文章编号:1000-5404(2009)04-0359-04

论著

颅内交通动脉瘤的发生与 Willis 环变异的关系

范 晓[1],吕发金[1],罗天友[1],彭 娟[1],方维东[1],孙晓川[2] (重庆医科大学附属第一医院:[1]放射科,[2]神经外科,重庆 400016)

摘 要:目的 根据64层螺旋CT数字减影血管成像(volume computed tomography digital subtraction angiography, VCTDSA)的表现,探讨前交通动脉瘤(anterior communicating artery aneurysm, ACoAA)和后交通动脉瘤(posterior communicating artery aneurysm, PCoAA)的发生与Willis环变异的关系。**方法** 分析204例脑血管VCTDSA资料,比较ACoAA、PCoAA患者的性别、年龄及动脉瘤瘤体长径与载瘤动脉的成角情况;探讨ACoAA、PCoAA与Willis环分型的关系。**结果** 本组24例ACoAA、63例PCoAA及117例非动脉瘤患者平均年龄之间无统计学差异($P>0.05$);ACoAA以男性居多,PCoAA以女性居多($P<0.05$);ACoAA、PCoAA瘤体长径与载瘤动脉的成角2组存在统计学差异($P<0.05$);ACoAA组存在Willis环变异的差异($P<0.05$),而PCoAA组无明显Willis环变异的差异($P>0.05$)。**结论** ACoAA的形成与Willis环变异有关,PCoAA的形成与Willis环变异的关系尚不明了。

关键词: 动脉瘤;数字减影;体层摄影术,X线计算机;Willis环
中图法分类号: R739.41;R743.04;R816.1 **文献标识码:** A

Relationship between generation of intracranial communicating artery aneurysms and variation of circle of Willis

FAN Xiao[1], LU Fa-jin[1], LUO Tian-you[1], PENG Juan[1], FANG Wei-dong[1], SUN Xiao-chuan[2] ([1]Department of Radiology, [2]Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University, Chongqing 400016, China)

Abstract: Objective To explore the relationship between the generation of anterior and posterior communicating artery aneurysms and the variation of circle of Willis by volume computed tomography digital subtraction angiography (VCTDSA) with 64-slice multidetector row CT. **Methods** The imaging data of 204 patients who underwent VCTDSA were retrospectively reviewed, and according to their diagnostic results were divided into anterior communicating artery aneurysm group (ACoAA group, $n=24$), posterior communicating artery aneurysm group (PCoAA group, $n=63$), and control group without aneurysms ($n=117$). In ACoAA group and PCoAA group, their gender, age, angle between major diameter of aneurysms and the corresponding artery supplying blood to aneurysms were recorded. The relationship between generation of communicating artery aneurysms and variation of circle of Willis was observed. **Results** Between 24 cases of ACoAA and 63 cases of PCoAA, there was no significant difference in age ($P>0.05$), but in angle and gender ($P<0.05$). It showed that more men suffered from ACoAA and more women from PCoAA. Compared to the control group, PCoAA group exhibited no significant difference in variation of circle of Willis ($P>0.05$), but ACoAA group did ($P<0.05$). **Conclusion** Our results show that generation of ACoAA is connected with variation of circle of Willis, but the relationship between generation of PCoAA and variation of circle of Willis still remains unclear.

Key words: aneurysm; digital subtraction; tomography, X ray computed; circle of Willis

---

作者简介: 范 晓,女,重庆市人,硕士研究生,主要从事脑血管疾病影像诊断方面的研究,现在附属儿童医院放射科工作。E-mail: shower8262@163.com
通信作者: 罗天友,E-mail: ltychy@sina.com
收稿日期: 2008-05-08;**修回日期:** 2008-06-02

