

论 著

4D-CTA联合CTP在紧邻大血管脑膜瘤术前评估中的价值

1. 北京中医药大学东方医院放射科
(北京 100078)

2. 中国人民解放军空军总医院磁共振科 (北京 100142)

冯 瑞¹ 王志群¹ 祝红线²
宋云龙²

【摘要】目的 探讨320排CT 4D-CTA联合全脑灌注CTP技术在脑膜瘤术前评估中的价值及优势。**方法** 对拟诊为脑膜瘤的9例患者采用320排CT全脑灌注容积扫描一站式检查,一次扫描可获得平扫、多期增强图像,经后处理得到CTP图像、血管与灌注融合图像,经过切割方法进行数据信息提取和重建,然后模拟瘤体实体大小,提取瘤体并与血管融合。观察并评价脑膜瘤大小、形态、瘤体血流灌注情况及其与邻近血管关系,利用后处理图像为外科手术制定手术预案。**结果** 共9例患者成功完成全脑灌注容积扫描;3D-CTP图像可以显示肿瘤异常灌注区。脑膜瘤和正常脑组织之间CBF和CBV存在显著差异。4D-CTA显示了脑膜瘤的供血和引流静脉。共6例患者成功实施手术,其中纤维型脑膜瘤4例,上皮细胞型脑膜瘤2例;余3例患者未进行手术。**结论** 4D-CTA联合CTP技术可以准确反映脑膜瘤血供情况,为完善手术方案、指导手术提供重要依据,对肿瘤的精准切除、减少术中出血及损伤有较大的指导意义。

【关键词】 计算机断层成像;脑血管;脑灌注;脑膜瘤

【中图分类号】 R814.4

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2019.01.012

通讯作者: 王志群

The Values of 4D-CTA Combined with CTP Technology in Preoperative Evaluation of Meningiomas Adjacent to Large Blood Vessels

FENG Rui, WANG Zhi-qun, ZHU Hong-xian, et al., Department of Radiology, Dongfang Hospital of Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100078, China

[Abstract] Objective To investigate the value and advantages of 4D-CTA combined with whole brain perfusion CTP technique by 320 row CT in preoperative evaluation of meningiomas adjacent to large vessels. **Methods** A total of 9 patients with suspected meningioma were examined by 320 row CT in whole brain perfusion volume scanning. Plain scan and multi-phase enhanced images can be obtained by one scan. By post-processing, CTP images, blood vessels and perfusion or fusion images were obtained. After cutting, data information was extracted and reconstructed, then the size of tumor is simulated, and the tumor is extracted and fused with blood vessel. The size and shape of meningioma, the blood perfusion and its relation with adjacent vessels were observed and evaluated. Surgical plans were made for the surgeons by post-processing images. **Results** A total of 9 patients accepted the whole brain perfusion volume scan successfully. Abnormal perfusion areas were identified on 3D-CTP maps. Significant differences in CBF and CBV were detected between meningioma and normal brain tissues. The blood supplying and draining veins of the tumor could be observed on 4D-CTA images in 9 cases, and 6 patients underwent successful surgery, including 4 cases of fibrous meningioma and 2 cases of epithelial meningioma, while the other 3 patients had not undergone surgery. **Conclusion** 4D-CTA combined with CTP technology can reflect the meningioma blood supply accurately, can guide the surgeon to improve the operation plan effectively, which has great guiding significance for accurate resection of tumors and reduce intraoperative bleeding and injury.

[Key words] CT; Cerebral Arteries; Cerebral Perfusion; Meningioma

脑膜瘤是最常见的颅内脑外肿瘤,可发生于颅内任何部位,约占颅内肿瘤20%^[1]。一般生长缓慢,肿瘤体积可以较大,若瘤体血运丰富,且与较大的脑动静脉、上下矢状窦关系密切时,手术风险较高,如何在术前精准定位和评估肿瘤与颅骨、脑动静脉、上下矢状窦等结构的关系,减少术中出血及损伤具有重大的临床意义。320排CT探测器宽度是16cm,是目前CT设备最宽探测器之一,一次增强扫描能实现全脑灌注CTP及4D-CTA一站式成像,目前320排CT脑灌注成像已应用在脑膜瘤诊断和治疗中^[2-3]。本研究旨在探讨基于4D-CTA联合CTP技术的脑膜瘤实体模拟及融合图像,应用于术前方案的制定、指导临床实施切除手术,降低手术风险的价值,以取得良好治疗效果,提高临床预后。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2015年1月~2016年1月空军总医院神经外科收治的脑膜瘤患者9例,其中男3例,女6例,平均年龄62.6岁。纳入患者均经颅脑CT/MR诊断为脑膜瘤,拟行手术切除。患者基本资料(见表1)。排除心肾功能不全且不能进行CT增强检查的患者。每位患者均签署增强检查知情同意书。每例自身平扫与多期增强做对照。

