

· 论 著 ·

在复合手术室治疗脑动静脉畸形的初步探讨

张海峰 梁国标 于春泳 王晓刚 李志清 高旭 董玉书 郭学军

【摘要】目的 总结在复合手术室治疗脑动静脉畸形的经验。**方法** 2013 年 12 月至 2014 年 12 月在复合手术室治疗 27 例脑动静脉畸形患者,均行手术切除,术中造影判断畸形团是否残留,其中 3 例一期行切除术和血管内栓塞术。**结果** 27 例中,4 例(14.8%)术中血管造影显示畸形团残留,再次切除后行术中造影,显示畸形团消失;一期行切除术和血管内栓塞术 3 例(均为 Spetzler-Martin 分级Ⅲ级以上),术中出血明显减少,均完全切除畸形团。所有患者无造影相关的并发症。术后 24 例随访 6 个月至 1 年,失访 3 例;其中 19 例恢复良好,5 例有轻度神经功能障碍。**结论** 在复合手术室治疗脑动静脉畸形能够提高疗效,降低手术相关并发症,为脑动静脉畸形治疗提供了一个新的安全有效的平台。

【关键词】 脑动静脉畸形;复合手术室;血管内栓塞;脑血管造影术;显微手术;疗效

【文章编号】 1009-153X(2016)04-0196-04 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.4; R 651.1*2

A preliminary study of hybrid operation for cerebral arteriovenous malformations

ZHANG Hai-feng, LIANG Guo-biao, YU Chun-yong, WANG Xiao-gang, LI Zhi-qing, GAO Xu, DONG Yu-shu, GUO Xue-jun.
Department of Neurosurgery, General Hospital, Shenyang Command, PLA, Shenyang, 110840, China

【Abstract】 Objective To summarize the experience in treating cerebral arteriovenous malformations (AVMs) in the hybrid operating room. **Method** Twenty seven patients with cerebral AVMs were treated in hybrid operating room from December, 2013 to December, 2014. Microsurgery for resection of AVM was performed in all the patients. AVMs remnants were detected by intraoperative angiography. Three patients received endovascular embolization and AVMs surgical treatment at one-stage operation. Twenty four patients were post operatively followed up from 6 to 12 months. **Results** The intraoperative angiography showed that the AVM remnants disappeared after the second operation was performed in 4 patients in whom the intraoperative angiography showed AVMs remnants after the first operation. The AVMs were totally resected and the intraoperative bleeding was significantly reduced in 3 patients receiving both the endovascular embolization and microsurgery. All the patients had no complications related to the DSA. Of 24 patients followed up from 6 to 12 months, 19 recovered well and 5 had mild neurological defect according to modified Rankin Scale. **Conclusions** Hybrid operation provides a safe and effective method for treatment of cerebral AVMs. The incidence of surgical complications may be reduced and the curative effect may be improved by surgery in the hybrid operating room.

【Key words】 Cerebral arteriovenous malformations; Neurosurgical procedures; Digital subtraction angiography; Hybrid operating room

Hybrid Operation 的概念最早是 1996 年由英国学者 Angelini 等^[1]提出来,马廉亭^[2]建议将 Hybrid Operaton 翻译为复合手术,并被本刊采用。复合手术室,是多学科融合的产物,是指将 DSA 系统直接安装在手术室中,可以术中进行影像学检查,并能结合常规的外科手术和介入治疗手段完成复杂疾病的治疗。Murayama 等^[3]于 2011 年首先报道复合手术室在神经外科领域中的应用,随后国内外出现应用复合

手术治疗动静脉畸形(arteriovenous malformations, AVM)的文献报道^[4-6]。2013 年 12 月至 2014 年 12 月,在复合手术室行脑 AVM 切除术 27 例,现报道如下。

1 临床资料

1.1 一般资料 脑 AVM 27 例中,男 15 例,女 12 例;年龄 22~62 岁,平均 38.3 岁。出血 17 例,头痛、头晕 4 例,癫痫 3 例,偶然发现 3 例。根据 Spetzler-Martin 分级,Ⅰ~Ⅱ级 13 例,Ⅲ级 10 例,Ⅳ级 4 例。

