

双容积重建技术在颅内动脉瘤介入栓塞术中的应用价值

林宇佳 廖政贤 谢锋 张国栋 张文 黄天良 吴兴华

广东省梅州市人民医院介入手术室 514031

通信作者:林宇佳,Email:421171529@qq.com

【摘要】 目的 探讨双容积重建技术(DVRT)在颅内动脉瘤血管内介入栓塞术中的作用。**方法** 选取2017年1至12月神经外科收治的动脉瘤破裂蛛网膜下腔出血,并在介入手术室行全脑血管造影术及颅内动脉瘤介入血管内栓塞术的患者96例,共115枚动脉瘤。按随机数字表法将患者分为观察组和对照组,每组48例。对照组根据栓塞前2D-DSA造影及3D-DSA重建结果,选取最佳工作体位,充分暴露动脉瘤的瘤颈、瘤体,行动脉瘤介入血管内栓塞术。术者根据2D-DSA造影图像显示栓塞致密后结束手术。观察组患者在术者认为动脉瘤栓塞致密后,运用3D-DSA重建的数据进行双容积重组成像,根据重组图像判断动脉瘤栓塞的致密程度来调整手术方案,使动脉瘤完全致密栓塞。2组患者手术均有一组副主任医师职称以上医师完成。两组患者计数资料的比较采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料采用独立样本 t 检验。**结果** 2组患者性别、年龄、血糖、血压指标及脑动脉粥样硬化等基线资料比较,差异无统计学意义(P 值均 >0.05),动脉瘤部位、大小差异无统计学意义(χ^2 值分别为0.148,0.774, P 值分别为0.929,0.942);2组患者的对比剂用量、手术费用比较,差异无统计学意义(t 值分别为-0.769,0.225, P 值均 >0.05);观察组患者接受的射线剂量及手术时间分别为(479.81±51.21) mGy、(103.52±10.18) min,对照组分别为(511.95±53.26) mGy、(114.60±9.51) min,差异具有统计学意义(t 值分别为-1.376,-2.516, P 值均 <0.05)。观察组患者术中动脉瘤发生再次破裂1例,对照组4例;观察组无发生血栓者,对照组3例,两组差异具有统计学意义(χ^2 值分别为11.748,4.256, P 值均 <0.05);观察组术后无脑梗死发生,1例动脉瘤复发;对照组4例脑梗死,3例动脉瘤复发,两组差异有统计学意义(χ^2 值分别为5.719,10.811, P 值均 <0.05)。**结论** 颅内动脉瘤介入栓塞采用DVRT,能够清晰显示动脉瘤栓塞的效果及与周围血管的关系,并能减少手术并发症的发生及动脉瘤的复发率,降低术中风险,值得在颅内动脉瘤介入栓塞术中及术后随访使用。

【关键字】 颅内动脉瘤; 蛛网膜下腔出血; 放射学,介入性; 栓塞,治疗性; 血管造影术,数字减影

基金项目:广东省梅州市社会发展科技计划(2017B033)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.07.012

The application values of double volume reconstruction in interventional embolization of intracranial aneurysms

Lin Yujia, Liao Zhengxian, Xie Feng, Zhang Guodong, Zhang Wen, Huang Tianliang, Wu Xinghua

Intervention Operating Room, Meizhou People's Hospital, Guangdong Province, Meizhou 514031, China

Corresponding author: Lin Yujia, Email:421171529@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the guiding role of double volume reconstruction (DVRT) in interventional embolization of intracranial aneurysms. **Methods** Ninety-six cases of subarachnoid hemorrhage with 115 aneurysms underwent total cerebrovascular angiography and interventional endovascular embolization of intracranial aneurysms in our hospital from January 2017 to December 2017 were retrospectively analyzed. They were randomly divided into observation group ($n=48$) and control group ($n=48$) according to random number method. In the control group, guided by the results of 2D-DSA and 3D-DSA 3D reconstruction, the aneurysm neck and tumor were fully exposed with the optimal position. the responsible aneurysms were performed with the interventional endovascular embolization. The operators finished the embolization According to the size and shape of aneurysms and the operative experience. In the

