

中医四诊数字化采集技术的研究现状

王睿清¹ 范赵翔¹ 王春颖¹ 郑 舞¹ 朱文华¹ 刘国萍^{2*}

(1. 上海中医药大学, 上海市蔡伦路 1200 号, 201203; 2. 上海中医药大学中医四诊信息化实验室)

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30901897, 81270050);

上海中医药大学大学生科创项目[SHUTCMCXHDZ(2011)03]

* 通讯作者: 13564133728@163.com, (021)51322286

[摘要] 传统中医四诊过于主观化和抽象化, 因此如何将中医四诊客观化、标准化是现今中医诊断的主要研究方向之一。四诊信息的采集是中医四诊客观化的必要手段, 目前在望、闻、问、切等方面均有所建树。整理概括近 15 年中医四诊采集技术发展过程中的代表性装置, 分别从望诊、问诊、闻诊、切诊等几个方面按照采集装置不同的原理、侧重解决的采集问题等分类表述, 并指出存在的问题和对未来发展趋势的展望。

[关键词] 中医四诊; 数字化; 采集设备; 研究进展

随着现代科学技术的发展, 医疗设备也日趋进步, 现代医学借助 CT、MRI 等仪器极大地提高了临床诊断的效率和精度。与之相比, 传统的中医诊断方法望、闻、问、切略显“疲态”, 这很大程度上是四诊的主观化和抽象化导致的, 因此中医数字化诊断技术的发展就显得刻不容缓。中医数字化诊断技术是以中医理论为依据, 将传统的望、闻、问、切四诊运用现代科技手段加以延伸、提高, 并以数据形式表达, 强调客观地评价人体健康状态和病变本质, 并对所患病、证给出概括性判断的一种技术方法^[1]。显而易见, 完成这一数字化的诊断技术需要借助特殊的采集装置, 只有排除诊断环境、患者情绪等因素的影响, 采集到客观的临床症状, 才能保证数字化诊断的准确性。所以数据采集是数字化诊断技术发展的前提和条件, 而数据采集装置的发展意义重大。本文通过整理概括近 15 年中医四诊采集技术发展过程中的代表性装置, 就中医在四诊客观化、数字化方面的数据采集装置做一综述, 按照装置不同的原理、侧重解决的采集问题等分类报告如下。

1 望诊

1.1 舌象采集设备

从传统技法上来讲, 舌象采集是指医师通过肉眼对舌质(包括舌神、舌色、舌形、舌态)、舌苔(包括苔色、苔质)的观察, 进行舌象的采集及文字描述。现代的舌象采集和记录主要通过将舌象的光学信号转变为数字信号后, 对采集到的数字信号进行分析, 并比照函数模型进行匹配诊断。现代技术用于舌象的采集, 有重现性好、可存储、可精细研究等明确优点。从目前成果来看, 大多数舌象采集设备都是基于数码相机而研制的, 就采集阶段而言, 保障标准光学条件的稳定和舌象色彩的重现是关键问题。各仪器在研发过程中都在不同程度上解决了这些问题。由于多数设备的技术原理大同小异, 现就部分具有代表性的仪器, 依其着重解决的问题, 分述如下。

许家伦等^[2]对设备外形规格进行了改进, 研制了小型化手持式舌象采集装置, 克服了中医望诊信息采集时暗箱不便携带的缺陷, 使其具备小巧轻便的功能, 方便图像信息采集时的随身携带; 叶永安^[3]

[12] 杨清华, 孙博, 郭艳艳, 等. 应用正交设计法筛选天麻钩藤饮优化处方研究[J]. 浙江中西医结合杂志, 2009, 19(7): 410-412.

[13] 林瑞红, 樊晖, 田原, 等. 加味麻黄附子细辛汤的组方合理性及与药物配比剂量研究[J]. 中华中医药学刊, 2008, 26(1): 123-124.

[14] 封吉化. 证治药动力学研究进展[J]. 武警医学院学报, 2003, 13(2): 154.

[15] 常文明, 陈斌. 从证治药动力学谈中药的“证治量效血清药动学”假说[J]. 辽宁中医学院学报, 2006, 8(2): 10-11.

