

• 临床研究 •

臂踝脉搏波速度测量的重复性研究

王梦琴 顾东风 曹杰 陈纪春 孙冬玲

【摘要】 目的 评价臂踝脉搏波速度测量的可靠性。方法 由两名测量者对23名心血管疾病高危患者和7名健康受试者进行臂踝脉搏波速度的测量。测量分为两阶段,中间间隔2周,每一阶段在同一天上午(8:30~11:00)和下午(13:30~16:00)分别进行测量。结果 重复测量方差分析显示,测量者间和测量者内(不同时间)臂踝脉搏波速度无显著性差异。心血管疾病高危患者测量者间和测量者内臂踝脉搏波速度的 Pearson 相关系数为 0.925~0.992 ($P<0.01$),组内相关系数为 0.924~0.992 ($P<0.01$);健康受试者测量者间和测量者内臂踝脉搏波速度的 Pearson 相关系数为 0.674~0.974 ($P<0.05$),组内相关系数为 0.672~0.973 ($P<0.05$)。Bland-Altman 图显示,测量者间和测量者内臂踝脉搏波速度有较好的一致性。结论 在规范的测量条件下,测量者间和测量者内的臂踝脉搏波速度的重复性好。

【关键词】 臂踝脉搏波速度;可重复性;结果

Reproducibility of brachial ankle pulse wave velocity measurement

WANG Mengqin, GU Dongfeng, CAO Jie, et al

Department of Evidence-Based Medicine, Fuwai Hospital, the Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing 100037, China

【Abstract】 Objective To assess the reliability of brachial ankle pulse wave velocity (baPWV) measurement. Methods The baPWV measurement was performed in twenty-three patients at high risk for developing cardiovascular disease and seven healthy people by two observers on two separate days in a two weeks interval, with two exams (in the morning (8:30-11:00) and afternoon (13:30-16:00)) each day. Results No significant differences were observed by repeated measurement analysis of variance between-observer and within-observer. Pearson's correlation coefficients of patients between two observers and within-observer were 0.925-0.992 ($P<0.01$), intra-class coefficients were 0.924-0.992 ($P<0.01$). Pearson's correlation coefficients of healthy people between two observers and within-observer were 0.674-0.974 ($P<0.05$), intra-class coefficients were 0.672-0.973 ($P<0.05$). Inter-observer and intra-observer Bland-Altman plots showed good reproducibility. Conclusion Under standardized measurement conditions, baPWV showed good inter-observer and intra-observer reproducibility.

【Key words】 brachial ankle pulse wave velocity; reproducibility of results

近来多项研究表明,动脉僵硬是老年人心血管疾病死亡的独立预测因子^[1],动脉僵硬度的增加出现在临床动脉粥样硬化性疾病之前^[2]。因此,及时准确地检出动脉僵硬增加的患者,并进行早期干预,对避免或延缓动脉粥样硬化性疾病的发生、发展,减少心脑血管事件的发生具有重要意义。脉搏波速度(pulse wave velocity, PWV)被认为能够很好地反映动脉硬化程度^[3],是血管损伤的标志之一^[4],并且能作为血管性疾病的临床预测因子^[5]。现在通过线性膨胀技术,可以同步测出双侧臂踝脉

搏波速度(brachial ankle pulse wave velocity, baPWV),测出的 baPWV 可反映大动脉和中动脉的弹性。此方法操作简便、省时,适合于大规模人群的筛查及随访。目前该方法所测指标的可靠性在中国人群中还没有得到确认,因此,笔者拟在中国人群中评价 baPWV 测量的重复性。

1 资料与方法

1.1 研究对象 30名受试者,通过询问病史将受试者分为两组:心血管疾病高危患者组:患有糖尿

收稿日期:2008-01-29

基金项目:“十一五”攻关课题资助项目(2006BAI01A01)

作者单位:100037 北京市,北京协和医学院中国医学科学院阜外心血管病医院循证医学部

作者简介:王梦琴,女,1981年1月生,河北唐山市人,在读硕士研究生。Tel: 010-88398156, E-mail: wmq2005yc@yahoo.com.cn

通讯作者:顾东风, Tel. 010-88398630, E-mail: gudongfeng@vip.sina.com

病、高血压、高脂血症、冠心病、脑卒中等疾病中一种及以上的受试者 23 人(男 12 例,女 11 例),年龄 27~74 岁,平均年龄(47±10)岁;健康受试者组:无糖尿病、高血压、高脂血症、冠心病、脑卒中等疾病的受试者 7 人(男 4 例,女 3 例),年龄 23~53 岁,平均年龄(41±11)岁。入选受试者均无心律失常和下肢动脉疾病。

