

智能医疗时代“4S-PAMA”感知型健康服务模式探索^{*}

王传池^{1,2,3}, 吴 珊⁴, 陈 帅¹, 陈南杰⁵, 李恒聪^{1,6},
胡镜清^{1,2**}, 张伯礼^{2**}

(1. 广东省新黄埔中医药联合创新研究院 广州 510799; 2. 天津中医药大学中医药研究院 天津 301617; 3. 现代中医药海河实验室 天津 301617; 4. 暨南大学粤港澳中枢神经再生研究院 广州 510632; 5. 北京航空航天大学大科学装置研究院 北京 100191; 6. 中国中医科学院中医基础理论研究所 北京 100091)

摘 要:通过分析现有医疗服务模式存在的问题,探索智能医疗时代人们的核心健康需求,提出以人为本、个体主动健康促进为核心的“4S-PAMA”(Self-Perception、Self-Assessment、Self-Management、Self-Adaption)健康服务模式。同时以建设多层级、多模块、交互式中医健康管理港湾为切入点,科技创新为手段,通过改造传统体检中心或新建新型健康管理港湾,为进一步开展“感知型健康管理”的示范性推广应用提供理论基础。

关键词:主动健康 中医药 感知 信息技术 服务模式

DOI: 10.11842/wst.20240417001 CSTR: 32150.14.wst.20240417001 中图分类号: R319 文献标识码: A

当代医学的发展,正在向生物-心理-社会医学模式转变,而以预防性(Preventive)、预测性(Predictive)、个体化(Personalized)和参与性(Participatory)为核心的4P医学模式正成为健康和医学变革的转折点^[1-3]。新时代的健康需求,强调人人享有全方位全生命周期的个性化健康管理,健康服务从病源对抗向整体调节转变;行为主体从医生向个人(患者)为中心转变;健康服务的主要场所从医院等医疗机构向社区和家庭转变。中医以人为本的“仁爱”精神^[4],以及延续数千年的“治未病”“因人制宜”等理念与4P医学模式高度契合,加之复杂性科学与人工智能技术的发展促进了中医现代化步伐,大大提高了新医学模式实现的可能

性。如能从宏观的“天时/地理/气候”,中观的“生物/心理/社会”,微观的“物理/化学/病理”等多角度进行中医表征状态参数辨识^[5],并结合多模态技术进行数据整合和分析^[6-7],将有助于真正实现“疾病”态早期预测和预防,及时提供个体参与的健康干预。

1 现有医疗服务模式与主动健康需求之间存在缺位

当今主流医学,是高附加值、高投入、昂贵的“疾病医学”体系,但始终未能有效解决“看病难、看病贵”的全球性难题。近10年我国的医疗服务模式也仍停留在以医生和医疗单位为主体的阶段,主要方法是

收稿日期:2024-04-17

修回日期:2024-06-12

^{*} 广东省重点领域研发计划项目(2020B1111120004):中医健康状态辨识与干预装备研究,负责人:杨志敏;佛山市科技创新项目(2020001005585):痰瘀互结相关慢病社区防控关键共性技术与应用研究,负责人:胡镜清;广州市科技计划项目(2023A04J1113):基于舌微循环的冠心病中医客观化临床预测模型研究,负责人:王传池;国家资助博士后研究人员计划(GZC20231929):基于中医舌下络脉微循环检测的冠心病预警系统研发,负责人:王传池;中国博士后科学基金面上资助(2024M762389):基于舌下与甲襞微血管动态时序信号的冠心病风险预测模型构建,负责人:王传池。

^{**} 通讯作者:胡镜清(ORCID:0000-0002-8581-776X),研究员,博士生导师,本刊执行主编,主要研究方向:老年病证治原理及应用研究;张伯礼(ORCID:0000-0001-5129-9100),中国工程院院士,博士生导师,本刊编委会副主任委员,主要研究方向:心脑血管疾病防治和中医药现代化研究。

