

引用:史宇兵,刘奇,苗玉清,等.关于脉诊客观化研究中脉搏波测量的思考[J].现代中医药,2023,43(5):7-10.

关于脉诊客观化研究中脉搏波测量的思考^{*}

刘力^{1,2} 刘奇¹ 苗玉清¹ 杨晓航¹ 乔海法¹ 史宇兵^{1**}

(1. 陕西中医药大学/陕西中医诊疗技术装备研发协同创新中心,陕西 咸阳 712046;

2. 广东省新黄埔中医药联合创新研究院,广东 广州 510000)

摘要:对脉搏波的测量和分析是当前脉诊客观化研究的核心内容。在比较不同指标变量的基础上,认为从测量的便捷性、精度和经济性的角度,压力波作为脉搏波的指标变量是最合适的。此外,中医经典中所描述的脉象,是医者通过指端触觉感受寸口处的脉搏波在头脑中形成的对脉搏情况的主观认识和印象,与脉搏波相关但是并非脉搏波本身,所以研究者也应当注意脉象与脉搏波之间的关联和差异。

关键词:脉诊;脉象;脉搏波;压力波

中图分类号:R241.19 **文献标识码:**A

文章编号:1672-0571(2023)05-0007-04

DOI:10.13424/j.cnki.mtcm.2023.05.002

脉诊作为中医四诊之一,在中医临床实践中发挥着重要作用。作为相关经验的整理和总结,《内经》《脉经》等中医经典中对不同生理病理情况下的脉象特征基于诊脉者的直观触觉感受进行了详尽的主观描述。随着中医药现代化进程不断加快,科学、客观、精确化的科研范式已成为历史需要,中医药科研工作者致力于将中医传统理论与现代技术有机结合,不断尝试运用现代工程学的方法测量和分析脉象,对传统脉学理论和实践进行科学解读。在过去的数十年间,相关研究成果大量涌现,并已汇集业内有影响的代表著作^[1-2],极大丰富了我们对于传统脉学理论的认知和理解。

现代脉诊学从血流动力学的角度认识脉象,记录不同正常和疾病状态下患者寸口处的脉搏波形进行分析,以深入理解脉象的成因及其与疾病状态的关联性。纵观当前基于医工结合方法所开展的脉学研究工作,我们在赞叹研究人员所取得的巨大成就的同时,对于具体工作中关于脉搏波测量指标的特性与选择,以及脉搏波与脉象之

间的关系有一些思考,愿与学者在此讨论,期望有助于推动中医脉诊研究的进一步发展。

1 描述脉搏波的指标变量

脉搏波是心脏搏动以及血管的形状和特性变化对血流状态造成的扰动在动脉血管中的传播。它是一种运动形式,是自然存在的,具有彼此关联而且相互影响的多方面特征(如血压、血流量、血流速度、血管截面积、血管位移、血管壁张力等的变化),而其中的每个特征都不能全面代表脉搏波的整体。采用特定的描述变量来观测脉搏波的某一特征,就会得到对应于脉搏波该特征的具体响应。描述变量选择不同,则得到的响应数据不同。从血压的角度来观察,使用压力传感器进行测量,就会测得压力波;从血流量或者血流速度的角度来观察,使用流量计或者超声设备进行测量,就会得到流量波或者速度波;从血管截面积、截面直径或者血管位移的角度来观察,使用光电容积测量设备或者核磁共振、CT、及超声设备来测量,就会得到截面积、截面直径或位移随观察时间和位置的变化情况(这也可以看作是一种波)。血压、血

^{*} **基金项目:**广东省新黄埔中医药联合创新研究院联合创新研究项目(2021IR001),陕西省中医药管理局中医药传承创新暨“秦药”开发重点科学基金项目(2022-04-22-008),陕西省中医药管理局中医药科研项目(2023-JC-021),陕西省科技创新团队(2021TD-47),陕西中医药大学中医诊疗技术装备交叉学科(2022XKZC07)

