

桡动脉增强指数的影响因素及其在男性冠心病者中的应用

叶岚, 李广平, 刘彤, 富华颖, 郑心田

(天津医科大学第二医院心脏内科, 天津心脏病学研究所, 天津市 300211)

[关键词] 桡动脉增强指数; 中心动脉压; 动脉粥样硬化; 冠心病

[摘要] 目的 研究桡动脉增强指数的性别差异及其影响因素, 并对男性有冠心病者和无冠心病者外周血压和中心动脉压的变化及影响桡动脉增强指数的因素进行分析。方法 采用欧姆龙 HEM-9000A1桡动脉波形分析仪对122例拟行冠状动脉造影病人进行桡动脉脉搏波分析, 分别获得外周血压指标和中心动脉压、桡动脉增强指数, 中心动脉的脉压; 以及临床、生化和超声资料。结果 在无冠心病者中, 女性桡动脉增强指数值大于男性 ($P=0.001$), 经多元线性回归分析, 影响桡动脉增强指数的因素包括性别、心率、身高、体重、体质指数和主动脉内径。在男性冠心病者中, 中心动脉压、桡动脉增强指数要高于无冠心病者 (P 值分别为 0.015 和 0.034), 经多元线性回归分析, 桡动脉增强指数与心率、左心室射血分数、中心脉压和外周脉压有关, 且与前三者相关性良好。结论 在无冠心病者中, 女性桡动脉增强指数值高于男性; 男性冠心病患者桡动脉增强指数高于无冠心病者, 但与左心室射血分数有关, 故用桡动脉增强指数来预测一般人群中是否患冠心病时要考虑心功能对其的影响。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

Influential Factors of Radial Augmentation Index and Clinical Utility of Radial Pressure Waveform in Men Patients with Coronary Artery Disease

YE Lan, LI Guang-Ping, LIU Tong, FU Hua-Ying, and ZHENG Xin-Tian

(Department of Cardiology, Second Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin 300211, China)

[KEY WORDS] Radial Augmentation Index; Central Blood Pressure; Atherosclerosis; Coronary Artery Disease

[ABSTRACT] **Aim** To study the differences in radial augmentation index (rAI) between male and female patients without coronary artery disease (CAD) and its influential factors. To assess the differences of peripheral and central pulse wave in men with CAD and without CAD and the influential factors of rAI. **Methods** Radial arterial waveforms were obtained from 122 subjects using Omron HEM-9000A1. **Results** Women had high rAI (78.55 ± 13.01 vs 60.67 ± 16.28 , $P=0.001$) than men with no CAD. Multiple linear regression analysis showed that sex, heart rate, height, weight, body mass index, aortic diameter were corrected with rAI. Center pulse pressure (CPP), rAI were higher in male patients with CAD than those without CAD (61.08 ± 20.60 mmHg vs 49.6 ± 12.29 mmHg, $P=0.015$; 71.69 ± 16.76 vs 60.67 ± 16.28 , $P=0.034$). Multiple linear regression analysis demonstrated that rAI were influenced by heart rate, left ventricular ejection fraction (EF), central and peripheral pulse pressure, and corrected well with HR, EF, CPP. **Conclusion** Women had a higher rAI than men without CAD. CPP were also higher in men with CAD than those without CAD, and rAI is associated not only with sex, age, height, but also influenced by HR and EF. This result suggests that enhanced rAI may not be predicted to the development of CAD in general population, because it were also associated with cardiac function.

已知冠心病是全身动脉粥样硬化的一部分, 长期以来人们试图采用多种检测方法来评估全身动脉硬化程度与冠心病的关系^[1,2]。近年来, 有仪器能通过对桡动脉脉搏波分析, 获得桡动脉增强指数 (radial augmentation index, rAI) 来评估动脉硬化程

度, 并通过公式转换来推算主动脉根部血压, 即中心动脉压 (central systolic BP, CSBP), 但目前国内外对 rAI 的临床研究报道尚少。本研究的目的是了解 rAI 及其他各项中心动脉压指标的性别差异, 并在男性住院病人中, 比较冠心病者桡动脉波形各项指标的不同并分析 rAI 的影响因素。

[收稿日期] 2009-11-18

[修回日期] 2010-03-20

[作者简介] 叶岚, 博士研究生, 副主任医师, 主要研究方向为动脉粥样硬化的发病机制, Email为 yelan_22@hotmail.com。通讯作者李广平, 博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事动脉粥样硬化发病机制的基础和临床, Email为 ticardio@126.com。刘彤, 博士, 主治医师, 主要研究方向为动脉粥样硬化的发病机制。

