

探究中医嗅诊之源流,初构数智嗅诊之体系*

许子健¹, 傅 骞¹, 蒋 寅², 张晓雨², 钟 瑞¹,
伍洲游¹, 商洪才^{3,4**}, 张 玫^{1,3,4**}

(1. 北京中医药大学中药学院 北京 102488; 2. 中国中医科学院中医临床基础医学研究所 北京 100700; 3. 北京中医药大学中医内科学教育部/北京市重点实验室 北京 100700; 4. 北京中医药大学东方医院 北京 100078)

摘要:嗅诊是指通过嗅辨患者身体及分泌物、排泄物所散发的气味与病室气味以诊察疾病的方法,其诊法属于中医“闻诊”范畴,是在中医理论指导下的重要诊断方式之一。近年来,随着医工融合、人工智能、大数据等多学科交叉的迅猛发展,中医被逐渐向精准、高效、个性化医疗跨越,开启了“数智中医”新时代。本文对嗅诊相关古籍文献进行了系统查阅,梳理了各个时期嗅诊理论的发展特点,归纳了医家对于生理病理状态下人体所散发气味的不同见解,旨在探析中医嗅诊之源流及其时代分期,明确异常气味所对应的病性、病因病机、预后等诊断,以期厘清中医嗅诊的发展历程,为推动当今“数智中医嗅诊”研究和中医(闻)嗅客观化、标准化、智慧化发展提供理论源泉和文献依据。

关键词: 闻诊 中医嗅诊 源流探析 数智中医

DOI: 10.11842/wst.20241116001 CSTR: 32150.14.wst.20241116001 中图分类号: R2-09;R241 文献标识码: A

嗅诊,即通过辨识患者身体气味与病室气味以诊察疾病的方法^[1]。在中医四诊(望、闻、问、切)中,闻诊占据一席之地。闻诊涵盖了通过听觉进行的“声诊”和通过嗅觉进行的“嗅诊”。尽管《说文解字》中解释:“闻,知声也。”意味着闻是指听到声音并理解其含义,但“闻”亦包含嗅的含义,即用鼻子辨识气味。例如,汉代《孔子家语》中提到:“与善人居,如入芝兰之室,久而不闻其香”,其中“不闻其香”即指未能嗅到香味。清代医家王秉衡认为闻诊应包含听声、嗅味两部分,正如其在《重庆堂随笔》中所述:“凡入病室,五官皆宜并用。问答可辨其口气,有痰须询其臭味”^[2]。可见,嗅诊是古代医家诊断疾病不可或缺的重要方法之一。

当今数智中医嗅诊为传统中医的现代化提供了新的视角与方法^[3],具有重要的学术和实践意义。中

医嗅诊作为一种独特的诊断手段,蕴含着丰富的医学智慧,但在实际应用中常面临主观性强、标准化不足等问题。通过引入数智技术,可以有效提升嗅诊的客观性和准确性,使其更符合现代医学的要求。数智中医嗅诊在疾病早期筛查、证候分型及预后中的潜力不容忽视。许多疾病在早期阶段并无明显症状,而人体气味变化往往是潜在健康问题的早期信号。通过对气味成分的精准分析,数智中医嗅诊能够帮助医生及时辨别中医证候,促进早期干预,提升患者的治疗效果。数智中医嗅诊的研究还能够推动中医与现代科技的深度融合,促进多学科合作,推动中医药的国际化发展。随着全球对中医药的关注度不断提升,数智中医嗅诊的探索将为中医传承与创新提供新的动力,助力中医药在全球健康体系中的地位提升。

收稿日期:2024-11-16

修回日期:2025-06-26

* 科技部国家重点研发计划“中医药现代化”重点专项(2022YFC3502300):广义望诊多维信息采集与智能处理技术的数智中医诊疗研究,负责人:商洪才;科技部国家重点研发计划“中医药现代化”重点专项课题(2022YFC3502305):中医临床及健康监护广义望诊装备的评价及应用,负责人:商洪才;北京市科学技术委员会自然科学基金海淀原始创新联合基金(L222150):基于高精度微型质谱仪的呼出气分析在肺炎快速诊断中的关键技术研究,负责人:张玫。

** 通讯作者:商洪才,研究员,博士生导师,主要研究方向:数智中医学;张玫(ORCID:0000-0002-3877-0209),研究员,博士生导师,主要研究方向:中医药学新技术新方法。

1 数智中医嗅诊的理论源流

气体能反映人体生命活动的内在变化,是医家判断气血、脏腑经络是否正常的重要依据。在正常生理状态下,气血充沛、脏腑经络功能正常,病气无从化生,因此生理性气味正常。反之,当人体处于病理状态,气血阴阳虚损、脏腑经络功能失常或外邪内侵时,正常生理性气味便会发生异常改变。人体气味一般通过体表或孔窍散发,如腋下、汗液、二便、痰涎、鼻涕、呕吐物等。通过辨识病人所散发的不同气味,可以初步判断病位、病性、病因、病机以及预测疾病的发展趋势和预后吉凶,并以此辅助遣方用药,明确治疗方向,亦是未病先防的重要手段。因此,嗅诊是中医诊断中不可或缺的诊断方式,并且贯穿中医辨证论治的整个过程。

嗅诊作为传统中医诊断的重要组成部分,具有悠久的历史 and 深厚的文化底蕴。相关记载最早可追溯到几千年前的商周时期,如《周礼》言:“在医,以五气、五声、五色视其死生”,即根据病人气味声色来辨证论治。而嗅诊在《内经》问世之前,只有散在的记述未成体系。秦代《内经》中对五臭的记载,标志着嗅诊之法开始运用于医学诊断。如《素问·金匱真言论篇》言:“五藏应四时,各有收受乎……其臭腐”^[4]。首次将五脏与五臭相对应,并阐明五脏与特定气味之间的关系,并使其赋有深层次的内涵,即同气相求的思想,是五臭成为临床辨证及用药的理论基础。正如《素问·金匱真言论》提出:“肝病其臭臊,心病其臭焦,脾病其臭香,肺病其臭腥,肾病其臭腐”。明确五臭与五脏疾病之间的联系。又如清代医家张秉成《本草便读》中言:“豨莶草……此草有臊气,故专入肝”^[5],由此可见气味在用药中具有重要作用。在《内经》基础上,汉代《难经》进一步以嗅气味来诊断疾病,如《难经》“何以知伤暑得之……当恶臭”^[6],提出暑邪的诊断,可以用气味有无恶臭来辨别。《内经》《难经》两书总结了先秦时期嗅诊学的发展,为后世用嗅气味诊断疾病的兴起与发展,奠定了理论基础。