^{**} **通讯作者:**史宇兵,教授。E-mail:yshi@sntcm.edu.cn

流量、血流速度、血管截面积等这些指标变量各自反映了脉搏波的某个侧面的信息,它们之间因为服从流体力学规律以及血液、血管的材料特性的约束而彼此关联且相互影响,但是不能彼此代替。它们都携带着患者的生理病理信息,但是表征的明显程度有差异,测量的难易程度也有差异。其中,压力波的测量最简单、经济而且精确度高,对生理病理信息的展示也最直观和明显;流量波和速度波次之;测量血管截面积、截面直径、位移则需要较昂贵的设备,测量精度差,而且这些信号本身的变化幅值小,所以对生理病理信息的展示也比较隐晦。因此,脉搏波研究中大多数情况下主要关注于压力波的测量和分析,有时候按需要辅以流量波的测量,对速度、截面积、截面直径、位移这些指标变量较少使用。

2 脉象信号的表征

中医在寸口或其他特定部位诊脉,获得的是动脉的搏动信息^[1]。开展脉象的现代化和客观化实验研究首先要明确脉象信号的表征形式。我们认为,脉象是触诊时诊脉者通过指端触觉所感知到的患者寸口处的皮下搏动运动在诊脉者头脑中形成的对患者脉搏状态的感受、印象及判断。患者血管内的压力波动引起血管壁的涨缩运动,经由患者寸口皮肤与诊脉者指端皮肤各自的变形和相互接触,传递到诊脉者的指端触觉神经,表现为对指端触觉神经的机械力学刺激。所以,脉象的低级表征形式是指端神经感受到的力学刺激,高级表征形式是在头脑中形成的认识和印象。

脉象所关联的是力学刺激,其来源是动脉血管中的压力波动,而不是血流量或血流速度变化。所以,通过脉搏波来研究脉象时需要测量的是脉搏波的压力波形而不是流量或者速度波形。有研究者提出,诊脉时探测的对象是脉搏波中的速度波,只有速度波才携带各组织器官的生理病理信息^[3]。该观点并不准确。且不说指端触觉无法感知速度波,断言只有速度波才携带生理病理信息的说法本身就缺乏理论依据。还有研究者采用彩色脉冲多普勒超声仪研究高血压的弦脉,发现高血压弦脉组患者的血流最大峰值速度、平均血流速度、血流加速度等均高于非弦脉组患者,由此认

为多普勒超声是脉象客观化、科学化研究的新方法,应予推广^[4]。实则该研究只能证明脉象与血流速度之间存在某些方面的相关性,并不能说明血流速度足以表征脉象。脉象研究可以辅以血流速度等指标变量的分析,但是不应该为了另辟蹊径而忽略以至背离脉搏波压力波形这一直接表征变量。另外,血流量或血流速度的测量比压力的测量需要更复杂昂贵的设备,测量过程更加困难,测量结果的精度也远不及压力测量,所以改用超声血流量或血流速度测量来研究脉象还有待商榷。

同时,我们需要认识到脉象是切脉时脉搏波变化在诊脉者头脑中所形成的主观感受,并非寸口处的脉搏波本身,而且从频宽特性、灵敏度等方面来说人的指端触觉神经的感知特性与传感器存在较大差别,所以研究者需要注意脉象与脉搏波从内容到形式上的差别^[5]。虽然目前绝大多数研究者将测量和分析脉搏波等同于脉象的客观化研究,我们必须认识到这只是由于我们缺乏对于神经感知和思维认知的定量化模型研究而不得不采用的权宜之计。以后的脉象研究中需要着力弥补这些感知和认知科学方面的缺陷,并清楚认识脉象和脉搏波之间的关联和差异。

3 脉象信号的采集

脉象的客观化实验研究涉及到对脉象信号的采集。这包括传感器类型的选择和测量装置的开发。如前所述,通过脉搏波来研究脉象时需要测量的主要是脉搏波的压力波形。有研究者^[6]总结了中医脉象研究所用传感器的类型,指出目前应用的脉象传感器种类可分为感受脉动处压力变化的压力传感器、感受脉管容积变化的光电传感器、利用声学原理拾取脉搏振动的传声器、以及超声多普勒检测技术四种。从检测技术的角度来看,压力传感器是通过应变片以及压电晶体等材料测量血压变化的,对测量信号的保真度较高;传声器通过空气的传导感知压力变化,考虑到空气的压缩性和惯性,该传感器会对所传导的信号产生扭曲和衰减,带来一定程度的信号保真度问题;光电容积传感器是基于患者群体大样本的血管材料特性,从患者个体的血管管腔变形来间接推测血压