1 资料和方法

1.1 研究对象

自 2009 年 1 月至 2009 年 5 月在我院心脏科住

院拟行冠状动脉造影的病人,去除心肌病、严重心律失常、先天性心脏病、严重心脏瓣膜病、严重肝肾功能不全者,共 122例。

1.2 病史采集和体格检查

了解患者的心血管危险因素(如吸烟、高血压、糖尿病、高脂血症等)、用药情况、身高、体重、体质指数(body mass index, BMI)。

1.3 桡动脉脉搏波分析

于入院后次日早饭后采用欧姆龙 HEM-9000A I 仪进行桡动脉脉搏波分析暨中心动脉压测量,测量右侧桡动脉脉搏波形,同时测量左侧肱动脉血压,该仪器能自动分析出桡动脉波形,分别获得外周动脉收缩压(peripheral systolic BP, PSBP)、舒张压(peripheral diastolic BP, PDBP)、脉压(peripheral pulse pressure, PPP),桡动脉第二收缩压(radial late systolic peak pressure, SBP2),推算的中心动脉压(central systolic BP, CSBP),桡动脉增强指数 rAI(桡动脉第二波峰/桡动脉脉压)。在动脉树传导系统中,收缩压沿动脉树逐渐增加,而舒张压无明显变化^[3],所以本研究采用肱动脉的舒张压代表主动脉搏的舒张压,测量中心动脉的脉压(central pulse pressure, CPP, 中心动脉压-舒张压)。

1.4 实验室检查

住院后次日清晨空腹取静脉血行肾功能、血脂、血糖检测。

1.5 心脏超声检查

采用 GE 全数字化彩色超声诊断仪,在左心室长轴切面测量收缩期末左房内径(left atrial dimension, LAD)、左心室舒张末内径(left ventricular diastolic dimension, LVDD)、主动脉内径(aortic root dimension, AoD)、心尖四腔切面采用 Simpson 法测量左心室射血分数(ejection fraction, EF)、测量二尖瓣舒张早期血流速度(early transmitral flow velocity, E)与舒张晚期血流速度(late transmitral flow velocity, A)的比值(E/A)。

1.6 冠状动脉造影检查

住院期间行冠状动脉造影检查,由有经验的工作人员确定冠状动脉病变的位置和狭窄程度,血管狭窄程度大于 50% 定义为有冠心病。

1.7 统计学分析

定量资料的比较采用 *t* 检验,计数资料采用 χ^2 检验,对指标影响因素的分析采用多因素线性回归分析。相关性分析采用 Pearson 相关性分析,以 $P < 0.05$ 为差异有显著性。

2 结果

2.1 无冠心病者男性和女性桡动脉增强指数值的比较

无冠心病者男性 20 例,女性 25 例中心动脉压指标 rAI 即存在差异,此外男女性别间 AoD 不同,身高体重不同(表 1),而冠心病危险因素、血液生化指标、用药情况男女差异无显著性。在对正常人 rAI 值进行多元线性回归分析表明 rAI 值的影响因素是性别、心率、身高、体重、BMI 和 AoD(表 2)。

表 1 无冠心病者男女中心动脉压指标及临床资料的比较

指 标	男性 (n = 20)	女性 (n = 25)	P 值
年龄 (岁)	56.07 ± 14.74	60.2 ± 7.63	0.288
PSBP (mmHg)	128.2 ± 19.57	128.85 ± 25.12	0.934
PDBP (mmHg)	69.6 ± 14.17	70 ± 11.89	0.928
PPP (mmHg)	58.6 ± 11.08	58.85 ± 19.16	0.964
SBP2 (mmHg)	105.07 ± 21.15	116 ± 25.22	0.184
CSBP (mmHg)	119.2 ± 22.43	130.75 ± 26.71	0.185
CPP (mmHg)	49.6 ± 12.29	60.75 ± 19.65	0.062
rAI	60.67 ± 16.28	78.55 ± 13.01 ^a	0.001
心率 (次/分)	70.73 ± 10.33	77.1 ± 12.97	0.127
BMI (kg/m ²)	26.2 ± 3.72	25.4 ± 2.75	0.469
身高 (cm)	171.33 ± 3.64	159.75 ± 4.79 ^a	0.000
体重 (kg)	77.27 ± 11.23	64.95 ± 8.15 ^a	0.001
吸烟	9 (45%)	4 (16%)	0.178
高血压	15 (75%)	16 (64%)	0.721
糖尿病	1 (5%)	6 (24%)	0.207
高脂血症	12 (60%)	15 (60%)	1.00
BUN (mmol/L)	4.77 ± 1.29	5 ± 1.53	0.644
肌酐 (μmol/L)	87.31 ± 16.92	80.48 ± 18.38	0.872
空腹血糖 (mmol/L)	5.49 ± 0.58	6.1 ± 1.42	0.121
LAD (mm)	36.88 ± 5.8	34.72 ± 3.97	0.168
LVDD (mm)	46.23 ± 3.33	44.22 ± 3.84	0.153
AoD (mm)	20.06 ± 2.43	18.16 ± 1.78 ^a	0.022
EF	62.16% ± 5.3%	61.66% ± 5.99%	0.818
抗血小板药	8 (40%)	9 (36%)	0.518
硝酸酯类	15 (75%)	19 (76%)	1.000
钙拮抗剂	7 (35%)	4 (16%)	0.246
β受体阻滞剂	11 (55%)	13 (52%)	1.000
ACEI	9 (45%)	8 (32%)	0.481
调脂药	17 (85%)	19 (76%)	0.672