[16] 刘建勋, 韩笑, 孙宇扬. 含药血清药理作用强度与体内给药的量效、时效关系研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(10): 829-831.

[17] Dai Y, Li Z, Xue L, et al. Metabolomics study on the anti-depression effect of xiaoyaosan on rat model of chronic unpredictable mild stress [J]. J Ethnopharmacol, 2010, 128(2): 482-489.

(收稿日期: 2012-06-20; 修回日期: 2012-08-29)

[编辑: 黄 健]

等研制的舌象采集暗箱,利用箱体、托架、遮光布以及调节板的结构为摄像采集提供一个密闭的空间、一致的定位和最佳的摄像位置,防止了外部光线的干扰,大大降低了舌象颜色、形状及状态的失真;李庆利^[4]等研制的高光谱舌图像采集系统,根据推帚式成像光谱仪的原理进行设计,不仅可以在不同的单波段图像中提取舌形态、舌裂纹、紫斑数目、齿痕等两维图像特征,还可以提取反映舌体性质的光谱特征。北京工业大学信号与信息处理研究室^[5]所研制的 SIPL 型中医舌象分析仪,采用特殊的“积分球”结构,满足了在狭小的空间里取得良好的、均匀的、不失真的照明效果。该系统还选用了 D65 作为光源,其发出的光谱较为理想,其颜色在人眼中的视觉效果比较好。

1.2 面象采集设备

刘明佳^[6]设计了一套面色信息采集设备,选择了高成像质量的工业级数码摄像机与当时世界上与日光的照射效果最为接近的显色指数 90 的欧司朗直管光源,并提出了面部反光问题的有效解决方案;毛红朝^[7]采用上海中医药大学和厦门大学医学院所确定的标准环境来获取照片,即选用国际照明委员会(CIE)推荐使用的代表日光的标准光源 D65,显色指数 $R_a=95$,色温为 6500K。该方案可以很好地模拟日光照射效果,为后续的图像处理打下基础;由湖南中医药大学^[8]研制的 GD-3 型光电血流容积面诊仪,信号放大器体积较小,操作简单、方便,可用于准确评价神经和血管因素造成的面部末梢血流供应状况,尤其是对心脑血管疾病为宜。

此外,还有舌面象采集设备,如王忆勤^[9]等研制的中医舌面象数据采集装置,通过电机组件实现相对导柱的升降调整从而使相机的镜头能垂直于人脸平面,采集面象信息后镜头还能与舌面垂直,进一步采集舌象信息。

2 脉诊

脉象仪是描记脉象的主要设备,一般由脉象传感器、信号预处理装置、A/D 转换器、计算机等组成。通过对脉象信息的采集、分析、处理,实现脉象的客观分类。脉象仪种类很多,如 MX-I 型脉象换能器、ZMC-I 型脉象仪、MX-811 型脉象仪等,且各研究单位和个人研制的仪器均各有创新与优势。

传感器是脉诊仪研究的关键,从测量原理上讲脉象传感器可分为机械式、压电式、光电容积式等多种,而现在绝大多数采用压电式原理。现从传感器

原理对脉诊仪进行分类。

2.1 压阻型传感器

王贻俊等^[10]设计的 ZMC-I 型中医脉象换能器,是由青铜片和半导体应变片组成的一种中医脉象传感器,该传感器的灵敏度高,重复性好,特别适用于中医对脉象图谱的收集。王贻俊等^[11]设计的 MXY-II 型脉象仪,由硅橡胶传感膜作为传感器,可以与皮肤保持良好的接触,使得脉象信号不容易失真。此外 MXY-II 型脉象仪具有长时间描记的稳定性好、重复性好,取法压力可以调节并能方便地读取和标记,仪器的增益可以调节,有足够的频响、灵敏度、动态范围等优点。能捕捉到冠心病、心肌炎的早期发病信息,提高了冠心病、心肌炎的早期诊断率。MX-811 型脉象仪^[12]为水银稀盐水和乳胶膜组成的传感器,所测电阻的信号变化与水银的多少、盐水的浓度、乳胶膜的厚薄等均有关。从仪器的临床应用中也发现水银的多少,膜的厚薄、松紧,环境温度的变化等均能对被测信号产生影响。这样就对被测信号的真实程度带来影响。这表明 MX-811 型脉象仪线性、重复性尚好。

