

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2015.27.013

吲哚菁绿荧光血管造影在颅内动脉瘤夹闭术中的应用

缪洪平,唐俊,牛胤,林江凯,陈志,冯华,朱刚[△]
(第三军医大学西南医院神经外科/全军神经外科研究所,重庆 400038)

[摘要] **目的** 探讨吲哚菁绿荧光血管造影在颅内动脉瘤夹闭术中的应用,提高手术安全性。**方法** 回顾性分析该科室 50 例术中应用荧光血管造影的颅内动脉瘤患者资料。术中动脉瘤夹闭前后均行吲哚菁绿荧光血管造影,术后行头颅 CT 血管造影(CTA)和(或)数字减影血管造影(DSA)随访检查,观察治疗效果并采用格拉斯哥(GOS)评分进行术后随访。**结果** 术中吲哚菁绿荧光血管造影发现动脉瘤颈残留 3 例,载瘤动脉及动脉瘤临近分支血管狭窄各 1 例,吲哚菁绿荧光造影“假阴性”2 例,均根据情况调整动脉瘤夹,再次荧光造影证实动脉瘤夹闭满意,术后复查 CTA 和(或)DSA 证实术中荧光血管造影结果。随访 40 例患者(3~6 个月)GOS 评分 5 分 30 例,4 分 7 例,3 分 2 例,2 分 1 例。**结论** 吲哚菁绿荧光血管造影对于术中判断动脉瘤夹闭情况、载瘤动脉及动脉瘤临近分支通畅情况有重要的参考价值,可提高手术安全性,从而有效改善患者预后。

[关键词] 颅内动脉瘤;吲哚菁绿;荧光素血管造影术

[中图分类号] R739.41 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2015)27-3785-03

Application of indocyanine green fluorescein angiography in intracranial aneurysm surgery

Miao Hongping, Tan Jun, Niu Yin, Lin Jiangkai, Chen Zhi, Feng Hua, Zhu Gang[△]
(Department of Neurosurgery, Southwest Hospital, Third Military Medical University/
Department of Neurosurgery, Research Institute of PLA, Chongqing 400038, China)

[Abstract] **Objective** To improve the safety of surgery, the application of indocyanine green fluorescein(ICG) angiography in intracranial aneurysm surgery was investigated. **Methods** Fifty cases of intracranial aneurysms were retrospectively analyzed. All the patients were received ICG angiography before and after intracranial aneurysm clipping. The efficiency of the surgery was evaluated with CT angiography(CTA) and(or) digital subtraction angiography(DSA). The postoperative follow-up was conducted using Glasow outcomes score(GOS). **Results** Of the 50 patients, 3 cases of aneurysmal neck remnant, one case of parent arteries stenosis, one case of nearby branch stenosis and two cases of “false-negative” were observed after ICG angiography. The clips were adjusted until the satisfactory blood flew was restored. Postoperative CTA and(or) DSA confirmed the results of intraoperative ICG angiography. Of the 40 patients underwent follow-up, GOS score was 5 in 30 cases, 4 in 7 case, 3 in 2 case and 2 in 1 case. **Conclusion** ICG angiography is a useful way to assess the clipping of aneurysms, blood flew of parent arteries and nearby branches during the aneurysm surgery. It could raise the safety of surgery and further improve the clinical outcomes of intracranial aneurysms.

[Key words] intracranial aneurysm; indocyanine green; fluorescein angiography

颅内动脉瘤夹闭是治疗颅内动脉瘤的重要方法之一,如何在术中评价动脉瘤的夹闭效果,了解载瘤动脉及远端分支血管是否通畅,一直是大家所关注的问题。近年有学者推荐在数字减影血管造影(DSA)杂交手术室采用术中脑血管造影来了解动脉瘤夹闭情况及载瘤动脉、远端分支的通畅情况,以提高夹闭手术的成功率^[1],但由于对设备、人员要求高和存在放射性损害的原因,使其应用受到很大限度。吲哚菁绿(indocyanine green)荧光血管造影技术使用方法简单、无放射性,能清晰了解动脉瘤的夹闭及载瘤动脉通畅情况,近年来逐渐受到大多学者的重视^[2-5]。本研究对将本院 2014 年 1~4 月在显微镜下采用吲哚菁绿荧光血管造影技术夹闭动脉瘤的 50 例患者资料进行总结,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本组 50 例患者均为 2014 年 1~4 月本院神经外科收治的颅内动脉瘤患者,所有患者术前均行 CT 血管造影(CTA)和(或)DSA 确诊。其中男 15 例,女 35 例,年龄 30~72 岁,平均 43.4 岁。主要临床症状包括:突发剧烈头痛、头昏,其中伴动眼神经麻痹 10 例,意识障碍 3 例,肢体运动障碍 5 例。入院时 Hunt-Hess 分级 I 级 15 例,II 级 27 例,III 及 5