1.2 方法 所有受试者均由经过统一培训的两名医师进行问卷调查、人体测量和 baPWV 的测量。问卷调查包括一般人口学资料(年龄、性别)和既往病史(是否患有高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病、脑卒中、下肢动脉疾病、心律失常等疾病)。人体测量指标包括身高和体重。根据无创测量动脉僵硬度前标准化受试者情况的建议^[6],要求受试者在测量 baPWV 前 2h 内不能吸烟、饮酒、进食、饮用含咖啡因等兴奋物质的饮料,2 周内无服用维生素及口服避孕药史。测量在室温为 23~26℃ 的安静房间内。测量分两阶段进行,间隔 2 周。第一阶段每个受试者在同 1d 上下午分别接受测量,上午测量时间为 8:30—11:00,由两个测量者连续完成,先由一个测量者连续测量两次(间隔 5min,重新绑袖带),受试者平卧休息 10min 后再由另一测量者按同样的规则连续测量两次,取每个测量者两次结果的均值进行分析;下午测量时间为 13:30—16:00,方法同上午。测量者测量的先后顺序是随机的。第二阶段由一个测量者对受试者进行测量,每个受试者在同 1d 上下午分别接受 2 次测量,测量方法及时间同第一阶段。在整个实验过程中,要求受试者维

持既往的生活习惯。

测量仪器为日本 Colin 公司研制生产的动脉硬化诊断装置 BP-203RPE II (VP-1000)。受试者采用仰卧位,去枕平卧静息 5min 后进行测量。首先将四肢的袖带绑到上臂和脚踝处,上臂袖带下缘距肘窝 2cm,袖带的压力感受器置于肱动脉上,脚踝处袖带下缘距足背两指距离,袖带的压力感受器置于内踝后下方 1cm 处,袖带松紧程度以能平放入两指为宜;然后将心电电极置于两手腕部,将心音电极置于胸骨左缘第四肋间;最后输入被测量者的身高、体重、年龄,点击开始即可进行测量。在进行心电图和心音图监测的同时,通过线性膨胀技术同步测量同一个心动周期四肢的血压和波形,完成 baPWV 的测量,仪器同时显示受试者的心率和四肢的血压值。

1.3 统计学方法 采用 SPSS12.0 进行统计分析和作图;采用第一阶段两个测量者的测量数据进行测量者间重复性的统计分析;采用两个阶段均参加的测量者所有的测量数据进行测量者内重复性的统计分析;连续变量用 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示;采用重复测量方差分析对测量者间及测量者内的差异进行检验;采用皮尔森相关系数(Pearson's correlation coefficient)、组内相关系数(intra-class correlation coefficient, ICC)和 Bland-Altman 图进行重复性评价。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

重复测量方差分析(表 1)显示,受试者的 baPWV 在测量者间和测量者内均无统计学差异。

表 1 两组受试者测量者间和测量者内臂踝脉搏波速度的差异

组别	测量者间				F 值	P 值
	测量者 1	测量者 2				
组 1(n=23)						
RbaPWV (cm/s)	1307±239	1294±236			4.308	0.05
LbaPWV (cm/s)	1315±236	1303±229			2.345	0.140
组 2(n=7)						
RbaPWV (cm/s)	1225±132	1221±139			0.125	0.735
LbaPWV (cm/s)	1226±98	1224±99			0.045	0.838
组别	测量时间(测量者内)				F 值	P 值
	第一阶段上午	第一阶段下午	第二阶段上午	第二阶段下午		
组 1(n=23)						
RbaPWV (cm/s)	1304±233	1310±249	1307±239	1317±262	1.102	0.365
LbaPWV (cm/s)	1313±226	1317±250	1315±236	1307±248	1.278	0.265
组 2(n=7)						
RbaPWV (cm/s)	1211±136	1238±137	1225±132	1317±262	0.966	0.419
LbaPWV (cm/s)	1216±111	1236±103	1226±98	1307±248	1.367	0.290

注: $\bar{x} \pm s$; RbaPWV: 右侧臂踝脉搏波速度; LbaPWV: 左侧臂踝脉搏波速度; 组 1: 心血管疾病高危患者; 组 2: 健康受试者