晋代王叔和在《脉经》中首次指出嗅气味在诊断疾病中的重要作用,并结合望诊来诊察疾病。如《脉经》曰:“热病,身面尽黄而肿,心热口干,舌卷焦黄黑,身麻臭,伏毒伤脾中脾者死”^[7]。指出通过观察黄疸病人出现体味、身热烦躁、舌焦黑而干等症状,可辨为热毒炽盛、肺脾脏气衰竭的证候,以此推断其预后不良。

隋朝巢元方在嗅气味方面亦有较大的发展,如《诸病源候论》中云:“腹内胀满……气息醋臭。”认为若胃部反酸腐醋气,乃是因脾胃运化不良,宿食停聚,从而出现积食的征兆^[8]。此外还有关于辨腋臭、体臭、尸臭、粪臭等的记载,内容非常丰富。《诸病源候论》在嗅气味方面较《脉经》有了长足的进步。并且认为温病、时病、疫病等传染性疾病的发生,是因“感其乖戾之气而发病”,为后世温病学“辨气”理论打下了基础。

宋代应用嗅诊诊断疾病的内容进一步丰富,如刘完素在《素问玄机原病式》中提到:“吐利腥秽,胃伤寒则转化失常……而吐利腥秽也。腥者,金之嗅也。由是热则吐利酸臭,寒则吐利腥秽也。亦犹饭浆,热则易酸,寒则水腥也”^[9]。指出胃肠疾病,因病邪性质不同,所吐之物气味亦有所不同。故呕吐之物,因热邪所致多为酸臭之气,因寒邪所致多为腥秽之味。又如张从正把嗅诊应用在口气上,认为口气常人无味可散,今口气腥臭之味乃火热所致,又因火热之气,郁而不散,久结而腐所致,正如《儒门事亲》所言:“病口中气出……久则成腐,腐者肾也。此极热则反兼水化也”^[10]。

随着明清温病学的兴起和不断发展,嗅诊得到了更多的重视和运用,其理论及论述较前代有了更加全面的发展,使得嗅诊的体系日臻完善。如明末医家吴又可《温疫论》,是一部论述传染病的专著,该书在温病学派的形成中具有重要的作用。首次将辨气与疾病预后相结合,认为因温疫之邪所致之糟粕,多败臭难闻,若其臭气随糟粕同去,则预后良好。正如其《温疫论》所论“多有溏粪失下,但蒸作极臭如败酱……邪毒从此而消,脉证从此而退”^[11],提示温疫病后郁热甚重,蒸作臭秽难闻,与一般伤寒燥结有异,并提出治当急攻下逐其邪,而不可拘经“初硬,后必澹,不可攻之”三句。清代戴天章《瘟疫明辨》在总结前人温病经验基础上,将辨气之法进一步发展,开篇便以“辨气”提出以有无臭气来辨别瘟疫与风寒外感等病。如其在《广瘟疫论》所言:“风寒,气从外收敛人内,病无臭气触人,间有作臭气者……若瘟疫乃天地之杂气,非臊、非腥、非焦、非腐,其触人不可名状,非鼻观精者,不能辨之”^[12]。由此可见瘟疫之邪所散之气,与常人之气有所不同,故而可用辨气之法来鉴别。清代王秉衡对“辨气”极为推崇,强调嗅气味具有普遍的临床意义,非疫证亦须辨气,且在文中较明确地论述了闻诊应包

括听声和嗅气味两部分。正如《重庆堂随笔》中曰：“故闻字虽从耳，而四诊之闻，不专主于听声也”，明确地论述了闻诊应包括听声音和嗅气味两部分。清代周学海代表作《形色外诊简摩》是明清时期关于闻诊专论中最具代表性的一部专著，系统性地阐述了嗅诊的方法。该书在“嗅法”中特别提出人体体气和分泌物气味在诊断中的辨证价值。如《形色外诊简摩》中曰：“病人尸臭不可近者……若不臭者，在平人为气滞；病剧而出多，连连不止者，为气虚下陷，恐将脱也”^[13]。明确观察病人体气和分泌物的气味对于理解病情、判断病性和指导治疗的重要性。

民国时期，诸多医家将嗅诊视为闻诊的一种方法。如梁翰芬在其著作《诊断学讲义》的“闻诊”一章中增添“附嗅法”，并按语云：“此亦闻法之一，但一则以耳闻，一则以鼻闻，斯为异耳。”其所论内容更是涉及尸臭、口气、汗气、大小便气、矢气等病理性气味。另一妇科医家朱南山曾订的《妇科诊病要诀》，其中“头痛腰痠多带下，味嗅辨色更须清”，更是强调了妇科带下病中辨气味的重要作用。

2 数智中医嗅诊的实践应用

2.1 数智中医嗅诊技术的仪器技术

数智中医嗅诊技术的实现依托分析技术、人工智能及中医学的多学科交叉^[14]。分析技术不仅是后期数据采集、智能算法开发和大数据分析的基础，其本身还涵盖嗅诊设备小型化、便携化和可穿戴化的研发，是实现相关设备功能的前提。研究表明，气体气味由其挥发性有机化合物(Volatile organic compounds, VOCs)成分决定，而人体的内源性VOCs经代谢产生^[15]。目前VOCs分析技术已成为疾病无创诊断的重要研究方向，诸多分析仪器，如气相色谱-质谱联用仪(Gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)、电子鼻等都被应用于通过分析VOCs来辨识疾病^[16-17]。在技术原理方面，电子鼻与质谱虽都以对VOCs的特异性识别为基础，但二者存在本质差异。

