

·神经介入 Neurointervention·

三维容积重建技术在栓塞后颅内动脉瘤
DSA 随访中的价值探讨

周 兵, 李明华, 王 武, 王 珏, 徐浩文, 袁建华

【摘要】 目的 探讨三维容积重建技术(3D-VRT)在弹簧圈栓塞后颅内动脉瘤的 DSA 随访中的应用价值。**方法** 采用介入弹簧圈栓塞技术治疗 109 例患者、共 121 枚颅内动脉瘤,术后所有患者均经历至少 1 次 DSA 随访。2 名神经放射学专家分别对术后即刻和随访中的二维 DSA 造影(2D-DSA)、旋转血管造影(rotational angiography, RA)和 3D-VRT 成像进行分析,比较 3 种成像技术显示动脉瘤残留的能力。术后随访结果分为完全栓塞、瘤颈残留和瘤腔残留。若患者经历 1 次以上造影随访,评估最后一次随访结果。采用 Kruskal-Wallis 等级秩和检验对 3 种成像技术的评价结果进行比较,Kappa 检验评价 2 名观察者结果的一致性。**结果** 121 枚动脉瘤术后 3D-VRT 显示 90 枚完全栓塞,26 枚瘤颈残留,5 枚瘤腔残留。在随访造影中,2D-DSA 发现完全栓塞、瘤颈残留和瘤腔残留分别为 92 枚、20 枚和 9 枚,RA 发现例数为 86 枚、23 枚和 12 枚,3D-VRT 为 68 枚、30 枚和 23 枚,3 组间比较差异有统计学意义 ($\chi^2 = 14.052, P = 0.0009$)。2 名观察者对于 2D-DSA、RA 和 3D-VRT 观察结果的 Kappa 值分别为 0.545、0.582 和 0.748。**结论** 3D-VRT 技术能够明显提高 DSA 造影随访中动脉瘤残留的检出率,值得在栓塞动脉瘤的造影随访中推广使用。

【关键词】 三维容积重建; 数字减影血管造影; 旋转造影; 随访

中图分类号:R743.4 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2010)-10-0762-05

The clinical value of 3-dimensional volume-rendering technique in the follow-up checkups with DSA for intracranial aneurysms after embolization treatment ZHOU Bing, LI Ming-hua, WANG Wu, WANG Jue, XU Hao-wen, YUAN Jian-hua. Department of Interventional Radiology, Zhejiang Provincial People's Hospital, Hangzhou 310014, China

Corresponding author: LI Ming-hua

【Abstract】 Objective To discuss the clinical value of 3-dimensional volume-rendering technique (3D-VRT) in the follow-up checkups with DSA for intracranial aneurysms after embolization treatment. **Methods** One hundred and nine patients with a total of 121 intracranial aneurysms underwent endovascular embolization by using steel coils at our institution. All the patients were followed up with DSA at least one time. Two neuroradiologists separately evaluated the conventional 2-dimensional DSA (2D-DSA), rotational angiography (RA) and 3D-VRT images obtained from the interventional procedure and follow-up DSA checkups. If several follow-up examinations were performed, only the final angiographic images were used. The abilities of 2D-DSA, RA and 3D-VRT in detecting aneurysmal remnants, including neck remnant and aneurysmal sack remnant, were evaluated. The results were compared among the above three techniques. Kruskal-Wallis test was used for group comparisons, and Kappa test was used to measure inter-observer agreement. **Results** The immediate post-procedure 3D-VRT revealed that complete obliteration of the aneurysm was obtained in 90 cases, while neck remnant was found in 26 and sack remnant in 5 cases. During the follow-up period, in 2D-DSA group complete obliteration, neck remnant and sack remnant were confirmed in 92, 20 and 9 patients respectively, in RA group these were confirmed in 86, 23 and 12 patients respectively, and in 3D-VRT group were confirmed in 68, 30 and 23 patients respectively. The

differences in detecting aneurysmal remnants among 2D DSA, RA and 3D VRT groups were statistical significant ($\chi^2 = 14.052, P = 0.0009$). The Kappa value for 2D-DSA, RA