1.2 影像学评估 无需急诊手术的脑 AVM 术前均行 DSA 和 MRI 检查,明确血管畸形的大小、形态、供血动脉以及回流静脉情况;需急诊手术清除血肿的怀疑脑 AVM 直接进入复合手术室行术中 CT 检查,明确血肿位置,并行 DSA 检查明确 AVM 的血管构筑情

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2016.04.002

基金项目:国家自然科学基金(81471213);辽宁省自然科学基金(2015020415)

作者单位:110016 沈阳,沈阳军区总医院神经外科(张海峰、梁国标、于春泳、王晓刚、李志清、高旭、董玉书、郭学军)

通讯作者:梁国标,E-mail:liangguobiao6708@163.com

况。涉及功能区的AVM术前行功能磁共振检查,以明确功能区与畸形血管团之间的关系。27例中幕上AVM 23例,幕下AVM 4例;单纯由前循环供血21例,单纯由后循环供血4例,前、后循环均参与供血2例;涉及重要功能区(包括语言、运动、感觉)8例;主要经大静脉窦引流21例,涉及深部静脉引流6例。畸形团最大径2.3~12.1 cm,平均6.8 cm。

1.3 手术治疗及随访 ①对于供血动脉位置表浅且Spetzler-Martin分级Ⅰ~Ⅱ级或供血动脉为过路型而无法栓塞的高级别脑AVM(20例),全麻后直接进行AVM切除术,术中造影若发现畸形团残留则再次切除;②对于供血动脉多、范围广、有前后循环双供血、流量大以及脑深部动脉供血的AVM,特别是位于侧裂区及重要功能区、Spetzler-Martin分级Ⅲ~Ⅳ级的AVM(3例),复合手术室内血管内栓塞联合手术切除治疗;③对于破裂出血致占位效应明显需急诊手术的AVM(2例),直接进入复合手术室,先造影后根据情况行血肿清除、AVM栓塞和/或切除术;④对于术前DSA未发现AVM但脑内血肿位于非典型高血压出血位置的年轻患者(2例),术中先清除血肿,再行DSA检查明确是否有微血管畸形。最后造影(包括3D旋转造影)确定无畸形团残留后再行关颅术,关颅后在复合手术室内常规行CT检查观察是否有颅内出血,未关颅时术中也可根据脑肿胀情况随时行CT检查,判断有无远隔部位出血。

术后随访6个月至1年,以改良Rankin量表(modified Rankin scale, mRS)评价患者术后恢复情况。

2 结果

27例均行脑AVM切除术,造影均证实完全切除畸形团,其中4例(14.8%)术中血管造影显示畸形团残留,再次切除后行术中造影,显示畸形团消失,见图1;3例(均为Spetzler-Martin分级Ⅲ级以上)一期行血管内栓塞术和切除术,术中出血明显减少,见图2。所有患者无造影相关的并发症。24例获及随访,3例失访;随访6个月至1年,19例恢复良好(mRS评分0分),5例有轻度神经功能障碍(mRS评分1~2分)。

3 讨论

最初的术中DSA是在便携移动式C臂机下完成的,其设备成本相对低,但操作费时、图像质量不佳、射线防护差,未能在临床普及。复合手术室内DSA

采用数字平板探测器,图像分辨率高,通过后处理软件能清晰显示脑血管三维图像及术中CT成像,打破了传统手术室和DSA系统在单独工作时的局限性^[7],为神经外科医生提供了一个全新的术中图像引导环境,采用介入和外科手术联合治疗一些复杂疾病的能力得以提高。

