

· 论 著 ·

术中DSA辅助手术切除脑动静脉畸形的
安全性及有效性

杨子舰 方伟 赵振伟 张涛 刘宇峰 吴妮 王小琴 邓剑平

【摘要】目的 探讨术中DSA辅助显微手术切除脑动静脉畸形的安全性和有效性。**方法** 回顾性分析2017年1月至2020年12月术中DSA辅助下显微手术治疗的47例脑动静脉畸形的临床资料。**结果** 首次切除后术中DSA显示,畸形血管团完全切除10例,有残留37例。术中DSA次数中位数为2.0(2.0,3.5)次。26例采用动脉瘤夹定位畸形血管团位置,定位造影次数中位数为1.5(1.0,2.0)次。术后即刻造影显示畸形血管团完全切除44例,部分残留3例。5例术后出现手术相关并发症。术后随访1年,预后良好(mRS评分 ≤ 2 分)46例,预后不良1例;DSA随访发现复发7例。**结论** 术中DSA辅助下手术切除脑动静脉畸形,有助于提高畸形团全切除率,减少手术并发症。

【关键词】 脑动静脉畸形;复合手术;显微手术;术中DSA;疗效

【文章编号】 1009-153X(2023)03-0150-03 **【文献标志码】** A **【中国图书资料分类号】** R 743.4; R 651.1*2

Safety and efficacy of microsurgical resection assisted by intraoperative DSA for patients with cerebral arteriovenous malformations

YANG Zi-jian, FANG Wei, ZHAO Zhen-wei, ZHANG Tao, LIU Yu-feng, WU Ni, WANG Xiao-qin, DENG Jian-ping. Department of Neurosurgery, Tangdu Hospital, The Fourth Military Medical University, PLA, Xi'an 710038, China

【Abstract】Objective To investigate the safety and effectiveness of microsurgery assisted by intraoperative DSA for patients with cerebral arteriovenous malformations (AVMs). **Methods** The clinical data of 47 patients with cerebral AVMs who were treated with microsurgery assisted by intraoperative DSA from January 2017 to December 2020 were retrospectively analyzed. **Results** After the first resection, intraoperative DSA showed no AVMs in 10 patients and residual AVMs in 37 patients. The median number of intraoperative DSA was 2.0 (IQR: 2.0~3.5) times. Aneurysm clips were used to locate the AVMs in 26 patients, and the median number of localization angiography was 1.5 (IQR: 1.0~2.0) times. Immediate postoperative angiography showed complete resection of the AVMs in 44 patients and partial residual in 3. Operation-related complications occurred in 5 patients. The one-year follow-up showed a good prognosis (mRS score ≤ 2 points) in 46 patients, and a poor prognosis in 1. DSA showed recurrence in 7 patients. **Conclusions** For patients with cerebral AVMs undergoing microsurgery, intraoperative DSA is helpful to improving the total resection rate of AVMs and reducing the postoperative complications.

【Key words】 Cerebral arteriovenous malformation; Hybridsurgery; Microsurgery; Intraoperative DSA; Safety; Effectiveness

脑动静脉畸形(cerebral arteriovenous malformations, CAVMs)的治疗一直以来都是神经外科的一个巨大挑战,传统的治疗方式包括显微手术切除、血管内介入栓塞、立体定向放射治疗等^[1-4],但这些治疗方式均存在一定的局限性。近年来,随着复合手术平台的兴起和发展,复合手术治疗CAVMs成为了一个新的研究热点^[5-7]。术中DSA辅助显微

手术切除作为一种新的治疗CAVMs的方法,具有持续造影监测、精准定位、即刻评估等诸多优势^[8]。2017年1月至2020年12月采用术中DSA辅助显微手术切除CAVMs共47例,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 47例中,男28例,女17例;平均年龄(28 \pm 13.6)岁。脑出血41例,癫痫4例,局灶性神经功能障碍2例。术前改良Rankin量表(modified Rankin scale, mRS)评分0分5例,1分29例,2分1例,3分5例,4分4例,5分2例。Spetzler-Martin分级 I级9例, II级20例, III级11例, IV级7例。