作者单位:浙江省人民医院介入科(周 兵、袁建华);上海交通大学附属第六人民医院介入放射科(李明华、王 武、王 珏);郑州大学附属第一医院介入科(徐浩文)
通信作者:李明华

and 3D-VRT was 0.545, 0.582 and 0.748, respectively. **Conclusion** 3D VRT can markedly improve the detectable rate of aneurysmal remnants. It is, therefore, recommended that this technique should be employed in clinical DSA follow-up checkups for the patients of intracranial aneurysms after embolization treatment. (J Intervent Radiol, 2010, 19: 762-766)

【Key words】 3-dimensional volume-rendering technique; digital subtraction angiography; rotational angiography; follow-up

与传统的二维数字减影血管造影(2D-DSA)和旋转造影(RA)相比较,三维容积重建技术(3-dimensional volume-rendering technique, 3D-VRT)在颅内动脉瘤治疗中具有很多优势。3D-VRT图像能够更准确地显示动脉瘤的形态、瘤颈大小、动脉瘤和周围结构的关系,以及有无发自动脉瘤的重要分支血管等^[1-3]。通过准确分析这些重要参数,术者能够选择合适的患者、合理的介入技术和器械治疗颅内动脉瘤。在介入治疗过程中,利用3D-VRT还能快速找到最佳工作角度,从而减少对比剂的用量,缩短手术操作时间^[4-7]。3D-VRT技术在动脉瘤的栓塞治疗中显示出很大的优势。本研究主要评价3D-VRT在动脉瘤随访中的应用价值。

1 材料与方法

1.1 一般资料

收集2005年4月至2008年4月间在我科应用弹簧圈栓塞成功治疗,且临床和造影资料完整的109例患者,共有121枚颅内动脉瘤。其中男47例,女62例,年龄28~76岁。109例患者中,首诊表现为蛛网膜下腔出血68例,动眼神经麻痹21例,因其他临床症状行MRA或DSA检查发现20例。121枚动脉瘤中位于颈内动脉颅内段65枚,大脑前动脉31枚,大脑中动脉17枚,椎基底动脉系统8枚。65枚动脉瘤使用弹簧圈进行栓塞,48枚动脉瘤使用Neuroform支架辅助下弹簧圈栓塞,8枚使用球囊辅助下弹簧圈栓塞。所有患者术前及栓塞后均行常规2D-DSA、RA和3D-VRT成像,术后即刻3D-VRT成像显示动脉瘤完全栓塞90枚,瘤颈残留26枚,瘤腔残留5枚。所有患者至少有1次DSA造影随访,对于多次造影随访的病例,评价其最后一次造影资料。

1.2 方法

1.2.1 成像技术 所有造影及介入治疗均在西门子Axiom Artis血管造影机上进行,3D-VRT图像重建在西门子工作站完成,所用软件为Syngo InSpace。2D-DSA造影时对比剂注射速度为4 ml/s,总量

8 ml,常规进行正侧位造影,根据动脉瘤部位可加做1~2个斜位造影。RA造影时注射速度为3 ml/s,总量21 ml,曝光延迟2 s以使对比剂充分充盈血管后再采集数据,C形臂旋转速度为40°/s,共旋转200°。RA造影完成后,将原始数据传输到工作站进行3D-VRT重建,调整阈值移除周围组织结构直至血管显示最佳,然后多角度旋转图像观察并储存。

