

## 性别对人群肱-踝脉搏波传导速度的影响

王希柱<sup>1</sup>, 张彩凤<sup>2</sup>, 陈朔华<sup>3</sup>, 邢爱君<sup>3</sup>, 魏晓明<sup>3</sup>, 刘妍<sup>2</sup>, 孟令民<sup>3</sup>, 吴寿岭<sup>3</sup>

(1. 唐山市人民医院心内科, 2. 河北联合大学附属医院神经内科, 3. 河北联合大学附属开滦总医院, 河北省唐山市 063001)

[关键词] 性别; 年龄; 肱-踝脉搏波传导速度; 动脉硬化

[摘要] **目的** 探讨性别对人群肱-踝脉搏波传导速度(baPWV)的影响。**方法** 本研究采用横断面研究方法。在2006~2007年参加健康体检的101510名开滦集团职工中随机分层抽取5852人作为研究对象,符合入选标准的5440例纳入研究队列,每两年进行一次随访,参加2010~2011年体检且脉搏波资料完整的5222例最终纳入统计分析。比较不同性别、不同年龄段baPWV分布情况,采用多元线性回归和多因素Logistic回归分析性别对baPWV的影响。**结果** 总体人群平均baPWV为1545.85±373.02 cm/s,其中男性为1570.19±300.53 cm/s,女性为1507.93±301.27 cm/s;多元线性回归分析显示<60岁人群,baPWV<sub>男性</sub>>baPWV<sub>女性</sub>( $P<0.05$ );60~80岁人群,baPWV<sub>女性</sub>>baPWV<sub>男性</sub>( $P<0.05$ );≥80岁人群中不同性别人群baPWV差异无统计学意义。多因素Logistic回归分析显示校正年龄、收缩压、空腹血糖、体质指数、低密度脂蛋白胆固醇、尿酸,以及吸烟、饮酒、高血压、糖尿病病史等混杂因素后,在<60岁人群中,女性为动脉硬化的保护因素,OR值为0.74,95%CI(0.59~0.93);在60岁以上人群中男、女患病危险并无统计学差异。**结论** 无论男性还是女性,baPWV均随年龄增长而增快,女性baPWV随年龄增长速度大于男性。60岁之前女性的baPWV慢于男性,60岁以后两性差别不明显。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

### The Effect of Gender on Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity

WANG Xi-Zhu<sup>1</sup>, ZHANG Cai-Feng<sup>2</sup>, CHEN Shuo-Hua<sup>3</sup>, XING Ai-Jun<sup>3</sup>, WEI Xiao-Ming<sup>3</sup>, LIU Yan<sup>2</sup>, MENG Ling-Min<sup>3</sup>, and WU Shou-Ling<sup>3</sup>

(1. Tangshan People's Hospital, 2. Department of Neurology, Hebei Union University, 3. Kailuan General Hospital Affiliated to Hebei Union University, Tangshan, Hebei 063000, China)

[KEY WORDS] Gender; Age; Brachial-ankle Pulse Wave Velocity; Atherosclerosis

[ABSTRACT] **Aim** To explore the effect of gender on (brachial-ankle pulse wave velocity baPWV). **Methods** Cross-sectional study was used in our study. We studied the baPWV of 5440 workers in the Kailuan study cohort from 2006 to 2007, and 5222 cases who took part in the third examination in 2010 to 2011 with complete data included in the final statistical analysis. Multiple linear regression and multiple logistic regression analysis were used to test the impact of gender on baPWV. **Results** The age adjusted mean value of baPWV was significantly higher in males than that in females (1570.19±300.53 cm/s vs 1507.93±301.27 cm/s,  $P<0.05$ ). After adjusting for age, systolic blood pressure, fasting blood glucose, smoking, alcohol consumption and hypertension, diabetes mellitus, and other confounding factors, in the <60 age group baPWV was significantly higher in males than in females, and showed no difference between different genders in >60 year old group. In the <60 age group, after adjusted for age, low density lipoprotein cholesterol, fasting blood glucose, smoking, alcohol consumption and hypertension, female was an independent safety factor for baPWV accelerated [OR(95%) = 0.74(0.59~0.93)], compared with male. **Conclusion** The effect of age on baPWV are larger in females than in males. baPWV was lower in females than in males until age 60, and became similar in both genders over age 60.

