

# 数码舌诊仪在中医疾病诊断中的应用进展\*

田 鸽<sup>1</sup>, 张月林<sup>1</sup>, 王可仪<sup>1</sup>, 孟令坤<sup>1</sup>, 尤旭颖<sup>1</sup>, 王益民<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:**随着中医舌诊的现代化研究不断推进,舌诊仪对推动舌诊客观化起着不可忽视的作用。传统的中医舌诊只是临床医生对于舌色、舌苔等的肉眼主观判断,而数码舌诊仪以及数字图像处理技术能够将舌色、苔色等通过数字直观地表现出来,得到舌体的颜色分布,舌色的饱和度、亮度等参数值,客观地反映机体生理和病理变化。文章简要介绍了数码舌诊仪的主要工作原理、技术参数、图像分割处理方法和舌象分析技术,重点综述了数码舌诊仪在推进中医舌诊客观化的过程中应用于某些常见疾病中的研究现状,并对数码舌诊仪的未来的应用和发展进行了展望。

**关键词:**数码舌诊仪 舌象 舌诊客观化 研究现状

doi: 10.11842/wst.20231015001 中图分类号: R241.25 文献标识码: A

随着现代化科学技术的快速发展,中医舌诊走向现代化和客观化的趋势也越来越明显<sup>[1]</sup>。传统的中医舌诊方法存在着主观性和不准确性,因此各类相关检测技术与方法相继进入了研究者的视野,数码舌诊仪便是其中之一<sup>[2]</sup>。

## 1 数码舌诊仪及主要功能

### 1.1 数码舌诊仪工作原理及技术参数

数码舌诊仪遵循中医舌诊原理和方法,使用数码相机和图像处理技术,对舌图像特征信息进行分析、提取与处理,以实现中医舌诊客观化的目的。数码舌诊仪利用数字化的图像采集系统与标准化还原方法,追求舌像的真实再现,满足舌象诊断需要;同时使用高频荧光等恒定光源系统技术,维持采集所需的固定光源,达到舌图象的色彩还原性、图片示真性和可重复性要求<sup>[3]</sup>。

数码舌诊仪利用具体的色彩参数值概括舌质舌苔颜色和面积、瘀斑齿痕数量等信息。颜色空间用于图像色彩的提取、描述以及图像分割<sup>[4]</sup>,常用的色彩参

数有RGB、HSV、Lab等。这些从不同角度描述色彩的特征参数,在人眼能观察到的基础上,将舌色进行空间上的分布,最后根据舌体各部位的参数值与人体对应部位相联系,例如舌色颜色RGB、HSV、Lab值高于或者低于正常标准,提示人体某一部位出现病理改变<sup>[5]</sup>。

### 1.2 舌体图像分割处理方法及舌象分析技术

舌象图片中包含与舌体颜色相接近的多余部位,且每个人的舌体形状不尽相同,因此增加了精准分割舌体的困难程度<sup>[6]</sup>。近年常用的图像分割方法如下,韩立博等<sup>[7]</sup>先将舌图象转换为Lab颜色空间,对a通道舌图像进行直方图均衡化和伽马校正,对舌体图像采用K-means聚类法进行分割后图像合格率明显提高。马龙祥等<sup>[8]</sup>采取高分辨率网络舌象分割算法,使用区域定位网络识别舌图像,此方法能有效保存舌象的边缘信号。王丽冉等<sup>[9]</sup>采用基于二阶段深度卷积神经网络的舌体语义分割方法,提高了舌图像的分割效率和准确性,为后续舌象的自动识别奠定了基础。颜建军等<sup>[10]</sup>提出的Mask R-CNN舌体图像的分割方案一定程

收稿日期:2023-10-15

修回日期:2023-12-10

\* 中国工程院战略研究与咨询项目品牌项目(2022-XBZD-15):新时代中医药发展战略研究,负责人:张伯礼;广东省新黄埔中医药联合创新研究项目(2022IR024):基于舌参数分析的中医药疗效评价指标与测量设备研制,负责人:张俊华;天津中医药大学研究生科研创新项目博士项目(YJSKC-20221008):基于舌诊客观化的慢性萎缩性胃炎舌象特征与中医证候证素的相关性研究,负责人:张月林。

