

综 述

中医脉诊学现代化研究

林炳岐 关 静 戴 宁 李 峰

(北京中医药大学基础医学院中医诊断系,北京,100029)

摘要 脉诊是中医学诊法中一种独特的诊断方法,是中医诊断学的标志性方法,但是,大部分人很难准确地掌握中医脉诊,在临床实践中也不能灵活运用。因此,加速脉诊的现代化研究,使中医脉诊标准化,不仅是中医脉诊学创新 and 发展的要求,而且可以使脉诊更加客观化,有利于临床的应用。

关键词 脉诊;客观化;脉诊仪

Modern Study on the Traditional Chinese Medicine Diagnosis

Lin Bingqi, Guan Jing, Dai Ning, Li Feng

(TCM diagnosis Department, Basic Medical College, Beijing University of Traditional Chinese Medicine, Beijing 100029, China)

Abstract Pulse diagnosis, a TCM diagnostic method, is a landmark method for TCM diagnosis. However, it is difficult for ordinary people to accurately master the pulse diagnosis in traditional Chinese medicine and apply flexibly in clinical practice. Therefore, accelerate the modernization research of pulse diagnosis and make pulse diagnosis standardization, not only is the traditional Chinese medicine pulse diagnosis science innovation and development requirements, but also can make the diagnosis more objective. The research can be conducive to clinical application.

Key Words Pulse diagnosis; Objection; Pulse diagnosis apparatus

中图分类号:R241.1 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1673-7202.2017.07.056

脉诊是中医诊法中的重要组成部分,古人云“望而知之谓之神,闻而知之谓之圣,问而知之谓之工,切而知之谓之巧”,可见,脉诊是中医四诊中最为灵巧的一种方法,并且其具有丰富的中医内涵和深厚的理论基础。但是在诊脉过程中,往往由于主观的因素,导致同一种脉象,不同的医生会有不同的认识,这也使大家在脉诊的认识上很难取得一致的认识。因此,加快研究脉诊,使之尽快实现现代化,并且尽快地和临床相结合,不仅能够促进临床水平的提高,也是中医与时俱进的要求。

中医脉诊学也可以说是一门独立的学科,和中医其他学科一样,都有自己独特的理论基础,同时建立了独特的方法和完整的理论体系。而中医脉诊学现代化研究是在传统的中医脉诊理论上,将现代先进的科学技术、手段和仪器融入到传统的脉诊方法中,对传统的中医脉诊方法进行完善和改进。因此,中医脉诊学原有的传统理论是现代脉诊学研究的前提条件,在此基础上与现代的科学技术相结合,继承和发展中医脉诊学的内容。下面笔者

就中医脉诊的理论研究、客观化研究和脉诊仪发展进行综述,并提出目前中医脉诊发展所遇到的问题。

1 中医脉诊的理论研究

早在我国古代,医者就已经开始探索脉象的形成机制,在中医经典著作《黄帝内经》(以下简称《内经》)中《素问·六节脏象论》介绍到:“心者…其充在血脉”,说明了脉象的形成基本动力是因为心脏的搏动,心是脉搏动的动力源泉,而心功能在人体外的具体表现就是脉象;《内经》中还还对气血进行了论述,认为脉象形成的物质基础是气血,如《素问·脉要精微论》云“夫脉者,血之府也”;同时《内经》也对脉管的弹性进行了讨论,认为脉象的形成和脉管的弹性有关,如《灵枢·决气》云“壅遏营气,令无所避,是谓脉”^[1]。在《难经·一难》中对寸口之脉也进行了说明,如:“独取寸口以决五藏六腑死生之法,何谓也?然寸口者,脉之大会,手太阴之脉动也。”这表明五藏、六腑和十二经脉的气血运行都要经过肺,通过肺对气血进行调控,而寸口动脉位于手太阴肺经,是经脉气血的会聚之处。这种说法和《素问·经

基金项目:北京中医药大学“重点学科”开放课题(522/0100604054)——航海中医学;李峰教学名师(1000062520383)

作者简介:林炳岐(1991.11—),男,硕士研究生,研究方向:中医的病证结合,E-mail:251253488@qq.com

通信作者:李峰(1966.03—),男,博士研究生,教授,研究方向:中医的病证结合,E-mail:lifeng95@vip.sina.com

脉别论》中“肺朝百脉”的论述也相近。所以,通过对寸口的诊察,可以了解人体气血津液的情况,从而判断人体的健康和疾病状况。此外,《素问·五脏别论》曰:“气口亦为太阴也,是以五藏六腑之气味,皆出于胃,变见于气口。”这说明寸口脉不仅能反映肺脏和肺经的状况,也能反映五脏六腑的情况^[2]。

