

· 四诊研究 ·

脉长的数字化、可视化探索

张治国¹ 牛 欣¹ 杨学智¹ 司银楚¹ 高 蔚¹ 陈冬志² 董晓英¹ 赵翠敏¹

(1. 北京中医药大学生物医学工程中心, 北京市朝阳区北三环东路11号, 100029; 2. 河北大学医学部)

[摘 要] **目的** 探讨脉长推导参数(DPPL)、桡动脉及周围组织纵切面面积的周期变化率(CVRA)与脉长之间的关系。**方法** 应用可视化脉动信息采集分析装置,同步采集40例具有不同脉长的患者和20例平人关部脉的压力信号、心电信号和桡动脉纵切面动态B超图像。在MATLAB 7.0.1软件对数字信号和超声图像进行分析处理的基础上,观察不同脉长对DPPL和CVRA的影响。**结果** 与平脉组比较,脉长变组和脉短变组的DPPL和CVRA差异均有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);与脉长变组比较,脉短变组DPPL和CVRA明显减小($P < 0.01$)。**结论** DPPL及CVRA可以作为初步判别脉长的参数。**[关键词]** 脉诊;脉长;桡动脉;脉长推导参数;纵切面面积;周期变化率

Digitalized and Visualized Exploration of Pulse Length

ZHANG Zhi-guo, NIU Xin, YANG Xue-zhi, et al.

(1. Biomedical Engineering Center, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029)

ABSTRACT **Objective** To explore the relationship among derived parameter of pulse length (DPPL), cyclical variation rate of area (CVRA) of longitudinal section of radial artery and peripheral tissue and pulse length. **Methods** A new-type sphymograph was applied to collect synchronously the pressure phymograms of guan pulse, signals of ECG and dynamic B ultrasound images of longitudinal section of radial artery of 40 patients and 20 healthy persons. The effect of different pulse length on DPPL and CVRA was observed based on the digital signal processing and image analysis with MATLAB 7.0.1. **Results** Compared with those in normal pulse group, DPPL and CVRA of long-variation pulse group and short-variation pulse group were significantly different ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). Compared with those in long-variation pulse group, DPPL and CVRA of short-variation pulse group were significantly decreased ($P < 0.01$). **Conclusion** DPPL and CVRA can be used to differentiate the pulse length preliminarily.

Key Words Pulse taking; Pulse length; Radial artery; Derived parameter of pulse length (DPPL); Area of longitudinal section; Cyclical variation rate

脉长是指医者诊脉时脉动应指所感受到的脉管长度,可分为长、短两类,属脉形范畴^[1]。脉长是脉诊属性现代研究中较难解决的问题之一,主要因为目前脉诊研究开发的脉诊仪传感器以单部压力探头为多,除常规寸、关、尺三部检测外,还需要增加寸上鱼际和尺下两部的测量,而使检测时间延长。另外,患者手臂长时间处于固定姿势,可能使脉象发生变化,影响病情诊断。为此,本研究运用自行研制的可视化脉动信息采集分析装置对脉长与脉长推导参数(DPPL)和桡动脉及周围组织纵切面面积的周期变化率(CVRA)进行初步探讨,现报告如下。

1 研究对象

本研究定义脉动应指范围超逾寸、关、尺三部的脉

象为长变脉,包括长脉、洪脉、实脉、弦脉及相兼脉;不及三部为短变脉,包括短脉、动脉、涩脉及相兼脉。平脉即健康人脉象,一息四至,脉率70~80次/分钟,不浮不沉,从容和缓有力,脉长仅及寸、关、尺三部^[2]。

1.1 纳入标准

门诊或住院患者以及体检健康人群;年龄18~70岁;男性;两名副主任中医师诊脉及第三人脉图分析^[2~4]均判定为长变脉、短变脉或平脉。

1.2 排除标准

安装心脏起搏器者;急症患者;中医诊断为无脉、斜飞脉或反关脉者;上肢残疾者;寸口部皮肤有损伤者。

1.3 一般资料

长变脉和短变脉的采集对象为北京中医药大学东直门医院和第三附属医院住院患者,采集时间为2007年11月~2008年1月;平脉采集对象为北京中医药大学教职工,采集时间为2007年12月~2008年1月;采