患者/用户提供定点的诊疗服务和定期体检,模式的滞后与健康新内涵之间产生缺位^[8],难以满足智能医疗时代背景下人们主动参与及个体化的健康需求。首先,对于大多数疾病早期或亚健康状态患者,尤其是职场人士,他们往往缺乏充分意识和充足动力(包括时间)到专业机构接受医疗服务。而现有医院中大部分医疗设备难以提供实时健康数据采集功能(24 h动态心电图、动态血压监测仪等也仅能实现短时间内的连续采集),并且存在操作困难、不便携带等问题,人们很难独立完成健康感知。第二,很多患者在完成体检并拿到报告后,迫切需要咨询理化检查结果的临床意义与指导建议(即使是“阴性”结果):我为什么会得这个病?跟同龄人相比,我的情况严重吗?我这几天没休息好,情绪波动比较大,跟这个有没有关系?我每次在家里做完家务或爬完楼梯就觉得症状加重,是不是应该减少活动?接下去我该做出什么改变才更有利于我的健康?产生这些问题的一个重要原因是患者并不具备系统的自主健康评估能力。第三,由于缺乏完善的人体健康状态“在线监测-评估-反馈”系统,患者在获得来自医生或医疗机构的药物或调理方案后,难以主动、按时、定量、准确地完成健康促进任务。第四,虽然随着医学模式转变,我们对健康的认识进一步提高,更加关注患者的心理应激及自我控制能力,但总体上对提高患者对疾病与环境自主适应能力的重视程度还不够。

2 以个体主动健康促进为核心的“4S-PAMA”模式顶层设计

满足人们日益增长的主动健康需求,必须把握通信网络、三网融合、新型平板显示、高性能集成电路等新一代信息技术(New generation of information technology, NGIT)发展机遇。我们在梳理课题组前期有关健康概念与内涵研究成果^[9-10],以及既往“KABC”(Knowledge, Attitude, Behavior, Condition)健康调理影响因素模型及不同社区健康管理模式研究基础上^[11-12],采用文献研究、案例分析、实地调研等方法,系统总结国内外医疗服务和健康管理模式研究的经验与不足,同时围绕新时代健康服务模式的概念、内涵、框架、应用场景等进行多轮专家咨询论证,明确组成要素及其之间的关系,初步构建了以人为本、个体主动健康促进为核心的“4S-PAMA”(Self-Perception、Self-Assessment、Self-Management、

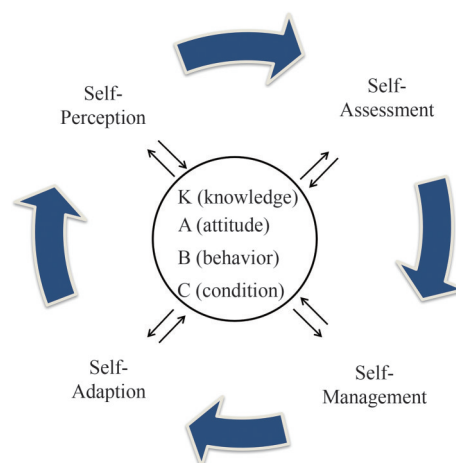


图1 智能医疗时代“4S-PAMA”健康服务模式

注:4S-PAMA(自主感知 Self-Perception、自主评估 Self-Assessment、自主管理 Self-Management、自主适应 Self-Adaption);K代表“知识”,A代表“态度”,B代表“行为”,C代表“条件”。

Self-Adaption)健康服务模式(见图1)。

2.1 自主感知

自主感知指患者/用户借助传感器集成与控制系统^[13],具备对自己和外界多源信息的采集能力,能够自主地感知外界环境、机体状态,以及各种健康影响因素变化。我们欣喜地看到,近年来传感技术在中医领域的研发与应用越来越多。以中医脉象感知为例,中国科学院上海微系统与信息技术研究所李昕欣研究员团队先后提出了“脉搏波阵列信号包络图结合时域信号识别弦脉特征的方法”“基于传感阵列测脉搏波横向位置变化的紧脉特征识别方法”等多个脉象特征采集及识别方法^[14-18]。近年来,越来越多的学者开始关注基于动态视觉的图像化脉象采集方法,研制脉搏图像传感器。如国外研究团队 Ouzar 等^[19]提出了一种基于深度可分离卷积神经网络的脉象心率检测模型,使用双目图像传感器采集患者的人脸视频信号进行脉象分析;来自浙江工业大学的冯远静团队^[20]采用一种分层注意力机制,该机制能根据图像传感器采集到的视频信号强度大小自适应地提取脉象特征,他们所提出的 JAMSNet 模型取得了较好的脉象分析效果。除了中医脉象感知外,李昕欣研究员团队还提出了一种基于 MEMS 的中医气味闻诊系统,能够对胃部的内源性氨气、硫化氢等气体进行检测^[21],上述的研究工作都为进一步提供患者中医状态自主感知工具奠定了基础。