两名测量者的测量值在两组受试者中均显示出高度的相关性和一致性:心血管疾病高危患者中,右侧 baPWV(right baPWV, RbaPWV)的皮尔森相关系数和 ICC 均为 0.992($P < 0.01$),左侧 baPWV(left baPWV, LbaPWV)均为 0.987($P < 0.01$);在健康受试者中,RbaPWV 的皮尔森相关系数和 ICC 分别为 0.974($P < 0.01$)和 0.973($P < 0.01$),LbaPWV 均为 0.973($P < 0.01$)。

上下午及两阶段的测量值在两组受试者中亦显示出较好的相关性和一致性。上下午测量的 baPWV 的皮尔森相关系数和 ICC 在心血管疾病高危患者中:RbaPWV 分别为 0.967($P < 0.01$)和 0.965($P < 0.01$),LbaPWV 分别为 0.966($P < 0.01$)和 0.961($P < 0.01$);在健康受试者中:RbaPWV 均为 0.877($P < 0.01$),LbaPWV 分别为 0.674($P < 0.05$)和 0.672($P < 0.05$)。两个阶段测量的 baPWV 的皮尔森相关系数和 ICC 在心血管疾病高危患者中:RbaPWV 分别为 0.936($P < 0.01$)和 0.932($P < 0.01$),LbaPWV 分别为 0.925($P < 0.01$)和 0.924($P < 0.01$);在健康受试者中:RbaPWV 分别为 0.868($P < 0.05$)和 0.837($P < 0.05$),LbaPWV 分别为 0.801($P < 0.05$)和 0.772($P < 0.05$)。

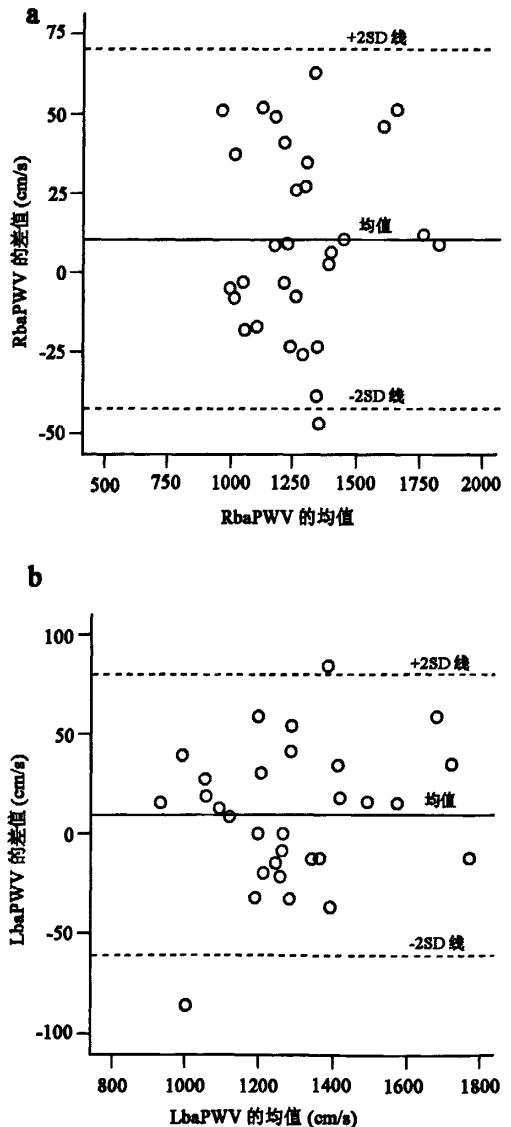
Bland-Altman 图显示全部受试者两测量者间和两阶段间的 baPWV 的差值大部分都落在差值的两个标准差内(图 1,2),上下午间 baPWV 的 Bland-Altman 图以及在两组受试者中分别作 Bland-Altman 图,结果与之类似(图未显示)。

3 讨论

近年来,随着无创测量技术的发展以及心血管疾病发病率的增高,能够有效反映动脉僵硬度的 PWV 的无创测量方法成为心血管领域研究的一个热点。颈-股动脉 PWV 是目前研究最多的,其重复性和有效性都得到了很好的验证^[7],但是颈-股动脉 PWV 只能反映大动脉的弹性,并且测量方法比较繁琐;而 baPWV 反映大动脉和中动脉的弹性,测量方法简单、省时,因此 baPWV 较颈-股动脉 PWV 具有更好的应用前景。

