

# 脑膜中动脉的 320 排 CT 血管造影形态学分析

王皓帆 张钰 郭若汨 黄明声

**【摘要】 目的** 探讨脑膜中动脉(MMA)的 320 排 CT 血管造影(CTA)成像效果,比较 MMA 有异常供血及无异常供血者的 CTA 表现。**方法** 按 CTA 结果将 56 例脑血管疾病患者的 112 条 MMA 分为病变组及对照组。病变组为存在由 MMA 供血颅内病灶的 28 例患者的患侧 MMA,共 28 条;对照组为不存在由 MMA 供血颅内病灶的 28 例患者的 MMA 以及存在由 MMA 供血颅内病灶的 28 例患者的健侧 MMA,共 84 条。观察比较 2 组脑膜中动脉的显示情况及其形态学特征。**结果** 56 例患者的 112 条 MMA 及其分支均能在 CTA 图像上清晰显示,均起源于上颌动脉。病变组动脉的颅外段的血管节段管径为 $(2.5 \pm 0.3)$  mm,对照组的为 $(1.4 \pm 0.3)$  mm,2 组比较差异有统计学意义( $t = -17.089$ ,  $P < 0.001$ )。病变组 MMA 出棘孔后分叉前主干管径为 $(2.0 \pm 0.5)$  mm,对照组为 $(1.1 \pm 0.3)$  mm,2 组比较差异有统计学意义( $t = -10.791$ ,  $P < 0.001$ )。**结论** 320 排 CTA 能清晰显示 MMA 的形态学特征,供血颅内病变的 MMA 较正常 MMA 管径宽。

**【关键词】** 计算机 X 线体层扫描;血管造影;大脑;脑膜中动脉

**Morphological characteristics of middle meningeal artery by 320-row detector computed tomography angiography** Wang Haofan, Zhang Yu, Guo Ruomi, Huang Mingsheng. Department of Interventional Radiology and Vascular Surgery, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China Corresponding author, Huang Mingsheng, E-mail: huangmsh@mail.sysu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To evaluate the imaging quality of 320-row detector computed tomography angiography (CTA) in the detection of middle meningeal artery (MMA) and compare the CTA manifestations between MMAs with and without abnormal blood supply. **Methods** According to the CTA findings, 112 MMAs from 56 patients with cerebrovascular diseases were divided into the lesion and control groups. In the lesion group, there were 28 affected MMAs from 28 patients with MMAs supplying intracranial lesions. In the control group, there were a total of 84 MMAs from arteries of 28 patients without intracranial lesions with blood supply from MMAs and healthy side arteries of 28 patients with intracranial lesions with MMA blood supply. The imaging quality and morphological characteristics of MMAs were statistically compared between two groups. **Results** In total, 112 MMAs and branches from 56 patients, originating from maxillary artery, were explicitly displayed on CTA images. In the lesion group, the mean diameter of extracranial segment of MMAs was  $(2.5 \pm 0.3)$  mm, significantly larger compared with  $(1.4 \pm 0.3)$  mm in the control group ( $t = -17.089$ ,  $P < 0.001$ ). In the lesion group, the mean diameter of MMAs after running through the foramen spinosum and before branching off was measured as  $(2.0 \pm 0.5)$  mm, significantly larger than  $(1.1 \pm 0.3)$  mm in the control group ( $t = -10.791$ ,  $P < 0.001$ ). **Conclusions** The 320-row detector CTA can explicitly display the morphological characteristics of MMAs. The diameter of the MMAs supplying intracranial lesions is larger compared with that of normal MMAs.