研究表明,颅内动脉瘤,特别是前交通动脉瘤(anterior communicating artery aneurysm, ACoAA)和后交通动脉瘤(posterior communicating artery aneurysm, PCoAA)的形成,与 Willis 环的血流动力学变化有关[1-3]。Willis 前环的解剖变异即大脑前动脉水平段的变异与 ACoAA 的发生有关,而 PCoAA 与 Willis 环变异的关系尚未明确。本研究拟通过对 204 例行头颅螺旋 CT 数字减影血管成像(volume computed tomography digital subtraction angiography, VCTDSA)资料的回顾性分析,从无创性影像学检查角度,探讨 ACoAA、PCoAA 与 Willis 环解剖变异的关系。

1 资料与方法

1.1 临床资料

收集我院 2007 年 2 – 11 月因头昏、自发性蛛网膜下腔出血或动眼神经麻痹等原因行头颅 VCTDSA 检查的资料 204 例(非交通动脉瘤或交通动脉瘤合并其他颅内动脉瘤者未纳入本研究),其中男性 81 例,女性 123 例,分为 3 组,包括 ACoAA 组 24 例,PCoAA 组 63 例,非动脉瘤对照组 117 例(其中头颅 VCTDSA 未见明显异常 105 例,颅内占位性病变 12 例)。所有动脉瘤经手术或数字减影血管造影(DSA)证实。

1.2 检查方法

检查设备包括 GE 公司 64 层螺旋 CT 机(LightSpeed VCT)及 AW4.2 工作站,双管高压注射器(Nemoto)。扫描参数:电压 120 kV,电流 250 ~ 335 mA,旋转速度 0.4 s/r,螺距 0.531:1,FOV 18 ~24 cm,矩阵 512 ×512,层厚 5 mm。

VCTDSA 检查程序:患者自然仰卧,头部置于头架上。经肘静脉行小剂量对比剂团注测试(test-bolus),对比剂采用优维显(370 mg/ml)20 ml,4.0 ml/s 流率注射,15 ml 生理盐水以相同流率冲管,在鞍上池层面行同层动态扫描,获得造影增强的时间-密度曲线,由此推算出 VCTDSA 扫描延迟时间。test-bolus 结束后 5 min,固定患者头部,依次获得空间位置相同的头颅平扫和增强扫描图像,扫描范围从第 1 颈椎至颅顶。增强扫描使用对比剂优维显 48 ~60 ml 以与 test-bolus 相同流率注射,生理盐水 20 ~ 30 ml 冲管。扫描结束后,图像重建为层厚 0.625 mm,层间距 0.625 mm 的数据,传送到 AW4.2 图像后处理工作站进行后处理。

1.3 图像后处理及分析

由 1 名熟练的放射科医师进行 VCTDSA 图像后处理。利用 Add/Sub 软件,用重建后的增强扫描图像减去平扫图像,得到减影后的图像原始数据。选用三维容积再现(three dimensional volume rendering, 3D VR)重建,多角度多方向观察图像并存储。由 2 名有经验的放射科医师行双盲法对照读片和图像质量评估,结果有差异的通过协商解决。

1.3.1 动脉瘤诊断标准 根据欧阳墉等[4]关于颅内动脉瘤的 DSA 诊断标准,制定本研究的颅内动脉瘤的诊断标准:颅内动脉局限性扩张,呈囊状、梭状或任一形状,边缘可光整。排除:①动脉粥样硬化血管节段性狭窄或血管节段性痉挛时,正常段的梭形改变;②动脉壁上局灶结节状钙化。