observation group, the operators could speculate the embolization density of aneurysms by using the data of 3D reconstruction and digital subtraction reconstruction and adjusted the surgical plan to make the aneurysms had been completely embolized. The baseline data, treatment status, adverse cerebrovascular reaction and recurrence rate of aneurysms were compared between the two groups. All patients in the two groups were operated by Deputy chief surgeons or above of the neurosurgery department. The comparison of the counting data were tested by χ^2 . The measured data conformed to normal distribution were tested by independent sample *t*. **Results** Statistically, There was no significant differences in baseline data including sex, age, blood glucose, blood pressure and cerebral atherosclerosis between the two groups ($P>0.05$). Comparing the responsible aneurysms in different positions and sizes, the differences was not statistically significant ($P>0.05$). There was no statistically significant differences in the dosage of contrast media and the cost of operation between the two groups ($P>0.05$). The radiation dose and operation time in the observation group were smaller and shorter than those in the control group, but there was no statistical differences between the two groups ($P<0.05$). Statistically, The incidence of rerupture of aneurysm and thrombosis in the observation group was significantly lower than that in the control group ($P<0.05$), and The incidence of cerebral infarction and the recurrence rate of aneurysm in the observation group were significantly lower than those in the control group ($P<0.05$). There was no significant difference in sex, age, blood glucose, blood pressure and cerebral atherosclerosis between the two groups ($P>0.05$). There was no significant difference in the location and size of responsible arterial tumors ($\chi^2=0.148, P=0.929$). There was no significant difference in the dosage of contrast agent and the cost of operation between the two groups ($t=-0.769, 0.225; P>0.05$). The radiation dose and operation time were $(479.81 \pm 51.21)\text{mGy}$, $(103.52 \pm 10.18)\text{min}$ in the observation group and $(511.95 \pm 53.26)\text{mGy}$, $(114.60 \pm 9.51)\text{min}$ in the control group. The difference was statistically significant ($t=-1.376, -2.516; P<0.05$). There were 1 case of rerupture of aneurysm in the observation group, 4 cases in the control group; There were 0 cases of thrombus, respectively, 3 cases in the control group. The difference was statistically significant ($\chi^2=11.748, 4.256; P<0.05$). There were 0 cases postoperative cerebral infarction occurred in the observation group, and aneurysm recurrence in 1 case. Four cases postoperative cerebral infarction occurred in the control group, and aneurysm recurrence in 3 cases, respectively. The difference was statistically significant ($\chi^2=5.719, 10.811; P<0.05$). **Conclusions** The clinical effect of interventional embolization of intracranial aneurysms under the guidance of double volume reconstruction is remarkable, and the effect of interventional embolization and the relationship with the peripheral vessels can be clearly demonstrated. It can reduce the incidence of adverse cerebral vascular reactions and the recurrence rate of aneurysms and reduce the intraoperative risk. It is worthy to be popularized in interventional embolization of intracranial aneurysms and follow-up after operation.

【Key words】 Intracranial aneurysm; Subarachnoid hemorrhage; Radiology, interventional; Embolization, therapeutic; Angiography, digital subtraction

Fund program: Meizhou Social Development Science and Technology Program in Guangdong Province (2017B033)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1005-1201.2019.07.012

颅内动脉瘤介入血管内栓塞治疗与传统的外科开颅夹闭手术相比,具有微创、安全、有效并且术后恢复快等优点,已成为治疗动脉瘤破裂出血的重要手段^[1-3]。虽然全脑血管造影是目前诊断颅内动脉瘤的“金标准”^[4],但在介入栓塞术中及术后评估动脉瘤栓塞的致密程度及栓塞术后弹簧圈与周围血管的关系,仅靠二维 DSA (2D-DSA) 远远不够。三维 DSA (3D-DSA) 对于诊断颅内动脉瘤及术前了解动脉瘤与周围血管的解剖关系方面虽有提高,但是在栓塞术中或者术后数字减影过程中,由于蒙片与血管充盈时相互重叠导致弹簧圈及颅骨等被减影,所以置入弹簧圈的动脉瘤不能在容积重建中得到显示,一定程度上影响了对动脉瘤栓塞效果的评估。双容积重组技术(DVRT)能够直观地评估动