实现自主感知首先需要建立以信息感知技术为

支撑,同时满足医疗保险需求的个人健康档案及其管理系统。档案内容应包括疾病史、家族史、用药及手术史、体检报告、生命征、免疫力、生活习惯、职业特点、生活环境、心理健康、中医望闻问切四诊信息、调理方案实施情况等,能够长期保存并及时更新。其中需要使用到云计算、大数据分布式存储、边缘计算、流式计算等技术手段^[22-23]对个人健康档案的庞大数据量不断进行存储更新,对其中的个人隐私信息进行安全保护。其次是配备无创、实时动态监测、便携、可穿戴的个性化自主感知设备和(或)仪器,以及相应的信息存储与共享系统。通过多形式、多维度、动态连续的自主信息感知,不断完善及更新健康档案,为实现无缝服务、精准管理健康与预防疾病打下基础(见表1)。

2.2 自主评估

自主评估是在自主感知基础上,通过多维度数据融合、大数据分析自动化信息处理等技术手段,尤其是利用各种前沿的算法对医学影像等自主感知信息进行分析诊断,实现自主健康评估、状态辨识、疾病诊断,以及调理后的效果评价。例如,越来越多人工智能、信号与信息处理、数据科学等不同领域学者跨界开展中医舌象研究,提出“基于改进deeplabv3+的舌象分割算法”^[26]、“一种自动检测舌上瘀点的方法”^[27]、“基于人机交互 ResNet34 的舌图像分类”^[28]等中医舌象分析算法,全方面地获取并分析舌象的位置、形态、状态等结果。这些基于深度学习的舌象算法的优化与应用,使得患者能够便捷地进行中医舌象自诊。未来,患者将无须依赖专业设备,

仅需利用便携式的移动设备,如手机、智能镜子等便能进行检测和分析,这将有助于让患者在居家条件下也能通过中医舌象来判断自己是否“上火”或是否存在“湿气”。又如目前正在兴起的大语言模型(Large language model, LLM)也被学者们引入到医疗问诊领域中,让用户通过手机等移动设备即可对自身健康状态进行评估。复旦大学数据智能与社会计算实验室共同研究和开源的 DISC-MedLLM 智能问诊大模型^[29],能够提供通用疾病问诊和治疗方案咨询,满足个人日常的医疗保健需求;针对中医问诊,来自深圳市大数据研究院的王本友教授团队联合香港中文大学,在 ChatGPT 模型基础上,采用指令微调、“蒸馏数据”和强化学习等技术手段训练出华佗 GPT 医疗大模型^[30]。前沿算法与医学的结合和落地,使得患者实现自主健康评估、状态辨识等自主感知信息进行分析和诊断成为可能(见表2)。

自主评估的重点与难点在于如何同时保证评估的准确性和时效性,二者缺一不可。人体健康水平受时间、空间、环境、疾病不同发展阶段、生活习惯等多因素影响,评估的准确性是根据上述影响因素来制定和不断完善医疗决策或调理方案,以及确保安全性的前提。评估的时效性则决定了决策是否在特定时间内发挥最大效能。亟需合理借助医疗大数据、云计算和人工智能、5G 通信网络、区块链与物联网等技术,同时结合循证医学与模型医学(Model-based medicine, MBM)优势,建立适合个人-家庭场景,同时符合多途径健康促进有效性评价特点的自主评估系统,让患者成为自身健康状况的第一知情人。

表1 中医健康信息感知技术清单(列举部分)

技术名称	主要研究者	提出年份	核心内容及应用场景
基于脉搏波阵列信号包络图结合时域信号识别	李昕欣	2022	信息感知和图像识别、智慧针灸诊疗单元 ^[14]
基于 DSC 深度神经网络的视频信号识别	Yassine Ouzar	2023	人脸识别与视频识别、大规模实时的心率检测 ^[19]
基于 JAMSNet 模型的脉搏波信号感知	冯远静	2022	脉搏波信号识别与分类、无感化的视觉脉象诊断 ^[20]
基于高、低通滤波的心音信号感知	唐伟	2022	听诊器心音信号的高精度采集、实时输出心率状态等 ^[24]
基于元音发声感知的智能闻诊分析	门韶洋	2023	元音发声的声音信号感知、中医智能闻诊分析 ^[25]

表2 中医健康信息评估大模型(列举部分)

