



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.020  
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.020  
Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(12):1633-1636.

· 简要论著 ·

## 国人青年主动脉血流分配比例正常值的超声测定

董会武<sup>1</sup>, 陈端端<sup>2</sup>, 熊江<sup>3</sup>

(解放军总医院 1. 超声诊断科 3. 血管外科, 北京 100853; 2. 北京理工大学 生命学院, 北京 100081)

### 摘要

**目的:** 通过彩色多普勒超声无创探测主动脉及其各主要出入口的血流动力学参数, 计算出国人青年的主动脉血流量分配比例的正常值。

**方法:** 使用彩色多普勒超声探测 153 名健康青年的升主动脉、无名动脉、左侧颈总动脉、左侧锁骨下动脉及腹主动脉近心端的相关参数, 包括管径、时间平均峰值流速、心率, 通过面积公式和体积公式计算出各主动脉出口的血流量分配比例, 比较男女不同性别间的差异, 按照正态分布原理推断其正常值范围。

**结果:** 全部测量点的血流量分配比例在不同性别之间无统计学差异 ( $P>0.05$ )。左侧颈总动脉远、近侧测量点测得的血流量分配比例无统计学差异 ( $P>0.05$ )；左侧锁骨下动脉远、近侧测量点测得的血流量分配比例无统计学差异 ( $P>0.05$ )。无名动脉血流量分配比例均值为 12.29%，正常值为 8.35%~16.23%；左侧颈总动脉血流量分配比例均值为 5.88%，正常值为 4.80%~6.96%；左侧锁骨下动脉血流量分配比例为 4.40%，正常值为 3.52%~5.28%；腹主动脉近心端血流量分配比例为 36.92%，正常值为 22.34%~51.50%。

**结论:** 主动脉各分支的血流量分配比例正常值范围测定有助于主动脉血流动力学模型的建造, 对主动脉的血流动力学研究有重要意义。

### 关键词

主动脉；血流动力学；超声检查

中图分类号：R654.3

伴随社会人口老龄化的进展, 主动脉疾病的患病率逐年上升<sup>[1]</sup>。主动脉夹层是极其危险的急性主动脉疾病之一, 其合并症和病死率较高、预后差<sup>[2-5]</sup>。在绝大多数血管领域, 数字减影血管造影 (DSA) 仍然是金标准<sup>[6-7]</sup>。但是, DSA 的有创性、电离辐射和碘对比剂的使用是无法避免的。这促进了无创、易重复的血管检查技术发展<sup>[8-9]</sup>。彩色多普勒超声检查是一种无创、便捷、易重复的检查方式; 它可提供血管管径、面积、假腔/

真腔面积比、血流速度、方向、血流量等血流动力学参数。而上述参数变化最终会造成各主动脉血流量分配比例 (各主动脉主要出口之间流出的血流量与升主动脉流入血流量之间的比值) 的改变。因此, 主动脉血流量分配比例的改变可以反映外周血管的形态学和血流动力学状态的变化。

目前, 只有少数国外学者提出理想化的主动脉血流量分配比例。国人主动脉血流量分配比例罕有文献表述。本研究旨在通过彩色多普勒超声无创探测主动脉及其各主要出入口的血流动力学参数, 计算出国人主动脉血流量分配比例的正常值范围。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本研究的研究对象为身体健康的青年, 即标准体质量指数 ( $18.5\sim 24.99\text{ kg/m}^2$ ) 的青

**基金项目:** 国家自然科学基金资助项目 (81770465); 国家重点研发计划资助项目 (2017YFC0107905); 解放军总医院临床科研扶持基金资助项目 (2016FC-ZHCG-2003)。

**收稿日期:** 2017-08-30; **修订日期:** 2017-11-15。

**作者简介:** 董会武, 解放军总医院主治医师, 主要从事超声诊断方面的研究。

**通信作者:** 熊江, Email: xiongjiangdoc@126.com

年（中共中央、国务院印发的《中长期青年发展规划（2016—2025年）》指出，青年年龄范围是14~35周岁）。健康青年志愿者（在校大学生）153名，男81名，女72名；平均年龄（ $25.0 \pm 4.5$ ）（20~33）岁，体质量指数（BMI）（ $21.1 \pm 2.6$ ） $\text{kg}/\text{m}^2$ 。所有受测者均排除大动脉炎等风湿免疫系统疾病、动脉粥样硬化、高血压、内分泌疾病及主动脉发育异常等疾病。所有志愿者参数测量均在餐前30 min内、静息状态下（检测前2 h内无剧烈运动）完成。

