

# 1695名正常人群外周血管阻力异常及其相关因素分析

齐保申, 周晓梅, 韩少梅, 朱广瑾

**【摘要】** 目的 分析外周血管阻力异常者在正常人群中的分布及相关因素的影响。方法 采用 Bioz com数字化无创血液动力学监护仪, 检测 1 695名正常健康人外周血管阻力 (SVR) 及收缩压 (SBP)、舒张压 (DBP)、平均动脉压 (MAP)、心率 (HR)、心输出量 (CO)、心指数 (CI)、搏出量 (SV)、搏出指数 (SI)、左心做功量 (LCW) 等循环功能参数, 并进行了相关因素分析。结果 外周血管阻力异常发生率在 10~12岁最高, 16~18岁降至最低; 之后随年龄增长而增加; 男、女性之间差异无统计学意义。相关因素分析显示, SVR与年龄 (Age)、SBP、DBP、MAP呈正相关; 而与 HR、CO、CI、SV、SI、LCW呈负相关。其中 CO和 MAP具有独立显著性影响, SVR异常可导致 CO下降、血压升高。结论 外周血管阻力升高与年龄、CO及血压水平密切相关, 其可能是早期动脉血管结构和功能损害的结果和标志。

**【关键词】** 外周血管阻力; 心输出量; 平均动脉压

Factors Related with Systemic Vascular Resistance Disorders among 1695 Healthy Subjects in Zhejiang Province QI Bao-shen, ZHOU Xiao-mei, HAN Shao-mei, et al. Department of Physiology, Institute of Basic Medical Sciences, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Beijing 100005, China

**【Abstract】** Objective To analyze the related factors of systemic vascular resistance (SVR) disorder in healthy subjects in Zhejiang province. Methods SVR and systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), mean arterial pressure (MAP), heart rate (HR), cardiac output (CO), cardiac index (CI), stroke volume (SV), stroke index (SI) and left cardiac work (LCW) in 1 695 healthy subjects were determined with Bioz com Cardio Dynamics. Results The maximum of SVR disorder rate was at 10-12 age group, and the minimum was at 16-18 age group. After age 16-18 the SVR disorder rate was gradually increased with aging in healthy subjects. There wasn't significant difference between female and male. SVR was positively correlated with age, SBP, DBP, MAP, and was inversely associated with CO, CI, SV, SI, LCW, and the independent influencing factors were CO and MAP. Conclusion SVR disorder is associated with age, CO and blood pressure in populations in Zhejiang province and may be a result and marker of injuries of vascular structure and function.

**【Key words】** Systemic vascular resistance; Cardiac output; Mean arterial pressure

心室收缩时将血液输出到全身血管系统必须克服的阻力为后负荷, 其基本组成部分是血管收缩状态和血液黏稠度; 外周血管阻力 (systemic vascular resistance, SVR) 反映的是血管收缩状态, 是影响人体血压水平的重要因素之一。因此, 准确检测 SVR可能有助于早期发现血管功能异常, 有利于心脑血管疾病的预防。以往, 临床上可按血压、心输出量与血管阻力之间的关系计算出 SVR以间接评价后负荷。近年来, 美国 Bioz com数字化无创血液动力学监护仪采用无创胸电生物阻抗测量的原理, 直接测出 SVR。国内外学者均认为其简便准确、安全快捷<sup>[1-3]</sup>。本研究利用该仪器对浙江省 1 695名健康人群中 SVR异常者的分布特点和相关因素进行了检测和分析。

## 1 对象与方法

### 1.1 检测对象

采用分层不等二阶整群抽样原则, 以浙江省为主层, 以杭州、绍兴、舟山、诸暨为分层, 随机抽取体检人群 12 500人。体检者详细填写个人基本情况调查表, 准确测量身高、体重后, 进行内、外科检查, 有下列情形之一者, 不再继续进行之后的检测和调查: ①心、肺、肝、肾、脑等重要器官慢性疾病患者; ②身体发育异常及畸形者; ③感冒发烧等急性疾病患者; ④月经期女性。之后, 随机抽取 15% (体质指数 < 28 kg/m<sup>2</sup>; 收缩压 < 140 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 kPa), 舒张压 < 90 mm Hg) 的人群进行循环功能检测。共有 1 695人, 其中男性 737人, 女性 958人。年龄 10~80岁。为便于分析, 分为 8个年龄组: 10~12岁、13~15岁、16~18岁、19~29岁、30~39岁、40~49岁、50~59岁、60~80岁。

### 1.2 检测方法

受试者在安静状态下取平卧位, 用 Bioz com数字化无创血液动力学监护仪 (美国 Cardio Dynamics公司), 测试其循环功能参数。其步骤为:

基金项目: 国家科技部 2002年度社会公益研究专项重点项目 (2002DA10018)

作者单位: 中国医学科学院基础医学研究所 北京协和医学院基础学院, 北京 100005

通讯作者: 朱广瑾, E-mail: zhug@pumc.edu.cn

(1) 准确输入受试者 ID号、姓名、身高 (cm)、体重 (kg)、性别和年龄。

(2) 按先后顺序准确放置相应电极: 先在左、右两侧颈根部放置白色电极, 后在其上方相邻处放置黑色电极; 继而在胸部两侧沿腋中线平剑突处放置红色电极; 于其下方相邻处放置绿色电极。同侧两电极中心相距约 5 cm。

(3) 将电极导线及测血压袖带分别与主机相连。

(4) 开始检测并记录下列参数: 心率 (heart rate, HR)、收缩压 (systolic blood pressure, SBP)、舒张压 (diastolic blood pressure, DBP)、平均动脉压 (mean arterial pressure, MAP)、心输出量 (cardiac output, CO)、心指数 (cardiac index, CI)、搏出量 (stroke volume, SV)、搏出指数 (stroke index, SI)、左心做功 (left cardiac work, LCW) 和 SVR。SVR正常值范围: 742~1 378 dyn·s·cm<sup>-5</sup>。

1.3 数据处理

数据采用 SPSS10.0 软件进行统计分析: SVR异常对循环功能的影响; SVR异常的年龄和性别分布特点; 以 SVR为因变量, 以可能对其有影响的因素包括性别 (sex)、年龄 (age)、体质指数 (BMI)、HR (次/min)、SBP (mm Hg)、DBP (mm Hg)、MAP (mm Hg)、CO (L/min)、CI [L/(min·m<sup>2</sup>)]、SV (ml)、SI (ml/m<sup>2</sup>)、LCW (kg·m/m<sup>2</sup>) 等为自变量, 进行直线相关及多元逐步回归分析, 筛选出具有独立显著性影响的因素, 并分析其相关关系及影响程度。组间比较采用 t 检验, 数据以 (x±s) 表示, P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同性别外周血管阻力异常的年龄分布特点

男性和女性 SVR异常的发生率具有相似的变化趋势: 在 10~12岁 SVR年龄段异常发生率最高 (男性 47.83%, 女性 31.13%), 随年龄增长而降低, 至 16~18岁降至最低; 之后, 随年龄的增长而变大。在同年龄段, SVR异常的发生率除 10~12岁及 30~39岁男性高于女性外, 其他年龄段均为女性高于男性 (表 1)。经卡方检验, 男性和女性各年龄段之间, SVR异常发生率差异明显; 而在同年龄段男、女性之间 SVR异常发生率的差异无统计学意义。

表 1 男、女性外周血管阻力异常的年龄分布情况

年龄 (岁)	男性			女性		
	总例数	异常数	异常率 (%)	总例数	异常数	异常率 (%)
10~	92	44	47.83	106	33	31.13
13~	126	22	17.46	136	30	22.06
16~	110	5	4.54	137	9	6.57
19~	141	9	6.38	208	20	9.62
30~	69	7	10.14	126	11	8.73
40~	75	6	8.00	120	32	26.67
50~	83	19	22.89	67	34	50.75
60~80	41	17	41.46	58	29	50.00

注: 男性不同年龄之间比较,  $\chi^2 = 11.248$ ,  $P < 0.05$ ; 女性不同年龄之间比较,  $\chi^2 = 71.239$ ,  $P < 0.001$ 。

2.2 外周血管阻力的相关影响因素分析

直线相关分析显示: SVR与年龄、SBP、DBP、MAP呈正相关; 而与 HR、CO、CI、SV、SI、LCW呈负相关。经多元回归分析后, 对 SVR具有独立显著性影响因素 ( $P < 0.001$ ) 为 CO和 MAP (表 2)。

表 2 外周血管阻力与相关变量的直线回归分析结果

变量	$\alpha$ 值	$\beta$ 值	t 值	P 值
Age	1 093.388	3.328	0.161	<0.001
SBP	961.200	2.036	0.076	<0.001
DBP	844.709	4.889	0.129	<0.001
MAP	835.824	4.206	0.117	<0.001
AC	1 687.568	-274.482	-0.020	<0.001
CO	2 330.106	-215.157	-0.765	<0.001
CI	2 497.022	-379.638	-0.743	<0.001
SV	2 024.373	-11.884	-0.633	<0.001
SI	2 355.286	-25.634	-0.676	<0.001
LCW	1 775.055	-106.998	-0.479	<0.001

