

单个弹簧圈栓塞颅内微小动脉瘤的单中心经验

顾斌贤, 李明华, 王 武, 施万印

【摘要】目的 探讨单个弹簧圈栓塞颅内微小动脉瘤(最大径 $<3\text{ mm}$)的可行性和疗效。**方法** 2001年1月至2011年1月对72例颅内微小动脉瘤患者的77个动脉瘤进行单个弹簧圈栓塞,其中动脉瘤破裂出血52例,多发性动脉瘤13例。用3D-DSA选择工作角度测量动脉瘤大小(前后径、上下径、宽颈、最大径和瘤颈)。随访脑血管造影3~88个月(平均24.8个月)。**结果** 对所有77个微小动脉瘤成功实施了单个弹簧圈栓塞,其中10个采用球囊辅助弹簧圈栓塞,19个联合支架辅助弹簧圈栓塞。术中破裂出血7例,发生脑栓塞事件2例,术中弹簧圈移位2例。术后即刻造影示完全栓塞42个,次全栓塞30个,部分栓塞5个。除2例死亡外,所有病例进行了至少2次复查(术后3和12个月),其中再通5个,对3个进行了再次栓塞,延迟性弹簧圈移位2例。12个月后复查造影示完全栓塞61个,次全栓塞14个。**结论** 单个弹簧圈栓塞颅内微小动脉瘤可行、安全并有效,联合支架辅助治疗可以降低其再通率。

【关键词】 颅内微小动脉瘤; 血管内治疗; 弹簧圈; 支架; 球囊

中图分类号:R743.4 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2012)-01-0007-07

Endovascular embolization with a single detachable coil for tiny intracranial aneurysms: a single-center experience GU Bin-xian, LI Ming-hua, WANG Wu, SHI Wan-yin. Department of Diagnostic and Interventional Neuroradiology, the Affiliated Sixth People's Hospital, School of Medicine, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China

Corresponding author: WANG Wu

【Abstract】 Objective To discuss the feasibility and efficacy of endovascular embolization with a single detachable coil for the treatment of tiny intracranial aneurysms (the maximum diameter $<3\text{ mm}$). **Methods** During the period from Jan. 2001 to Jan. 2011, endovascular embolization with a single detachable coil was performed in 72 patients carrying a total of 77 tiny intracranial aneurysms. Of the 72 patients, acute bleeding due to the rupture of the aneurysms was seen in 52 and multiple intracranial aneurysms in 13. Guided by the 3D DSA, the proper working project DSA images were selected to measure the diameter of the aneurysms, including anteroposterior diameter, longitudinal length, neck width and maximum diameter. All the patients were followed up for 3-88 months (mean 24.8 months) and follow-up examination with cerebral angiography was conducted. **Results** Endovascular embolization with a single detachable coil was successfully accomplished for all the 77 tiny intracranial aneurysms. Balloon-assisted coil embolization technique was used for 10 aneurysms, and stent-assisted technique was employed for 19 aneurysms. During the procedure, bleeding due to aneurysm rupture occurred in 7 patients, cerebral embolism events in 2 patients and coil migration in 2 patients. Cerebral angiography performed immediately after the treatment showed that complete occlusion of the aneurism was achieved in 42 aneurysms, subtotal occlusion in 30 aneurysms and incomplete occlusion in 5 aneurysms. Followed-up examination with DSA was conducted at 3 and 12 months after initial embolization in all patients except for two patients who died. Angiographic findings showed that 5 aneurysms were reopened and endovascular embolization had to be carried out for 3 aneurysms once more, and delayed coil migration occurred in two cases. Angiography performed at 12 months after last embolization showed that 61 aneurysms were completely occluded and 14 aneurysms were partially occluded. **Conclusion** For the treatment of tiny intracranial aneurysms endovascular embolization with a single detachable coil is clinically feasible, safe and effective, and this treatment can lower the reopen occurrence of the aneurysms if

additional stent-assisted technique is simultaneously adopted. (J Intervent Radiol, 2012, 21: 7-13)

【Key words】 tiny intracranial aneurysm; endovascular treatment; coil; stent; balloon

作者单位:200233 上海交通大学附属第六人民医院介入影像科
通信作者:王 武

近年来,血管内治疗颅内动脉瘤得到了飞速发展,但对颅内微小动脉瘤的血管内治疗仍然存在挑战和争议,近年来有关文献层出不穷,各中心采用不同的策略取得了一定的疗效^[1-13],本文总结单个弹簧圈栓塞颅内微小动脉瘤的经验和随访结果。

1 材料和方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2001 年 1 月至 2011 年 1 月我院用单个弹簧圈栓塞治疗的 72 例患者的 77 个颅内微小动脉瘤,其中男 27 例,女 45 例,年龄 28 ~ 76 岁,中位年龄 53.2 岁。72 例中,动脉瘤破裂出血 52 例(8 例伴有其他部位动脉瘤),未破裂 20 例[5 例系其他部位动脉瘤破裂出血,4 例系既往出血治疗后复发再次治疗,6 例偏头痛,5 例脑梗死后行磁共振血管造影(MRA)发现],5 例有 2 个微小动脉瘤,所有动脉瘤均同期行血管内栓塞治疗。出血病例术前 WFNS 分级 I 级 10 例,II 级 31 例,III 级 14 例,IV 级 2 例,同期 17 个破裂出血的微小动脉瘤行脑血管造影后推荐外科手术治疗。