## 1.2 研究方法

**1.2.1 仪器** 检测仪器使用中国飞依诺科技有限公司的VINNO 70型数字化彩色超声诊断仪，探头选用高频线阵探头L4-12、扇扫探头G1-6p、变频凸阵探头C1-8。

### 1.2.2 方法

**1.2.2.1 原理** 利用圆面积公式和体积公式计算出单位时间内各主动脉主要出口的血流量与升主动脉流入血流量之间的比值，以此来表示升主动脉流入的血流量在各主动脉出口测量点的分配情况。并探讨国人青年主动脉血流量分配比例的正常范围。

**1.2.2.2 数据的测量及精度控制** (1) 利用多普勒超声显示升主动脉（ascending aorta, AA）、无名动脉（brachiocephalic trunk, BT）、左侧颈总动脉（left common carotid artery, LCCA）、左

侧锁骨下动脉（left subclavian artery, LSA）及腹主动脉近心端（Abdominal aorta, AbA）各测量点的血流频谱，通过VINNO 70型数字化彩色超声诊断仪（飞依诺科技有限公司，中国苏州）分析频谱得出时间平均峰值流速[TAMAX（V）]和心率（HR）；保证选取相对固定的解剖位置，控制血流方向与声束夹角小于 $60^\circ$ 并使取样容积大小适应血管管径（表1）。测量LCCA、LSA特定位置的近心侧和远心侧速度，同一血管的近心侧和远心侧两个结果相比。为了保证测量速度的准确性，如果差异超过5%，应重复测量。同一测速点的血流方向与声束的夹角通过检查手法和调整仪器，尽量与表一中夹角保持一致，如果夹角相差大于 $10^\circ$ ，应剔除该组数据。(2) 管腔截面积计算：本次研究观测均为正常动脉血管，默认管腔截面为圆形，于测速点水平旋转探头 $90^\circ$ ，测量该处管腔直径，为减小误差，取3次测量的平均值（D），并由圆面积公式计算出管腔横截面积。(3) 血流量计算公式： $0.5(D/2)^2 \pi v (HR/60) = V_{\text{抛物面}}$ 。把以上测得数值代入公式，得出各测量点单位时间内的血流量（ $V_{\text{抛物面}}$ ），升主动脉（AA）为输入端，其余各动脉为输出端。因此， $\text{BTV}_{\text{抛物面}}$ 与 $\text{AAV}_{\text{抛物面}}$ 比值为BT的血流量分配比例；其余各动脉的血流量分配比例计算与此相同。

表1 多普勒超声测速参数

位置	测速点	超声切面	夹角
AA	—	主动脉瓣上方2.5 cm	心尖五腔心切面
BT	—	主动脉弓上方0.9 cm	BT长轴切面
LCCA	远心侧	分叉处下方3.0 cm	LCCA长轴切面
	近心侧	主动脉弓上方1.1 cm	
LSA	远心侧	主动脉弓上方3.0 cm	LSA长轴切面
	近心侧	主动脉弓上方1.0 cm	
AbA (PI only)	近心侧	腹腔干上方7 cm	AbA长轴切面

## 1.3 统计学处理

使用SPSS 19.0进行数据处理；数据采用均数 $\pm$ 标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示；主动脉血流分配比例正常值参考范围的确定方法：按照正态分布的原理，采用均数加减1.96个标准差的（ $\bar{x} \pm 1.96s$ ）方法计算正常值范围，并以此确定本实验正常值范围。数据的比较采用双尾t检验。

## 2 结果

### 2.1 不同性别青年志愿者各测量点血流量分配比例的差异

各测量点的血流量分配比例在不同性别之间无统计学差异（ $P > 0.05$ ）（表2）。

### 2.2 LCCA及LSA远、近侧测量点血流量分配比例的差异

左侧颈总动脉远、近侧测量点测得的血流

量分配比例无论是否区别性别均无统计学差异 ( $P>0.05$ ); 左侧锁骨下动脉远、近侧测量点测

得的血流量分配比例无论是否区别性别均无统计学差异 ( $P>0.05$ ) (表3)。

表2 不同性别青年志愿者各测量点血流量分配比例的差异 ( $\bar{x} \pm s$ )

测量点	男	女	t	P
无名动脉	0.1237 ± 0.0243	0.1223 ± 0.0268	0.042	>0.05
左颈总动脉远侧	0.0593 ± 0.0095	0.0579 ± 0.0085	0.747	>0.05
左颈总动脉近侧	0.0581 ± 0.0088	0.0574 ± 0.0091	0.768	>0.05
左锁骨下动脉远侧	0.0439 ± 0.0148	0.0436 ± 0.0138	0.899	>0.05
左锁骨下动脉近侧	0.0444 ± 0.0105	0.0438 ± 0.0107	0.086	>0.05
腹主动脉近侧	0.3729 ± 0.0787	0.3676 ± 0.0792	0.149	>0.05

