

Study on adult cerebral arteries by transcranial color Doppler flow imaging and color Doppler energy

LIU Biao, ZHAO Bao-zhen*, MU Yi, CHEN Kun

(Department of Ultrasound, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China)

[Abstract] **Objective** To study the anatomic structures and the blood flow parameters of cerebral arteries in healthy adults, and to evaluate the functional patency of the anterior and posterior communicating arteries (AcoA and PcoA respectively) of the circle of Willis. **Methods** A total of 216 normal adults were divided into three groups according to age and sex. The diameter and blood flow parameters of their cerebral arteries were measured by transcranial color Doppler flow imaging (TCCDFI) and color Doppler energy (CDE), and the functional patency of the AcoA and PcoA was assessed by the changes of blood flow velocity and direction during common carotid artery compression. **Results** The success rate of TCCDFI and CDE, diameter and blood flow velocity of cerebral arteries decreased both in men and women with the increase of age ($P < 0.05$), but resistance index and pulsatility index increased ($P < 0.05$). There was significant difference between men and women for the diameter of cerebral arteries in the same age group ($P < 0.05$), but no significant difference in other parameters ($P > 0.05$). The rates of the functional patency of the AcoA for men and women were 88.9% and 82.9%, left PcoA 29.5% and 34.1%, right PcoA 35.2% and 29.2%, respectively. **Conclusion** The anatomic structures and the changes of blood flow parameters of cerebral arteries can be observed real-timely. The functional patency of AcoA and PcoA can be evaluated by TCCDFI and CDE.

[Key words] Ultrasonography, Doppler, transcranial; Color Doppler energy; Adult; Cerebral arteries

经颅彩色多普勒血流成像与能量多普勒 观察正常成人颅内动脉

柳 标, 赵宝珍*, 姥 义, 陈 坤

(第二军医大学长海医院超声科, 上海 200433)

[摘 要] **目的** 研究正常成人颅内动脉的结构及血流动力学参数, 生理状态下评价 Willis 环前、后交通动脉循环功能。**方法** 216 例正常成人按年龄、性别分组, 采用经颅彩色多普勒血流成像 (TCCDFI) 与能量多普勒 (CDE) 技术, 分别显示颅内动脉、测量其内径及血流动力学参数, 通过压迫颈总动脉, 判断交通动脉循环功能。**结果** ①颅内动脉成功显示率男、女均随年龄增长而下降, 血管内径、流速随之变小 ($P < 0.05$), 而搏动指数、阻力指数随之增大 ($P < 0.05$), 同一组男女间血管内径有明显差别 ($P < 0.05$), 而其他参数无明显差别; ②前交通动脉功能开放率男女分别为 88.9%、82.9%, 后交通动脉左侧 29.5%、34.1%, 右侧 35.2%、29.2%。**结论** TCCDFI 与 CDE 能实时动态观察颅内动脉的结构及测量血流动力学参数, 评价前、后交通动脉循环功能, 可作为颅内动脉检查的首选方法。

[关键词] 超声检查, 多普勒, 经颅; 能量多普勒; 成人; 脑动脉

[中图分类号] R322; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2005)06-0890-03

经颅彩色多普勒血流成像能穿透成人的完整颅骨, 可对中枢神经系统进行结构性和功能性评价, 为成人脑实质和血

管监测及脑血管病的诊断提供了一种有价值的检查手段^[1-3]。本文对 216 例正常成人行 TCCDFI 与 CDE 检查, 旨在观察其对正常成人颅内动脉内径及 Willis 环前、后交通动脉循环功能的评价能力。

1 资料与方法

2004 年 4 月—2004 年 12 月我院门诊体检人员及部分进修医生共 216 例正常成人, 其中男 100 例, 女 116 例, 年龄 20~83 岁, 无心、脑血管等疾病的临床表现, 进行颅内动脉检查前, 常规行颅外颈、椎动脉检查, 排除影响颅内动脉血流动力