1.2 方法

1.2.1 适应证与禁忌证 ①适应证:微小动脉瘤最大径 < 3 mm,有动脉瘤破裂出血史,颅内多发性动脉瘤,脑梗死后 MRA 发现的动脉瘤,症状性动脉瘤,既往蛛网膜下腔出血家族史,短期内增大等。②禁忌证:无出血史的动脉瘤最大径 < 2 mm,出血性动脉瘤最大径 < 1.5 mm,年龄大于 80 岁,动脉瘤位于颅外段血管,血管内治疗难度大,其他全身或系统性疾病不能行血管内治疗的微小动脉瘤,对于这些患者,原则上建议外科手术治疗。

1.2.2 微小动脉瘤治疗原则 以安全填塞为主要原则^[1,3,5,7,9],具体有以下几点:①首选三维弹簧圈,尽可能选择柔软的圈,不追求致密填塞,其大小不超过最大径,兼顾瘤颈、前后径、上下径和宽径,长度按参考文献^[14-15],即 $0.2(\text{按照 } 20\% \text{ 的弹簧圈填塞率计算}) \times a(\text{前后径}) \times b(\text{上下径}) \times c(\text{宽径})$ 。②根据三维数字减影血管造影(3D-DSA)重建容积再现(VR)图像实施微导管蒸汽三维塑形,通常 2 ~ 3 个弯度,保证微导管头稳定,强调微导管头方向与瘤颈一致,微导管头短于 3 mm,根据动脉瘤腔内弹簧圈形态有张有弛地控制微导管张力和弹簧圈的紧张度,调节微导管头缓慢进出动脉瘤腔^[3,5,16-17]。③辅助技术的应用:对形态不规则、或分支需保护、或血管扭曲、或破裂风险大、或微导管头

端不稳定的微小动脉瘤等使用球囊辅助栓塞,应用球囊能改善术中破裂出血病例的预后,但球囊不能完全固定微导管头段或球囊部分充盈,或球囊辅助动脉瘤腔外弹簧圈栓塞^[5,11,13];若弹簧圈或微导管头仍不稳定或瘤颈是最大径的动脉瘤或未破裂微小动脉瘤,可使用支架辅助弹簧圈栓塞。

1.2.3 材料 使用的微导管有 Excelsior SL 10 (Boston Scientific, Fremont, USA) 和 Echelon 10 (Ev3, Irvine, Calif);微导丝为 Transcend Microguidewire 系列 (Boston Scientific, Fremont, USA)。使用的弹簧圈有 GDC-10 系列 (Boston Scientific, Fremont, USA)、MicroPlex 和 Hydrocoil 系列 (Microvention, Aliso Viejo, Calif)、EDC-10、Nexus 和 Axiom 系列 (Ev3, Irvine, Calif)、DCS 和 Orbit 系列 (Cordis Endovascular, Miami Lakes, FL)。球囊为 Hyper Form 球囊 (Ev3, Irvine, CA, USA),所用的支架有 Neuroform 支架 (第 2 代和第 3 代) (Boston Scientific, Fremont, CA)、Enterprise 支架 (Cordis Endovascular, Miami Lakes, FL) 和 Solitaire AB 支架 (Ev3, Irvine, Calif)。

1.2.4 血管内治疗 DSA 脑血管造影和治疗过程见参考文献^[18-20],所有患者全麻下行全脑血管造影和血管内治疗术,常规右侧腹股沟股动脉穿刺置 6 F 导管鞘,病变侧行 3D-DSA 造影,提供 1 ~ 2 个最佳工作位充分显示动脉瘤、瘤颈和与载瘤动脉及周围血管的关系,并对比测量载瘤动脉管径、动脉瘤瘤颈、前后径、上下径、宽径和最大径。术中完全肝素化,确保活化凝血时间超过 250 ms 或正常基础值的 2.5 倍。所有操作全部在放大的实时路径图下完成,微导丝导引微导管到达动脉瘤远端,回撤微导丝使微导管头缓慢自动进入动脉瘤腔或瘤颈(与瘤颈方向一致),回撤微导丝同时释放微导管部分张力,尽量避免微导丝导引微导管进入动脉瘤腔,有时需要弹簧圈引入。若选择填塞的弹簧圈在瘤腔内不稳定,则更换不同的弹簧圈或者实施球囊辅助或支架辅助技术。弹簧圈填塞后 5 ~ 10 min 观察弹簧圈的稳定性,造影确认后解脱弹簧圈,之后采用微导丝辅助下回撤微导管。最后工作位和正侧位造影结束手术。

1.2.5 评估标准 完全填塞(95% ~ 100%)为造影确认动脉瘤不显影或瘤颈少部分显影,瘤体完全不显影;次全填塞(80% ~ 95%)为瘤体少部分显影;部分填塞(< 80%)为瘤体大部显影^[18]。

