

DOI: 10.11656/j.issn.1672-1519.2020.03.06

·中医诊断研究·

四诊现代化研究原理与应用^{*}

夏淑洁^{1,2}, 周智慧^{1,2}, 李佐飞³, 靖媛¹, 王洋³, 李灿东^{1,2,3}

(1.福建中医药大学证研究基地,福州 350122;2.福建省中医健康状态辨识重点实验室,福州 350122;

3.福建中医药大学李灿东岐黄学者工作室,福州 350122)

摘要:中医诊断现代化是未来中医发展的关键所在,而望、闻、问、切四诊信息客观、规范地采集和分析是实现中医诊断准确的基础。文章立足中医基础理论,结合现代科学技术,阐述中医四诊现代化研究的原理、技术与应用现状,并进一步总结中医四诊现代化研究过程中需要解决的关键问题以及未来发展方向。

关键词:中医诊断;四诊现代化;望诊;闻诊;问诊;切诊

中图分类号:R241

文献标志码:A

文章编号:1672-1519(2020)03-0259-07

作为基础理论与临床实践的重要桥梁,中医诊断现代化是未来中医发展的关键所在^[1]。中医诊断立足于整体观念,望、闻、问、切分别从4个不同方面、不同途径提供患者疾病相关信息,进而综合分析以判断疾病的机制,其特点是辨证论治^[2]。然而,实际临床中四诊信息主要通过目测观察、语言描述、主观感受等获得进而判断病证,其诊断结果常伴有主观性与模糊性,这成为限制中医进一步发展的主要瓶颈。目前,基于计算机学、系统工程、数学物理等多学科交叉的研究思路为中医四诊现代化发展提供了强大的理论与技术支撑,以使中医诊断尽可能摆脱主观因素干扰,从而提高辨证准确率^[3]。文章以中医理论为基础,从四诊现代化研究原理、技术及应用等方面,系统剖析四诊现代化研究现状,以期中医诊断现代化发展提供理论与方法依据。

1 “望而知之谓之神”

中医学四诊中,望诊居于“神圣工巧”之首,《医门法律》曰:“凡诊病不知察色之要,如舟子不识风汛,动罹复溺,鲁莽粗疏,医之过也。”强调行医过程中应重视望诊。中医认为,人体是一个有机整体,人体的外部,尤其是面部、舌体等与脏腑的关系密切,局部的病变可影响到全身,而体内气血、脏腑、经络等的病理变化,必然会在其体表相应的部位反映出

来,正如《灵枢·本脏》言:“视其外应,以知其内脏,则知所病矣。”因中医望诊易受医生经验及环境影响,可能会出现较大差异,这给临床、科研等带来诸多不便。目前,随着信息技术的发展,望诊现代化研究在望诊信息的客观采集方面已取得相应进展,主要集中于面诊和舌诊研究^[4-5]。

1.1 面诊现代研究与应用 皮肤的光泽是脏腑精气盛衰的表现,《四诊抉微》云:“夫气由脏发,色随气华。”正常人的面色应该是红黄隐隐,明润含蓄;当有疾病时,面部皮肤光泽发生变化,呈现某种病色,如“青黑为痛,黄赤为热……”此外,《素问·刺热》认为各个脏腑在面部具有相对应的部分,“肝热病者,左颊先赤色;心热病者,颜先赤……”通过望面色不仅可以了解机体的健康状况,还可更深入地了解疾病脏腑病位等信息。

面诊现代化研究主要技术有光学技术、光电容积技术以及数码相机拍摄结合图像处理与智能模式识别等技术,涉及内容包括:采集环境设置、面部区域定位与分割、面部特征提取与识别等方面。郑冬梅等^[6]将图像采集系统制作为箱体式上下结构,并用色温5 500 K的氙灯模拟日光光源,可有效避免光线反射不均现象。除采用光学技术外,也有学者通过光电原理转化探索人体生理病理状态的差异。胡志希等^[7]用无创性GD-3型光电血流容积仪,测量面部不同部位血流容积值及3类偏色的血流容积,发现光电血流容积值能较为准确地反映循环系统的功能状态。在特征处理方面,陈梦竹等^[8]采用椭圆肤色模型和主动外观模型算法对面部皮肤进

^{*}基金项目:国家自然科学基金联合基金项目(U1705286);国家自然科学基金重点项目(81230087)。

作者简介:夏淑洁(1991-),女,博士研究生在读,主要研究方向为内分泌代谢疾病的中医防治与微观辨证研究。

通讯作者:李灿东,E-mail:fjzylcd@126.com。

行感兴趣区域分割,并基于红绿蓝色彩模式(RGB)空间、六角锥体模型(HSV)空间及局部二值模式(LBP)特征等对各区域进行颜色与纹理特征提取,该方法面色识别率可达89.08%。

