

超声检测健康成人脑供血比及其相关影响因素探讨

李 璠 杨 勇 张小用 许 磊 王斐倩

摘 要 **目的** 应用超声检测健康成人脑供血比,探讨影响脑供血比的相关因素。**方法** 应用彩色多普勒超声检测 140 例健康成人的脑供血比,以及其他相关指标和血流动力学参数,分析脑供血比的相关影响因素。**结果** 线性相关分析显示健康成人的脑供血比以每十年 1.3% 的速度递减,相关方程为 $Y=0.0013X+0.2137$,其中 Y 为脑供血比, X 为年龄;女性脑供血比高于男性 ($18.68\% \pm 6.15\%$ vs. $13.23\% \pm 4.93\%$),差异有统计学意义 ($P < 0.01$)。相关矩阵分析显示,体质量指数 (BMI)、血压、脉搏波传导速度及脑血管阻力均与脑供血比显著相关 (均 $P < 0.01$);多元回归分析校正后,仅 BMI 与脑供血比呈独立负相关 ($P < 0.01$),回归方程为 $Y = -0.095X_1 - 4.260X_2 - 0.311X_3 + 36.2$,其中 Y 为脑供血比, X_1 为年龄, X_2 为性别, X_3 为 BMI。**结论** 健康成人脑供血比随年龄增长而减低,且女性脑供血比高于男性;BMI 与脑供血比呈独立负相关。

关键词 超声检查;脑供血比;年龄;性别;体质量指数

[中图法分类号] R445.1

[文献标识码] A

Ultrasonic detection of ratio of cerebral blood supply in healthy adults and evaluation of its related factor

LI Fan, YANG Yong, ZHANG Xiaoyong, XU Lei, WANG Feiqian

Department of Ultrasound, Hospital of Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China

ABSTRACT Objective To detect the ratio of cerebral blood supply in healthy adults by ultrasound, and to explore its related factors. **Methods** Color Doppler ultrasound was used to detect the ratio of cerebral blood supply in 140 healthy adults, as well as other relevant indexes and hemodynamic parameters, the related affecting factors were analyzed. **Results** Linear correlation analysis showed that the ratio of cerebral blood supply in healthy adults decreased by 1.3% per decade. The correlation equation was $Y=0.0013X+0.2137$, where Y was the ratio of cerebral blood supply and X was age. The ratio of female cerebral blood supply was higher than that of males ($18.68\% \pm 6.15\%$ vs. $13.23\% \pm 4.93\%$), the difference was statistically significant ($P < 0.01$). Correlation matrix analysis showed that body mass index (BMI), blood pressure, pulse wave velocity, and cerebrovascular resistance were significantly correlated with the ratio of cerebral blood supply (all $P < 0.01$), after adjustment of multiple regression analysis, only BMI was negatively correlated with the ratio of cerebral blood supply independently ($P < 0.01$), regression equation was $Y = -0.095X_1 - 4.260X_2 - 0.311X_3 + 36.2$, where Y was the ratio of cerebral blood supply, X_1 was age, X_2 was gender, and X_3 was BMI. **Conclusion** The ratio of cerebral blood supply in healthy adults decreased with age, and the ratio of female cerebral blood supply is higher than that of males. BMI is independently negatively correlated with the ratio of cerebral blood supply.

KEY WORDS Ultrasonography; Ratio of cerebral blood supply; Age; Gender; Body mass index

大脑是人体中能量供应依赖性最强的器官。研究^[1]表明,脑血流量随着年龄的增加而逐渐减低,其可能的机制包括脑代谢率的降低和脑血管阻力的增加。但

脑血流量占心输出量的比例,即脑供血比是否随年龄变化尚无研究。正常情况下脑供血比为 15%~20%^[2],反映了机体对大脑的能量分配,也是衡量心-脑相互

基金项目:陕西省自然科学基金项目(2014JM4198)

作者单位:710072 西安市,西北工业大学医院超声科(李璠);唐都医院超声科(杨勇、张小用、许磊);西安交通大学第一附属医院超声影像科(王斐倩)