电子鼻通过仿生传感器阵列模拟生物嗅觉，捕获气体整体“指纹”信息，其优势在于设备便携、响应快且成本低^[18]。当前，应用于VOCs检测的主要传感技术有导电聚合物传感器、压电气体传感器、金属氧化物半导体气体传感器、比色传感器、金纳米传感器、光学气体传感器、电化学传感器^[19]。这些传感器特性差异

显著，导电聚合物传感器因气体在表面吸收改变电阻，提升对VOCs的灵敏度^[20]；压电气体传感器灵敏度高、响应快、功耗低、体积小且稳定，但高频下信噪比低，信号响应需复杂电路描述；金属氧化物半导体气体传感器结构简单、成本低、稳定性好，能长期保持性能；比色传感器由化学敏感化合物构成，与VOCs特异性反应，可通过色度实现可视化检测^[21]；金纳米传感器不受高湿度影响，生物相容性和稳定性良好^[22]。可见，不同传感器在灵敏度、特异性、稳定性等方面各有优劣。单一传感器因物理化学特性局限，往往只能检测特定VOCs。为突破这一技术瓶颈，研究人员常采用多传感器阵列集成策略，构建电子鼻系统以扩大检测范围。该系统模拟生物嗅觉并行处理机制，融合多个传感器响应信号并进行模式识别，大幅提升复杂混合气体解析能力。然而，现有传感技术面临诸多难题。受限于交叉敏感性和基线漂移等问题，检测灵敏度大多仅能达到ppm级，难以有效区分结构相似的VOCs，在痕量气体检测的灵敏度、特异性以及复杂混合气体精准解析上仍问题重重。因此，为构建高效、精准的嗅诊技术，实现对痕量、复杂气体的高灵敏、特异性识别，亟待深入研究新型智能传感技术。

与基于仿生传感器阵列原理的电子鼻不同，质谱在分析原理上先将气体中的VOCs分子离子化，随后借助透镜组件把离子传输至质量分析器内，再依据离子的质量与所带电荷的比值(即质荷比, m/z)开展分析，从而实现分子级别的精准检测。以GC-MS为例，它对VOCs的检出限一般在ppb级，其检测灵敏度比电子鼻提升了约3-4个数量级。不仅如此，GC-MS在可分析的物质种类方面也远超电子鼻。在质谱分析领域，除经典的GC-MS之外^[23]，质子转移反应质谱(Proton-transfer reaction mass spectrometry, PTR-MS)^[24]、选择离子流管质谱(Selected-ion flow-tube mass spectrometry, SIFT-MS)^[25]等质谱分析技术也已应用于疾病呼出气VOCs分析。目前这些研究多限于传统大型质谱仪，其大体积、高功耗、操作复杂等特点限制了在专业生物检测实验室以外的应用。即时检验(Point-of-care testing, POCT)质谱是集样本快速处理、实时质谱分析与智能诊断于一体的小型检测系统，可将传统实验室级质谱仪的检测能力延伸至临床床旁、社区医疗或家庭场景，为实现快速精准的数智中医嗅诊提供了可能，极具应用前景。

2.2 数智中医嗅诊技术的应用

在数智中医嗅诊应用中,数据采集是构建数据驱动诊断模型的基础。为确保数据采集的可靠性与可重复性,建立标准化数据采集流程至关重要^[17]。主要包括:实施严格的环境控制,减少外部因素干扰;制定标准化采样方案,统一采样时间、频率、气体种类及检测操作流程,确保数据一致性,降低人为误差;定期使用标准品校准传感器,保障其响应的准确性与稳定性。由此形成一套完整技术规范体系,保证不同设备和系统间的数据一致性与可靠性,促进数据资源共享与整合,推动数智中医嗅诊技术广泛应用。此外,鉴于采集的原始数据可能存在噪声、漂移等问题,需进行预处理,如去除异常值、滤波、基线校准等,以提升数据信噪比与可靠性。数据分析是数智中医嗅诊技术的关键环节。通过构建动态气体“指纹图谱”,结合人工智能算法进行数据分析,识别出与特定疾病相关的化合物特征^[26]。同时,融合患者血常规、尿常规等生理数据,实现多模态数据整合,进一步优化诊断模型性能。这一过程不仅需要大量样本数据用于训练,还需对数据进行清洗和标准化处理,以保证分析结果的精确性与可靠性^[17]。人工智能的融入促使嗅诊技术向智能化迈进。通过构建智能诊断模型,系统能够快速综合分析患者身体数据,并给出初步诊断建议^[27]。

在疾病早期筛查与诊断领域,数智中医嗅诊技术正逐渐成为研究焦点^[28]。研究表明,特定 VOCs 与肺癌、糖尿病等疾病的病理进程显著相关^[29]。陈然然等^[30]指出,人体代谢产生的内源性 VOCs 作为呼吸代谢组学的媒介,可作为生物标志物用于评估人体健康状况及疾病诊断,是临床检查的重要生理参数。葛殿龙^[31]通过分析健康人群和食管癌患者群,采用漱口前后呼气取样方法,确定了食管癌的呼气生物标志物,认为其 VOCs 对食管癌预测具有临床应用价值。谢少华等^[32]利用气相色谱质谱仪分析呼出气中 VOCs,研究其对<50 岁人群肺结节良恶性的预测价值,结果显示该方法具有一定预测作用。随着小型化、便携式嗅诊设备的研发,通过动态追踪个体 VOCs 特征的时序变化,有望实现连续、无创监测。这不仅可助力疾病早期诊断,为早期介入治疗创造条件,同时也为精准医疗时代的个性化健康管理开辟新路径。数智中医嗅诊技术的非侵入性,能有效减轻患者在体检筛查时的心理压力,提高其接受度^[33]。相关技术也可从分子生

