

• 中枢神经影像学 •

颅内动脉瘤栓塞术后的 DCE-MRA 随访

徐钊, 陆建平, 刘琦, 王莉, 金爱国

【摘要】 目的:评价 DCE-MRA 在颅内动脉瘤栓塞术后随访中的应用价值。**方法:**回顾分析了 56 例颅内动脉瘤患者血管内栓塞治疗后的 DCE-MRA 和 DSA 随访图像,以 DSA 为诊断标准,比较两者的随访结果,评价 DCE-MRA 随访的准确性。DCE-MRA 的原始图像减影后行 VR、MIP 重建,并结合原始图像。**结果:**56 例患者共 61 个动脉瘤进行了栓塞治疗,随访中发现 40 个动脉瘤完全栓塞,12 个瘤颈残留,9 个瘤体复发,动脉瘤的复发率为 14.75%。DCE-MRA 与 DSA 随访结果有良好的一致性($\kappa=0.871, P<0.005$),DCE-MRA 随访的准确率达到 93.4%,假阳性和假阴性各 2 例。**结论:**DCE-MRA 是颅内动脉瘤栓塞术后的一种无创、可靠、快速的影像随访方法,有助于监测术后瘤颈残留和瘤体复发,指导临床进一步治疗。

【关键词】 颅内动脉瘤; 栓塞术; 磁共振成像

【中图分类号】 R732.2; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2010)02-0136-04

Clinical Application of Dynamic Contrast-enhanced MR Angiography in the Follow-up of Intracranial Aneurysms after Endovascular Treatment XU Shan, LU Jian-ping, LIU Qi, et al. Department of Radiology, the 187th Hospital of PLA, Haikou 571159, P. R. China

【Abstract】 Objective: To explore the clinical value of dynamic contrast-enhanced MR angiography in the follow-up of intracranial aneurysms after endovascular treatment. **Methods:** 56 patients harboring 64 intracranial aneurysms who had received endovascular treatment were included in this retrospective study. Three aneurysms were too small to treat. All patients underwent both dynamic contrast-enhanced MR angiography (DCE-MRA) and digital subtraction angiography (DSA) after endovascular therapy. The interval between DCE-MRA and DSA was less than 2 weeks. The goal was to evaluate DCE-MRA contrasting to DSA for the detection of residual aneurysm neck or aneurysm recurrence. DCE-MRA analysis was based on MIP, VR and source images. DSA was considered as the gold standard for diagnosis. **Results:** In the 61 aneurysms, DSA revealed complete occlusion in 40 cases, residual aneurysm neck in 12 cases, and aneurysm recurrence in 9 cases. DCE-MRA and DSA showed a good and significant agreement between techniques ($\kappa=0.871, P<0.005$). The sensitivity of DCE-MRA was 93.4%. There were two false-positive and false-negative cases each. **Conclusion:** DCE-MRA is a non-invasive, valuable and fast method for the follow-up of intracranial aneurysms after endovascular therapy. It is useful in the monitoring of residual aneurysm neck or aneurysm recurrence after endovascular treatment.

【Key words】 Intracranial aneurysm; Embolization; Magnetic resonance imaging

文献报道^[1]颅内动脉瘤栓塞术后的复发率高达 20.9%~47.4%。本研究采用无创的动态对比增强磁共振血管成像(dynamic contrast-enhanced MR angiography, DCE-MRA)对栓塞后患者进行随访,并与同期数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)资料对比,评价 DCE-MRA 在颅内动脉瘤栓塞术后随访中的应用价值。

材料与方法

56 例颅内动脉瘤患者 2005 年 4 月~2007 年 9 月在长海医院接受血管内栓塞治疗后,同时行 DCE-MRA 与 DSA 随访。56 例患者中男 27 例,女 29 例,年龄 27~76 岁,平均 53 岁。随访期限为 3~33 个月,

