

DOI:10.11656/j.issn.1672-1519.2024.04.22

# 中医舌诊现代技术及应用研究进展\*

张月林<sup>1</sup>, 马贝<sup>1</sup>, 田鸽<sup>1</sup>, 王益民<sup>2</sup>, 薛晓娟<sup>2</sup>

(1.天津中医药大学研究生院,天津 301617;2.天津中医药大学中医药研究院,天津 301617)

**摘要:**舌诊是中医诊疗疾病的重要方法和手段,近些年来研究者将中医舌诊与现代技术相结合,对舌象特征进行提取和数字化处理,以及从微观角度探究舌象形成的分子机制,并取得了一定的研究成果。本文从舌诊的数字化分析方法、现代组学技术以及它们在临床应用方面进行了归纳,总结了研究现状、当前研究存在的问题,以及对未来研究趋势的展望,为后续的舌诊客观化研究提供一定的思路和参考。

**关键词:**中医舌诊;中医舌诊现代技术;舌诊客观化

**中图分类号:**R241.25

**文献标志码:**A

**文章编号:**1672-1519(2024)04-0532-05

舌诊是中医望诊内容之一,通过观察舌象的变化来揭示疾病的发生发展及预后转归,是中医必不可少且方便快捷的诊断方法和手段。近些年来有关研究人员将中医舌诊与现代技术相结合,对舌象特征进行提取和数字化处理,以及从微观角度探究舌象形成的分子机制,并取得了一定的研究成果,现总结如下。

## 1 中医舌诊现代技术方法研究

### 1.1 图像分析法

**1.1.1 数码图像** 20世纪90年代,在计算机图像识别技术迅速发展的带动下,中医舌象信息的采集和分析也在逐渐发展。目前舌象信息的采集主要集中在静态舌图像及其序列的采集<sup>[1]</sup>,采集设备有数码相机,具体包括数码卡片相机、数码摄像机、数码单反相机,以及高清摄像头等。相关舌象采集设备输出结果均为数码照片,通过对数码照片进行舌图像颜色校正和提取分析得出系列客观指标来实现舌诊客观化<sup>[2]</sup>。目前常用于舌图像识别、信息提取及疾病的诊疗等方面。

**1.1.2 三维立体图像** 三维立体图像技术是基于图像的三维重建,从一幅或多幅二维图像中推断出

物体和场景的三维几何和结构。利用三维重建技术提取舌象信息,能够补充传统舌象仪在舌裂纹深度、点刺的高度等方面的不足<sup>[3]</sup>。

相关学者研究多目视觉的三维重建系统在中医舌诊断的应用,证实了该方法是一种有效的舌象分析方法<sup>[3]</sup>。但是,舌表面的津液会形成反射区而影响舌象特征测量的准确性,为了获取完整的彩色舌面三维数据,又有学者提出了一种光栅投影的真伪混合双目三维重建的方法,研究发现此方法可以更准确快速地获得完整的区域性反光阶梯块和真实舌面三维点云,对其精度进行了验证,系统测量偏差在 $\pm 0.1$  mm以内<sup>[4]</sup>,表明此方法有助于舌诊客观化进行。

**1.1.3 温度分布图像** 医用红外热(IRT)成像是人体功能影像检测技术,通过红外采集器获得人体组织代谢、气血运行等功能变化中红外辐射强弱信号,经计算机处理后,以不同颜色表达成像,即人体体表温度分布图像<sup>[5]</sup>。

近年来,相关研究证实了IRT测量舌体表面温度的可行性,研究者利用物理和化学因素刺激舌体表面,利用红外热成像仪测量舌体表面温度,发现二者舌体温度变化有显著差异<sup>[6]</sup>。也有研究观察不同中医辨证分型的红外舌图特征,发现阴虚证患者舌尖、舌前部温度明显高于正常人组和其他证型组;阳虚证患者的舌温显著低于正常人组及阴虚证、湿热证患者;气滞血瘀证患者舌温普遍低于正常人及湿热证、阴虚证患者<sup>[7]</sup>。表明IRT成像技术可为中医诊疗提供客观的影像学手段和工具。

\* 基金项目:国家自然科学基金委专项(L2124006);广东省黄埔中医药联合创新研究项目(2022IR024)。

作者简介:张月林(1993-),女,博士研究生在读,研究方向为中医工程。

通讯作者:薛晓娟,E-mail:xjxue@126.com。

引用格式:张月林,马贝,田鸽,等.中医舌诊现代技术及应用研究进展[J].天津中医药,2024,41(4):532-536.