变化的,因此对其保真度和用于脉象研究的精度需要权衡;超声多普勒检测主要是用于检测血流速度的,它也能测量血管的管径变化并由此结合患者群体大样本的血管材料特性以间接推测患者个体的血压变化,但是其对脉搏波信号的保真度和测量精度可能难以满足脉象研究的要求,如果基于血流速度检测来研究脉象则难以与中医传统脉学理论中的论述相对照。

关于脉象信号的测量方法,笔者认为可以参照现代医学工程研究中的血压波形测量方法,现代医学工程研究在这方面已经积累了丰富的经验。Mukkamala 等^[7]和 Li 等^[8]详细介绍了这方面的技术发展,国内学者^[9]也对此进行了概述。现代医学工程研究在使用经典血压测量法如袖带式示波振荡测量法和应变片张力测定法进行无创精确血压测量以及信号滤波降噪处理等方面做出了良好的示范,近年来对于无袖带式血压间接测量法也进行了很多卓有成效的探索。虽然脉象研究涉及三部九候的信号采集因而比医学工程中对血压测量的要求更复杂,但从脉搏波测量的角度来说,现代医学工程研究所积累的这些成熟经验值得脉象研究人员借鉴。

脉象测量装置的开发则涉及基于上述传感器而构建完整的脉象采集系统,完成从测量点定位、传感器充分接触测量点、脉象信号采集、信号调理放大、以及信号记录存储分析等一系列任务。国内外开发的各种形式的脉诊仪基本不离其宗。张晓然等^[10]、陈彦坤等^[11]、杨培云等^[12]对国内外的脉诊仪研发进行了较全面的总结,张绍良等^[13]、龚文珠^[14]、李甜等^[15]从脉诊仪的研发评析了当前中医脉诊的客观化研究现状。许家佗等^[16]、乜国荃等^[17]以及其他研究者^[18-20]介绍了各自研发的脉象采集系统的结构和功能详情。目前市场上也有很多脉诊仪^[21-25]供家庭或研究使用,这些产品中有些^[24]是基于手指端的光电容积传感器测量的,其余的系统和产品都是测量寸口处的血压变化。上述不同系统和产品的主要区别在于传感器与测量点的接触方式、能够同时测量的探头数或通道数、是否增加了后续的脉象分析和疾病诊断这些附加功能等。值得注意的是,采用多点阵列式探头取

代早期的单探头或三探头进行脉象信号采集,有助于对脉象变化进行更丰富和立体的展示,正在成为脉诊仪发展的新动向^[25-26]。鉴于脉诊仪类设备在中医药科研和临床中的重要作用以及该领域的活跃发展,国家食品药品监督管理局专门制定了《中医脉图采集设备》的行业标准^[27],以规范和指导此类设备的研发和使用。

4 总结

本文就现代脉诊学研究中脉搏波测量的相关工作进行了分析,认为从测量的便捷性、精度和经济性的角度来说以压力波作为脉搏波的指标变量是最合适的,将光电容积测量、血流量测量、血流速度测量作为脉搏波的研究主体会带来测量和分析方面的问题。另外,中医经典中所描述的脉象是诊脉者通过指端触觉感受寸口处的脉搏波从而在诊脉者头脑中形成的对脉搏情况的主观认识和印象,与脉搏波相关但是并非脉搏波本身。研究者应当注意脉象与脉搏波之间的差异。

参考文献

[1] 费兆馥. 现代中医脉诊学[M]. 北京:人民卫生出版社,2003.

[2] 徐迪华,徐剑秋,徐丽敏. 中华脉诊的奥秘[M]. 2 版. 江苏科学技术出版社,2009.

[3] 金伟,桑素珍,辛超. 脉诊中的压力脉动和流量脉动研究[J]. 中医临床研究,2014,6(6):33-34.

[4] 柳文仪,赖仲平,郝喜书. 彩色脉冲多普勒超声仪对高血压病弦脉与非弦脉的研究[J]. 中医杂志,1993,34(11):684-685.