1.2 手术方法 设备主要由血管造影系统和手术显

doi:10.13798/j.issn.1009-153X.2023.03.002

作者单位:710038 西安,中国人民解放军空军军医大学附属唐都医院神经外科(杨子舰、方伟、赵振伟、张涛、刘宇峰、吴妮、王小琴、邓剑平)

通讯作者:邓剑平, E-mail: 13991139395@163.com

显微镜组成,术中头架为碳纤维投射头架。采用普通造影及双容积成像技术辅助下体表精准定位畸形团的位置指导皮瓣设计及手术入路。根据畸形血供特点将造影管预置于靶血管,术中持续加压输液冲洗。对于多支血管供血的病变,必要时需双侧股动脉置鞘,并于不同靶血管留置造影管。术中切除畸形的原则为:先自主要供血动脉或供血动脉集中处开始分离,严格遵循畸形团及正常脑组织之间的“界面”,贴近畸形团电灼并切断供血动脉,最后阻断引流静脉,切除畸形团。畸形团切除完成或术中需定位畸形位置及判断残留畸形时,行术中造影及采用动脉瘤夹定位造影的方法明确畸形的具体位置。对于残留的畸形进一步评估切除最终达到完全切除。术后即刻行靶血管造影评估。

2 结果

2.1 手术结果 首次切除后术中DSA显示,畸形团完全切除10例,有残留37例。术中造影次数中位数为2.0(2.0~3.5)次。26例术中采用动脉瘤夹定位方式精确定位畸形团位置,定位造影中位数为1.5(1.0~2.0)次。术后即刻造影显示畸形团完全切除44例,部分残留3例。

2.2 手术相关并发症 无手术死亡病例。术后5例出现手术相关并发症,其中3例肌力下降,经康复治疗

1年后恢复;1例运动性失语、1例视野缺损,术后1个月完全恢复。

2.3 随访结果 术后临床随访时间中位数为15.0(12.0~30.5)个月,术后随访1年预后良好(mRS评分 ≤ 2 分)46例,预后不良1例。术后影像随访时间平均(15 \pm 9.5)个月,术后1年DSA显示复发7例。

3 讨论

以往,对CAVMs病灶的判断均来自术前CT、MRI、DSA等相关影像学资料以及术者对大脑血管解剖学的了解,往往不能真实反映术中所见的畸形血管团的结构^[9]。特别是出血的CAVMs病人,畸形血管团及正常脑组织会因血肿压迫而产生相应移位,导致术中真实的显微镜下表现和术前影像学有差异。另外,对于直径较小且位于深部的AVMs,即使术前具备完善的影像学资料,术中显微镜下操作也很难精准地找到畸形血管团的具体位置,在寻找畸形血管团过程中过度的牵拉正常脑组织或血管有可能导致不必要的探查损伤。术中DSA辅助显微手术利用全程造影的“导航作用”,可有效避免这些问题。本文病例术前采用Mark体表定位(图1A、1B),选择手术入路及骨瓣大小;对于直径较小且位于深部的AVMs(图1C、1D),可通过正常脑组织解剖间隙分离及深入后,采取术中动脉瘤夹定位的方式精确