**1.2 光谱分析法** 光谱法是利用物质与电磁波之间的相互作用,测量物质最终反射或者吸收的电磁波的波长与强度的方法<sup>[8]</sup>,基于光谱技术,结合计算机数据算法,从整体和系统的角度来探索舌体的生理病理信息,建立舌象特征的光学信息表达模式,为中医舌诊客观化研究提供了又一个途径<sup>[9]</sup>。较常用的有反射光谱技术、高光谱技术及拉曼光谱技术,相关研究结果显示,这些方法不仅可以对舌象特征进行定量分析,而且对疾病的筛查和诊断具有很好的研究意义<sup>[10-11]</sup>。

**1.3 现代组学技术** 目前,各种组学研究如雨后春笋般出现,基因组学、蛋白组学、微生物组学和代谢组学等现代分子生物学研究领域成功被运用到舌诊客观化研究中,借助现代分子生物学方法对舌苔的复杂变化进行检测和客观分析,探究舌苔变化与疾病发生发展的微观联系,从而阐明各类舌苔产生的科学原理,有助于舌诊客观化研究的进一步推进<sup>[12-13]</sup>。

**1.3.1 基因组学** 基因组学可以进行基因组范围的DNA排序和基因组范围的基因表达分析<sup>[14]</sup>。随着基因组学的不断发展和进步,学者们已将其涉及到舌诊的研究中。目前,多项研究成果均发现舌黏膜上皮细胞是影响舌苔形成的重要因素之一,而舌苔的厚薄与凋亡相关基因的表达水平相关<sup>[15-17]</sup>。

**1.3.2 蛋白质组学** 蛋白质组学从整体水平上对细胞内蛋白质组成、活动规律及蛋白质的相互作用进行研究,目前蛋白组学的主要研究技术有质谱、凝胶电泳、激光捕获切割等<sup>[15]</sup>。在过去的研究中,有对健康常人,异常薄苔、厚苔和剥脱苔进行了舌苔蛋白组学检测,结果发现导致异常舌苔变化可能与相关蛋白质有关<sup>[18-19]</sup>。从分子整体水平探究舌苔的微观原理,拓宽了微观辨证的途径。

**1.3.3 微生物组学** 舌苔微生物组学是将分子生物学技术运用于舌苔微生态的研究中,探究舌苔微生物群及其与不同身体部位和不同健康状况微生物群的相互作用<sup>[20]</sup>,可对疾病的认识更加深入细致。近年来,对湿热证所对应的黄苔或黄厚腻苔研究较多,发现舌苔微生态是影响舌苔颜色及厚薄的因素<sup>[21-22]</sup>。还有学者展开了中医舌诊临床研究,主要对特定的疾病,疾病的不同证型、不同病理阶段等与舌苔微生物的相关性进行了分析<sup>[23-25]</sup>。

**1.3.4 代谢组学** 代谢组学是针对代谢产物进行动态观察,分析内源性代谢产物变化,能够及时、动态、整体反映机体功能状态的新型组学技术<sup>[26]</sup>。目前

运用代谢组学研究舌苔客观的物质基础,多基于气相色谱-质谱检测、多维数据处理等技术方法<sup>[15]</sup>,为中医舌诊的微观研究开辟了新的道路。

综上所述,数码图像技术能够通过颜色三通道获取整体的舌象特征参数,但只能通过单维度信息进行分析,较三维立体图像技术有局限性,而数码及三维立体图像技术的颜色空间仅三通道,在颜色分析方面较光谱分析法有局限性;温度分布图像法仅对舌体温度变化进行测量,对于舌象其他特征不能兼顾;光谱分析法具有快捷、数据量大等优势,但对环境条件要求极高,外界干扰极易影响测量精度。对于各组学技术,相较图像分析方法,可从微观角度探究舌苔形成的机制,但其样本采集方法、采集技术和采集位置等均无统一标准,这可能对研究结果产生不同程度的影响。