表3 LCCA及LSA远、近侧测量点血流量分配比例的差异性检验

名称	男		女		全部	
	t	P	t	P	t	p
左颈总动脉	0.980	>0.05	0.056	>0.05	1.008	>0.05
左侧锁骨下动脉	0.993	>0.05	0.665	>0.05	1.015	>0.05

### 2.3 青年主动脉血流量分配比例正常范围

青年主动脉大分支的血流量分配比例算术平均值 ( $\bar{x}$ ) 与中位数 ( $P_{50}$ ) 较接近, 基本符合正态分布。因此, 本研究使用平均值作为代表值, 估计正常值范围, 无名动脉分配比例为8.35%~16.23%; 左侧颈总动脉分配比例为4.80%~6.96%; 左侧锁骨下动脉分配比例为3.52%~5.28%; 腹主动脉近心端分配比例为

22.34%~51.50% (表4)。

此次测定了153名青年心脏射血在无名动脉、左侧颈总动脉、左侧锁骨下动脉、腹主动脉近心端的分配比例, 上述动脉在性别组间没有差异。初步提出青年无名动脉血流量分配比例均值为12.29%, 正常值为8.35%~16.23%; 左侧颈总动脉血流量分配比例均值为5.88%, 正常值为4.80%~6.96%; 左侧锁骨下动脉血流量分配比例为4.40%, 正常值为3.52%~5.28%; 腹主动脉近心端血流量分配比例为36.92%, 正常值为22.34%~51.50%。本次观测的均为主动脉弓的大分支血管, 小的分支(肋间动脉, 肺动脉等)不在观测范围内, 因此会出现输出端血流量分配比例之和小于100%。

表4 青年主动脉血流量分配比例正常范围

名称	$\bar{x}$	s	N	95% CI	$P_{50}$	$\bar{x} \pm 1.96s$
无名动脉	0.1229	0.0201	153	0.1196~0.1261	0.1209	0.0835~0.1623
左颈总动脉	0.0588	0.0055	153	0.0551~0.0661	0.0568	0.0480~0.0696
左锁骨下动脉	0.0440	0.0045	153	0.0433~0.0447	0.0446	0.0352~0.0528
腹主动脉近侧	0.3692	0.0744	153	0.3622~0.3765	0.3669	0.2234~0.5150

注: 上述血流量分配比例为小数形式表示状态

## 3 讨论

主动脉的管径在不同年龄、性别、体型之间存在差异, 但正常主动脉内径是逐渐变细的。因此, 在一定的生理状态下, 正常人各器官的血流分配比例可能基本一致。从测量数据分析结果来看果然如此, 所测四处主动脉主要流出动脉的血流量分配比例在不同性别之间均无统计学差异 (表2)。因此, 青年主动脉血流量分配比例的正常值范围无需按性别划分, 可合并计算。左侧颈总动脉远、近侧测量点测得的血流量分配比例无统计学差异; 左侧锁骨下动脉远、近侧测量点测

得的血流量分配比例无论是否区别性别均无统计学差异 (表3)。测算得到的血流量分配比例在同一血管的远侧和近侧之间可以相互验证, 因此, 左侧颈总动脉和左侧锁骨下动脉的血流量分配比例在上述两者动脉产生主要分支前的测定结果 (严格按照设定方法测得) 均为可靠结果。

青年无名动脉、左侧颈总动脉、左侧锁骨下动脉、腹主动脉近心端的血流量分配比例与健康状况、体质量、作息状态、运动情况及就餐前后、测量方法等因素有关。因此, 测出的正常人血流量分配比例有一定的波动性, 但是由于所测得的算术均数 ( $\bar{x}$ ) 和中位数 ( $P_{50}$ ) 较接近 (表4), 受分布

和两端数值的影响不大,故本次测量以算术均数代表集中水平。

在上述主要各出口血流量分配比例的测定中,本次研究没有测定支气管支、气管支、12对肋间动脉和左、右冠状动脉的血流量分配比例,所以测定的正常值累加和不是100%。

主动脉血流量分配比例可以简单明了的表示主动脉各出口间的血流量分配状况,无论上述出口测量点远心侧还是近心侧的大动脉变化(形态学和血流流体力学改变)都会引起主动脉血流量分配比例的改变。主动脉血流量分配比例的正常值表示的是正常状态下各主要分支应有的血流量占心输出量的百分比例。因此,主动脉血流量分配比例的正常值的测定有助于对升主动脉、主动脉弓及胸主动脉的血流动力学的研究。相位对比磁共振血管成像能够定量测定大血管血流动力学指标,为主动脉夹层患者提供了一种无创的血流动力学监测手段<sup>[10]</sup>。但PC-MRA设备昂贵、普及率低的现状给主动脉夹层患者的无创血流动力学监测造成了巨大障碍。通过主动脉各分支的血流量分配比例、各出口的血流频谱信息及CT得到的主动脉形态信息可以推算出主动脉腔内的血流动力学状态。因此,主动脉各分支的血流量分配比例正常值范围测定对主动脉的血流动力学研究有重要意义。