1.3.2 动脉瘤大小测量 根据动脉瘤的形态不同采取不同的测量方法,囊状、锥形及不规则形动脉瘤测量瘤颈(底径)及瘤体最长径。本研究无梭形动脉瘤。

1.3.3 动脉瘤成角测量 囊状、锥形及不规则形动脉瘤测量瘤体长径与近端载瘤动脉的角度。本研究无梭形动脉瘤。

1.3.4 Willis 环分型 按前后循环发育情况分为 4 型[5]:Ⅰ型(对称型):组成 Willis 环的各支血管发育好,双侧对称;Ⅱ型(前循环发育不良型):ACoA 和/或 ACA 发育不良(一侧管径≤对侧的 1/2)或缺如,后循环动脉相对正常、对称;Ⅲ型(后循环发育不良型):PCoA 和/或 PCA 发育不良或缺如,前循环动脉相对正常、对称;Ⅳ型(混合发育不良型):同时存在前、后循环的多支动脉发育不良或缺如。Ⅳ又分为几个亚型,Ⅳa 型:单侧前循环缺如或发育不良,同侧后循环缺如或发育不良;Ⅳb 型:单侧前循环缺如或发育不良,对侧后循环缺如或发育不良;Ⅳc 型:单侧前循环缺如或发育不良,双侧后循环缺如或发育不良;Ⅳd 型:ACoA 缺如,单侧后循环缺如或发育不良;Ⅳe 型:ACoA 缺如,双侧后循环缺如或发育不良。

1.4 统计学分析

数据处理采用 SPSS 13.0 统计学软件,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,定性资料用频数、构成比表示。计量资料分析应用多样本均数的单因素方差检验,定性资料分析应用 χ^2 检验、Mann-Whitney U 检验。

2 结果

2.1 动脉瘤检出情况

204 例受检者中,VCTDSA 共检出 87 例存在交通动脉瘤,包括 ACoAA 24 例共 24 个,其瘤颈大小约(3.98 ±1.65)mm,瘤体大小为(6.43 ±3.05)mm,PCoAA 63 例 68 个(其中 4 例为双侧后交通动脉瘤,1 例为单侧 2 个动脉瘤),其瘤颈大小为(3.97 ±1.37)mm,瘤体大小为(5.66 ±3.14)mm。根据 DSA 和(或)手术发现,VCTDSA 检出动脉瘤的敏感性和特异性均为 100%。

2.2 交通动脉瘤患者的性别比较

204 例受检者中,ACoAA、PCoAA 组间性别差异具有统计学意义($P<0.05$)。ACoAA 组中男性较多,PCoAA 组中女性较多(表 1)。

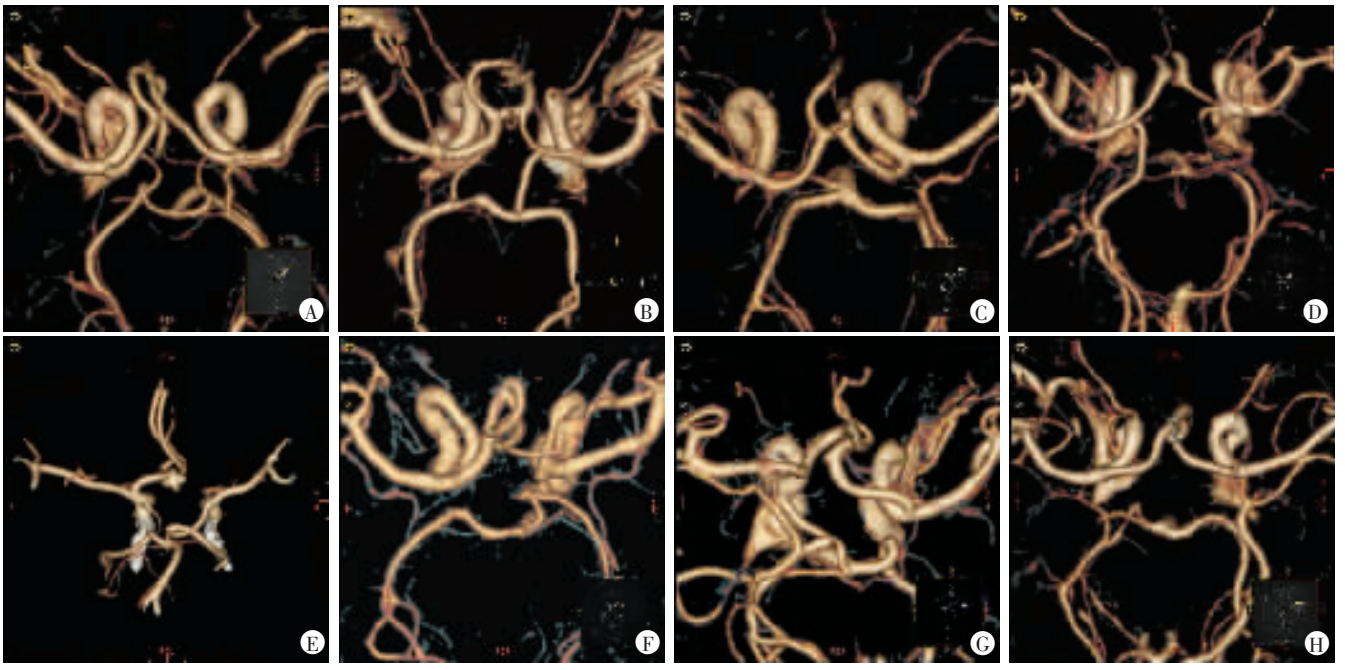
表 1 交通动脉瘤的性别构成 [例数(%)]