\*\* 通讯作者:王益民,博士,教授,研究方向:中医工程。

度上克服了图像分割技术准确率低,效率低的问题。

舌象彩色图像经过分割后,要进一步对分割后的图像和数据进行处理和特征分析。舌象的图片处理包括图像校正、图像去噪、舌体分割、舌质舌苔分割;舌象特征分析包括舌质颜色、舌质形态、舌苔颜色、舌苔形态以及确定舌体齿痕的多少及严重程度、舌苔点刺数量等<sup>[11]</sup>。围绕舌象客观化分析技术的研究,主要分为两大类:第一类是舌颜色的研究,色度学是其主要研究方向,采用色度学经过统一标准对舌象颜色做定量性描述;二是舌象形态的研究,通过算法以及指标来描述舌象形态<sup>[12]</sup>。目前舌诊客观化研究,大多通过舌体分割后在进行下一步的数据处理,已经有舌诊仪集舌象采集和数据处理于一体<sup>[13]</sup>。

## 2 舌诊仪在疾病诊疗中的应用

近年来舌诊仪已应用于临床诊断,能够帮助医生更好地判断病情的变化,为患者提供更加完善的治疗方案,也进一步推进了舌诊客观化的发展。

### 2.1 内分泌系统疾病

田昕彤<sup>[14]</sup>应用TDA-1型舌象仪对710例2型糖尿病合并高血压患者进行舌象采集,结果显示舌尖RGB值与口渴多饮、口黏呈负相关;舌质RGB值与牙齿松动、口干、口渴多饮、烦躁易怒呈负相关;舌苔RGB与失眠呈正相关,且通过舌象聚类显示本病主要辨证为肝肾阴虚证与气阴两虚证,进一步为2型糖尿病合并高血压患者的辨证论治提供数字化客观依据。

康世鑫<sup>[15]</sup>对于2型糖尿病合并高脂血症患者舌象进行研究,采用TFDA1型舌面图像采集设备进行舌象采集。诊断参数为G值、B值、Cb值(Cb:RGB输入信号蓝色部分与RGB信号亮度值之间的差异,范围为16-240),结果显示糖代谢指标和所用诊断参数存在相关性;舌苔厚薄参数PerAll值于辨别患者证型有参考意义,通过分析舌象参数提示本病辨证多以阴虚为主,并多兼痰湿和血瘀。

刘佳敏<sup>[16]</sup>运用道生DS01-B舌面诊测信息采集系统,采集2型糖尿病合并代谢综合征患者舌象信息。结果显示2型糖尿病合并代谢综合征的舌质舌苔特征多表现为暗红舌、白苔,多兼舌体胖大、裂纹和齿痕,与患者脾虚的根本病机关系密切;年轻患者多出现薄苔提示病邪轻浅,男性患者较女性患者更容易出现腻苔提示男性痰湿体质多于女性。

张艳等<sup>[17]</sup>应用TDF-1舌诊仪采集217例2型糖尿病患者,对其舌型特点及其指标进行相关性分析,结果显示217例2型糖尿病患者舌型分布以胖大舌为主,其次为齿痕舌、裂纹舌。其胖大程度、齿痕程度、裂纹面积、裂纹深浅程度与糖尿病实验室指标存在相关性。

王辰光<sup>[18]</sup>采用固定光源的数码舌象采集设备,采集61例糖尿病肾病患者和142例糖尿病患者的舌象。根据舌体颜色空间参数指标显示,舌红程度与R/R+G+B值成正比,舌紫程度与G/R+G+B值成反比,舌暗程度与R+G+B值成反比,舌黄程度与B/R+G+B值成反比。研究结果表明,糖尿病肾脏病患者舌象相对于糖尿病患者而言,呈现出舌色更紫,舌体更大,舌质裂纹面积更大的特征。