[基金项目] 本课题受国家自然科学基金资助(30370401)。

[作者简介] 柳标(1965—), 男, 江苏人, 博士, 主治医师。研究方向: 颅脑血管超声。E-mail: biaoлию65@hotmail.com

[通讯作者] 赵宝珍, 第二军医大学长海医院超声科, 200433。

E-mail: bzhaocnan@yahoo.com.cn

[收稿日期] 2005-02-24 **[修回日期]** 2005-04-19

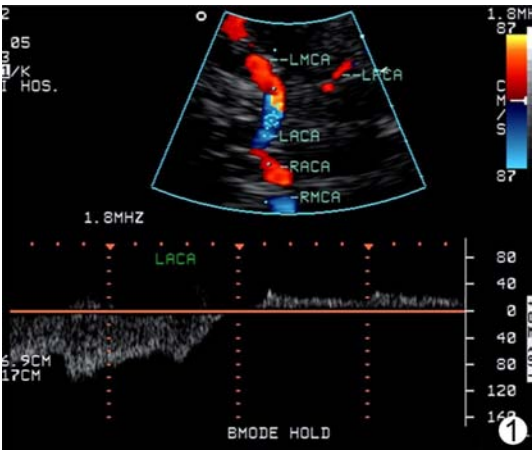


图1 压迫 LCCA 后 LACA(A1)血流翻转

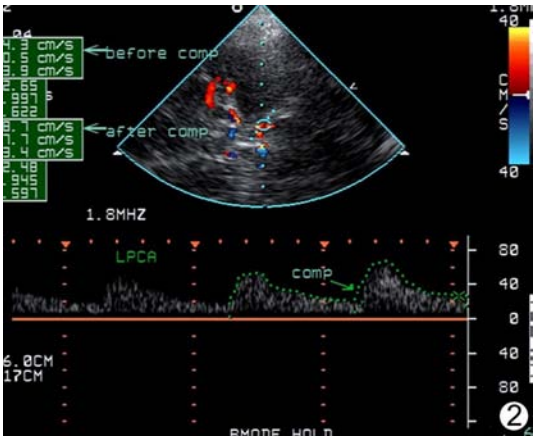


图2 压迫 LCCA 后 LPCA 血流速度增加

学的因素,按年龄、性别各分3组。第一组(20~40岁)男32例(平均年龄30.4±7.7岁),女40例(平均年龄31.3±4.9岁),第二组(41~60岁)男40例(平均年龄50.7±5.7岁),女54例(平均年龄49.7±5.2岁),第三组(>60岁)男28例(平均年龄68.1±5.2岁),女22例(平均年龄68.9±3.7岁)。

应用 Philips 5500 型超声仪,使用 S4 探头(2~4 MHz),选用“TCD”条件,深度10~12 cm,声束角度小于60°,常规于颞窗探测大脑中动脉(MCA)、大脑前动脉(ACA)、大脑后动脉(PCA),枕窗探测椎动脉(VA)、基底动脉(BA)。

Willis 环前交通动脉功能评价 探头置于颞窗,当显示清晰的二维及彩色血流束时,压迫一侧颈总动脉3~5个心动周期,位置在靠近胸骨的锁骨头处,以避免窦弓降压反射影响血流动力学参数测值。如果压迫侧 ACA(A1)彩色多普勒血流翻转(即由正常背离探头的蓝色变为朝向探头的红色),同时脉冲多普勒测得由负向频谱翻转为正向频谱(图1),说明前交通动脉功能开放。如 ACA(A1)彩色多普勒血流未出现翻转,说明前交通动脉开放不良。

Willis 环后交通动脉功能评价:方法同前交通动脉功能评价,压迫一侧颈总动脉后,如果脉冲多普勒频谱显示同侧 PCA(P1)血流增高,最高血流速度增加大于20%(图2),则被压迫侧后交通动脉功能开放^[4]。

统计学分析:用统计软件 SPSS 11.5 对所测数据进行分析,管径及血流动力学参数均以均数±标准差表示,多样本

间的比较用方差分析,两样本率间的比较用 χ^2 检验,以 $\alpha=0.05$ 作为检验水准, $P<0.05$ 时认为有统计学意义。

2 结果

2.1 颅内各支动脉 TCCDFI 及 CDE 显示 本研究各统计指标均按 TCCDFI 条件。216 例健康成人男女各组颅内动脉检查,男、女性显示率均随年龄增长而下降,三组女性完全显示率均有明显差异($P<0.05$),而老年女性(第三组)完全显示率仅40.9%,且明显低于同一年龄组的老年男性($P<0.05$,表1)。

表1 216 例被检者颅内动脉显示率

	第一组		第二组		第三组	
	男	女	男	女	男	女
被检人数	32	40	40	54	28	22
完全显示人数 (%)	30 (93.7)	34 ^Δ (85)	33* (82.5)	30* ^Δ (55.6)	20* (71.4)	9* (40.9)
部分显示人数 (%)	2 (6.3)	6 ^Δ (15)	7* (17.5)	24* ^Δ (44.4)	7* (25)	12* (54.5)