模型名称	主要研究者	提出年份	核心内容及应用场景
华佗 GPT 医疗大模型	深圳市大数据研究院	2023	多轮问诊对话、患者日常健康服务咨询 ^[30]
山海	云知声	2023	手术及门诊病历本智能生成、医生日常诊疗病例撰写助手 ^[31]
灵医 Bot	百度灵医智惠	2023	病历文档理解、医院健康信息日常归纳及医疗问答 ^[31]
MedGPT	医联	2023	诊疗一体智能化、医院全流程诊疗辅助 ^[31]
ClouD GPT	智云健康	2023	检验报告智能解读、为同类疾病提供预警及建议治疗方案 ^[31]

2.3 自我管理

自我管理指患者/用户授权将个人评估报告发送给指定医疗机构或健康管理员,并通过针对性专业指导与系统培训后,遵照个体化健康调理方案完成既定任务和目标,实现健康促进的过程。目前国内外已有部分学者开展研究探索符合不同人群和疾病特点的自主管理方案。如朱婷婷等^[29,32]应用基于风险感知的认知-态度-行为强化的自主管理策略,提高2型糖尿病患者自我管理知识、态度、行为水平,发现相较于未进行自主管理的患者,自主管理策略对控制血糖水平,提高生活质量均具有积极意义。江书正等^[33]构建了基于患者疾病自我管理能力的下肢动脉疾病药学服务模式,包括:①配合医生进行药物治疗、内科治疗、外科治疗;②有意识地监测脉搏、踝肱指数、跛行距离、体重;③能及时发现症状加重预警征兆,根据症状调整用药和行为;④合理膳食,适度锻炼。该模式改善了下肢动脉疾病治疗的有效性、安全性和患者疾病自我管理能力。实践表明,自我管理模式能够帮助患者更好地掌控自己的健康状况,提高生活质量,还能够降低医疗成本,缓解医疗资源的压力。因此,开展符合不同人群和疾病特点的自主管理方案研究具有重要的现实意义和长远价值。

借助手表、手环、眼镜等智能穿戴设备^[34-35],构建完整闭环的人体健康状态“在线监测-评估-反馈系统”是实现自我管理的重要保障。只有实时更新并反馈健康促进任务进度、“健康促进得分”及具体的健康状态改善情况,才能充分发挥患者/用户的主观能动性,实现自我管理效果最大化。以糖尿病管理为例,2023年5月,华为发布了业界首款支持高血糖风险评估研究的智能手表WATCH 4星球系列,能够在一定程度上帮助识别潜在风险人群。目前,市场上的智能可穿戴设备已经兼具多项功能,包括监测血压、心律、

心跳、脉搏、睡眠指标等(见表3)。随着智能穿戴研发领先的科技公司加入,便携设备与医疗设备的边界也在被逐步打破。同时,得益于大数据及人工智能技术的发展,大健康干预方案智能推荐系统也得到了进一步发展,如由哈尔滨工业大学研发的本草中文医学问诊系统,可以根据患者的问诊症状制定个性化的大健康干预方案,包括饮食建议、药物推荐等^[36]。实时的数据监测以及大健康干预方案智能推荐系统的出现,为自主健康管理提供了更多的可能性。

2.4 自主适应

“适应”一词源于生物学,用来表示能增加机体生存机会的那些身体和行为上的改变。“4S-PAMA”模式强调个体对自我身心健康或疾病状态,以及对外界环境和社会的适应能力,是机体通过“同化”和“顺应”这两种相辅相成的作用,不断与疾病和环境达成动态平衡的过程。“健康”并非简单的“不生病”。WHO早在1946年成立之初的《世界卫生组织宪章》序言中即指出“健康不仅是没有疾病或虚弱,而且是身体、心理、社会功能三方面的完满状态”^[42]。到1990年,健康评价维度拓展为躯体健康、心理健康、社会适应良好和道德健康四个方面。实际上,绝大多数人很难完全达到上述健康要求,我们更关注如何在得到充分健康促进基础上适应疾病和环境的改变,这个过程大致要经历认知调节、态度转变和行为选择三个环节。仍以糖尿病为例,患者在第一时间感知自身血糖超过正常水平后,首先对糖尿病及其危害等信息进行加工,由此产生祛除疾病的动机,在此过程中自我效能感扮演核心角色。紧接着当患者发现自己开始出现频繁口干、皮肤干燥、夜间尿频等症状时,态度逐渐发生转变(根据费斯汀格的认知失调论^[43]),继而产生饮食控制、锻炼身体等行为选择,促进“自我管理”,最终在糖尿病健康促进过程中达到自主适应。

表3 可穿戴健康管理设备(列举部分)