刘硕<sup>[19]</sup>采用DS01-B中医舌诊仪,采集60例类风湿性关节炎(Rheumatoid arthritis, RA)合并冠心病以及60例单纯RA。研究结果显示,RA合并冠心病组患者舌色以暗红色为主,苔色多为白苔或者黄苔;而单纯RA则多是淡红舌,苔色多为黄白相兼;两组在苔质方面差异不大,多数以厚腻苔为主。

张宁宁<sup>[20]</sup>采用慧医谷中医望诊信息采集管理系统,对肥胖2型糖尿病患者的舌象分析。经分析结果显示,患者舌苔多以厚腻苔为主,舌形多以齿痕和裂纹为主,提示肥胖糖尿2型患者的主要病机为痰湿内盛;且肥胖组舌质Lab-a值明显高于对照组,通过对患者舌象Lab值计算发现与糖尿病检查的各项实验室指标均有较大相关性。

李金菊<sup>[21]</sup>采用TFDA-1型舌诊仪,收集长沙地区550例2型糖尿病合并高脂血症不同证型患者舌像,进行舌图像对比分析研究,探索不同证素与舌象参数的相关性,以及根据不同证型所反映的舌象参数值进行比较。得出血虚证素积分越高则舌淡苔白越明显,气虚证素积分越高舌体越粗糙。

关媛媛等<sup>[22]</sup>采用TDA-1型舌诊仪,收集2型糖尿病和2型糖尿病足患者共180例,通过对两组患者舌象特征情况的比较以及使用Logistic回归分析方法,研究影响2型糖尿病足的舌象因素。结果显示糖尿病足患者青紫舌较糖尿病患者多,青紫舌出现时增加了糖尿病足发生的概率,舌象参数的变化为2型糖尿病和2型糖尿病足的诊断和治疗提供了新思路。

### 2.2 心脑血管疾病

王庆盛等<sup>[23]</sup>采用Smart-I型中医舌面仪对冠心病

病例组和健康对照组采集舌象,根据舌象采集图片分别比较舌质所有部位的HSV值。对比结果显示,正常对照组的舌质所有部位与舌苔的S值均显著小于病例组,整体舌质与舌苔V值明显大于病例组,舌质中部、舌质尖部V值显著大于病例组,舌质左部、右部V值显著大于单纯冠心病患者。

段梦遥等<sup>[24]</sup>探究高血压患者舌象与阴虚证相关程度,采用TFDA-1型舌诊仪,纳入314名高血压患者。经分析结果显示,舌质颜色指标R值、I值、G值下降,舌苔R值、B值、H值上升,提示患者阴虚程度加重。伴随阴虚程度加重,高血压患者的舌质更红,舌苔更黄,舌质纹理更粗糙。

阙翼<sup>[25]</sup>采用DS01-G手持式舌诊仪,收集90位冠心病患者的舌象并进行分析。结果显示,冠心病稳定期患者多辨证为痰湿证、血瘀证、痰瘀互结证,舌色以淡红色最为多见,其次为红舌;舌形方面以裂纹舌多见;舌苔方面以舌体干湿适中最多见,其次为腻苔。苔色多以白苔为主。

周明瀚等<sup>[26]</sup>使用TFDA-1舌面诊仪采集原发性高血压阴虚阳亢证患者144例及健康者对照组110例的舌象信息。结果显示,高血压阴虚阳亢组舌质舌苔颜色参数及舌质纹理参数与健康对照组均存在差异,显示阴虚阳亢证患者舌质颜色多红绛、舌苔多为黄苔、舌面多晦暗、舌质纹理更为粗糙。

林双<sup>[27]</sup>通过使用TFDA-1舌面诊仪采集了冠心病患者251例、健康人50例的舌诊图像参数,选取RGB、(色调-饱和度-亮度HIS)、Lab、YC明亮度-红色色度-蓝色(rCb)4个颜色空间及厚薄指标perall、perpart来观察冠心病不同证型的舌象特征。结果显示,舌象参数可一定程度上用于描述冠心病痰阻心脉证、痰热瘀阻证、痰瘀互结证的舌象客观化特征。