1.2 仪器与方法 采用日本东芝公司Toshiba Aquilion One 16cm宽探测器320排640层容积CT;高压注射器(美国ACIST 公司9900C双筒注射器),穿刺针(20G套管针),对比剂为优维显370 mgI/mL和生理盐水。灌注扫描方案:前臂静脉注射对比剂同时启动灌注扫描,第7s采集第1个数据包,之后间隔采集数据,总扫描时间60s,共采17个数据包,每个数据包320幅图像,共5440幅图像;对比剂总量35mL,生理盐水30mL,注射速度6mL/s,范围为从颅底到颅顶共16cm。

1.3 图像后处理 将所有数据包传到Toshiba Aquilion One 320工作站Vitrea中进行处理;利用4D-perfusin软件包,手动选取单侧MCA起始处作为动脉输入,软件自动默认上矢状窦为输出静脉。软件利用奇异值分解法(SVD+)自动生成CTP灌注参数的伪彩图、时间密度曲线。从Substraction中选取纯动脉期图像,可以得到CTA图像。在4D-DSA中以电影模式动态观察4D-CTA图像。选择肿瘤增强良好的一期利用切割技术,将肿瘤逐层切割,并累及填加获得瘤体模型,整体将瘤体抠出,赋予肿瘤伪彩,同时可以选择性将颅骨、血管及CTP图像融合,以直观地显示肿瘤的部位、大小、周边和内部血管。根据手术医师需要剔除无关组织,获取手术计划的图像。

1.4 辐射剂量 记录扫描机器上显示的头部剂量长度乘积(dose-length products, DLP),根据DLP计算出有效剂量(effective-dose, ED), $ED=3.3 \text{ mSv}$ 。

2 结 果

9例患者均成功完成灌注动态容积扫描,并成功构建出脑膜瘤实体模型,且清晰显示肿瘤内部及其与邻近血管的关系,术者利用融合图像制定了手术预案。其中6例患者成功手术,3例位于上矢状窦旁、1例鞍上、1例鞍旁,1例额颞交界区,术后病理证实均为WHO I型,据世界卫生组织(WHO)2007年的最新版分型^[4],6例手术患者有4例为纤维型,2例为上皮细胞型,其中1例患者伴沙砾体形成,手术预后良好;3例患者拒绝进行手术。9例患者脑膜瘤瘤体均显示为高灌注,CBF及CBV显著高于邻近正常脑实质,见图1-10。

3 讨 论

近年来,随着显微外科技术的发展、手术技巧的提高和影像技术的发展,脑膜瘤患者的预后明显改善。手术是治疗脑膜瘤的首选方法,如果肿瘤完全切除可以治愈。脑膜瘤患者一旦进行手术治疗,术者应当尽可能在保全功能、减少手术发症及死亡率的前提下全部切除肿瘤,并且切除肿瘤的基底部,达到Simpson I级。然而肿瘤的大小、形态、部位、血供、血管包绕情况、肿瘤边界等因素,均可能影响手术成

功率,其中肿瘤部位是影响死亡率的主要因素^[5],因此,在术前选择一种能够最直观地显示、并客观评估以上因素的影像检查非常重要。

3.1 320排4D-CTA的优势 传统CTA只是单期相固定时间点螺旋扫描,不能定量测量全脑组织血流量及流速。320排CT获得4D-CTA与传统3D-CTA相比,除可观察血管3D形态以外,还可动态显示血管即4D成像。以电影模式展示了血管从充盈到最后流出的全过程,4D-CTA与DSA有相似的效果。4D-CTA对动脉瘤、动静脉瘘、动静脉畸形、脑膜瘤的诊断有独特的优势。在紧邻大血管的脑膜瘤术前评估方面,3D-CTA为单期相扫描,仅可以评估脑膜瘤供血动脉,但无法准确评估脑膜瘤引流静脉,尤其是矢状窦旁脑膜瘤对矢状窦的侵蚀情况3D-CTA评价有一定的局限性。4D-CTA动脉期直观显示肿瘤的供血动脉,静脉期可以观察引流静脉,并且可以充分显示侧支血流的情况,全面评估脑膜瘤供血血管逐渐显影-充盈-流出的整个过程,为脑膜瘤的患者手术提供依据,不仅提供的信息多而全,覆盖范围广,最重要的是有利于降低术中出血等意外风险。临床工作中,一般对于肿瘤较大的脑膜瘤患者术前需要

