

· 综述 ·

舌诊仪的技术进展及其在肺结节管理的应用^{*}肖诗淇^{1,2,3}, 林伟兰^{1,2,3}, 卢峰^{2,3△}

(1. 福建中医药大学,福建福州 350122;2. 福建中医药大学附属第二人民医院,福建福州 350003;3. 福建省早期肺癌中西医结合诊疗临床医学研究中心,福建福州 350003)

[摘要] 舌诊仪能够直观表现舌色、苔色、纹理等参数,客观反映机体的生理及病理变化,推动了中医诊断的现代化进程。该文系统梳理了舌诊仪的技术迭代路径,包括舌象采集优化、图像分割处理和特征分析,概述了舌诊仪在临床中的应用,如辅助疾病早期诊断、指导辨证论治及判断预后,聚焦舌诊仪在肺结节管理的创新应用,旨在阐明其临床意义及技术应用潜力,为舌诊客观化技术的进一步发展和肺结节的管理提供参考。

[关键词] 舌诊仪; 技术进展; 肺结节; 综述**DOI:** 10.3969/j.issn.1009-5519.2026.01.032**文章编号:** 1009-5519(2026)01-0169-04**中图法分类号:** R241.25; R443+.7**文献标识码:** A

**The technical progress of tongue diagnostic instrument and its application
in the management of pulmonary nodules^{*}**

XIAO Shiqi^{1,2,3}, LIN Weilan^{1,2,3}, LU Feng^{2,3△}

(1. Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350122, China; 2. The Second Affiliated Hospital of Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350003, China; 3. Clinical Research Center for Integrative Medicine on Early Lung Cancer Diagnosis and Treatment of Fujian Province, Fuzhou, Fujian 350003, China)

[Abstract] Tongue diagnostic instrument can intuitively show the tongue color, moss color, texture and other parameters, objectively reflect the physiological and pathological changes of the body, and promote the modernization process of TCM diagnosis. This paper systematically reviews the technical iteration path of tongue diagnosis instrument, including tongue image acquisition optimization, image segmentation processing and feature analysis, and summarizes the clinical application of tongue diagnosis instrument, such as assisting early diagnosis of diseases, guiding syndrome differentiation and treatment, and judging prognosis. This paper focuses on the innovative application of tongue diagnosis instrument in the management of pulmonary nodules, aiming to clarify its clinical significance and technical application potential, and provide reference for the further development of tongue diagnosis objective technology and the management of pulmonary nodules.

[Key words] Tongue diagnosis instrument; Technical progress; Pulmonary nodules; Review

舌诊作为中医传统诊断技术,通过观察舌质、舌苔等特征,能够洞察人体气血津液盛衰及病邪深浅,在疾病诊断、治疗及预后评估等方面发挥重要作用。舌诊的非侵入性和便捷性使其在中医临床实践中备受青睐,但传统舌诊技术受光线、环境等制约,依赖于医师的主观经验和视觉判断,难以记录和存储舌象数据,限制了中医宝贵经验的传承和在现代医学领域的应用和发展^[1]。随着科技的发展,舌诊仪技术出现在研究者的视野,其能够提供标准化的图像采集、图像处理和特征分析,弥补了传统舌诊技术的不足,为中医现代化提供了有利的技术支持和精确的科学依据。

1 舌诊仪的主要技术

1.1 舌象采集 早期为避免外界不稳定光源对舌图像采集的干扰,通常使用封闭暗箱和辅助光源构成的标准光环境进行舌象采集,但暗箱结构具有体积过大、临床使用不便的缺点^[2]。舌诊仪应向小型化、便携化、采集迅速化发展。姜永超等^[3]以贴片式灯为采集光源、积分球搭建光照环境,设计了一体式中医舌象采集分析系统,避免外部光源干扰且保证舌体受光均匀,可手动调节相机白平衡参数保证舌象颜色准确性,具有结构简单、功能全面、体积小等优点,但操作过程需较繁琐的人为调整,且无论证系统稳定性。董