表 2 无冠心病者桡动脉增强指数值多元线性回归分析

指标	B	β 值	T 值	P 值
性别	- 29.54	- 0.894	- 4.165	0.001
年龄	- 0.122	- 0.065	- 0.442	0.664
PSBP	- 0.07	- 0.1	- 0.434	0.67
PDBP	0.548	0.424	1.826	0.087
心率	- 0.731	- 0.582	- 4.998	0.000
BM I	10.365	2.055	2.219	0.041
身高	4.68	1.89	3.306	0.004
体重	- 0.431	- 2.933	- 2.523	0.023
LAD	0.191	0.056	0.424	0.677
A oD	- 2.527	- 0.374	- 2.311	0.034
EF	- 0.02	- 0.007	- 0.053	0.958

2.2 男性有无冠心病者桡动脉增强指数值的比较

由于男女间桡动脉增强指数不同,在以后对冠心病者的分析中分别在不同性别间进行。与无冠心病者相比,有冠心病者的年龄较大、糖尿病患者多、空腹血糖高、LVDD 大,EF 低, CPP 高, rAI 高;而 PSBP、PPP 差异无显著性(表 3)。对男性患者的 rAI 值进行多元线性回归分析表明,对 rAI 最有影响力的指标是心率、EF、CPP 和 PPP(表 4)。其中 CPP 与 rAI 的相关性最好,相关系数 r 为 0.689。rAI 与心率、EF、CPP 的相关性见图 1。

女性有冠心病者(31例)与无冠心病者(25例)的桡动脉脉搏波分析结果未显示出两组间有差异,故本文未加以分析。

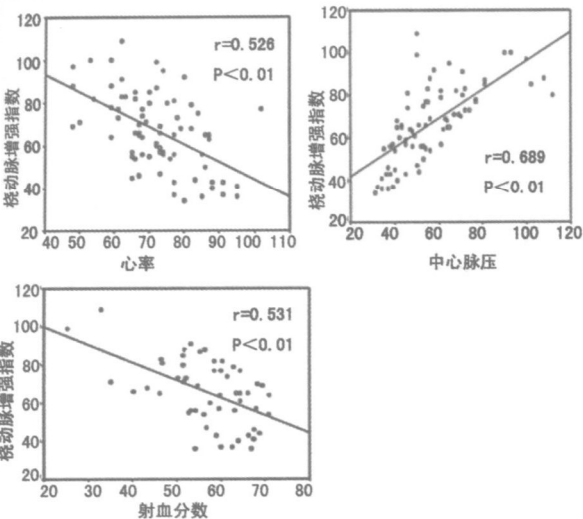


图 1. 男性患者桡动脉增强指数值与心率、射血分数和中心脉压的散点图及相关分析

表 3 男性有无冠心病患者中心动脉压指标及临床资料的比较 (x ± s)