表1 患者基本资料及肿瘤情况

患者编号	性别	年龄(岁)	脑膜瘤位置	肿瘤大小 (cm)	术后病理分型
1	女	59	鞍上	3.0×2.4×1.0	纤维型
2	男	52	额顶部上矢状窦旁	5.0×5.4×3.7	上皮细胞型
3	女	65	右侧鞍旁	3.0×2.7×2.0	无
4	女	57	右侧鞍旁	4.4×4.2×3.7	上皮细胞型 伴沙砾体形成
5	男	55	左额部上矢状窦旁	3.9×2.6×1.5	纤维型
6	女	56	右额部上矢状窦旁	2.0×1.8×1.3	纤维型
7	女	62	右额颞交界区	4.1×3.5×3.8	纤维型
8	女	72	右额部鞍旁	2.0×1.7×2.0	无
9	男	85	左额部上矢状窦旁	5.3×4.7×2.9	无

注:“无”表示未行手术,无病理

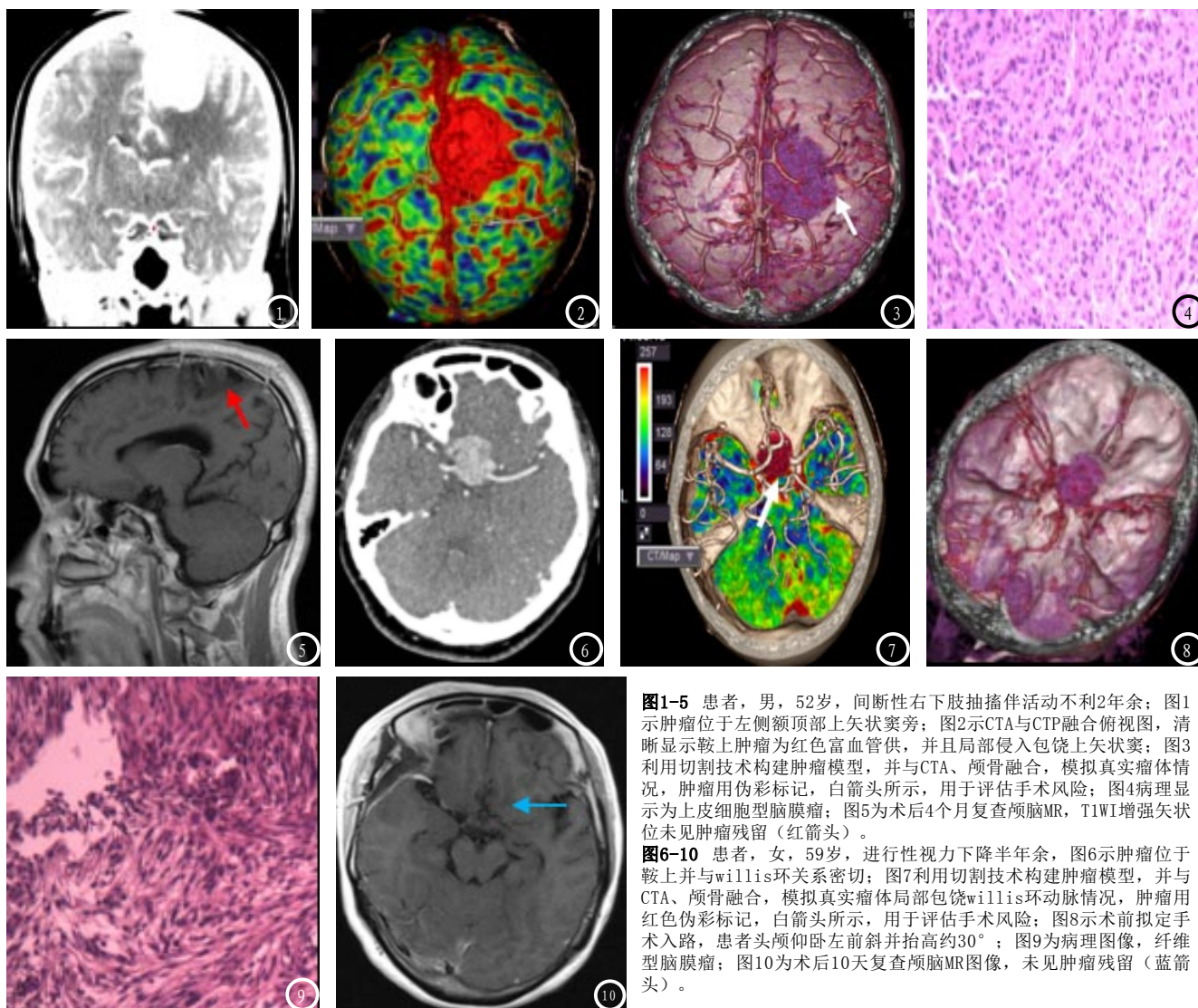


图1-5 患者，男，52岁，间断性右下肢抽搐伴活动不利2年余；图1示肿瘤位于左侧额顶部上矢状窦旁；图2示CTA与CTP融合俯视图，清晰显示鞍上肿瘤为红色富血管供，并且局部侵入包绕上矢状窦；图3利用切割技术构建肿瘤模型，并与CTA、颅骨融合，模拟真实瘤体情况，肿瘤用伪彩标记，白箭头所示，用于评估手术风险；图4病理显示为上皮细胞型脑膜瘤；图5为术后4个月复查颅脑MR，T1WI增强矢状位未见肿瘤残留（红箭头）。

图6-10 患者，女，59岁，进行性视力下降半年余，图6示肿瘤位于鞍上并与willis环关系密切；图7利用切割技术构建肿瘤模型，并与CTA、颅骨融合，模拟真实瘤体局部包绕willis环动脉情况，肿瘤用红色伪彩标记，白箭头所示，用于评估手术风险；图8示术前拟定手术入路，患者头颅仰卧左前斜并抬高约30°；图9为病理图像，纤维型脑膜瘤；图10为术后10天复查颅脑MR图像，未见肿瘤残留（蓝箭头）。