1.2.6 围手术期处理 大多数动脉瘤破裂出血患

者急诊行血管内治疗,加强抗脑血管痉挛治疗;术中植入支架者术后口服抗血小板聚集药物^[19-20];弹簧圈移位或突出到载瘤动脉者术后每日口服 100 mg 阿司匹林预防缺血事件。

1.2.7 随访 术后 1、3、7 和 14 d 评价临床症状,出院前至少头颅 CT 检查 1 次。出院后 3、12、24 个月常规复查脑血管造影评价血管内治疗的疗效。术后 1~12 个月使用 mRS 评价临床预后:mRS 0~1 为极好,mRS 2 为好,mRS 3~4 为差,mRS 5 为死亡。

1.2.8 数据统计 使用 SPSS 统计软件进行分析,用选择性 Pearson 卡方和连续性校正卡方得出统计结果。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本组 77 个微小动脉瘤最大径为 1.5~3.0 mm,破裂动脉瘤 52 个,占 67.5%,未破裂动脉瘤 25 个,占 32.5%。动脉瘤绝大多数位于前循环,占 88.3% (68/77),后循环仅占 11.7% (11/77)。在前循环中前交通动脉最多见,占 39.7% (27/68),占前循环破裂出血的 60% (27/45),见表 1。本组中位于前交通动脉和颈内动脉分叉部的微小动脉瘤全部破裂出血,而位于颈内动脉 C5 段的动脉瘤均未破裂。后循环 9 个动脉瘤中 7 个破裂出血。本组有 5 个微小动脉瘤

表 1 微小动脉瘤部位

动脉瘤部位	破裂出血(个)	未破裂出血(个)	总计(个)
前循环	45	23	68
前交通动脉	27	0	27
大脑前动脉A1段	3	2	5
大脑中动脉分叉部	2	4	6
大脑中动脉M3段	1	0	1
颈内动脉分叉部	9	0	9
颈内动脉C7段	2	3	5
颈内动脉C6段	1	7	8
颈内动脉C5段	0	7	7
后循环	7	2	9
椎动脉v4段	1	0	1
基底动脉顶端	1	1	2
大脑后动脉	2	0	2
小脑前下动脉	1	0	1
小脑后下动脉	2	1	3

在 2D-DSA 上未显示,但在 3D-DSA 上显示,其中 4 个位于前交通动脉,另 1 个位于颈内动脉分叉部,其中 3 个进行了随访,呈渐进性增大,超过 2 mm,随后进行了血管内治疗(图 1)。本组多发性动脉瘤 13 例,其中微小动脉瘤破裂出血 8 个,占 61.5%,前交通动脉微小动脉瘤最多见,占 75%,其余 2 个位于颈内动脉分叉部和大脑中动脉 A1 段;而在未破裂微小动脉瘤中,5 个(大脑中动脉分叉部、颈内动脉 C7 段、C6 段、C5 段和基底动脉)均为其他部位动脉瘤出血。