脉瘤栓塞术后弹簧圈缠绕情况、栓塞的致密程度、残余瘤腔的大小及与周围血管之间的关系。相关研究结果显示,DVRT是目前客观评估颅内动脉瘤介入栓塞术中效果及术后随访复查的重要方法之一^[5]。DVRT对任何部位的动脉瘤及无论是宽颈的还是窄颈的均可清楚显示,这对指导颅内动脉瘤介入栓塞治疗具有重要的意义。本研究旨在探讨 DVRT 在颅内动脉瘤介入栓塞中的应用价值。

资料与方法

一、一般资料

收集 2017 年 1 至 12 月,我院介入手术室行全脑血管造影术及颅内动脉瘤介入血管内栓塞术的

患者 96 例,其中 13 例为多发动脉瘤,共发现 115 枚动脉瘤。随机数字法将患者分为观察组和对照组,偶数者为对照组、奇数者为观察组,每组 48 例。对照组男 22 例、女 26 例,年龄 39~82(58±10)岁;观察组男 21 例、女 27 例,年龄 38~88(59±10)岁。所有患者术前均行 CT 血管成像(CTA)检查明确责任动脉瘤的位置、大小、形态等,栓塞前行 2D-DSA 造影及 3D-DSA 重组再次确认及分析动脉瘤的位置、大小、形态及周围解剖关系并确定工作体位。所有患者均顺利完成栓塞术,其中 28 例宽颈动脉瘤患者(瘤颈与瘤体比值>1 或瘤颈>4 mm)在支架辅助下进行栓塞,术后 6 个月内进行 1 次 DSA 随访。

患者入选标准:(1)入院后均行 CT、CTA 或 MRA 检查,诊断颅内动脉瘤破裂伴蛛网膜下腔出血。(2)高血压患者经正规降血压治疗,血压控制在 110~120/80~90 mmHg(1mmHg=0.133 kPa)。(3)多发动脉瘤只治疗责任动脉瘤。(4)瘤体最大径在 3~15 mm 之间。(5)临床资料完整,签署知情同意书并积极配合治疗及随访。排除标准:(1)颅内动脉瘤合并其他出血风险的疾病,如动静脉畸形(AVM)、颈内动脉海绵窦瘘(CCF)、硬脑膜动静脉瘘(DVAF)或烟雾病等。(2)未破裂的动脉瘤。

二、治疗方法及仪器设备

介入治疗所用设备为 GE 公司生产的 Innoval Igs 530 血管造影机及 AW 图像 3D 后处理工作站,美达 Mark Provis 高压注射器;对比剂为碘帕醇,含碘量 370 mg/ml(上海博莱科信宜药业)。

对照组治疗:在全身插管麻醉下采用传统的 Seldinger 技术穿刺右侧股动脉,将 5 F 造影导管分别置于左右颈内动脉及椎动脉行正侧面全脑血管造影。对比剂注射流率 4 ml/s,总量 5~6 ml,压力 1 379 kPa(200 psi);确认责任动脉瘤具体位置后行 3D-DSA 检查。3D-DSA 检查对比剂注射流率 4 ml/s,总量 16 ml,然后在 AW 后处理工作站进行 3D-DSA 重组。选取最佳工作体位,充分暴露动脉瘤的瘤颈、瘤体,行责任动脉瘤介入血管内栓塞术。根据术前 CT 或 CTA 显示的动脉瘤大小、形状,2D-DSA 造影图像,选择合适大小的弹簧圈进行填塞。其中 15 例重度宽颈的动脉瘤采取支架辅助下弹簧圈填塞。采取支架辅助下弹簧圈填塞的患者术前 3 d 开始口服阿司匹林肠溶片 300 mg/d,氯吡格雷片 75 mg/d 进行抗凝及抗血小板治疗。均采用平行式填塞方法,选取 Neuroform 支架,在路图引导下将微导管插入动脉瘤腔内,再骑跨动脉瘤颈放置支架,

支架两端均超出瘤颈 5 mm 以上,然后根据动脉瘤大小、形状选择合适弹簧圈进行栓塞,参照 Raymond 分级栓塞标准进行评价^[6],判断动脉瘤栓塞致密后结束手术。