例,IV 级 3 例。

1.2 影像学资料 50 例患者入院前后均行头颅 CT 和(或)CTA、DSA,头颅 CT 发现单纯蛛网膜下腔出血 30 例,蛛网膜下腔出血伴额叶血肿 5 例,蛛网膜下腔出血伴额颞叶血肿 10 例,蛛网膜下腔出血伴侧裂区血肿 5 例。术前 CTA 及 DSA 发现动脉瘤 55 个,其中前交通动脉瘤 10 个,颈内动脉-后交通动脉瘤 25 个,颈内动脉分叉部动脉瘤 5 个,大脑中动脉动脉瘤 15 个。

1.3 方法 50 例患者入院后给予脱水、抗纤维蛋白溶解、抗血管痉挛等准备,充分了解患者是否有碘过敏史,完善 CTA 和(或)DSA。全部患者采取翼点或扩大翼点入路,对于宽颈动脉瘤采取多瘤夹塑形夹闭瘤颈或瘤体,处理多发动脉瘤时根据头颅 CT、CTA 及 DSA 结果明确出血的责任动脉瘤,优先处理责任动脉瘤。本组病例均使用带荧光造影功能的 Pentero 手术显微镜。在显微镜下将动脉瘤、载瘤动脉及其临近动脉瘤的分支血管充分暴露,调整显微镜使放大倍数小于 5 倍,焦距小于 300 mm;切换到荧光造影模式,将吲哚菁绿 25 mg 溶解于 15 mL 灭菌注射用水后,取 5 mL 快速注入颈外静脉,约 3~5 s 后,显微镜显示器上出现血管造影影像,术中间隔重复推注造

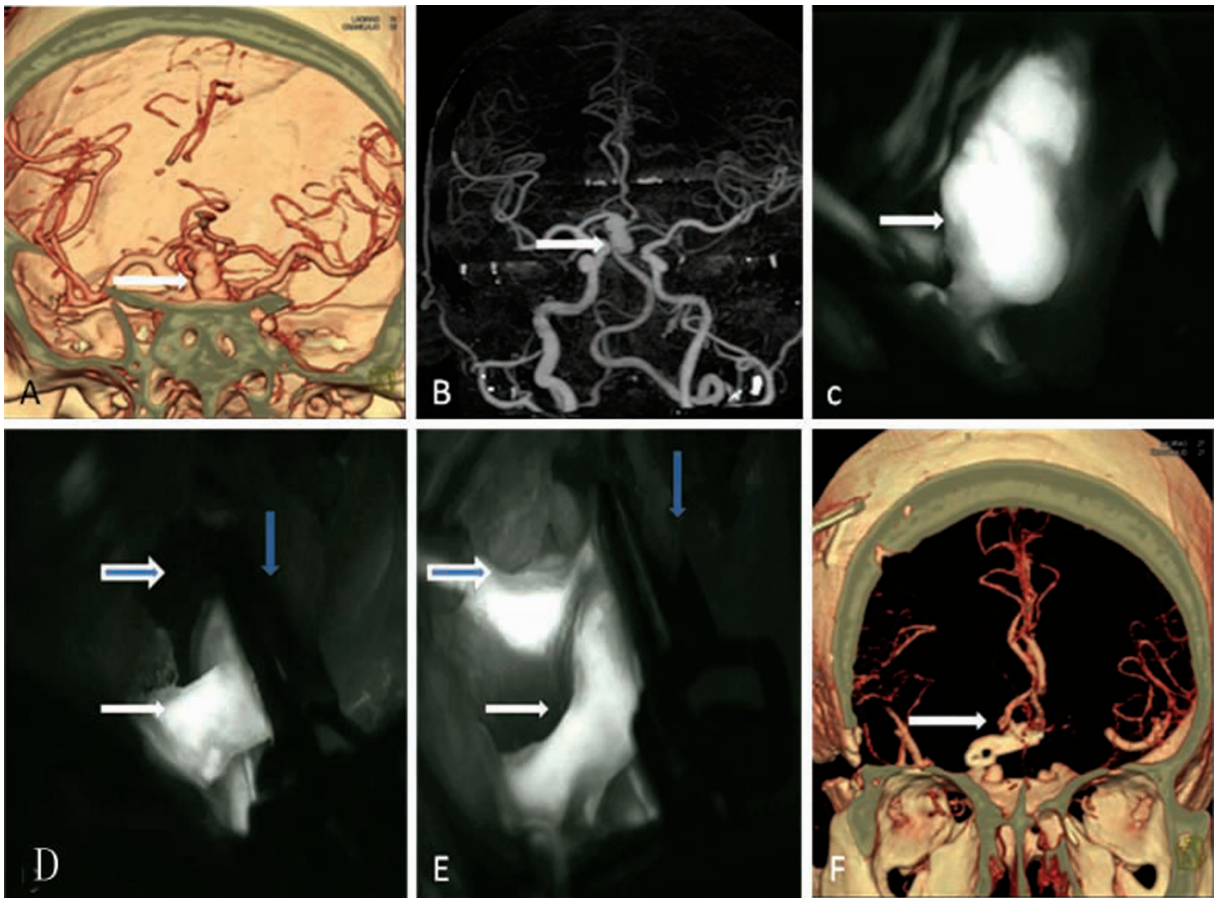
影剂。吲哚菁绿造影剂随血液流动动态观察载瘤动脉、临近血管分支是否通畅,动脉瘤夹闭是否彻底,为患者术后治疗、预后评价等提供有效的依据。