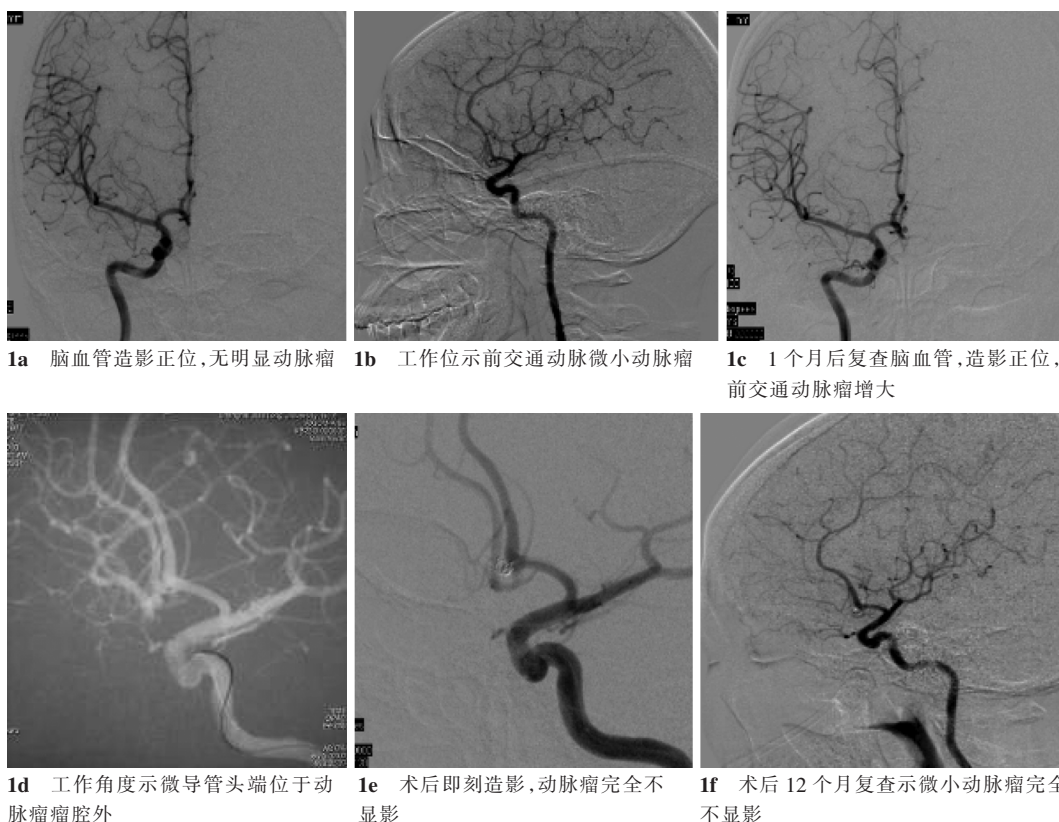


图 1 微小动脉瘤的血管内治疗

对所有颅内动脉瘤成功实施了单个弹簧圈栓塞,技术成功率 100%(图 2),其中 10 个球囊辅助弹簧圈栓塞,19 个联合支架辅助弹簧圈栓塞,其中 13 个使用支架后释放技术,6 个使用支架网眼技术。术后即刻造影示完全栓塞 42 个,次全栓塞 30 个,部分栓塞 5 个。所用最大弹簧圈为 3.0 mm × 70 mm,最小的弹簧圈为 1.5 mm × 20 mm。从微导管操作到解脱弹簧圈的手术时间为 30 ~ 90 min,平均 58 min。术中动脉瘤破裂出血 7 个(全部为破裂出血性动脉瘤),其中单纯弹簧圈源性 5 个,微导管和弹簧圈源

性 3 个(图 3),前交通动脉瘤最多见,占 42.9%,无一例死亡,6 例达到完全栓塞。术中弹簧圈移位 2 例,其中 1 例使用支架成功挽救,部分弹簧圈襻或丝突出到载瘤动脉 7 例。本组发生脑栓塞事件 2 例,术后偏瘫 1 例,视力下降 1 例,经治疗后明显改善。

本组有 2 例死亡,其中 1 例为术后再出血,另 1 例因出血后并发症死亡,除此之外所有病例在术后 3 和 12 个月复查 DSA,随访脑血管造影平均 24.8 个月。在 3 ~ 12 个月随访时发现 5 个再通,对其中 3 个进行了再次栓塞,均为破裂出血的动脉瘤,并且