2.2 超声多普勒技术

动脉脉搏除发出压力搏动的信息之外,还有管腔容积、血流速度、脉管的三维运动等多种信息,仅用压力脉图难以全部定量地反映脉象构成要素的指标,因此超声多普勒技术在脉象客观化的研究中受到重视,取得了一定的进展。

肖沪生等^[13]设计的中医波强脉象仪,包括由血流脉冲多普勒检测仪和压力传感器组成的组合探头、数字扫描转换器、压力波放大器和显示器,组合探头固定于人手桡动脉对应位置,压力传感器感知人手桡动脉的压力变化,把测得的脉象压力信息通过信号输入导线传输到压力波放大器和 A/D 转换卡进行放大转换后,传输到数字扫描转换器中;血流脉冲多普勒检测仪接收血流脉冲,将人手桡动脉返回的回声频率变化信息通过信号输入导线传输到数字扫描转换器中;数字扫描转换器将信号处理运算并将结果传送到显示器上。其优势在于同时检测桡动脉管壁压力变化和管道内血流变化信息并通过运算得到波强信息,从而更加全面地反映脉象所包含的人体健康信息。

3 问诊

《难经》谓:“问而知之谓之工。”虽曰工,但仍是门技术,例如问诊的效率、针对性、真实性等都是亟

需在问诊客观化上努力实现的。中医问诊网络采集系统的设计与建设,为中医问诊信息采集的规范化、客观化、程序化研究提供了新的思路和方法,并取得了一定的进展。

刘国萍等^[14]设计的心系问诊采集系统,实现人与计算机相结合的病史资料输入,软件采用人性化菜单工作方式,用户操作界面友好,输入方式简易,使用者只要通过按钮、单选框、复选框、下拉框等方式输入信息,可提高信息收集速度,节省临床医生的病史书写时间。此外,其优势还在于,该采集系统可应用于多中心大样本的临床病例信息采集与计算机存储管理,通过对海量信息的分析处理,可高效地归纳出某些疾病的高频症状表现,归纳和发现某些诊疗规律,进行证候规范化等研究。

4 闻诊

《难经》谓:“闻而知之谓之圣。”闻诊也是临床极其重要的诊法之一,主要包括闻听语音、语言、呼吸、咳嗽、呕吐、呃逆、嗳气、太息、喷嚏、呵欠、肠鸣等声音的改变并辨识其临床意义。声诊是闻诊的一部分。临床可通过闻听患者的声音来判断的疾病所在和性质。但存在的问题是,每个人的听觉认知不同,存在一定的主观性,而且随着医生年龄的增加,听力也会有不同程度的减退。因而研究声诊仪,促进闻诊的客观化发展在临床的研究应用显得极其重要。然而令人遗憾的是关于声诊方面的采集系统还只是处于初探阶段。

根据华东理工大学研发的中医声诊检测系统,董伟等^[15]结合小波包分析各层能量对慢性咽炎进行中医辨证证型——肺脾气虚、阴虚肺燥、痰湿蕴结,成功地慢性咽炎的辨证分析提供客观数据。梁志伟等^[16]研制的一体多功能无线诊疗仪中,心音采集装置是该诊疗仪的主要硬件部分,也是该诊疗仪的特殊运用价值所在。该部分的原理主要是:根据《黄帝内经》关于五音、五脏与体质论述,建立音频识别数学模型,通过比较人的发音将体质归类为与五音对应的宫、商、角、徵、羽等多种状态。这一系统的研究成功提示我们,可以通过人体声音振动频率的改变,通过五音识别模型对其进行识别分析,在尚未发生病理改变前,提早发现致病原因,实现治未病目的。从某些方面,这也许可以作为我们疾病防治研究的一个方向。