姚中华<sup>[28]</sup>采用TFDA-1型数字舌诊仪,采集不同证型的脑梗死患者和健康对照组人群的舌象图片进行统计分析。对比健康人舌象参数表明,脑梗死患者舌质多暗红,舌苔多黄腻,提示发病与痰、火相关;对比不同临床分期的患者舌象参数值显示脑梗死急性期和恢复期多以风痰阻络证为主,后遗症期以气虚血瘀证为主。进一步说明舌象参数信息能够帮助医生更准确地判断脑梗死的临床证型和病因病机,舌象动态分析也可及时发现疾病的发展变化以便于更好地指导临床用药。

### 2.3 消化系统疾病

段佳芥等<sup>[29]</sup>采用数码相机(Canon EOS 800D EF 18-135mm f/5.6L)在固定光源下进行舌面和舌下络脉图像采集,采集对象为脾胃系统疾病中辨证为肝胃不和证(47例)以及脾胃虚弱证(40例)的患者。经过色彩空间RGB、HSV数值对比,显示脾胃虚弱型患者舌象及舌下络脉颜色参数R、G、B和V的数值整体较肝胃不和证者高,颜色偏明亮、淡白。

朱春梅等<sup>[30]</sup>采用TF-I型中医舌诊诊断一体仪,收集慢性非萎缩性胃炎患者、慢性萎缩性胃炎患者和胃癌患者的舌象信息,比较2组患者的舌象参数特征。结果提示慢性萎缩性胃炎组R值、V值高于慢性非萎缩性胃炎组,胃癌组与慢性萎缩性胃炎组的R、G、V、S值均有统计学差异,对比三组患者苔色RGB与HSV数值发现G值和H值有显著差异。

方晨晔等<sup>[31]</sup>采用TDA-1小型手持式舌诊仪采集226例(其中包含健康对照者45例)不同中医证型的溃疡性结肠炎,提示寒热错杂组和大肠湿热组舌质R/(R+G+B)值明显高于其他组;大肠湿热组G/(R+G+B)值低于其他组,其变化规律与各证型的特点基本相符。

尉光艳<sup>[32]</sup>采用Cannon EOS 800D收集286例不同证型的胃脘痛患者的舌象图片,与对照组舌象参数对比。结果显示,胃脘痛不同证型的舌象参数存在一定差异,以脾胃湿热证的舌S、V、a、b值较对照组升高,舌R、G、B、H、L值较对照组降低等最为典型,为胃脘痛临床辨证提供了舌象客观参数的依据。

### 2.4 肿瘤疾病

王静等<sup>[33]</sup>采用TFDA-1型数字舌诊仪对207位乳腺癌患者进行舌象采集,对比不同证型的舌象RGB、HSV参数值显示气滞证、血瘀证舌H、B、P值较气虚证、痰湿证高,同时也可反映乳腺癌不同证候时期的舌象客观化特征,为乳腺癌临床辨证提供客观依据。不同临床分期乳腺癌患者的苔色、舌色也能通过舌象参数值反映出来。

钱鹏等<sup>[34]</sup>采用Smart TCM-I舌诊仪收集46例胃肿瘤患者和50例健康对照组的舌象,结果表明胃肿瘤患者的舌象参数与健康人之间存在显著差异,且本次研究胃肿瘤患者的舌象参数与中医辨证理论吻合,能够为胃肿瘤的诊断和病情观察提供客观依据。