本次研究初步提出青年无名动脉血流量分配比例均值为12.29%,正常值为8.35%~16.23%;左侧颈总动脉血流量分配比例均值为5.88%,正常值为4.80%~6.96%;左侧锁骨下动脉血流量分配比例为4.40%,正常值为3.52%~5.28%;腹主动脉近心端血流量分配比例为36.92%,正常值为22.34%~51.50%。可供临床参考,其准确性及适用性,尚需大宗样本研究进一步证实。

#### 参考文献

- [1] 华正兵,孙博,崔赛赛,等.某部队干部体检异常结果分析[J].解放军医院管理杂志,2017,24(7):608-612.  
Hua ZB, Sun B, Cui SS, et al. Analysis of Abnormal Results of Physical Examination of Military Cadres[J]. Hospital Administration Journal of Chinese People's Liberation Army, 2017, 24(7):608-612.
- [2] Khan IA, Nair CK. Clinical, diagnostic, and management perspectives of aortic dissection[J]. Chest, 2002, 122(1):321-328.
- [3] David TE, Maganti M, Armstrong S. Aortic root aneurysm:

principles of repair and long-term follow-up[J]. J Thorac Cardiovasc Surg, 2010, 140(6 Suppl):S14-19.

- [4] 林长波,符伟国.主动脉夹层的治疗进展[J].中国普通外科杂志,2016,25(6):790-794. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.06.002.  
Lin CP, Fu WG. Advances in treatment of aortic dissection[J]. Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(6):790-794. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.06.002.
- [5] 黎明,舒畅,阎方舟,等.胸主动脉腔内修复术后截瘫发生的危险因素及处理[J].中国普通外科杂志,2016,25(10):1488-1493. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.020.  
Li M, Shu C, Yan FZ, et al. Risk factors and management for paraplegia after thoracic endovascular aortic repair [J]. Chinese Journal of General Surgery, 2016, 25(10):1488-1493. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2016.10.020.
- [6] Remonda L, Senn P, Barth A, et al. Contrast-enhanced 3D MR angiography of the carotid artery: comparison with conventional digital subtraction angiography[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2002, 23(2):213-219.
- [7] Sundgren PC, Sundén P, Lindgren A, et al. Carotid artery stenosis: contrast-enhanced MR angiography with two different scan times compared with digital subtraction angiography[J]. Neuroradiology, 2002, 44(7):592-599.
- [8] Anzalone N, Scmazzone F, Castellano R, et al. Carotid artery stenosis: intraindividual correlations of 3D time-of-flight MR angiography, contrast-enhanced MR angiography, conventional DSA, and rotational angiography for detection and grading[J]. Radiology, 2005, 236(1):204-213.
- [9] Nael K, Ruehm SG, Michaely HJ, et al. High spatial-resolution CE-MRA of the carotid circulation with parallel imaging: comparison of image quality between 2 different acceleration factors at 3.0 Tesla[J]. Invest Radiol, 2006, 41(4):391-399.
- [10] 耿冀,范占明,李宇,等.PC-MRA对Stanford B型主动脉夹层血流动力学与顺应性的研究[J].首都医科大学学报,2013,34(3):333-338. doi:10.3969/j.issn.1006-7795.2013.03.002.  
Geng J, Fan ZM, Li Y, et al. Hemodynamics and compliance of Stanford type B aortic dissection: a phase-contrast MR angiography study[J]. Journal of Capital Medical University, 2013, 34(3):333-338. doi:10.3969/j.issn.1006-7795.2013.03.002.

(本文编辑 姜晖)

本文引用格式:董会武,陈端端,熊江.国人青年主动脉血流分配比例正常值的超声测定[J].中国普通外科杂志,2017,26(12):1633-1636. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.020

Cite this article as: Dong HW, Chen DD, Xiong J. Ultrasonic determination of normal value of proportional distribution of aortic blood flow in Chinese youths[J]. Chin J Gen Surg, 2017, 26(12):1633-1636. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.020