复合手术室将血管内介入、神经外科学和影像诊断学三大学科技术完美结合在一起,打破了学科之间的壁垒,对脑AVM治疗的最大优势在于将畸形团切除后未关颅时可行造影检查,明确有无畸形团残留,避免再次行手术治疗的风险^[5]。Chalouhi等^[8]回顾性分析101例脑AVM的术后造影情况,其中9例(8.9%)发现畸形团残留,需要进一步手术切除。本组4例术中造影发现畸形团残留,再次切除后行术中造影,所有病例AVM完整切除,避免二次手术。而术中使用吲哚菁绿荧光血管造影(indocyanine green angiography, ICGA)判断是否有畸形团残留是有局限性的。它只能显示显微镜视野下的表层或充分暴露的血管,对被血块或是脑组织遮挡住的血管则不能显影,所以其对残留的小或深部畸形团往往容易遗漏。Killory等^[9]报道10例脑AVM切除术中同时行ICGA及DSA检查,发现有2例ICGA未发现而DSA发现残留畸形团,认为ICGA不能替代DSA,但可作为一种辅助手段判断是否有畸形团残留。

既往认为破裂出血、占位效应明显需急诊手术的脑AVM,因无时间行DSA检查了解AVM血管结构,建议只清除血肿暂不处理病灶^[10],而复合手术室有效解决了这个问题。Murayama等^[4]报道在复合手术室治疗8例AVM,主要是针对AVM伴血肿,血肿及畸形团清除手术一期完成。本组有2例这种类型病人,直接进入复合手术室,首先术中CT明确血肿大小和位置,DSA显示AVM血管构筑,立即行血肿清除、AVM栓塞和/或切除术,既避免了不同场所(CT室-D SA室-手术室)之间转运,为抢救病人节省了大量时间,又避免二次手术。

复合手术室对需要联合血管内介入和开颅手术的脑AVM提供了一个绝佳场所,不需要麻醉插管的病人在DSA室和传统手术室之间来回转运,避免了分期手术等可预见的风险^[6]。本组有3例血流量大、脑深部动脉供血且累及功能区的脑AVM(Spetzler-Martin分级Ⅲ级以上),首先在复合手术室气管插管全身麻醉后行血管内栓塞,不强求畸形团闭塞率,但不能闭塞引流静脉,主要目的是栓塞大的

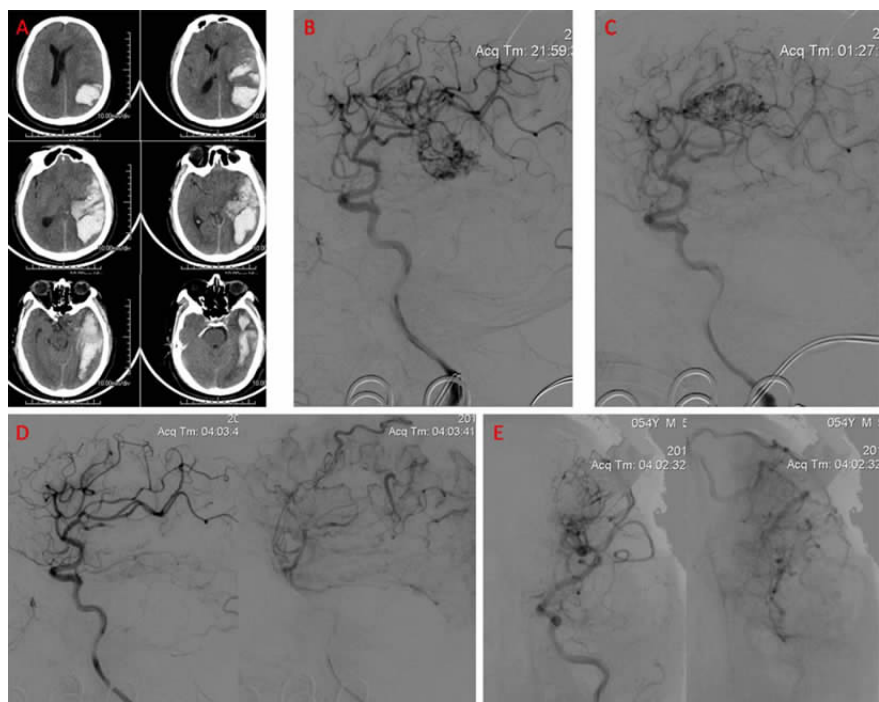


图1 左侧额顶叶动静脉畸形伴出血在复合手术室手术前后影像

A. 术前头颅CT检查可见左侧额顶叶脑出血,中线明显右移;B. 术前DSA显示左侧额顶叶动静脉畸形;C. 首次切除畸形团后术中造影可见左侧顶叶部分畸形团残留;D. 再次切除畸形团后侧位造影动脉期及毛细血管晚期显示畸形团消失;E. 再次切除畸形团后正位造影动脉期及毛细血管晚期显示畸形团消失