* 基金项目:福建中医药大学重大科技创新“揭榜挂帅”专项项目(XJB2022002);福建省早期肺癌中西医结合诊疗临床医学研究中心项目(2022Y2009);2024 年度医疗卫生领域省科技创新联合资金项目(2024Y9481);福建省省级财政专项资金项目(X2024010)。

△ 通信作者,E-mail:lufengld@126.com。

玉舒等^[4]提出使用高清微型摄像机进行舌象采集,解决了传统暗箱设计携带不便、操作繁琐的问题,且把手集成照明按钮的设计能够高效采集舌象,降低对使用者的技术依赖,该仪器适用于智能手机终端,然而不同手机设备采集数据的一致性还有待论证,对舌象动态特征及舌下络脉等方面的观察仍有很大提升空间。刘明等^[5]利用超声测距原理检测模块研究 YM-III 型中医舌象采集仪在舌体露出度一致性方面的表现,明确了舌体表面与拍摄镜头的最佳距离是 23~26 cm,提高了舌象采集的准确性,但该研究样本量仅 50 例,可能受个体差异影响大,缺乏大规模临床数据支持。

1.2 舌图像分割处理及特征分析 图像分割的目的在于消除嘴唇等与舌体部位颜色相近的部位的干扰,更精确提取舌象特征。传统的舌体分割方法主要包括区域分割、边缘检测、双椭圆变形轮廓等基于图像特征的分割方法,以及动态轮廓模型等基于可变模型的分割方法,而近年来兴起的基于机器学习的舌体分割技术能够有效提高分割精确度、捕捉深层特征^[6]。马龙祥等^[7]提出,基于残差网络定位舌象区域的舌象分割算法,较以往掩码区域卷积神经网络(Mask-RCNN)算法更精准地分割舌象,避免了上下采样导致舌象特征丢失的问题,有效保留舌象边缘信号,但该算法对齿痕舌、裂纹舌等舌象的影响还有待研究。ZHUANG 等^[8]收集 1 420 张舌图像形成舌象数据集,利用卷积神经网络构建残差网络 34 层模型,相对于现有研究识别齿痕舌的准确率提高了 10% 以上,能够更精准地提取齿痕舌等舌象特征,并结合视觉问答技术和数据集模型设计了能够作出健康评估及建议的中医舌象识别人工智能模型,该模型在临床应用具有高实用性,但该研究数据集可能存在地域或人群局限。

颜色校正是舌象分析的必需环节,基于标准色标卡或标准颜色空间对舌色及苔色进行数字化评价,在不同采集设备下也能保持图像的高保真度及一致性。但使用标准色卡进行颜色校正的过程相对复杂,自动化处理难度较高。夏雨墨等^[9]探讨了红绿蓝(RGB)、CIELAB、色调-饱和度-亮度(HSI)、色调-饱和度-明度(HSV)、明度-彩度-色相(LCH)颜色空间在舌象分析的应用,RGB 颜色空间最基础、应用最广泛,涵盖了人类能够感知到的所有色彩,但色彩表达与人视觉感知差异较大,图像分割效果较差;Lab 颜色空间色域广,在舌色特征分析的应用效果较好,但无法单独明确表现彩度与色相,使用较为复杂;HSV/HSI 颜色空间接近人感知色彩的方式,常用于处理分析彩色图像,便于理解和操作,但在不同设备上需要进行色彩校正以保持颜色的一致性;LCH 颜色空间符合人的视觉特征,能够直观反映颜色,对不同苔色的区分准确率高,但在实际应用中需要更复杂的算法来处理颜色转换。