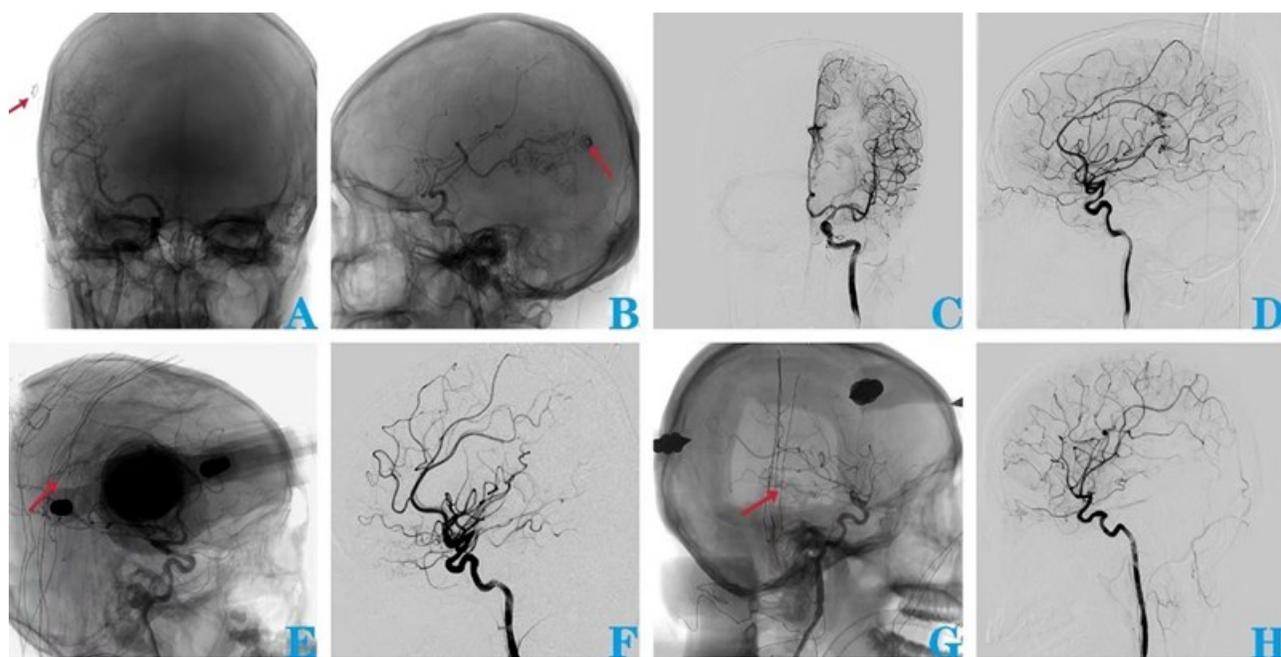


图1 脑动静脉畸形术中DSA辅助显微手术切除前后影像

A、B. 术前双容积影像Mark(↑示)定位畸形团;C、D. 术前DSA显示深部且直径较小的畸形血管团;E. 术中造影显示动脉瘤夹定位畸形血管团的位置(↑示);F. 术后DSA显示畸形血管团完全切除;G. 术中采用动脉瘤夹定位实时造影显示残留畸形血管团(↑示);H. 残留畸形血管团经定位评估后再次切除术后复查造影显示完全切除

寻找畸形血管团的具体位置(图 1E、1F),减少探查损伤,从而达到靶向切除^[5、6];对首次切除后残余的畸形血管团,术中动脉瘤夹定位则可以及时判断并分析残余畸形血管团的特点(图 1G、1H),指导手术操作,增加畸形血管团的全切除率^[10、11]。本文 47 例中,44 例畸形血管团全切除,全切除率为 94%,这与文献报道相似^[12]。本文 3 例(6%)残留的畸形血管团位于脑功能区,经术前或术中评估考虑完全切除可能会导致严重神经功能障碍。本文 5 例术后出现并发症,经对症治疗后均恢复,考虑原因主要为术中对正常脑组织牵拉而出现的一过性神经功能障碍。本文随访结果显示,术后 1 年预后良好(mRS 评分 \leq 2 分) 46 例,预后不良 1 例(畸形血管团位于顶叶,术前大量出血致脑疝形成,术后意识恢复但遗留左侧肢体偏瘫)。本文影像学随访显示 7 例复发,术前表现为出血,5 例畸形血管团呈弥散型。我们考虑畸形复发的机制可能是年龄小且畸形呈弥散型,畸形血管团尚处于幼稚状态,在显微手术切除过程中残留少量软膜支供血动脉,随着生长发育的过程再次新发异常的畸形血管团^[13];另外,可能是血肿占位效应压迫部分畸形血管团的血管巢,导致 DSA 呈现假阴性^[14]。

