

# 大脑中动脉分叉角大小与动脉瘤形成的关系

刘元早<sup>1</sup>, 王霖<sup>2△</sup>

(1. 铜仁市人民医院放射科, 贵州铜仁 554302; 2. 铜仁市人口和计划生育宣传技术指导所, 贵州铜仁 554300)

**[摘要]** **目的** 探讨大脑中动脉水平段(M1段)分叉动脉瘤的发生与分叉角的关系。**方法** 回顾性研究铜仁市人民医院 2012 年 1 月至 2013 年 6 月经三维 CT 血管成像(3D-CTA)诊断并经手术或三维数字血管造影证实的单侧大脑中动脉(双干型)分叉动脉瘤患者 24 例,在图像后处理工作站上使用三维角度测量工具在容积再现(图像上分别测量患侧与健侧 M1 段分叉角,分别记为  $\gamma_1$  和  $\gamma_2$ ,使用 SPSS20.0 进行配对  $t$  检验分析。**结果**  $\gamma_1$  平均值为  $(129.48 \pm 22.38)^\circ$ ,  $\gamma_2$  平均值为  $(111.33 \pm 20.90)^\circ$ ;  $\gamma_1 - \gamma_2 = (18.15 \pm 3.10)^\circ$ ,经配对  $t$  检验,两者间差异有统计学意义( $t=2.868, P=0.009$ )。**结论** 较大的分叉角易患分叉动脉瘤,是评估分叉动脉瘤形成风险的客观指标。

**[关键词]** 大脑中动脉;颅内动脉瘤;CT 血管成像**[中图分类号]** R743.3**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2016)07-0929-02

## The relationship of the bifurcation angle size with aneurismal occurrence in the horizontal section of middle cerebral artery

Liu Yuanzao<sup>1</sup>, Wang Lin<sup>2△</sup>

(1. Department of Radiology, People's Hospital of Tongren City, Tongren, Guizhou 554302, China; 2. The Office of Publicity and Technical Guidance on Population and Family Planning of Tongren City, Tongren, Guizhou 554300, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the relationship of the aneurismal occurrence with bifurcation angle in the horizontal section(M1) of middle cerebral artery. **Methods** Totally 24 cases which were diagnosed as one-side aneurysm in bifurcation angle of middle cerebral artery with 3D-CTA were studied retrospectively and confirmed by 3D-DSA or surgery from January 2012 to June 2013. The measurement of daughter-to-daughter branch angles with the ill and the normal side were performed on the workstation. The size of the ill and normal side were expressed as  $\gamma_1$  and  $\gamma_2$ , respectively. Statistical analysis was performed using SPSS20.0 for windows. **Results** The mean value of  $\gamma_1$  was  $(129.48 \pm 22.38)^\circ$ , while  $\gamma_2$  was  $(111.33 \pm 20.90)^\circ$ . The mean value of  $\gamma_1 - \gamma_2$  was  $(18.15 \pm 3.10)^\circ$ . There was significant difference between the ill side and normal side ( $t=2.868, P=0.009$ ). **Conclusion** Larger daughter-to-daughter branch angles are associated with the presence of middle cerebral artery bifurcation aneurysms. This easily measurable parameter may provide objective metrics to assess aneurysm formation.

**[Key words]** middle cerebral artery; intracranial aneurysm; computed tomography angiography

颅内动脉瘤破裂是最常见的非创伤性蛛网膜下腔出血(SAH)的原因,SAH的致死和致残率非常高。大脑中动脉瘤位于侧裂池内,据报道,动脉瘤破裂后形成侧裂血肿,病残率高达 36%~58%,对于 Hunt-Hess 分级 IV 及 V 级的病例,若不手术治疗,病死率几乎为 100%<sup>[1-2]</sup>。大脑中动脉瘤发病率约为 25%,仅次于前后交通动脉瘤,其破裂率约为 50%,占破裂动脉的 36%左右<sup>[3-4]</sup>。鉴于大脑中动脉瘤的高发病率、高破裂率及高危险性,寻找和控制危险因素,预防其发生显得尤为重要。三维 CT 血管造影(3D-CTA)有着很高的灵敏度和特异度,逐渐成为颅内动脉瘤常用的检查方法,目前尚少见相关研究报告,本文基于 3D-CTA 就分叉大脑中动脉瘤的分叉角进行研究。