脉搏波传导速度(pulse wave velocity, PWV)预测动脉硬化的准确性、可重复性以及其在人群中的

[收稿日期] 2014-01-10

[基金项目] 国家科技支撑计划项目(200813A152B03)

[作者简介] 王希柱, 硕士, 主任医师, 教授, 硕士研究生导师, 研究方向为心血管内科, E-mail 为 tsmmy\_wxz@126.com。张彩凤, 医学硕士, 医师, 研究方向为高血压及神经病学, E-mail 为 zhangcaifeng36@163.com。通讯作者吴寿岭, 博士, 主任医师, 教授, 硕士研究生导师, 研究方向为心脑血管疾病防治, E-mail 为 drwusl@163.com。

筛查的价值已得到认可<sup>[1]</sup>。继 2007 年后,2013 年欧洲高血压指南仍将 PWV 作为评估高血压患者预后的指标<sup>[2,3]</sup>。PWV 不仅可以预测动脉硬化,并且可独立预测心血管事件<sup>[4,5]</sup>。然而,国内、外的研究对 PWV 与性别关系存在很多争议,有研究认为在特定年龄段、不同性别人群的 PWV 不存在差异;有些研究则认为相同年龄阶段,不同性别间 PWV 不同,比如:有研究认为在女性绝经期之前 PWV 慢于男性,此后不同性别间 PWV 无差异<sup>[6-8]</sup>。为此我们依据开滦研究<sup>[9]</sup>和缺血性卒中发病分层预警指标体系建立与预警模型开发研究(2008BAI152B03)资料,对开滦研究人群不同性别肱-踝脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)的分布情况及其影响因素进行分析。

## 1 研究对象和方法

### 1.1 研究对象来源

2006 年 6 月~2007 年 10 月和 2008 年 6 月~2009 年 10 月由开滦总医院、开滦林西医院、开滦赵各庄医院、开滦唐家庄医院、开滦范各庄医院、开滦吕家坨医院、开滦荆各庄医院、开滦林南仓医院、开滦钱家营医院、开滦马家沟医院、开滦医院分院等 11 家医院参加对开滦在职及离退休职工分别进行了两次健康查体。

### 1.2 研究对象

由首都医科大学附属天坛医院卒中临床实验和研究中心的人员于 2009 年 12 月在参加开滦集团 2006~2007 年度健康体检的职工中按照 2005 年全国 1% 人口抽样调查所得的 40 岁以上全国人口年龄、性别比例,根据每两岁一个年龄段按比例分层随机抽取开滦集团完成体检的人群作为观察队列,并于 2010~2011 年对观察人群进行第三次健康体检。入选标准及排除标准:入选标准:①性别不限;②种族不限;③年龄 $\geq 40$ 岁;④无认知功能障碍,可以完成调查问卷者;⑤ baPWV 资料完整者;⑥同意参加此次研究者。排除标准:①身体存在严重残疾不能完成 baPWV 检查者;②既往有缺血性脑卒中(不包括腔隙性梗塞)、短暂性脑缺血发作或既往心肌梗死的患者。

### 1.3 一般资料的收集

按照统一设计的表格进行问卷调查与实验室检查,方法见本课题组已发表文献<sup>[10,11]</sup>。

### 1.4 baPWV 测定及相关定义

第三次体检期间进行 baPWV 检测,采用欧姆龙

健康医疗(中国)有限公司生产的 BP-203RPE III 网络化动脉硬化检测装置采集 baPWV 数值,通过网络连接,直接读取数据。检查室室温保持在 22℃ 至 25℃ 之间,受试者测量前禁止吸烟,至少休息五分钟,录入受试者姓名、性别、年龄、身高、体重后嘱其穿薄衣,检测开始时受测者必须处于安静状态,去枕平卧,双手手心向上置于身体两侧,将四肢血压袖带缚于上臂及下肢踝部,上臂袖带气囊标志处对准肱动脉,袖带下缘距肘窝横纹 2~3 cm,下肢袖带气囊标志位于下肢内侧,袖带下缘距内踝 1~2 cm,心音采集装置放于受检者心前区,左右腕部夹好心电采集装置,检测装置自动对每位受试者重复测量两次,并自动输出分析结果。参考美国心脏病学会医学/科学报告(1993 年)的判断标准,baPWV < 1 400 cm/s 为周围动脉硬化正常;baPWV  $\geq 1 400$  cm/s 为周围动脉硬化。在测量结果中,左侧或右侧 baPWV  $\geq 1 400$  cm/s 为动脉硬化组。

### 1.5 相关因素及疾病定义或诊断标准

高血压病:收缩压 $\geq 140$  mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa)和/或舒张压 $\geq 90$  mmHg,或正在服用降压药者<sup>[12]</sup>。吸烟定义为近一年平均每天至少吸一支烟。饮酒定义为饮用任意白酒、啤酒或葡萄酒持续一年以上。

### 1.6 资料处理与统计学分析

资料由首都医科大学附属北京天坛医院卒中临床实验和研究中心的人员使用 Epidata 软件建立数据库,采用双份录入方法,并由开滦总医院心血管实验室研究人员核实。所有数据应用 SPSS13.0 进行统计学分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间资料比较采用协方差分析,校正年龄。计数资料用百分数(%)表示,率的比较采用  $\chi^2$  检验,拟合不同性别人群、年龄与 baPWV 关系的曲线,并计算对应年龄切线(以代表该年龄变化 PWV 增加情况),分别采用多元线性回归和多因素 Logistic 回归方法分析 baPWV 的影响因素,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 研究人群的基本情况