1.2.2 评价方法 由2名副高级职称以上的神经放射学专家对2D-DSA、RA和3D-VRT图像进行独立评价。动脉瘤随访结果分为3级:①完全栓塞,指无对比剂充盈动脉瘤;②瘤颈残留,指动脉瘤只充盈瘤颈部;③瘤腔残留,指对比剂通过瘤颈充盈瘤腔,瘤颈和瘤腔均显影。将随访结果按不同成像技术分为3组,对每种技术的动脉瘤显示结果进行计数。对于观察结果不统一的情况,最后进行共同读片后取得一致意见。使用Kruskal-Wallis等级秩和检验对3组结果进行比较, $P < 0.05$ 有统计学意义, $P < 0.01$ 有显著统计学意义;使用Kappa检验对2名观察者的观察结果进行一致性检验, K 值 > 0.4 表示两者观察结果一致性较好, K 值 > 0.75 表示一致性程度非常满意。统计软件使用SAS6.12。

2 结果

所有109例患者动脉瘤栓塞后均即刻进行正侧位2D-DSA、RA和3D-VRT成像。术后即刻3D-VRT成像显示动脉瘤完全栓塞90枚,动脉瘤瘤颈残留26枚,瘤腔残留5枚。在随访过程中,3D-VRT显示有71枚动脉瘤保持稳定,无明显复发、扩大或缩小;47枚动脉瘤出现复发或扩大,3枚瘤颈残留缩小。有3枚明显扩大的动脉瘤经评估后再破裂风险较大,其中2枚动脉瘤给与了支架辅助下弹簧圈填塞,1枚动脉瘤给与了弹簧圈填塞。

在随访造影中,2D-DSA评价动脉瘤显示完全填塞92枚,瘤颈残留20枚,瘤腔残留9枚;RA评价动脉瘤显示完全填塞86枚,瘤颈残留23枚,瘤腔残留12枚;3D-VRT评价动脉瘤显示完全填塞68枚,瘤颈残留30枚,瘤腔残留23枚。3种成像技术

对动脉瘤的评价结果比较差异有显著统计学意义 ($\chi^2 = 14.052$, $P = 0.0009$) (表 1)。有 7 枚瘤颈残留和 11 枚瘤腔残留在 2D-DSA 和 RA 上不能明确显示,而在 3D-VRT 上能够清晰显示(图 1、2)。这些动脉瘤大部分为较为轻度的残留(或复发),虽然影像学上能够发现,但其再破裂率较低,所以未进行再次治疗。进一步对 2D-DSA 和 RA 进行比较显示两种技术在发现动脉瘤残留上没有统计学差异 ($\chi^2 =$

1.1671, $P = 0.2800$),但 RA 仍然比 2D-DSA 多发现了 3 枚瘤颈残留和 3 枚瘤腔残留。

表 1 3 组结果间的 Kruskal-Wallis 等级秩和检验

组别	完全填塞	瘤颈残留	瘤腔残留	χ^2	P 值
2D DSA	92	20	9	14.502	0.0009
RA	86	23	12		
3D VRT	68	30	23		