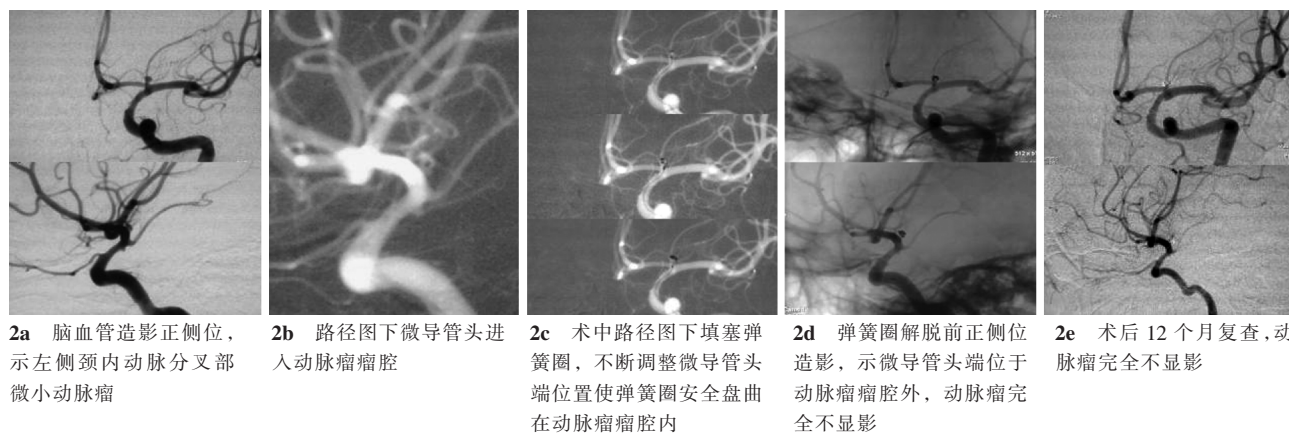


图 2 颈内动脉分叉处微小动脉瘤治疗前后图像

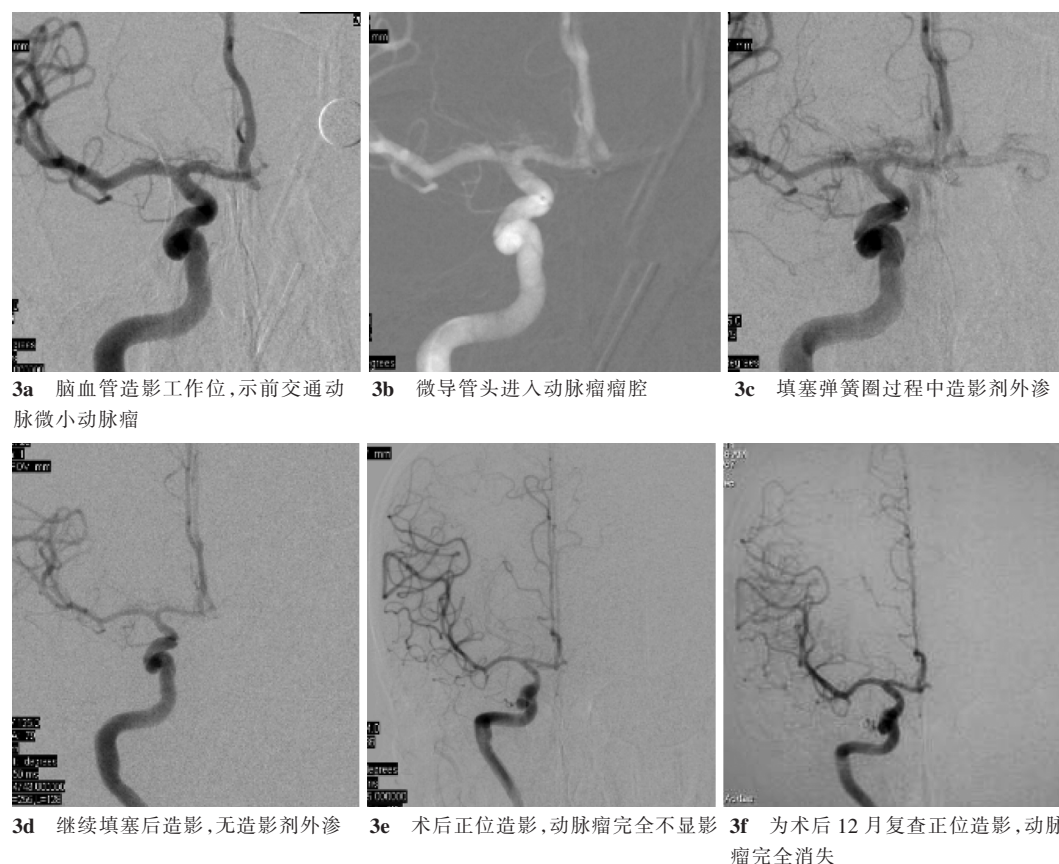


图 3 前交通动脉动脉瘤治疗前后图像

植入了支架,达到完全栓塞。延迟性弹簧圈部分移位 2 个,其中 1 个使用球囊辅助技术。12 个月后复查造影示完全栓塞 61 个,次全栓塞 14 个,其中 2 个再通的微小动脉瘤(前交通动脉和小脑后下动脉)仍在随访中。术后 12 个月 mRS 评级,极好 53 例(包括 20 例未破裂动脉瘤),好 15 例,差 2 例和死亡 2 例。

术后 12 个月复查脑血管造影,微小动脉瘤在术后和随访中,破裂和未破裂动脉瘤间完全栓塞、次全栓塞和部分栓塞差异无统计学意义($P > 0.05$, 表 2)。而在裸栓和支架辅助的术后即刻和随访中,两者间的完全栓塞率差异有统计学意义($P < 0.05$, 表 3)。

表 2 术后即刻和随访脑血管造影结果

栓塞	破裂出血(个)		未破裂出血(个)		P 值	
	术后即刻	随访	术后即刻	随访	术后即刻	随访
完全	30	41	12	20	0.424	1.000
次全	21	9	9	5	0.712	1.000
部分	1	0	4	0	0.64	—
合计	52	50	25	25		

表 3 裸栓和支架辅助术后即刻和随访脑血管造影结果

栓塞	裸栓(个)		支架辅助(个)		P 值	
	术后即刻	随访	术后即刻	随访	术后即刻	随访
完全	29	39	13	22	0.162	0.019
次全	27	14	3	0	0.017	0.535
部分	2	0	3	0	0.174	—
合计	58	53	19	22		

3 讨论

近 5 年来,有关颅内微小动脉瘤的血管内治疗报道很多,治疗方法有单个弹簧圈栓塞、双导管、球囊或支架辅助、单个或多支架、覆膜支架等。这些方法提高了微小动脉瘤血管内治疗的效果,降低了并发症^[1-13,20-21]。Suzuki 等^[3]对 21 例破裂出血的微小动脉瘤使用单个弹簧圈栓塞,而 Chen 等^[4]则使用弹簧圈裸栓、球囊和支架辅助以及单个支架治疗,术中均无任何并发症发生。然而,至今尚无颅内微小动脉瘤血管内治疗的指南,一般认为 $< 7 \text{ mm}$ 的动脉瘤破裂概率小^[22-23],但实际上却很普遍^[5-6,9,24-25]。van Rooij 等^[6]报道在过去 13 年中,累计治疗 187 例患者的 196 个微小动脉瘤,占血管内动脉瘤治疗的 15.1%,且随着无创技术的发展和 3D-DSA 的应用,有越来越多的微小动脉瘤得以发现^[26-27]。本组中,3D-DSA 发现了 2D-DSA 未发现的 5 个微小动脉瘤。回顾文献,破裂的微小动脉瘤多位于前交通动脉^[6,12,28],在本组病例中亦最常见,占 35.1%,类似于