*:同一组间男女性别之间显示率比较有统计学差异 $P<0.05$; Δ :同一性别相邻组间显示率比较有统计学差异 $P<0.05$

2.2 颅内动脉测值 男女各支颅内动脉内径均随年龄增长而变小,相邻组间有明显差异($P<0.05$),同一年龄组内男性内径大于女性,且有统计学意义($P<0.05$,表2);男女血流速度均随年龄增长而降低,PI、RI 随之增高,相邻组间男女各自均有明显差异($P<0.05$),而同一年龄组内男女之间无明显差异($P>0.05$)。

表2 各颅内动脉内径测值(mm, $\bar{x} \pm s$)

	第一组		第二组		第三组	
	男	女	男	女	男	女
RMCA	3.65±0.36	3.55±0.22	3.56±0.25	3.46±0.38	3.40±0.22	3.32±0.35
LMCA	3.68±0.36	3.56±0.29	3.52±0.32	3.45±0.30	3.41±0.32	3.31±0.33
RACA	3.44±0.21	3.26±0.24	3.30±0.25	3.17±0.29	3.19±0.21	2.97±0.31
LACA	3.43±0.25	3.28±0.25	3.29±0.22	3.18±0.22	3.20±0.19	2.98±0.34
RPCA	3.43±0.28	3.27±0.27	3.28±0.26	3.17±0.26	3.21±0.26	2.90±0.28
LPCA	3.42±0.25	3.25±0.24	3.29±0.25	3.15±0.31	3.20±0.30	2.91±0.26
RVA	3.52±0.37	3.44±0.30	3.42±0.34	3.34±0.31	3.34±0.31	3.22±0.26
LVA	3.50±0.30	3.43±0.31	3.40±0.29	3.33±0.26	3.32±0.28	3.22±0.31
BA	4.43±0.26	4.34±0.18	4.33±0.31	4.26±0.20	4.26±0.32	4.21±0.19

2.3 Willis 环前后交通动脉功能开放情况 100 例男性被检者中,ACA 能显示的(单侧或双侧)共 90 例,前交通动脉功能开放 80 例,占 88.9%;PCA 能显示的左侧共 88 例,后交通动脉功能开放 26 例,占 29.5%,右侧能显示共 84 例,后交通动脉功能开放 30 例,占 35.7%。116 例女性被检者中,ACA 能显示(单侧或双侧)共 94 例,前交通动脉功能开放 78 例,占 82.9%;PCA 能显示的左侧共 88 例,后交通动脉功能开放 30 例,占 34.1%,右侧能显示 82 例,后交通动脉功能开放 24 例,占 29.2%。

3 讨论

3.1 TCCDFI 与 CDE 联合应用对脑动脉研究的价值 应用 TCCDFI 技术对本组 218 例正常成人脑动脉检查,大部分被检者可清晰显示颅内动脉,可正确测量动脉的管内径及血流动力学参数。第三组(老年人)部分被检者,尤其是老年女性,因受透声窗的限制,又因颅内动脉盘曲迂回,特别是 ACA、PCA, TCCDFI 仅探测到斑点状、短棒状彩色血流。对于这部分被检者,可转换 Angio 模式行 CDE 检测。由于 CDE 是血流信号的能量显示,不受血流速度、方向和声速的影响,可显示这部分被检者完整清晰的血管走行,克服了 TCCDFI 难以准确校正角度的缺点,保证了测量的精确性。第三组少数被检者因声衰减其明显, TCCDFI 完全不能显示颅内结构及颅内动脉彩色血流束,此时 CDE 也不能显示颅内动脉主干,仅显示少量细小分支血流,故 CDE 显示率仍达不到 100%。由于 CDE 存在对组织运动敏感、成像速度慢等不利因素,在通常情况下,颅内动脉检查先用 TCCDFI,然后用 CDE,多次转换,实现 TCCDFI 与 CDE 联合应用,以提高检查的速度和测量的精确性。

