

广泛,其中 8 例病灶位于皮质运动区,2 例位于皮质运动区且多灶性,DEEG 监测到棘慢波发放。由于要保全运动功能,仅行病灶切除+软脑膜下横切术,导致病灶切除范围不够,因此仍然出现少量单纯部分发作。术后Ⅲ级病例病灶位于皮质运动区,并且双侧多灶性,DEEG 也监测棘慢波发放,手术行胼胝体切开+软脑膜下横切术,术后仅能减少临床发作。所以对于位于功能区的致痫灶,软脑膜下横切术虽然能保护神经功能,但手术仅处理显露的大脑凸面部分的癫痫灶,对脑沟深部的癫痫灶难以处理^[4],是术后效果不好的主要因素,也是今后值得进一步研究和探讨的问题。

3.4 外科手术干预已经成为难治性癫痫治疗的主要手段,手术需遵循个体化和显微手术原则,VEEG+MRI+ECT+ECOG 或 DEEG 组合评估手术定位可靠,手术效果满意;但对于脑深部或癫痫灶广泛的难治性癫痫,定位准确度仍不足;偶极子、功能核磁、单

光子发射计算机断层扫描(SPECT)、正电子发射计算机断层扫描(PET)、脑磁图(MEG)这些现代新技术可以大大提高致痫区的认识能力^[5],同时侵袭性监测技术在精确性和安全性方面的许多改善,必将对致痫灶定位更加完善和准确。

参考文献

- 1 韩仲谋. 癫痫致痫灶、病理灶的定位研究进展[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2010, 37(5): 461-464.
- 2 成强, 翟国德, 庞琦, 等. 颞叶癫痫致痫灶定位方法准确性临床研究[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2010, 9(5): 393-396.
- 3 李明荣, 李梅, 吴南, 等. VEEG 在难治性癫痫术前致痫灶定位中的价值[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2011, 10(2): 133-136.
- 4 王任直, 主译. 尤曼斯神经外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 2103-2105.
- 5 邓大丽, 喻廉, 余锋, 等. 癫痫灶定位技术研究进展[J]. 安徽医学, 2011, 32(10): 1790-1792.

[收稿日期 2013-02-17][本文编辑 宋卓孙 蓝斯琪]

课题研究·论著

吲哚菁绿荧光血管造影在前交通动脉瘤夹闭术中的应用

吴松, 肖绍文, 卢桂花, 阮玉山, 廖兴胜, 罗昱

基金项目: 广西卫生厅重点科研课题(编号:桂卫重 200926)

作者单位: 530021 南宁, 广西医科大学第一附属医院神经外科

作者简介: 吴松(1987-), 男, 在读研究生, 研究方向: 脑血管病诊治。E-mail: wsong527@163.com

通讯作者: 肖绍文(1957-), 男, 大学本科, 医学学士, 教授, 主任医师, 博士研究生导师, 研究方向: 脑肿瘤及脑血管病诊治。E-mail: neurosurgui@vip.163.com

[摘要] 目的 探讨吲哚菁绿荧光血管造影在前交通动脉瘤夹闭术中的应用价值。方法 回顾性分析开颅手术治疗 19 例前交通动脉瘤病例。术中采用吲哚菁绿荧光造影, 评估动脉瘤夹闭情况以及载瘤动脉的血供情况, 根据造影结果必要时调整动脉瘤夹。术后复查 3D-CTA 判断动脉瘤夹闭情况。结果 19 例前交通动脉瘤夹闭 ICG 荧光血管造影证实动脉瘤颈残留 1 例, 误夹穿通血管 1 例, 经重新调整动脉瘤夹位置后, 均再次行荧光血管造影, 证实动脉瘤颈夹闭满意, 载瘤动脉及分支血管通畅, 余 17 例 ICG 造影示夹闭满意。术后 3D-CTA 检查动脉瘤夹闭完全, 载瘤动脉通畅, 与术中 ICG 造影显像一致。结论 术中吲哚菁绿血管造影简便易行, 具有理想的空间和时间分辨率, 具有可重复、安全性高等特点, 对术中判断动脉瘤颈是否夹闭完全、载瘤动脉是否狭窄, 远端分支是否通畅有重要参考价值, 增加了手术安全性。

[关键词] 吲哚菁绿; 荧光造影; 前交通动脉瘤

[中图分类号] R 743 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2013)06-0531-04

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2013.06.08

Application of intraoperative indocyanine green angiography during anterior communicating aneurysm clipping WU Song, XIAO Shao-wen, LU Gui-hua, et al. Department of Neurosurgery, the First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, China