2 舌诊仪的临床应用

2.1 协助疾病早期诊断

钱鹏等^[10]使用中医舌诊数

字化检测系统比较了胃肿瘤患者与健康人的舌象参数差异,发现舌色 RGB 值及 HSV 值、厚薄指数、胖瘦指数、瘀斑指数、腐腻指数等参数差异显著,证实了舌象参数能够为胃肿瘤的临床诊断提供客观依据。该研究支持了中医舌诊在肿瘤诊断的价值,启示了未来研究可结合肿瘤标志物深入探讨舌象变化的生物学基础。肖欣昂等^[11]使用 Smart-I 型舌诊仪分析了健康人与冠心病患者的舌象特征,发现冠心病患者舌象总体呈现高饱和度、低明度的特征,表明舌象特征有助于及早识别和干预冠心病,不足之处在于该研究仅关注了 HSV 颜色参数,对舌象特征分析单一。荣文雅等^[12]使用自然光色温照度下的相机拍摄及柯达校正色卡对比了 85 例腺病毒感染患者和 30 例健康人群的舌象特征,表明舌苔颜色 R/G 均值、舌苔湿度、纹理粗糙度及对比度能够有效区分健康人和腺病毒感染者,为中医快速识别感染状态、判断病邪性质及津液盈亏提供了科学依据。该研究还应用了目标检测和随机森林算法进行舌象特征聚类分析,为舌诊研究方法提供了新的启发,但样本量较小,可能影响统计效能。

2.2 指导辨证论治 段梦遥等^[13]使用 TFDA-1 型舌诊仪观察高血压病患者中阴虚证的舌象特征,发现随着阴虚程度加重,舌质颜色 R 值、I 值更高,舌苔 R 值、B 值、H 值升高,纹理指标降低,即表现出舌质更红、舌苔偏黄、纹理粗糙。该研究表明舌象参数能够客观评估高血压病的阴虚证状态,为高血压病的中医辨证提供依据,但研究对象均来自湖南省,结果可能不具有全国普遍性。方晨晔等^[14]使用 TDA-1 型舌诊仪探究了不同证型溃疡性结肠炎患者的舌象特征,发现脾气亏虚型、脾肾阳虚型、大肠湿热型及寒热错杂型患者的舌色及舌苔 RGB 值、纹理参数等差异均有统计学意义($P < 0.05$),对建立溃疡性结肠炎的中医客观化辨证分型体系提供了参考依据,但同样存在地域限制。周明瀚等^[15]运用 TFDA-1 型舌诊仪研究发现原发性高血压阴虚阳亢证患者的舌质较健康人颜色偏红、偏暗,舌质纹理更粗糙,苔色偏黄,该研究综合分析了舌质、舌苔的颜色及纹理,拓展了高血压舌象研究的维度,对精准辨证该证候提供了可视化数据。

2.3 判断预后转归 焦丽静等^[16]使用 TDA-1 小型舌象仪研究了早期非小细胞肺癌术后患者在中医药联合化疗治疗过程的舌象变化规律,发现化疗后患者舌色转淡、转紫,舌苔增厚,中药治疗使患者舌质由淡转淡红,舌苔变薄、纹理更细腻。该研究提示舌象参数的变化能够作为评价中医药疗效的客观指标,但其仅观察了 4 个疗程的舌象变化,研究周期较短,对癌症患者的长期效果和生活质量影响尚待探究。王宇立等使用 TDA-1 小型舌诊仪探究了经高强度聚集超声治疗的原发性肝癌患者舌象参数的变化情况,发现治疗后舌色、舌苔饱和度等参数显著降低,推测超声

治疗消融肿瘤时会导致气阴亏虚,治疗期间应适当使用益气养阴的中药^[17]。通过舌象参数的动态分析能够及时调整遣方用药,优化临床治疗方案,但该研究缺乏对照组以评估 HIFU 治疗的特异性效果。

3 舌诊仪在肺结节中的应用进展

多数肺结节症状隐匿,舌象特征能够及时为肺结节的辅助诊断提供客观依据,有助于提高肺结节恶性风险预测的精确度和敏感度,对结节是否进展有预警作用^[18-19],在临床方面应得到重视。但目前肺结节的舌象研究较少,该研究领域仍有很大空白。