设备名称	主要研发机构	上市年份	功能特点
脉象采集与智能分析手表	杭州市临平区妇幼保健院	2022	通过让患者佩戴智能手表,实时采集和分析患者连续性脉象变化,以此为依据制定干预方案 ^[37]
华为 WATCH 4 手表	华为	2023	首款支持高血糖风险评估的佩戴手表 ^[38]
小米手环5	小米	2020	便携式的、可自动实时心率检测、心率辅助睡眠检测的便携式佩戴手环 ^[39]
Vision Pro	苹果	2023	首款头戴式“空间计算”显示设备,可用于分析检验检查报告并给出健康建议 ^[40]
智能鞋垫	浙江奥康鞋业股份有限公司	2024	穿戴式智能监测鞋垫,解决电量储蓄问题,延长设备待机时长,实现长时间动态检测用户足底压力状态并分析给出干预方案 ^[41]

3 多层次、多模块、交互式4S中医健康管理港湾应用示范

为构建面向未来的健康促进模式和服务体系,增强健康保障供给服务能力,同时带动科技创新与新型产业集聚,拟以建设多层次、多模块、交互式4S中医健康管理港湾为切入点,发挥科技创新的支撑引领作用,通过改造传统体检中心或新建新型健康管理港湾,开展“4S-PAMA”模式的示范性推广应用研究。

3.1 适应不同服务场景的多层级分类设计

针对家庭、诊所、社区、医院、养老院等不同服务场景特点,设计具有不同功能结构和建筑形态的4S中医健康管理港湾。如以家庭为主要服务场景时,港湾的设计要考虑不同户型和空间面积,同时要适应不同房间功能(饮食、运动、睡眠等)进行相关健康促进设备配置^[44],在保证“4S-PAMA”功能实现的基础上尽可能采用操作简单、小型化、便携式、可穿戴装备。而以医院为服务场景时,人流量和疾病复杂程度可能要列入考虑范围,同时要突出医院健康促进的系统性、完整性和专业性。总之,建设4S个体健康管理港湾的首要任务是要深入调研分析不同服务场景的健康需求,同时也要综合地域、经济、文化特色等多层面因素进行设计。

3.2 根据不同人群特征划分的多模块设置

港湾诊疗模块的设置应充分考虑不同人群特征的健康需求。如根据不同年龄、性别可设置老年、妇女、儿童等健康促进模块;根据中医人体脏腑功能可设置心脉养护、脾胃调理等模块;根据不同疾病特点可设置养生保健治未病、慢病调理与康复等模块;根

据不同特色疗法可设置中医拔罐、针灸、推拿按摩、刮痧、中药熏蒸等模块。不同层级模块之间的功能有所侧重,同时也可实现交叉组合。患者不仅可以依据评估建议,结合自身需求选择不同模块进行多样化综合调理,还可以提前预约定制个性化健康促进模块。

3.3 多维度协同合作的交互式运营管理

借助大数据、云计算、人工智能、移动通信、物联网、广域网等数字信息处理和通讯技术,港湾的运营管理可以实现多个维度的协同合作与交互,包括中心港湾-分港湾之间的信息交互;不同居民之间、患者与医生之间、医生与医生之间的人-人交互;用户/患者与可穿戴设备、智能健康信息采集系统、智能诊疗系统之间的人-机交互,以及人与自然/社会之间的交互等。在保证信息安全的情况下,不同维度的协作与交互实现了信息共享程度最大化与信息资源效能最大化,能够提供更快、更准、更便捷的健康服务,显著提高用户/患者的服务体验和健康保障。

中医健康管理港湾的基本服务步骤如下:第一步,来自不同类型社区的用户/患者借助简易穿戴设备实现自主健康信息感知后,可选择系统推荐的4S中医健康管理港湾进行智能化望闻问切全面的四诊信息感知。第二步,通过家庭-社区-中心港湾综合管理系统传递数据,利用智能评估与区域医疗共享协作系统,针对每个患者制订个体化、多样化中医诊疗方案。第三步,患者根据评估建议及诊疗方案,结合自身需求选择有针对性的模块化健康促进服务。第四步,患者返回社区继续“自主感知-自主评估-自主管理-自主适应”4S-PAMA健康促进循环流程,见图2。