## 2 中医舌诊现代技术方法临床应用

**2.1 在脾胃病中的运用** “舌为脾之外候,苔由脾气所生”,舌象与脾胃病的关系十分紧密,利用现代科学技术对脾胃病的舌象进行客观化研究,获得了一定的客观结果,大致分为舌图信息特征和舌苔物质组分两部分。

舌图信息特征方面,张伟妃等<sup>[27]</sup>利用数字化图像分析技术对慢性胃炎患者舌象特征进行研究,发现苔色B值、G值分别与糜烂和慢性炎症相关;苔色B值和舌色G值与胆汁反流有关;也有利用人工智能舌图数据库训练胃食管反流病舌诊模型,能够更加方便快捷地识别舌象特征<sup>[28]</sup>。

舌苔物质组分研究中,以孙祝美等<sup>[29-31]</sup>为代表对慢性胃炎特异性菌属、特定苔的优势菌群组成、舌苔微生物与不同证型及不同病理阶段的相关性进行了研究,取得了一定的成果。Kang等<sup>[32]</sup>使用16S rRNA微生物组学方法,检测分析上消化道癌前病变的舌苔微生物特征,发现钩端体是薄黄苔和黄厚苔有希望的生物标志物。另外,还有对泄泻患者、炎症性肠病和炎症性肠病湿热证进行研究,标记出了不同种类的差异代谢物<sup>[33-34]</sup>,为脾胃疾病的生物学基础提供了一些可供参考的依据。

**2.2 在肝胆疾病中的运用** 肝胆病变一般应于舌边,目前在肝胆病与舌诊客观化的研究中,赵丰润<sup>[35]</sup>利用图像分析法对80例乙型肝炎肝硬化患者治疗前后舌象特征进行分析,发现干预前、中、后3组患者的舌尖部和舌两边舌色参数值均有变化,说明从舌象参数变化角度可以反映代偿期乙型肝炎肝硬

化的药物疗效。

Zhao 等<sup>[36]</sup>对慢性乙型病毒性肝炎黄苔及白苔患者舌苔检测发现,具有不同舌苔的患者存在特定的临床特征和细菌结构。

**2.3 在心系疾病中的运用** 《临症验舌法》云:“舌为心之苗。”《素问·阴阳应象大论》曰:“心主血脉,开窍于舌。”舌与心脏的功能关系密切,舌诊在心系疾病的辨证论治中亦有重要的地位。

丁然等<sup>[37]</sup>利用图像分析技术对胸痛胸痛患者舌象特征进行分析,结果发现舌质和舌苔 R、G、B 值均较无胸痛组有显著差异。赵静等<sup>[38]</sup>利用舌体高光谱建立了分类模型,为高血压合并冠心病的早期发现提供了一种有效筛查手段。周旋<sup>[39]</sup>采用 16S rRNA 高通量测序技术对冠心病痰证舌苔进行分析,发现链球菌属等是冠心病痰证潜在的生物标志物,为冠心病舌诊提供了微观依据。

**2.4 在肺系疾病中的运用** 手太阴肺经起于中焦,络于脾胃,故而肺之经气,亦可间接联系于舌。舌尖候上焦心肺病变,利用舌诊现代化技术研究肺系疾病,亦可为中医临床提供一定的指导意义。

王忆勤等<sup>[40]</sup>通过图像分析法对不同类型肺结节患者舌象特征进行定量分析,发现非毛玻璃患者与毛玻璃患者在舌苔左侧参数存在差异,提示舌象参数可为肺结节的病情判断提供一定的科学依据。

李清仪等<sup>[41]</sup>对慢性阻塞性肺疾病(COPD)稳定期患者舌苔微生态进行研究,发现颗粒二氧化碳噬纤维菌可能成为 COPD 稳定期患者的舌苔标志菌。