观察组的治疗方法:根据 DVRT 图像对动脉瘤进行血管内介入栓塞,即在动脉瘤栓塞过程中,通过 2D-DSA(图 1)观察动脉瘤栓塞的情况,然后行 DVRT(图 2),根据 DVRT 的图像结果判定动脉瘤的栓塞程度,确定进一步治疗方案。将 3D-DSA 图像传至 AW4.6 工作站对颅骨 3D 图像(含已栓塞的弹簧圈图像)及减影后血管图像进行容积(VR)重组,对留下的弹簧圈影像图及血管图像分别用不同颜色加以标识区别,最后把 2 幅容积图像互相重叠同时显示,术者根据对双容积重组好的图像进行无死角旋转观察动脉瘤的栓塞情况(如瘤颈、瘤体有无对比剂残留,弹簧圈与载瘤动脉及关系)。其中 13 例重度宽颈动脉瘤除了对颅骨 3D 图像及减影后血管图像进行容积(VR)重组外,并进行血管透明化重组(图 3),根据双容积重组的图像观察支架释放情况、载瘤动脉位置、动脉瘤栓塞情况(主要是瘤颈与支架之间残留情况)。如双容积重组图像显示瘤颈或瘤体有残余,根据残余瘤腔的大小选择合适的弹簧圈或加以支架辅助下继续栓塞至致密后结束手术。

三、观察指标及统计分析

1. 观察指标:2 组患者的基线资料,术中对比剂用量、暴露射线剂量及手术时间、费用,责任动脉瘤的位置、大小,术中治疗情况、动脉瘤再破裂及血栓形成,术后半年内脑梗死发生率、动脉瘤复发情况。术中动脉瘤再破裂及血栓形成的诊断以影像显示对比剂外溢及管腔内出现充盈缺损为判断标准;术后脑梗死以随访过程中出现肢体或相应脑动脉分支功能区障碍或造影复查发现部分血管分支闭塞为判断标准;术后动脉瘤复发以造影复查行 DVRT 后图像中出现瘤颈或瘤体对比剂显影为判断标准。

2. 统计方法:结果的统计应用 SPSS19.0 统计软件。计数资料以百分数表示,组间比较采用 χ^2 检验。计量资料数据符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、两组患者基础资料比较

两组患者的性别、血糖、血压、脑动脉粥样硬化、动脉瘤位置及大小等基线资料比较,差异无统

计学意义(表1)。

二、两组患者对比剂用量及手术费用等指标比较结果

两组患者的对比剂用量、手术费用比较,差异无统计学意义(表2);观察组暴露的射线剂量及手术时间少于对照组,差异具有统计学意义(表2)。

三、两组患者动脉瘤治疗及随访结果比较

1. 观察组:术中再次发生动脉瘤破裂1例,术前2D-DSA及3D-DSA显示该动脉瘤形态不规则,呈“分叶状”(图4),微导管没有到达瘤体中心,栓塞过程中瘤体底部出现对比剂外溢(图5),即刻快速继续填塞至对比剂外溢消失,同时给予甘露醇脱水及罂粟碱解痉,术后患者无神经功能障碍;13枚宽颈动脉瘤在支架辅助下完成栓塞,支架均成功释放,术后即刻造影及双容积重组图像评价为Raymond分级栓塞标准3级栓塞。术后随访中患者均未出现神经功能障碍,术后6个月复查造影发现1例动脉瘤复发,因患者年龄较大及自身条件原因,评估风险后保守治疗,继续密切随访。

2. 对照组:术中再次发生动脉瘤破裂4例,造影发现对比剂外溢,即刻继续填塞,并予甘露醇脱水,头颅C臂3D-CT检查明确出血情况后继续填塞至动脉瘤致密栓塞、对比剂外溢消失;3例急性血栓(图6)患者,术中即刻动脉内给予替罗非班,然后造影见血栓消失,载瘤动脉远端显影,术后无神经功能障碍。术后随访中,4例表现不同程度脑梗死症状,头颅CT检查显示载瘤动脉供血区域梗死灶,均给予抗凝、扩容等处理;3例出现动脉瘤复发,其中2例动脉瘤复发再次破裂(图7~10)、1例术后6个月造影发现动脉瘤复发,3例均再次行全脑