现代的学者对脉象的原理也进行了研究,如余伶俐^[3]通过现代的技术手段对脉搏波信号的形成、传导和变形进行了研究,结果发现:1)随着时间的变化,动脉半径会出现相应的变化,而动脉管内的血压也会随着动脉半径发生变化。这种现象可以为现有的各种脉象仪记录、描述和绘制脉图提供理论依据。2)由于周围动脉脉搏波的反射,从而导致了脉压和周围动脉收缩压的升高。3)因为主动脉产生的波峰传播到桡动脉时,和外周返回桡动脉的波峰在脉诊仪测图部位出现相互叠加,从而压力脉搏波在周围动脉中出现增强的现象。这种现象的产生,也是中医独取寸口的优越之处。王唯工^[4]通过研究发现整个中医脉诊的理论是在十二条经络和心脏的周期跳动基础上建立的,同时创建了穴道与动脉和器官的经络模型—“弹簧共振”,并且根据之前的研究成果,提出一种新的理论,叫做“器官共振谐波”。他认为心脏、器官、动脉和穴道等组织都具有一定的弹性,并且这些组织都有自己的振动频率。其中,心脏是振动源,由于心脏规律性的跳动,从而产生了规律的振动,再通过波动的形式向各个器官传播能量;这也就导致了每一种器官都具有器官本身的一种频率和下一个谐波引起的频率。因为同时存在这2个共振频率,所以当心脏把能量传递给其他器官时,器官本身的频率和心脏传来的频率又共同形成一种新的频率,再将这种频率传递给下一个相关的器官。而柯学尧等研究发现中医所说的脉搏是一种特殊的驻波,认为寸口脉搏形成和人体的血液循环有关,其过程是通过心脏的收缩,从而产生压力波,再经过主动脉口传播到主动脉等一系列参与血液循环的脉管中,最后将这种压力波传播到末端的动脉毛细血管中。然后,动脉末端的毛细血管周围细胞将心脏传递来的这种压力波转换成新的收缩运动,形成末端能量源。这种能量源又通过血液循环的脉管将能量再次传回心脏,并且和心脏产生的驻波相叠加,产生的新的能量波再传递到寸口,从而形成中医所说的脉象。徐学军^[5]通过研究发明了一种T场理论,并且用这种理论来解释中医脉象的形成原理,认为人体脉管中的血液流动形式是一种锥形,这种锥形形

式能够产生T场效应。在心脏收缩过程中,心脏将血液输送到人体各个器官和部位时,会产生这种T场;而这种T场通过对运动物体的作用,以及改变机体的控制点从而产生脉搏波。同时,动脉循环系统中产生的“驻波”效应引起血液对动脉壁的冲击,和动脉壁随之产生的收缩和舒张运动,也是脉搏波形成的一种原因。

2 中医脉诊的客观化研究

从古至今,传统中医都是以手指的感觉来获取人体的脉搏信息,然后根据医生对脉搏搏动的主观判断,再结合自身的生活和医学经验,把所摸得“脉”形象化,例如“如羹上肥”“如轻刀刮竹”“如水上漂木”等,这种将脉搏信息形象化,在传统的中医学中称之为“脉象”,并将这种形象化表达传承下去。但是,传统脉象的概念和描述一般都比较笼统,而且每一种脉象的要点、技巧和判别标准也很模糊不清,并且个体因素差异、个人的经验和主观的判断等因素都会影响脉象判别结果。因此,在临床实践中对脉诊的认识分歧比较多,从而制约了中医脉诊的进一步发展,也降低了脉诊的临床应用价值。近几年,有许多学者在脉诊的客观化研究方面做出了大量的工作,也取得了一定的进展。