组别	n	男性	女性
ACoAA 组	24	15(63.50)[a]	9(37.50)[a]
PCoAA 组	63	6(9.52)	57(90.48)
非动脉瘤对照组	117	60(51.28)	57(48.72)

a: $P<0.05$,与 PCoAA 组比较

2.3 交通动脉瘤患者的发病年龄与非动脉瘤组的比较

204 例受检者的年龄范围为 16 ~ 77(54.29 ± 12.66)岁。ACoAA、PCoAA 组与非动脉瘤对照组的年龄差异无统计学意义[分别为(49.63 ± 14.54)、(50.95 ± 8.33) *vs* (57.05 ± 13.73)岁,$P>0.05$]。



A-H 分别是Ⅰ~Ⅳe 型

图 1　Willis 环分型情况

2.4　动脉瘤成角情况

对于动脉瘤瘤体长径与载瘤动脉(血流来源方向)的成角情况:ACoAA 组的成角范围为 75.00 ~ 126.80°(96.60 ± 15.74)°;PCoAA 组的成角范围为 94.00 ~ 160.00°(128.45 ± 25.78)°。ACoAA、PCoAA 组间成角存在统计学差异($P < 0.05$),PCoAA 成角偏大。

2.5　交通动脉瘤与 Willis 环变异分型的关系

ACoAA 组(图 1E)以Ⅳc 型最多,其次为Ⅳb 型,均为单侧前循环发育不良或缺如型,占 62.5%,以非动脉瘤组作标准,ACoAA 组存在 Willis 环分型的差异($U = 2.087$, $P < 0.05$)。PCoAA(图 1D、F)以Ⅲ型最多(超过半数),其次为Ⅳe 型,占 71.43%,与非动脉瘤组的构成相近,以非动脉瘤组作标准,PCoAA 组无明显 Willis 环分型的差异($U = 1.285$, $P > 0.05$),见表 2,图 1。

表 2　交通动脉瘤与 Willis 环分型的关系[例数(%)]

分型	ACoAA 组	PCoAA 组	非动脉瘤对照组
Ⅰ	3(12.50)[a]	3(4.76)	12(10.26)
Ⅱ	3(12.50)[a]	3(4.76)	3(2.56)
Ⅲ	-	36(57.14)[a]	51(43.59)
Ⅳa	-	3(4.76)[a]	-
Ⅳb	6(25.00)[a]	-	6(5.13)
Ⅳc	9(37.50)[a]	3(4.76)	9(7.69)
Ⅳd	3(12.50)[a]	6(9.53)	9(7.69)
Ⅳe	-	9(14.29)	27(23.08)