曾令旨<sup>[35]</sup>采用TDA-1型小型舌诊仪分析309名非小细胞肺癌患者和206例对照组的舌象图。经过非小

细胞肺癌与对照组比对,结果显示非小细胞肺癌患者舌质和舌苔亮度比对照组高,R值下降,相对应的则表现为舌苔加厚且黄色成分增多。经过统计学方法计算,得出舌苔增厚是非小细胞肺癌发生的危险因素之一,舌苔越厚提示发生非小细胞肺癌的几率增加;通过分析气虚证、痰湿证、阴虚证和血瘀证患者的舌象图像特征,描述不同证型舌象参数的变化,为非小细胞肺癌中医辨证诊断融入客观化舌象信息提供了技术方法。

宁世鸿<sup>[36]</sup>采用TFD-1舌诊仪进行大肠癌湿热蕴结证和脾胃阳虚证患者,以及健康对照组舌象调查研究。经计算结果显示,湿热蕴结型大肠癌与脾胃阳虚型大肠癌患者的舌象zhiClrB参数指标均有很大差异;同时大肠癌患者与健康对照组人群对比,zhiClrS参数指标均存在不同程度的升高。

何思妹<sup>[37]</sup>采用TFDA-1台式舌面诊仪,纳入肺癌气阴两虚证和气滞血瘀证121名患者和100名健康人舌象进行对比分析。通过对两种肺癌患者不同舌象参数的分析,可实现通过观察舌象基本参数判定不同证型以及疾病的严重程度。肺癌患者与正常对照组舌象参数的比较,参数值改变可以早期判断疾病的发生。

焦丽静等<sup>[38]</sup>采用TDA-1小型舌诊仪观察中医药联合化疗对早期非小细胞癌术后患者舌象,收集79例治疗组和70例对照组的舌象信息。治疗组在化疗的基础上给予中药治疗,对照组给予中药安慰剂。通过不同疗程后对两组舌象的动态分析显示,舌象参数的变化可以作为评价中医药治疗早期非小细胞肺癌的疗效指标。

阮铭等<sup>[39]</sup>采用DS01-A四诊仪收集97例恶性肿瘤且伴有抑郁焦虑患者的舌象信息,与健康对照组比较显示中医舌诊客观化参数能够一定程度上提示恶性肿瘤伴抑郁焦虑患者的中医基本病机。

## 2.5 妇科及其他类型疾病

郭志玲等<sup>[40-41]</sup>采用TFDA-1型数字舌面诊仪采集281例月经不调患者和213例健康对照组的舌象信息。结果显示,月经不调患者舌象颜色多晦暗、色彩饱和度高,舌质纹理多细腻,且血热证、血瘀证和痰湿证等证型的舌象参数各不相同,可将舌象参数作为辨别月经不调患者证型的主要依据;同时为了探究不同证型子宫肌瘤患者舌象特征,采用TDA-1型数字舌面诊仪观察192例不同证型子宫肌瘤患者以及192例健康对照组的舌象图,结果显示子宫肌瘤患者的舌质饱和

度比健康对照组人群要高,舌象色彩空间中红色和蓝色的成分对比健康人群要多,子宫肌瘤患者的舌象纹理更为粗糙,通过辨证分型指标分析,痰湿瘀阻证和湿热瘀阻证比气滞血瘀证和肾虚血瘀证的舌象纹理更粗糙。

蔡琛<sup>[42]</sup>采用上海道生DS01-A舌面脉信息采集体质辨识系统纳入199名慢性荨麻疹患者舌象信息。分析结果显示,R值和H值的高低与患者的热势呈正相关,G、B值提示患者舌象是否瘀滞,L值、S值和V值的大小反映患者疾病的虚实变化,且慢性荨麻疹脾虚湿滞证、湿热蕴结证等7个证型的舌色、苔色等舌象参数与临床辨证的证型要素有一定相关性,可作为慢性荨麻疹临床辨证的依据之一。

高思琦<sup>[43]</sup>采用上海道生DS01-B舌面诊测信息采集仪对早期非创伤性股骨头坏死患者舌苔进行研究分析。研究结果显示,早期非创伤性股骨头坏死患者舌苔多为厚腻苔,髋关节Harris评分<70的患者黄白厚腻苔比例高于评分≥70的患者,且早期非创伤性股骨头坏死患者舌苔与发病的年龄性别等无直接相关性。