指 标	无冠心病 (n = 20)	有冠心病 (n = 46)	P 值
年龄 (岁)	56.07 ± 14.84	64.22 ± 12.53	0.045
PSBP (mmHg)	128.2 ± 19.57	134.9 ± 25.45	0.36
PDBP (mmHg)	69.6 ± 14.17	69.04 ± 14.71	0.901
PPP (mmHg)	58.6 ± 11.08	65.85 ± 19.95	0.093
PSBP2 (mmHg)	105.07 ± 21.15	114.26 ± 23.57	0.194
CSBP (mmHg)	119.2 ± 22.43	129.83 ± 25.54	0.162
CPP (mmHg)	49.6 ± 12.29	61.08 ± 20.60	0.015
rAI	60.67 ± 16.28	71.69 ± 16.76	0.034
心率 (次/分)	70.73 ± 10.33	71.71 ± 11.42	0.773
BM I (kg/m ²)	26.2 ± 3.72	25.87 ± 3.58	0.761
身高 (cm)	171.33 ± 3.63	171.18 ± 5.64	0.922
体重 (kg)	77.27 ± 11.23	76.24 ± 12.12	0.778
LAD (mm)	36.88 ± 5.8	40.21 ± 5.84	0.104
LVDD (mm)	46.23 ± 3.33	51.09 ± 9.04	0.016
EF	62.16% ± 5.31%	53.29% ± 11.69%	0.002
吸烟	9 (45%)	28 (60.9%)	0.453
高血压	15 (75.0%)	29 (63.0%)	0.543
高脂血症	12 (60.0%)	19 (41.3%)	0.243
糖尿病	1 (5.0%)	22 (47.8%)	0.004
尿素氮 (mmol/L)	4.78 ± 1.29	5.58 ± 1.41	0.062
肌酐 (μmol/L)	87.31 ± 16.92	89.1 ± 24.12	0.799
空腹血糖 (mmol/L)	5.48 ± 0.58	6.91 ± 1.92	0.00
抗血小板药	8 (40.0%)	29 (63.0%)	0.138
硝酸酯类	15 (75.0%)	39 (84.8%)	0.431
钙拮抗剂	7 (35.0%)	9 (19.5%)	0.302
β受体阻滞剂	11 (55.0%)	17 (37.0%)	0.359
ACEI	9 (45.0%)	20 (43.5%)	1.0
他汀类	17 (85.0%)	36 (78.3%)	0.708

表 4 男性冠心病者桡动脉增强指数值多元线性回归分析

指标	B	β 值	T 值	P 值
年龄	0.141	0.13	1.303	0.199
心率	0.38	0.412	4.122	0.000
EF	0.224	0.192	2.248	0.029
糖尿病	1.073	0.009	0.472	0.639
CPP	1.727	1.473	14.551	0.000
PPP	- 1.258	- 1.214	- 10.699	0.000

3 讨论

随着动脉粥样硬化造成的血管僵硬增加,压力波的前向和反射波传导速度增快,使得反射波返回的时间从舒张期提前到收缩晚期,造成了收缩压的升高和舒张压的降低。脉压的增加才是心血管事件发生的主要原因^[4]。但外周血管的收缩压和主

动脉根部的收缩压即中心动脉压并不总是一致的,而后者是左心室射血所要直接克服的阻力^[5]。桡动脉压力波形可见收缩期有两个峰,第一峰即袖带测量的收缩压,第二峰代表反射波形成的压力波,反映主动脉根部的收缩压的大小^[6],故脉搏波检测仪采用桡动脉第二波通过数学转换公式来求得中心动脉压,并经有创检查证实与主动脉根部血压有很好的相关性^[7]。 αI 值被视为血管随年龄增加而僵硬程度增加的一个简单易获得的指标^[8]。

本研究表明在正常人不同性别之间 αI 值即有不同,经多元线性回归分析表明,这由男女间身高、体重、心率和 A o D 的不同所导致。由于大动脉脉搏波形是左心室射血和反射波叠加的结果,而其大小很大程度上取决于反射的部位,在身高较小者,反射波较早返回,与前向波有较大的重叠,造成桡动脉第二收缩压和 αI 的增大。而心率对 αI 的影响也可通过反射波返回的时间来解释,心率慢者 αI 值高^[9-10]。本研究提示正常人男性和女性 αI 值的大小还与 A o D 有关,这与 Gatzka^[11] 等的研究结果相同,可能与女性 A o D 小于男性,动脉的可扩张性小,造成动脉的前向和反射波传导速度增快。Farasat 等^[12] 的研究也证实, A o D 的可扩张性缩小与脉压增大有关,是收缩期高血压产生的原因之一。

Wilkinson 等^[13] 首次采用 CPP 在冠心病高危人群中危险评估,发现高脂血症者 CPP 和 αI 明显高于正常人。本研究对男性有无冠心病者的临床及各项动脉指标加以分析,虽然与无冠心病者相比,有冠心病者的 PSBP、PPP 和 CSBP 未显示出明显差别(这可能是我们的病人较少,同时有相当一部分使用了血管活性药物有关),但男性冠心病患者的 CPP 已有明显的不同,这提示我们 CPP 似乎比 PPP 更能准确敏感地体现出左心室射血所需做的功和心肌灌注的情况。