1.4 术后随访 出院时对所有患者进行格拉斯哥(GOS)评分^[6],出院后对 40 例患者进行 3~6 个月的电话或门诊随访同时行 GOS 评分。

2 结 果

本组 50 例患者共夹闭 55 个动脉瘤,术中行吲哚菁绿荧光血管造影 2~3 次,确认动脉瘤颈残留 3 例,载瘤动脉及动脉瘤

临近分支血管狭窄各 1 例,吲哚菁绿荧光血管造影“假阴性”2 例,均根据情况调整动脉瘤夹,再次荧光造影证实动脉瘤夹闭满意,载瘤动脉及动脉瘤临近分支血管通畅。本组有 5 例宽颈动脉瘤患者,术中无法单纯夹闭动脉瘤颈,采用多个过血流夹塑形夹闭动脉瘤体,术毕吲哚菁绿荧光血管造影及穿刺瘤囊均证实动脉瘤夹闭完全。术后 CTA、DSA 复查证实与术中吲哚菁绿荧光血管造影结果一致。对 40 例患者随访 3~6 个月, GOS 评分 5 分 30 例,4 分 7 例,3 分 2 例,2 分 1 例。见图 1。



A、B:术前 CTA,箭头示前交通动脉瘤;C:术中吲哚菁绿荧光血管造影,箭头示前交通动脉瘤;D:术中夹闭动脉瘤后吲哚菁绿荧光血管造影,白色箭头示左侧大脑前动脉 A2 段显影,粗蓝箭头示右侧大脑前动脉 A2 段未见显影,细蓝箭头示动脉瘤夹;E:术中调整动脉瘤夹后吲哚菁绿荧光血管造影,白色箭头示左侧大脑前动脉 A2 段显影,粗蓝箭头示右侧大脑前动脉 A2 段显影,细蓝箭头示动脉瘤夹;F:术后头颅 CTA,箭头示前交通动脉瘤已夹闭完全,双侧大脑前动脉 A2 段显影良好。

图 1 前交通动脉瘤夹闭术前后头颅 CTA、吲哚菁绿荧光血管造影观察

3 讨 论

颅内动脉瘤是高风险的脑血管病,发生破裂出血所致的死亡率极高,其有效的治疗方法为开颅夹闭及血管内栓塞治疗。动脉瘤夹闭是治疗颅内动脉瘤的重要方法,夹闭的关键是完全夹闭动脉瘤,避免发生再出血,并保证载瘤动脉及临近动脉瘤分支血管通畅。动脉瘤夹闭术有 5.0%~10.0%致死和致残率,影响夹闭手术疗效的主要原因为:(1)由于动脉瘤颈过宽或载瘤动脉硬化重、瘤囊内血栓形成等情况导致动脉瘤残留,术后动脉瘤再通导致大出血。(2)由于动脉瘤体大、动脉瘤术中破裂出血及蛛网膜粘连、脑水肿重等情况致术野暴露不够充分,载瘤动脉或临近动脉瘤的血管分支被误夹,导致术后脑梗死,遗留严重的神经功能障碍,甚至死亡。术后 CTA 和(或)DSA 发现,4.0%~19.0%的患者存在动脉瘤颈残留,0.3%~