**2.5 在糖尿病中的运用** 舌诊客观化在糖尿病中的运用,有李金菊等<sup>[2]</sup>基于图像分析法对糖尿病肾病不同证型与舌象特征的相关性进行分析,结果显示:肝肾阴虚组舌色偏红、苔色偏黄,脾肾阳虚组舌色及苔色整体偏白,气阴两虚组介于二者之间。Usharani 等<sup>[42]</sup>基于图像分析法结合机器学习算法对糖尿病舌热点区域进行分析,结果发现糖尿病组舌面温度高于正常组,提示舌温图可作为糖尿病预后的初步筛选方法。

李青伟<sup>[43]</sup>基于舌苔微生物组学技术,描绘了健康人舌象的微生物学特征并确定了糖尿病不同类型舌苔的独特细菌特征,为破译舌苔形成机制提供了有价值的参考。

**2.6 在妇科疾病中的运用** Kim 等<sup>[44]</sup>将 48 例原发性痛经(PD)患者与月经正常女性舌象进行比较,结果显示 PD 患者月经期的 L 值低于对照组、黄体期

的 b 值高于对照组;其痛经的严重程度与舌色 L、a 值,苔色的 L、b 值;提示舌象客观化数据可作为 PD 患者中医辨证分型、疗效和预后评估的辅助手段。

肖金禾等<sup>[45]</sup>采用高通量测序技术研究哺乳期急性乳腺炎黄腻苔患者和哺乳期健康薄白苔女性的舌苔菌群,发现其物种差异的主要菌群分布。

**2.7 在癌症中的运用** 癌症患者的舌象变化与其肿瘤部位和病程的不同以及自身体质的差异有着密切的关系,因此对癌症患者的舌象进行研究有助于癌症的诊疗、预后及病情判断。

韩柯柯等<sup>[46]</sup>利用图像分析法研究大肠癌患者与不同证候的舌诊客观特征变化特点,结果显示,大肠癌患者舌诊参数与正常人组有显著差异,不同证型的大肠癌患者舌诊信息特征也有所不同。

Yuan 等<sup>[47]</sup>率先将舌图像分析法、舌苔微生物检测法及机器学习工具相结合,对胃癌进行前瞻性多中心临床队列研究,结果表明基于舌象的诊断技术可以作为胃癌稳定的诊断工具。该研究首创了基于舌象的胃癌诊断与筛查新技术,并自主研发了“便携式舌象采集分析仪”。

综上,舌诊现代化技术在中医临床的应用研究中,以上除三维立体图像技术上未见临床应用报道,其余均有涉及,研究范围主要集中在脾胃病、肝胆疾病、心系疾病、肺系疾病、糖尿病、妇科疾病及癌症等方面。在研究方法方面,图像分析法的应用多数只是对中医诊断基础理论的验证、对医师经验的总结,并初步进行了相关性、差异性研究,尚未充分利用相关量化参数去阐明中医舌诊的真正内涵;光谱分析法在疾病快速筛查方面有初步的研究,目前只针对单一疾病,未广泛运用,通用性有待进一步提高;舌苔组学研究中,虽然能够从微观的角度对舌苔形成的分子机制进行探究,但从总体上来看,研究的深度和广度还不够,普遍表现在仅仅对相关种类和数量进行统计和罗列,未进行充分仔细地描述,而且与舌象的外在相关性分析不足。

### 3 小结与展望

将现代技术运用于舌诊的研究中,使舌象特征更加细致化、客观化和标准化,极大地加快了舌诊现代化的研究。目前运用于舌诊研究的现代技术已经很广泛,但仍存在需要改进和完善的方面。

**3.1 缺乏规范化和统一化** 1)研究人员使用的设备、技术不统一,在舌诊技术研发的过程中,使用的仪器零件、软件等不同,因而不同设备的标准不同,造

成研究人员输出的结果多样,无法统一标准。2)组学技术在舌诊的研究中,其样本采集的环境、舌苔取样位置、分析方法和数据处理手段等未形成规范,可能对最终结果有不同程度的影响。仍需通过擅长领域的研究者和研究单位通力合作,从舌诊技术到临床应用逐步规范,统一标准。