根据抽样标准在参加 2006~2007 年度体检的 101 510 名职工中抽取 5 852 例作为研究人群,每两年对职工进行一次检查体检,其中完成第三次健康体检的有 5 816 例,应答率 99%。有 376 例因不符合入选标准被删除,纳入研究队列的有 5 440 例。

以第三次体检资料及 baPWV 进行分析,其中 218 例 baPWV 的资料不完整,最终纳入统计分析的为 5 222 例,平均年龄  $56.24 \pm 11.98$  岁。其中男性 3 132 人,平均年龄  $58.12 \pm 12.80$  岁,占观察人群 59.98%,女性 2 090 人,平均年龄  $53.43 \pm 9.72$  岁,占观察人群 40.02%;比较该人群的基本资料 and 一般特征(表 1)。

表 1. 不同性别人群基线资料比较

Table 1. Comparison of baseline data and biochemical index of different gender groups

变 量	男性( $n=3\ 132$ )	女性( $n=2\ 090$ )
年龄(岁)	$58.12 \pm 12.80$	$53.43 \pm 9.72^a$
收缩压(mmHg)	$133.33(0.34)$	$127.99(0.42)^a$
舒张压(mmHg)	$85.08(0.19)$	$79.77(0.24)^a$
右侧 baPWV(cm/s)	$1570.19(5.37)$	$1507.93(6.59)^a$
左侧 baPWV(cm/s)	$1577.09(5.56)$	$1528.14(6.82)^a$
HDLC(mmol/L)	$1.59(0.01)$	$1.68(0.01)^a$
LDLC(mmol/L)	$2.64(0.01)$	$2.62(0.02)$
TG(mmol/L)	$1.75(0.03)$	$1.57(0.03)^a$
空腹血糖(mmol/L)	$5.67(0.03\%)$	$5.46(0.03)^a$
吸烟(例)	$1515(48.37\%)$	$36(1.72\%)^a$
饮酒(例)	$1555(49.65\%)$	$57(2.73\%)^a$
体育锻炼(例)	$1798(57.41\%)$	$1203(57.56\%)^a$
高血压病史(例)	$1687(53.86\%)$	$745(35.65\%)^a$
糖尿病病史(例)	$407(12.99\%)$	$198(9.47\%)^a$

注:各项变量比较均为校正年龄后。a 为  $P < 0.05$ ,与男性比较。

表 2. 不同年龄组、不同性别人群 baPWV 均数比较

Table 2. Comparison means of baPWV in different gender groups( $\bar{x} \pm s$ )

年龄分组	总体	男性(cm/s)	女性(cm/s)	<i>t</i>	<i>P</i>
≤45 岁组	$1321.499 \pm 222.36$	$1400.29 \pm 235.63$	$1237.10 \pm 171.00$	12.671	0.000
46~50 岁组	$1382.304 \pm 261.37$	$1457.93 \pm 283.00$	$1304.48 \pm 210.62$	9.981	0.000
51~55 岁组	$1444.835 \pm 238.53$	$1463.00 \pm 242.02$	$1417.3 \pm 230.73$	2.918	0.004
56~60 岁组	$1563.093 \pm 304.39$	$1565.79 \pm 304.63$	$1559.71 \pm 304.59$	0.252	0.801
61~65 岁组	$1621.319 \pm 318.55$	$1596.41 \pm 328.68$	$1661.92 \pm 297.75$	-2.187	0.029
66~70 岁组	$1804.952 \pm 363.2$	$1794.13 \pm 381.56$	$1830.30 \pm 316.69$	-0.781	0.435
71~75 岁组	$1876.739 \pm 387.64$	$1840.78 \pm 370.38$	$1978.49 \pm 418.47$	-2.896	0.004
76~80 岁组	$1969.973 \pm 404.12$	$1956.87 \pm 397.57$	$2007.02 \pm 423.45$	-0.812	0.418
81~85 岁组	$1994.376 \pm 442.41$	$2025.6 \pm 458.7$	$1830.72 \pm 300.94$	2.197	0.029
≥86 岁组	$2136.147 \pm 479.24$	$2147.01 \pm 492.86$	$2015.44 \pm 277.04$	0.787	0.433
76 岁以上组合并	$2013.98 \pm 438.50$	$2027.69 \pm 449.44$	$1954.55 \pm 384.00$	1.480	0.141

### 2.3 性别对 baPWV 影响的线性回归分析

以 baPWV 为因变量,不同性别为自变量(男 = 1,女 = 2),进行多元线性回归分析(Enter 法),分析性别对 baPWV 的影响,并且按年龄进行分层分析。线性回归分析结果显示校正年龄、收缩压、空腹血