物学层面阐释传统中医嗅诊的物质基础,并通过建立标准化气味特征数据库和智能诊断系统,为临床辨证提供客观量化依据^[34]。

2.3 数智中医嗅诊体系的构建

数智中医嗅诊体系的构建,是以传统中医理论为根基,通过现代科学技术赋能,实现中医诊断体系现代化转型的系统工程^[14]。该体系以“理论奠基-技术支撑-智能分析-临床应用-标准保障”为基本框架,重点解决传统嗅诊经验化、主观化的局限,同时注重与“望、问、切”三诊的有机融合,构建多维互证的智能诊断体系。在理论构建层面,数智中医嗅诊体系是以传统中医嗅诊理论为基础,强调中医理论与现代科学技术的深度融合。在数智中医嗅诊发展过程中,通过系统性地挖掘和整理中医关于“气味-脏腑-病机-证候”相互关系的论述,如五臭应五脏、不同病邪和特定疾病状态下异常气味的理论记载,为气味信息的解读提供“中医理论”框架。在此基础上,通过对生化信息的挖掘,阐释人体不同生理病理状态 VOCs 的产生机制与变化规律,建立“中医病机-现代物质基础”的双向映射理论框架。在技术整合方面,利用现代分析仪器,如 GC-MS、PTR-MS、电子鼻等分析检测仪器,实现对痕量 VOCs 的精准识别和“气味指纹图谱构建”,为探究气味物质基础和数据库建设提供核心技术和方法。通过持续推进设备小型化、便携化以及可穿戴嗅诊设备,实现更加实时、便捷的气味信息采集,以满足临床快速筛查和动态监测的需求。与此同时,可通过建立覆盖样本采集、环境控制、仪器校准、操作流程等环节的全流程标准化操作规范确保数据质量和可重复性^[17]。此外,通过多源信息融合技术,将中医四诊信息、患者基本信息及现代医学检验数据等多维度临床信息进行系统整合与关联,通过多模态数据关联分析实现四诊合参的智能辨证。

随着标准化数据库的建立,智能分析与决策支持系统发挥其关键性作用,可通过人工智能赋能中医嗅诊辨证过程。运用机器学习与模式识别算法,对经过预处理和特征提取的气味数据进行深度分析,从而实现识别疾病、区分中医证候、建立疾病预后评估模型、疾病动态监测与疗效评价^[27]。同时,在追求高准确率的同时,重视可解释性人工智能的应用,确保模型不仅能给出诊断或分类的结果,亦能揭示其决策的依据,从而验证中医理论。此外,开发用户友好的智能

辅助诊断系统,集成各类分析模型,为医生提供标准化、客观化的嗅诊报告,包含气味分析结果、诊断提示及相关理论依据,有效辅助临床决策。同时,建立畅通的反馈机制,根据临床实践效果和用户反馈,持续对算法模型、硬件设备、数据库内容和标准化流程进行优化改进,形成“研发-应用-反馈-优化”的闭环,推动体系不断成熟和完善。需要特别指出的是,为确保数智中医嗅诊体系的规范、有序和可持续发展,需建立健全相关标准与伦理框架,制定涵盖设备性能、数据格式、分析流程、结果判读等方面的行业技术标准与规范,建立促进技术推广和结果互认的基础。同时,加强相关专业人才培养,使中医从业者与技术人员都能掌握新技术的原理与应用,且须严格遵守数据安全与隐私保护法规,建立健全数据管理与访问控制机制,切实保护患者隐私权益。由此可见,数智中医嗅诊体系的构建是以中医理论为基础,现代分析仪器为方法,标准化数据为核心,人工智能算法为驱动,临床应用为目的,完善的行业标准为保障,实现中医嗅诊从经验到科学、从主观到客观、从个体到标准、从辅助到智能的跨越,为中医药的传承与创新注入强大动力。

3 数智中医嗅诊面临的挑战与问题

3.1 技术标准化与规范化不足

随着数智化中医嗅诊技术的快速发展,技术标准化与规范化等问题日益凸显。当前,众多嗅诊设备和技术在市场上涌现,如色谱分析、质谱分析、光谱分析、电子鼻技术等,这些技术采用不同的传感器、算法以及数据处理方法,对诊断结果的可比性和一致性产生了显著影响^[14]。因缺乏统一的技术标准,在数智中医嗅诊的应用过程中,不同机构与研究之间难以实现有效的协同与交流^[35]。嗅诊,作为一种依赖于嗅觉的诊断方法,其固有的主观性和复杂性使得标准化的制定面临更大的挑战。医师在嗅觉感知与解读方面存在个体差异,可能对诊断的准确性和可靠性产生影响。构建一套科学且系统的标准化流程至关重要,以保证不同医师在运用数智嗅诊技术时能够实现一致的诊断效果^[36-37]。此外,技术标准化不足的一个关键因素在于缺乏规范化的培训体系。目前,众多医疗从业者对数字化与智能化的中医嗅诊技术的理解及应用尚处于起步阶段,普遍缺乏系统性的专业培训与指

导,这在一定程度上限制了该技术的普及与深化应用。因此,本领域迫切需要建立一套完善的培训标准与认证体系,以增强医疗从业者的职业能力,促进数字化与智能化中医嗅诊技术的标准化与规范化发展。

3.2 数据安全性与患者信任问题

随着技术的持续发展,数智中医嗅诊技术在实际应用中所面临的隐私保护与数据安全问题日益凸显。该技术所采集的数据不仅包括患者的生理特征信息,还可能涉及个人健康史、生活习惯等敏感数据。若数据处理与存储环节缺乏有效的保护机制,将极有可能导致隐私泄露事件,进而影响患者对技术的信任度及接受意愿^[38]。此外,数据在传输过程中可能遭受黑客攻击,致使患者信息被非法获取。在云计算环境下,数据存储的安全性亦是关键问题。技术开发者需确保数据的完整性和保密性,防止数据遭受篡改或遗失^[39]。同时,数据的使用范围与目的必须得到明确界定,以避免不当使用可能引发的伦理争议。为应对当前挑战,相关机构需制定严格的数据保护政策,确保数据在采集、存储及使用过程中的安全性^[40]。技术开发者应采纳先进的加密技术和访问控制机制,以保障患者隐私。公众对数智中医嗅诊的认知与教育亦至关重要,增强患者对数据安全的信心,从而促进数智中医嗅诊技术的广泛应用与发展。只有在确保数据隐私与安全的基础上,数智中医嗅诊技术方能真正发挥其潜力,为患者提供更优质的医疗服务。