3.2 不同年龄与颅内动脉各测值的关系 随着年龄增长,颅内动脉的内径、流速逐渐减小,PI、RI 逐渐增高。这些变化是与随着年龄增长颅内动脉逐渐硬化、退行性变、心收缩力降低心排量下降、外周阻力增高等多种因素有关,是一种渐进的过程,而动脉粥样硬化是重要原因,其发生、发展对于脑动脉各参数随年龄的变化起着重要作用。本研究同年龄组内血流速度、PI、RI 男女之间无明显差异,这一结果与既往报道一致^[5],而动脉内径男性大于女性,考虑脑血流量与脑组织重量有关,男性体重及脑组织重量平均大于女性是其原因。本研究各测值在相邻组间均有显著差异,提示年龄增长导致脑血流量下降的不利因素增加(脑动脉内径、流速变小、阻力增大)。

3.3 TCCDFI 与 CDE 对 Willis 环前后交通动脉功能评价的意义 Willis 环前后交通动脉功能开放,使大脑左右、前后血流得以代偿,因此如颈动脉、椎一基底动脉及 Willis 环近段的血管狭窄或闭塞,可通过前后交通动脉开放代偿,仍能维持病变支所支配的脑组织一定的血流量,这对防止缺血性脑血管病的发生起着重要的作用^[6,7]。另外,现代外科某些手术(如颈动脉内膜切除术、颅内血管腔内支架成型术等)。需暂时性阻断血流,术前可通过前后交通动脉开放功能的评价,为预测术中是否发生颅内低灌注、是否需要临时性分流提供可靠的

客观的血流动力学资料^[8,9]。本组研究的 216 例被检者,前交通动脉功能开放率的男女分别为 88.9%、82.9%,左侧后交通动脉功能开放率分别为 29.5%、34.1%,右侧分别为 35.7%、29.2%。后交通动脉长度、口径变异较大,另外还存在多种畸形^[10],极具复杂性。TCCDFI 与 CDE 结果不仅仅与解剖有关,更反映了血流动力学改变,因此更具有临床意义。

[参考文献]

[1] Atlas SW. Intracranial vascular malformations and aneurysms. Current imaging applications[J]. Radiol Clin N Am, 1988, 26(4): 821-837.

[2] Fischer B, Klotzsch C, Nahser HC, et al. Clinical application of transcranial color-coded duplex ultrasound for detection of intracranial aneurysms[J]. Nervenarzt, 1998, 69(8): 671-677.

[3] Zhang XZ, Lv J, Mo XH, et al. Analyses of transcranial Doppler, color Doppler ultrasonography and DSA on diagnosis of moyamoya disease[J]. Chin J Med Imaging Technol, 2003, 19(12): 1694-1696.

张小征, 吕健, 莫雪红, 等. 经颅多普勒及彩色多普勒与数字减影脑血管造影对颅底异常血管网病诊断的比较分析[J]. 中国医学影像技术, 2003, 19(12): 1694-1696.

[4] Chaudhuri R, Padayachee TS, Lewis RR, et al. Noninvasive assessment of the circle of Willis using transcranial pulsed Doppler ultrasound with angiographic correlation[J]. Clin Radiol, 1992, 46(2): 193-197.

[5] Kreja J, Mariak Z, Walecki J, et al. Transcranial color Doppler sonography of basal cerebral arteries in 182 healthy subjects: age and sex variability and normal reference values for blood flow parameters[J]. AJR, 1999, 172(1): 213-218.

[6] Hoksbergen AWJ, Majoie CBL, Hulsmans FJH, et al. Assessment of the collateral function of the circle of Willis: three-dimensional time-of-flight MR angiography compared with transcranial color-coded duplex sonography[J]. Am J Neuroradiol, 2003, 24(3): 456-462.

[7] Stolz E, Mendes I, Gerriets T, et al. Assessment of intracranial collateral flow by transcranial color-coded duplex sonography using a temporal and frontal axial insonation plane[J]. J Neuroimaging, 2002, 12(2): 136-143.

[8] Blaser T, Hofmann K, Buerger T, et al. Risk of stroke, transient ischemic attack, and vessel occlusion before endarterectomy in patients with symptomatic severe carotid stenosis[J]. Stroke, 2002, 33(4): 1057-1062.

[9] Zachrisson H, Berthelsen B, Blomstrand C, et al. Influence of poststenotic collateral pressure on blood flow velocities within high-grade carotid artery stenosis: differences between morphologic and functional measurements[J]. J Vasc Surg, 2001, 34(2): 263-268.

[10] Gao SL, Lv YL, Zhang LW. Practical atlas of brain vessels[M]. Beijing: Science Press, 2002. 45-47; 52-56.

高士谦, 吕永利, 张力伟. 实用脑血管图谱[M]. 北京: 科学出版社, 2002. 45-47; 52-56.