### 2.2 不同性别人群脉搏波传导速度分布情况

观察对象平均 baPWV 为  $1545.85 \pm 373.02$  cm/s;其中男性为  $1570.19 \pm 300.53$  cm/s,女性为  $1507.93 \pm 301.27$  cm/s,不同性别间校正年龄后比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。总人群动脉硬化的检出率 58.6%,其中男性为 66.4%,女性为 46.8%。在 56~60 岁年龄组之前 baPWV<sub>男性</sub> > baPWV<sub>女性</sub>,( $P < 0.05$ ),61~85 岁年龄组,baPWV<sub>男性</sub> < baPWV<sub>女性</sub>;在 71~75 岁组和 81~85 岁组差异有统计学意义( $P < 0.05$ );另外由于 76 岁以上组人数较少,故将其进行合并后分析,结果显示两组人群 baPWV 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ;表 2)。依据年龄分组和 baPWV 做曲线,其分布趋势见图 1 和图 2。不同性别按年龄分层 baPWV 分布情况,分别描述其 5%、10%、25%、50%、75%、90% 以及 95% 分位数的 baPWV 情况(表 3)。

另外,本研究依据不同性别人群年龄和 PWV 的拟合曲线方程为,男性人群 baPWV =  $0.20 \times \text{年龄}^2 - 8.44 \times \text{年龄} + 1388.52$  ( $R^2 = 0.423, P < 0.01$ );对应年龄切线为  $0.4 \times \text{年龄} - 8.44$ ;女性 baPWV =  $0.392 \times \text{年龄}^2 - 18.909 \times \text{年龄} + 1327.349$  ( $R^2 = 0.312, P < 0.01$ );对应年龄切线为  $0.784 \times \text{年龄} - 18.909$ ;根据该人群拟合曲线方程显示,年龄 < 59 岁或年龄 > 85 岁人群,baPWV<sub>男性</sub> > baPWV<sub>女性</sub>,59 岁 ≤ 年龄 ≤ 85 岁人群,baPWV<sub>男性</sub> < baPWV<sub>女性</sub>。该拟合曲线和均数与中位数组 baPWV 分布曲线相符合。

糖、体质指数、低密度脂蛋白胆固醇、尿酸,以及吸烟、饮酒、高血压、糖尿病病史等因素后, < 60 岁人群,baPWV<sub>男性</sub> > baPWV<sub>女性</sub> ( $P < 0.05$ );60~80 岁人群,baPWV<sub>女性</sub> > baPWV<sub>男性</sub> ( $P < 0.05$ );≥80 岁人群中不同性别人群 baPWV 无统计学差异(表 4)。另

外,不同性别、不同年龄段拟合方程,在 <60 岁人群中,男性的回归系数为 6.87,女性人群为 13.18 ( $P < 0.001$ );60~80 岁人群中,男性为回归系数  $r =$

18.47,女性人群  $r = 22.50$ ,回归系数差异无显著性。<60 岁人群女性增长速度快于男性,60~80 岁人群女性快于男性但差异无统计学意义(表 5)。

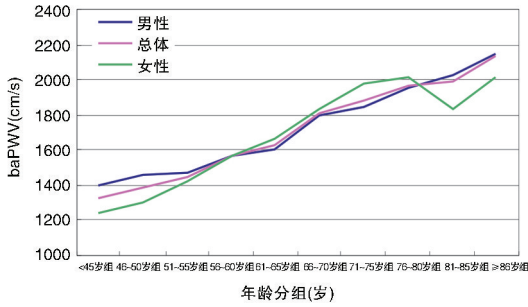


图 1. 不同性别人群 baPWV 均数比较

Figure 1. Comparison of means of baPWV in different gender

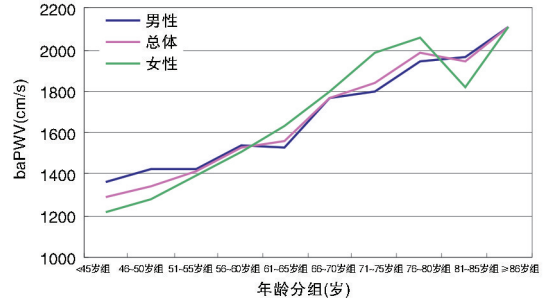


图 2. 不同性别人群 baPWV 中位数比较

Figure 2. Comparison of median of baPWV in different gender

表 3. 不同性别人群脉搏波传导速度分布情况 (cm/s)

Table 3. Distribution of brachial-ankle pulse wave velocity in different gender groups