1.2 舌诊现代研究与应用 在疾病的发展过程中,舌象的变化往往比较明显,故舌诊在望诊中具有举足轻重的地位。《笔花医镜·望舌色》云:“舌者心之窍,凡病具现于舌,能辨其色,证自显然。”《医门棒喝》记载:“观舌本,可验其阴阳虚实;审苔垢,即知其邪之寒热浅深也。”强调通过全面观察舌质、舌苔,便可推测其发病的性质。

舌诊现代化研究主要包括舌象图片采集、舌象特征处理(如色彩校正、舌体分割、苔质分离)以及舌象特征识别(舌色苔色颜色识别、舌质苔质特征识别、舌形舌态特征识别)等。张冬等^[9]利用高光谱图像技术采集舌象,与以往数码相机相比,前者可同时采集几百个不同光谱波段(包括可见光和不可见光)下的成像信息,极大程度地丰富了舌象信息。唐俊安等^[10]利用 snake 模型对于小区域分割的高准确度优势分割舌象,并基于 RGB 颜色空间下通过对“湿寒证”和“湿热证”2种舌象的检测与对比,结果表明此模型对病证的检测效果良好。此外,亦有将舌诊仪检测结果与病证关联进行研究。付晶晶等^[11]采用 TP-1 型中医舌脉象分析仪研究发现了不同证型的慢性胃炎患者与其相对应的舌象参数,可为慢性胃炎中医证候临床诊断提供客观依据。

可见,望诊系统主要由图像采集系统和特征处理系统构成,通过计算机数字图像处理和模式识别等方法,从而对面色、面部光泽、舌色、舌苔等特征进行分析。目前,舌、面采集设备光源的种类、参数等具有多样性,并没有公认的最佳标准。此外,针对面部五脏反射区域分割、舌象的动态形态等研究尚处于较基础阶段,未能很好从根本上解决中医内在辨证论治原理的描述,故仍有待进一步探究。

2 “闻而知之谓之圣”

闻诊为四诊之一,亦受历代医家的重视,《周礼·天官》记载:“以五气、五声、五色视其生死。”《黄帝内经》中更明确了闻诊的主要内容:“视喘息,听音声,而知所苦。”《说文解字》云:“知闻也。从耳门声。”“闻”原指听声音之意,而现代汉语中“闻”有几种含义,《辞海》云:“其一指听而得其声;其二指知识也;其三指传知也,其四指鼻嗅……”故闻诊现主要包括“听声音”和“嗅气味”两方面内容,即医者通

过闻声、嗅味,以了解人体脏腑的生理和病理变化,从而为疾病辨证论治提供依据。然而,在现今的中医临床诊疗中,由于听觉认知因人而异或年纪大的医生听力减退等种种原因,闻诊往往未被重视,使其之“圣”不得发挥,故需要在现代化研究中进一步加强与完善。

2.1 声诊现代研究与应用 《素问·阴阳应象大论》提出以五音“宫、商、角、徵、羽”,五声“呼、笑、歌、哭、呻”,与五脏“肝、心、脾、肺、肾”相对应的理论。《四诊抉微·闻诊》中亦记载:“脾应宫,其声慢以缓;肺应商,其声促以清……”说明五脏所主之音存在差异,音色表现上各有特征。《医宗金鉴·伤寒心法要诀》:“言语心主之也,心气实热而神有余,则发谵语。谵语为实,故声长而壮……郑声为虚,故音短而细。”以上均为通过患者发音,辨五脏之病,辨阴阳虚实提供依据。

语音的实质是振动,振动中含有信息、能量等特征,可反映语音特性^[12]。当今中医声诊客观化研究,主要借助于计算机学、物理学、空气动力学等现代科学技术,实现对患者语音的高低、强弱、清浊等特征分析以判断病证。郭佳等^[13]通过加频率固定、声强固定的参考音,利用声强校准原理,将人的语音归一化到同一位置的声音幅度值,从而消除传统听诊因距离和发音角度变化带来的信号不确定性。胡赣^[14]使用隐马尔可夫模型、深度学习分类法等分析线谱对参数、线性预测倒谱系数等声音信号,通过特征互补提高声音参数识别不同证型的能力。董伟等^[15]分析不同频段的能量和熵值特征数据,发现慢性咽炎各证型组间的能量和熵值特征在较多频段存在差异,这对本病中医证型的辨别提供客观参考依据。此外,声诊研究对象除语音外,尚有咳嗽、呼吸等语言内容,如鲁法庭等^[16]提出通过将咳嗽声时间、频率与强度制成三维声谱图,然后根据声音属性的物理量探索疾病不同证型咳嗽声音的特征。