在数智中医嗅诊技术的应用过程中,医患之间的信任障碍成为了一个不容忽视的问题。患者对于新兴技术认知不足,往往会对数智中医嗅诊技术的有效性和安全性产生质疑^[41]。传统中医强调“望、闻、问、切”,而数智技术的介入可能使患者感到陌生和不安,认为机器无法替代医生的直觉和经验。这种对技术的不信任,可能导致患者在接受诊断时产生抵触情绪,从而影响诊疗效果。医生在使用数智中医嗅诊技术时,可能缺乏足够的培训和经验,导致技术的应用不够熟练,进而影响患者的信任感。若医疗从业者无法明确阐释嗅诊机制及其诊断结果,患者对诊断的精确性亦可能产生质疑。医患之间的交流方式尤为关键。在解释过程中,若医疗从业者缺乏耐心,或使用专业术语而未进行适当阐释,患者可能感到被轻视,进而对技术产生更深的信任感。因此,构建有效的医患沟通机制显得至关重要。医疗从业者应积

极向患者普及数智中医嗅诊相关知识,以增进患者的理解与接纳程度^[42]。同时,医疗机构亦应提供相应的培训,以提升医疗从业者的沟通技巧,促进医患间的信任关系,从而推动数智中医嗅诊技术的广泛运用。

4 数智中医嗅诊未来发展方向的展望

4.1 加强多学科合作,推动技术创新

在数智中医嗅诊技术的发展进程中,强化跨学科合作是促进技术革新的核心要素。中医学作为一门承载深厚理论与实践知识的传统医学体系,与代表现代科技尖端的数智技术相结合,对实现医学诊断的现代化具有重要意义^[43]。实现中医学与数智技术的有效融合,亟需多领域专家共同努力。计算机科学领域的专家可为嗅诊设备的算法优化提供技术支持,而生物医学工程领域的工程师则能在传感器的研发与应用方面发挥关键作用^[44]。此外,心理学和社会学研究者深入探究患者的心理状态及其社会环境,有助于提高诊断过程的综合性和精确度。跨学科合作能够构建一个多元化的创新生态系统,从而促进新技术的研发和应用^[45]。在此过程中,周期性的学术交流和合作研究显得尤为关键,它们能够激发来自不同领域专家的创新灵感,进而推动新思路的形成^[46]。建立跨学科的联合实验室或研究中心,为研究者们提供了一个资源共享和知识交流的平台,这将有助于技术迭代和更新的加速。唯有通过跨学科的紧密协作,方能在数智中医嗅诊的探索中取得突破性进展,推动该领域的持续发展,实现传统医学与现代科技的深度融合,为患者提供更为精确、高效的医疗服务。

4.2 建立完善的行业标准与规范

在数智中医嗅诊技术迅猛发展的背景下,构建健全的行业标准与规范显得尤为关键^[47]。标准化工作能够保障技术的可重复性和可靠性,确保不同医疗机构在运用数智中医嗅诊技术时能够获得一致的诊断结果。此举不仅能够增强患者对技术的信任,还为临床研究提供了一个统一的参照体系^[48]。制定行业规范能够有效预防技术应用过程中可能出现的风险,例如,不当的数据处理或设备故障引发的误诊问题。相关机构应积极投身于标准的制定工作,内容应覆盖设备性能参数、数据采集流程、分析方法以及结果解释等多个维度。在制定行业标准的过程中,还需充分考虑中医的特色,将传统中医理论与现代科技相结合,以

确保数智中医嗅诊技术在尊重中医文化传统的同时,最大限度地发挥其技术优势。在与中医领域专家、技术研发人员以及政策制定者进行紧密合作的基础上,构建一个多边参与的标准制定体系,将更有效地满足行业发展需求^[49]。随着数智中医嗅诊技术的广泛传播,行业标准的推广与执行将对提升整体医疗服务品质发挥积极作用,促进中医药现代化的进程,并为患者提供更为精确和高效的健康管理策略。

5 数智中医嗅诊的优势

嗅诊,作为中医四诊“闻诊”的重要组成部分,承载着“司外揣内”的诊疗思想。但传统嗅诊在实践中高度依赖医者的个体嗅觉感知与临证经验,其诊断结论的主观性较强,缺乏客观化标准,在一定程度上限制了其在现代医学情况下的应用与推广。现代分析化学、分析技术、人工智能等学科技术迅猛发展,可为突破传统中医嗅诊的瓶颈、实现其现代化转型带来了重要契机^[50]。通过引入数智技术,促使中医嗅诊实现了从主观经验判断向标准化、客观化的转变。传统嗅诊对“臊、焦、香、腥、腐”等病理气味的描述,往往受限于医师个体的嗅觉阈值、诊疗经验乃至就诊环境,难以做到精确复现与量化比较。借助现代分析仪器,如电子鼻,特别是GC-MS等^[16-17],能够对患者体表、排泄物、分泌物及呼出气中的VOCs^[15]进行精准捕获与解析,从而使传统中医理论中抽象的气味描述得以转化为可量化、可对比的VOCs特征谱图,即所谓“气味指纹图谱”^[126]。不仅显著提高了嗅诊结果的可靠性,更为构建标准化的中医嗅诊特征数据库、探索气味与证候之间的客观联系奠定了物质基础。此外,数智中医嗅诊极大地提升了对痕量气体的检测灵敏度与特异性。人体鼻子对复杂混合气体中痕量成分辨识能力存在生理极限。相比之下,现代分析技术尤其是质谱技术,其检测限可达ppb级,远超人体的嗅觉阈值。可见数智中医嗅诊有能力捕捉到疾病早期阶段或潜在病理状态下,传统方法难以察觉的细微气味变化,为实行中医“治未病”的理念提供有力技术支撑^[51]。同时,数智中医嗅诊正推动中医辨证论治走向标准化与客观化。传统嗅诊对气味的辨识结论相对宏观,难以完全精确地映射复杂多变的中医证候。通过引入大数据分析的人工智能算法,挖掘海量嗅诊数据与中医证候之间的深层关联模式,识别出不同证候的特征性气