冠心病者主动脉增强指数增高,但这些研究的研究对象均为 EF 大于 55% 者^[14]。本研究证实了 αI 在男性冠心病组中大于正常组,在对男性患者的 αI 进行多元线性回归分析表明, αI 不但受心率和年龄的影响,还受 EF 的影响,且与 EF 的相关性良好,本研究表明随着 EF 的降低, αI 值升高,提示反射波的大小是左心室射血和血管弹性综合的结果。故在一般人群, αI 值的增高不但反映了动脉僵硬度的增加,还应考虑到心功能对它的影响。

本研究选择了在入院后次日清晨行桡动脉脉搏检测,部分患者已服用了血管活性药物。已知这

类药物尤其是血管扩张剂可以降低 αI ^[15],而 β 受体阻滞剂可以减慢心率对 αI 也有影响^[16-17]。

正常人中男女之间 αI 值即有不同,在男性冠心病者中, CPP 较无冠心病者高。 αI 值除受到性别、年龄、身高影响外,在男性患者中还与心率、心功能有关,故用 αI 预测与冠心病发病的相关性时要考虑心功能对它的影响。

[参考文献]

- [1] 曲娜, 刘晓方, 王淑霞. 脉搏波速度与冠状动脉粥样硬化的关系 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2007, 15 (3): 217-220
- [2] 孙雪岩, 贾大林, 齐国先. 血压与冠状动脉造影病变的关系 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2006, 14 (10): 895-898
- [3] Pauca AL, Kon ND, O'Rourke MF. The second peak of the radial artery pressure wave represents aortic systolic pressure in hypertensive and elderly patients [J]. *Br J Anaesth*, 2004, 92 (5): 651-657.
- [4] Franklin SS, Larson MG, Khan SA, et al. Does the relation of blood pressure to coronary heart disease risk change with aging? The Framingham Heart Study [J]. *Circulation*, 2001, 103 (9): 1245-249
- [5] Smulyan H, Mukherjee R, Sheeha PR, et al. Cuff and aortic pressure differences during dobutamine infusion: a study of the effects of systolic blood pressure amplification [J]. *Am Heart J*, 2010, 159 (3): 399-405
- [6] Takazawa K, Tanaka N, Takeda K, et al. Underestimation of vasodilator effects of nitroglycerin by upper limb blood pressure [J]. *Hypertension*, 1995, 26 (3): 520-523
- [7] Pauca AL, O'Rourke MF, Kon ND. Prospective evaluation of a method for estimating ascending aortic pressure from the radial artery pressure waveform [J]. *Hypertension*, 2001, 38 (4): 932-937
- [8] Safar ME. Pulse pressure, arterial stiffness and wave reflections (augmentation index) as cardiovascular risk factors in hypertension [J]. *Theor Adv Cardiovasc Dis*, 2008, 2 (1): 13-24
- [9] Wilkinson IB, MacCallum H, Flint L, et al. The influence of heart rate on augmentation index and central arterial pressure in humans [J]. *J Physiol*, 2000, 525 (Pt 1): 263-270
- [10] Laurent P, A Baladejo P, Blacher J, et al. Heart rate and pulse pressure amplification in hypertensive subjects [J]. *Am J Hypertens*, 2003, 16 (5 Pt 1): 363-370
- [11] Gatzka CD, Kingwell BA, Cameron JD, et al. Gender differences in the timing of arterial wave reflection beyond differences in body height [J]. *J Hypertens*, 2001, 19 (12): 2197-203
- [12] Farasat SM, Morrell CH, Scuteri A, et al. Pulse pressure is inversely related to aortic root diameter: implications for the pathogenesis of systolic hypertension [J]. *Hypertension*, 2008, 51 (2): 196-202
- [13] Wilkinson IB, Prasad K, Hall IR, et al. Increased central pulse pressure and augmentation index in subjects with hypercholesterolemia [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2002, 39 (6): 1005-011
- [14] Weber T, Auer J, O'Rourke MF, et al. Arterial stiffness, wave reflections, and the risk of coronary artery disease [J]. *Circulation*, 2004, 109 (2): 184-189
- [15] Jiang XJ, O'Rourke MF, Jin WQ, et al. Quantification of glyceryl trinitrate effect through analysis of the synthesised ascending aortic pressure waveform [J]. *Heart*, 2002, 88 (2): 143-148
- [16] Chen CH, Ting CT, Lin SJ, et al. Different effects of fosinopril and atenolol on wave reflections in hypertensive patients [J]. *Hypertension*, 1995, 25 (5): 1034-041
- [17] Mahmud A, Feely J. Beta-blockers reduce aortic stiffness in hypertension but nebivolol not atenolol reduces wave reflection [J]. *Am J Hypertens*, 2008, 21 (6): 663-667.

(此文编辑 李玲玲)