**【Key words】** Computed tomography; Angiography; Brain; Middle meningeal artery

了解脑膜中动脉(MMA)的走行及位置有助于判断颅外伤时硬脑膜外出血的部位,指导开颅手术

避开易伤点,或寻找、诊断由 MMA 供血的颅内病灶<sup>[1-6]</sup>。目前,有关 MMA 解剖的形态学研究多局

限于尸体解剖或个案报道,对正常 MMA 及参与病变供血的 MMA 的比較的研究亦较少<sup>[2, 5-11]</sup>。近年来,320 排 CT 的应用使得快速精细的无创头颈部血管成像成为现实。该检查手段使医师可以在有创治疗前清晰观察头颈部动脉的走行情况,进行相应的诊疗设计<sup>[12]</sup>。在本研究中,笔者对经头部 CT 血管造影(CTA)检查发现 MMA 异常供血的患者及 MMA 无异常供血患者的 MMA 起点、管径和走行情况进行了统计分析,为临床无创诊断 MMA 形态异常及规划开放式手术、微创手术及腔内治疗、预防并发症等提供参考。

## 对象与方法

### 一、一般资料

收集 2015 年 9 月至 2017 年 7 月在中山大学附属第三医院行头颅 CTA 的 56 例患者的资料,其中男 21 例、女 35 例,年龄( $57.5 \pm 21.1$ )岁。按 CTA 结果将患者的 112 条 MMA 分为病变组及对照组。病变组为存在由 MMA 供血颅内病灶的 28 例患者的患侧 MMA,共 28 条,28 例患者中脑膜瘤 16 例、硬脑膜动静脉瘘/动静脉畸形 12 例;对照组为不存在由 MMA 供血颅内病灶的 28 例患者的 MMA 以及上述存在由 MMA 供血颅内病灶的 28 例患者的健侧 MMA,共 84 条,28 例不存在由 MMA 供血颅内病灶的患者分别为缺血性脑卒中 20 例、颅内动脉瘤 6 例、烟雾病术后 2 例(由于收录患者颅内病变均局限于单侧,检查均未见对侧 MMA 供血异常,故考虑健侧和病变侧存在相关性的可能性较小)。所有患者均无对比剂过敏史,肾功能均正常。所有患者在 CTA 检查前均签署了知情同意书,本研究经中山大学附属第三医院医学伦理委员会批准。

### 二、检查设备及方法

56 例患者均进行 320 排 CTA,观察 MMA 的显示情况及其形态学特征,并对病变组和对照组 MMA 的走行和形态进行比较,以了解 MMA 的走行分布规律及其在供血颅内病变时是否存在可供诊断用的形态特征。

#### 1. CTA

采用 TOSHIBA Aquilion ONE 320 排容积 CT 扫描仪,扫描范围为 C2 椎体下缘至颅顶外板,扫描方式为容积扫描,OM 为扫描基线。层厚 0.5 mm,重建间隔 0.25 mm,准直 0.5 mm,扫描速度 0.75 s/r,电压 80 kV,平扫电流 350 mA,增强电流 150

mA,总共曝光时间 47.75 s,矩阵 512。采用对比剂团注法,用高压注射器经肘静脉注入 2 ml/kg 非离子型对比剂优维显 370(含碘 370 mg/ml),注射速度 5 ml/s,延期 7 s 开始扫描。

#### 2. 图像三维重建

扫描完成后将原始数据传入 Vitrea fx 图像工作站进行容积再现、多平面重建、曲面重建及最大密度投影法重建原始图像。用高级血管分析软件(AVA)对 MMA 的起始段作血管腔定量分析,打开 AVA 软件包,导入原始图像,利用横断面、冠状面和矢状面多平面重组图像定位,选择 MMA 的管径及动脉走行路径进行检测。

#### 3. 观察内容

通过多角度观察,记录 MMA 的出现率、起始部位、MMA 颅外段和颅内段的管径、颅外段和颅内段在矢状位、冠状位上投影的角度和长度等指标来反映 MMA 的立体解剖形态特征。MMA 的 CTA 图像清晰度质量分析参考已有文献[12-14],感兴趣区域(ROI)无残余骨影、可显示四级脑血管分支、血管连续及血管边缘光滑锐利即为图像质量能满足检查需要。

#### 三、统计学处理

采用 SPSS 19.0 处理数据,检测数据用  $\bar{x} \pm s$  表示,对 2 组 MMA 开口位置、走行方式及管径比较进行  $t$  检验, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、基本情况