血管造影及双容积重组后进行介入栓塞治疗。

观察组术中再次发生动脉瘤破裂及血栓的概率明显低于对照组,差异具有统计学意义(表3)。术后3~6个月随访结果显示,两组均无死亡病例发生,但部分患者有不同程度的脑梗死症状。DSA复查显示,观察组出现动脉瘤复发的例数明显少于对照组,差异具有统计学意义(表3)。

表3 两组患者动脉瘤治疗及随访情况比较

组别	例数	动脉瘤再次破裂		发生血栓		脑梗死		动脉瘤复发	
		例	%	例	%	例	%	例	%
观察组	48	1	0.02	0	0.00	0	0.00	1	0.02
对照组	48	4	8.33	3	6.25	4	8.33	3	6.25
χ^2 值		11.748		4.256		5.719		10.811	
P值		0.006		0.039		0.017		0.004	

讨论

颅内动脉瘤的介入栓塞治疗有赖于DSA及其3D重组技术的发展,随着脑血管造影机的不断更新及其后处理系统的进一步优化,介入手术进入了智能3D手术时代^[7]。但是,由于栓塞材料弹簧圈是不透X线材质,在对动脉瘤进行栓塞治疗时很难对动脉瘤的栓塞程度进行判断。要了解动脉瘤颈部与弹簧圈之间的关系以及弹簧圈与周围血管的关系,传统的3D重组技术是难以达到的,只能根据术者的临床经验与术中造影的图像进行判断。据报道,颅内动脉瘤介入栓塞治疗的复发率仍超过20%^[8-9],其中最主要原因之一就是术中动脉瘤没有完全致密栓塞,出现瘤颈或瘤体的残留。

本研究随访过程中,对照组3例动脉瘤复发,

表1 两组患者基线资料比较(例)

组别	例数	性别		高血压	糖尿病	脑动脉硬化	动脉瘤位置					瘤体直径(mm)		
		男	女				ACoA	PCoA	ICA	MCA	VB	3~5	6~9	10~15
对照组	48	22	26	23	10	39	12	14	12	6	4	14	30	4
观察组	48	21	27	25	8	36	13	12	10	8	5	13	30	5
χ^2 值		0.039	0.764	0.167	0.274	0.549	0.774					0.148		
P值		0.042	0.837	0.683	0.601	0.519	0.942					0.929		

注:ACoA:前交通动脉;PCoA:后交通动脉;ICA:颈内动脉;MCA:大脑中动脉;VB:椎动脉

表2 两组患者对比剂用量、射线剂量、手术时间和费用比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	对比剂用量(ml)	射线剂量(mGy)	手术时间(min)	手术费用(元)
对照组	48	70.70±2.79	511.95±53.26	114.60±9.51	111 384±9 589
观察组	48	69.70±3.02	479.81±51.21	103.52±10.18	112 507±12 519
t值		-0.769	-1.376	-2.516	0.225
P值		0.452	0.028	0.022	0.824