行DSA动脉造影^[6]，对于肿瘤供血动脉进行评估并选择性栓塞，以降低术中出血风险，然而DSA不仅有创，而且辐射剂量高。磁共振血管成像MRA/MRV虽然无创、无辐射，但MRA和MRV只能分别成像，扫描时间长，图像容易受伪影干扰，对细节显示不佳，4D-CTA无创，辐射剂量相对低，且一站式扫描即可获得肿瘤血供及静脉回流情况，弥补了上述检查方法的不足。

3.2 320排CTP在脑膜瘤分型中的价值 全脑CT灌注成像图像不仅可以实现对邻近大血管颅内肿瘤的全面评价，有利于颅内肿瘤的术前整体评估和精确定位，还可通过CT灌注成像测定肿瘤组

织灌注参数，可以评估肿瘤血管形成程度，判断其生物学行为，初步确定肿瘤的组织学类型和分级^[7-9]。灌注图能直观地反映脑组织中血流灌注的相对多少，其血流情况可用不同颜色代表。在CBF、CBV红色表示高灌注，蓝绿或黑色表示低灌注。典型脑膜瘤伪彩均匀红色高灌注，肿瘤边缘清楚；不典型脑膜瘤瘤内可见小片不规则低灌注区，提示有坏死；恶性脑膜瘤瘤内常见明显不规则坏死、囊变区，呈蓝绿色或黑色，而外周肿瘤实质呈红色高灌注区，肿瘤边缘可不清，可能与瘤周水肿(peritumoral brain edema, PTBE)有关。本例9例脑膜瘤CBV、CBF均为红色高灌注，

高于正常脑组织，这可能与脑膜瘤内毛细血管不具有血脑屏障结构，血管通透性高有关系。凌华威等^[10]研究表明不同组织学类型的脑膜瘤灌注程度有较大的差异：血管瘤型脑膜瘤血供丰富，而纤维型脑膜瘤的CBF、CBV在各型脑膜瘤中最低，伪彩图像上呈等灌注表现，推测与其病理组织以梭形纤维细胞增生为主，结构紧密，血供相对较少的特点有关。本研究中4例纤维型脑膜瘤均为高灌注表现，本文认为这可能与肿瘤位于大血管旁有关，推测因大血管周围脑膜瘤供血丰富，脑膜瘤可以接受颈内外动脉双重血供，不过该推测需要进一步扩大样本研究。另外，瘤周水肿是

脑膜瘤的常见伴发征象,其发生率约为50%~92%,本研究中有4例脑膜瘤周围见水肿区,瘤周水肿影响脑组织灌注,其CTP血流灌注变化有助于选择手术方案和术后恢复的估计,对临床有一定价值^[11-13]。