味生物标记物。同时进一步融合患者的其他四诊信息,进行多模态数据整合分析,有望显著提升辨证分型的准确性与客观性,为实现精准化、个体化诊疗方案提供可靠依据。且随着现代分析仪器向小型化、便携化方向的不断突破,未来有望将数智嗅诊设备拓展至社区、家庭乃至可穿戴监测等场景,实现无创、便捷、甚至连续的健康状态评估。这不仅能减轻患者就诊负担,提高筛查依从性,还可能在一定程度上缓解现有医疗资源的压力。综上所述,数智中医嗅诊并非对传统诊法的简单替代或否定,而是在继承中医“司外揣内、辨气识病”核心思想基础上的创新与发展。凭借客观量化、高灵敏度、辅助精细辨证、推动中医嗅诊标准化及应用便捷等优势,弥补传统嗅诊的固有局限,从而拓展了中医嗅诊技术获取人体信息的维度与能力。该技术不仅为深化中医理论的现代科学内涵研究提供了强有力的工具,更为中医药的传承创新、客观化发展及国际化传播发挥着不可替代的作用。

6 结语

中医嗅诊作为一种独特的诊断手段,所体现的“司外揣内”原理是探究疾病内外联系的重要途径,对完善中医诊断方法具有不可或缺的作用。经过历代医家的不懈探索和临床积累,中医嗅诊已发展为一种成熟的诊断体系。这一体系以《黄帝内经》“五臭应五脏”的理论为基础,通过辨别人体散发的异常气味来识别脏腑的功能状态及病变情况,从而判断病性、病

因、病机以及预测疾病的发展趋势和预后吉凶,在中医临床诊断中发挥关键作用。嗅诊作为中医诊法的重要组成部分,其发展不仅丰富了中医的诊断方法,也促进了整个中医诊断学的进步和完善,但仍有其不足之处,由于嗅诊主要依赖于医生的主观判断,个体结论往往具有主观性,缺乏客观的诊断标准和依据。这种主观性可能导致在临床运用中出现漏诊或误诊的情况,从而影响疾病的诊断和治疗。因此,为了提高中医嗅诊的准确性和可靠性,需要进一步研究和完善嗅诊的客观化标准,以减少诊断中的主观误差。

随着人工智能、大数据和物联网等技术的迅猛发展,中医领域开始探索将这些现代科技与传统医学相结合的可能性,数智技术在中医里的应用现状正逐步显现出其独特的价值与潜力,更为数智中医嗅诊的发展提供了新的机遇。具体而言,数智技术在中医嗅诊中的应用主要体现在几个方面,如智能诊断系统的研发使得中医诊断更加精准;通过对大量病例数据的分析,机器学习算法能够识别出潜在的疾病模式,提供初步的诊断建议,辅助医生进行更为科学的判断,从而提高诊断的效率。尽管数智技术在中医嗅诊中的应用前景广阔,但仍面临技术标准化、数据共享等挑战。未来需要进一步加强技术研发与应用的规范化,不断提升中医嗅诊的有效性和可靠性,从而推进数智中医嗅诊在临床实践中的应用和健康发展。

[利益冲突] 本文不存在任何利益冲突。

参考文献

- 李灿东,方朝义. 中医诊断学[M]. 5版. 北京: 中国中医药出版社, 2021:65.
- 清·王学权. 重庆堂随笔[M]. 施仁潮,蔡定芳,点注. 南京: 江苏科学技术出版社, 1986:123.
- 商洪才,张晓维. 数智融合促进中医药传承创新发展[J]. 北京中医药, 2023, 42(5):464-466.
Shang H C, Zhang X W. Integrating digital intelligence to promote the inheritance, innovation and development of traditional Chinese medicine[J]. Beijing Journal of Traditional Chinese Medicine, 2023, 42(5):464-466.
- 佚名. 素问[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017:49.
- 清·张秉成. 本草便读[M]. 北京: 学苑出版社, 2010:61.
- 秦越人. 难经[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991:87.
- 晋·王叔和. 脉经[M]. 郭君双,整理. 北京: 人民卫生出版社, 2017:260.
- 丁光迪. 诸病源候论校注[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1991:1307.
- 宋乃光. 刘完素医学全书[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2006:91.
- 徐江雁,许振国. 张子和医学全书[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2006:94.
- 明·吴有性. 温疫论[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1990:15.
- 清·戴天章. 广瘟疫论[M]. 刘祖贻,唐承安,点校. 北京: 人民卫生出版社, 1992:1.
- 清·周学海. 周学海医学全书[M]. 北京: 中国中医药出版社, 1999:389.
- 张玫,钟瑞,魏旭煦,等. 数智中医(闻)嗅诊研究进展[J]. 数理医药学杂志, 2024, 37(1):2-21.
Zhang M, Zhong R, Wei X X, et al. Research progress of the olfactory diagnosis analysis process for smart traditional Chinese medicine[J]. Journal of Mathematical Medicine, 2024, 37(1):2-21.
- 李承木, 郭小萍. 呼出气体组分分析在临床实践中的应用进展[J].