通信作者:王斐倩, Email: JDwangfeiqian@163.com

作用最直接的指标,其可能的影响因素包括心脏功能^[3]、脑血管阻力^[4]、血管弹性^[5],以及性别^[6]、年龄、体型^[7]等。本研究应用超声检测健康成人脑供血比,探讨其随年龄的变化情况,以及与之的相关影响因素,为老龄化相关的脑结构和功能变化提供依据。

资料与方法

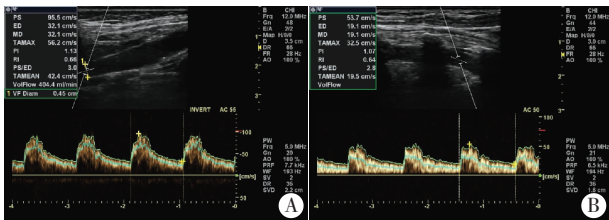
一、研究对象

选取 2016 年 7 月至 2017 年 7 月在我院行健康体检的正常成人 140 例,其中男 61 例,女 79 例,年龄 21~80 岁,平均(52±15)岁。所有受试者均行病史采集、体格检查、心电图及实验室检查;排除标准:心脑血管疾病、动脉粥样硬化致颈动脉中度及以上狭窄、糖尿病、精神疾病、脑外伤、甲状腺疾病、妊娠及哺乳期妇女、吸烟史。

二、仪器与方法

1.仪器:使用 GE Logiq 7 彩色多普勒超声诊断仪,11L 探头频率 5.0~11.0 MHz;M3S 探头频率 1.5~3.5 MHz。检查前 24 h 受检者禁止服用含咖啡因的饮料和酒精,禁止高强度运动。

2.超声检查:首先使用 11L 探头常规观察受检者颈部血管,确定右侧颈动脉起始处;然后于长轴切面右侧颈内动脉起始处后 1.5 cm 处测量内径及该处的时间平均血流速度(TMAV)。于右侧椎动脉第四至五椎间段测量内径及该处 TMAV,多普勒取样容积均置于相同位置管腔中央,多普勒血流夹角 45°~57°,取样容积 2~4 mm。使用同样方法测量左侧颈内动脉和椎动脉(图 1)。各血管的血流量计算公式为:血流量=TAMV×(内径/2)²×π×60。脑血流量为双侧颈内动脉和椎动脉血流量的总和;脑血管阻力=平均动脉压/脑血流量。根据美国超声心动图学会指南^[8],使用 M3S 探头双平面 Simpson 法测量左室舒张末期和收缩末期容积,计算每搏量并记录心率。心输出量=心率×每搏量;脑供血比=脑血流量÷心输出量。



A: 颈内动脉;B: 椎动脉。
图 1 颈内动脉和椎动脉血流频谱测量示意图

3. 频谱多普勒检查:首先使用频谱多普勒记录右侧颈总动脉中段血流频谱波形,测量各心动周期心电图

R 峰顶点至血流波形起始时间间隔(T1)。然后记录左侧股总动脉分叉近端 2 cm 处血流频谱波形,测量 R 峰顶点至血流波形起始时间间隔(T2)。测量自胸骨上窝至颈总动脉波形记录点的距离(D1),胸骨上窝至股总动脉记录点的体表解剖距离(D2),动脉脉搏波传导速度=(D2-D1)/(T2-T1)。各指标均连续测量 5 个心动周期,取平均值。图像记录及测值均由同一熟练操作者完成。

三、统计学处理

应用 SPSS 20.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较行独立样本 *t* 检验;应用线性相关分析法分析正常成人脑供血比与年龄的变化情况;相关矩阵分析筛选出所有可能与脑供血比显著相关的变量,再行多元线性回归分析。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

结果

一、不同年龄正常成人脑供血比的变化

线性相关分析显示,正常成人的脑供血比以每十年 1.3% 的速度递减(图 2),相关方程为 $Y=0.0013X+0.2137$,其中 *Y* 为脑供血比,*X* 为年龄。