5 四诊合参

中医临床强调四诊合参,辨证论治。从信息科

学的观点看,中医辨证论治的过程即是一个典型的信息融合过程。因此一套四诊合参综合诊疗仪极具临床价值,不过真正将采集系统融合在一套设备里的并不多,而是重在研究信息的分析处理。如王忆勤等^[17]对多种多元统计方法在中医四诊信息分类中的应用情况进行了分析与评价,分析了聚类分析、主成分分析、因子分析、回归和判别分析、隐类分析等一些方法在使用中的特点。

由上海中医药大学和上海道生医疗科技有限公司等研发的中医四诊整体性检测分析系统——DS01-A型舌面脉信息采集体质辨识系统[沪食药监械(准)字2011第2270649号],该系统将中医传统理论与现代科技紧密结合,使名老中医临床经验融入产品核心,从而实现中医诊断的数字化、客观化、智能化。该系统包括中医的问诊、脉诊、面诊、舌诊4个子系统,能全面采集人体体表生命信息的中医临床指标,并对患者的脏腑功能与病理机制进行定位、定性分析判断。

由牛婷立、牛欣等^[18-19]研发的便携式四诊合参辅助诊疗仪(型号BD-SZ),其脉诊装置含脉诊压力信息采集部分,光电指端容积脉搏波采集部分(采集信息供评价指端微循环状况),Ⅱ导心电图采集部分(采集信息供分析心动周期的时间参数和计算脉搏波传导速度);脉诊装置采集受试者“寸口”桡动脉搏动的压力信号、肢导Ⅱ导心电信号、指端光电容积信号,综合分析脉动信息进行分类。舌诊部分由数字摄像机装置、光源、罩口组成;舌诊模块通过数字相机模拟医师望舌诊过程,对受试者的舌面进行图像采集,采集到的图像进行数据分析后获得清晰准确的舌图并提供色彩统计结果。闻声诊装置由数字声音采集麦克和声卡组成。软件系统由脉诊采集分析软件,舌诊采集分析软件,四诊合参辅助诊疗软件组成。中医四诊合参诊断功能集成在仪器的软件模块中。经过临床测试,脉诊、舌诊符合率分别为89.17%、86.67%,然而仍有一般舌脉象仪的不足之处如受光照影响较大、取法压力难以达到最适等问题的存在。

6 小结

综上所述,许多研究者对中医四诊客观化、数字化的采集装置做了深入研究和相关尝试,并取得了一定成绩。①舌诊方面的数字化采集装置经过一系列的研究和发展,已经弥补了装置携带不便的缺陷,克服了舌象采集时的成像环境影响,优化了图像清

晰度和真实性,加强了采集过程的规范化和全面性,并且开始关注采集过程中患者的舒适度等人性化问题,使舌象采集更加客观完整和科学。②脉诊方面,已经解决了多个脉搏点同时测量导致的结果不精确问题,设计出取法压力可调节、感应点高度灵敏、系统智能分析脉象的装置,提高了脉象采集的准确度。③声诊、问诊方面,基本达到了临床信息采集的标准化、便捷化和人性化。④四诊合参方面,初步实现了四诊信息同步采集、同步分析处理的目标。

中医四诊的客观化、规范化关系到中医辨证的规范化、病症诊断的标准化和教学手段的现代化,它是中医现代化研究和发展的主要内容。结合前人的研究成果,我们认为今后可以在如下几个方面继续探索:①舌诊方面,采集时应根据人体脸型的不同,设计仿生柔性遮光罩,有助于定位、遮光;分析时应选择适当的特征参数,更加侧重描述疾病发生发展过程中舌象的相关变化,最大程度上减少由主观误差带来的影响。②面诊方面,现有的技术对于人脸的面神还不能有效识别,望“神”的客观化还有待于图像理解、人工智能等技术的进一步发展,且基于面部特征的知识推理研究甚少,还没有有效的辨证诊断方法。③脉诊方面,应开展压力脉动信息采集分析的实用研究和标准化研究,并加大力度发展多普勒技术,以全方位对各种脉素进行采集。此外,还可以从脉象产生原理上精进,研发新一类型的脉象仪更好地服务于临床。④声诊方面,可以考虑根据中医五音体系^[20],利用电子听诊器技术和电子鼻^[21]建立数据采集分析系统。④四诊合参方面,除需要加强舌脉象的采集,利用较成熟舌脉象仪的发展成果外,还需努力创建中医四诊信息综合智能海量数据库,并对中医四诊信息之间进行融合和关联分析。