- 新发传染病电子杂志, 2023, 8(2):78-81.
- Li C M, Wu X P. Research progress in component analysis of exhaled breath[J]. *Electronic Journal of Emerging Infectious Disease*, 2023, 8(2):78-81.
- 16 Smoluch M, Mielczarek P, Silberring J. Plasma-based ambient ionization mass spectrometry in bioanalytical sciences[J]. *Mass Spectrom Rev*, 2016, 35(1):22-34.
- 17 钟瑞, 蒋寅, 倪丹, 等. 数智中医(闻)嗅诊分析流程研究进展[J]. *数理医药学杂志*, 2024, 37(8):561-574.
- Zhong R, Jiang Y, Ni D, et al. Research progress of the olfactory diagnosis analysis process for smart traditional Chinese medicine[J]. *Journal of Mathematical Medicine*, 2024, 37(8):561-574.
- 18 Chen H, Huo D X, Zhang J L. Gas recognition in E-nose system: A review[J]. *IEEE Trans Biomed Circuits and Syst*, 2022, 16(2):169-184.
- 19 谢少华, 向润, 谢天鹏, 等. 呼出气分析与肺癌诊断的研究现状及进展[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2022, 29(9):1197-1209.
- Xie S H, Xiang R, Xie T P, et al. Research status and progress of exhaled gas analysis and diagnosis of lung cancer[J]. *Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 2022, 29(9):1197-1209.
- 20 Wilson A D, Baietto M. Applications and advances in electronic-nose technologies[J]. *Sensors (Basel)*, 2009, 9(7):5099-5148.
- 21 Behera B, Joshi R, Anil Vishnu G K, et al. Electronic nose: A non-invasive technology for breath analysis of diabetes and lung cancer patients[J]. *J Breath Res*, 2019, 13(2):024001.
- 22 Peng G, Tisch U, Adams O, et al. Diagnosing lung cancer in exhaled breath using gold nanoparticles[J]. *Nat Nanotechnol*, 2009, 4(10):669-673.
- 23 Langford V S, Graves I, McEwan M J. Rapid monitoring of volatile organic compounds: A comparison between gas chromatography/mass spectrometry and selected ion flow tube mass spectrometry[J]. *Rapid Commun Mass Spectrom*, 2014, 28(1):10-18.
- 24 Yuan B, Koss A R, Warneke C, et al. Proton-transfer-reaction mass spectrometry: Applications in atmospheric sciences[J]. *Chem Rev*, 2017, 117(21):13187-13229.
- 25 Allpress C, Crittenden D, Ma J, et al. Real-time differentiation of ethylbenzene and the xylenes using selected ion flow tube mass spectrometry[J]. *Rapid Commun Mass Spectrom*, 2019, 33(23):1844-1849.
- 26 Hsieh W W. Evolution of machine learning in environmental science—A perspective[J]. *Environmental Data Science*, 2022, 1:e3.
- 27 张晓维, 彭梦琪, 林宏远, 等. 数智时代中医器械的现代化变革与发展[J]. *中国循证医学杂志*, 2024, 24(7):853-858.
- Zhang X W, Peng M Q, Lin H Y, et al. Modern transformation and development of traditional Chinese medicine instruments in the era of digital intelligence[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2024, 24(7):853-858.
- 28 Einoch Amor R, Nakhleh M K, Barash O, et al. Breath analysis of cancer in the present and the future[J]. *Eur Respir Rev*, 2019, 28(152):190002.
- 29 Gupta A, Sonamani Singh T, Yadava R S. MEMS sensor array-based electronic nose for breath analysis—a simulation study[J]. *J Breath Res*, 2018; 13(1):016003.
- 30 陈然然, 宋珍华, 吴德华, 等. 人体呼出气的分析研究与临床应用进展[J]. *临床检验杂志*, 2021, 39(5):379-385.
- 31 葛殿龙. 食管癌患者呼气 VOCs 及口腔菌群分析研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2022.
- Ge D L. Analysis of breath VOCs and oral flora in esophageal cancer patients[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2022.
- 32 谢少华, 戴维, 刘明心, 等. 呼出气中挥发性有机化合物对< 50 岁人群肺结节良恶性的预测价值[J]. *中国胸心血管外科临床杂志*, 2020, 27(6):675-680.
- Xie S H, Dai W, Liu M X, et al. Predictive value of volatile organic compounds in exhaled breath on pulmonary nodule in people aged less than 50 years[J]. *Chinese Journal of Clinical Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 2020, 27(6):675-680.
- 33 Rai D, Pattnaik B, Bangaru S, et al. microRNAs in exhaled breath condensate for diagnosis of lung cancer in a resource-limited setting: A concise review[J]. *Breathe (Sheff)*, 2023, 19(4):230125.
- 34 Zhang T C, Tan R, Shen W F, et al. Inkjet-printed ZnO-based MEMS sensor array combined with feature selection algorithm for VOCs gas analysis[J]. *Sens Actuators B Chem*, 2023, 382:133555.
- 35 徐百川, 李艺婷, 赵虎雷, 等. 呼出气冷凝液生物标志物检测在呼吸系统疾病中的应用现状及前景[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(2):139-144.
- Xu B C, Li Y T, Zhao H L, et al. Application of biomarker detection of exhaled air condensate in respiratory diseases[J]. *Chinese General Practice*, 2022, 25(2):139-144.
- 36 张世祺, 孙宇衡, 咸楠星, 等. 中医四诊客观化与智能化研究进展[J]. *中医药导报*, 2023, 29(6):170-174.
- Zhang S Q, Sun Y H, Xian N X, et al. 中医四诊客观化与智能化研究进展[J]. *Chinese Medical Herald*, 2023, 29(6):170-174.
- 37 Schubert C R, Fischer M E, Alex Pinto A, et al. Odor detection thresholds in a population of older adults[J]. *Laryngoscope*, 2017, 127(6):1257-1262.
- 38 陈仲林, 李星颐, 冯钰, 等. 远程采集数字健康技术赋能临床研究的伦理探讨[J]. *中国医学伦理学*, 2024, 37(6):693-698.
- Chen Z L, Li X Y, Feng Y, et al. Ethical exploration of clinical research empowered by remote collection of digital health technology [J]. *Chinese Medical Ethics*, 2024, 37(6):693-698.
- 39 谷镇. 大数据环境下个人信息安全问题研究[J]. *情报科学*, 2021, 39(12):93-97.
- Gu Z. Personal information security in big data environment[J]. *Information Science*, 2021, 39(12):93-97.
- 40 宋冠澎, 王启帆. 医疗人工智能算法决策的伦理风险及规制策略[J]. *中国医学伦理学*, 2024, 37(9):1080-1086.
- Song G P, Wang Q F. The ethical risks and regulatory strategies of medical artificial intelligence algorithm decision-making[J]. *Chinese*