56 例患者的 112 条 MMA 及其分支均能在 CTA 图像上清晰显示,全部发自上颌动脉(图 1A),MMA 血管连续、边缘光滑锐利,ROI 无残余骨影,故认为图像质量能满足检查需要。

### 二、MMA 颅外段管径及长度

病变组动脉的颅外段,即由上颌动脉发出 MMA 至动脉进入棘孔之间的血管节段管径为( $2.5 \pm 0.3$ )mm,对照组为( $1.4 \pm 0.3$ )mm,2 组比较差异有统计学意义( $t = -17.089$ , $P < 0.001$ ,图 1B)。所有患者的 MMA 起始部位均为颞下颌关节内下方,邻近下颌颈内侧面处。病变组 MMA 起始部位至动脉进入棘孔处之间的血管节段在矢状位上的投影长( $1.8 \pm 0.5$ )cm,对照组的投影长( $2.0 \pm 0.5$ )cm,2 组比较差异无统计学意义( $t = 1.507$ , $P = 0.135$ ),2 组 112 支 MMA 的投影长为( $1.9 \pm 0.5$ )cm。

三、MMA 颅外段走行方向

MMA 自下颌动脉发出后到进入棘孔前均呈向前向內及向上走行。该节段 MMA 走行方向在冠状位上的投影向內与水平线之间形成的角度在病变组为  $(67.1 \pm 7.9)^{\circ}$ ，在对照组为  $(65.6 \pm 7.0)^{\circ}$ ，2 组比较差异无统计学意义 ( $t = -0.954, P = 0.342$ )，2 组 112 条 MMA 的角度为  $(66.1 \pm 7.3)^{\circ}$ 。该节段 MMA 走行方向在矢状位上的投影向前与竖直线之间形成的角度在病变组为  $(20.1 \pm 15.3)^{\circ}$ ，在对照组为  $(21.8 \pm 12.1)^{\circ}$ ，2 组比较差异无统计学意义 ( $t = -0.525, P = 0.603$ )，2 组 112 条 MMA 的角度为  $(21.1 \pm 12.7)^{\circ}$ 。

四、MMA 颅内段分叉前走行方向

所有 112 支 MMA 出棘孔后均沿颅骨先水平向外侧走行，后转为向前上走行。MMA 转向前上走行处与分叉处之间连线在矢状位上的投影向前与水平线之间形成的角度在病变组为  $(35.1 \pm 2.9)^{\circ}$ ，在对照组为  $(36.3 \pm 3.9)^{\circ}$ ，2 组比较差异无统计学意义 ( $t = 0.748, P = 0.456$ )，2 组 112 条 MMA 的角度为  $(36.2 \pm 3.5)^{\circ}$ ，见图 1C。

五、MMA 颅内段分叉前管径及长度

病变组 MMA 出棘孔并水平向外侧走行后转向前上走行处与分叉处之间连线在矢状位上的投影长  $(3.8 \pm 0.3)$  cm，对照组的投影长为  $(3.8 \pm 0.3)$  cm，2 组比较差异无统计学意义 ( $t = 0.765, P = 0.446$ )，2 组 112 条 MMA 的投影长为  $(3.8 \pm 0.3)$  cm，见图 1C。病变组 MMA 出棘孔后分叉前主干管径为  $(2.0 \pm 0.5)$  mm，对照组为  $(1.1 \pm 0.3)$  mm，2 组比较差异有统计学意义 ( $t = -10.791, P < 0.001$ )。

讨 论

MMA 一般发自上颌动脉位于颞下窝的第一段，此后由棘孔入颅骨，于蝶骨大翼内侧壁向前上，沿颅骨内板上的 MMA 沟走行，并发出前后支<sup>[1-2]</sup>。MMA 对硬脑膜动静脉瘘/动静脉畸形、脑膜瘤及烟雾病等疾病的有创性治疗具有重要意义<sup>[1-4]</sup>。在其他脑部手术及外伤的治疗计划中也需要重视该支血管的情况<sup>[1-2, 5-6, 16]</sup>。因此，在分析患者影像学结果的过程中，临床医师需了解 MMA 的走行，在颅骨外伤患者的头颅 CT 上仔细观察骨折线与 MMA 的位置关系，以及明确 MMA 走行范围内有无假性动脉瘤、造影剂外渗等血管损伤征象。