2.2 嗅诊现代研究与应用 嗅诊主要是通过嗅觉器官感受病体发出的异常气味、排出物及病室等的气味特点^[2]。《瘟疫明辨·辨气》记载:“瘟疫气从中蒸达于外,病即有臭气触人,轻则盈于床帐,重则蒸然一室……”《形色外诊简摩·嗅法》记载:“口气重者,胃热盛也……汗出黏稠,有腥膻气或色黄者,风湿久蕴于皮肤……小儿粪有酸气者,停滞也。”可见,不同病证,人体及其排泄物往往会产生不同的气味。

气味的本质是气体所含分子作用于受体产生

物理振动或化学刺激的过程^[17-18]。气味的特征可以借助于直接顶空分析、红外光谱法、气相-液相色谱等分析方法进行研究。目前,嗅诊现代化研究主要集中在电子鼻的研发。电子鼻是一种对气体具有高度交叉敏感性的智能设备,主要由气体采集器、气体传感器阵列和信号处理系统3部分组成^[19]。西医领域的应用主要涉及肺部疾病、糖尿病、细菌感染等疾病的检测。中医领域中,李灿东教授团队研制的第3代薄膜型阵列式气体传感器的医用电子鼻(EN011103-A),通过气体传感器阵列收集气味信号,提取气味图谱响应曲线的振幅和斜率等作为客观的特征参数^[20]。林雪娟等^[21]将电子鼻应用在慢性胃炎不同病位的研究中,通过对比慢性胃炎患者和健康者的气味图谱特征,初步判断慢性胃炎常见病位间的气味差异。

可见,声诊仪与电子鼻的研制,在促进闻诊的客观化发展在临床的研究应用显得极其重要。但目前嗅诊较声诊相比更难量化,尚无较多临床运用研究报道,但随着科技进步,利用传感器与机器学习等技术,丰富气味识别特征,建立完整气味图谱,在此基础上组建不同疾病、不同证型气味特征的数据库,可为全面、客观、辨证提供参考,其应用前景良好。

3 “问而知之谓之工”

问诊在四诊中占有重要地位,被视为“诊病之要领,临证之首务”。《素问·征四失论》说:“诊病不问其始,忧患饮食之失节,起居之过度,或伤于毒,不先言此,卒持寸口,何病能中。”后世医家在长期的医疗实践中不断补充、完善,《景岳全书》中立专篇“十问篇”加以论述,受到了广泛认可。实际临床中,问诊的范围较广,可涉及患者的一般情况、主诉、现病史、既往史、个人生活史、家族史等。因此,问诊是了解患者病情,诊察疾病的重要方法,而问诊采集信息的多少因人而异。《难经》谓:“问而知之谓之工。”虽曰工,更是一门技术,面对繁多的问诊内容,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。

3.1 问诊量表研制与应用 为进一步满足临床、科研的需要,不少学者以传统中医症状量化为基础,借鉴现代医学和心理学中针对主观症状的量化分级方法,在中医症状的量化表达方面进行了许多尝试,用于收集症状、规范辨证及疗效评价等^[22-23]。中医证候量表研制方法主要结合统计学与数据挖掘

等方法,其中流行病学调查法、德尔菲专家咨询法、文献法等主要用于条目设计方面;因子分析、隐变量分析、结构方程模型等被应用于中医量表研制中证候的量化方面。

目前,中医问诊专科量表的研制,主要体现在心系和脾系^[24-25],分别从饮食、睡眠、寒热、汗、头身胸腹、二便、情绪等多个方面进行问诊信息系统采集。近年来,患者报告结局(PRO)量表分别从心理、功能、躯体感受等不同维度,通过标准化的问卷收集患者填写的信息,尤其在中医疗效评价方面发挥重要作用。陈洁等^[26]在中医“心主血脉”理论指导下,建立了含有63个条目的预调查量表,通过数据挖掘结合专家意见,制定出了中医心系疾病PRO量表。黄松珉等^[27]研制膝关节炎PRO量表,发现该量表具有良好的适应性和较高的信度、效度与反应度,适用于所有膝关节炎不同证候的评价。韩芳等^[28]采用PRO评价量表,对偏头痛从4个不同维度进行综合评价,从而反应中药干预效果。

3.2 问诊模型构建与应用 而在量表制作完善的基础上,结合现代计算机技术,可进一步研制问诊信息采集系统,以实现问诊信息的完整、规范及数字化。早在20世纪70年代,开始有学者探索将人工智能技术应用于中医问诊领域^[29],当今随着机器学习、深度学习等的快速发展,越来越多的研究者开始关注问诊模型的研究。