分 组	例数	95%	90%	75%	50%	25%	10%	5%
总体								
≤45 岁组	932	1 712	1596	1427	1287.5	1174	1087	1046
46~50 岁组	1049	1817	1699	1501	1346	1218	1121	1067
51~55 岁组	961	1878	1761	1575	1409	1279	1184	1132
56~60 岁组	647	2111	1906	1707	1521	1366	1240	1183
61~65 岁组	476	2239	2011	1760	1560	1403.5	1283	1234
66~70 岁组	294	2405	2242	1990	1768.5	1569	1399	1339
71~75 岁组	337	2578	2403	2092	1840	1626	1456	1342
76~80 岁组	222	2614	2433	2220	1980	1726	1527	1425
81~85 岁组	181	2767	2575	2231	1941	1750	1560	1379
≥86 岁组	109	3189	2627	2333	2111	1827	1603	1531
男性								
≤45 岁组	482	1840	1681	1511	1358.5	1233	1160	1103
46~50 岁组	532	1895	1749	1547.5	1419.5	1287.5	1196	1149
51~55 岁组	579	1921	1807	1590	1425	1290	1198	1154
56~60 岁组	360	2080	1953	1706	1531	1360	1245	1185
61~65 岁组	295	2248	1991	1719	1520	1387	1282	1223
66~70 岁组	206	2405	2242	1978	1763.5	1557	1384	1304
71~75 岁组	249	2562	2369	2040	1798	1591	1433	1334
76~80 岁组	165	2616	2477	2210	1941.5	1696	1497	1426
81~85 岁组	152	2798	2616	2278	1956	1766	1570	1381
≥86 岁组	100	3223.5	2641	2350	2113	1830	1603	1493
女性								
≤45 岁组	450	1560	1458	1326	1218	1120	1048	1010
46~50 岁组	517	1745	1566	1406	1270	1158	1069	1031
51~55 岁组	382	1787	1724	1557	1387	1252	1147	1098
56~60 岁组	287	2137	1881	1713	1501	1373	1224	1176
61~65 岁组	181	2198	2028	1827	1628	1456	1296	1238
66~70 岁组	88	2349	2281	2016.5	1798	1611	1455	1390
71~75 岁组	88	2694	2441	2198.5	1977.5	1748.5	1546	1451
76~80 岁组	58	2536	2359	2258	2063	1834	1614	1277
81~85 岁组	29	2359	2176	2048	1813	1619	1379	1312
≥86 岁组	9	2395	2395	2177	2110	1789	1609	1609

表 4. 性别对人群脉搏波传导速度影响的多元线性回归

Table 4. Multiple linear regression analysis for baPWV

年龄分组	变量	回归系数	标准误	标化回归系数	t	P	95% CI
<60 岁组	性别	-24.57	9.88	-0.46	-2.49	0.013	-43.93 ~ 5.22
60 ~ 80 岁组	性别	63.31	23.76	0.08	2.67	0.008	16.70 ~ 109.93
≥80 岁组	性别	-156.11	79.71	-0.11	-1.96	0.051	-313.08 ~ 0.86

<60 岁组:  $R=0.65$ ,  $R^2=0.43$ , 调整  $R^2=0.425$ ,  $P<0.01$ ; 60 ~ 80 岁组:  $R=0.61$ ,  $R^2=0.37$ , 调整  $R^2=0.369$ ,  $P<0.01$ ; ≥80 岁组:  $R=0.53$ ,  $R^2=0.281$ , 调整  $R^2=0.242$ ,  $P<0.01$ 。

表 5. 不同年龄组、不同性别人群影响脉搏波因素的多元线性回归

Table 5. Multiple linear regression analysis for baPWV in different gender groups

年龄分组	变量	回归系数	标准误	标化回归系数	t	P	95% CI
<60 岁组	男性	6.87	0.98	0.14	7.00	0.000	4.94 ~ 8.79
	女性	13.18	0.94	0.28	14.05	0.000	11.34 ~ 15.02
60 ~ 80 岁组	男性	18.47	1.97	0.28	9.38	0.000	14.61 ~ 22.34
	女性	22.50	3.12	0.34	7.22	0.000	16.37-28.63

<60 岁组: 男性:  $R=0.58$ ,  $R^2=0.333$ , 调整  $R^2=0.330$ ; 女性:  $R=0.70$ ,  $R^2=0.492$ , 调整  $R^2=0.491$ 。60 ~ 80 岁组: 男性:  $R=0.59$ ,  $R^2=0.345$ , 调整  $R^2=0.340$ ; 女性:  $R=0.49$ ,  $R^2=0.241$ , 调整  $R^2=0.233$ 。

## 2.4 性别对动脉硬化影响的 Logistic 回归分析

以是否患有动脉硬化为因变量, 不同性别分组为自变量进行 Logistic 回归分析(Enter 法), 分析性别对动脉硬化的影响。单因素分析显示: <60 岁组女性的患病危险为男性的 0.46 倍, 95% CI(0.4 ~ 0.53); 60 ~ 80 岁组和 ≥80 岁组不同性别患病危险比差异无显著性。进行影响不同性别动脉硬化情

况的多因素 Logistic 回归, 校正年龄、收缩压、空腹血糖、体质指数、低密度脂蛋白胆固醇、尿酸, 以及吸烟、饮酒、高血压、糖尿病病史等混杂因素后, 在 <60 岁组, 女性为动脉硬化的保护因素因素, OR 值为 0.74, 95% CI(0.59 ~ 0.93), 在 60 岁以上人群中男、女患病危险差异无显著性(表 6)。

