,3 例 Neuroform 支架 ISR 处管壁为弥漫性强化(即弥漫性损伤),可能与支架径向支撑力较强有关,3 例 ISR 分型与强化范围一致,可见 3D-SPACE MRI 显示支架处管壁具独特优势,但其所测支架内强化程度与范围是否对 ISR 有临床干预指导价值,仍需进一步大样本前瞻性远期随访研究。

[参考文献]

- [1] Wong LK. Global burden of intracranial atherosclerosis[J]. Int J Stroke, 2006, 1:158-159.
- [2] Suh DC, Kim JK, Choi JW, et al. Intracranial stenting of severe symptomatic intracranial stenosis: results of 100 consecutive patients [J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2008, 29:781-785.
- [3] Derdeyn CP, Fiorella D, Lynn MJ, et al. Nonprocedural symptomatic infarction and in-stent restenosis after intracranial angioplasty and stenting in the SAMMPRIS trial (Stenting and Aggressive Medical Management for the Prevention of Recurrent Stroke in Intracranial Stenosis)[J]. Stroke, 2017, 48:1501-1506.
- [4] Golshani B, Lazzaro MA, Raslau F, et al. Surveillance imaging after intracranial stent implantation: non-invasive imaging compared with digital subtraction angiography[J]. J Neurointerv Surg, 2013, 5: 361-365.
- [5] 高 鹏, 杨 旗, 王亚冰, 等. 颅内大动脉狭窄患者 Wingspan 支架置入前后高分辨率核磁共振影像的变化[J]. 中国脑血管病杂志, 2017, 14:356-362.
- [6] Chimowitz MI, Kokkinos J, Strong J, et al. The warfarin-aspirin symptomatic intracranial disease study[J]. Neurology, 1995, 45: 1488-1493.
- [7] Pan J, Lu Z, Zhang J, et al. Angiographic patterns of in-stent restenosis classified by computed tomography in patients with drug-eluting stents: correlation with invasive coronary angiography [J]. Eur Radiol, 2013, 23:101-107.
- [8] Xiong Y, Zhou Z, Lin H, et al. The safety and long-term outcomes

- of angioplasty and stenting in symptomatic intracranial atherosclerotic stenosis[J]. Int J Cardiol, 2015, 179:23-24.
- [9] Jukema JW, Verschuren JJ, Ahmed TA, et al. Restenosis after PCL Part 1: pathophysiology and risk factors[J]. Nat Rev Cardiol, 2011, 9: 53-62.
- [10] 谢珊珊, 程敬亮, 张 勇, 等. 三种方法诊断大脑中动脉狭窄的对照研究[J]. 介入放射学杂志, 2014, 23:96-99.
- [11] Wang Y, Truong TN, Yen C, et al. Quantitative evaluation of susceptibility and shielding effects of nitinol, platinum, cobalt-alloy, and stainless steel stents[J]. Magn Reson Med, 2003, 49: 972-976.
- [12] Adams GJ, Baltazar U, Bordelon C, et al. Comparison of 15 different stents in superficial femoral arteries by high resolution MRI ex vivo and in vivo[J]. J Magn Reson Imaging, 2005, 22: 125-135.
- [13] Zhao H, Wang J, Liu X, et al. Assessment of carotid artery atherosclerotic disease by using three-dimensional fast black-blood mr imaging: comparison with DSA[J]. Radiology, 2015, 274:508-516.
- [14] Dai Z, Xu G. Restenosis after carotid artery stenting [J]. Vascular, 2017, 25:576-586.
- [15] Krisecek O, Miloslavski E, Fischer S, et al. A comparison of functional and physical properties of self-expanding intracranial stents[Neuroform3, Wingspan, Solitaire, Leo+, Enterprise][J]. Minim Invasive Neurosurg, 2011, 54:21-28.
- (收稿日期:2018-10-15)
(本文编辑:边 皓)

•病例报告 Case report•

1 例合并碘对比剂过敏的主动脉夹层患者术后内漏行复合手术的围术期观察与护理

植艳茹, 李海燕

【关键词】 胸主动脉夹层; 胸主动脉夹层腔内修复术后内漏; 复合手术; 碘对比剂过敏; 围术期护理
中图分类号: R741; R814.42 文献标志码: D 文章编号: 1008-794X(2019)-08-927-03

Perioperative observation and nursing of hybrid operation for internal endoleak after endovascular repair of thoracic aortic dissection: report of one patient with iodine contrast agent allergy ZHI Yanru, LI Haiyan. Department of Vascular Surgery, Affiliated Changhai Hospital, Naval University, Shanghai 200433, China

Corresponding author: LI Haiyan, E-mail: lhy@xueguan.net(J Intervent Radiol, 2019, 28: 927-929)

【Key words】 thoracic aortic dissection; endoleak after endovascular repair of thoracic aortic dissection; hybrid operation; iodine contrast agent allergy; perioperative nursing

胸主动脉夹层腔内修复术后内漏是由各种原因所致的假腔未被完全隔绝,仍有血流灌注所致,发生率4%~12%^[1],持续存在可导致封闭假腔再次瘤样扩张、夹层破裂^[2],是术后引起患者死亡的高危因素。2018年9月,我院血管外科收治了1例合并碘对比剂过敏的胸主动脉夹层腔内修复术后内漏患者,成功在全麻下行左侧颈动脉-锁骨下动脉人工血管旁路+主动脉夹层体外开窗隔绝+经假腔锁骨下动脉及内漏

腔腔栓塞术,经过26d的精心治疗和护理,患者康复出院,现将该患者的护理体会报道如下。

1 临床资料

患者,女,64岁。自诉3年前行胸主动脉夹层腔内修复术,术中使用碘对比剂(碘海醇)造影,术后出现碘对比剂过敏反应,表现为全身散在丘疹、有痒感,故术后未规律复查。2d前于外院行胸部CT示胸主动脉夹层支架术后,主动脉弓及胸主动脉明显扩张增粗,假腔扩张伴血栓形成。为进一步治疗,门诊拟“胸主动脉夹层腔内修复术后内漏”收治入院。入院查体:患者右上肢血压126/80 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2019.08.003

作者单位: 200433 上海 海军军医大学附属长海医院血管外科

通信作者: 李海燕 E-mail: lhy@xueguan.net