[Abstract] **Objective** To investigate the effect of using indocyanine green (ICG) angiography in anterior communicating aneurysm clipping. **Methods** Surgical experience of 19 patients with anterior communicating aneurysms was analyzed retrospectively. All patients underwent ICG angiography to evaluate the aneurysm clipping and the parent arteries. Post-operative 3D-CTA was performed to confirm the complete aneurysm obliteration. **Results** During the microsurgical procedure, aneurysm neck remnant was found in 1 patient and perforating artery clipping in 1 patient. The ICG angiography performed after clip replacement showed that the aneurysm was completely obliterated and the parent artery and perforating artery were patent. The intraoperative angiography findings completely corresponded to the postoperative 3D-CTA. **Conclusion** The high spatial and temporal resolution of the images, the simplicity and repeatability of the ICG angiography could be used to judge whether the aneurysm is completely obliterated, the parent and distal artery is stenosis, perforating arteries occlusion, and can improve the safety of the operation.

[Key words] Indocyanine green; Angiography; Anterior communicating aneurysm

开颅动脉瘤夹闭术是治疗前交通动脉瘤的主要手段之一,是在保证载瘤动脉、分支血管血流通畅的情况下完全夹闭动脉瘤。术后动脉瘤残留的发生率为2%~8%,动脉意外闭塞的发生率为4%~12%,因此很多学者推荐术中应用血管监测技术来提高手术的成功率,而术中DSA被认为是理想的血管评估技术,但因为某些制约不能成为一项常规术中检查^[1]。吲哚菁绿(ICG)荧光血管造影因能清晰显示术野区的血管、简便、费用低、无放射性,具有可重复、安全性高等特点,近年来被越来越多用于临床。本研究通过对我院2011-06~2012-10共19例前交通动脉瘤夹闭术中行ICG血管造影观察,评价术中吲哚菁绿荧光造影在前交通动脉瘤夹闭术中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 19例患者中男性11例,女性8例;年龄32~60岁,平均49岁。蛛网膜下腔出血起病16例,临床表现为头痛;另外3例为未破裂动脉瘤,临床表现为头晕。Hunt & Hess分级:0级0例,Ⅰ级3例,Ⅱ级13例,Ⅲ级3例,Ⅳ级0例,Ⅴ级0例。

1.2 影像学检查 术前均行头颅CT、3D-CTA和(或)DSA检查确诊19例动脉瘤全部位于前交通动脉,为单发动脉瘤。

1.3 手术治疗方法 入院后1~3d手术6例,4d~2周内手术13例。翼点入路18例,经额纵裂入路1例。在动脉瘤夹闭前和(或)后行ICG血管造影。

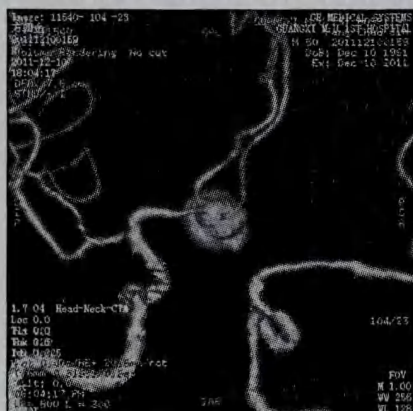
1.4 术中ICG造影 常规开颅暴露前交通动脉瘤后,清理干净术野,调整显微镜的观察角度,与所观察血管的走行垂直。术中使用的显微镜为带荧光造

影功能的Pentero手术显微镜,Carl Zeiss公司(德国)。调整焦距和放大倍数,将显微镜切换到荧光造影模式。术前确认患者无ICG过敏史,将ICG(沈阳济世药业生产,25 mg/支)按0.2~0.5 mg/kg溶于2~5 ml无菌注射用蒸馏水中,经外周静脉在10 s内快速推注,推注过程中注意观察患者有无过敏。本组病例未发生相关药物不良反应。推注约15~20 s后即可观察到目标血管造影图像,可通过反复观看荧光造影录像观察前交通动脉瘤、载瘤动脉及其分支血管的显影情况,从而判断瘤颈是否完全夹闭,载瘤动脉远端有无狭窄闭塞,有无误夹穿通动脉,并及时调整动脉瘤夹数量、位置等。