王立文^[30]以慢性胃炎患者中医问诊数据为研究样本,使用多标记学习、深度学习等方法解决了临床上疾病患者证候兼夹问题,促进中医证候诊断客观化、数字化研究。梁建庆等^[31]以“人机结合,以人为主”方法,探索病证问诊与数据挖掘结合,用数据挖掘的方法对帕金森病的中医证型以及症状进行了研究,并进一步客观化、规范化了帕金森病患者的中医问诊内容。刘国萍等^[32]根据确定的心系问诊量表,结合计算机技术,研制了心系问诊采集系统。该系统经临床测试及用户测评,显示其界面友好,性能稳定,基本实现了中医心系问诊信息采集的规范化、程序化及数字化。

因中医问诊在临床中越来越趋于简单化,往往流于形式,这一定程度上限制了中医发展。传统问诊还是耳闻口述,这受医患双方的主观因素影响最大。故制定规范的问诊量表与客观的问诊模型将具有重要意义,而在这过程中应注重立足中医基础理论、专科疾病的特点、患者自身评价以及中医术语

的规范运用等。

4 “切脉而知之谓之巧”

切诊是中医最有特色的诊察方法之一,是医生用手指或手掌对患者的某些部位进行触、摸、按、压,从而诊察疾病的方法^[2]。《灵枢·刺节真邪》曰:“凡用针者,必先察其经络之虚实,切而循之,按而弹之,视其应动者,乃后取之而下之。”故切诊的起源与发展,与经络学说密切相关。而在循经切按以诊病的过程中,人们发现了经脉循行处浅表动脉的异常搏动,可以来候气血虚实、脏腑盛衰等病情。《素问·三部九候论》则诊察上、中、下3部有关的动脉,以判断病情,《难经》提出“独取寸口”。切诊作为中医四诊之一,在获取健康与疾病相关信息方面,有着十分重要的作用,正如《难经·六十一难》所说:“切脉而知之谓之巧。”

4.1 脉诊现代研究与应用 中医学认为,人体的血脉贯通全身,内连脏腑,外达肌表,心主血脉,脉为血府,《灵枢·决气》说:“壅遏营气,令无所避,是谓脉。”心的阳气推动气血运行于脉管中,周流全身。因此,脉象能够反映全身脏腑功能、气血阴阳的综合信息。然而,脉诊自古有“心中了了,指下难明”,可见相比于其他诊法,脉诊显得更加难以把握。然而,由于脉诊在中医四诊中不可替代的地位,从古至今,对其研究层出不穷。

目前,脉诊现代化研究主要集中脉诊仪的研制,各种脉诊仪主要区别在于传感器类别及其探头分布与组合方式^[33]。传感器关系脉象信息获取的质量,是脉象仪的关键硬件。用于脉象采集的传感器按工作原理分为压力式传感器、光电式传感器、超声多普勒式传感器、网格图像法传感器等。其中,压力传感器因与中医“浮、中、沉”取脉原理相符,目前最常用。如张西洋^[34]设计了穿戴式脉象仪,采用压阻式传感器来提取脉象信号,并可模拟中医“浮、中、沉”的切脉手法。丁姝等^[35]应用基于手机腕带充气式智能脉诊系统对脾虚泄泻虚脉患者检测,发现“浮、中、沉”3个脉位虚脉P1、P、P2、H1(y)、-H1(y)参数均小于平脉组($P<0.05$)。此外,在传感器探头方面,脉诊单探头正朝着多探头发展。郭思嘉^[36]根据手指生理结构建立手指诊脉有限元模型,并基于仿真脉诊触觉机制为智能化多探头脉诊仪的设计提供数据和模型支撑,最终设计出三探头高精脉诊仪。周侃恒^[37]制作的新型三通道自动加压脉象仪,可满足中医“三部九候”脉象采集要求,该新型三通道自

加压脉象仪各项技术指标均符合设计要求。将脉象特点与疾病进行关联分析,郭睿等^[38]发现冠心病患者脉象非线性动力学特征递归率(RR)和诱捕时间(TT)鉴别颈动脉斑块的诊断价值较好,脉图可为评估冠心病患者颈动脉粥样硬化的发展程度提供参考依据。

4.2 经络切诊现代研究与应用 人体的五脏六腑、四肢九窍通过经络系统联属而形成一个有机整体,正如《灵枢·海论》所云:“夫十二经脉者,内属于府藏,外络于支节。”当机体内部发生病变时,可在相应的经络上出现各种异常反应。《灵枢·九针十二原》:“五脏有疾也,应出十二原。而原各有所出,明知其原,睹其应,而知五脏之害矣。”基于此,医生可通过诊察体表相关经络、腧穴的异常变化对机体内部的疾病进行诊断。