平均 9 个月。为避免因随访时限不同所造成的结果不一致,DCE-MRA 与 DSA 检查间隔在 1 周内。

DCE-MRA 检查方法:在 Siemens 1.5T Avanto MR 扫描仪上进行,使用头、颈联合线圈。采用冠状面透视触发技术及三维小角度激发快速梯度回波序列(3D-FLASH),重复采集 3 次(注射对比剂前采集作为减影蒙片,注射对比剂后采集 2 次,分别为动脉期和静脉期)。3D FLASH 扫描参数:TR 3.0 ms, TE 1.03 ms, FA 25°,视野 16 cm×22 cm,矩阵 141×256,1 个 3D 块共 80 层,层厚 1.1 mm,采集时间 10 s,椭圆中心 K 空间填充。经肘前静脉高压注射器(Spectris Solaris)注射对比剂钆喷替酸葡甲胺(Gd-DTPA) 25~28 ml (0.2 mmol/kg),流率 3 ml/s,注射完毕后用 15 ml 生理盐水冲管(流率 3 ml/s)。

图像处理与分析:所有病例的 DCE-MRA 原始图像均运用减影技术消除血管周围背景;应用 MIP 和 VR 技术行血管重建,并结合原始图像共同评价动脉

作者单位: 571159 海口,中国人民解放军第 187 医院放射科(徐钊); 200433 上海,第二军医大学附属长海医院影像科(陆建平、刘琦、王莉、金爱国)

作者简介: 徐钊(1976—),男,湖北黄梅人,主治医师,主要从事心血管影像诊断。

通讯作者: 陆建平, E-mail: cjr_lujianping@vip.163.com

瘤栓塞后疗效。疗效参考王大明等^[2]提出的标准分为完全栓塞、瘤颈残留和不完全栓塞Ⅲ个等级。对 DCE-MRA 与 DSA 结果进行一致性检验, Kappa 值 >0.75 表示有极好的一致性。并对两种检查结果进行 χ^2 检验, Fisher 确切概率法, 统计软件为 SPSS 12.0, 检验水准设为 0.05。

结 果

56 例患者共 61 个动脉瘤进行了血管内栓塞治疗。61 个动脉瘤中前交通动脉瘤 18 个, 后交通动脉瘤 20 个, 颈内动脉瘤 11 个, 大脑中动脉瘤 7 个, 大脑前动脉瘤 3 个, 大脑后动脉瘤 2 个。大小 4.3~22.7 mm, >10 mm 的动脉瘤有 9 个。动脉瘤栓塞术后即刻造影显示: 瘤体完全栓塞 43 个(70.1%), 瘤颈残留 15 个(24.6%), 不完全栓塞 3 个(5.3%)。栓塞术后 3 个月开始 DSA 随访, 随访结果: 完全栓塞 40 个(图 1), 瘤颈残留 12 个, 瘤体复发 9 个(图 2), 复发率达 14.75%。43 个完全栓塞的动脉瘤在随访中发现 5 个出现瘤颈残留, 4 个瘤体复发; 15 个术后瘤颈残留的

动脉瘤在随访中有 6 个瘤颈自行闭合, 2 个瘤体复发; 9 个瘤体复发患者中有 6 例再次行栓塞治疗, 3 例因为经济原因未继续治疗。

所有患者 DCE-MRA 检查均获得了清晰的动脉像, 没有发生因检查所导致的神经功能损伤。DCE-MRA 随访结果与 DSA 比较见表 1。

表 1 DCE-MRA 与 DSA 随访结果比较 (例)

DCE-MRA 随访结果	DSA 随访结果		
	完全栓塞	瘤颈残留	瘤体复发
完全栓塞	38	2	0
瘤颈残留	2	10	0
瘤体复发	0	0	9

对两种检查方法行一致性检验, Kappa 值为 0.871; 并行 χ^2 检验, $\chi^2=98.43, P<0.005$; 两者间具有高度一致性, 并可以认为两种检查方法差异无显著性意义。

DCE-MRA 与 DSA 结果有良好的一致性($\kappa=0.871$), 经 χ^2 检验结果表明两者之间差异无显著性意义($\chi^2=98.43, P<0.005$), DCE-MRA 的准确率为 93.4%(57/61)。假阳性 2 例, 一例位于前交通动脉,



图 1 a) 左侧大脑中动脉分叉部动脉瘤(箭); b) 栓塞后 6 个月随访, DSA 表现为完全栓塞; c) DCE-MRA 表现为完全栓塞。
图 2 右侧大脑前动脉胼缘动脉瘤(箭)栓塞术后 4 个月随访。a) DSA 示瘤体复发; b) DSA 蒙片示压缩的弹簧圈(箭); c) DCE-MRA 显示不如 DSA 清晰。