熊莉莉等<sup>[44]</sup>采用上海道生DS01-B舌诊仪,采集维持型血液透析高磷血症患者192例和健康对照组138例。经研究结果对比显示,舌质舌根部的B、G值与血磷值成正比,腐苔和腐腻苔患者的血磷浓度高于腻苔。

荣文雅等<sup>[45]</sup>采用Canon EOS M100数码相机最终纳入66例腺病毒感染患者和正常人群30例,又将腺病毒感染患者分为发热型、不发热型和密切接触型。图像分析结果显示,所研究的4类人群的舌象参数(RGB值)、舌纹理方向、粗糙度、舌苔湿度等均有不同,可根据舌象特征为腺病毒感染的临床辨证提供客观依据。

陈超乾等<sup>[46]</sup>采用DKF-II舌、面检测仪,收集慢性肾衰竭脾肾阳虚证的患者进行舌象参数比较。结果显示,脾肾阳虚证患者的舌色R、G值较健康人高,苔色RGB值较正常人显著降低,能够作为慢性肾衰竭辨证依据之一。

## 3 问题与展望

经过分析近几年数码舌诊仪和舌诊客观化研究文献,可以看出不同型号的舌诊仪以及数字图像处理软件正在不断走进中医舌诊研究与应用领域,有效地推进了舌诊向数字化和定量化方向的发展,推进了中

医舌诊客观化的进程。各类舌诊仪所使用的多种色彩空间参数及分析方法,从不同角度为临床医生诊断提供了客观检测依据,对临床常见病的诊断以及研究所对应的中医证型起到了积极的推动作用,有效地促进了中医诊断技术的发展。

但由于不同类型的舌诊仪结构、操作与参数设置不尽相同,舌象采集没有统一的光源环境和像素要求,整体还缺乏统一的诊断标准,在一定程度上影响了舌诊仪的临床应用<sup>[47]</sup>。同时,大多数舌诊仪研制与图像的处理需要多学科共同协同完成,如数学、工程学、计算机等各个领域的人才参与,而这些研究人员缺少中医舌诊临床经验,对中医诊断理论体系的理解

尚有不足,在数据结果分析及应用上与中医临床需求存在差距,也影响了舌诊仪的临床应用。此外,部分数码舌诊仪在舌面信息采集与分析方面,缺乏舌体纹理,齿痕数量及严重程度,裂纹数量以及舌下脉络形态和长度的检测与分析,也是影响舌诊仪临床应用的因素之一<sup>[48]</sup>。

随着大数据时代的推进,数字图像技术等发展会越来越迅速,数字舌诊仪器的研制与发展也越来越成熟,有望日后能建立起统一的数字化标准和数字图像处理方法,在舌诊客观化技术趋于成熟的同时,数码舌诊仪会更深入地应用于中医临床诊断与分析,更好的为临床医生诊断帮助,推动中医诊断学高水平发展。