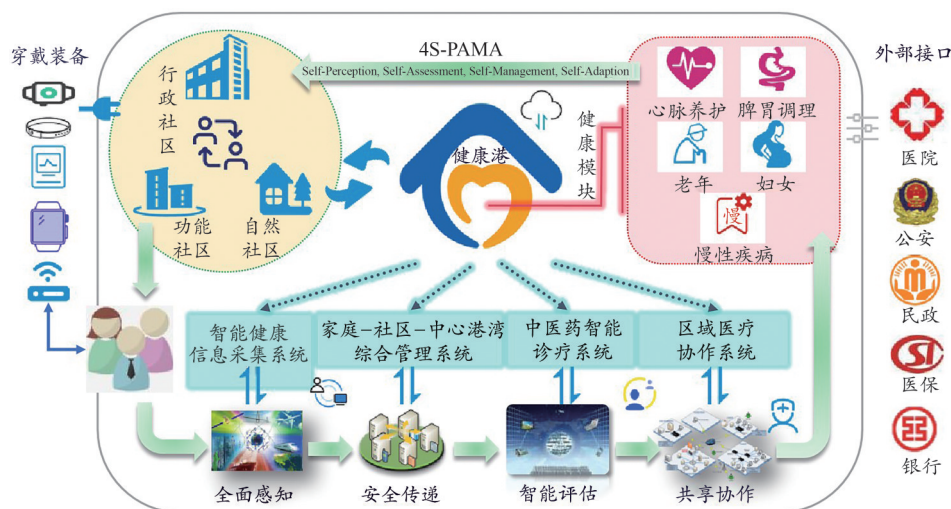


图2 多层次、多模块、交互式中医健康管理港湾模式图

4 展望

新时代健康需求推动健康管理模式创新,未来健康服务的环境必将与现在不同,应该是以人为主体的“感知型健康管理”。中医通过“望闻问切”感知人体健康状态的方法和哲学思想蕴含着深厚的原创科学内涵,具有引领生命科学未来发展的巨大潜力。正如钱学森所言“人体科学的方向是中医,不是西医,西医也要走到中医的道路上来”“医学的前途是中医现代化,而不在什么其他途径”^[45]。与此同时我们也看到,虽然中医的健康理念先进,但支撑技术手段仍然落后。由于缺乏数字化、客观化表达以及规模化应用,导致中医药特色优势得不到充分发挥,原创有效信息包在传递过程中逐步流失,服务效率和质量上不去。

如今,现代科学技术突飞猛进,感知型健康管理模式的基础条件已然成熟。中医药是在整体观系统论指导下的医学体系,具有独特的生命观、疾病观、防治观。近几百年,还原论的思维方法一直主导科技发展的方向,但却不能很好地揭示复杂系统的生命现象,受到科技发展的制约,基于中医药健康认知观,全

面、实时地感知、采集、传递和集成分析生命信息一直难以实现。本研究首次提出一种以人为本,个体主动健康促进为核心的感知型健康管理模式,但尚处于探索阶段,其关键之处在于需要借助一些客观量化的仪器设备才可实现健康信息采集、分析处理与反馈的最小闭环,并且还需要通过投入实际应用不断调整完善。可喜的是,随着传感、大数据、云计算、物联网、人工智能等信息技术的高速发展,加上在新药创制、核高基、集成电路、宽带移动通信等领域已经取得的一系列研究成果,积蓄了巨大的动能,有望提供强力支撑,使我们具备了从信息层面揭示中医药科学奥秘的能力。我们相信,融合应用系统科学和现代信息科学等新技术,将中医药原创智慧物化为新型技术装备,补上中医药技术手段的短板,实现智能化、可量化、能复制、易转化、好推广,必将全面变革中医药传承方式,创新健康服务模式,让中医药健康服务进入千家万户,有力支撑健康中国战略,为全民健康促进提供“中医智慧”和“中国方案”。

致谢:本文得到中国中医科学院中医基础理论研究所马晓彤研究员的指导,特此致谢!