2.3 SVR异常人群的心功能和血压水平

校正性别的影响因素后, 同年龄段 SVR异常人群与 SVR正常者相比: 其 CO和 CI显著降低 ( $P < 0.001$ ); DBP分别在 30~39岁和 60~80岁年龄段显著升高 ( $P < 0.01$ ); MAP在 30~59岁年龄段显著升高 ( $P < 0.01$ ); 而在其他年龄段则稍有升高, 但差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 3。

3 讨论

人体循环功能水平评价有赖于其血液动力学参数的高低, 血液动力学参数在疾病防治、医学教育及理论研究方面的重要性毋庸置疑。以往, 临床上多以有创的方法 (如热稀释法) 获得诸如 CO、SV等参数, 再间接计算出 SVR以评估后负荷; 即便如此, 由于其有创性和对设备、技术的要求, 也限制了这些方法的应用。因此, 寻找一种安全无创、方便快捷、准确价廉的检测方法一直是相关专家和学者努力的方向。近年来, 美国 Bioz 数字化无创血液动力学监护仪采用无创胸电生物阻抗测量的原理, 借助生物仿真技术, 采用专利的 DISQ技术及 ZMARC算法, 极大地提高了该系统测试的准确性, 使 CO、SVR等参数的测定更加准确可靠、安全快捷。得到了国内外学者的认可<sup>[1-3]</sup>。

SVR反映的是血管的收缩状态, 其数值的大小既受血管本身结构和功能的影响, 也与年龄和心脏功能的状况有关。本研究结果显示: 男性和女性 SVR异常发生率随年龄的增长均出现了明显的变化: 在 10~12岁最高, 16~18岁降至最低, 之后随年龄增长而变大; 而在性别之间并未有明显的差别。直线回归分析显示, 年龄与 SVR呈显著正相关关系; 在低年龄段高 SVR异常发生率可能与其交感兴奋性较高及血管发育状况 (外周血管较细小) 等因素有关<sup>[4,5]</sup>; 而在高年龄段 (40岁后) 高 SVR异常发生率则可能与血管老化和血管结构与功能损害有关<sup>[6-8]</sup>。SVR异常发生率在不同的年龄段有不同的变化, 其形成机制也不尽相同。我们已往的工作也与此

表 3 SVR正常与异常组间心功能和血压的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

年龄 (岁)	正常组				
	例数	CO (L/min)	C [L / (min <sup>2.7</sup> · m <sup>2</sup> )]	DBP (mm Hg)	MAP (mm Hg)
10~	121	4.83 ± 0.76	3.64 ± 0.41	63.32 ± 7.54	74.96 ± 7.91
13~	210	5.64 ± 0.92	3.78 ± 0.49	68.29 ± 7.28	81.30 ± 7.50
16~	233	5.94 ± 0.94	3.75 ± 0.64	68.37 ± 7.25	82.06 ± 7.59
19~	320	5.76 ± 0.93	3.64 ± 0.53	69.33 ± 7.96	82.59 ± 7.95
30~	177	5.62 ± 1.05	3.46 ± 0.55	70.82 ± 8.05	83.51 ± 8.20
40~	157	5.71 ± 1.08	3.44 ± 0.56	74.43 ± 7.50	87.37 ± 8.02
50~	97	5.57 ± 0.85	3.34 ± 0.42	77.07 ± 6.49	90.92 ± 6.61
60~80	53	5.22 ± 1.23	3.22 ± 0.60	73.57 ± 7.29	88.58 ± 8.76
年龄 (岁)	异常组				
	例数	CO (L/min)	C [L / (min <sup>2.7</sup> · m <sup>2</sup> )]	DBP (mm Hg)	MAP (mm Hg)
10~	77	3.60 ± 0.61* (12.628)	2.98 ± 0.54* (9.025)	62.58 ± 7.73 (0.661)	74.03 ± 7.64 (0.816)
13~	52	3.41 ± 0.81* (17.362)	2.40 ± 0.71* (13.157)	69.63 ± 7.82 (1.125)	82.24 ± 7.90 (0.771)
16~	14	4.06 ± 0.85* (7.936)	2.78 ± 0.63* (5.582)	68.93 ± 9.17 (0.224)	84.24 ± 10.09 (0.793)
19~	29	4.48 ± 1.07* (6.233)	2.89 ± 0.47* (8.160)	69.90 ± 6.39 (0.446)	82.48 ± 7.48 (0.074)
30~	18	4.17 ± 0.94* (6.427)	2.67 ± 0.58* (5.659)	77.44 ± 7.16* (3.690)	93.20 ± 7.66* (3.512)
40~	38	4.28 ± 0.77* (9.438)	2.70 ± 0.48* (8.272)	76.11 ± 8.00 (1.174)	90.68 ± 8.54* (2.165)
50~	53	4.23 ± 0.69* (10.371)	2.72 ± 0.40* (9.072)	78.25 ± 5.63 (1.155)	93.14 ± 6.38* (2.008)
60~80	46	4.13 ± 0.74* (5.398)	2.73 ± 0.41* (4.800)	76.65 ± 7.33* (2.094)	91.59 ± 7.20 (1.875)