3 种不同技术在显示动脉瘤残留方面有明显统计学差异

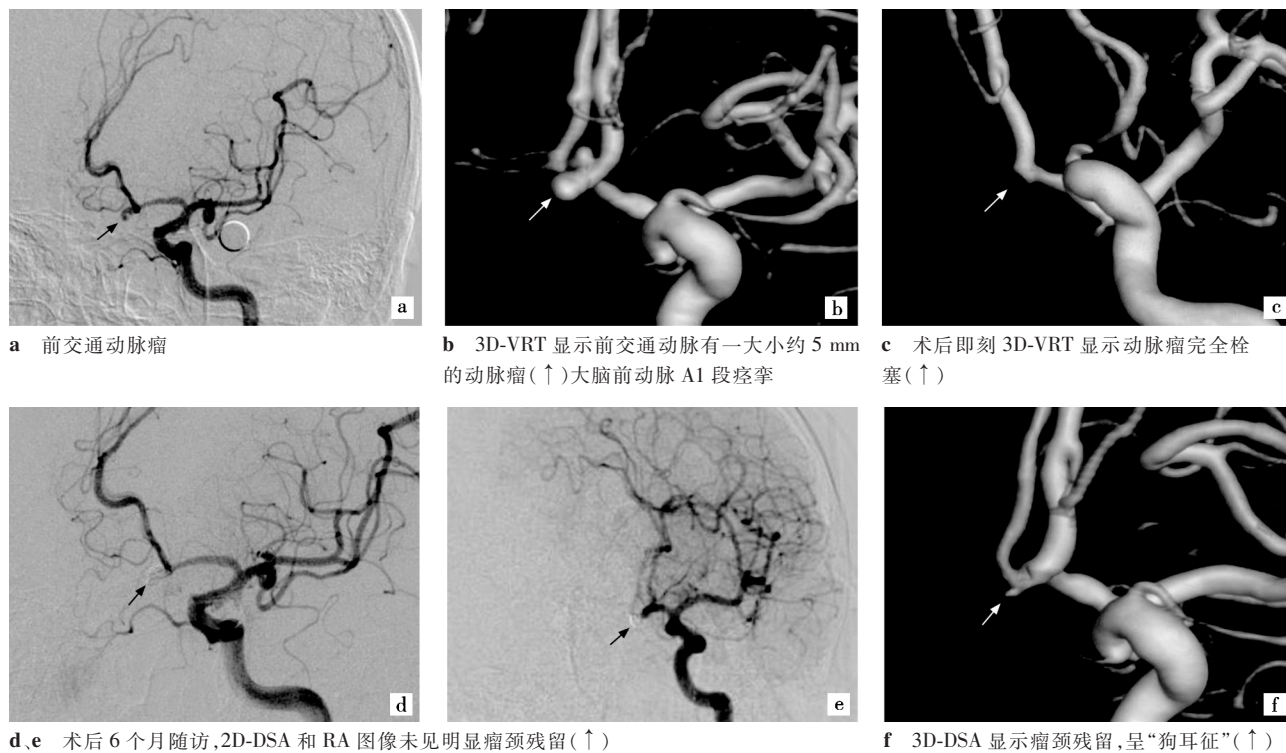


图 1 前交通动脉瘤栓塞前后各种影像检查比较

Kappa 一致性检验显示 2 名神经放射医师在使用 2D-DSA、RA 和 3D-VRT 3 种技术进行评价时具有较好的一致性,其 Kappa 值分别为 0.545、0.582 和 0.748(表 2)。其中 2 名观察者使用 3D-VRT 对动脉瘤评价时一致性最高,表明使用 3D-VRT 技术对动脉瘤残留的显示更为清晰明确。

表 2 2 名神经放射科医师观察结果的 Kappa 检验

方法	观察者2	观察者1			Kappa 值
		完全栓塞	瘤颈残留	瘤腔残留	
2D-DSA	完全栓塞	83	5	1	0.545
	瘤颈残留	8	11	2	
	瘤腔残留	2	4	5	
RA	完全栓塞	72	5	1	0.582
	瘤颈残留	9	15	3	
	瘤腔残留	3	4	9	
3D-DSA	完全栓塞	57	4	1	0.741
	瘤颈残留	7	25	2	
	瘤腔残留	2	3	20	

3D-VRT 技术在 2 名观察者之间的 Kappa 值最高,提示一致性最好

3 讨论

与手术治疗颅内动脉瘤相比较,血管内栓塞技术具有创伤小、风险低的特点,因此更容易被患者及其家属接受。随着近年血管内支架辅助技术、球囊辅助技术的广泛应用和血管内各种操作技术的改进和发展,介入弹簧圈栓塞术已经能够治疗血管内大部分动脉瘤,其中包括以往认为不适合动脉瘤治疗的情况,例如巨大动脉瘤、梭形动脉瘤、大脑中动脉分叉部动脉瘤等。然而,血管内栓塞也有其不足:使用弹簧圈填塞动脉瘤往往难以达到致密栓塞,即使达到影像学的致密填塞,仍然存在一定的复发率。目前临床报道动脉瘤复发率达 22.2% ~ 33.6%^[8-9]。