表 6. 性别对动脉硬化影响的 Logistic 回归分析

Table 6. Logistic regression analysis between gender and arteriosclerosis

回归分析	分组	变量	$\beta$	SE	Wald( $\chi^2$ )	P	OR(95% CI)
单因素分析	<60 岁组	性别	-0.77	0.07	125.08	0.001	0.46(0.4 ~ 0.53)
	60 ~ 80 岁组	性别	0.34	0.18	3.36	0.07	1.4(0.98 ~ 2.01)
	≥80 岁组	性别	-0.54	0.67	0.65	0.42	0.58(0.16 ~ 2.17)
多因素分析	<60 岁组	性别	-0.30	0.12	6.55	0.011	0.74(0.59 ~ 0.93)
	60 ~ 80 岁组	性别	0.49	0.30	3.36	0.098	1.64(0.91 ~ 2.93)
	≥80 岁组	性别	-0.20	1.28	0.02	0.877	1.22(0.10 ~ 14.85)

## 3 讨论

不同性别人群的 PWV 是否存在差异仍有争议。Mattace Raso 等<sup>[6]</sup>研究发现 80 岁之前男性主动脉平均 PWV 水平较女性高, 80 岁以后不同性别间并无差异; Vermeersch 等<sup>[7]</sup>研究结果显示在 45 岁以后女性中心动脉 PWV 较男性增加更快, 但股动脉 PWV 没有明显的性别差异。然而, London 等<sup>[8]</sup>认为, 在健康人群中, PWV 不存在性别差异。Smu-

lyan 等<sup>[13]</sup>认同 PWV 随年龄增加而加快, 但认为 PWV 在性别间差异不显著。

本研究发现以每 5 岁年龄段分层在小于 56-60 岁的人群中, 男性 baPWV 快于女性, 在 60 岁以上的人群中反而女性快于男性。本研究依据该人群的年龄和 baPWV 拟合了曲线方程, 每个年龄对应切线可以代表随年龄增加 baPWV 增快速度的情况, 人群男性  $baPWV=0.20 \times \text{年龄}^2 - 8.44 \times \text{年龄} + 1388.52$  ( $R^2=0.423$ ,  $P<0.01$ ); 对应年龄切线为  $0.4 \times \text{年龄}$

-8.44; 女性  $baPWV = 0.392 \times \text{年龄}^2 - 18.909 \times \text{年龄} + 1327.349$  ( $R^2 = 0.312, P < 0.01$ ); 对应年龄切线为  $0.784 \times \text{年龄} - 18.909$ ; 其中日本人群<sup>[14]</sup>, 男性:  $baPWV = 0.20 \times \text{年龄}^2 - 12.13 \times \text{年龄} + 1341.34$  ( $R^2 = 0.16, P < 0.01$ ), 对应年龄切线为  $0.4 \times \text{年龄} - 12.13$ ; 女性:  $baPWV = 0.16 \times \text{年龄}^2 - 4.40 \times \text{年龄} + 977.52$  ( $R^2 = 0.37, P < 0.01$ )。对应年龄切线为  $0.32 \times \text{年龄} - 4.40$ ; 中国上海健康人群<sup>[15]</sup>, 男性:  $baPWV = 0.1354 \times \text{年龄}^2 - 3.8846 \times \text{年龄} + 1203.1$  ( $R^2 = 0.2736, P < 0.001$ ); 对应年龄切线  $0.2708 \times \text{年龄} - 3.8846$ ; 女性:  $baPWV = 0.2237 \times \text{年龄}^2 - 9.6129 \times \text{年龄} + 1220.8$  ( $R^2 = 0.2642, P < 0.001$ ), 对应年龄切线  $0.4474 \times \text{年龄} - 9.6129$ 。经上述方程拟合以及切线计算, 在研究人群年龄范围内, 任何年龄段拟合曲线方程均是女性大于男性, 即说明女性的  $baPWV$  随年龄加快速度始终快于男性, 本研究与日本人群及中国上海人群结果相似。另外, 多元线性回归方程年龄的回归系数亦代表随年龄增加  $baPWV$  增快程度, 不同性别、不同年龄段拟合方程的回归系数为: <60 岁组, 男性为 6.87, 标化系数为 0.14, 女性为 13.18, 标化系数为 0.28; 60~80 岁组, 男性为 18.47, 标化后系数为 0.28, 女性为 22.50, 标化后为 0.34。上述结果均提示随年龄增加  $baPWV$  增快速度女性快于男性。研究结果与日本人群<sup>[14]</sup>相似, 年龄的标化后回归系数亦为女性大于男性, 男性为 0.1, 女性为 0.25。