总之,术中 DSA 辅助显微手术切除 CAVMs,通过精确的体表定位可以有效指导皮瓣的设计,选择手术入路及骨瓣大小;对于位置较深的小畸形,术中动脉瘤夹可以精确定位畸形血管团的位置;术中实时 DSA 监测可以对残余的畸形血管团进行评估后进一步切除,提高全切除率。DSA 辅助显微手术切除 CAVMs 是安全的、有效的。

【参考文献】

[1] Bendok BR, El Tecle NE, El Ahmadieh TY, *et al.* Advances and innovations in brain arteriovenous malformation surgery [J]. *Neurosurgery*, 2014, 74 Suppl 1: S60-73.
 [2] 凌海平,杭春华,那世杰,等. 胼胝体动静脉畸形的血管内治疗的疗效分析[J]. 中国临床神经外科杂志, 2022, 27(1):28-30,50.
 [3] 詹增钦,王涛,许川,等. 大型脑动静脉畸形的伽玛刀体积分割治疗[J]. 中国临床神经外科杂志, 2021, 26(6): 401-405.

[4] 张敏,杨铭,潘力,等. 4D-DSA 在硬脑膜动静脉瘘诊治中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25(3): 129-133.
 [5] 张施远,蒋永明,曾春,等. 复合手术在脑动静脉畸形治疗中的应用[J]. 中国临床神经外科杂志, 2018, 23(12): 779-781.
 [6] 唐爽,蒋永明,龙勇,等. 复合手术平台治疗脑动静脉畸形[J]. 中国临床神经外科杂志, 2017, 22(1):1-3.
 [6] 张海峰,梁国标,于春泳,等. 在复合手术室治疗脑动静脉畸形的初步探讨[J]. 中国临床神经外科杂志, 2016, 21(4):196-199.
 [7] Fandino J, Taussky P, Marbacher S, *et al.* The concept of a hybrid operating room: applications in cerebrovascular surgery [J]. *Acta Neurochir Suppl*, 2013, 115: 113-117.
 [8] 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.
 [9] Acerbi F, Vetrano IG, Sattin T, *et al.* The role of indocyanine green videoangiography with FLOW 800 analysis for the surgical management of central nervous system tumors: an update [J]. *Neurosurg Focus*, 2018, 44(6): E6.
 [10] Gruter BE, Mendelowitsch I, Diepers M, *et al.* Combined endovascular and microsurgical treatment of arteriovenous malformations in the hybrid operating room [J]. *World Neurosurg*, 2018, 117: e204-e214.
 [11] Van Beijnum J, Van Der Worp HB, Buis DR, *et al.* Treatment of brain arteriovenous malformations: a systematic review and meta-analysis [J]. *JAMA*, 2011, 306(18): 2011-2019.
 [12] Santin MDN, Todeschi J, Pop R, *et al.* A combined single-stage procedure to treat brain AVM [J]. *Neurochirurgie*, 2020, 66(5): 349-358.
 [13] Hak JF, Boulouis G, Kerleroux B, *et al.* Pediatric brain arteriovenous malformation recurrence: a cohort study, systematic review and meta-analysis [J]. *J Neurointerv Surg*, 2022, 14(6): 611-617.
 [14] Sorenson TJ, Brinjikji W, Bortolotti C, *et al.* Recurrent brain arteriovenous malformations (AVMs): a systematic review [J]. *World Neurosurg*, 2018, 116: e856-e866.

(2022-11-04 收稿, 2023-02-13 修回)