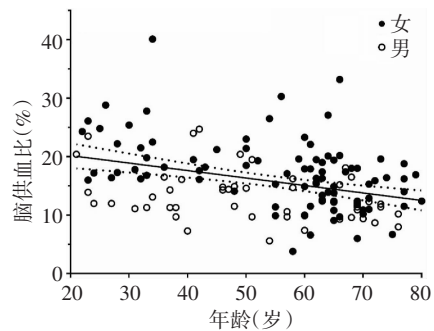


图 2 不同年龄正常成人脑供血变化情况

二、男、女受检者脑供血比的比较

男、女受检者一般资料比较情况见表 1。男、女受检者脑供血比减低速度(回归方程的斜率)比较差异无统计学意义。女性脑供血比高于男性,差异有统计学意义(*P*<0.01);男性血压、脉搏波传导速度及脑血管阻力均显著高于女性,差异均有统计学意义(均 *P*<0.01)。见表 2。

表 1 男、女受检者一般资料比较($\bar{x} \pm s$)

性别	年龄(岁)	体质量(kg)	身高(cm)	BMI(kg/m ²)
女(79)	52±15	57.3±6.6	160±5	22.0±2.8
男(61)	51±16	66.4±8.0	170±6	23.5±2.5
<i>P</i>	>0.05	<0.01	<0.01	<0.01

BMI:体质量指数。

表 2 男、女受检者血流动力学参数比较($\bar{x}\pm s$)

性别	心输出量 (L/min)	脑血流量 (ml/min)	脑供血比 (%)	收缩压 (mm Hg)	舒张压 (mm Hg)	脉搏波传导速度 (m/s)	脑血管阻力 (mm Hg·min·ml ⁻¹)
女(79)	3.55±0.64	641±165	18.68±6.15	115±12	74±7	8.6±2.2	0.14±0.06
男(61)	3.99±0.70	509±118	13.23±4.93	121±10	77±7	9.0±1.9	0.18±0.04
<i>P</i>	<0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

1 mm Hg=0.133 kPa。

三、相关影响因素分析

相关矩阵分析显示,体质量指数(BMI)、血压、脉搏波传导速度及脑血管阻力均与脑供血比显著相关(均 $P<0.01$),见表 3;多元回归分析校正后,仅 BMI 与脑供血比呈独立负相关($P<0.01$),回归方程为 $Y=-0.095X_1-4.260X_2-0.311X_3+36.2$,其中 Y 为脑供血比,