2.1 脉象采集的客观化

马宁^[6]等认为在传统的脉诊基础上,利用计算机的优势,对中医脉诊中经典的医学著作进行收集、整理、处理,再使用统计学的方法筛选出有统计意义的书籍,从而建立一个中医脉诊数据库,这样的思路可以将中医脉诊客观化研究提供一种新的思路,将研究带入一种新的发展模式。费兆馥^[7]认为要实现寸口三部脉象客观检测,目前首要的任务是研制出一个操作简单,又能收集丰富的信号,并且可以模拟“三指并齐”和“指指交替”脉法的传感器。这种传感器可以采集更加丰富的脉象信息,同时还要以传统脉学的理论为基础,为临床的治疗提供重要依据。刘磊^[8]等认为在脉诊的客观化研究中,可以将不同的疾病,或者证型和相应的脉搏信号特征建立起一种互相对应的关系,这样可以将脉诊的过程简单化。邸丹等^[9]研究发现,近年来中医脉象信息客观化采集主要采用非接触式传感器、接触式传感器、和复合式传感器。其中1)非接触式脉象传感器在采集脉象信号时,机器可以不用直接接触皮肤的表面,这种非接触式传感器主要有:传声器、光电式脉搏传感器和超声多普勒传感技术;2)接触式脉象传感器在采集脉象信号时,机器探针直接接触桡动脉皮肤,动脉不同的压力变化就会

产生不同的脉象信号,接触式脉象传感器主要是压力传感器;3)复合式传感器是联合使用2种或2种以上的传感器,复合式传感器通常是联合应用非接触式传感器和接触式传感器。研究同时发现,压力传感器是目前普遍采用的脉象信息采集方式,脉图信息的提取与分析方法主要有时域分析法、频域法和时频联合分析法。

2.2 脉象分析的客观化 王玺玺等^[10]认为通过体外血液的流动变形性可以推测体内生理、病理变化从而探讨中医脉象产生的机制。这种方法为中医脉诊的客观化研究提供了一种新的角度和思路,为中医脉诊及诊断方法与现代科学技术的联结与融合搭建桥梁,进而实现中医诊断的现代化,并为临床实践服务。刘雪梅等^[11]研究显示,近些年来,对于脉诊客观化研究,中医工程在许多方面进行了探索,主要表现在脉象的客观分析法、脉象的检测法、脉象的识别法和脉图的分析法等方面,特别是脉象仪的研制,它的广泛使用明显地推动了脉诊的客观化、现代化和标准化的发展。滕晶等^[12]在研究脉象信息表达的理论基础、脉象的表达通路和相应的客观化时发现,脉诊的信息来源于血液、血管壁和脉搏波,3者相互作用而形成,医生可以通过不同的感觉通路来获得脉诊信息,经过对通路的认知,从而获得脉诊信息代表的意义,然后再经过脉诊的客观化研究,最终能够还原出诊脉的过程,从而使脉象客观地呈现出来。边振等认为,在金氏脉学理论指导下的“金氏脉诊仪的研制”是中医脉诊客观化和现代化发展的新的实践。同时将金氏脉学理论和现代医学理论结合,再引入现代先进的科学技术,这为中医脉诊客观化研究提供了新思路和方法。赵汉青等提出了一种计算心电和脉象信号时差值的方法,该方法运用计算机来采集脉诊的信息和数据,并且和心电图数据进行比较、分析和计算,从而获得同一射血周期内血液的传播时间,再根据时间点描绘成图。该方法和传统的脉诊方法比较具有诸多明显优势,如信息可定量描述、信息数字化和结果的可计算等。此方法把中医的脉诊信息和西医的心电图信息进行结合研究,这也是研究中医脉诊现代化的一种新方法、新思路,为中医的现代化研究和现代生物医学的发展提供了新的方向。雍小嘉等认为,根据《内经》的论述尺肤为全身皮肤的缩影,诊尺肤和诊寸口等一样,可以反映全身脏腑组织器官的病变,当脉象发生变化时,尺肤状态也会发生相应的变化。在现代社会,皮肤医学和医学美容学发展非常迅速,对皮肤的各个

方面都进行了深入的研究,但是主要在四个方面进行研究:色素水平、油脂、水分和弹性,并且目前的技术,能够很精确地检测出这几个方面,而且易于操作。根据尺肤的油脂、水分和弹性这3项指标,就已经可以基本把尺肤的变化、特征和状态反映出来。因此,在临床研究中,可以收集患者的脉象特征和尺肤指标的数据,进而整理出寸口脉象的特征和尺肤的特征,然后将两者建立起一定的联系,这种方法可以用来佐证脉诊的客观化研究。