王寺晶等^[20] 使用 TF-1 型舌面一体仪比较了 210 例不同证型肺结节患者的舌象特征参数,发现其差异主要集中在 H 值和 S 值,气虚痰湿证 H 值低于肝郁脾虚证,提示肝郁脾虚证患者舌色偏红、偏暗,气阴两虚证 S 值高于肝郁脾虚证、气虚痰湿证,提示气阴两虚证患者舌色偏淡暗,直观地反映了不同证型肺结节患者舌象的差异,该研究为中医证型分类提供了舌象量化数据,但未考虑患者的其他临床特征对舌象的影响,可能影响结果的普适性。胡亚琪等^[21] 使用天中依脉智能中医诊断系统发现不同体质肺结节患者间舌色 Lab 参数存在显著差异,从辨体论治的角度出发为肺结节诊疗开拓了新思路。

王寺晶等^[22] 使用 TF-1 型舌面一体仪探究了 81 例磨玻璃结节与 128 例非磨玻璃结节患者的舌诊参数特征,发现磨玻璃组患者总体舌色相对偏淡、舌苔左侧偏白,非磨玻璃组患者总体舌质偏青紫,磨玻璃组患者舌苔左侧 RGB 值高于非磨玻璃组患者,S 值低于非磨玻璃组患者,即磨玻璃组患者舌苔左侧较非磨玻璃组患者偏白,而舌体左右可候肝胆病变,提示磨玻璃患者相较非磨玻璃患者更容易产生焦虑抑郁情绪。该研究将舌象参数与肺结节密度特征结合,进一步细化了舌象参数在肺结节诊断的应用,但未涉及结节的大小、位置、形态、边缘恶性征象等重要影像学特征。

郭丹丹等^[23] 使用 TFDA-1 型舌诊仪以 377 例非小细胞肺癌患者和 368 例微小肺结节患者为研究对象,发现肺癌患者的舌质纹理指标、舌苔厚薄指标及舌苔亮度均低于微小肺结节组,即肺癌患者舌质纹理更细腻、舌苔面积更小、苔色更暗,提示肺癌患者素体虚弱、阴伤气虚,且发现了细胞角蛋白 19 片段、鳞状细胞癌抗原、胃泌素释放肽前体等肿瘤标志物与舌象参数相关,该研究分析了舌象与西医各类常规指标及疾病特异性指标之间的关系,为建立基于中西医数据的病证诊断模式提供了重要支持。

SHI 等^[24] 使用 TFDA-1 型舌诊仪研究了 292 例良性肺结节患者和 263 例肺癌患者的舌象特征并构建肺癌风险预测模型,结合舌象数据和年龄、性别等基线数据以提高模型预测效能,同时比较不同模型的性能,为选择最佳模型提供依据;在上一研究基础上,

又进一步发现了良性肺结节患者舌象较健康人舌象更偏淡白与青紫,肺癌患者舌象较良性肺结节患者及健康人、舌质偏红、舌苔偏薄黄腻、舌纹沟更浅,更详细地验证了基于舌象客观数据的肺癌分类模型具有良好效能,提供了良性肺结节和肺癌鉴别诊断的参考依据^[25],但模型缺乏外部验证。这 2 个研究构建的基于舌象特征的肺癌预警模型在临床应用意义重大,但模型没有在独立多样化的数据集上进行外部验证,未来还需要结合其他生物标志物和临床数据以提高模型准确性。

上述研究的侧重点有所差异,大多数为中医证型分类,部分研究为风险预测模型构建、舌诊参数和影像学特征的相关性分析;涵盖了参数分析、机器学习算法、逻辑回归模型等不同的研究方法,舌诊仪在肺结节中的应用研究前景广阔。但目前舌诊仪在肺结节中的应用研究仍存在样本量有限、未充分考虑研究干扰因素(如受试者基础疾病、用药史)、舌象参数特征不够全面等普遍不足,仍需进一步研究验证其临床有效性和普适性。