参考文献

- 1 胡镜清.源自未来的紧迫和责任.中国中医基础医学杂志,2019,25(1):5-6.
- 2 Horne R. The human dimension: putting the person into personalised medicine. *New Bioeth*, 2017,23(1):38-48.
- 3 童叶青,殷晓旭,王雷,等.我国4P医学服务模式的展望.公共卫生与预防医学,2020,31(2):1-3.
- 4 王昊,韩佳桐,王子旭,等.叙事医学语境下中医学的仁爱精神.现代中医临床,2023,30(2):49-53.
- 5 任朝莹,徐云浩,李明珠,等.中医“疾”态概念探究及现代临床意义发微.中医杂志,2023,64(4):329-333.
- 6 Mao H S, Zhang B Z, Xu H, et al. An end-to-end traditional Chinese medicine constitution assessment system based on multimodal clinical feature representation and fusion[C]//*Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence*. 2022, 36(11): 13200-13202.
- 7 Wang Y, Shi Q W, Xu L, et al. A study on the construction of traditional Chinese medicine multimodal corpus under the view of self-media[C]//2022 International conference on computers, information processing and advanced education (CIPAE). Ottawa: IEEE, 2022: 373-375.
- 8 黄奕祥,李江帆.健康需求变化与医学服务模式转变.中州学刊,2010(1):114-119.
- 9 胡镜清,江丽杰,彭锦,等.现代医学模式下亚健康概念特征属性的思考及其意义.中国中医基础医学杂志,2011,17(6):683-685,690.
- 10 胡镜清,彭锦,陈勇等.健康管理与中医学优势.国际中医中药杂志,2006,28(4):217-220.
- 11 施展,胡镜清,彭锦.亚健康人群的健康管理模式初探.现代预防医学,2012,39(16):4152-4153.
- 12 张秀刚.基于KAPC视角的社区中老年人超重肥胖影响因素及干预策略研究[D].北京:中国中医科学院,2017.
- 13 Liu Z X, Kong J J, Qu M L, et al. Progress in data acquisition of wearable sensors. *Biosensors*, 2022, 12(10):889.
- 14 李昕欣,孙毅,杨恒,等.基于密集柔性传感阵列的中医脉体软硬度判定方法.上海市:CN115919270A,2023-04-07.
- 15 孙珂,李昕欣,孙毅,等.寸关尺三部压力传感阵列测脉搏包络识别缓脉特征的方法.广东省:CN115868944A,2023-03-31.
- 16 杨恒,孙珂,李昕欣,等.基于传感阵列测脉搏波横向位置变化的紧脉特征识别方法.上海市:CN115813353A,2023-03-21.
- 17 孙毅,杨恒,孙珂,等.脉搏波阵列信号包络图结合时域信号识别弦脉特征的方法.广东省:CN115381412A,2022-11-25.
- 18 于婷婷,孙珂,陈建中,等.一种气囊一体化的脉诊仪触觉传感阵列结构.上海市:CN111938610A,2020-11-17.
- 19 Ouzar Y, Djeldji D, Bousefsaf F, et al. X-iPPGNet: A novel one stage deep learning architecture based on depthwise separable convolutions for video-based pulse rate estimation. *Computers in Biology and*