2.3 脉象客观化的临床应用 许文杰等^[13]研究显示近些年许多学者通过中医脉诊现代化参数的方法对冠心病脉象分布规律、脉图特征及其形成机制开展了研究,并取得了一定的进展,为应用脉象、脉图这种无创而简便的方法对冠心病进行辅助诊断提供了理论支持,对冠心病临床诊断和治疗有着一定的参考价值。宫树杰等^[14]采用脉象信号的采集、预处理和分类的方法来区分肝硬化患者和健康人。首先,采用压力传感器的方法,对健康人和肝硬化患者的脉象进行信号采集,再把信号中的“杂质”去除;然后对收集的信号进行整理、处理,将特征性的信号提取出来;最后,利用支持向量机的技术,对脉象信号进行处理、分类,从而来识别健康人和肝硬化患者。通过这种方法研究发现,利用该方法能够很好地区分健康人和肝硬化患者脉象的特征,因此也能够区分健康人和肝硬化患者。金永梅等^[15]研究发现肝癌的脉形、脉图、血流动力学均具有一定特异性,脉诊现代化研究的仪器日渐精密,研究方向日渐清晰,对于肝癌的不同证型的临床诊断、辅助治疗具有十分重要的意义。宋伟庆等^[16]使用TD-III型智能脉象信息检测仪器进行收集分析临床数据,提供中医脉诊的量化指标,对冠心病患者临床治疗前后脉象的改变进行观察,根据其统计结果进行探讨冠心病的基本病机为本虚标实,虚实夹杂,这是利用脉诊客观化指标的方法所得出的病机,同时也符合目前对冠心病病机的主流认识。因此,本次的研究成果对于冠心病的诊断、临床治疗和预后护理等方面都起到了一定的借鉴作用,而且利用这种理论方法,可以对冠心病的临床疗效进行中医客观化的评价。

总之,脉诊客观化的研究近些年在各个方面取得了一定的进展与突破,为脉诊的现代化发展提供了许多新的思路,同时也奠定了坚实的基础。刘磊等^[17]总结了目前国内和国外对于脉诊客观化的研究,发现主要有以下几个方面:1)脉搏信号模式的分类研究;2)脉搏信号的预处理和特征性提取研究;3)

脉搏信号的采集系统研究;4)脉象的临床应用研究。马良宵^[18]等从中医药及医疗器械标准化研究、中医现代化研究,以及中医药疗效评价研究中得到启示,对中医类诊断性医疗器械,尤其是中医脉诊仪临床试验方案的设计思路及操作标准等进行新思路、新方法的探讨。同时,对其课题组研制的、技术相对成熟的BD-SZ-01四诊合参辅助诊疗仪的脉诊仪进行了临床试验的实例研究,为制定中医脉诊仪临床试验的行业标准提供进一步研究和探索的参考资料。林海慧等^[19]认为在现阶段的中医脉诊学的研究结果中,临床上尚未形成统一的、规范化的中医脉诊传感器以及物理量,而且在采集患者脉象检查的2种属性资料时,仍然缺乏统一的标准。因此,中医的科研工作者和临床医师在研究中医脉诊时,应该从多物理量、多层次、多角度出发,对患者脉象信息的采集,可以使用公认比较成熟的中医脉诊传感器,这样脉诊客观化的研究更加利于临床的应用。

3 脉诊仪的发展研究

脉诊仪是传统中医脉诊理论和现代科学技术的结合体,是中医脉诊学发展史上的一大创新。中医脉诊是一种无创伤性疾病诊断的方式,因此脉诊仪具有很大的市场潜力,现在许多人和越来越多的企业都已经看到了这种方法的优点,他们纷纷都开始了脉诊仪的技术研发和产品的制作。

陈庆梅等^[20]在现代传感技术的脉诊研究中发现,最初的脉搏图是利用压力传感器感受寸口脉搏处的变化,然后将这种压力变化描绘成图;压力传感器主要有3种传感方式:压磁、压电和压阻,这几种传感方式是通过探头把脉搏产生的压力变化分别转换成导磁率、电荷和电阻等电信号的。目前在脉诊客观化研究中,基于压力传感器的技术研究已经比较成熟,而且研制出了多种类型的脉象仪,如北京的TP-CBS型脉图仪、江西的MX-811型脉象仪、上海的ZM-6型脉象仪和湖南的BYS-14型心脉仪等;此外,许多研究者也研制出了多种光电式脉搏传感器,这种光电式传感器将接收的光信号转换为电信号,从而反映脉搏波的变化。后来,研究人员又研制出一种非接触式脉搏检测方法,目前常用的方法有传声转换技术和超声多普勒检测技术。传声转换技术是利用声波检测的原理对脉搏信号进行提取,是把脉搏的振动和传播看作成一种次声波,从而收集脉搏的信号;而超声多普勒检测技术使用的原理主要是显影和三维重建,通过这2种技术对动脉的血流速度、脉管的三维运动和血管腔容积进行跟踪和分