2 结果

本组19例前交通动脉瘤施行夹闭术,每例术中行荧光血管造影1~3次。17例术中ICG造影证实夹闭满意,2例因ICG造影而调整动脉瘤夹。确认动脉瘤颈残留1例,该例为宽基底前交通动脉瘤患者,术中临时阻断左侧大脑前动脉A1段后用2枚动脉瘤夹夹闭瘤颈,行荧光造影后显示仍有部分瘤体残余,遂再次调整动脉瘤夹,并行造影示动脉瘤不再显影,对侧大脑前动脉A1、A2及同侧大脑前动脉A1、A2段均显影良好。误夹穿通血管1例,夹闭前交通动脉瘤颈后造影发现Heubner返动脉未显影,遂再次调整动脉瘤夹位置后荧光造影提示瘤颈夹闭完全,载瘤动脉及穿支血管通畅。重新调整动脉瘤夹位置后,再次行ICG造影,证实动脉瘤颈夹闭满意,载瘤动脉及分支血管通畅。1例夹闭前行ICG造影判断动脉瘤周穿支血管,夹闭后再次行ICG造影,瘤腔仍显影,考虑为造影剂残留,经穿刺动脉瘤后证实夹闭满意,载瘤动脉畅通(图1~6)。本组1

例因术后昏迷并多器官功能衰竭死亡;18 例术后 1~2 周行 3D-CTA 检查,证实与术中 ICG 造影结果一致。



前交通巨大动脉瘤,右侧侧脑前 A1 缺如
图 1 术前 3D-CTA 检查



清除血块,调整显微镜到适合角度
图 2 左侧翼点入路暴露前交通动脉瘤



ICGA 显示动脉瘤及其穿支动脉
图 3 行吲哚菁绿荧光造影(ICGA)



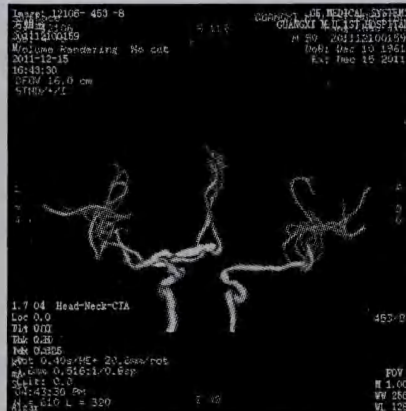
依据 ICGA 结果调整夹闭角度

图 4 夹闭前交通动脉瘤



夹闭后 ICGA 显示动脉瘤腔仍显影,考虑为夹闭前 ICG 残留,经穿刺证实动脉瘤完全夹闭

图 5 夹闭后复查 ICGA 显示载瘤动脉及穿支通畅



动脉瘤消失,载瘤动脉及分支血管通畅

图 6 术后复查 3D-CTA 结果与术中 ICGA 一致

3 讨论

3.1 尽管近年来血管内介入治疗技术发展迅速,但开颅动脉瘤夹闭术仍是外科治疗前交通动脉瘤的主要手段之一。在保证载瘤动脉、分支血管血流通畅的情况下完全夹闭动脉瘤是保证动脉瘤夹闭手术效果和改善预后的重要因素。早期的脑动脉瘤是凭手术医生的经验来判断是否完全夹闭及是否存在动脉瘤瘤颈夹闭不全和载瘤动脉狭窄。近年来出现了一些新的术中监测技术,如术中全脑血管造影、术中多普勒血管超声、术中电生理监测、术中神经内镜等,对提高动脉瘤夹闭手术的成功率起到了一定作用,但因其本身所存在的技术局限使其应用存在一定限制^[2]。

3.2 吲哚菁绿作为一种造影剂在 1956 年经美国食

品药品管理局 (Food and Drug Administration, FDA) 批准用于肝功能检测,1975 年被批准用于眼底血管造影。直至 2002 年, FDA 才批准将 ICG 用于术中脑血管造影的临床实验,目前仍在进行中。2003 年 Raabe 等^[3]首次报道了该技术对 14 例脑血管病病人(包括动脉瘤 12 例,颅内动静脉瘘 1 例,脊髓动静脉瘘 1 例)行 21 次 ICG 造影检查,结果改变了 3 例患者的手术过程。2005 年, Raabe 等^[4]再次报道了术中 ICG 荧光血管造影在脑动脉瘤手术中的应用,并将其与术中和术后 DSA 造影进行了比较,主要观察夹闭后载瘤动脉及其分支和穿支血管是否通畅,动脉瘤是否完全夹闭。在 114 例(共 124 个)动脉瘤病人中行了 187 次动脉瘤夹闭术,术中应用 ICG 荧光血管造影,结果发现 90% 的病例 ICG 造影与术

中或术后 DSA 结果一致,7.3% 的病例 ICG 造影漏诊了轻微但无血流动力学异常的狭窄,3 例病人术中 ICG 造影正常,而 DSA 发现异常,包括血管狭窄 1 例和动脉瘤颈残留 2 例,其中 2 例病人不需临床处理,1 例动脉瘤颈残留 4 mm,需行 2 次手术。在 9% 的病例中,ICG 荧光血管造影在术中为术者提供了重要信息,大多数促进了成功夹闭。