使用 3D-VRT 技术在介入弹簧圈栓塞动脉瘤时对术者很有帮助。通过对动脉瘤的多方位观察,可

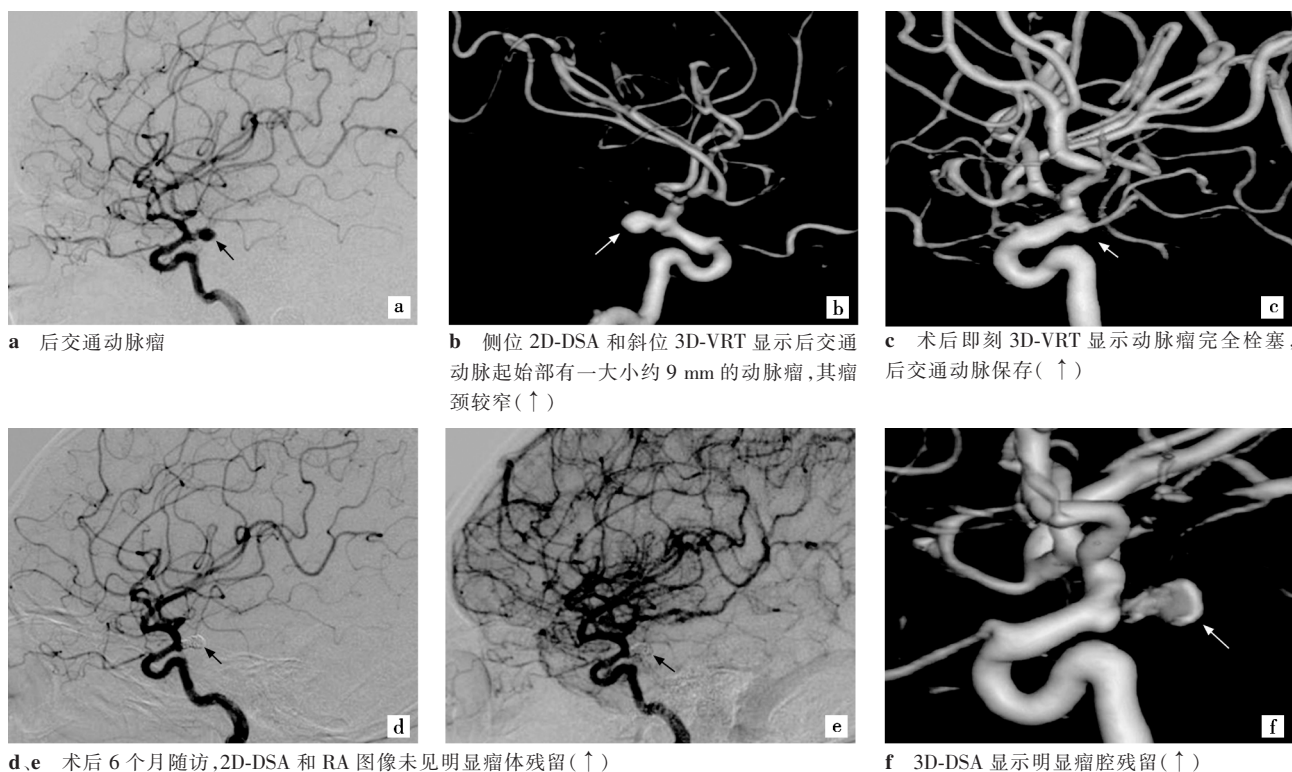


图 2 后交通动脉瘤栓塞前后各种影像检查比较

以更为准确的评价动脉瘤的形态、瘤颈宽度、动脉瘤位置及其与周围结构的关系。3D-VRT 还能够帮助术者快速地找出最佳工作角度,从而减少了操作时间和对比剂用量,提高了手术安全性^[1,4,6]。然而,在动脉瘤的术后造影随访中,3D-VRT 技术能否较 2D-VRT 和 RA 更有优势,临床研究及报道较少。