目前,在经络切诊方面的现代化研究主要集中在穴位仪的研发与应用方面,其原理为借助于电阻测量等技术,根据经穴和非经穴之间电阻的差异进行穴位的探测,从而进行穴位识别^[39]。20世纪50年代,日本中古义雄^[40]利用直流式两极电阻测定仪首次发现人体体表存在电阻小、电流容易通过的系统,该系统与经络系统的形态相似,还发现人体经穴处电阻比穴位周边皮肤电阻低,这引起了世界各国非常多学者的关注。而传统两极电阻测量仪多使用直流电源,存在使蛋白质变性,电流分布不均匀、会对测试者造成痛感等不足,一定程度上影响阻值的测定。针对两极电阻测量仪的不足,杨威生等^[41]研制了可探测穴位皮肤下2 mm处区域的四电极探测仪,使用的是5 000 Hz正弦交流电,其对人体无刺激作用。席强等^[42]设计人体经穴阻抗动态经络监测系统,研究发现经络穴位处的交直流电阻都具有较周围皮肤阻抗低的特性,并明确人体经穴阻抗在低频范围内响应规律。

由于切诊是一种偏重于感觉的诊断方法,目前切诊传承相对欠缺,因而挖掘、总结及传承现代名老中医或民间老中医的切脉经验尤为重要。此外,切诊在测量过程中各影响因素较多,难以将各种仪器的影响因素控制在相对统一的标准,如何更好、更准确地用机器模拟切脉,这是提高切诊客观化研究的关键问题。

5 小结

综上所述,中医四诊围绕客观、规范、量化的目标从多途径、多学科开展了现代化研究,尤其在人

工智能时代来临的今天,中医诊断过程中多维性、模糊性、主观性等问题将有望理想解决,从而促进中医诊断的标准体系的建立。但目前也存在着种种问题,首先,因四诊现代研究上尚处于探索阶段,各部分指标尚未建立统一标准与准确描述,如面色有神、少神、失神该如何客观鉴定,并将各参数与中医辨证原理相切合。其次,望、闻、问、切是从4个不同方面体现疾病的特点,目前四诊客观化研究主要集中于某部分的探究,未十分重视四诊合参,如何立足整体观念,客观准确地实现四诊合参亦是亟待解决的关键问题。再者,中医诊断现代化研究已开展多年,研制了一系列产品,然而目前临床中医仍是保持传统看病模式,四诊现代化研究的临床应用与转化问题也值反思。最后,人体是一个复杂的巨系统,证的内涵也在不断地丰富,单一层面的分析或者简单线性分析难以概括其全部的生命特征,如何将四诊采集的症状、体征信息与机体的微观指标结合来进行全面系统的中医诊断值得深入探索。

参考文献:

- [1] 夏淑洁,李灿东.中医诊断现代化与健康状态辨识[J].中医杂志,2019,60(4):277-279,294.
XIA S J, LI C D. Traditional Chinese medicine diagnosis modernization and health status identification[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine, 2019, 60(4): 277-279, 294.
- [2] 李灿东.中医诊断学[M]. 10版.北京:中国中医药出版社,2016.
LI C D. Diagnostics of traditional Chinese medicine[M]. 10th edition. Beijing: China Traditional Chinese Medicine Press, 2016.
- [3] 石玉琳,胡晓娟,许家佗.中医病证智能化诊断与分类研究进展[J].中国中西医结合杂志,2019,39(6):763-768.
SHI Y L, HU X J, XU J T. Intelligent diagnosis and classification research development of chinese medical syndrome typing[J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2019, 39(6): 763-768.
- [4] 黄淑琼,张云龙,周静,等.浅谈中医舌象客观化-量化-标准化研究[J].中华中医药杂志,2017,32(4):235-237.
HUANG S Q, ZHANG Y L, ZHOU J, et al. Research on the objectification, quantitation and standardization of tongue manifestation in traditional Chinese medicine [J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2017, 32(4): 235-237.
- [5] 赵静,刘明,郭世珍,等.中医面诊客观化研究进展浅析[J].天津中医药,2017,34(10):75-77.
ZHAO J, LIU M, GUO S Z, et al. Analysis on the facial diagnosis objectification of traditional Chinese medicine[J]. Tianjin Journal of Traditional Chinese Medicine, 2017, 34(10): 75-77.
- [6] 郑冬梅,郭东杰,戴振东,等.中医舌诊图像采集系统的设计与实现及实验研究[J].中国生物医学工程学报,2011,30(5):731-737.
ZHENG D M, GUO D J, DAI Z D, et al. Design and implementation of color diagnosis image acquisition system in TCM and experimental research[J]. Chinese Journal of Biomedical Engineering, 2011, 30(5): 731-737.
- [7] 胡志希,谢梦洲,袁肇凯,等.数字化中医诊断学实验教学模式的构建与实践[J].湖南中医药大学学报,2013,33(1):134-137.
HU Z X, XIE M Z, YUAN Z K, et al. Construction and practice of digital experimental teaching model of traditional Chinese medicine diagnostics[J]. Journal of Hunan University of Chinese Medicine, 2013, 33(1): 134-137.
- [8] 陈梦竹,岑翼刚,许家佗,等.基于图像处理的望诊面色自动识别研究[J].中国中医药信息杂志,2018,25(12):102-106.
CHEN M Z, CEN Y G, XU J T, et al. Research on automatic recognition of facial features based on image processing[J]. Chinese Journal of Information on Traditional Chinese Medicine, 2018, 25(12): 102-106.
- [9] 张冬,张俊华,孟昭鹏,等.基于高光谱图像技术的中医舌诊客观化研究展望[J].中国中医基础医学杂志,2019,25(9):1324-1326.
ZHANG D, ZHANG J H, MENG Z P, et al. Prospective research of TCM tongue diagnosis based on hyperspectral image technology[J]. Chinese Journal of Basic Medicine in Traditional Chinese Medicine, 2019, 25(9): 1324-1326.
- [10] 唐俊安,徐学军,卢玲,等.一种舌象辨证的信息处理方法研究[J].智能计算机与应用,2019,9(1):149-151.
TANG J A, XU X J, LU L, et al. Research on a dialectical information processing method[J]. Intelligent Computers and Applications, 2019, 9(1): 149-151.
- [11] 付晶晶,李福凤,陆雄,等.慢性胃炎中医证候舌象信息特征研究[J].中国中医基础医学杂志,2015,21(9):1107-1108.
FU J J, LI F F, LU X, et al. Study on tongue picture information features of TCM syndromes of chronic gastritis[J]. China Journal of Basic Medicine in Traditional Chinese Medicine, 2015, 21(9): 1107-1108.
- [12] 张展.耳语音信号处理研究及其在激光侦听中的应用[D].南京:南京航空航天大学,2017.
ZHANG Z. Research on whisper speech signal processing and its application in laser interception[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, 2017.
- [13] 郭佳,雍小嘉,赵刚.中医闻诊声音采集方法研究与改进[J].科学技术与工程,2012,12(18):228-230.
GUO J, YONG X J, ZHAO G. Traditional Chinese medicine auscultation sound acquisition and improvement[J]. Science Technology and Engineering, 2012, 12(18): 228-230.
- [14] 胡赣.基于特征组合的中医声诊客观化研究[D].上海:华东理工大学,2014.
HU G. Objective study of Traditional Chinese medicine acoustic diagnosis based on feature combination [D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2014.
- [15] 董伟,王忆勤,郑荣华,等.100例慢性咽炎患者语音信号的证型特征分析[J].河北中医,2015,37(11):1613-1615,1619.
DONG W, WANG Y Q, ZHENG R H, et al. Syndrome feature analysis of voice signal in patients with chronic pharyngitis[J]. Hebei