- Medicine*, 2023, 154: 106592.
- 20 Zhao C C, Wang H S, Chen H L, *et al.* JAMSNet: a remote pulse extraction network based on joint attention and multi-scale fusion. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2023, 33(6): 2783–2797.
 - 21 李昕欣. 基于MEMS的中医脉诊与气味闻诊系统研究. 上海市: 中国科学院上海微系统与信息技术研究所, 2021.
 - 22 刘志强. 基于非关系型数据库的大数据分布式存储技术. 科技创新与应用, 2023, 13(22): 27–30.
 - 23 陈其宇, 许海兰. 大数据环境下数据安全传输与存储分析与研究. 信息系统工程, 2023(5): 129–131.
 - 24 唐伟, 徐学军. 基于中医闻诊的智能听诊器心音信号采集系统设计. 微型电脑应用, 2022, 38(11): 125–128, 133.
 - 25 门韶洋, 陈绿洁, 赖童, 等. 面向中医闻诊的智能化技术研究. 中华中医药学刊, 1–15[2024–06–11]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/21.1546.R.20231113.0947.002.html>.
 - 26 刘东华, 张伟, 顾旋等. 基于改进deeplabv3+的舌象分割算法. 现代计算机, 2023, 29(3): 16–20, 27.
 - 27 Qian C Q, Gu H Y, Yang Z C, *et al.* An automatic petechia dots detection method on tongue. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Annual International Conference*, 2021, 2021: 3362–3365.
 - 28 Zhuang Q B, Gan S Z, Zhang L Y. Human-computer interaction based health diagnostics using ResNet34 for tongue image classification. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 2022, 226: 107096.
 - 29 Bao Z J, Chen W, Xiao S Z, *et al.* Disc-medllm: Bridging general large language models and real-world medical consultation. *arXiv preprint arXiv:2308.14346*, 2023.
 - 30 Zhang H B, Chen J Y, Jiang F, *et al.* HuatuoGPT, towards taming language model to be a doctor. *arXiv preprint arXiv:2305.15075*, 2023.
 - 31 颜见智, 何雨鑫, 骆子烨, 等. 生成式大语言模型在医疗领域的潜在典型应用与面临的挑战. 医学信息学杂志, 2023, 44(9): 23–31.
 - 32 朱婷婷, 何莉华, 施庆庆. 基于风险感知的认知-态度-行为强化策略在2型糖尿病患者中的应用. 全科护理, 2024, 22(5): 900–904.
 - 33 江书正, 陈熙, 陈飞宇, 等. 基于患者疾病自我管理能力的下肢动脉疾病药学服务模式的构建. 中国药房, 2024, 35(4): 500–505.
 - 34 Zovko K, Šerić L, Perković T, *et al.* IoT and health monitoring wearable devices as enabling technologies for sustainable enhancement of life quality in smart environments. *Journal of Cleaner Production*, 2023, 413: 137506.
 - 35 Dunn J, Runge R, Snyder M. Wearables and the medical revolution. *Per Med*. 2018, 15(5): 429–448.
 - 36 Du Y R, Zhao S D, Cai M Z, *et al.* The CALLA dataset: probing LLMs' interactive knowledge acquisition from Chinese medical literature. *arXiv preprint arXiv:2309.04198*, 2023.
 - 37 周晓丽, 邵建南. 可穿戴设备与中医健康管理平台的融合创新应用. 中医药管理杂志, 2022, 30(7): 164–165.
 - 38 倪雨晴. 华为“夏季大作战”终端产品线多面出击. 21世纪经济报道, 2023–05–22(3).
 - 39 Casado-Robles C, Mayorga-Vega D, Guijarro-Romero S, *et al.* Validity of the Xiaomi Mi Band 2, 3, 4 and 5 wristbands for assessing physical activity in 12-to-18-year-old adolescents under unstructured free-living conditions. *Fit-person study. Journal of Sports Science & Medicine*, 2023, 22(2): 196–211.
 - 40 Masalkhi M, Waisberg E, Ong J, *et al.* Apple vision pro for ophthalmology and medicine. *Annals of Biomedical Engineering*, 2023, 51(12): 2643–2646.
 - 41 浙江奥康鞋业股份有限公司. 一种穿戴式智能监测鞋垫及其制作方法. 浙江: CN118121009A, 2024–06–04.
 - 42 Su J J, Zhang D Q. Research on the historical origins of the World Health Organization's definition of health. *China Journal of Science and Technology History*, 2016, 37(4): 485–496.
 - 43 Festinger L. *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, Calif.: Stanford University Press, 1957.
 - 44 杨启城, 陈菊, 杨涛, 等. 基于物联网的中医居家健康系统搭建. 世界科学技术: 中医药现代化, 2023, 25(5): 1597–1607.
 - 45 钱学森. 论人体科学与现代科技. 上海: 上海交通大学出版社, 1998: 163–177.

Exploration of 4S-PAMA Health Service Model in the Era of Intelligent Healthcare

WANG Chuanchi^{1,2,3}, WU Shan⁴, CHEN Shuai¹, CHEN Nanjie⁵, LI Hengcong^{1,6}, HU Jingqing^{1,2}, ZHANG Boli¹
 (1. Xin-Huangpu Joint Innovation Institute of Chinese Medicine, Guangzhou 510799, China; 2. Institute of Traditional Chinese Medicine, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China; 3. Modern Traditional Chinese Medicine Haihe Laboratory, Tianjin 301617, China; 4. Guangdong-HongKong-Macau Institute of CNS Regeneration, Jinan University, Guangzhou 510632, China; 5. Institute of Grand Scientific Devices, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100191, China; 6. Institute of Basic Theory of Traditional Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100091, China)

Abstract: By analyzing the problems existing in the existing medical service model, this paper explores the core health

needs of people in the era of intelligent medical care, and puts forward people-oriented, "4S-PAMA" (Self-Perception, Self-Assessment, Self-Management, Self-Adaption) health service model with individual active health promotion as the core. At the same time to build a multi-level, many modules, interactive health management of traditional Chinese medicine harbor as the breakthrough point, science and technology innovation as the means, through to transform traditional medical center or create new health management, in order to further carry out "perception model of the health management" model applied to provide theoretical basis.

Keywords: Active health, Traditional Chinese medicine, Perception, Information technology, Service model

(责任编辑: 刘玥辰)