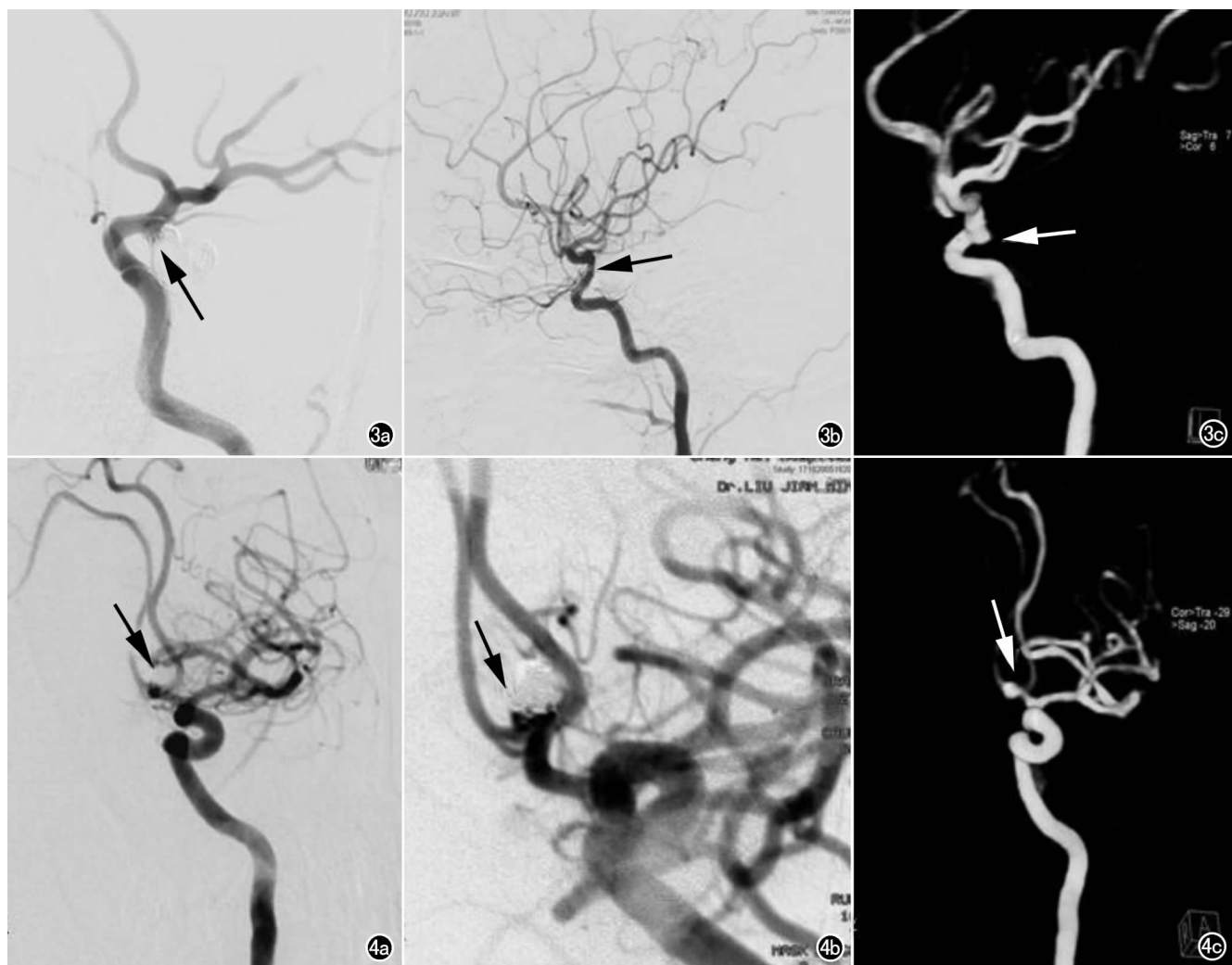


图 3 左侧后交通动脉瘤(箭)。a) 栓塞术后显示瘤颈残留; b) 12 个月后随访, DSA 示瘤颈自行闭合; c) DCE-MRA 示瘤颈仍有残留。图 4 a) 前交通动脉瘤(箭)栓塞术后即刻造影示完全栓塞; b) 6 个月后随访, DSA 示瘤颈出现残留; c) DCE-MRA 表现为完全栓塞。