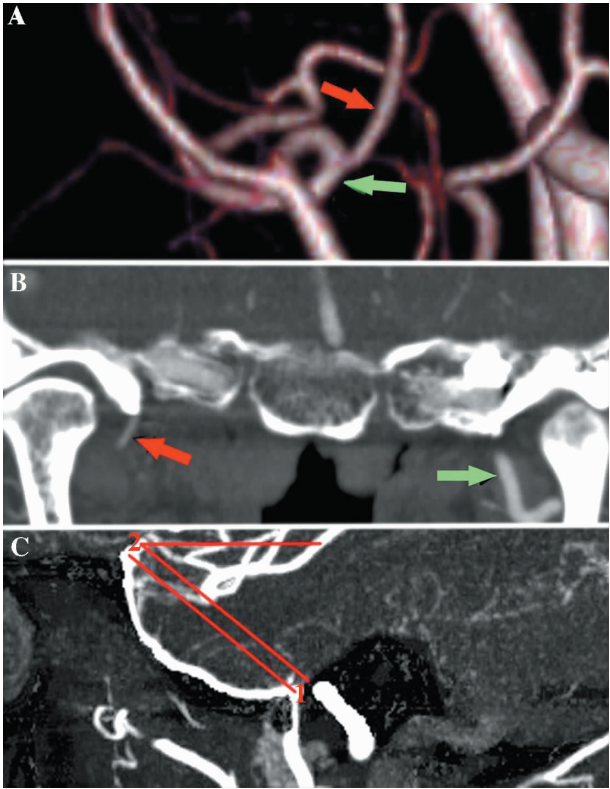


图 1 MMA 的 CTA 检查图例

A: MMA 起始部的容积再现显像示 MMA (红色箭头) 由下颌动脉 (绿色箭头) 发出; B: 脑膜瘤患者的多平面重建显像示患侧 MMA 颅外段 (绿色箭头) 血管管径较健侧 (红色箭头) 宽; C: 矢状位最大密度投影法显像示 MMA 颅内段血管从水平向外转为向前向上走行的转折点与发出前后支的分叉处之间的连线在矢状位上的投影方向及长度，编号 2 的夹角为该段血管 2 点间连线在矢状位上的投影向前与水平线之间形成的角度，约为  $40.8^{\circ}$ ，其在矢状位上的投影长度约 4.1 cm，近似编号 1 的线段所示长度

我们发现，当 MMA 供血颅内病灶时，MMA 扩张明显。这对于临床工作中避免漏诊颅内病变的颈外动脉系统来源供血血管有一定的意义。另外，不论是否供血颅内病变，MMA 的走行方向都基本保持不变，本研究中患者的 MMA 自上颌动脉发出后的走行大致呈先斜向前内上方朝向棘孔走行，穿过棘孔后沿颅骨内缘先横行向外侧走行后转向前上走行并发出前后支。尤其值得注意的是，MMA 进入棘孔的位置的体表投影紧贴于颞下颌关节前方，其颅内段紧贴颅骨先水平向外侧走行，后转为向前上走行。颅内段水平向外走行后转向前上走行处与分叉处之间的连线在矢状位上的投影向前与水平线之间形成的角度为  $(36.2 \pm 6.5)^{\circ}$ ，该段在矢状位上的投影长为  $(3.8 \pm 0.4)$  cm。本研究中统计的 MMA 走行分布情况与已发表的该动脉血管解剖学研究结果相符合<sup>[5-9]</sup>。了解该段血管走行方向和距