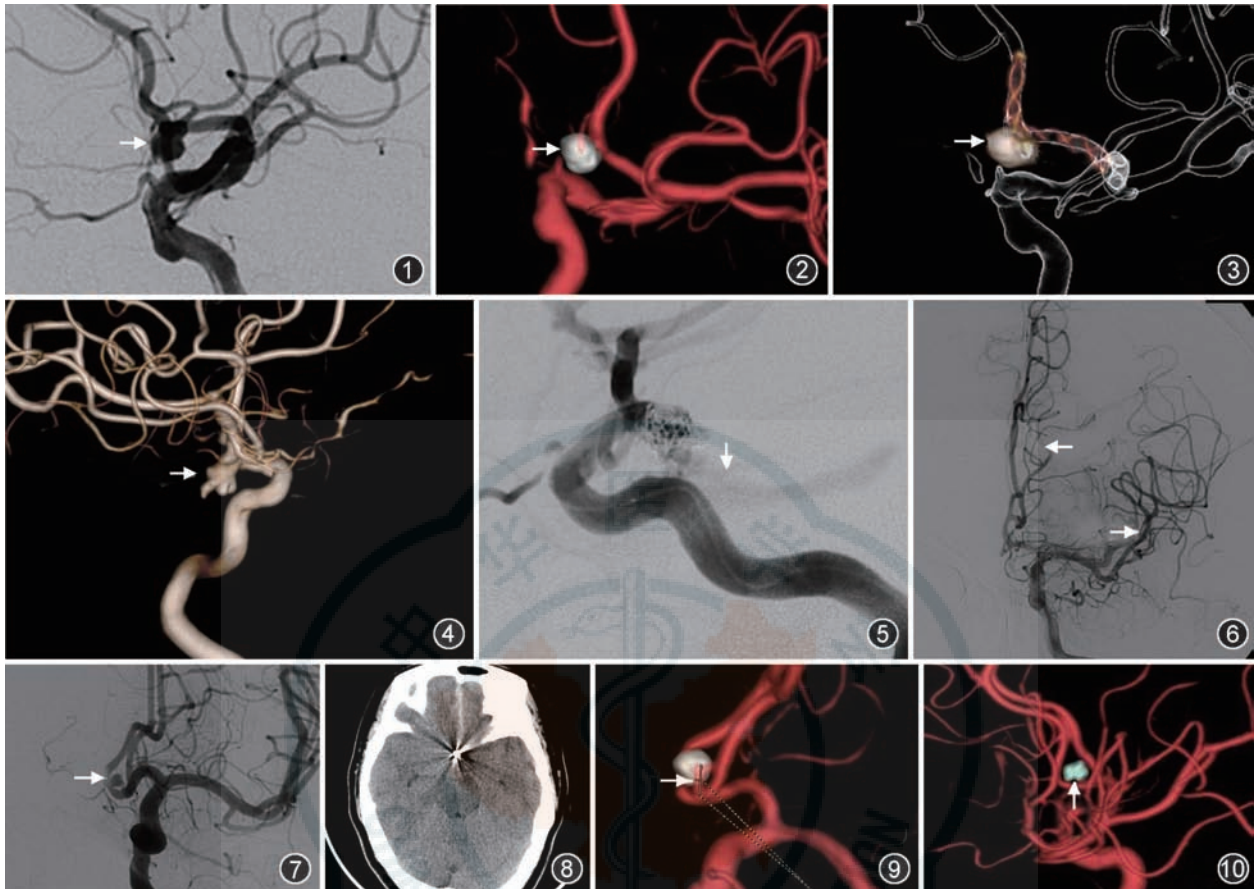


图1~3 男,76岁,前交通宽颈动脉瘤,行支架辅助下介入栓塞术。术前二维DSA(2D-DSA)(图1)显示前交通动脉瘤(↑);术后双容积重组图像显示动脉瘤已致密栓塞,同时显示弹簧圈及血管,同时可清楚地显示动脉瘤栓塞的程度,瘤颈、瘤体是否残留,载瘤动脉及周围小分支是否受影响(图2↑);载瘤动脉透明化处理后的双容积重组图像(图3)可清晰显示支架张开的情况、释放的位置以及与栓塞术后弹簧圈的关系(↑) 图4,5 女,63岁,右后交通动脉瘤,术前3D-DSA(图4)显示右后交通“分叶状”动脉瘤(↑);术中栓塞过程中见动脉瘤底部对比剂外溢(图5↑) 图6 男,32岁,前交通动脉瘤,术中造影发现左侧大脑前动脉及大脑中动脉部分分支出现充盈缺损,管腔狭窄明显(↑) 图7~10 50岁,前交通动脉瘤栓塞术后4个月10d复发患者。第一次栓塞术前2D-DSA显示前交通动脉瘤(图7↑),术后4个月10d CT显示蛛网膜下腔少量出血(图8),术前双容积重组图像清楚显示前交通动脉瘤复发(图9↑),再次栓塞术后双容积重组图像显示前交通动脉瘤致密栓塞(图10↑)