3.3 4D-CTA、CTP、颅骨融合技术对手术定位的价值

对于每一个脑膜瘤患者,因不同的术者的技术水平不同,以及个人病情、肿瘤部位、大小、血管情况等因素不同可能会有不同的预后结果,但术前完备的影像信息也是手术成功的关节一环。CTP脑灌注可以反映脑组织微循环情况,并可无创定量分析肿瘤供血特点,直观显示肿瘤形态学和肿瘤血流动力学。320排CT采用图像融合技术,单独伪彩标记肿瘤,然后将肿瘤与血管或CTP图像融合,直观显示肿瘤的性质包括位置、大小、形态,血供、病变内血管动态信息,根据需要可以任意组合融合,360°选择模拟手术入路角度,术中需要注意结扎或避开的血管。据此临床医生设计了不同的手术切口和骨瓣,对矢状窦通畅和部分通畅者、矢状窦不通和明显变细者,对矢状窦结扎采用不同的处理方法,效果满意。通过定位,在切头皮和打开硬膜前对供血动脉

进行阻断,减少肿瘤供血和术中出血,对来自对侧颈外供血、颈内动脉的供血动脉,采取

不同的方案切除肿瘤。本研究中9例脑膜瘤患者,4例位于上矢状窦旁、1例鞍上、3例鞍旁,1例额颞交界区,均采用这种融合方式,为术前评估肿瘤供血血管及拟定手术路径提供了可靠的影像学依据,术前比较客观、明了地评估肿瘤切除程度,6例手术效果均达到Simpson I级,减少了手术并发症。

总之,320排4D-CTA技术对紧邻大血管的脑膜瘤术前评估有其特有的优势,能全面评估肿瘤部位、大小、毗邻关系及血供特点,融合技术可正确指导手术入路如皮、骨瓣的设计,肿瘤相关动、静脉和矢状窦的处理加上精细的手术操作,对手术成功有重要作用。

参考文献

- [1] 莫小军,徐元昌,杜飞州,等. 320排CT三维血管成像技术在脑膜瘤术前评估中的应用[J]. 放射学实践, 2016, 31(10): 923-927.
- [2] Chen T, Guo D, Fang Z, et al. Preliminary study of whole-brain CT perfusion imaging in patients with intracranial tumors adjacent to large blood vessels[J]. Clin Radiol, 2014, 69(1): 25-32.
- [3] 张荣伟,许峰,袁绍纪,等. 320排CT血管造影对突旁脑膜瘤显微手术的指导意义[J]. 中华神经医学杂志, 2011, 10(1): 80-83.
- [4] Marosi C, Hassler M, Roessler K, et al. Meningioma[J]. Oncology, 2008, 67(2): 153-171.

- [5] 付永春,周剑,刘巍. 脑膜瘤术后并发症的相关影响因素分析[J]. 实用放射学杂志, 2015, 31(6): 894-897.
- [6] 方钦锐,段传志,何旭英,等. 颅底高血运脑膜瘤外科手术前栓塞术-有效性及安全性[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25(5): 400-403.
- [7] 段天鹏,尹建军. 全脑CT灌注成像诊断邻近大血管颅内肿瘤[J]. 现代肿瘤医学, 2017, 25(3): 0456-0458.
- [8] 孟盈盈,罗泽斌,夏俊,等. 320排CT全脑灌注及4-D血管成像在颅脑的临床应用进展[J]. 中国CT和MRI杂志, 2015, 13(2): 113-117.
- [9] Granata F, Morabito R, Alafaci C, et al. Perfusion computed tomography of intracranial meningiomas: In vivo correlation of cerebral blood volume and vascular permeability[J]. Neuroradiol J, 2015, 28(3): 303-309.
- [10] 凌华威,丁蓓,张欢,等. CT灌注成像对脑膜瘤诊断分型的临床价值[J]. 临床放射学杂志, 2006, 25(3): 209-212.
- [11] 张荣伟,许峰,袁绍纪. 320层CT对突旁脑膜瘤周水肿的灌注研究[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2013, 12(2): 142-145.
- [12] 殷长江,张荣伟. 320排CTP及CTA对突旁脑膜瘤周水肿发生机制及其临床应用价值的研究[J]. 中华神经医学杂志, 2016, 15(9): 896-900.
- [13] 张永生,李威. 脑膜瘤患者应用CT灌注成像诊断及对脑膜瘤分型价值研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(1): 27-30.

(本文编辑: 谢婷婷)

【收稿日期】2018-03-05