van Rooij 等^[6]的报道,在前循环出血性动脉瘤中占 60%,而且在多发性动脉瘤中最常见,占 61.5%,这一点在以往报道中很少提及。

目前,血管内治疗微小动脉瘤不仅难度高,且存在一定的失败率^[8,11],虽然本组 100%成功栓塞了 77 个微小动脉瘤,但同期 17 个微小动脉瘤在行脑血管造影后建议外科手术治疗,而且术中动脉瘤破裂出血是一个棘手的问题,因微小动脉瘤不仅体积小,而且壁薄,尤其是破裂出血急性期,同时操作微导管和弹簧圈的空间有限,很难容纳 1 个以上弹簧圈栓塞,增加了术中破裂出血的发生率,即使可能填塞第 2 个弹簧圈,还增加了弹簧圈移位的风险^[20,29]。Brinjikji 等^[30]分析已经发表的 6 项研究^[3-6,12,31]和他们的 71 个微小动脉瘤(共计 442 个微小动脉瘤),破裂出血的占 61%,术中破裂率达 10.7%,而未破裂动脉瘤仅为 5%,平均达 8.3%。更有学者报道破裂的微小动脉瘤术中破裂率高达 11.7%,是大动脉瘤破裂率的 5 倍以上^[12]。然而,术中的高破裂率并不导致高致残率和死亡率,本组术中破裂率达 9.1%,但无一例死亡,随访 6 例达到完全栓塞,1 例再通仍在随访观察中,这是因为我们能及时发现微小动脉瘤破裂出血并采取出血后的积极治疗措施^[6,32]:首先是术前严格把握指征和评估术中破裂风险大的微小动脉瘤,其次操作上降低微小动脉瘤破裂出血的概率,微导管头端根据实际血管形态塑形,头端短于 3 mm,而且微导丝尽可能不进入动脉瘤瘤腔,以安全填塞为前提,使用 3D-DSA 指导下的工作角度,选择能清晰显示瘤颈和瘤体的工作角度测量动脉瘤大小,准确选择合适大小的柔软的弹簧圈,采取放大的路径图,清晰显示微导管、微导丝和弹簧圈的细微移动,缓慢填塞弹簧圈,随着弹簧圈的成襻形态有张有弛地控制微导管的张力和弹簧圈的紧张度,调节微导管头缓慢地进出动脉瘤瘤腔(图 2),并且对部分病例联合球囊和支架辅助技术,再者,一旦发现弹簧圈盘曲的形态变化与动脉瘤形态不符合,或弹簧圈填塞遇到阻力或突然变化等异常,立即停止操作,造影确认是否出血,若发现出血,紧急继续填塞弹簧圈,或使用球囊辅助止血,同时中和肝素和降低血压^[6,11-12],合理应用以上技术能降低并发症的发生,并可改善预后^[3,5-8,10]。本组术中破裂率较高的原因有:①5 例发生在前 5 年,与经验不足和选择的材料有限有关;②所选择的弹簧圈长度根据动脉瘤填塞率不低于 20%计算,长于文献中其他学者所选择的长度^[2-3,7]。

对于血管内治疗微小动脉瘤,除操作者必须具有娴熟的操作经验和丰富的血管解剖知识外,材料也很重要。Lim 等^[33]研究了他们所用的 8 种微导管和 3 种弹簧圈,发现微导管和弹簧圈血管内栓塞治疗微小动脉瘤存在缺陷,弹簧圈解脱区域较硬,长度 0.5 ~ 0.8 mm,而且微导管远端标记的末端和弹簧圈的解脱区域距离 1.2 ~ 2.8 mm,理论上增加了微小动脉瘤术中破裂的概率。在这里我们强调微导管,由于其材质不同,蒸汽塑形的状态不同,要求操作者必须理解和熟悉不同微导管的性能,我们常用 Excelsior SL-10 微导管,采用编织构成可以最大范围活动,但是缺乏支撑力,而 Echelon-10 微导管具有一定的支撑力,但是微导管头相对比较僵硬,很多时候微导管不能停留于动脉瘤瘤腔,塑形时角度要超过需要的角度。目前增加了新的柔软的小直径弹簧圈,如 1.5 mm × 10/20 mm,方便了微小动脉瘤的治疗。

回顾文献,仅有 4 项研究总结了单个弹簧圈栓塞微小动脉瘤的经验和疗效^[1,3,5,7]。Goddard 等^[1]报道了 25 个微小动脉瘤,尽管填塞率不能令人满意,但可获得满意的疗效,他们认为微小动脉瘤的弹簧圈填塞率与其复发无关,随后得到了 Kwon 等^[2]、Gupta 等^[5]和 Yang 等^[7]的认同。Kwon 等^[2]报道 27 个微小动脉瘤,12 个使用单个弹簧圈栓塞,15 个使用 2 个弹簧圈栓塞,完全栓塞达到 19 个,不全性栓塞 8 个,他们认为使用 1 ~ 2 个弹簧圈栓塞微小动脉瘤似不稳定,填塞率低,但随访证实了其有效性:低再通率和低再出血率。Gupta 等^[5]报道 7 个微小动脉瘤,他们进一步证实了该技术的可行性。Yang 等^[7]报道 12 个微小动脉瘤,仅 1 个再通,他们认为能够有效防止再出血。本组结果完全支持以上观点。还有一些学者报道了微小动脉瘤的血管内治疗经验,Ioannidis 等^[8]报道 97 个微小动脉瘤,其中 85 个破裂出血,12 个为其他动脉瘤出血伴发的微小动脉瘤,成功栓塞 92 个微小动脉瘤,其中 55 个微小动脉瘤使用单个弹簧圈栓塞,术后即刻完全栓塞 64 个,次全栓塞 28 个,术中并发症 7 个,他们认为有效的治疗技术和材料能够降低并发症和改善预后。Hwang 等^[9]报道 43 个微小动脉瘤,术后即刻完全栓塞 16 个,次全栓塞 22 个,部分栓塞 5 个,6 个月随访发现进行性血栓形成达到完全栓塞 10 个,他们认为该技术有效、安全,即使没有完全栓塞的微小动脉瘤,在随访时能够发现进行性血栓形成。本组术后进行性血栓形成达到 16 个,占 21.3%,完全支持