12.0%的患者存在载瘤动脉瘤或分支血管狭窄或闭塞^[7],上述情况的发生通常会导致严重的术后并发症,而通过再次手术得以恢复的情况很少。因此,术中对动脉瘤的夹闭、载瘤动脉及临近血管分支通畅的评价尤为重要。许多学者认为术中 DSA 是目前评价动脉瘤夹闭术效果的“金标准”,早期 Payner 等^[8]在 173 例动脉瘤夹闭中选择 70 例患者术中行 DSA 发现,19 例需重新调整动脉瘤夹,Tang 等^[9]观察 517 例动脉瘤夹闭术中 DSA 结果发现,64 例患者根据术中 DSA 结果需调整动脉瘤夹,其中 30 例为动脉瘤颈残留,28 例为血管分支闭塞。术中 DSA 的准确性、敏感性非常高^[10],通过数字减影技术实现血管造影,不受周围结构的遮挡,能充分了解动脉瘤夹闭及载瘤动脉、临近动脉瘤及远端血管分支的血流通畅情况,但脑血管造影需要专业的设备(杂交手术室)及人员,操作时间长,所需经

费高,许多神经外科中心不具备相应的条件,所以术中常规行脑血管造影不太现实。而吲哚菁绿荧光血管造影能弥补以上的不足。吲哚菁绿是一种近红外荧光三碳菁绿染料,注入血液后能迅速与血浆球蛋白结合,由肝脏代谢,最早应用于眼底血管造影。1967 年,有研究者首先用于颅内血管造影,近年来,Raabe 等^[11]对 20 例动脉瘤患者术中采用吲哚菁绿荧光血管造影技术,避免了 1 例动脉瘤夹闭不全。目前国内已有许多神经外科中心在动脉瘤夹闭术中常规应用吲哚菁绿荧光血管造影技术,该技术可以充分帮助医生了解术中动脉瘤夹闭效果及相关血管的血流通畅情况,减少因手术原因造成动脉瘤夹闭不全和相关血管闭塞的严重并发症^[12-14]。其操作简单、耗时短、费用低,短时间内可多次造影提供即时信息,且不影响医生镜下操作,为动脉瘤夹闭术中评价提供了又一全新方法。本组 50 例患者在动脉瘤夹闭术中均采用吲哚菁绿荧光血管造影技术,术中发现动脉瘤颈残留 3 例,载瘤动脉及动脉瘤临近血管分支狭窄各 1 例(荧光造影剂流速缓慢),经术中调整动脉瘤夹后再次行吲哚菁绿荧光血管造影证实动脉瘤夹闭完全,载瘤动脉及动脉瘤临近血管分支通畅。

既往对于复杂型动脉瘤、宽颈动脉瘤的完全夹闭比较困难,常常需采用多个过血流夹对动脉瘤体进行塑形夹闭,术中常采用动脉瘤囊穿刺来证实动脉瘤夹闭情况,但无法判断动脉瘤颈部的夹闭情况,术后复查头颅 CTA 和(或)DSA 发现动脉瘤颈残留以致部分患者出现动脉瘤再通出血而高度残疾或死亡。术中采用吲哚菁绿荧光血管造影技术能减少此情况的发生,本组有 5 例宽颈动脉瘤患者无法单纯夹闭动脉瘤颈,作者采取多个过血流夹对动脉瘤体进行塑形夹闭,术毕行荧光血管造影证实动脉瘤夹闭完全,避免了术后动脉瘤再通的发生。