- Medical Ethics, 2024, 37(9):1080-1086.
- 41 宋燕飞, 王同聚, 王建格, 等. 基于虚拟现实技术的3D打印器具辅助穿刺引流术治疗高血压脑出血的疗效评价及其在医患沟通中的作用[J]. 脑与神经疾病杂志, 2024, 32(11):691-695.
Song Y F, Wang T J, Wang J G, et al. Application efficiency of puncture drainage of hypertensive cerebral hemorrhage assisted by 3D printing equipment based on virtual reality technology and its role in doctor-patient communication[J]. Journal of Brain and Nervous Diseases, 2024, 32(11):691-695.
- 42 张诗诗. 中医药技术用于诊疗过程中医患沟通的现状与决策[J]. 中医药管理杂志, 2024, 32(17):220-222.
Zhang S S. 中医药技术用于诊疗过程中医患沟通的现状与决策[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine Management, 2024, 32(17):220-222.
- 43 许慧青, 许锋, 吴皓, 等. 综合性医院多学科交叉创新与实践[J]. 中国医院, 2019, 23(6):54-56.
Xu H Q, Xu F, Wu H, et al. Interdisciplinary innovation and practice in general hospitals[J]. Chinese Hospitals, 2019, 23(6):54-56.
- 44 尤良震, 张晓雨, 蒋寅, 等. 面向精准医学的中医辨证论治数智化研究问题与策略[J]. 中华中医药杂志, 2024, 39(2):551-555.
You L Z, Zhang X Y, Jiang Y, et al. Research issues and strategies of smart traditional Chinese medicine syndrome differentiation and treatment for precision medicine[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2024, 39(2):551-555.
- 45 赵宇平, 李楠, 闫朋宣, 等. 中医药人工智能现状研究及发展思考[J]. 中国中西医结合杂志, 2020, 40(6):746-749.
Zhao Y P, Li N, Yan P X, et al. Research and development of artificial intelligence in traditional Chinese medicine[J]. Chinese Journal of Integrated Traditional and Western Medicine, 2020, 40(6):746-749.
- 46 程海波, 张磊, 付勇, 等. 2023年度中医药重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题[J]. 中医杂志, 2023, 64(14):1405-1421.
Cheng H B, Zhang L, Fu Y, et al. 2023年度中医药重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine, 2023, 64(14):1405-1421.
- 47 国家中医药管理局. 国家中医药管理局关于印发《中医药标准化行动计划(2024—2026年)》的通知[EB/OL]. [2025-06-25]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202407/content_6965475.htm.
- 48 王传池, 杨燕, 胡镜清, 等. 中医药标准化调研分析的现状、问题与相关政策解读[J]. 中华中医药杂志, 2018, 33(9):3776-3780.
Wang C C, Yang Y, Hu J Q, et al. Status, problems and relevant policy elucidation of standardization of traditional Chinese medicine[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2018, 33(9):3776-3780.
- 49 汪南玥, 刘佳, 宋诗博. 基于人工智能的中医多诊合参技术研究现状与展望[J]. 中华中医药杂志, 2022, 37(1):41-44.
Wang N Y, Liu J, Song S B. Review on the research status and prospect of multi-diagnosis technology of traditional Chinese medicine based on artificial intelligence[J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2022, 37(1):41-44.
- 50 杜昉臻, 何圆姣, 冯西贝, 等. 基于人工智能的中医证候分类算法研究[J]. 南开大学学报(自然科学版), 2023, 56(2):12-16.
Du F Z, He Y J, Feng X B, et al. Research on TCM syndrome classification algorithm based on artificial intelligence[J]. Journal of Nankai University (Natural Science), 2023, 56(2):12-16.
- 51 赵国桢, 郭诗琪, 庞华鑫, 等. 人工智能技术在辅助中医诊疗及诊疗标准化中的应用[J]. 中医杂志, 2022, 63(24):2306-2310.
Zhao G Z, Guo S Q, Pang H X, et al. Application of artificial intelligence in assisting diagnosis and treatment in traditional Chinese medicine and its standardization[J]. Journal of Traditional Chinese Medicine, 2022, 63(24):2306-2310.

Textual Research on the Origin and Evolution of Olfactory Diagnosis in Traditional Chinese Medicine

XU Zijian¹, FU Qian¹, JIANG Yin², ZHANG Xiaoyu², ZHONG Rui¹, WU Zhouyou¹,
SHANG Hongcai^{3,4}, ZHANG Mei^{1,3,4}

(1. School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 102488, China; 2. Institute of Basic Research in Clinical Medicine, China Academy of Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; 3. Key Laboratory of Chinese Internal Medicine of Ministry of Education and Beijing, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100700, China; 4. Dongfang Hospital, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100078, China)

Abstract: Olfactory diagnosis refers to the method of diagnosing diseases by smelling the odor emitted from the patient's body, secretions and excreta, and the odor of the sick room. It is one of the important diagnostic methods under the guidance of traditional Chinese medicine (TCM) theory, and is included in the "inquiry and olfaction" of TCM. In recent years, there has been rapid development in medical-engineering integration, artificial intelligence, big data, and other

interdisciplinary fields. This has been promoting the TCM gradually to develop towards accurate, efficient and personalized medical treatment, which has opened a new era of "Smart TCM". In this paper, the ancient literature related to olfactory diagnosis was systematically reviewed, the developmental characteristics of olfactory diagnosis theories in various periods was sorted out, and the different views of TCM specialists on the odors emitted by the human body in physiological and pathological states was summarized. The paper is to explore the origin of TCM olfactory diagnosis and its periodization, clarify the diagnosis of abnormal odors, corresponding to the nature, etiology and prognosis of the disease, and clarify the development of TCM olfactory diagnosis. It provides a theoretical source and literature basis for promoting the research of "smart olfactory diagnosis of TCM" and facilitating the development of objectivity, standardization and intelligence of olfactory diagnosis in TCM.

Keywords: Inquiry and olfaction, Olfactory diagnosis of TCM, Exploration of origins and evolution, Smart TCM

(责任编辑: 刘玥辰)