呈球形, 直径约 5.6 mm, 采用单纯弹簧圈栓塞后瘤体被完全填塞。术后 5 个月随访, DCE-MRA 显示瘤颈残留, 而 DSA 确诊为完全栓塞。另一例位于左侧后交通动脉(图 3), 呈囊袋状, 大小约 11.7 mm×4.5 mm, 颈宽 3.4 mm, 单纯弹簧圈栓塞后可见瘤颈部分残留。术后 12 个月复查, DCE-MRA 显示瘤颈仍有残留, DSA 却显示瘤颈自行闭合。假阴性 2 例, 均位于前交通动脉(图 4), 呈球形, 直径分别为 5.6 mm 和 6.4 mm, 弹簧圈栓塞后均表现为瘤体完全栓塞, 分别于术后 3 个月和 6 个月随访, DCE-MRA 诊断完全栓塞, DSA 却发现瘤颈仍有少许残留。

讨 论

1. DCE-MRA 随访的安全性

DCE-MRA 应用于动脉瘤栓塞后的随访研究较少, 主要是担心金属栓塞材料在 MRA 检查中的安全问题。栓塞材料电解可脱性弹簧圈(Guglielmi de-

tachable coil, GDC) 中含铂 92%, 钨 8%。1997 年 Shellock 等^[3]报道 GDC 的磁共振相容性实验表明 1.5T MRI 机弹簧圈内不会产生电流, 也不会因为磁场作用而发生位移。MRI 图像上弹簧圈会引起轻微的图像变形或局部信号缺失, 与弹簧圈的大小、形态以及磁共振序列有关, 快速扰相梯度回波序列引起的伪影稍大于快速自旋回波序列, 但是该伪影仅局限于弹簧圈局部, 不会对磁共振诊断造成太大影响。Frank 等^[4]研究包括磁场的偏转、温度及伪影, 结果表明在 3T 磁场中, GDC 不会引起磁场的偏转; 即使在最大射频剂量的情况下, 弹簧圈的温度与周围背景组织的温度一样只升高 0.3℃, 不会对患者神经系统造成损伤; 弹簧圈会造成局部的信号缺失, 与弹簧圈的形状、磁场强度和脉冲序列有关, 3T MRI 机产生的伪影要比 1.5T 大, 梯度回波序列的伪影比自旋回波序列大, 通过优化参数可以有效减少伪影。DCE-MRA 是在注射对比剂前后分别采集信号, 因此弹簧圈所产生的伪影

经过后处理减影技术后将去除,不会对重建的血管像造成影响。

2. DCE-MRA 随访的可靠性

Leclerc 等^[5]对 20 例前交通动脉瘤术后随访的影像资料进行了对比,以 DSA 为标准发现有 5 例存在瘤颈残留,DCE-MRA 结果与 DSA 有良好的一致性($\kappa=0.73, P<0.001$),能够发现全部的瘤颈残留,但是有 1 例 DSA 诊断完全栓塞的动脉瘤被误诊为瘤颈残留,DCE-MRA 随访的敏感度和特异度分别达 100% 和 93%。而 TOF-MRA 只能发现其中的 3 例瘤颈残留,2 例微小的残留被漏诊,敏感度为 60%。与 TOF-MRA 比较,DCE-MRA 对残留瘤颈的诊断更为准确。Gauvrit 等^[6]对 92 例栓塞后的动脉瘤进行长期随访,对比 DCE-MRA 与 DSA 随访结果发现两者高度一致,DCE-MRA 仅各有 1 例假阴性和假阳性,其敏感度和特异度分别达 96% 和 98%,并且在更长期限的随访中,仅利用 DCE-MRA 对动脉瘤进行追踪,根据其结果制定后续的治疗方案均取得不错的效果。我们的研究结果与文献报道相似,DCE-MRA 随访的准确率为 93.4%,能够发现全部的瘤体复发,对瘤颈残留也能进行较好的监测,仅有 2 个微小的瘤颈残留被漏诊。