本研究显示,3D-VRT 技术在动脉瘤的术后 DSA 随访中较 2D-DSA 和 RA 具有更多优势。首先,3D-VRT 技术能够发现更多的瘤颈残留和瘤腔残留。本组中 7 例瘤颈残留和 11 例瘤腔残留在 2D-DSA 和 RA 上均不能明确显示,在 3D-VRT 图像上则能清楚显示。其次,对于复杂部位例如大脑前动脉、大脑中动脉分叉部的动脉瘤,由于结构重叠较多,在随访中仅通过 2D-DSA 和 RA 往往受到干扰而不能准确显示,而 3D-VRT 技术能够通过后处理去除重叠结构,从而更有利于观察。再则,3D-VRT 能够准确显示瘤颈和瘤腔残留的形态和变化过程,从而更有利于决定下一步的处理。例如对于连续 2 次造影随访 3D-VRT 显示瘤颈和瘤腔残留有缩小倾向的就可以随访而无需进一步治疗,而这种变化在 2D-DSA 和 RA 图像上往往难以准确显示。在仅由 3D-VRT 上显示而 2D-DSA 和 RA 不能明确的这些动脉瘤,往往是少量的瘤颈和瘤腔残留,再出血的概率很小,因此一般无需进一步介入治疗。然而,这种

情况提示我们在此类动脉瘤中,其复发的血流动力学改变依旧存在,因此仍然需要密切随访。

对于 3D-VRT 之所以较 2D-DSA 和 RA 有优势主要有以下因素所决定:①治疗动脉瘤所用弹簧圈和支架均为强的不透 X 线物质,少量的对比剂若与弹簧圈重叠或位于弹簧圈内则不能在 2D-DSA 和 RA 上显示。②由于 RA 影像是一种动态剪影图像,对于脑血管搏动引起的伪影很难克服,这些伪影往往干扰观察者的评价,使观察者不能肯定是残留还是伪影。③2D-DSA 分辨率较高(一般为 1024 × 1024)但其仅能够在有限的角度观察;RA 能够沿身体长轴旋转,但其不能从向头侧和足侧观察,并且其分辨率相对较低(一般为 512 × 512);然而,3D-VRT 能够任意角度观察、去除重叠结构并且能够任意放大和缩小。

虽然 3D-VRT 有很多优势,但也有其不足。首先,3D-VRT 图像是静态图像,因此它不能反映颅内血流动力学的改变^[1],对于在毛细血管期和静脉期才能显示的病变可能被漏掉。例如部分静脉畸形和同时存在的静脉窦血栓等。其次,3D-VRT 图像显示细微结构能力较差,例如对豆纹动脉和皮层穿支血管的显示较 2D-DSA 和 RA 差。再次,在 3D-VRT 图像上支架和弹簧圈的形态因为被剪影删除而不能显示,例如弹簧圈的堆积程度、方向和有载瘤动

脉内突出,支架位置是否改变,而这些对于再次治疗和术后用药非常重要。

在本研究中还存在一些不足。我们的研究没有对造影 3D-VRT 和 MRA 进行比较。由于 3.0 Tesla 高场强 MR 的和心电门控技术的应用,MRA 技术在血管疾病的诊断中应用越来越广泛^[10],因其非侵袭性,与 DSA 相比较更加安全,价格便宜;时间飞跃法(TOF)MRA 无需注射对比剂,因此减少了与之相关的并发症;在 MRA 检查时还可以同时进行 MRI 检查,从而了解脑内病变情况。对于动脉瘤介入治疗术后 MRA 随访研究临床已经有报道,初步结果显示 MRA 能够作为动脉瘤栓塞后随访手段之一^[11-14]。因此对造影 3D-VRT 技术和 MRA 技术在栓塞动脉瘤随访中进行对比研究,具有重要临床价值。本研究的另一个不足是在 3D-VRT 图像重建过程中,观察者对于重建阈值的选择依赖于临床经验,因此可能对于观察结果产生一定的偏倚。