以上观点,同时 Lu 等^[11]报道尽管 37 个动脉瘤为次全栓塞或部分栓塞,但随访发现 8 个动脉瘤达到完全栓塞。

本组不仅所选择的弹簧圈长度较长,实际根据动脉瘤填塞率不低于 20%来计算,可能提高了完全栓塞率,本组达到 55.8%,联合应用支架辅助弹簧圈最多,达到 19 个,占 24.7%。早期应用经网眼技术,后期全部使用支架后释放技术,明显提高了完全栓塞率,达到 68.4%,高于裸栓的 50%,随访病例显示完全栓塞率明显高于裸栓($P < 0.05$),降低了再通率。本组术后再通 5 例,占 6.5%,略高于 van Rooij 等^[6]的报道,所有 5 例均为破裂出血的微小动脉瘤,其中 3 例增大,可能与瘤腔内血栓溶解和假性动脉瘤有关,随后进行了支架辅助弹簧圈栓塞达到完全栓塞,其余 2 例弹簧圈压缩,目前仍在随访中。回顾文献,血栓事件和弹簧圈移位事件似乎不常见,尤其是弹簧圈移位事件很少提及,本组存在 2 例缺血事件和 4 例弹簧圈移位事件,尤其是延迟性弹簧圈移位,可导致缺血事件,而弹簧圈部分攀突出到载瘤动脉可不予处理。

本组选择性病例的结果令人鼓舞,术后 12 个月复查造影示完全栓塞达到 61 个,次全栓塞 14 个。我们有以下几点认识:①术前评估非常重要,严格把握适应证和禁忌证;②治疗医师具备娴熟的血管内治疗技术,精通脑血管的大体解剖和影像学解剖;③必须选择合适的栓塞技术和弹簧圈;④深知并发症的预防和处理;⑤术后随访非常重要。最后,微小动脉瘤的血管内治疗仍然需要大样本的随机结果来规范其治疗方法。

[参考文献]

- [1] Goddard JK, Moran CJ, Cross DT 3rd, et al. Absent relationship between the coil-embolization ratio in small aneurysms treated with a single detachable coil and outcomes [J]. AJNR, 2005, 26: 1916 - 1920.
- [2] Kwon HJ, Park JB, Kwon Y, et al. Long-term clinical and radiologic results of small cerebral aneurysms embolized with 1 or 2 detachable coils[J]. Surg Neurol, 2006, 66: 507 - 512.
- [3] Suzuki S, Kurata A, Ohmomo T, et al. Endovascular surgery for very small ruptured intracranial aneurysms. Technical note[J]. J Neurosurg, 2006, 105: 777 - 780.
- [4] Chen Z, Feng H, Tang W, et al. Endovascular treatment of very small intracranial aneurysms[J]. Surg Neurol, 2008, 70: 30 - 35.
- [5] Gupta V, Chugh M, Jha AN, et al. Coil embolization of very small (2 mm or smaller) berry aneurysms: feasibility and