3.3 吲哚菁绿(ICG)是一种近红外线荧光三碳靛绿染料,最大吸收波长为 805 nm,最大荧光波长为 835 nm,在体内不被代谢,经静脉注射后迅速与 α_1 脂蛋白结合,然后被肝细胞摄取,通过肠道排出。其半衰期为 3~4 min。静脉注射后极少数患者会出现不同程度的过敏反应^[5]。因此术前需确认患者无相关过敏史、无妊娠。使用时用无菌注射用蒸馏水溶解,在外周静脉注射 15~20 s 后目标血管即开始显影,可以清晰地观察到动脉期、毛细血管期、静脉期血管显影。ICG 荧光造影的空间分辨率极佳,能显示管径小于 1.0 mm 的细小血管。动脉期持续约 6~9 s 后开始缩减,毛细血管期移行于动脉期后,紧接着为静脉显影。ICG 造影的有效时间约 2 min^[4],此后逐渐衰退,可以有足够时间调整动脉瘤夹,并可通过重复观察造影录像对瘤夹进行调整,如需再次造影,可在间隔 15 min 后进行。

3.4 造影时需首先清理术野,包括血块、明胶海绵、脑棉片等,暴露动脉瘤及载瘤血管,如瘤体较大,全貌显示困难,但瘤颈及部分瘤体必须被显露以免影响术者的准确判断。本组 19 例前交通动脉瘤在其夹闭前和(或)后行 ICG 造影,发现夹闭后存在动脉瘤颈残留 1 例,误夹穿通血管 1 例。根据 ICG 造影结果及时调整动脉瘤夹位置,再次行造影以证实瘤颈夹闭完全、载瘤动脉及其远端分支通畅无狭窄。术后 18 例患者复查 3D-CTA 见动脉瘤颈夹闭完全,载瘤动脉通畅无狭窄,提示借助 ICG 血管造影可准确无误地夹闭动脉瘤颈并保证载瘤动脉及其远端分支血管通畅无狭窄,能够有效保护穿支血管,提高手术安全性。本组术后无脑梗死。

3.5 ICG 血管造影是一种新的术中血管造影技术,

方法简单易行,耗时短,不影响术者的显微操作,准确性高,有广阔的应用前景。而它也有不足之处,如准确性不及 DSA,因其对组织的穿透作用弱,不能显示皮层深处的血管,无法穿透血管周围的障碍物,观察血管仅限于显微镜直视范围内,不能有任何遮挡,包括脑组织、神经、静脉血管及器械等。动脉壁粥样硬化钙化、动脉瘤内血栓、动脉瘤夹等均可影响观察结果,甚至出现“假阴性”^[6]。此外,ICG 血管造影只能显示实时血管形态影像,不能准确提供血流动力学改变的情况^[7]。

综上所述,术中吲哚菁绿血管造影简便易行,具有理想的空间和时间分辨率,具有可重复、安全性高等特点,能够在前交通动脉瘤夹闭术中帮助观察动脉瘤颈是否夹闭完全、载瘤动脉及其远端分支有无狭窄、穿通动脉是否受累等,可提高手术安全性,减少夹闭不当所致手术并发症。对于巨大、复杂的前交通动脉瘤尚需联合其他术中监测技术。

参考文献

- 1 Macdonald RL, Wallace MC, Kestle JR. Role of angiography following aneurysm surgery[J]. J Neurosurg, 1993, 79: 826-832.
- 2 Gruber A, Dorfer C, Standhardt H, et al. Prospective comparison of intraoperative vascular monitoring technologies during cerebral aneurysm surgery[J]. Neurosurgery, 2011, 68(3): 657-673.
- 3 Raabe A, Beck J, Gerlach R, et al. Near-infrared indocyanine green video angiography: a new method for intraoperative assessment of vascular flow[J]. Neurosurgery, 2003, 52(1): 132-139.
- 4 Raabe A, Nakaji P, Beck J, et al. Prospective evaluation of surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography during aneurysm surgery[J]. J Neurosurg, 2005, 103(6): 982-989.
- 5 文 峰. 吲哚菁绿血管造影术及其临床应用[J]. 眼科研究, 2006, 24(2): 113-118.
- 6 步 啸, 孙正辉, 武 琛, 等. 颅内动脉瘤夹闭术中荧光造影“假阴性”原因探讨[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2012, 12(1): 16-19.
- 7 Towle EL, Richards LM, Kazmi SM, et al. Comparison of indocyanine green angiography and laser speckle contrast imaging for the assessment of vasculature perfusion[J]. Neurosurgery, 2012, 71(5): 1023-1030.

[收稿日期 2013-04-10][本文编辑 杨光 和 韦所芬]