X_1 为年龄, X_2 为性别, X_3 为 BMI。

讨 论

1946 年 Kety 等首次对脑供血比进行研究,此后学者^[2,9]采用不同的方法对该值进行了测量,范围均为 15%~20%。本研究中正常成人的平均脑供血比

表 3 年龄、脑供血比及血流动力学指标相关矩阵分析

不同参数	年龄	脑供血比	心输出量	脑血流量	射血分数	BMI	心率	收缩压	舒张压	脉搏波传导速度	脑血管阻力
年龄											
<i>r</i> 值	-	-0.331	0.077	-0.374	0.130	0.275	-0.139	0.294	0.204	0.690	0.424
<i>P</i> 值	-	0.001	0.449	<0.01	0.197	0.006	0.166	0.003	0.042	<0.01	<0.01
脑供血比											
<i>r</i> 值	-0.331	-	-0.635	0.819	0.104	-0.510	-0.069	-0.346	-0.297	-0.432	-0.751
<i>P</i> 值	0.001	-	<0.01	<0.01	0.303	<0.01	0.498	<0.01	0.003	<0.01	<0.01
心输出量											
<i>r</i> 值	0.077	-0.635	-	-0.146	0.041	0.313	0.232	0.222	0.174	0.169	0.158
<i>P</i> 值	0.449	<0.01	-	0.148	0.685	0.002	0.020	0.027	0.083	0.092	0.117
脑血流量											
<i>r</i> 值	-0.374	0.819	-0.146	-	0.224	-0.452	0.054	-0.279	-0.297	-0.442	-0.903
<i>P</i> 值	<0.01	<0.01	0.148	-	0.025	<0.01	0.592	0.005	0.003	<0.01	<0.01
射血分数											
<i>r</i> 值	0.130	0.104	0.041	0.224	-	-0.109	0.055	0.030	-0.089	-0.037	-0.238
<i>P</i> 值	0.197	0.303	0.685	0.025	-	0.279	0.585	0.764	0.378	0.717	0.017
BMI											
<i>r</i> 值	0.275	-0.510	0.313	-0.452	-0.109	-	0.025	0.245	0.311	0.466	0.495
<i>P</i> 值	0.006	<0.01	0.002	<0.01	0.279	-	0.806	0.014	0.002	<0.01	<0.01
心率											
<i>r</i> 值	-0.139	-0.069	0.232	0.054	0.055	0.025	-	0.038	0.043	0.072	-0.037
<i>P</i> 值	0.166	0.498	0.020	0.592	0.585	0.806	-	0.710	0.668	0.477	0.718
收缩压											
<i>r</i> 值	0.294	-0.346	0.222	-0.279	0.030	0.245	0.038	-	0.646	0.545	0.454
<i>P</i> 值	0.003	<0.01	0.027	0.005	0.764	0.014	0.710	-	<0.01	<0.01	<0.01
舒张压											
<i>r</i> 值	0.204	-0.297	0.174	-0.297	-0.089	0.311	0.043	0.646	-	0.370	0.452
<i>P</i> 值	0.042	0.003	0.083	0.003	0.378	0.002	0.668	<0.01	-	<0.01	<0.01
脉搏波传导速度											
<i>r</i> 值	0.690	-0.432	0.169	-0.442	-0.037	0.466	0.072	0.545	0.370	-	0.557
<i>P</i> 值	<0.01	<0.01	0.092	<0.01	0.717	<0.01	0.477	<0.01	<0.01	-	<0.01
脑血管阻力											
<i>r</i> 值	0.424	-0.751	0.158	-0.903	-0.238	0.495	-0.037	0.454	0.452	0.557	-
<i>P</i> 值	<0.01	<0.01	0.117	<0.01	0.017	<0.01	0.718	<0.01	<0.01	<0.01	-

BMI:体质量指数。

16.6%±6.4%,与之前研究结果一致。心脑血管系统在结构和功能上均有显著的年龄变化,随着老龄化的进展而不断衰退。在该背景下,脑供血比能否维持不变,即机体对大脑的能量分配是否固定这一基本生理问题尚未明确。此外,有文献^[2]对脑供血比的报道样本量较小,且多针对中青年男性进行研究,故脑供血比是否存在性别差异也有待进一步研究。

本研究发现,随着年龄的增加,正常成人脑供血比不断递减,这一现象与脑代谢率和认知功能随年龄降低相符^[10],可能与衰老相关的脑血管阻力和血管僵硬增加有关^[5],其形态学基础可能是脑内微血管管壁进行性形变,以及微血管密度的不断减低^[11]。该发现表明,衰老过程中大脑在能量供给中的优先地位有所改变,机体发生了血流重新分配,具体血流分配到了哪些器官及其相应的机制今后有待进一步研究。

本研究发现除年龄外,脑供血比的主要影响因素为性别和 BMI。女性由于心输出量较小,脑血流量较高,其脑供血比持续高于男性,差异有统计学意义($P<0.01$),这与女性大脑静息代谢率高于男性的研究^[12]结果一致。BMI 与脑供血比呈独立负相关,BMI 增加主要是大脑以外的组织器官质量,这就分占了机体更多的能量,必然造成脑供血比的减少。根据本研究及其他学者的研究^[13],BMI 增加既增加了心输出量,又减少了脑供血量,从而引起脑供血比的降低。有文献^[14]表明,超重和肥胖是认知功能障碍和痴呆的重要风险因子,印证了本研究的发现。