总之,在对介入弹簧圈栓塞后的颅内动脉瘤进行 DSA 造影随访时,使用 3D-VRT 技术能够明显提高动脉瘤残留的检出率,从而为下一步处理提供依据。此项技术值得在动脉瘤临床随访中推广使用。

[参 考 文 献]

- [1] Hirai T, Korogi Y, Sugihara K, et al. Clinical usefulness of unsubtracted 3D digital angiography compared with rotational digital angiography in the pretreatment evaluation of intracranial aneurysms[J]. AJNR, 2003, 24: 1067 - 1074.
- [2] 吴春红, 陈左权, 顾斌贤, 等. 旋转 DSA 三维重建成像与常规 DSA 成像在动脉瘤颈大小测量中的比较[J]. 介入放射学杂志, 2006, 15: 259 - 260.
- [3] Hassan T, Timofeev EV, Saito T, et al. Computational replicas: anatomic reconstructions of cerebral vessels as volume numerical grids at three-dimensional angiography[J]. AJNR, 2004, 25: 1356 - 1365.
- [4] Pötin M, Gailloud P, Bidaut L, et al. CT angiography, MR angiography and rotational digital subtraction angiography for volumetric assessment of intracranial aneurysms. An experimental study[J]. Neuroradiology, 2003, 45: 404-409.
- [5] Loh Y, McArthur DL, Tateshima S, et al. Safety of intracranial endovascular aneurysm therapy using 3-dimensional rotational angiography: a single-center experience[J]. Surg Neurol, 2008, 69: 158 - 163.
- [6] Anxionnat R, Bracard S, Macho J, et al. 3D angiography. Clinical interest. First applications in interventional neuroradiology[J]. J Neuroradiol, 1998, 25: 251 - 262.
- [7] Anxionnat R, Bracard S, Ducrocq X, et al. Intracranial aneurysms: clinical value of 3D digital subtraction angiography in the therapeutic decision and endovascular treatment [J]. Radiology, 2001, 218: 799 -808.
- [8] Grunwald IQ, Papanagiotou P, Struffert T, et al. Recanalization after endovascular treatment of intracerebral aneurysms [J]. Neuroradiology, 2007, 49: 41 - 47.
- [9] Raymond J, Guilbert F, Weill A, et al. Long-term angiographic recurrences after selective endovascular treatment of aneurysms with detachable coils[J]. Stroke, 2003, 34: 1398 - 1403.
- [10] 张 鹤, 李明华, 方 淳, 等. 3.0T 时间飞跃法 MRA 诊断颅内动脉瘤—与 DSA 对照[J]. 介入放射学杂志, 2008, 19: 618 - 622.
- [11] Westerlaan HE, van der Vliet AM, Hew JM, et al. Time-of-flight magnetic resonance angiography in the follow-up of intracranial aneurysms treated with Guglielmi detachable coils [J]. Neuroradiology, 2005, 47: 622 - 629.
- [12] 朱玉森, 张丽娜, 徐 克, 等. 三维时间飞跃法 MR 血管造影血液铸型诊断颅内动脉系颅内动脉瘤的优势[J]. 中华放射学杂志, 2004, 38: 377 - 381.
- [13] Urbach H, Dorenbeck U, von Falkenhausen M, et al. Three-dimensional time-of-flight MR angiography at 3T compared to digital subtraction angiography in the follow-up of ruptured and coiled intracranial aneurysms: a prospective study [J]. Neuroradiology, 2008, 50: 383 - 389.
- [14] Brunereau L, Cottier JP, Sonier CB, et al. Prospective evaluation of time-of-flight MR angiography in the follow-up of intracranial saccular aneurysms treated with Guglielmi detachable coils[J]. J Comput Assist Tomogr, 1999, 23: 216 - 223.

(收稿日期:2010-04-12)