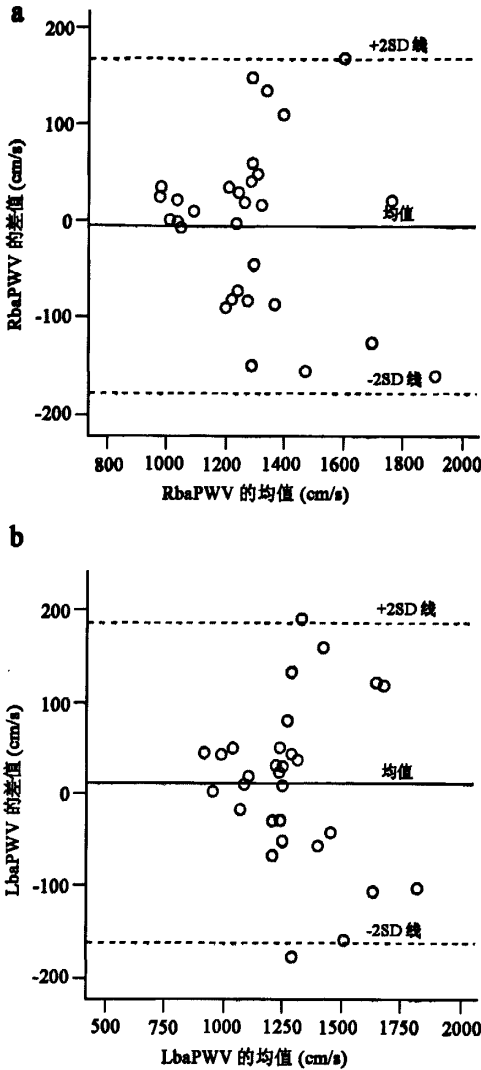
评价一种测量方法的可靠性包括两个方面:(1)不同时间(即测量者内)的可靠性:同一测量者在不同时间对同一对象进行测量产生相同结果的稳定程度;(2)一致性或观察者间可靠性:不同测量者在相同的时间对同一对象进行测量产生相同结果的稳定

程度^[8]。Naidu 等^[9]和 Yamashina 等^[10]的研究显示,无创测量方法测得的 PWV 在动脉硬化指数高的人群中的变异性更大,因此笔者选择了动脉僵硬程度不同的两组受试者,心血管疾病高危患者和健康受试者,控制了外源性影响因素后,分别在这两组受试者中评价 baPWV 测量的重复性。通过比较两名测量者间的差异来评价测量者间的重复性;通过比较同一名测量者上下午测量的差异和间隔 2 周测量的差异来评价测量者内的重复性。



Bland-Altman 图以两个测量者测量的 baPWV 的均值为横坐标,差值为纵坐标,中间的实线为测量差值的均值,上下点线分别是测量差值±2 倍差值的标准差

图 1 所有受试者测量者间 baPWV 的重复性(n=30)



Bland-Altman 图以两个阶段测量的 baPWV 的均值为横坐标, 差值为纵坐标, 中间的实线为测量差值的均值, 上下点线分别是测量差值±2 倍差值的标准差

图 2 所有受试者不同阶段 baPWV 测量的重复性 (n=30)

笔者研究中两组受试者测量者间 baPWV 的皮尔森相关系数为 0.973~0.992, 高于 Naidu 等^[9]的研究结果 0.89~0.99, 与 Yamashina 等^[10]的研究结果 0.98 一致; 测量者内的皮尔森相关系数为 0.674~0.967, 低于 Naidu 等^[9]和 Yamashina 等^[10]的研究结果 0.87~0.99, 原因可能为: 后者的研究, 测量者内重复性评价时间间隔为 1d, 测量时间为 1d 中的某一固定时间; 而笔者的研究测量者内重复性评价包括短间隔和长间隔两方面, 短间隔为同 1d 的上午和下午, 长间隔为 2 周, 上下午血压的生理波动可能会影响测量结果, 2 周的间隔与 1d 的间隔相

比, 影响受试者测量结果稳定性的外源性因素会增多。两组受试者测量者间 baPWV 的 ICC 为 0.973~0.992, 测量者内的 ICC 为 0.672~0.965。通常认为 ICC<0.4, 重复性差, 0.4<ICC<0.75, 重复性较好, ICC>0.75, 重复性好^[11]。心血管疾病高危患者测量者内 baPWV 的皮尔森相关系数和 ICC 均高于健康受试者, 可能有两个原因: (1) 前者的样本量较大; (2) 前者由于患病比后者生活规律, 影响测量的外源性因素较少。Bland-Altman 图显示操作者间和操作者内的 baPWV 均具有很好的—致性, Bland-Altman 图通过计算两次测量的差值, 然后检验这个差值的分布并且描述它与测量值平均数的关系, 能够很好地反映多次测量的重复性。