本研究中受检样本心脏功能正常,且无明显的动脉粥样硬化(颈动脉正常或狭窄率 $<25\%$),这可能是本研究结果显示心脏功能(射血分数)和血管弹性(脉搏波传导速度)对脑供血比的年龄变化无显著影响的原因。然而,在患病情况下,如心力衰竭导致心脏泵血功能减低,以及较严重的动脉粥样硬化引起脑供血动脉(颈内动脉和椎动脉)狭窄甚至是闭塞,很有可能会对脑供血比造成严重影响,不同年龄的脑供血比变化也可能与本研究的观察结果不一致,今后有待进一步研究。

综上所述,健康成人脑供血比随年龄增长而减低,且女性脑供血比高于男性;BMI 与脑供血比呈独立负相关,这为今后研究衰老及体型相关的脑功能变化提供了重要依据。

参考文献

- [1] Ajmani RS, Metter EJ, Jaykumar R, et al. Hemodynamic changes during aging associated with cerebral blood flow and impaired cognitive function[J]. *Neurobiol Aging*, 2000, 21(2): 257-269.
- [2] Williams LR, Leggett RW. Reference values for resting blood flow to organs of man[J]. *Clin Phys Physiol Meas*, 1989, 10(3): 187-217.
- [3] Jefferson AL, Himali JJ, Au R, et al. Relation of left ventricular ejection fraction to cognitive aging (from the Framingham Heart Study)[J]. *Am J Cardiol*, 2011, 108(9): 1346-1351.
- [4] Yew B, Nation DA. Alzheimer's disease neuroimaging initiative. cerebrovascular resistance: effects on cognitive decline, cortical atrophy, and progression to dementia[J]. *Brain*, 2017, 140(7): 1987-2001.
- [5] Cooper LL, Woodard T, Sigurdsson S, et al. Cerebrovascular damage mediates relations between aortic stiffness and memory[J]. *Hypertension*, 2016, 67(1): 176-182.
- [6] Vernooij MW, van der Lugt A, Ikram MA, et al. Total cerebral blood flow and total brain perfusion in the general population: the Rotterdam scan study[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2008, 28(2): 412-419.
- [7] Wolf PA, Beiser A, Elias MF, et al. Relation of obesity to cognitive function: importance of central obesity and synergistic influence of concomitant hypertension. The Framingham heart study[J]. *Curr Alzheimer Res*, 2007, 4(2): 111-116.
- [8] Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging[J]. *J Am Soc Echocardiogr*, 2015, 28(1): 1-39.
- [9] Kety SS, Schmidt CF. The effects of active and passive hyperventilation on cerebral blood flow, cerebral oxygen consumption, cardiac output, and blood pressure of normal young men[J]. *J Clin Invest*, 1946, 25(1): 107-119.
- [10] Aanerud J, Borghammer P, Chakravarty MM, et al. Brain energy metabolism and blood flow differences in healthy aging[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2012, 32(7): 1177-1187.
- [11] Abernethy WB, Bell MA, Morris M, et al. Microvascular density of the human paraventricular nucleus decreases with aging but not hypertension[J]. *Exp Neurol*, 1993, 121(2): 270-274.
- [12] Hazlett EA, Byne W, Brickman AM, et al. Effects of sex and normal aging on regional brain activation during verbal memory performance[J]. *Neurobiol Aging*, 2010, 31(5): 826-838.
- [13] Toda N, Ayajiki K, Okamura T. Obesity-induced cerebral hypoperfusion derived from endothelial dysfunction: one of the risk factors for Alzheimer's disease[J]. *Curr Alzheimer Res*, 2014, 11(8): 733-744.
- [14] Gunstad J, Paul RH, Cohen RA, et al. Elevated body mass index is associated with executive dysfunction in otherwise healthy adults[J]. *Compr Psychiatry*, 2007, 48(1): 57-61.

(收稿日期:2017-07-18)