为此, 针对上述特点, 本研究依据年龄截点进行分层。本研究人群不同性别间低密度脂蛋白胆固醇、空腹血糖等生化指标亦存在差异, 均是男性高于女性; 吸烟、饮酒以及高血压、糖尿病情况亦为男性高于女性。为此, 对不同年龄段人群  $baPWV$  增快的危险因素进行了多元线性回归分析, 对影响人群患动脉硬化因素进行了多因素 Logistic 回归分析。结果显示在小于 60 岁的人群中, 女性为  $baPWV$  增快的保护因素, 在校正年龄、收缩压、空腹血糖、体质指数、低密度脂蛋白胆固醇、尿酸, 以及吸烟、饮酒、高血压、糖尿病病史等混杂因素后, 在 <60 岁组, 女性为动脉硬化的保护因素, 在 60 岁以上人群中男、女患病危险差异无显著性。

增龄是  $PWV$  增快的危险因素, 年龄增加动脉硬化患病率增加已得到认可<sup>[6-8, 13-17]</sup>。本研究亦显示不论男性还是女性,  $baPWV$  均随年龄增加而增快, 女性增快幅度超过男性, 因此 60 岁以后两性的  $PWV$  无差异。这与日本 Toniyam 等<sup>[14]</sup>对健康人群的  $baPWV$  研究结果相同, 其认为可能与雌激素对血

管壁的作用有关。Ai 等<sup>[15]</sup>对中国上海健康人群的研究发现, 对同一年龄段, 采用不同的统计方法, 分析  $baPWV$  与性别及其他影响因素间的关系, 两种不同的统计分析方法出现结果不同, 无法确定  $baPWV$  与性别间的关系。刘小宁等<sup>[16]</sup>545 健康中老年人群的研究提示大动脉  $PWV$  受年龄影响较大, 与性别关系不大。刘圣好等<sup>[17]</sup>关于高血压人群的研究发现股动脉、颈桡动脉、颈远端动脉  $PWV$  不同性别间差异无统计学意义。

很多因素影响  $baPWV$  与性别的关系, 共同决定性别对  $baPWV$  影响的最终结果。本研究以及相似人群的研究发现 60 岁之前男性  $baPWV$  快于女性, 60 岁之后两性间无差异。通过本研究和其他研究数据分析以及方程拟合分析可能存在下面两方面的原因: (1) 上述现象可能由于性激素水平变化所致, ①支持点: 女性  $baPWV$  快于男性在女性绝经期以后, 但不能确定其对动脉硬化影响的程度。②不支持点为: 女性  $PWV$  随年龄增快速度一直大于男性(即随老化的进展动脉硬化加剧的速度快于男性), 且在 60 岁时无急剧增快表现。(2) 动脉结构和功能本身就存在性别差异, 且随年龄增加动脉结构和功能的变化程度存在差异。

另外, 有研究<sup>[18-20]</sup>发现动脉硬化的下游事件链心肌梗死和卒中也有类似现象, 即在女性人群在绝经期, 心脑血管的事件发病率开始升高, 并逐渐超过男性。研究证实<sup>[21, 22]</sup>雌激素对血管有保护作用, 可以通过增加一氧化氮生成<sup>[23]</sup>, 增加迷走神经张力<sup>[24]</sup>, 使前列环素和生成一氧化氮合成基因的表达增加, 抑制血管平滑肌细胞增殖, 加速血管内皮细胞增殖<sup>[25]</sup>, 进而拮抗交感神经活性的作用。降低血管阻力, 改善周围血管和冠状动脉的内皮功能, 对外周血管形成保护作用。动脉硬化可加速动脉粥样硬化的进程<sup>[26]</sup>, 故可推测上述现象是自然的存在, 除年龄因素外, 性激素很可能是上述  $baPWV$  和心血管事件标变化的主要因素, 但不能除外动脉结构和功能本身就存在性别差异。

了解不同性别人群  $baPWV$  分布特点及其影响因素, 能够更好的为临床工作提供参考。正确评估性别对  $baPWV$  的影响, 可提高心血管危险分层的准确性, 体现  $baPWV$  评估动脉硬化程度、预测心血管事件的价值; 为动脉硬化的一级预防做准备。

由于本研究采用的横断面研究, 有一定的局限性, 且以中老年人群为主, 尚需要扩展研究人群的年龄范围, 增加 40 岁以下及 80 岁以上人群。本研究尚不能阐述  $baPWV$  性别差距的确切机制, 故性别