- Journal of Traditional Chinese Medicine, 2015, 37(11): 1613–1615, 1619.
- [16] 鲁法庭, 张学娅, 杨 梅, 等. 声诊研究现状及开展咳嗽中医声诊客观化研究思路[J]. 辽宁中医杂志, 2010, 37(7): 1231–1232.
- LU F T, ZHANG X Y, YANG M, et al. Current Status of Acoustic Diagnosis Research and Development of Objective Study of TCM Acoustic Diagnosis of Cough [J]. Liaoning Journal of Traditional Chinese Medicine, 2010, 37(7): 1231–1232.
- [17] ERNST T T, 陈祖福, 林丽英, 等. 译. 香味与香料化学嗅觉的科学[M]. 北京: 科学出版社, 1989: 9.
- ERNST T T, CHEN Z F, LIN L Y, et al. translate. The science of aroma and fragrance chemical smell [M]. Beijing: Science Press, 1989: 9.
- [18] 朱文锋. 中医诊断学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1999.
- ZHU W F. Diagnostics of Traditional Chinese Medicine[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1999.
- [19] 何庆华, 王正国, 田逢春, 等. 电子鼻技术在医学中的应用[J]. 中国医学物理学杂志, 2010, 28(5): 53–55, 60.
- HE Q H, WANG Z G, TIAN F C, et al. Application of electronic nose technology in medicine[J]. Chinese Journal of Medical Physics, 2010, 28(5): 53–55, 60.
- [20] 林雪娟, 吴清海, 李灿东. 基于气体传感器阵列技术的医用电子鼻研究[A]. 中国中西医结合学会诊断专业委员会 2009 年会议论文集[C]. 2009: 306–309.
- LIN X J, WU Q H, LI C D. Research on medical electronic nose based on gas sensor array technology [A]. Proceedings of the 2009 annual meeting of the Diagnostic Professional Committee of the Chinese Society of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine[C]. 2009: 306–309.
- [21] 林雪娟, 梁丽丽, 刘丽桑, 等. 基于证素辨证的慢性胃炎常见病位间的气味图谱特征研究[J]. 中华中医药杂志, 2016, 31(10): 3966–3969.
- LIN X J, LIANG L L, LIU L S, et al. Study on the characteristics of odor maps among common sites of chronic gastritis based on syndrome differentiation[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2016, 31(10): 3966–3969.
- [22] 黄 玮, 余江维. 中医问诊内容及客观化研究探析[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(8): 3666–3668.
- HUANG W, YU J W. Research on the content and objective research of TCM consultation[J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2019, 34(8): 3666–3668.
- [23] 王 洋. 中医临床个性化疗效评价内涵解析及体系构建研究[D]. 福州: 福建中医药大学, 2018.
- WANG Y. Analysis of connotation and system construction of individualized evaluation of clinical effect of traditional Chinese medicine[D]. Fuzhou: Fujian University of Traditional Chinese Medicine, 2018.
- [24] 郑 舞, 刘国萍, 朱文华, 等. 中医脾系问诊信息采集系统研制与评价[J]. 中国中医药信息杂志, 2013, 20(11): 19–21.
- ZHENG W, LIU G P, ZHU W H, et al. Development and evaluation of information collection system for TCM spleen interrogation [J]. China Journal of Information on Traditional Chinese Medicine, 2013, 20(11): 19–21.
- [25] 刘国萍, 闫建军, 王忆勤. 基于每个标签相关算法的多标签学习在慢性胃炎的诊断中的应用[J]. 循证医学, 2012, 12(6): 1–9.
- LIU G P, YAN J J, WANG Y Q. Application of multi-label learning using the relevant feature for each label (REAL) algorithm in the diagnosis of chronic gastritis[J]. The Journal of Evidence-Based Medicine, 2012, 12(6): 1–9.
- [26] 陈 洁, 孙敬和, 冼绍祥, 等. 中医心系疾病 PRO 量表研制及条目筛选[J]. 时珍国医国药, 2016, 27(2): 408–411.
- CHEN J, SUN J H, XIAN S X, et al. Development and item screening of cardiac disease PRO scale for traditional Chinese medicine[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 2016, 27 (2): 408–411.
- [27] 黄松琨, 谢利民, 徐颖鹏, 等. 基于中医辨证思路构建膝关节炎 PRO 量表的评价[J]. 中国中医基础医学杂志, 2018, 24(11): 1565–1568.
- HUANG S M, XIE L M, XU Y P, et al. Evaluation of constructing the knee osteoarthritis PRO scale based on TCM dialectical thinking[J]. China Journal of Basic Medicine in Traditional Chinese Medicine, 2018, 24(11): 1565–1568.
- [28] 韩 芳, 曹克刚, 高 颖. 清肝解郁方对偏头痛患者基于患者报告的结局(PRO)评价量表的临床研究[J]. 天津中医药, 2016, 33(9): 517–520.
- HAN F, CAO K G, GAO Y. Clinical study of Qinggan Jieyu Recipe on migraine patients based on patient reported outcome (PRO) evaluation scale[J]. Tianjin Journal of Traditional Chinese Medicine, 2016, 33(9): 517–520.
- [29] 王忆勤. 中医诊断技术发展及四诊信息融合研究[J]. 上海中医药大学学报, 2019, 33(1): 7–13.
- WANG Y Q. Development of TCM diagnostic technology and information fusion of the four diagnoses[J]. Journal of Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, 2019, 33(1): 7–13.
- [30] 王立文. 基于深度学习与条件随机场的多标记学习方法的中医问诊建模研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2013.
- WANG L W. Research on TCM consultation modeling based on deep learning and conditional random field multi-label learning method[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2013.
- [31] 梁建庆, 何建成. 基于数字化系统的中医问诊诊断客观化研究[J]. 中华中医药杂志, 2014, 29(5): 1534–1538.
- LIANG J Q, HE J C. Research on the objective diagnosis of TCM diagnosis based on digital system[J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, 2014, 29(5): 1534–1538.
- [32] 刘国萍, 王忆勤, 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.
- LIU G P, WANG Y Q, GUO R, et al. Preliminary development and evaluation of the interrogation collection system of the department of heart of traditional Chinese medicine [J]. Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica-World Science and Technology, 2008, 10(5): 16–20.