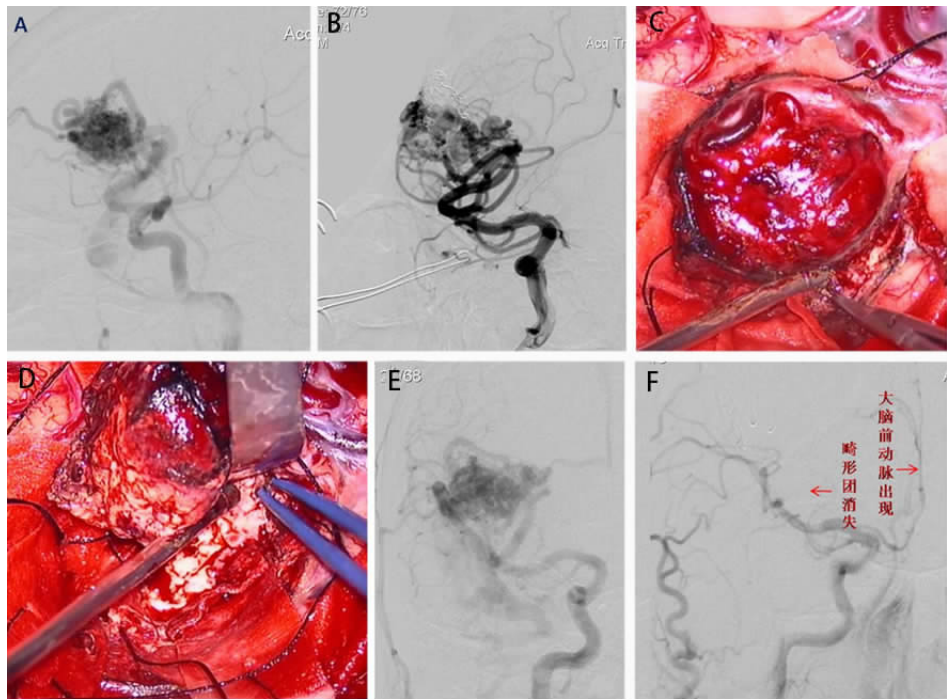


图2 右侧额叶动静脉畸形在复合手术室手术情况

A. 术前DSA证实右侧额叶动静脉畸形;B. 将右侧额叶动静脉畸形主要深部供血动脉用弹簧圈闭塞后术中DSA示畸形团明显缩小,主要是引流静脉显影;C、D. 术中显微镜下观察,切除动静脉畸形过程中基本无出血;E. 切除术前DSA显示右侧额叶动静脉畸形,而右侧大脑前动脉不显影;F. 切除术后DSA显示畸形团消失,右侧大脑前动脉显影良好

或深部供血动脉,降低血流量后立即手术切除畸形团,明显减少了术中出血量,并避免了分期手术和同期手术转运的风险^[11,12];同时术中对于累及功能区的畸形团栓塞但不切除,避免手术切除该部分畸形团时引起术后功能障碍。这 3 例高级别 AVM 取得良好疗效,无过度灌注等围手术期并发症出现,随访 mRS 评分 0 分。因此,在复合手术室内治疗脑 AVM,既使手术医师在降低血流甚至无出血情况下从容操作,很大程度降低了手术风险;又让介入医师在不惧怕突然破裂出血的情况下进行血管内治疗,避免了单纯腔内技术的局限性^[13]。