注: 在同一年龄段与正常组比, \*  $P < 0.001$ , #  $P < 0.01$ , ( ) 内为  $t$  值。

结果相一致<sup>[9]</sup>。本研究的对象均为正常健康人群 ( $BMI < 28$   $kg/m^2$ ,  $SBR < 140$   $mmHg$ ,  $DBP < 90$   $mmHg$ ), 因此, 高年龄段的外周血管阻力增大是否为早期血管损伤的标示值得关注。

外周血管阻力水平受多种因素的影响, 其中 CO 与 MAP 为具有独立显著性影响因素。根据  $BP = CO \times SVR$  可知, 在 BP 相对稳定的情况下, SVR 越大, 则 CO 越小; CO 的大小则取决于 SV 与 HR, 直线回归分析显示 SVR 与 CO 和 SV 均呈显著负相关 ( $P < 0.001$ , 表 2)。在本研究中, SVR 异常组与正常组对比, 其 CO 和 C 在各个年龄段均显著降低 ( $P < 0.001$ , 表 3); 而 DBP 的升高只在 30~39 岁和 60~80 岁有统计学意义 ( $P < 0.01$ , 表 3); MAP 的升高在 30~59 岁有统计学意义 ( $P < 0.01$ , 表 3); 直线相关分析 SVR 与 DBP 和 MAP 呈显著正相关 ( $P < 0.001$ , 表 2), 高年龄段 (30 岁以上) SVR 异常组不同程度的存在血压显著升高的现象, 可能与血管结构和功能的改变有关。随年龄的增长, 动脉血管内膜增厚, 弹力纤维断裂, 胶原沉积, 致使动脉血管的壁腔比例增加, 而导

致动脉血管弹性功能下降, 血管舒张能力降低<sup>[10]</sup>, 引起 SVR 增大, DBP 和 MAP 升高。提示, 在正常健康人群中, 部分 SVR 异常者, 尽管其血压水平在正常范围内, 但其血管结构和功能可能已发生了变化。这与国外的相关报道相一致<sup>[11-13]</sup>。

本研究的调查对象为正常健康人群, 尽管其无任何临床症状, 但仍有部分人群 SVR 异常, 并相应出现了 CO 下降和血压增高。我们在河北省和广西壮族自治区的相关调查, 也发现了类似的现象和趋势<sup>[14]</sup>。已知, SVR 增大与多种心、脑血管疾病的高危因素密切相关。因此, SVR 增大的深层机制及其变化规律值得关注, 在心、脑血管疾病的防治工作中可否将其作为一种前瞻性的预警指标值得进一步研究。

#### 参 考 文 献

- [1] Sandra JT, Stephen CT, JE A. Resistant hypertension: comparing hemodynamic management to specialist care. Hypertension. 2002; 39 (5): 982-988.

- [2] 方浩. 无创胸电生物阻抗法连续血液动力学检测系统在非体外循环下冠状动脉搭桥手术中的应用. 中华麻醉学杂志, 2003, 23 (11): 854-855.
- [3] Joseph MV, Timothy WM, Robert LV, et al. Clinical investigations in critical care Chest. 2003, 123 (6): 2028-2033.
- [4] 常洪霞. 221名正常学龄儿童血流动力学参数检测. 济宁医学院学报. 2003, 26 (6): 48.
- [5] Shawn E. Effect of aging on the structure and function of skeletal muscle microvascular networks. Microcirculation. 2006, 13 (4): 279-288.
- [6] Lauer MS, Anderson KM, Lew D. Separate and joint influences of obesity and hypertension on left ventricular mass and geometry: the Framingham heart study. Am Coll Cardiol. 1992, 19 (1): 130-134.
- [7] 刘春萍. 动脉顺应性及其影响因素. 中国动脉硬化杂志, 2001, 9 (3): 275-276.
- [8] Ferrari AU, Radaelli H, Centola M. Invite review: aging and the cardiovascular system. J Appl Physiol. 2003, 95: 2591-2597.
- [9] 周晓梅, 齐保申, 徐成丽, 等. 河北省体循环阻力异常的人群分布及相关因素. 中国医学科学院学报, 2006, 28 (2): 249-252.
- [10] 张维忠. 老年单纯收缩期高血压的动脉弹性功能变化. 高血压杂志, 2002, 10 (6): 231-235.
- [11] Lauer MS, Anderson KM, Kannel WB, et al. The impact of obesity on left ventricular mass and geometry: The Framingham Heart Study. JAMA. 1991, 266 (2): 231-235.
- [12] Hudlicka Q, Brown MD. Postnatal growth of the heart and its blood vessels. J Vasc Res. 1996, 33 (4): 266-287.
- [13] Jones PP, Linda F, Gretchen A, et al. Altered autonomic support of arterial blood pressure with age in healthy men. Circulation. 2001, 104 (20): 2424-2429.
- [14] 朱广瑾, 主编. 中国人群生理常数与心理状况. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2006. 28-45.