其中1例于术后4个月10d、1例于术后3个月25d再次出现动脉瘤破裂,头颅CT提示蛛网膜下腔少量出血而入院治疗。通过对比这3例患者手术前后的影像资料,发现动脉瘤再次破裂的2例动脉瘤的瘤颈是相对宽颈(介于轻至中度宽颈, $0.5 < \text{瘤颈与瘤体比} < 1.0$),在封闭瘤颈时没有达到致密栓塞,瘤颈残留。这2例根据Raymond分级栓塞标准属于2级栓塞,而3D-DSA显示致密栓塞,导致动脉瘤栓塞不彻底。另外1例是术后6个月复查发现动脉瘤复发,该动脉瘤属于窄颈前交通动脉瘤,术中微导管张力较大造成微导管脱出进入动脉瘤瘤腔内,多次尝试再次进入瘤腔失败而放弃,造成动脉瘤没有致密栓塞,出现瘤颈残留。这例根据DVRT重组图,进行残余瘤腔栓塞术后,显示瘤腔完全栓塞。因此,2D-DSA及3-DSA在对动脉瘤的栓塞程度判

断上有一定的局限性。观察组1例在术后6个月复查发现动脉瘤复发,分析该患者的DSA影像资料,我们认为该患者的动脉瘤依据DVRT的指导达到了完全致密栓塞,即达到了Raymond分级栓塞标准的3级栓塞。复发的原因其一可能是该患者年龄较大,自身的基础疾病及脑动脉粥样硬化严重;另一方面也与血流冲击引起弹簧圈压缩有关。另外在动脉瘤栓塞过程中,特别是在最后封闭瘤颈时,由于填塞的弹簧圈的遮挡,对瘤颈的观察受到影响,使弹簧圈大小的选择判断失误。强行封闭瘤颈可能影响载瘤动脉或附近分支的血流,甚至造成动脉瘤术中再次破裂。本研究中对对照组4例患者术中再次动脉瘤破裂,笔者分析原因首先是栓塞过程中对瘤颈观察不清,弹簧圈选择过大;其次是患者蛛网膜下腔出血后第3~5d处于血管痉挛高峰期,

载瘤动脉严重痉挛导致微导管张力过大突破瘤壁而导致动脉瘤再次破裂。观察组 1 例患者术中再次动脉瘤破裂出血,分析原因可能与动脉瘤瘤体不规则(“分叶状”),术中微导管没有处于瘤腔中心,而是位于“分叶”内,在填塞弹簧圈时穿破瘤壁再次动脉瘤破裂。对照组 4 例术后出现脑梗死,3 例术中急性血栓形成,而观察组未出现这种情况。笔者分析认为术中出现急性血栓的原因,一是由于弹簧圈露出瘤颈过多,血栓附着在裸露的弹簧圈表面;二是手术时间过长,术中全身肝素化不充分。所以,术前充分抗凝和抗血小板治疗是预防急性血栓发生的重要措施。术后脑梗死的患者均为大脑中动脉动脉瘤,大脑中动脉分支众多、细小,供血范围比较大,血流动力学复杂,在栓塞过程中可能出现弹簧圈表面血栓附着或脱落,或者弹簧圈过长导致一部分弹簧圈留置在载瘤动脉腔内,这些均可导致大脑中动脉分支闭塞出现相应的脑梗死症状。因而仅采用 2D-DSA 及 3D-DSA 很容易造成动脉瘤栓塞不致密或误栓,导致术中血栓形成、脑梗死、动脉瘤再次破裂及动脉瘤术后再次复发^[10-11],相关临床研究结果显示,颅内动脉瘤再次破裂出血病死率高达 80% 以上^[12]。

DVRT 技术的优势在于可同时获得栓塞术后脑血管 3D 图像及弹簧圈图像,不受金属弹簧圈放射状伪影的影响,可清楚地观察动脉瘤栓塞术后瘤颈、瘤体内有无残留,同时可以直观显示支架释放的位置、展开情况,特别是在术后随访中,DVRT 能提供 CTA 或 MRA 所不能提供的清晰的、无伪影的、全息 3D 融合图像,并逐渐成为评估颅内动脉瘤术中及弹簧圈栓塞术后随访的金标准^[13]。与 CTA 及 3D-DSA 相比,在动脉瘤介入治疗过程中,DVRT 引导更有优势,可作为评估动脉瘤栓塞程度的客观依据^[14]。