### 1 材料与方

**1.1 纳入标准和排除标准** 纳入标准:(1)2012 年 1 月至 2013 年 6 月在铜仁市人民医院行 64 排螺旋 CTA 检查的双侧大脑中动脉的 M1 段分支为双干型,其中一侧伴分叉动脉瘤的患者;(2)经过三维数字减影血管造影(3D-DSA)或手术确诊为大脑中动脉 M1 段分叉动脉瘤的。排除标准:(1)双侧大脑中动脉的 M1 段分叉动脉瘤的;(2)大脑中动脉的 M1 段分叉有肿瘤或其他占位性病灶,对测量血管产生压迫推移的;(3)大脑中动脉的 M1 段分叉血管走行扭曲,测量角度困难的;(4)研究动脉有明显狭窄的;(5)CTA 效果不佳的;(6)患者配合欠佳者。按照上述标准,共有 24 例患者纳入本次研究,所有病例均有 SAH,发病年龄 45~75 岁,平均  $(55.5 \pm 7.30)$  岁,41~70 岁

23 例(95.8%),70 岁以上 1 例(4.2%);男 9 例(37.5%),女 15 例(62.5%),男女比例 3:5;病灶在左侧 14 例(58.3%),右侧 10 例(41.7%)。所有纳入患者均经患者或家属知情同意并签署知情同意书,整个过程都在伦理审查委员会监督下进行。

### 1.2 CT 检查

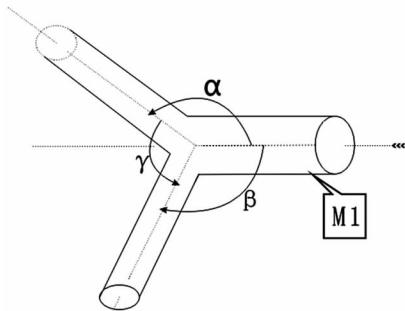
**1.2.1 一般准备** 检查前询问患者有无药物过敏史,预约检查时交待患者检查前禁食;上检查床前交待注意事项,机器有什么样的运动和声音,属患者检查时保持安静。

**1.2.2 CT 扫描及图像处理** (1)检查设备 64 排螺旋 CT (Lightspeed VCT, GE Healthcare),双筒高压注射器 (Milwaukee, Wis);(2)CTA 扫描:使用数字减影法,准直器宽度  $64 \times 0.625$  mm,螺距 0.516,转速为 0.5 s 每转,FOV 为 240 mm,矩阵  $512 \times 512$ ,扫描范围颈 2 椎体至头顶。管电压 120 kV,管电流 400 mA,重建层厚及层间距均为 0.625 mm,算法为标准算法。按照上述参数先扫描一组平扫数据,再扫一组增强数据。增强扫描的触发方式为 timing bolus 法。造影剂为非离子碘对比剂(碘海醇,370 mg/mL),流速为 4.5~5.0 mL/s,总剂量 75~100 mL。(3)图像重建,把所有图像发送至后处理工作站(AW4.5, GE Healthcare)进行后处理,在血管 VR 图像上使用三维角度测量工具测量患侧与健侧分叉角大小,患侧记为  $\gamma_1$ ,健侧为  $\gamma_2$ (图 1)。测量角度时,在分叉处及目标血管上放置 3 个点,不同角度旋转图像确保点和线落在目标血管上,每组数据测量 3 次,取平均值。

**1.3 统计学处理** 使用统计软件 SPSS20.0 进行数据分析,经正态检验  $\gamma_1$ 、 $\gamma_2$  数据近似正态分布,选取配对样本  $t$  检验进行均值检验。服从正态分布的连续变量使用均数描述集中趋势,使用标准差表示离散趋势,变量记为  $\bar{x} \pm s$  表示。分类变量使用  $\chi^2$  检验,记为频数或百分数。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