(收稿日期: 2008-12-11)

(刘磊 编辑)

## 雨雪冰冻灾害对居民生活和健康的影响研究

应焱燕<sup>1</sup>, 朱银潮<sup>1</sup>, 徐荣<sup>1</sup>, 董红军<sup>1</sup>, 施南峰<sup>2</sup>, 徐来荣<sup>3</sup>, 蔡一飙<sup>4</sup>, 马旭<sup>2</sup>, 平建明<sup>3</sup>, 许国章<sup>1</sup>

**【摘要】** 目的 了解冰雪灾害对居民生活和健康的影响, 为公共卫生应急对策提供依据。方法 采用分层整群抽样方法, 对 1 416 户居民进行入户问卷调查, 进行描述流行病学分析。结果 雪灾期间 (22 d) 有 8.52% 的家庭房屋倒塌或破损, 出行的首选交通方式以步行为多 (占 60.93%)。伤害发生率为 19.00%, 居前 3 位的是冻伤 (冻疮)、跌伤和交通事故。雪灾期间患病率为 34.05%, 居前 3 位的是高血压、感冒和慢性胃炎。结论 冰雪灾害对居民的生活和健康造成了危害, 在灾害之前应采取有针对性的公共卫生应急对策, 减少危害的发生。

**【关键词】** 自然灾害; 伤害; 患病率

Study on Influence of Freezing Rain and Snow Disaster on Residents' Life and Health YING Yan-Yan\*, ZHU Yin-chao, XU Rong, et al. \* Ningbo Municipal Center for Disease Prevention and Control, Ningbo, Zhejiang 315010, China

**【Abstract】** Objective To investigate the influence of freezing rain and snow disaster on residents' life and health and to provide the reference for formulating public health emergency countermeasures. Methods Stratified cluster sampling was used to select 1 416 families. Epidemiological characteristics were analyzed by descriptive epidemiological methods. Results About 8.52 percent of the families' houses were damaged during the freezing rain and snow disaster. Walking was the most popular traffic mode in this period (60.93%). The injury prevalence was 19.00 percent and the top three injury types were frostbite, falling and traffic accidents. The disease prevalence was 34.05 percent and the top three types were hypertension, common cold and chronic gastritis. Conclusion The freezing rain and snow disaster had damage to life and health and targeted public health countermeasures should be made.

**【Key words】** Natural disaster; Injury; Prevalence rate

宁波位于东海之滨、长江三角洲的东南隅, 地处宁绍平原, 纬度适中, 属北亚热带季风气候区。宁波四季分明, 冬季长达 4 个月, 11 月入冬。宁波全市的多年平均气温 16.4℃,

最冷的月 4.7℃。而 2008 年初, 国内南方地区遭受了一场前所未有的突发罕见冰雪灾害, 宁波市也未能幸免。

从 2008 年 1 月中旬以来宁波市进入连续的大风、降温、雨夹雪的天气, 至 1 月 21 日浙江省北部地区 (包括宁波) 1 月累计降水 45~75 mm, 1 月 28 日宁波市气象台发布大雪黄色预警信号, 当日夜里起, 各地普降大雪, 12 h 内降雪量达 6 mm 以上, 山区伴有冻雨及道路结冰; 2 月 1 日发布大雪橙色预警信号, 当日晚将预警信号升级为暴雪红色和道路结冰

作者单位: 1. 宁波市疾病预防控制中心, 浙江 315010; 2. 慈溪市疾病预防控制中心; 3. 宁波市鄞州区疾病预防控制中心; 4. 宁波市江北区疾病预防控制中心

通讯作者: 许国章, E-mail: Xugz@nbcdc.org.cn