4 结语与展望

舌诊仪技术是中医诊断现代化过程的重要研究方向,能够为疾病早期诊断、指导辩证论治、判断预后转归提供支持。肺结节诊疗的关键是早诊、早治,契合了中医治未病思想,且中医在早期整体评估肺癌高危人群及肺结节恶性风险等方面具有独到的优势。将舌诊仪技术应用于肺结节诊疗,经济、易行、无创性实时检测和识别舌象,见微知著,可因素,实现舌象信息的规范化和智能化,进一步提高疾病诊治效率。舌诊仪技术虽然具有良好的应用前景,但目前在临床的应用并不广泛,仍然存在一定的局限性。第一,缺乏统一标准,不同研究团队采用的舌诊仪器不同,显示指数、成像相机型号等各种因素都对舌图像产生不可估量的影响,缺乏舌图像数据库的标准化和共享化,局限了研究成果的应用范围;第二,舌象特征分析方法局限,多数研究采用机器学习方法,需要人工调整数据特征,无法实现端对端的学习,且局限于研究单个舌象特征,忽略了舌象特征之间的关联性;第三,普遍存在样本量不足的问题,模型训练的泛化能力降低;第四,研究内容不够全面,目前研究多数集中于对舌色、舌苔、苔质的辨识,对舌形、舌态、舌下络脉的研究较少,未全面地分析比较舌图像特征,对舌象动态演变的干预研究相对缺乏;第五,分析结果与临床需求存在差距,目前表达舌色、苔色通常采用 RGB、HSV、Lab 等指标,使用定性描述或简单趋势性描述,仅仅输出了分类识别的结果,过度专注于数据的采集与分析,与中医临床认识的匹配度不高;分析得出的结论未得出具体的对应关系或差异规律,或是缺乏必要的医学解释,结论仍然停留在对结果的总结、过于粗浅,对临床的指导意义有限;对模型的研究结果提