析,从而对脉搏的搏动进行描绘,这种方法为中医脉象的研究提供了新思路,有利于研究脉象的形成机制,因此在脉象客观化的研究中,超声多普勒检测技术越来越受到重视。张艳采^[21]用Microsoft.net Framework作为系统平台,使用C语言编程,对金氏脉诊仪数据的显示控件进行了设计,并且进行运用;结果显示控件能很好的支持预览模式、实时模式和回放模式,支持多记录和分屏显示,绘图坐标显示准确,更有效的进行脉象数据分析,实现脉诊技术的客观化和现代化。王逸群等^[22]基于MATLAB设计了脉象实时采集系统,建立了100-40-15-5的4层的BP神经网络,对五种脉象进行识别。利用滤波、去基线漂移、归一化等预处理,大大提高了脉象识别的准确性,使其准确率达到90.8%,促进了中医脉诊现代化的发展。孙秉毅等^[23]利用不同的脉象仪对脉的搏动轨迹进行描绘,发现脉图分析常用的方法主要有以下几种:多因素识图法、建立数学模型、时域分析法、速率分析法、频域分析法、计算机智能化分析和自回归—滑动平均模型等等。刘聪颖等^[24]认为,近几十年研制出的脉象仪中单探头压力式传感器占大多数,但是这种方法只能检测寸、关、尺中某一部位的脉象信息,在使用单探头脉象仪时,虽然可以解决脉象研究中的一些基本问题,也能完成一些基本测量,但是不能全面反应表达中医脉象的信息特征。而使用三部脉象检测系统基本能够模拟中医脉诊传统方法中“三部九候”的切脉方式,也能够采集更多的脉象信息,并且能够对脉象的宽度、脉象的长度和各种脉象进行客观的描述,这种方法是中医诊断和教学模式的创新和突破,有利于中医的现代化和国际化发展,是一种可靠稳定的检测方法。

4 思考与展望

近些年,中医脉诊的现代化发展取得了可观的成果,利用现代科学技术为传统中医脉诊注入生机活力,为中医脉诊的发展与创新提供了新的思路,并且已经引起国内外学界越来越广泛的关注。但是在发展过程中仍然有许多不可忽略的问题。如:研制成功的脉象仪通过收集脉象信息所描绘出客观的脉象图和真实的脉象信息有一定的差异;各个地方使用的仪器规格、参数标准和分析方法也不完全统一,因此导致脉图的图谱名字相同,但是图形之间有很大差别,并且脉象图的重复性不好。葛丽娜^[25]认为,20世纪50年代初起研制出的机械式脉搏描记器,60年代进行示波和描记脉图的心电仪或生理记录仪,70年代的仪器主要有:空气压力式、压电元件

式、电阻抗式、光电容积式和超声多普勒式传感器,以及 80 年代相继出现的微波多普勒、红外线和激光微传感器,这些脉诊仪器描记出的脉图始终没有得到医疗界的认可和推广。主要是因为检测出的波形形态各异,或者无法用于诊断,或者波形的重复率太低无法进行分析等一系列问题。魏红等^[26]认为近几十年来脉诊客观化研究受到关注并取得一些成绩,但存在偏离中医理论、反映信息不全面、检测分析标准不统一等问题。在系统分析脉诊客观化研究现状的基础上,提出中医脉诊的发展应该首先继承中医的传统经典理论,如整体观、辨证观、动态观和平衡观;然后再把现代先进的脉诊技术融入到经典的中医理论中去,把中医特色的脉象分析方法和脉诊仪新型的三探头相结合,搭建中医脉学理论与临床实践之间的桥梁,使脉诊客观化的研究不仅有创造性的成果,而且能够在临床中有效地运动成果。

因此,在中医脉诊现代化研究中,应建立完整的脉诊信息分析方法,在运用脉诊仪器获取脉诊信息之后,如何对收集的数据和信息进行特征提取、数据分析和数据挖掘是脉诊现代化的重点,也是中医脉诊发展的难点;同时,如何将脉诊信息中所包含的特征完整、真实地提取和收集,是目前中医脉诊现代化研究面临的挑战。但是,中医脉诊作为一种无创性的诊断技术,不仅是传统中医学诊法中的宝贵财富,而且对于现代医学的发展和突破具有重要的意义。所以,加大力度对脉诊的现代化进行探索与研究,实现中医脉诊的标准化、客观化,不仅有利于中医学的发展与创新,也可以推动中医学走向国际,为更多的国家和地区接受与应用。