离具有一定的临床意义。首先,有研究显示临床常见的神经外科翼点入路手术在移除骨瓣时会因 MMA 在该区域的分支被撕断甚至被铣刀锯断而导致大量出血,其次,曾有报道指出,颅骨骨折患者常因 MMA 受损而形成硬膜外血肿,此种情况下初诊时血肿较小的患者会出现血肿增大的情况<sup>[5-6,8]</sup>。因此了解 MMA 在分出前后支之前的走行分布情况,及其对应的体表投影位置,有助于我们在临床工作中避开 MMA 及其分支可能分布的危险区域行手术切口,并且应对伤口累及 MMA 可能分布的危险区域的外伤患者进行额外的仔细检查,以及早发现并处理动脉损伤。

本研究采用 320 排 CTA 增强扫描和三维重建,成功显示了 MMA 并对其走行和管径进行了研究,图像清晰度达到了质量分析要求<sup>[12-14]</sup>。良好的图像质量是 CTA 检查的关键,除了受设备本身的时间和空间分辨率等因素影响外,扫描技术和图像重建技术对图像质量也很重要。本研究显示,正常情况下 MMA 较细小,因此为清晰显示该支血管,在 CTA 检查时需要注意以下几个方面:①为了保证每次检查时对比剂均充分进入血管并清晰显示细小的 MMA,静脉注射对比剂剂量要足够大(达到 2 ml/kg),注射速率不低于 4.0 ml/s;②由于 320 排 CT 扫描速度快,为了避免静脉内对比剂存留对 MMA 显示造成影响,应在肘静脉团注入对比剂;③MMA 细小不易被发现,应从其上颌动脉发出处开始,沿动脉走行逐层进行图像重建,且重建时需要仔细调整阈值,把 MMA 全程显示出来。

我们未发现 MMA 起源变异的情况,这可能与 MMA 非上颌动脉起源变异的发生率较低有关,文献报道中该情况的发生率约为 0.5% ~ 2.1%<sup>[1,5,10,15,17-19]</sup>。尽管如此,如果在有创性治疗尤其是脑膜瘤及硬脑膜动静脉瘘等疾病的腔内栓塞治疗未能及早发现变异而调整治疗方案,将可能引发严重的手术并发症,因此术前明确 MMA 的情况显得尤为重要<sup>[4,10,20]</sup>。

综上所述,320 排 CTA 具有无创、检查快速等优势,尤其适用于治疗前的精细检查。320 排 CT 探测器的宽度是 64 排 CT 的 5 倍,而且其电脑数据处理能力是 64 排扫描器的 10 倍。基于这些优点,320 排 CTA 可以较好地评价 MMA 的管径和走行情况,为临床早期发现 MMA 异常及计划治疗提供指导。本研究结果也证实了 320 排 CTA 可以清晰显示 MMA 的走行及形态,供血颅内病变的 MMA 较