任何一项检查技术均不是绝对可靠的,可能出现一些假阴性结果,吲哚菁绿荧光血管造影技术也不例外。对于载瘤动脉硬化重、瘤颈处血栓形成时,吲哚菁绿显影的透光率差,以致出现“假阴性”的结果。本组 1 例载瘤动脉硬化重、1 例瘤颈处血栓形成的患者夹闭动脉瘤后吲哚菁绿显示动脉瘤夹闭完全,当切开动脉瘤囊时发现动脉瘤仍有部分渗血,经调整动脉瘤夹后未见渗血。为避免上述情况发生,作者认为术中应该遵循:充分暴露动脉瘤,显微镜下充分了解动脉瘤及周围组织的解剖关系,在夹闭动脉瘤前行吲哚菁绿荧光血管造影了解动脉瘤、载瘤动脉及周围分支血管的情况,选择合适的动脉瘤夹夹闭动脉瘤,对于载瘤动脉硬化重、瘤颈处血栓形成、复杂型动脉瘤的处理,术中需选择较大夹持力或多个瘤夹夹闭,术毕多次荧光血管造影及穿刺或切开瘤囊来评价动脉瘤夹闭情况,以防止术后再出血。

总之,吲哚菁绿荧光血管造影技术是近年来颅内动脉瘤术中评价的新方法,对于术中判断动脉瘤夹闭情况、载瘤动脉及动脉瘤临近分支通畅情况有重要的参考价值,可明显减少动脉瘤手术夹闭过程中的误夹、夹闭不全和过度夹闭的发生率,提高手术安全性,有效改善患者预后,其有效性及实时性已得到广泛认可,对于其局限性的克服,还需依靠术者对术中情况及检测方法的综合应用。

参考文献

[1] Fischer G, Stadie A, Oertel JM. Near-infrared indocyanine green videoangiography versus microvascular Doppler sonography in aneurysm surgery [J]. *Acta Neurochir*

(Wien), 2010, 152(9): 1519-1525.

- [2] Hanel RA, Nakaji P, Spetzler RF. Use of microscope-integrated near-infrared indocyanine green videoangiography in the surgical treatment of spinal dural arteriovenous fistulae[J]. *Neurosurgery*, 2010, 66(5): 978-984.
- [3] Bruneau M, Sauvageau E, Nakaji P, et al. Preliminary personal experiences with the application of near-infrared indocyanine green videoangiography in extracranial vertebral artery surgery[J]. *Neurosurgery*, 2010, 66(2): 305-311.
- [4] 景治涛, 班允超, 佟志勇, 等. 吲哚菁绿荧光造影在前循环动脉瘤手术中的应用[J]. *中华神经外科疾病研究杂志*, 2009, 8(3): 235-238.
- [5] Roessler K, Krawagna M, Drfler A, et al. Essentials in intraoperative indocyanine green videoangiography assessment for intracranial aneurysm surgery: conclusions from 295 consecutively clipped aneurysms and review of the literature[J]. *Neurosurg Focus*, 2014, 36(2): E7.
- [6] Qureshi AI, Ezzeddine MA, Nasar A, et al. Is IV tissue plasminogen activator beneficial in patients with hyperdense artery sign? [J]. *Neurology*, 2006, 66(8): 1171-1174.
- [7] 汪阳, 洪涛. 动脉瘤术中评价技术和应用[J]. *国外医学脑血管疾病分册*, 2005, 13(12): 923-925.
- [8] Payner TD, Horner TG, Leipzig TJ, et al. Role of intraoperative angiography in the surgical treatment of cerebral aneurysms[J]. *J Neurosurg*, 1998, 88(3): 441-448.
- [9] Tang G, Cawley CM, Dion JE, et al. Intraoperative angiography during aneurysm surgery: a prospective evaluation of efficacy[J]. *J Neurosurg*, 2002, 96(6): 993-999.
- [10] Klopfenstein JD, Spetzler RF, Kim LJ, et al. Comparison of routine and selective use of intraoperative angiography during aneurysm surgery: a prospective assessment[J]. *J Neurosurg*, 2004, 100(2): 230-235.
- [11] Raabe A, Beck J, Seifert V. Technique and image quality of intraoperative indocyanine green angiography during aneurysm surgery using surgical microscope integrated near-infrared video technology[J]. *Zentralbl Neurochir*, 2005, 66(1): 1-6.
- [12] Ozgiray E, Akture E, Patel N, et al. How reliable and accurate is indocyanine green video angiography in the evaluation of aneurysm obliteration? [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2013, 115(7): 870-878.
- [13] Schuette AJ, Dannenbaum MJ, Cawley CM, et al. Indocyanine green videoangiography for confirmation of bypass graft patency[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2011, 50(1): 23-29.
- [14] Kono K, Uka A, Mori M, et al. Intra-arterial injection of indocyanine green in cerebral arteriovenous malformation surgery[J]. *Turk Neurosurg*, 2013, 23(5): 676-679.