**3.2 学科交叉较少** 1)宏观舌图像技术与微观的组学技术有效结合较少,目前各技术在舌诊客观化研究中多数为单一技术的研究,尚不能体现中医的整体思维。2)研究者的深入合作交流有待进一步提高,表现为在技术研究阶段,多数研究仅为工科人员,没有与中医学从业者进行合作,导致技术的研究过程缺少对临床实际的了解;而在临床研究阶段,工科人员的参与也较少,这不利于后期对舌诊技术的完善升级。那么,则需要加强医工领域的长期深入合作,多学科交叉,多技术融合,多模态发展,更好地与中医整体辨证论治相吻合。

**3.3 研究样本量小** 目前的舌诊现代化研究中,多数为小样本、单中心的研究,极少有大样本、多中心的研究,最终数据结果未形成统一规范的舌象特征数据库,而导致数据的利用率低,阻碍了数据价值的充分发挥。

在今后的研究中,可针对临床实际需求进行大样本、多中心、多病种的深入研究,以探索舌诊对不同疾病的特异性,增加舌诊现代技术的临床普适性,以从根本上解决这些技术在临床上的应用问题。

**3.4 数据交换共享有待突破** 1)数据重复:由于研究数据结果不能交换共享,加之标准不统一,研究者在研究舌象客观化参数及相关指标时会产生重复研究,造成了数据的重复、冗余、无效等情况,降低了数据的质量和准确度。2)协作不良:数据无法简单共享,复杂底层的数据安全权限限制往往导致各研究者之间难以高效合作,对进一步深入研究造成困难。

因此,数据交换共享方面,目前仍需统一的数据格式标准,以提高数据对计算机环境的适应性和兼容性;此外,保证数据的安全性也是极为重要的,从平台层面联合法律法规制定约束规则,将对以后的数据交换共享大有裨益。

#### 参考文献:

[1] 蔡轶珩,胡绍斌,关静,等.中医舌诊客观化技术发展分析及应用探讨[J].世界科学技术-中医药现代化,2021,23(7):2447-2453.  
[2] 李金菊,刘旺华,李花,等.糖尿病肾病不同证型舌象的客观化研究[J].亚太传统医药,2021,17(4):161-165.