正常 MMA 管径宽,这有助于判断 MMA 是否参与病灶供血及对其走行进行追踪和分析。

## 参 考 文 献

- [1] Chmielewski P, Skrzat J, Walocha J. Clinical importance of the middle meningeal artery. *Folia Med Cracov*, 2013, 53 (1): 41-46.
- [2] Tubbs RS, Demerdash A, D'Antoni AV, Loukas M, Kulwin C, Oskouian RJ, Cohen-Gadol A. Can blockage or sacrifice of the middle meningeal artery lead to hydrocephalus? *Childs Nerv Syst*, 2016, 32 (11): 2153-2157.
- [3] McLaughlin N, Martin NA. Meningeal management for optimal revascularization from middle meningeal artery. *J Neurosurg*, 2013, 118 (1): 104-108.
- [4] Deng JP, Li J, Zhang T, Yu J, Zhao ZW, Gao GD. Embolization of dural arteriovenous fistula of the anterior cranial fossa through the middle meningeal artery with Onyx. *Clin Neurol Neurosurg*, 2014, 117 (2): 1-5.
- [5] Bruner E, Sherkat S. Middle meningeal artery: from clinic to fossils. *Childs Nerv Syst*, 2008, 24 (11): 1289-1298.
- [6] Sakai H, Takagi H, Ohtaka H, Tanabe T, Ohwada T, Yada K. Serial changes in acute extradural hematoma size and associated changes in level of consciousness and intracranial pressure. *J Neurosurg*, 1988, 68 (4): 566-570.
- [7] 张中军, 秦万生, 牛小艳, 吕会茹. 脑膜中动脉的解剖定位与应用. *四川解剖学杂志*, 2015, 23 (2): 25-26.
- [8] 李仕红, 姜时泽, 陆芳, 嵇鸣, 林光武, 叶春涛, 孙奕波, 钱海珍, 胡杰, 谭德炎, 滑炎卿. 脑膜中动脉沟骨管的解剖学与 CT 成像研究. *中华解剖与临床杂志*, 2015, 20 (4): 316-320.
- [9] Kimball D, Kimball H, Tubbs RS, Loukas M. Variant middle meningeal artery origin from the ophthalmic artery: a case report. *Surg Radiol Anat*, 2015, 37 (1): 105-108.
- [10] Meguro T, Tomita Y, Tanabe T, Muraoka K, Terada K, Hirotsune N, Nishino S. Embolization of the feeding artery of a meningioma with dangerous vascular anastomosis between the middle meningeal artery and the ophthalmic artery. *No Shinkei Geka*, 2013, 41 (11): 995-999.
- [11] Cvetko E, Bosnjak R. Unilateral absence of foramen spinosum with bilateral ophthalmic origin of the middle meningeal artery: case report and review of the literature. *Folia Morphol (Warsz)*, 2014, 73 (1): 87-91.
- [12] 郭若泪, 李庆玲, 陈少琼, 邹艳, 胡冰, 王劲, 孟晓春, 张建生, 邵硕, 单鸿. 小脑后下动脉的 320 排 CT 血管造影形态学分析. *实用放射学杂志*, 2012, 28 (9): 1319-1322.
- [13] Fang XK, Ni QQ, Schoepf UJ, Zhou CS, Chen GZ, Luo S, Fuller SR, De Cecco CN, Zhang LJ, Lu GM. Image quality, radiation dose and diagnostic accuracy of 70 kVp whole brain volumetric CT perfusion imaging: a preliminary study. *Eur Radiol*, 2016, 26 (11): 4184-4193.
- [14] Ghariq E, Mendrik AM, Willems PW, Joemai RM, Ghariq E, Vonken EJ, van Osch MJ, van Walderveen MA. Total bolus ex-

- traction method improves arterial image quality in dynamic CTAs derived from whole-brain CTP data. *Biomed Res Int*, 2014, 2014; 603173.
- [15] Maeda S, Aizawa Y, Kumaki K., Kageyama I. Variations in the course of the maxillary artery in Japanese adults. *Anat Sci Int*, 2012, 87 (4): 187-194.
- [16] Altay T, Couldwell WT. The frontotemporal (pterional) approach; an historical perspective. *Neurosurg*, 2012, 71 (2): 481-492.
- [17] Plas B, Bonneville F, Dupuy M, Sol JC, Chaynes P. Bilateral ophthalmic origin of the middle meningeal artery. *Neurochirurgie*, 2013, 59 (4-5): 183-186.
- [18] Nikolova SY, Toneva DH, Yordanov YA, Lazarov NE. Absence of foramen spinosum and abnormal middle meningeal artery in cranial series. *Anthropol Anz*, 2012, 69 (3): 351-366.
- [19] Uchino A, Saito N, Takahashi M, Kozawa E, Mizukoshi W, Nakajima R, Okano N. Persistent dorsal ophthalmic artery and ophthalmic artery arising from the middle meningeal artery diagnosed by MR angiography at 3T. *Surg Radiol Anat*, 2013, 35 (9): 775-782.
- [20] Tubbs RS, Walker AM, Demerdash A, Matusz P, Loukas M, Cohen-Gadol AA. Skull base connections between the middle meningeal and internal carotid arteries. *Childs Nerv Syst*, 2015, 31 (9): 1515-1520.

(收稿日期: 2017-08-30)

(本文编辑: 洪悦民)