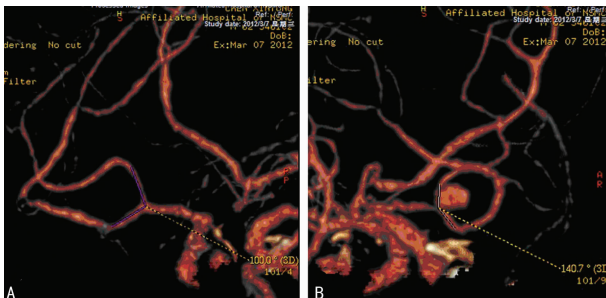
## 2 结果

患侧分叉角的角度大于健侧,发病部位:左侧 14 例(58.3%),右侧的 10 例(41.7%),双侧发病率差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.667, P = 0.414$ )。 $\gamma_1$  平均值为  $(129.48 \pm 22.38)^\circ$ ,  $\gamma_2$  平均值为  $(111.33 \pm 20.90)^\circ$ ;  $\gamma_1$  与  $\gamma_2$  配对  $t$  检验:  $\gamma_1 - \gamma_2 = (18.15 \pm 3.10)^\circ$ , 差异有统计学意义( $t = 2.868, P = 0.009$ ), 见图 2。



$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  分别代表 M1 段及其分支之间的夹角。

图 1 角度测量示意图



患侧(B)分叉角明显大于健侧(A)。

图 2 左侧大脑中动脉瘤 M1 段分叉动脉瘤患者 CT 图

## 3 讨论

颅内动脉瘤好发于 willis 环及大脑中动脉。目前认为颅内动脉瘤形成与血管解剖结构、遗传等先天性因素及吸烟、高血压等后天因素有关<sup>[5]</sup>。有系统评价指出,颅内动脉瘤家族史是其形成的高风险因素,但它却不能准确地预测颅内动脉瘤形成。然而,除了上述的遗传因素和后天因素,血流动力学被认为在颅内动脉瘤形成中起着重要的作用,它可触发血管壁局灶性变性<sup>[6]</sup>。血流动力学因素(如 WSS 和壁应力)受血管分支的几何形态影响。因此,本研究选取大脑中动脉瘤患者的患侧和健侧大脑中动脉分叉角作为研究对象,以尽量减少可能的遗传及其他易感因素,如高血压、吸烟及其他危险因素。本研究表明,大脑中动脉瘤的形成与分叉角增大显著相关。因此,本研究提示解剖结构影响血流动力学改变,可为评估高危患者颅内动脉瘤形成和生长的危险分级提供客观指标。

在以往的研究中,大多集中于前交通动脉和后交通动脉动脉瘤,他们研究指出周围血管的形态学和几何学特征是动脉瘤形成的重要因素<sup>[7-10]</sup>。有研究表明前交通动脉动脉瘤的形成与 A1~A2 段直径比呈正相关<sup>[9]</sup>,存在优势 A1 段具有高发病率<sup>[10]</sup>。同样,关于后交通动脉动脉瘤的研究发现颅内动脉瘤与颈内动脉(ICA)床突上段较短有关,并且动脉瘤的形成与

ICA、后交通动脉的夹角有关<sup>[11]</sup>。本研究结果显示,较大 MCA 分叉角易患动脉瘤,而有研究显示,较小 ICA、后交通动脉夹角易发生动脉瘤,两者正好相反。然而,如果患者有确定的风险因素(如女性、年龄、吸烟、高血压),则动脉瘤形成的可能性更大<sup>[5]</sup>,这与它们的解剖和血流特点有关。为控制上述的复杂风险因素,本研究选择同一组患者的患侧与健侧对比。

从解剖结构上来说,分叉动脉瘤位于 M1 段分叉处的远端隆突。大脑中动脉瘤分叉角影响血流速度及血流方向,从而影响壁剪切力、壁压力以及涡流状态。壁剪切力在动脉瘤发病机制中起重要作用,与动脉瘤发生呈正相关<sup>[12]</sup>。动脉瘤形状及分叉部夹角具有降低动脉流动耗能和减小血流对管壁的剪切力的作用。有研究最早提出了最小耗能最优化原则<sup>[13-14]</sup>,最佳角度分别符合下列公式:  $\cos\varphi_1 = (r_0^4 + r_1^4 - r_2^4) / 2r_0^2 r_1^2$ ,  $\cos\varphi_2 = (r_0^4 + r_2^4 - r_1^4) / 2r_0^2 r_2^2$ ,  $\cos(\varphi_1 + \varphi_2) = (r_0^4 + r_1^4 - r_2^4) / 2r_1^2 r_2^2$ 。Ingebrigtsen 等<sup>[14]</sup>虽然发现健侧大脑中动脉分叉角确实遵循最优化原则,但在多因素分析中,这些最优化原理参数并不能独立预测大脑中动脉瘤形成<sup>[14]</sup>。然而,他们发现动脉瘤组的分叉角显著增大,这也证实了本研究的发现。分叉角越大分支动脉作用会相互抵消,那么它们将补偿的力施加在动脉的顶端<sup>[15]</sup>。高 WSS 和动脉瘤形成的关系早已有研究证明,剪切损伤的增加,将会导致血管内皮损伤、内弹性膜退化以及中膜平滑肌细胞变薄,是动脉瘤形成的早期征兆<sup>[6,16-18]</sup>。此外,一些研究也表明,更大的分叉角可能会导致较低的 WSS,它可引起内皮细胞增殖和凋亡,从而使血管内皮功能障碍和动脉瘤形成<sup>[19-20]</sup>。