## 参考文献

- 王忆勤. 中医诊断技术发展及四诊信息融合研究. 上海中医药大学学报, 2019, 33(1):1-7.
- 张林子, 周武, 张洪来. 自动舌诊技术的研究进展. 中国中医基础医学杂志, 2023, 29(5):871-876.
- 卫保国, 沈兰荪, 王艳清, 等. 数字化中医舌象分析仪. 中国医疗器械杂志, 2002, (03):164-166+169.
- 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. 中国中医药信息杂志, 2021, 28(4):135-139.
- 尚文文, 王亚伟, 薛双双, 等. 基于舌象色谱比较分析的舌诊方法. 激光与光电子学进展, 2020, 57(3):194-202.
- 卢运西, 李晓光, 张辉, 等. 中医舌象分割技术研究进展: 方法、性能与展望. 自动化学报, 2021, 47(5):1005-1016.
- 韩立博, 胡广芹, 张新峰, 等. 基于直方图均衡化的伽马校正和K-means聚类的舌象苔质分离方法. 北京生物医学工程, 2019, 38(1):1-6.
- 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. 计算机工程, 2020, 46(10):248-252.
- 王丽冉, 汤一平, 陈朋, 等. 面向舌体分割的两阶段卷积神经网络设计. 中国图象图形学报, 2018, 23(10):1571-1581.
- 颜建军, 徐姿, 郭睿, 等. 基于Mask R-CNN的舌图像分割研究. 世界科学技术-中医药现代化, 2020, 22(5):1532-1538.
- 樊威, 李潇潇, 丁江涛, 等. 人工智能在中医舌诊中的应用探讨. 光明中医, 2019, 34(1):37-40.
- 王静, 常佩芬, 关静, 等. 中医舌诊客观化研究. 中国中医基础医学杂志, 2022, 28(9):1531-1534.
- 徐熊, 宋海贝, 温川枫, 等. 基于智能信息处理的舌诊客观化研究. 电脑知识与技术, 2020, 16(22):182-184, 197.
- 田昕彤. 2型糖尿病合并高血压患者舌象及症状相关性研究. 天津: 天津中医药大学硕士学位论文, 2021.
- 康世鑫. 基于舌诊客观化研究2型糖尿病合并高脂血症的辨证规律研究. 成都: 成都中医药大学硕士学位论文, 2021.
- 刘佳敏. 2型糖尿病合并代谢综合征“舌质-舌苔”特征研究. 天津: 天津中医药大学硕士学位论文, 2021.
- 张艳, 罗文轩, 王诗尧, 等. 217例2型糖尿病患者舌形特点及其与实验室指标的相关性分析. 江苏中医药, 2022, 54(6):32-36.
- 王辰光. 糖尿病肾病患者舌象特征及其相关性研究. 北京: 北京中医药大学硕士学位论文, 2020.
- 刘硕. 类风湿性关节炎合并冠心病患者舌象脉象特征的研究. 唐山: 华北理工大学硕士学位论文, 2020.
- 张宁宁. 基于数字化舌象及临床理化指标肥胖2型糖尿病患者舌诊相关研究. 沈阳: 辽宁中医药大学硕士学位论文, 2022.
- 李金菊. 长沙地区2型糖尿病合并高脂血症不同证型及证素舌象客观化研究. 长沙: 湖南中医药大学硕士学位论文, 2021.
- 关媛媛, 王东军, 田春颖, 等. 2型糖尿病足舌诊客观化特征研究. 世界科学技术-中医药现代化, 2020, 22(5):1553-1558.
- 王庆盛, 高慧, 许朝霞, 等. 冠心病及其不同合并病患者的舌诊参数特征分析. 中华中医药杂志, 2022, 37(3):1316-1320.
- 段梦遥, 毛伯葵, 刘勇, 等. 高血压病舌象客观化特征与阴虚证的相关性研究. 现代中医临床, 2021, 28(6):9-13.
- 阙翼. 冠心病稳定期患者舌象特征及其客观测量比较研究. 北京: 中国中医科学院硕士学位论文, 2018.
- 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. 中华中医药杂志, 2022, 37(6):3401-3404.
- 林双. 长沙地区冠心病不同证型的舌象客观化特征研究. 长沙: 湖南中医药大学硕士学位论文, 2020.
- 姚中华. 脑梗死中医证型分布规律与舌象客观化研究. 长沙: 湖南中医药大学硕士学位论文, 2020.
- 段佳荠, 咸楠星, 李相泽, 等. 肝胃不和证和脾胃虚弱证脾胃系患者的舌象特征分析. 世界科学技术-中医药现代化, 2022, 24(1):425-435.
- 朱春梅, 顾巍杰, 杨德才, 等. 慢性萎缩性胃炎患者中医舌象特征研究. 世界科学技术-中医药现代化, 2020, 22(5):1595-1600.