本组病例中有 2 例微血管畸形伴出血,术前 DSA 并未发现微血管畸形,术中清除血肿后造影发现并精确定位后切除,而凭经验或术中 ICGA 很难发现微小血管畸形团。本组还有 2 例脑深部小型 AVM,供血动脉、畸形团及周围正常穿支小动脉缠绕在一起,术中无法凭经验或术中 ICGA 区分供血动脉和正常血管,我们用动脉瘤夹夹闭疑似供血动脉,造影判断畸形团是否消失,若消失则确定为供血动脉,完整切除畸形血管团,顺利保留周围正常小动脉,降低手术并发症。

本组所有病例均未发生因联合血管内介入和开颅手术所导致的并发症,即术中因诊断和手术方法的修正所行的 DSA 和术中 CT 操作并未增加患者的风险,反而因术中 CT 的应用便于我们术中发现颅内血肿和明显脑水肿等并发症^[14],降低了手术的风险。

总之,复合手术室为脑 AVM 治疗提供了一个新的安全有效的平台,可降低手术相关并发症,提高疗效。

【参考文献】

[1] Angelini GD, Wilde P, Salerno TA, *et al.* Integrated left small thoracotomy and angioplasty for multivessel coronary artery revascularization [J]. *Lancet*, 1996, 347(9003): 757-758.

[2] 马廉亨. 关于某些中文译名的建议[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2013, 18(9): 531.

[3] Murayama Y, Irie K, Saguchi T, *et al.* Robotic digital subtraction angiography systems within the hybrid operating room [J]. *Neurosurgery*, 2011, 68(5): 1427-1433.

[4] Murayama Y, Arakawa H, Ishibashi T, *et al.* Combined surgical and endovascular treatment of complex cerebrovascular diseases in the hybrid operating room [J]. *J Neurointerv Surg*, 2013, 5(5): 489-493.

[5] Kotowski M, Sarrafzadeh A, Schatlo B, *et al.* Intraoperative angiography reloaded: a new hybrid operating theater for combined endovascular and surgical treatment of cerebral arteriovenous malformations: a pilot study on 25 patients [J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2013, 155(11): 2071-2078.

[6] 田进军,林志忠,张晋宁,等. 应用杂交手术室显微外科联合血管介入治疗复杂离动静脉畸形[J]. *中华医学杂志*, 2014, 94: 3763-3766.

[7] Reicher B, Poston RS, Mehra MR, *et al.* Simultaneous “hybrid” percutaneous coronary intervention and minimally invasive surgical bypass grafting: feasibility, safety, and clinical outcomes [J]. *Am Heart J*, 2008, 155(4): 661-667.

[8] Chalouhi N, Theofanis T, Jabbour P, *et al.* Safety and efficacy of intraoperative angiography in craniotomies for cerebral aneurysms and arteriovenous malformations: a review of 1 093 consecutive cases [J]. *Neurosurgery*, 2012, 71(6): 1162-1169.

[9] Killory BD, Nakaji P, Gonzales LF, *et al.* Prospective evaluation of surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green angiography during cerebral arteriovenous malformation surgery [J]. *Neurosurgery*, 2009, 65(3): 456-462.

[10] 陶英群,梁国标. 脑动静脉畸形破裂出血急诊手术治疗 [J]. *中国临床神经外科杂志*, 2013, 18(8): 455-457.

[11] Damm C, Vandelet P, Petit J, *et al.* Complications during the intrahospital transport in critically ill patients [J]. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2005, 24: 24-30.

[12] Lovell MA, Mudaliar MY, Klineberg PL. Intrahospital transport of critically ill patients: complications and difficulties [J]. *Anaesth Intensive Care*, 2001, 29: 400-405.

[13] 景在平,陈 泉. “杂交”手术在主动脉扩张疾病治疗中的运用及其价值[J]. *外科理论与实践*, 2007, 12(1): 4-6.

[14] Wong JM, Ziewacz JE, Ho AL, *et al.* Patterns in neurosurgical adverse events: open cerebrovascular neurosurgery [J]. *Neurosurg Focus*, 2012, 33(5): E15.

(2015-12-02 收稿, 2016-01-12 修回)