[3] 王元千,陈雪,邵娜,等.多目视觉三维重建系统在中医舌象诊断中的应用研究[J].生物医学工程与临床,2020,24(6):661-666.  
[4] 王鹏,董美涵,孙长库,等.光栅投影真伪混合双目舌面三维成像方法[J].天津大学学报(自然科学与工程技术版),2022,8(10):1101-1107.  
[5] 张一勉,王煜杰,李宁,等.基于 CiteSpace 的红外热成像技术在中医领域应用的可视化分析[J].世界中西医结合杂志,2023,18(5):887-892.  
[6] LV C, WANG X M, CHEN J S, et al. A non-invasive measurement of tongue surface temperature[J]. Food Research International, 2019, 116(8):499-507.  
[7] 刘黎青,周盛年,刘斌.中医辨证分型与红外热像舌图特征及温度负荷变化关系的研究[J].中医杂志,2002,43(11):851-852.  
[8] 郭德济.光谱分析法[M].2版.重庆:重庆大学出版社,1994:1.  
[9] 李家星,林凌,李哲,等.基于舌近红外反射光谱的人体血清多种蛋白含量无创测量[J].光谱学与光谱分析,2012,32(11):2992-2996.  
[10] 赵静,马贝,刘明,等.舌体高光谱的高血压患者中合并冠心病的筛查方法[J].光谱学与光谱分析,2022,42(2):512-516.  
[11] 刘洋,孙荣,战德松,等.血清表面增强拉曼光谱检测在 SD 大鼠舌癌诊断中的应用[J].实用口腔医学杂志,2022,38(1):47-51.  
[12] BARBOUR A, ELEBYARY O, FINE N, et al. Metabolites of the oral microbiome: Important mediators of multiKingdom interactions [J]. FEMS Microbiology Reviews, 2022, 46(1): fuab039.  
[13] 石国栋.应用组学技术探索寒湿泻与湿热泻腻苔的代谢差异[D].江西:江西中医药大学,2023.  
[14] CUI J X, HOU S Y, LIU B, et al. Species composition and overall diversity are significantly correlated between the tongue coating and gastric fluid microbiomes in gastritis patients[J]. BMC Medical Genomics, 2022, 15(1):60.  
[15] 张冬,庞稳泰,王可仪,等.基于微观角度的中医舌诊客观化研究的现在与未来[J].世界科学技术-中医药现代化,2022,8(11):4574-4579.  
[16] 海日,师建平,赵敏,等.Bcl-2、Bax、Fas 在大肠癌脾胃虚弱证病人舌苔脱落细胞表达及其相关性研究[J].内蒙古医科大学学报,2021,43(1):34-36,40.  
[17] 邵岩峰,郑关毅.不同分期消化性溃疡患者证型分布特点与舌苔脱落细胞凋亡及胃蛋白酶原关系[J].中国中西医结合杂志,2020,40(5):540-544.  
[18] 张莉,张军峰,詹臻.舌苔形成机理的“组学”研究[J].时珍国医国药,2016,27(6):1464-1466.  
[19] ZHANG X L, WU Z Z. Establishment of two -dimension electrophoresis of proteins of tongue coatings [J]. Chinese Journal of Traditional Medical Science and Technology, 2008, 15(2):84-85.  
[20] GAO L, XU T S, HUANG G, et al. Oral microbiomes: More and more importance in oral cavity and whole body[J]. Protein & Cell, 2018, 9(5):488-500.  
[21] 苏欢,张志明,雍文星,等.基于舌苔微生态中医舌诊客观化研究概况[J].河南中医,2021,41(8):1267-1270.  
[22] 谭惠璇,赵昌林.黄腻苔与口腔菌群失调的关系研究[J].西部中医药,2022,35(10):151-154.