[5] 史宇兵,杨洪义,袁瑞华. 从触觉的频率和阈值特性探讨寸口脉象特征[J]. 中医杂志,2021,62(14):1218-1223.

[6] 燕海霞,王忆勤,李福凤. 中医脉象传感器的研究进展[J]. 上海中医药大学学报,2005(1):62-64.

[7] Mukkamala R, Stergiou G S, Avolio A P. Cuffless Blood Pressure Measurement[J]. Annual Review of Biomedical Engineering,2022(24):203-230.

[8] Li S,Zhang C,Xu Z,et al. Cuffless Blood Pressure Monitoring:Academic Insights and Perspectives Analysis[J]. Micromachines,Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2022,13(8):1225.

[9] 史宇兵. 无袖带式血压测量的新发展[J]. 实用心脑血管病杂志,2023,31(1):76.

- [10] 张晓然, 李素香, 张勤善. 脉象仪的发展现状与思考[J]. 中医研究, 2008, 21(5): 3-6.
- [11] 陈彦坤, 刘琦, 谢梦洲. 脉诊仪的研发和脉象图分析方法的研究进展[J]. 湖南中医杂志, 2018, 34(12): 172-174.
- [12] 杨培云, 滕晶, 齐向华. 浅析现代脉诊仪的研究进展[J]. 湖南中医杂志, 2018, 34(4): 202-204.
- [13] 张绍良, 张志枫, 许家佗. 寸口三部九候脉诊客观化研究进展[J]. 世界中医药, 2016, 11(5): 929-931, 935.
- [14] 龚文珠. 互联网时代背景下脉诊客观化研究探析[J]. 陕西中医药大学学报, 2016, 39(6): 29-31.
- [15] 李甜, 刘雪梅, 刘媛, 等. 从脉诊仪谈中医脉诊客观化[J]. 河南中医, 2017, 37(1): 37-40.
- [16] 许家佗, 于波, 屠立平, 等. 指压式三部脉象采集关键技术研究[A]. 全国第十三届中医诊断学术年会论文汇编[C]. 中国江西南昌: 2012.
- [17] 乜国荃, 方祖祥. 人体脉搏的测量与分析[J]. 上海生物医学工程, 2006, 27(2): 74-76.
- [18] 汤伟昌. 双探头复合式中医脉象传感器的研究[J]. 中国医疗器械杂志, 2000, 24(1): 16-19.
- [19] 王炳和, 相敬林. 脉搏声信号检测系统实验设计及功率谱特征[J]. 中华物理医学杂志, 1998, 20(3): 158-161.
- [20] 潘礼庆. 便携式无线脉象数据采集系统的研究与设计[J]. 医疗卫生装备, 2010, 31(6): 58-59.
- [21] 太一科技-智能脉诊[EB/OL]. [2023-03-28]. <https://www.taiyi-tech.com/mai>.
- [22] 脉诊仪_智能型中医脉象仪_脉象采集仪_上海欣曼科教设备有限公司[EB/OL]. [2023-03-28]. <http://www.xinmanyixue.com/zhongyimaixiangyi.html>.
- [23] 道生脉象仪-中医诊断设备-产品与服务-上海道生[EB/OL]. [2023-03-28]. <https://www.daosh.com/product-details-3.html>.
- [24] 金姆 JINMU-金姆在手, 健康在握-金姆健康[EB/OL]. [2023-03-28]. <http://www.jinmuhealth.com/about-Product/jmjk.html>.
- [25] 柔性三维脉诊传感器_宁波柔脉电子科技有限公司[EB/OL]. [2023-03-28]. <https://www.roumy.cn/cpjs>.
- [26] 李昕欣, 冯飞, 杨恒, 等. 基于 MEMS 的中医脉诊与气味闻诊系统研究[R]. 上海: 中国科学院上海微系统与信息技术研究所, 2022.
- [27] 国家食品药品监督管理局. 中华人民共和国医药行业标准: 中医脉图采集设备[R]. 国家食品药品监督管理局, 2017.
- (修回日期: 2023-05-16 编辑: 蒲瑞生)