a:$P < 0.05$,与非动脉瘤对照组比较

3　讨论

3.1　颅内动脉瘤的发生与 Willis 环分型的关系

颅内动脉瘤的发病机制通常认为是多因素作用造成的局部血管壁中膜(肌层)和弹力层缺损或动脉瘤前期病变,如漏斗样改变、局部变薄、微动脉瘤等病理性损伤[6]。其中不仅有血管先天性发育因素,许多后天获得性因素如血流动力学变化、高血压和动脉粥样硬化等在动脉瘤的发生中扮演了重要作用。从发生部位上看,颅内动脉瘤多发生在脑动脉分支、分叉或急剧转弯处及其临近区域,尤其是 Willis 环区域,ACoAA 和 PCoAA 的发生率占收治的全部动脉瘤的 2/3 左右,而这 2 个部位同时也是最常发生解剖学变异的区域[7]。

Willis 环变异导致的血流动力学变化在颅内动脉瘤的发病原因中占据首要地位。Willis 环在脑血液循环中具有重要的生理作用,是脑血管的调节装置之一。前交通动脉是两侧颈内动脉之间平衡压力的主要渠道,后交通动脉则是颈内动脉与基底动脉系之间平衡压力的主要渠道。早在 1930 年,Ferguson 基于其实验和临床研究,提出血流动力学所产生的剪切力、搏动力和压力引起脑动脉分叉处顶端内弹力层损害和中层缺损的扩大,此部位受到血流的冲击而发生动脉壁局部膨出,最后形成动脉瘤[8]。Keyembe 等[9]研究认为,Willis 环变异致血流动力学改变在某种程度上促进脑动脉瘤的发展,动脉瘤的发生率显著增高。一些学者发现,成对的大脑前动脉近侧不对称或一侧大脑前动脉近端发育不全与 ACoAA 呈正相关,一侧大脑前动脉

血流不同程度分流到对侧时,动脉分叉处出现动脉瘤[1-3,10]。

本组 ACoAA 患者 Willis 环表现以Ⅳc 型最多,其次为Ⅳb 型,均为单侧前循环发育不良或缺如型,与非动脉瘤对照组 Willis 环表现的差异存在统计学意义;PCoAA 患者以单纯性后循环发育不良或缺如型最多(超过半数),与非动脉瘤对照组 Willis 环表现的差异无明显统计学意义。这一 Willis 环分型情况与文献[11]报道基本相符。本研究从无创性影像学检查角度,进一步印证了两侧大脑前动脉水平段不对称,一侧大脑前动脉水平段发育不良或缺如,与 ACoAA 的发生有关。但 PCoAA 的发生与 Willis 环变异的关系尚不明了。

本组 ACoAA、PCoAA 瘤体长径与载瘤动脉的角度测量表明,大部分 ACoAA 及全部 PCoAA 为钝角,但 PCoAA 组的成角较大,提示血流动力学所产生的剪切力的重大作用。

高血压、动脉粥样硬化也是促发动脉瘤的重要因素。由于在动脉瘤形成的血流动力学中,高压力、大容量是重要动力,而这些又是高血压的作用之一,因此,在原有血流动力学变化基础上,高血压加速了动脉瘤的形成。高血压还可能加速脑动脉粥样硬化,有研究表明高血压和动脉硬化患者的内皮细胞衍生舒张因子生成明显减少,造成血管异常收缩,使高血压和动脉硬化加重,而后者又影响了内皮细胞产生,如此恶性循环,如加上血流动力学变化更易形成动脉瘤[12]。

本组结果提示,就年龄分布而言,本组以 50 岁以上居多,与动脉粥样硬化的好发年龄一致。就性别差异而言,ACoAA 以男性居多,PCoAA 以女性居多,与文献[3]报道一致。