笔者的研究结果显示, baPWV 在心血管疾病高危患者和健康受试者中都具有较好的重复性。但是, 用重复测量方差分析比较心血管疾病高危患者测量者间 baPWV 的差异时, F 检验的 P 值等于 0.05, 差异接近于有统计学意义, 故尚需在大样本的人群中进一步验证。

致谢: 感谢欧姆龙公司健康医疗事业部提供动脉硬化诊断装置 BP-203RPE II (VP-1000)。

参考文献

- [1] Meaume S, Benetos A, Henry OF, et al. Aortic pulse wave velocity predicts cardiovascular mortality in subjects >70 years of age. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2001, 21; 2046-2050.
- [2] McVeigh G, Brennan G, Hayes R, et al. Vascular abnormalities in non-insulin-dependent diabetes mellitus identified by arterial waveform analysis. *Am J Med*, 1993, 95; 424-430.
- [3] Lehmann ED. Clinical value of aortic pulse-wave velocity measurement. *Lancet*, 1999, 354; 528-529.
- [4] Van Popele NM, Grobbee DE, Bots ML, et al. Association between arterial stiffness and atherosclerosis; the Rotterdam Study. *Stroke*, 2001, 32; 454-460.
- [5] Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. *Hypertension*, 2001, 37; 1236-1241.
- [6] Van Bortel LM, Duprez D, Starmans-Kool MJ, et al. Clinical applications of arterial stiffness. Task Force III: recommendations for user procedures. *Am J Hypertens*, 2002, 15; 445-452.

(下转第 375 页)

妥善控制血压、使血肿缓慢排出,避免颅内压力骤降是预防脑内出血的必要措施。因此,规范手术操作,认识并且注意预防这些术后并发症,可以改善CSDH患者的预后。

参 考 文 献

- [1] Markwalder TM. Chronic subdural hematomas; a review. *J Neurosurg*, 1981,59:637.
- [2] Kawakami Y, Ueki K, Chikama M, et al. Intracranial hemorrhage associated with nontraumatic disseminated intravascular coagulation. Report of four cases. *Neurol Med Chir(Tokyo)*, 1990,30:610-617.
- [3] Sato M, Endo Y, Takahagi S, et al. Chronic subdural hematoma with bleeding tendency: clinical analysis of 11 surgical cases. *No Shinkei Geka*, 1995,23:49-54.
- [4] Amirjamshidi A, Abouzari M, Eftekhari B, et al. Outcomes and recurrence rates in chronic subdural haematoma. *Br J Neurosurg*, 2007,21:272-275.
- [5] Robinson RG. Chronic subdural hematoma. *Surgical management in 133 patients*. *J Neurosurg*, 1984,61:238-242.
- [6] 王拥军.慢性硬膜下血肿发生机制的研究. *中华神经外科杂志*,1999,1:7.
- [7] Sato S, Suzuki J. Ultrastructural observations of the capsule of chronic subdural haematoma in various clinical stages. *J Neurosurg*, 1975,43:569-578.
- [8] Yamashima T. Eosinophil degranulation in the capsule of chronic subdural hematomas. *J Neurosurg*, 1985,62:257.
- [9] Ramachandran R, Hegde T. Chronic subdural hematomas—causes of morbidity and mortality. *Surg Neurol*, 2007, 67:367-372.
- [10] Mori K, Maeda M. Surgical treatment of chronic subdural hematoma in 500 consecutive cases; clinical characteristics, surgical outcome, complications, and recurrence rate. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2001, 41:371-381.
- [7] Ter Avest E, Holewijn S, Stalenhoef AF, et al. Variation in non-invasive measurements of vascular function in healthy volunteers during daytime. *Clin Sci (Lond)*, 2005, 108: 425-431.
- [8] 周艺彪,赵根明.测量的可靠性及其估计方法. *中华流行病学杂志*, 2003,24: 1146-1149.
- [9] Naidu MU, Reddy BM, Yashmaina S, et al. Validity and reproducibility of arterial pulse wave velocity measurement using new device with oscillometric technique; a pilot study. *Biomed Eng Online*, 2005, 4: 49.
- [10] Yamashina A, Tomiyama H, Takeda K, et al. Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement. *Hypertens Res*, 2002, 25: 359-364.
- [11] 颜流霞,李莹,李贤,等.动脉脉搏波速度测量的重复性. *中华高血压杂志*,2007, 15: 322-325.

(上接第 371 页)