- [23] 李清仪,朱洁,王小乐,等.慢性阻塞性肺疾病舌苔菌群微生态的相关研究[J].辽宁中医杂志,2022,49(4):1-4,221-222.
- [24] 李菲.湿疹患者湿证人群舌苔微生态的探索性研究[D].广州:广州中医药大学,2021.
- [25] 蒋海洋,王慧雯,李莉,等.慢性胃炎不同病理阶段中医舌象与舌苔菌群的关联性分析[J].世界科学技术-中医药现代化,2021,23(9):3050-3055.
- [26] 经双双,何宗卿,郑雪,等.中医药治疗溃疡性结肠炎的代谢组学研究进展[J].中医学报,2023,38(7):1386-1394.
- [27] 张伟妃,李福凤,李琦,等.慢性胃炎舌诊特征信息与胃镜及病理结果的关联分析[J].中华中医药学刊,2015,33(3):576-578.
- [28] 樊威.人工智能在胃食管反流病舌诊辨证中的应用[D].南京:南京中医药大学,2019.
- [29] 李莉,王慧雯,丛军,等.慢性胃炎不同病理阶段对舌苔菌门的影响[J].中华中医药杂志,2021,36(8):4964-4968.
- [30] 孙祝美,王慧雯,李莉,等.16S rRNA 基因测序技术分析腻苔优势菌群[J].中华中医药杂志,2018,33(6):2345-2348.
- [31] 王慧雯,郭春荣,李莉,等.慢性萎缩性胃炎薄白苔微生物的群落结构组成分析[J].中国中西医结合杂志,2019,39(6):696-701.
- [32] KANG X Y, LU B, XIAO P, et al. Microbial characteristics of common tongue coatings in patients with precancerous lesions of the upper gastrointestinal tract[J]. Journal of Healthcare Engineering, 2022,2022(4):7598427.
- [33] 石国栋,孙悦,丁成华.基于 UPLC-MS 的寒湿型与湿热型泄泻患者舌苔的非靶向代谢组学[J].中华中医药杂志,2022,37(5):2718-2722.
- [34] 吴星星.基于代谢组学探讨炎症性肠病及其湿热证实质的临床与实验研究[D].南京:南京中医药大学,2022.
- [35] 赵丰润.乙型肝炎肝硬化代偿期患者中医干预前后舌色参数变化特点的研究[D].北京:北京中医药大学,2015.
- [36] ZHAO Y, MAO Y F, TANG Y S, et al. Altered oral microbiota in chronic hepatitis B patients with different tongue coatings[J]. World Journal of Gastroenterology, 2018, 24(30): 3448-3461.
- [37] 丁然,陆小左.基于有无胸痛分型的胸痹舌象中医客观化研究[J].中医药学报,2017,45(6):13-16.
- [38] 赵静,马贝,刘明,等.舌体高光谱的高血压患者中合并冠心病的筛查方法[J].光谱学与光谱分析,2022,42(2):512-516.
- [39] 周旋.基于病证结合探索冠心病痰证腻苔微生物的研究[D].广州:广州中医药大学,2019.
- [40] 王寺晶,宋雪阳,冯路,等.不同影像学性质肺结节患者的舌象参数特征分析[J].世界科学技术-中医药现代化,2021,23(1):276-282.
- [41] 李清仪,朱洁,王小乐,等.慢性阻塞性肺疾病舌苔菌群微生态的相关研究[J].辽宁中医杂志,2022,49(4):1-4,221-222.
- [42] THIRUNAVUKKARASU U, UMAPATHY S, KRISHNAN P T, et al. Human tongue thermography could be a prognostic tool for pre-screening the type II diabetes mellitus[J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: ECAM, 2020, 2020(1): 3186208.
- [43] 李青伟.基于 Lab 色彩模型探讨健康人不同舌象微生物特征及与 T2DM 的对照研究[D].北京:中国中医科学院,2021.
- [44] KIM J, LEE H, KIM H, et al. Differences in the tongue features of primary dysmenorrhea patients and controls over a normal menstrual cycle[J]. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: ECAM, 2017, 2017(5): 6435702.
- [45] 肖金禾,金信妍,樊英怡,等.哺乳期急性乳腺炎黄腻苔患者舌苔特异性菌群特征研究[J].中医杂志,2021,62(13):1150-1155.
- [46] 韩柯柯,钱峻,张伟妃,等.大肠癌临床辨证舌诊信息特征研究[J].中华中医药学刊,2018,36(3):668-671.
- [47] YUAN L, YANG L, ZHANG S C, et al. Development of a tongue image-based machine learning tool for the diagnosis of gastric cancer: A prospective multicentre clinical cohort study[J]. E Clinical Medicine, 2023, 57(3): 101834.

(收稿日期:2023-09-07)  
(本文编辑:滕晓东,高杉)

### Application and research progress of modern technology of tongue diagnosis in traditional Chinese medicine

ZHANG Yuelin<sup>1</sup>, MA Bei<sup>1</sup>, TIAN Ge<sup>1</sup>, WANG Yimin<sup>2</sup>, XUE Xiaojuan<sup>2</sup>

(1. Graduate School of Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China; 2. Institute of Traditional Chinese Medicine, Tianjin University of Chinese Medicine, Tianjin 301617, China)

**Abstract:** Tongue diagnosis is an important method and means of diagnosis and treatment of diseases in traditional Chinese medicine (TCM). In recent years, researchers had combined TCM tongue diagnosis with modern technology, extracted and digitized the features of tongue images, and explored the molecular mechanism of tongue image formation from a microscopic perspective, and achieved certain research results. This article summarized the digital analysis methods, modern omics techniques and their clinical applications of tongue diagnosis, summarized the research status, current research problems, and prospected for future research trends, so as to provide certain ideas and references for subsequent research on the objectification of tongue diagnosis.

**Keywords:** TCM tongue diagnosis; modern technology of tongue diagnosis in TCM; objectification of the tongue