总之,本研究方法简单、方便,为非侵入性研究,很大程度上减少了性别、高血压、酗酒、激素等危险因素的影响,其结果与实验研究的结果相当<sup>[13]</sup>,具有操作性强,方便适用的特点。本研究的样本量相对较小,未能进行多因素逻辑回顾分析,将在后续研究中完善。

## 参考文献

- Prat R, Galeano I. Early surgical treatment of middle cerebral artery aneurysms associated with intracerebral haematoma [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2007, 109(5): 431-435.
- Rinne J, Hernesniemi J, Niskanen M, et al. Analysis of 561 patients with 690 middle cerebral artery aneurysms: anatomic and clinical features as correlated to management outcome [J]. *Neurosurgery*, 1996, 38(1): 2-11.
- Millon D, Derelle AL, Omoumi P, et al. Nontraumatic subarachnoid hemorrhage management: evaluation with reduced iodine volume at CT angiography [J]. *Radiology*, 2012, 264(1): 203-209.
- Lu L, Zhang LJ, Poon CS, et al. Digital subtraction CT angiography for detection of intracranial aneurysms: comparison with three-dimensional digital subtraction angiography [J]. *Radiology*, 2012, 262(2): 605-612.
- Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, et al. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet Neurol*, 2011, 10(7): 626-636.
- Singh PK, Marzo A, Howard B, et al. Effects of smoking and hypertension on wall shear stress and oscillatory shear index at the site of intracranial aneurysm formation [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2010, 112(4): 306-313.
- Can A, Mouminah A, Ho AL, et al. Effect (下转第 933 页)