基金项目:国家自然科学基金面上项目(30371720);国家自然科学基金重点项目(60431020);国家“十五”科技攻关计划项目(2004BA721A0994);国家“十五”科技支撑计划项目(2007BAI07A23)

通讯作者:牛欣, niux1@vip.sina.com, (010) 64287090

脉部位均为右手寸口关部。脉长变组:20例,年龄39~59岁,弦脉15例,洪脉5例,涉及高血压、肝硬化并门静脉高压、肺部感染伴发热、脑梗死并高血压等疾病。脉短变组:20例,年龄41~60岁,短涩脉18例,短脉2例,涉及冠心病、主动脉瓣狭窄、肺原性心脏病等疾病。平脉组:20例,年龄37~54岁,经每年的常规体检均为健康人。

2 方法

2.1 实验仪器

实验仪器选用本研究组自行研制开发的新型中医取脉装置。该仪器将仿生柔性压力传感器、B型机械超声扫描探头和心电传感器整合,可同步采集Ⅱ导联心电信号、脉搏压力信号、桡动脉运动超声图像,多通道信号经放大、滤波处理,传送至计算机。超声工作频率为10MHz,机械扇形扫描方式,纵向分辨力 $\leq 0.2\text{mm}$,横向分辨力 $\leq 0.4\text{mm}$;帧频10~16帧/秒;256灰阶,游标测量精度 $\leq 0.25\text{mm}$ 。压力传感器工作灵敏度 0.25mV/grF ,响应时间 1.0ms ,重复性 $\pm 0.2\%\text{Span}$ 。

2.2 操作方法

开启仪器,设置参数,令受试者安静10分钟后,取仰卧位,右展右臂,直腕仰掌,自然放置于腕枕上;连接Ⅱ导联心电图;专人操作,调整整合探头,使之轻置于寸口关部并充分接触,同时探头一侧的白色标记点垂直于长轴方向(示扫描桡动脉横切面),在超声耦合剂的介导下,启动脉诊信息采集系统;调节压力,观察实时脉图和寸口桡动脉实时运动变化情况,找到最适取脉压力,待各项指标趋于平稳后,开始记录标准Ⅱ导联心电图、压力脉图和B超图像。

2.3 观察指标及计算方法

2.3.1 脉搏波传导速度(PWV) 体外测量胸骨第二肋间经肱骨小结节至寸口关部的距离,作为脉管长度估计值,脉波传播时间则是从心电图R波顶点到其后对应得脉图起始点的时差中,再减去0.05秒的左心室等容收缩期估计值而求得^[1]。脉波传播时间由分析软件自动计算。

2.3.2 桡动脉运动周期功率(CP) 以两个心动周期的R波顶点为标准,选定一个心动周期中所有采样点。应用MATLAB7.0.1的SPTool工具箱,通过1024点的快速傅利叶变换(FFT),分析不同脉势的脉象压力信号的周期频域特征^[5];积分法求出频域分析的曲线下面积,作为周期脉动信号总功率;将总功率除以采样点数,得出平均每个采样点或采样间隔时间内的功率。周期内采样点数与平均功率的乘积称为周期功率。