- technical issues[J]. AJNR, 2009, 30: 308 - 314.
- [6] van Rooij WJ, Keeren GJ, Peluso JP, et al. Clinical and angiographic results of coiling of 196 very small ($< \text{or} = 3 \text{ mm}$) intracranial aneurysms[J]. AJNR, 2009, 30: 835 - 839.
- [7] Yang MS, Wong HF, Yang TH, et al. Alternative option in the treatment of very small ruptured intracranial aneurysms[J]. Surg Neurol, 2009, 72 Suppl 2: S41 - S46.
- [8] Ioannidis I, Laloo S, Corkill R, et al. Endovascular treatment of very small intracranial aneurysms [J]. J Neurosurg, 2010, 112: 551 - 556.
- [9] Hwang JH, Roh HG, Chun YI, et al. Endovascular coil embolization of very small intracranial aneurysms [J]. Neuroradiology, 2011, 53: 349 - 357.
- [10] Chae KS, Jeon P, Kim KH, et al. Endovascular coil embolization of very small intracranial aneurysms[J]. Korean J Radiol, 2010, 11: 536 - 541.
- [11] Lu J, Liu JC, Wang LJ, et al. Tiny intracranial aneurysms: Endovascular treatment by coil embolisation or sole stent deployment[J]. Eur J Radiol, 2011: 005.
- [12] Nguyen TN, Raymond J, Guilbert F, et al. Association of endovascular therapy of very small ruptured aneurysms with higher rates of procedure-related rupture[J]. J Neurosurg, 2008, 108: 1088 - 1092.
- [13] Gil A, Vega P, Murias E, et al. Balloon-assisted extrasaccular coil embolization technique for the treatment of very small cerebral aneurysms[J]. J Neurosurg, 2010, 112: 585 - 588.
- [14] Sluzewski M, van Rooij WJ, Slob MJ, et al. Relation between aneurysm volume, packing, and compaction in 145 cerebral aneurysms treated with coils[J]. Radiology, 2004, 231: 653 - 658.
- [15] Kai Y, Hamada J, Morioka M, et al. Evaluation of the stability of small ruptured aneurysms with a small neck after embolization with Guglielmi detachable coils: correlation between coil packing ratio and coil compaction[J]. Neurosurgery, 2005, 56: 785 - 792.
- [16] Pakbaz RS, Kerber CW. Complex curve microcatheters for berry aneurysm endovascular therapy[J]. AJNR, 2007, 28: 179-180.
- [17] Toyota S, Fujimoto Y, Iwamoto F, et al. Technique for shaping microcatheter tips in coil embolization of paraclinoid aneurysms using full-scale volume rendering images of 3D rotational angiography[J]. Minim Invasive Neurosurg, 2009, 52: 201 - 203.
- [18] Li MH, Gao BL, Fang C, et al. Angiographic follow-up of cerebral aneurysms treated with Guglielmi detachable coils: an analysis of 162 cases with 173 aneurysms[J]. AJNR, 2006, 27: 1107 - 1112.
- [19] 王 武, 李明华, 杜倬婴, 等. Neuroform3 支架在急诊血管内栓塞破裂性颅内宽颈动脉瘤中的应用[J]. 介入放射学杂志, 2009, 18: 4 - 10.
- [20] 顾斌贤, 李明华, 王 武. 弹簧圈血管内栓塞颅内动脉瘤危急事件中支架的应用[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 93 - 96.
- [21] Henkes H, Reinartz J, Preiss H, et al. Endovascular treatment of small intracranial aneurysms: three alternatives to coil occlusion[J]. Minim Invasive Neurosurg, 2006, 49: 65 - 69.
- [22] Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM, et al. International subarachnoid aneurysm trial(ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion[J]. Lancet, 2005, 366: 809 - 817.
- [23] Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J, et al. International study of unruptured intracranial aneurysms investigators.unruptured intracranial aneurysms:natural history,clinical outcome,and risks of surgical and endovascular treatment[J]. Lancet, 2003, 362: 103 - 110.
- [24] Russell SM, Lin K, Hahn SA, et al. Smaller cerebral aneurysms producing more extensive subarachnoid hemorrhage following rupture: a radiological investigation and discussion of theoretical determinants[J]. J Neurosurg, 2003, 99: 248 - 253.
- [25] Taylor CL, Steele D, Kopitnik TA Jr, et al. Outcome after subarachnoid hemorrhage from a very small aneurysm: a case-control series[J]. J Neurosurg, 2004, 100: 623 - 625.
- [26] van Rooij WJ, Sprengers ME, de Gast AN, et al. 3D rotational angiography: the new Gold standard in the detection of additional intracranial aneurysms[J]. AJNR, 2008, 29: 976 - 979.
- [27] Li MH, Cheng YS, Li YD, et al. Large-cohort comparison between three-dimensional time-of-flight magnetic resonance and rotational digital subtraction angiographies in intracranial aneurysm detection[J]. Stroke, 2009, 40: 3127 - 3129.
- [28] Sluzewski M, Bosch JA, van Rooij WJ, et al. Rupture of intracranial aneurysms during treatment with Guglielmi detachable coils: incidence, outcome, and risk factors[J]. J Neurosurg, 2001, 94: 238 - 240.
- [29] Gao BL, Li MH, Wang YL, et al. Delayed coil migration from a small wide-necked aneurysm after stent-assisted embolization: case report and literature review[J]. Neuroradiology, 2006, 48: 333 - 337.
- [30] Brinjikji W, Lanzino G, Cloft HJ, et al. Endovascular treatment of very small (3 mm or smaller) intracranial aneurysms: report of a consecutive series and a meta-analysis[J]. Stroke, 2010, 41: 116 - 121.
- [31] Pierot L, Spelle L, Vitry F. Immediate clinical outcome of patients harboring unruptured intracranial aneurysms treated by endovascular approach: results of the ATENA study[J]. Stroke, 2008, 39: 2497 - 2504.
- [32] Li MH, Gao BL, Fang C, et al. Prevention and management of intraprocedural rupture of intracranial aneurysm with detachable coils during embolization[J]. Neuroradiology, 2006, 48: 907 - 915.
- [33] Lim YC, Kim BM, Shin YS, et al. Structural limitations of currently available microcatheters and coils for endovascular coiling of very small aneurysms[J]. Neuroradiology, 2008, 50: 423 - 427.

(收稿日期:2011-07-10)

(本文编辑:侯虹鲁)