3. DCE-MRA 的优势与不足

3D TOF-MRA 是较早用于动脉瘤术后随访的无创方法,国内外研究^[7,8]也较多,其对栓塞后疗效判定的敏感度和特异度分别达到 87.5%~90% 和 100%,但存在如检查时间长、涡流导致局部信号丢失等不足之处。DCE-MRA 则具有更多优势:①检查时间短,扫描范围大;②伪影少,对涡流不敏感,能更好的显示瘤颈和复发;③后处理功能强大。采集的源图像经减影后在 3D 工作站可以进行多种后处理更好的评价动脉瘤的栓塞效果。最常用的是 VR,得到血管的三维立体结构,通过剪辑只显示动脉瘤局部和载瘤动脉,能够消除血管重叠对观察的干扰,并且可以多角度、任意旋转,放大观察。

由于受脑血管循环的限制,DCE-MRA 矩阵设置较小,只有 141×256 ,分辨率不如 DSA,一些微小的瘤颈残留容易漏诊。本研究中有 2 例 <3 mm 的残留瘤颈 DCE-MRA 没有显示出来,但是这并不影响后续治疗方案的制定。注射对比剂后,动脉瘤腔内的机化

血栓边缘可能强化,或者动脉瘤栓塞后局部血管壁炎症反应也可以引起血管壁的强化,这些都会导致得出瘤颈残留的错误结论^[9],本组病例中 2 例假阳性可能与此有关。

总之,DCE-MRA 对显示栓塞后的颅内动脉瘤三维解剖结构具有重要的作用,能够准确评价栓塞效果,及时监测瘤体复发。随着磁共振软硬件的不断开发应用和经验的积累,DCE-MRA 有望成为动脉瘤栓塞后随访的首选检查方法。

参考文献:

- [1] Pasquale Mordasini, Gerhard Schroth, Raphael Guzman, et al. Endovascular Treatment of Posterior Circulation Aneurysms by Using Guglielmi Detachable Coils: A 10-year Single-center Experience with Special Regard to Technical Development[J]. AJNR, 2005, 26(8): 1732-1738.
- [2] 王大明, 凌锋, 李萌, 等. 颅内动脉瘤囊内栓塞结果影像学判断标准的探讨[J]. 中华外科杂志, 2000, 38(11): 844-846.
- [3] Shellock FG, Detrick MS, Brant-Zawadski MN. MR Compatibility of Guglielmi Detachable Coils[J]. Radiology, 1997, 203(2): 568-570.
- [4] Frank G, Shellock, Matthew G, et al. Detachable Coil for Cerebral Aneurysms: In Vitro Evaluation of Magnetic Field Interactions, Heating, and Artifacts at 3T[J]. AJNR, 2005, 26(2): 363-366.
- [5] Leclerc X, Navez JF, Gauvrit JY, et al. Aneurysms of the Anterior Communicating Artery Treated with Guglielmi Detachable Coils: Follow-up with Contrast-enhanced MR Angiography [J]. AJNR, 2002, 23(8): 1121-1127.
- [6] Gauvrit JY, Caron S, Taschner CA, et al. Intracranial Aneurysms Treated with Guglielmi Detachable Coils: Long-term Imaging Follow-up with Contrast-enhanced Magnetic Resonance Angiography [J]. Neurosurg, 2008, 108(2): 443-449.
- [7] Gauvrit JY, Leclerc X, Pernodet M, et al. Intracranial Aneurysms Treated with Guglielmi Detachable Coils: Usefulness of 6-month Imaging Follow-up with Contrast-enhanced MR Angiography[J]. AJNR, 2005, 26(3): 515-521.
- [8] 胡锦涛, 林东, 沈建康, 等. 颅内动脉瘤电解可脱性弹簧圈栓塞后 MRA 随访[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2005, 4(1): 24-27.
- [9] Gauvrit JY, Leclerc X, Caron S, et al. Intracranial Aneurysms Treated with Guglielmi Detachable Coils: Imaging Follow-up with Contrast-enhanced MR Angiography[J]. Stroke, 2006, 37(10): 1033-1037.

(收稿日期: 2009-06-02 修回日期: 2009-08-24)