2.3.3 脉长推导参数(DPPL) 是反映脉长属性的参

数之一,为PWV与CP的乘积。

2.3.4 桡动脉及周围组织纵切面面积周期变化率(CVRA) 桡动脉及周围组织纵切面图像的处理:可视化脉动信息采集装置可连续采集 720×576 像素的标准RGB超声图像,图像中B超探头位置、扇扫范围以及图像边界固定。前期大量图像处理试验的结果证实,固定位置的 383×288 像素的矩形框(底边与桡动脉下层组织超声扫描图像边界相切)可将二值化分割后的桡动脉及周围组织纵切面图像完全包含,回声强度较低的部分探头外壁可被完全去除。面积和周期变化率的计算:分割后的二值图像仅保留桡动脉及其上下层组织纵切面回声较强的部分,显示为白色。以与脉图同步心电图的R波为标志,选定一个心动周期,确定此心动周期内取脉装置B超探头采集到的图像序号,一般为6~12幅连续图像;应用MATLAB7.0.1的像素面积计算函数,可获得白色部分的像素面积;根据周期内像素面积最大值、最小值和周期采样帧数,计算CVRA。 $CVRA = (\text{面积最大值} - \text{面积最小值}) / \text{周期采样帧数}$,每个受试者取5个心(脉)动周期计算上述参数,每个参数取平均值。

2.4 统计学方法

所有数据资料均经SPSS13.0统计软件处理,正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,多组变量采用单因素方差分析的LSD或Tamhane's T²进行分析和两两比较。

3 结果

3.1 不同脉长对PWV、CP、DPPL的影响

表1示,脉长变组受试者的PWV高于平脉组和脉短变组,组间差异具有统计学意义($P < 0.01$),而PWV在平脉组和脉短变组之间的差异无统计学意义($P > 0.05$);CP和DPPL在脉短变组和平脉组间差异亦具有统计学意义($P < 0.01$)。

表1 各组受试者PWV、CP和DPPL比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	PWV(m/s)	CP(Hz×db)	脉长推导参数(Hz×db×m/s)
脉长变组	20	7.730±0.417	1.870±0.087	14.456±1.064
平脉组	20	6.265±0.391*	1.689±0.132*	10.587±1.097*
脉短变组	20	6.433±0.489*	1.333±0.080*△	8.581±0.926*△

与脉长变组比较,* $P < 0.01$;与平脉组比较,△ $P < 0.01$

3.2 不同脉长对CVRA的影响

表2示,CVRA在脉短变组、平脉组、脉长变组逐步增大,组间差异均有统计意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。

表2 各组受试者 CVRA 比较(像素面积/帧, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	面积变化率
脉长变组	20	38.364 $\pm$ 9.615
平脉组	20	26.516 $\pm$ 5.566 *
脉短变组	20	20.412 $\pm$ 4.640 ** Δ

与脉长变组比较, * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; 与平脉组比较, $\Delta P < 0.05$

4 讨论

"位、数、形、势"是晚清医家周学海提出的统领脉象的纲领,脉长属于脉形的范围。目前脉诊现代研究以一维压力脉搏波的采集和分析为主。通过压力脉图对脉长进行分析过程较为繁琐,除寸、关、尺三部外,还需要在寸部和尺部的延长位置,即寸上鱼际和尺下进行压力脉图的采集,再通过特征参数的分析进行脉长的判别^[3,4,6]。本研究将B超可视化技术引入中医脉诊研究,可同步采集寸口桡动脉运动图像和脉动压力数字信号。有效信息获取空间的扩大为脉形及脉长这一脉象要素检测新方法的出现提供了基础。