- [33] 于志峰,武学润,张海芳.脉诊仪临床应用及研究进展[A].第九次全国中西医结合诊断学术研讨会论文集[C].2015.
YU Z F, WU X R, ZHANG H F. Clinical application and research progress of pulse diagnostic apparatus[A]. The Ninth National Conference on Integrated Diagnosis of Traditional Chinese and Western Medicine[C]. 2015.
- [34] 张西洋.穿戴式脉象检测装置及其信号处理的研究[D].上海:华东理工大学,2016.
ZHANG X Y. Research on wearable pulse detection device and its signal processing[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2016.
- [35] 丁 姝,林一帆,胡文平.移动腕带充气式脉诊仪检测脾虚泄泻虚脉脉象图分析[J].亚太传统医药,2019,15(10):118-121.
DING S, LIN Y F, HU W P. Analysis of pulse pulse patterns of spleen deficiency, diarrhea and deficiency pulse detected by mobile wrist inflatable pulse diagnostic device[J]. Asia-Pacific Traditional Medicine, 2019, 15(10): 118-121.
- [36] 郭思嘉.智能化多探头中医脉诊仪设计[D].重庆:重庆大学,2018.
GUO S J. Design of intelligent multi-probe TCM pulse diagnosis instrument[D]. Chongqing: Chongqing University, 2018.
- [37] 周侃恒.新型三探头自加压脉象仪的研制[D].上海:华东理工大学,2015.
ZHOU K H. Development of a new three-probe self-pressurizing pulse imager[D]. Shanghai: East China University of Science and Technology, 2015.
- [38] 郭 睿,王忆勤,燕海霞,等.脉图的递归定量分析及对冠心病颈动脉血管硬化程度的评价[J]. 中华中医药杂志,2016,31(5):1695-1699.
GUO R, WANG Y Q, YAN H X, et al. Recursive quantitative analysis of pulse map and evaluation of carotid vascular sclerosis in coronary heart disease[J]. Chinese Journal of Traditional Chinese Medicine, 2016, 31(5): 1695-1699.
- [39] 韦 哲,张宇刚,张秉玺,等.经穴电阻特异性在人体穴位识别中的应用研究进展[J].中国医学装备,2019,16(3):172-174.
WEI Z, ZHANG Y G, ZHANG B X, et al. Research progress on application of acupoint resistance specificity in human acupoint recognition[J]. China Medical Equipment, 2019, 16(3): 172-174.
- [40] 中谷义雄著,叶少麟译.良导络的原理及临床概要[J].浙江医学院学报,1958,1(2):191-197.
YOSHIO N (author), YE S L (translated). Principles and clinical overview of Liangdaoluo[J]. Journal of Zhejiang Medical College, 1958, 1(2): 191-197.
- [41] 杨威生,张人骥.低阻经络研究 I、测定方法[J].北京大学学报(自然科学版),1978,14(1):128-134.
YANG W S, ZHANG R J. Research on low resistance meridian I. Measurement method[J]. Journal of Peking University (Natural Science), 1978, 14(1): 128-134.
- [42] 席 强,赵 敏,杨华元,等.基于 AD5933 阻抗测量芯片的人体经穴阻抗动态监测系统研制[J].中国医学装备,2014,11(11):7-9.
XI Q, ZHAO M, YANG H Y, et al. Development of dynamic monitoring system of human body acupoint impedance based on AD5933 impedance measurement chip[J]. China Medical Equipment, 2014, 11(11): 7-9.

(收稿日期:2019-11-12)

(本文编辑:滕晓东,于春泉)

Research principle and application of modernization of four diagnosis

XIA Shujie^{1,2}, ZHOU Zhihui^{1,2}, LI Zuofei³, JING Yuan¹, WANG Yang³, LI Candong^{1,2,3}

(1. Research Base of Traditional Chinese Medicine Syndrome, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou 350122, China; 2. Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Health Status Identification in Fujian Province, Fuzhou 350122, China;

3. LI Candong Qihuang Scholar Studio, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou 350122, China)

Abstract: The modernization of traditional Chinese medicine (TCM) diagnosis is the key to the development of TCM in the future, and objective and standardized collection and analysis of the information of the four diagnoses, namely, inspection, listening and smelling, inquiry, palpation, is the basis for achieving accurate TCM diagnosis. Based on the basic theory of TCM, combined with modern science and technology, this article expounds the principles, technologies, and application status of the modernization research of the four diagnostics of TCM, and further summarizes the key issues that need to be addressed in the process of the modernization of the four diagnostics of TCM and the future development direction.

Keywords: traditional Chinese medicine diagnosis; modernization of four diagnostic methods; inspection; listening and smelling; inquiry; palpation