- 31 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.中国中西医结合消化杂志,2021,29(6):406-410.
- 32 尉光艳.基于颜色模型下不同证型胃痛患者舌象客观化特征研究.沈阳:辽宁中医药大学硕士学位论文,2022.
- 33 王静,贾玫,姜琳,等.基于颜色模型的乳腺癌舌象客观化研究.世界中西医结合杂志,2022,17(1):116-122.
- 34 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.世界科学技术-中医药现代化,2021,23(6):2058-2063.
- 35 曾令旨.非小细胞肺癌患者舌象图像诊断特征与风险模型研究.上海:上海中医药大学博士学位论文,2019.
- 36 宁世鸿.大肠癌湿热蕴结证与脾肾虚证舌象特征参数对比研究.长沙:湖南中医药大学硕士学位论文,2022.
- 37 何思妹.肺癌气阴两虚证、气滞血瘀证舌象客观化研究.长沙:湖南中医药大学硕士学位论文,2020.
- 38 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.上海中医药杂志,2020,54(2):21-27.
- 39 阮铭,陈敬贤,沈小珩,等.恶性肿瘤伴抑郁焦虑患者中医面色、舌象观察及客观化分析.辽宁中医药大学学报,2019,21(7):140-143.
- 40 郭志玲,梁梦晨,郭晓静,等.281例月经不调患者舌象特征研究.中医杂志,2022,63(4):356-361.
- 41 郭志玲,郭晓静,李军,等.192例子宫肌瘤患者舌象图像特征研究.中华中医药杂志,2022,37(10):5967-5973.
- 42 蔡琛.基于舌诊客观化的慢性荨麻疹患者舌象特征分析和中医证型相关性研究.成都:成都中医药大学硕士学位论文,2021.
- 43 高思琦.早期非创伤性股骨头坏死患者的舌苔研究.济南:山东中医药大学硕士学位论文,2021.
- 44 熊莉莉,邱模炎,柯应水,等.维持性血液透析高磷血症舌象特征的多中心横断面调查分析.中国中西医结合肾病杂志,2021,22(9):774-777.
- 45 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.世界科学技术-中医药现代化,2022,24(11):4580-4588.
- 46 陈超乾,郭元成,徐莹,等.慢性肾功能衰竭脾肾阳虚证的舌面诊图像特征研究.时珍国医国药,2023,34(5):1144-1146.
- 47 周沛卓,雷洋,范新雨.数字图像处理技术在中医舌诊方面的应用.河南中医,2019,39(9):1323-1326.
- 48 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.中华中医药杂志,2023,38(4):1685-1689.

## Progress in the Application of Digital Tongue Diagnosis Device in the Diagnosis of Diseases in Traditional Chinese Medicine

TIAN Ge<sup>1</sup>, ZHANG Yuelin<sup>1</sup>, WANG Keyi<sup>1</sup>, MENG Lingkun<sup>1</sup>, YOU Xuying<sup>1</sup>, WANG Yimin<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 Traditional Chinese Medicine, Tianjin 301617, China)

**Abstract:** With the continuous advancement of modern research on tongue diagnosis in traditional Chinese medicine, tongue diagnostic equipment plays an undeniable role in promoting the objectification of tongue diagnosis. Traditional Chinese medicine tongue diagnosis is only the subjective judgment of clinical doctors on tongue color, coating, etc., while digital tongue diagnostic equipment and digital image processing technology can visually display tongue color, coating, etc. through digital representation, obtain the color distribution of the tongue body, saturation, brightness, and other parameter values of tongue color, objectively reflecting physiological and pathological changes in the body. The article briefly introduces the main working principles, technical parameters, image segmentation processing methods, and tongue image analysis techniques of digital tongue diagnostic equipment. It focuses on summarizing the research status of digital tongue diagnostic equipment in promoting the objectification of traditional Chinese medicine tongue diagnosis in some common diseases, and looks forward to the future application and development of digital tongue diagnostic equipment.

**Keywords:** Digital tongue diagnostic equipment, Tongue imaging, Objectification of tongue diagnosis, Research status

(责任编辑:刘玥辰)