目前比较公认的脉象要素有8种,即位置、至数、长度、宽度、力度、流利度、紧张度、均匀度^[7]。我们研究认为,脉长者可见脉力非常强盛、脉管紧张度增高,脉短者脉力正常或弱、脉管紧张度正常或较低。因此推断脉之长短可能与脉力(势)和紧张度有关系。脉之长短与脉力(势)有关的原因,主要从触觉阈作如下考虑。触觉阈即引起触觉的最小压陷深度(H_m)。人手掌面的指尖是触觉最敏感的部位(阈值在 $10 H_m$ 以内),其次为手指的其余部分^[8]。手指指腹呈弧形,医者手指与患者寸口皮肤接触的程度,由指腹中央向外侧逐渐减弱,指腹外侧部位的一些区域未到达触觉阈,如果这些部位要感受到脉管搏动,那么需要增加手指与皮肤的接触程度,达到触觉阈。在医者手指施力不变的情况下,寸口部皮肤发生位移的主要原因在于桡动脉的周期性搏动,使手指与患者寸口皮肤接触的程度发生周期变化,从而产生搏动感。桡动脉搏动产生的位移,与动能的形成有关,运动产生的能量越大,力度越大。故认为脉长可能与脉力(脉势)有一定关系。而脉之长短与紧张度有关,主要从触压觉机械感受器的角度进行了考虑。Meissner触觉小体为机械感受器之一,属快适应感受器^[8,9],其感受野小而且边界清楚。桡动脉紧张度增高时,脉管硬度相应增高,脉管与周围组织硬度之间的差异增大。搏动过程中,脉管上层的皮肤较周围皮肤可获得较快的变形速度,更容易被Meissner触觉小体感受到。因此,脉之长短可能与脉力(势)和紧张度存在关系。本研究中,PWV是指脉波从主动脉根部传播到寸口关部桡动脉处的平均速度,是反映动脉弹性和硬度的良好参

数^[10],可用于脉管紧张度的考察^[11]。CP是本研究自行拟定的反映脉势强弱的参数之一,用于估计周期内桡动脉压力变化产生的能量,脉长推导参数为CP与PWV的乘积。

寸口部桡动脉的B超图像无法分割出完整的血管边缘,本研究采取整体研究的方法,即通过研究探头下桡动脉及其周围组织纵切面二值化图像,观察该切面白色区域面积的周期变化情况,间接考察桡动脉周期性的舒缩运动。B超灰度图像中,组织密度越大,其声阻越大,图像灰度值越趋于白色^[12]。桡动脉周期性的舒张和收缩会对其周围组织产生周期的压迫,使其密度和声阻也发生相应的周期变化,故白色区域的面积也发生周期性变化。通过检测关部下桡动脉及其周围组织纵切面声像图中白色区域面积的周期变化率,间接考察桡动脉的周期性舒缩幅度。

实验结果显示,脉长与PWV、CP有一定关系,DPPL和CVRA可以作为初步辨识脉长的参数。证明采集关部的数字化、可视化脉动信息就可以获得脉长的信息,大大简化了原有的通过分析脉搏波动信号来判断脉长的过程,提高了检测效率,更加适用于临床工作。

参考文献

[1]傅骢远,牛欣.中医脉象今释——现代实验研究.北京:华夏出版社,1993;31,168~169.
[2]费兆馥.现代中医脉诊学.北京:人民卫生出版社,2003;77,91~96,198~208.
[3]黄世林,孙明异.中医脉象研究.北京:人民卫生出版社,1986;112~116,128~140,151~155.
[4]徐迪华,徐剑秋,徐丽敏.中华脉诊的奥秘——200幅脉图解析.南京:江苏科学技术出版社,2005;239~242.
[5]飞思科技产品研发中心.MATLAB7辅助信号处理技术与应用.北京:电子工业出版社,2005;442~447.
[6]陆小左,付娟,邢淑丽,等.脉图的简单判别.天津中医学院学报,2003,22(3):4~5.
[7]王忆勤.中医诊断学.北京:中国中医药出版社,2004;94~95.
[8]韩济生.神经科学原理.2版.北京:北京医科大学出版社,1999;693~705.
[9]李跃军,陈绍宗,程飙,等.猴失神经手指埋入神经后机械感受器再生研究.中华整形烧伤外科杂志,1998,14(5):348~351.
[10]Roland Asmar 著.王宏宇主译.动脉僵硬度和脉搏波速度的临床应用.北京:人民军医出版社,2005;15~16.
[11]徐元景,牛欣.中医脉诊位数形势属性的检测方法探讨.中国中西医结合杂志,2003,23(6):467~470.
[12]张青萍,王新房.B型超声诊断学.上海:上海科学技术出版社,1992;5~6.

(收稿日期:2008-01-07;修回日期:2008-03-17)

[编辑:邓媛]