然而,DVRT 也有其技术难点及不足之处,由于容积重建图像融合技术还处于一个全新的研究领域,如何将这些新的 3D 重建数据运用于临床,还需不断实践和验证。并且在实际影像融合时,融合的图像也不一定达到绝对的最优,对一些特殊位置、形态的动脉瘤,如基底动脉顶端的宽颈动脉瘤,在双支架辅助下进行栓塞,术后行双容积重建后,由于支架的相互干扰,造成融合图像的锐利度及对比度降低,从而造成图像软化的效果,可对动脉瘤

栓塞程度的评估造成困难^[15]。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 张祥海,陈金华,向建波,等.双容积重建透明影像在颅内动脉瘤支架植入术中的应用[J].介入放射学杂志,2014,23(6):466-168.DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2014.06.002.
- [2] Molyneux AJ, Kerr RS, Birks J, et al. Risk of recurrent subarachnoid haemorrhage, death, or dependence and standardised mortality ratios after clipping or coiling of an intracranial aneurysm in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): long-term follow-up [J]. Lancet Neurol, 2009,8: 427-433.DOI: 10.1016/S1474-4422(09)70080-8.
- [3] 孙靖,史万超,苏治国,等.16 例双容积重建技术在颅内动脉瘤血管内栓塞中的价值分析[J].哈尔滨医药,2012,32(5):337-341.DOI:10.3969/j.issn.1001-8131.2012.05.001.
- [4] 林宇佳,张国栋,廖政贤,等.双容积图像融合技术在颅内动脉瘤介入血管内栓塞术中的作用[J].实用医学杂志,2017,33(10):1685-1688.DOI:10.3969/j.issn.1006-5725.2017.10.041.
- [5] 范良好,熊叶,赵兵,等.基于 3D-DSA 双容积重建的单模融合技术在颅内动脉瘤栓塞术后随访中的应用价值[J].浙江医学,2016,38(2):117-119.
- [6] 于嘉,邓剑平,张登文,等.大脑后动脉夹层动脉瘤血管内治疗的中长期随访[J].中华神经外科杂志,2018,34(8):787-790.DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2018.08.007
- [7] 马廉亨.神经系统疾病三维影像融合技术、应用及图谱[M].武汉:湖北科学技术出版社,2016:14-37.
- [8] Ioannidis I, Lalloo S, Corhill R, et al. Endovascular treatment of very small intracranial aneurysms[J]. J Neurosurg, 2010,112(3):551-556.DOI: 10.3171/2008.8.17657.
- [9] Grunwald IQ, Papanagiotou P, Struffert T, et al. Recanalization after endovascular treatment of intracerebral aneurysms[J]. Neuroradiology, 2007,49(1):41-47. DOI: 10.1007/s00234-006-0153-5.
- [10] 刘秀,孙圣凯,陈孝储,等.动脉瘤性蛛网膜下腔出血动脉瘤特征及其与临床相关性研究[J].天津医药,2015,43(11):1315-1318.DOI: 10.11958/j.issn.0253-9896.2015.11.025.
- [11] 穆士卿.颅内动脉瘤血管内治疗新技术.中华脑科疾病与康复杂志[J].2013,3(2):74-76. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-123X.2013.02.001.
- [12] 范存刚,孙澎,张庆俊.2012 年 AHA/ASA《动脉瘤性蛛网膜下腔出血的诊疗指南》解读[J].中华神经医学杂志,2013,12(6):541-544. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-8925.2013.06.001.
- [13] Zhou B, Li MH, Wang W, et al. Three-dimensional volume-rendering technique in the angiographic follow-up of intracranial aneurysms embolized with coils[J]. J Neurosurg, 2010,112(3):674-680. DOI: 10.3171/2009.7.JNS081718.
- [14] 曾少建,舒航,陈光忠,等.容积重建成像 3D-CTA 与 3D-DSA 在诊断急性破裂性颅内微小动脉瘤的研究[J].中华急诊医学杂志,2010,19(4):413-415. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2010.04.022.
- [15] 高珊,邱天爽,易梅,等.基于双稀疏字典的医学图像融合算法及在脑血管疾病诊断中的应用[J].北京生物医学工程,2015,34(3):239-243. DOI:10.3969/j.issn.1002-3208.2015.03.04.

(收稿日期:2018-09-09)

(本文编辑:高宏)