3.2 VCTDSA 的特点及应用价值

因 CT 机和扫描参数的不同,文献[13]报道 CTA 检出动脉瘤的敏感性为 80% ~100%,特异性为 88% ~100%。64 层螺旋 CT 在 Z 轴上的空间分辨力明显提高,数据采集已达各向同性,对动脉瘤的形态、大小及其与临近血管的关系显示良好。本研究采用的 VCTDSA 获取的是三维全脑血管数据,可以从三维空间同时显示动、静脉的病变,立体感强,血管对比度明显增加,提高了远端小血管的分辨力。由于去除了骨结构可清晰显示 Willis 环水平以下动脉瘤及其与载瘤动脉的关系,能检出全部床突下的动脉瘤,包括微小动脉瘤(<3 mm),检出的最小动脉瘤仅约 1.2 mm×1.7 mm 大小,敏感性和特异性均达到 100%,相对于常规 CTA 其敏感性明显提高[14]。本研究 VCTDSA 检出交通动脉瘤的敏感性和特异性均达 100%,为无创性研究交通动脉瘤和 Willis 环提供了客观、真实的依据。

本研究借助先进的 VCTDSA 技术探讨了颅内交通动脉瘤的病因,通过对 Willis 环分型及动脉瘤瘤体长径与载瘤动脉的角度测量,验证了血流动力学在颅内动脉瘤发生中的重要作用。

参考文献:

[1] 高 鹏, 陈左权, 顾斌贤, 等. 大脑前动脉 A1 段优势和前交通动脉瘤相关性研究[J]. 同济大学学报: 医学版, 2007, 28(4): 41-45.

[2] Karazincir S, Ada E, Sarsilmaz A, *et al*. Frequency of vascular variations and anomalies accompanying intracranial aneurysms[J]. Tani Girisim Radyol, 2004, 10(2): 103-109.

[3] 李建华, 贺能树, 孙建中. 颅内交通动脉瘤与 Willis 环血流动力学变化的关系[J]. 临床放射学杂志, 2002, 21(1): 19-22.

[4] 欧阳墉. 数字减影血管造影诊断学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000: 56-57.

[5] Horikoshi T, Akiyama I, Yamagata Z, *et al*. Magnetic resonance angiographic evidence of sex-linked variations in the circle of Willis and the occurrence of cerebral aneurysms[J]. J Neurosurg, 2002, 96(4): 697-703.

[6] Bruno G, Todor R, Lewis I, *et al*. Vascular extracellular matrix remodeling in cerebral aneurysms[J]. J Neurosurg, 1998, 89(3): 431-440.

[7] 何旭英, 段传志, 李铁林, 等. 颈内动脉-后交通动脉瘤形成的形态学因素分析[J]. 国际脑血管病杂志, 2007, 15(6): 460-463.

[8] 唐文渊, 李明伟. 脑血流动力学变化对颅内动脉瘤形成的影响——36 例颈动脉结扎术后造影随访研究[J]. 中华神经外科杂志, 1992, 8(3): 178-180.

[9] Kayembe K N, Sasahara M, Hazama F. Cerebral aneurysms and variations in the circle of Willis[J]. Stroke, 1984, 15(5): 846-850.

[10] Karazincir S, Ada E, Sarsilmaz A, *et al*. Frequency of vascular variations and anomalies accompanying intracranial aneurysms[J]. Tani Girisim Radyol, 2004, 10(2): 103-109.

[11] Jongen J C, Franke C L, Soeterboek A A, *et al*. Blood supply of the posterior cerebral artery by the carotid system on angiograms[J]. J Neurol, 2002, 249(4): 455-460.

[12] Hamada J, Hashimoto N, Tsukahara T. Moyamoya disease with repeated intraventricular hemorrhage due to aneurysm rupture. Report of two cases[J]. J Neurosurg, 1994, 80(2): 328-331.

[13] Yoon D Y, Lim K J, Choi C S, *et al*. Detection and characterization of intracranial aneurysms with 16-channel multidetector row CT angiography: a prospective comparison of volume-rendered images and digital subtraction angiography[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2007, 28(1): 60-67.

[14] 吕发金, 谢 鹏, 罗天友, 等. 数字减影 CT 血管成像在蛛网膜下腔出血诊断中的价值[J]. 中国医学影像技术, 2007, 23(1): 45-48.

(编辑 张 维)