与 baPWV 关系差异尚需从生物学机制方面做出进一步研究与探讨。

#### [参考文献]

- [1] Yamashina A, Tomiyama H, Takeda K, et al. Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial/ankle pulse wave velocity measurement [J]. *Hypertens Res*, 2002, 25: 359-364.
- [2] Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, et al. 2007 guidelines for the management of arterial hypertension: the task force for the management of arterial hypertension of the European society of hypertension (ESH) and of the European society of cardiology (ESC) [J]. *Eur Heart J*, 2007, 28: 1 462e536.
- [3] Mancia G, Fagard R, Narkiewicz K, et al. Task Force Members. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) [J]. *J Hypertens*, 2013, 31(7): 1 281-357.
- [4] Xu Y, Wu Y, Li J, et al. The predictive value of brachial-ankle pulse wave velocity in coronary atherosclerosis and peripheral artery diseases in urban Chinese patients. *Hypertens Res*[J]. 2008, 31(6): 1 079-085.
- [5] Kim JH, Rhee MY, Kim YS, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity for the prediction of the presence and severity of coronary artery disease[J]. *Clin Exp Hypertens*, 2014, 36(6): 404-409.
- [6] Mattae—Raso FUS, van Popele NM, Hofman A, et al. Aortic and Carotid Stiffness in Older Adults. The Rotterdam Study [J]. *Artery Res*, 2007, 1(2): 50.
- [7] Vermeersch SJ, Rietzschel ER, De Buyzere ML, et al. Age and gender related patterns in carotid-femoral PWV and carotid and femoral stiffness in a large healthy, middle-aged population [J]. *J Hypertens*, 2008, 26(7): 1 411-419.
- [8] London GM, Blacher J, Pannier B, et al. Arterial wave reflections and survival in end-stage renal failure [J]. *Hypertension*, 2001, 38(3): 434-438.
- [9] Chinese Clinical Trial Registry Risk factors and intervention for cardiology, cerebrovascular and related disease (Kailuan Study). 中国临床试验注册中心. 心脑血管疾病和相关疾病危险因素及干预研究(开滦研究) [EB/OL]. <http://www.chictr.org/cn/proj/show.aspx?proj=1441>.
- [10] 吴寿岭, 王娜, 赵海燕, 等. 高敏 C 反应蛋白对高血压前期人群进展至高血压的预测价值 [J]. *中华高血压杂志*, 2010, 18(4): 390-394.
- [11] Shouling Wu, Yun Li, Cheng Jin, et al. Intra-individual variability of high-sensitivity C-reactive protein in Chinese general population [J]. *Int J Cardiol*, 2012, 157(1): 75-79.
- [12] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南 2010 [J]. *中华高血压杂志*, 2011, 19(8): 701-743.
- [13] Smulyan H, Asmar RG, Rudnicki A, et al. Comparative effects of aging in men and women on the properties of the arterial tree [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37(5): 1 374-380.
- [14] Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, et al. Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement—a survey of 12517 subjects [J]. *Atherosclerosis*, 2003, 166(2): 303-309.
- [15] Ai ZS, Li J, Liu ZM, et al. Reference value of brachial-ankle pulse wave velocity for the eastern Chinese population and potential influencing factors [J]. *Braz J Med Biol Res*, 2011, 44(10): 1 000-005.
- [16] 刘小宁, 高海青, 李保应, 等. 545 名健康中老年人动脉硬化脉搏速度的测定 [J]. *中华流行病学杂志*, 2006, 4: 356-358.
- [17] 刘圣好, 潘文博, 钟万生. 原发性高血压患者脉搏波传导速度的影响因素 [J]. *中华高血压杂志*, 2011, 3: 283-285.
- [18] Towfighi A, Zheng L, Ovbiagele B. Sex-specific trends in midlife coronary heart disease risk and prevalence [J]. *Arch Intern Med*, 2009, 169(19): 1 762-766.
- [19] Towfighi A, Markovic D, Ovbiagele B. Persistent sex disparity in midlife stroke prevalence in the United States [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2011, 31(4): 322-328.
- [20] Pu Y, Liu L, Wang Y, et al. Chinese IntraCranial AtheroSclerosis (CICAS) Study Group. Geographic and sex difference in the distribution of intracranial atherosclerosis in China [J]. *Stroke*, 2013, 44(8): 2 109-114.
- [21] Rajkumar C, Kingwell BA, Cameron JD, et al. Hormonal therapy increases arterial compliance in postmenopausal women [J]. *J Am Coll Cardiol*, 1997, 30(2): 350-356.
- [22] Kawecka-Jaszcz K, Czarnicka D, Olszanecka A, et al. The effect of hormone replacement therapy on arterial blood pressure and vascular compliance in postmenopausal women with arterial hypertension [J]. *J Hum Hypertens*, 2002, 16(7): 509-516.
- [23] Howard G, O'Leary DH, Zaccaro D, et al. Insulin sensitivity and atherosclerosis. The Insulin Resistance Atherosclerosis Study (IRAS) Investigators [J]. *Circulation*, 1996, 93(10): 1 809-817.
- [24] De Meersman RE, Zion AS, Giardina EG, et al. Estrogen replacement, vascular distensibility, and blood pressures in postmenopausal women [J]. *Am J Physiol*, 1998, 274(5 Pt 2): H1 539-544.
- [25] Mendelsohn ME, Karas RH. The protective effects of estrogen on the cardiovascular system [J]. *N Engl J Med*, 1999, 340(23): 1 801-811.
- [26] Cohn JN. Arterial compliance to stratify cardiovascular risk: more precision in therapeutic decision making [J]. *Am J Hypertens*. 2001, 14(8 Pt 2): 258S-263S.

(此文编辑 李小玲)