参考文献

- [1] 王小明. 浅谈《黄帝内经》对脉诊理论与方法的贡献[J]. 求医问药(下半月刊), 2013, 11(11): 145-146.
- [2] 田国杰. 略论脉诊的现代化研究[J]. 河南中医学院学报, 2008, 23(5): 9-11.
- [3] 徐元景. 中医辅助诊断系统和脉诊舌诊数字化研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2003.
- [4] 王唯工. 气的乐章[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2006: 56-60, 80-82.
- [5] 徐学军. 人体脉象建模及脉诊仿真研究[D]. 长沙: 中南大学, 2010.
- [6] 马宁, 关晓光. 中医脉诊客观化可行性思路探讨[J]. 中医药信息, 2011, 28(6): 1-2.
- [7] 费兆馥. 脉诊仪的研究现状及对寸口三部脉象客观检测的初步设想[J]. 上海中医药大学学报, 2012, 26(4): 7-10.
- [8] 刘磊, 吴秋峰, 张宏志, 等. 脉诊客观化研究综述[J]. 智能计算机与应用, 2013, 3(3): 20-24.
- [9] 邸丹, 周敏, 秦鹏飞, 等. 中医脉象信息客观化采集与分析方法研究进展[J]. 上海中医药杂志, 2014, 48(7): 104-108.
- [10] 王玺奎, 杨学智, 李海燕, 等. 从血液流变性质探讨中医脉象的形成机制[J]. 北京中医药, 2014, 33(3): 193-195.
- [11] 刘雪梅, 李甜, 谢月敏, 等. 中医工程学在中医诊断中的应用[J]. 吉林中医药, 2014, 34(9): 876-878.
- [12] 滕晶, 张晶, 齐向华. 现代多学科视角下中医脉诊信息表达的诠释[J]. 中医杂志, 2014, 55(22): 1894-1896.
- [13] 宋萌萌. 冠心病心虚证的客观化研究进展[J]. 现代中西医结合杂志, 2003, 12(23): 2615-2617.
- [14] 宫树杰, 陈明锐. 基于脉象信号处理的肝硬化诊断方法研究[J]. 计算机应用与软件, 2014, 31(6): 69-71.
- [15] 金永梅, 翟笑枫, 苏永华. 肝癌脉诊客观化的研究进展[J]. 中医药导报, 2015, 21(4): 44-48.
- [16] 宋伟庆, 陆小左. 冠心病中医脉诊客观化临床研究[J]. 吉林中医药, 2015, 35(4): 352-354.
- [17] 刘磊, 吴秋峰, 张宏志, 等. 脉诊客观化研究综述[J]. 智能计算机与应用, 2013, 3(3): 20-24.
- [18] 马良宵, 牛婷立, 芦煜, 等. 脉诊仪临床试验方案研究[C]. 北京: 北京中医药大学, 2015: 167-169.
- [19] 林海慧, 方园. 中医脉诊现代化研究的困境与对策[J]. 现代经济信息, 2013, 10(19): 374.
- [20] 陈庆梅, 张国龙, 张鹤林, 等. 现代信息技术在中医四诊中的研究进展[J]. 江西中医药, 2009, 40(12): 78-80.
- [21] 张艳. 金氏脉诊仪数据显示控件的设计与实现[J]. 山东科学, 2014, 27(6): 59-66.
- [22] 王逸群, 叶燕语, 张雪燕. 基于 MATLAB 的中医脉诊仪的设计与实现[J]. 中国民族民间医药, 2015, 24(17): 62-63.
- [23] 孙秉毅, 于春泉, 王巍, 等. 中医脉诊客观化的研究进展[J]. 河北中医药学报, 2003, 18(3): 44-45.
- [24] 刘聪颖, 赵宇平, 樊改荣, 等. 三部多路脉象检测系统的研究[A]. 全国第十一次中医诊断学术年会论文集, 上海, 2010, 70-74.
- [25] 葛丽娜. 中医脉诊的客观化研究之我见[J]. 现代中医药, 2012, 32(2): 45-47.
- [26] 魏红, 徐刚. 从中医整体、动态、平衡观论脉诊客观化研究[J]. 中医杂志, 2014, 55(1): 25-27.

(2016-03-13 收稿 责任编辑: 王明)