示了舌象数据在疾病预警的潜力,但缺乏在实际临床环境的验证,模型尚未能直接用于临床决策。

总之,舌诊仪技术还需要更多维、更大样本量的研究,进一步挖掘在临床方面的应用意义,将研究结果转化为临床实际。

参考文献

- [1] 王静,常佩芬,关静,等.中医舌诊客观化研究[J].中国中医基础医学杂志,2022,28(9):1531-1534.
- [2] 王忆勤,汤伟昌,李福凤,等.ZBOX-I 型舌脉象数字化分析仪的研制与临床应用[J].上海中医药大学学报,2008,22(6):26-28.
- [3] 姜永超,樊春玲,明星,等.一体式中医舌象采集分析系统设计[J].计算机测量与控制,2018,26(1):222-225.
- [4] 董玉舒,李慧.中医“治未病”与现代化及客观化结合的挑战与意义[J].医学信息,2019,32(13):147-149.
- [5] 刘明,谢月敏,赵静,等.中医舌象采集仪舌体露出度一致性研究[J].西部中医药,2019,32(11):131-133.
- [6] 张林子,周武,张洪来.自动舌诊技术的研究进展[J].中国中医基础医学杂志,2023,29(5):871-876.
- [7] 马龙祥,杨浩,宋婷婷,等.基于高分辨率特征的舌象分割算法研究[J].计算机工程,2020,46(10):248-252.
- [8] ZHUANG Q B, GAN S Z, ZHANG L Y. Human-computer interaction based health diagnostics using ResNet34 for tongue image classification[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2022, 226: 107096.
- [9] 夏雨墨,高慧,王庆盛,等.颜色空间在中医望诊客观化研究中的应用进展[J].中国中医药信息杂志,2021,28(4):135-139.
- [10] 钱鹏,燕海霞,谢国群,等.胃肿瘤患者中医舌象客观参数分析研究[J].世界科学技术-中医药现代化,2021,23(6):2058-2063.
- [11] 肖欣昂,王庆盛,夏雨墨,等.基于舌诊客观化技术的冠心病患者舌象特征研究进展[J].中华中医药杂志,2023,38(4):1685-1689.
- [12] 荣文雅,王仲霞,何婷婷,等.基于多维图像分析技术的腺病毒感染中医舌象特征分析[J].世界科学技术-中医药现代化,2022,24(11):4580-4588.
- [13] 段梦遥,毛伯,刘勇,等.高血压病舌象客观化特征与阴虚证的相关性研究[J].现代中医临床,2021,28(6):9-13.
- [14] 方晨晔,戴彦成,张亚利,等.基于图像数据化的不同证型溃疡性结肠炎患者的舌象研究[J].中国中西医结合消化杂志,2021,29(6):406-410.
- [15] 周明瀚,刘旺华,李花,等.原发性高血压阴虚阳亢证舌象客观化研究[J].中华中医药杂志,2022,37(6):3401-3404.
- [16] 焦丽静,李嘉旗,龚亚斌,等.中医药联合辅助化疗对早期非小细胞肺癌术后患者舌象变化规律的影响[J].上海中医药杂志,2020,54(2):21-27.
- [17] 王宇立,方媛,徐静,等.原发性肝癌患者高强度聚焦超声治疗前后舌象、脉象参数及中医体质变化[J].中华中医药杂志,2020,35(12):6313-6317.
- [18] 叶金连,高心宇,苏泳鑫,等.基于证素原理构建高危肺结节预测模型[J].世界中医药,2025,20(4):633-638.
- [19] 庞博,李奕,花宝金,等.论肺结节中病机与防治策略[J].北京中医药,2021,40(12):1340-1343.
- [20] 王寺晶,宋雪阳,许朝霞,等.210 例不同中医证型肺结节患者的舌象特征参数分析[J].上海中医药大学学报,2020,34(5):14-18.
- [21] 胡亚琪.肺结节患者的白睛目络特征与中医体质的关联性研究[D].北京:北京中医药大学,2023.
- [22] 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.
- [23] 郭丹丹,楼锦娣,石玉琳,等.非小细胞肺癌的面舌脉特征研究[J].中国中医基础医学杂志,2023,29(12):2032-2037.
- [24] SHI Y L, GUO D D, CHUN Y, et al. A lung cancer risk warning model based on tongue images[J]. Front Physiol, 2023, 14: 1154294.
- [25] 石玉琳,春意,刘嘉懿,等.基于舌象特征逻辑回归的肺癌风险预警模型研究[J].中国中医药信息杂志,2024,31(10):149-156.

(收稿日期:2025-05-30 修回日期:2025-09-16)

(上接第 168 页)

- [50] HELTON T D, XU W F, LIPSCOMBE D. Neuronal L-type calcium channels open quickly and are inhibited slowly[J]. J Neurosci, 2005, 25(44): 10247-10251.
- [51] LEVINE M, BOYER E W, POZNER C N, et al. Assessment of hyperglycemia after Calcium channel blocker overdoses involving diltiazem or verapamil[J]. Crit Care Med, 2007, 35(9): 2071-2075.
- [52] CLARK M B, WRZESINSKI T, GARCIA A B, et al. Long-read sequencing reveals the complex splicing profile of the psychiatric risk gene CACNA1C in human brain [J]. Mol Psychiatry, 2020, 25(1): 37-47.
- [53] STRIESSNIG J, GRABNER M, MITTERDORFER J, et al. Structural basis of drug binding to L Ca^{2+} channels [J]. Trends Pharmacol Sci, 1998, 19(3): 108-115.

- [54] KUTZSCHE J, GUZMAN G A, WILLUWEIT A, et al. An orally available Cav2.2 Calcium channel inhibitor for the treatment of neuropathic pain[J]. Br J Pharmacol, 2024, 181(12): 1734-1756.
- [55] ESSALI A, SOARES-WEISER K, BERGMAN H, et al. Calcium channel blockers for antipsychotic-induced tardive dyskinesia[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2018, 3(3): CD000206.
- [56] COLBOURNE L, HARRISON P J. Brain-penetrant Calcium Channel blockers are associated with a reduced incidence of neuropsychiatric disorders[J]. Mol Psychiatry, 2022, 27(9): 3904-3912.

(收稿日期:2025-06-16 修回日期:2025-09-22)