## 参考文献

- [1] 万崇华, 李晓梅, 赵旭东, 等. 慢性病患者生命质量测定量表体系研究[J]. 中国行为医学科学, 2005, 14(12): 1130-1131.
- [2] 万崇华, 黄新萍, 常巍, 等. 患者报告的临床结局研究述评[J]. 郑州大学学报: 医学版, 2011, 46(4): 501-505.
- [3] 曲鹏, 尚彦萍, 李悦, 等. 结核患者的恐惧及歧视结核患者现象调查[J]. 中国公共卫生, 2005, 21(11): 106.
- [4] 庞敏丽, 孔晓华. 基于临床路径健康教育结核患者的生活质量研究[J]. 现代医药卫生, 2013, 29(6): 816-817.
- [5] 陈留萍. 慢性病患者生命质量测定量表体系之肺结节量表 QLICD-PT(V2.0)的研制与评价[D]. 昆明: 昆明医科大学, 2012.
- [6] 万崇华, 高丽, 李晓梅, 等. 慢性病患者生命质量测定量表体系共性模块研制方法(一)——条目筛选及共性模块的形成[J]. 中国心理卫生杂志, 2005, 19(11): 8-11.
- [7] 陈留萍, 李微, 万崇华, 等. 肺结核患者生命质量测定量表 QLICD-PT 研制中的条目筛选研究[J]. 实用预防医学, 2011, 18(12): 2254-2256.
- [8] WHO. The development of the WHO quality of life assessment instrument [J]. Geneva, 1993.
- [9] 李晓梅, 万崇华, 王国辉, 等. 慢性病患者的生命质量评价[J]. 中国全科医学, 2007, 10(1): 20-22.
- [10] Carlo AM, Fawziah M, Victoria CC, et al. Factors influencing quality of life in patients with active tuberculosis[J]. Health Qual Life Outcomes, 2004, 2: 58.
- [11] 侯慧丽. 心理干预对结核病患者心理状态及生活质量影响的临床研究[J]. 中外医疗, 2012(7): 132-134.
- [12] 王卫华, 段琼红, 卢祖洵, 等. 耐多药肺结核患者生命质量影响因素研究[J]. 医学与社会, 2005, 18(3): 8-10.
- [13] 冯伟, 刘福荣, 马传锐, 等. 结核病患者家属生活质量及其影响因素分析[J]. 中南大学学报: 医学版, 2013, 38(10): 1075-1079.
- [14] 董虹, 李桂林. 结核病患者生活质量及其影响因素的研究进展[J]. 中国医药导刊, 2012, 14(3): 415-416.
- [15] 王桂梅. 结核病患者生活质量及影响因素相关性的研究[J]. 中华全科医学, 2013, 11(5): 760-761.
- [16] 刘仁刚, 龚耀先. 老年人主观幸福感及其影响因素的研究[J]. 中国临床心理学杂志, 2000, 8(2): 73-78.
- [17] 梁渊, 曾尔亢, 吴植恩, 等. 农村高龄老人主观幸福感及其影响因素研究[J]. 中国老年学杂志, 2004, 24(2): 97-98.
- (收稿日期: 2015-09-10 修回日期: 2015-11-24)
- 
- (上接第 930 页)
- of vascular anatomy on the formation of basilar tip aneurysms[J]. Neurosurgery, 2015, 76(1): 62-66.
- [8] Mehinovic A, Isakovic E, Delic J. Variations in diameters of vertebro-basilar tree in patients with or with no aneurysm[J]. Med Arch, 2014, 68(1): 27-29.
- [9] Flores BC, Scott WW, Eddleman CS, et al. The A1-A2 diameter ratio may influence formation and rupture potential of anterior communicating artery aneurysms[J]. Neurosurgery, 2013, 73(5): 845-853.
- [10] Tarulli E, Fox AJ. Potent risk factor for aneurysm formation; termination aneurysms of the anterior communicating artery and detection of A1 vessel asymmetry by flow dilution[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2010, 31(7): 1186-1191.
- [11] Yu M, Huang Q, Hong B, et al. Morphological differences between the aneurysmal and normal artery in patients with internal carotid-posterior communicating artery aneurysm[J]. J Clin Neurosci, 2010, 17(11): 1395-1398.
- [12] Alfano JM, Kolega J, Natarajan SK, et al. Intracranial aneurysms occur more frequently at bifurcation sites that typically experience higher hemodynamic stresses [J]. Neurosurgery, 2013, 73(3): 497-505.
- [13] Murray CD. The physiological principle of minimum work applied to the angle of branching of arteries [J]. J Gen Physiol, 1926, 9(6): 835-841.
- [14] Ingebrigtsen T, Morgan MK, Faulder K, et al. Bifurcation geometry and the presence of cerebral artery aneurysms [J]. J Neurosurg, 2004, 101(1): 108-113.
- [15] Karino T, Goldsmith HL. Particle flow behavior in models of branching vessels II Effects of branching angle and diameter ratio on flow patterns[J]. Biorheology, 1985, 22(2): 87-104.
- [16] Li SY, Gomelsky M, Duan J, et al. Overexpression of aldehyde dehydrogenase-2 (ALDH2) transgene prevents acetaldehyde-induced cell injury in human umbilical vein endothelial cells; role of ERK and p38 mitogen-activated protein kinase [J]. J Biol Chem, 2004, 279(12): 11244-11252.
- [17] Inci S, Spetzler RF. Intracranial aneurysms and arterial hypertension; a review and hypothesis[J]. Surg Neurol, 2000, 53(6): 530-540.
- [18] Bau PF, Bau CH, Rosito GA, et al. Alcohol consumption, cardiovascular health, and endothelial function markers [J]. Alcohol, 2007, 41(7): 479-488.
- [19] Arjmandi TO, Razavi SE. Numerical investigation of pulsatile blood flow in a bifurcation model with a non-planar branch: the effect of different bifurcation angles and non-planar branch[J]. Bioimpacts, 2012, 2(4): 195-205.
- [20] Meng H, Tutino VM, Xiang J, et al. High WSS or low WSS Complex interactions of hemodynamics with intracranial aneurysm initiation, growth, and rupture: toward a unifying hypothesis[J]. AJNR, 2014, 35(7): 1254-1262.
- (收稿日期: 2015-09-15 修回日期: 2015-11-28)