中医数字化采集技术实际上是一种融合多种信息的开放性采集平台,目前虽然仍有许多不完善的地方,但随着更多学科研究人员的加入,相关研究技术的不断提高,研究手段的日趋成熟和研究人员的不懈努力,我们有理由相信中医数字化采集和诊断将不断完善,取得更大的成就,从而使传统的中医在现代焕发新的活力。

参考文献

- [1] 顾星,刘务勤,黄杨,等.试论中医数字化诊断技术的发展前景//第一届全国中西医结合诊断学术会议论文选集[C].北京:中国中西医结合学会,2006:263—267.
[2] 许家伦,张志枫,屠立平.小型化手持式舌象采集装置

- [P].中国专利:201020543888.0,2011—05—04.
[3] 叶永安,张良.舌象采集暗箱[P].中国专利:200720172978.1,2008—10—29.
[4] 李庆利,薛永祺,刘治,等.基于高光谱成像技术的中医舌象辅助诊断系统[J].生物医学工程学杂志,2008,25(2):368—371.
[5] 曹美玲.新型中医舌象仪的研制和舌图像的颜色重现[D].北京:北京工业大学,2008:18—39.
[6] 刘明佳.基于人脸彩色图像的疾病诊断研究[D].哈尔滨:哈尔滨工业大学,2008:14—31.
[7] 毛红朝.面向中医面诊的诊断信息提取——关键算法研究与实现[D].福建:厦门大学,2007:6—16.
[8] 胡志希.基于光电血流量容积的中医面部色诊研究[D].长沙:湖南中医药大学,2008:34—54.
[9] 王亿勤,潘哲,周会林,等.中医舌面象数据采集装置[P].中国专利:200910057861.2,2011—04—06.
[10] 王贻俊,王劲松,蔡新吉.ZMC-I型脉象换能器的设计[J].现代医学仪器与应用,1999,11(4):2—4.
[11] 王贻俊,王劲松,蔡新吉.MXY-II型脉象仪的设计[J].现代医学仪器与应用,2000,12(1):6—8.
[12] 黄献平,李冰星.BYS-14型心电图脉象仪与MX-811型脉象仪的比较[J].湖南中医学院学报,1999,19(1):66—67.
[13] 肖沪生,银浩强,徐智章,等.中医波强脉象仪[P].中国专利:201020640915.6,2011—08—10.
[14] 刘国萍,王亿勤,郭睿,等.中医心系问诊采集系统初步研制及评价[J].世界科学技术—中医药现代化,2008,10(5):16—20.
[15] 董伟,王亿勤,陈春风,等.慢性咽炎患者中医声诊语音信号特征分析[J].辽宁中医杂志,2012,39(2):202—204.
[16] 梁志伟,骆成锐,黄浩芬,等.一体化多功能无线诊疗仪研发与应用//2009传统医药国际科技大会暨博览会(同期活动:“中医诊疗仪器研发与应用”论坛)论文集[C].北京:中国针灸学会,2009:18—25.
[17] 王亿勤,李福凤,汤伟昌,等.中医四诊信息采集与分析方法探讨[J].中华中医药杂志,2009,24(11):1397—1404.
[18] 牛婷立,杨学智,朱庆文,等.便携式四诊合参辅助诊疗仪的临床试验和临床评价研究[J].北京中医药大学学报,2011,34(4):231—235.
[19] 牛欣,杨学智,来庆文,等.中医四诊合参辅助诊断关键技术的数字化、量化实现//第四次全国中西医结合诊断学术研讨会论文集[C].北京:中国中西医结合学会,2010:257—260.
[20] 董文军.五音闻诊体系探析[J].长春中医药大学学报,2008,24(6):631—632.
[21] 顾星,王方,刘务勤,等.试论中医数字化诊断技术的发展前景//中华中医药学会中医诊断学分会成立暨学术研讨会论文集[C].北京:中华中医药学会,2006:369—376.

(收稿日期:2012—06—05;修回日期:2012—08—31)

[编辑:崔京艳]