

## 中医面部色诊现代研究进展<sup>\*</sup>

胡洁娴 刘旺华

湖南中医药大学 湖南 长沙 410208

**摘要:**面部色诊是中医特色诊法之一。近年来,对中医面部色诊现代化的研究主要从面部图像采集、人脸区域分割、人脸区域定位、特征提取等技术和常色、病色、面部区域等临床研究入手,对中医面部色诊现代化的主要方法、手段和获得的成果进行阐述。面部色诊客观化研究正在逐步走向成熟,但仍然存在一些问题:对人脸图像采集的环境尚未统一标准;面诊研究的技术尚不够成熟,仪器的实用性和精确性都存在一定问题;探测过程在一定程度上受主观因素的影响,中医诊断长期以来靠经验积累,而人体面部的色泽复杂多变且个体差异性较大,计算机对面部五色没有精确定义,很难定量描述;缺乏大样本、多中心、多层次、前瞻性的临床研究;色诊研究使用仪器尚不统一,存在检测指标不统一、可重复性低的缺陷;研究涉及的病种单一,同一疾病涉及的证型不够全面;中医注重整体观念,单纯靠面诊的定量数据进行诊断缺乏准确度。中医色诊现代化研究应该保持中医原有的特色,运用临床其他诊法综合辨证分析,四诊合参,确立整体研究思路。因此,今后的研究需在中医理论的指导下,结合临床实践,利用现代科学技术采集、分析信息,提高四诊信息采集的可靠性,捕捉人眼所不能及的能反映内部脏腑的生理、病理信息,对四诊作进一步定性、定量分析,建立统一的辨证诊断推理标准,为临床诊断提供有效的帮助。

**文献引用:**胡洁娴,刘旺华.中医面部色诊现代研究进展[J].中医学报 2020,35(5):1001-1005.

**关键词:**面部色诊;中医望诊;面部图像采集;人脸区域分割;人脸区域定位

**DOI:**10.16368/j.issn.1674-8999.2020.05.226

**中图分类号:**R241.2   **文献标志码:**A   **文章编号:**1674-8999(2020)05-1001-05

\* 基金项目:湖南中医药大学第一附属医院国家中医临床研究基地中医药防治重症肝炎临床防治中心开放基金项目(ZZGY05);湖南中医药大学中医诊断重点学科开放基金项目(2015YZD01)

- [4]蔡志友,涂汉军.脑小血管病:小卒中,大麻烦[J].湖北医药学院学报 2015,34(2):109-113.
- [5]张在强.脑小血管病病理生理学概念研究进展[J].中国现代神经疾病杂志 2016,16(11):757-761.
- [6]WHARTON S B, SIMPSON J E, BRAYNE C, et al. Age-associated white matter lesions: the MRC Cognitive Function and Ageing Study [J]. Brain Pathol. 2015, 25(1):35-43.
- [7]牛磊,陶元丰,茅爱萍.脑小血管病发病机制的研究进展[J].临床合理用药杂志 2018,11(6):174-175.
- [8]王书霞.甲钴胺合尼莫同治疗脑小血管病性认知功能障碍患者的作用[J].实用中西医结合临床 2019,19(4):108-109.
- [9]WARDLAW J M, DOUBAL F N, VALDES - HERNANDEZ M, et al. Blood-brain barrier permeability and long-term clinical and imaging outcomes in cerebral small vessel disease [J]. Stroke, 2013, 44(2):525-527.
- [10]王显,王永炎.对“络脉、病络与络病”的思考与求证[J].北京中医药大学学报 2015,38(9):581-586.
- [11]丁元庆.从“百病生于气”探讨络病病机与治法[J].疑难病杂志 2006,5(6):434-435.
- [12]张岗,王发渭.络病与血管性痴呆的微观病机[J].中华中医药学刊 2011,29(9):2081-2083.
- [13]施文甫.从中风探讨络病与病络的关系[J].光明中医 2006,21(3):11-12.
- [14]丁昊鹏.脑络欣通治疗气虚血瘀型脑小血管病轻度认知功能障碍的临床研究[D].合肥:安徽中医药大学,2018.
- [15]胡明,肖向建,吕佩源.脑小血管病的六大热点及其研究进展[J].疑难病杂志 2016,15(7):661-665,669.
- [16]张赛,杜庆红,李卫红,等.三七总皂苷对拟缺血脑微血管内皮细胞RIG-1表达的影响[J].世界中医药 2016,11(4):699-702.
- [17]吴相锋,李铮,来静,等.薤白对络气郁滞型血管内皮功能障碍大鼠的作用及机制研究[J].中国中医基础医学杂志 2013,19(5):505-506,528.
- [18]乔凤仙,蔡皓,裴科,等.中药薤白的研究进展[J].世界中医药,2016,11(6):1137-1140.

收稿日期:2019-12-16

作者简介:刘长英(1991-),女,山东潍坊人,博士研究生,研究方向:中医药防治脑血管病。

通信作者:张根明(1968-),男,教授,博士研究生导师,研究方向:中医药防治脑血管病。E-mail:13522973039@163.com

编辑:何娟

• 1001 •

## Modern Research Progress of Facial Color Diagnosis in Chinese Medicine

HU Jiexian LIU Wanghua

Hunan University of Chinese Medicine ,Changsha Hunan China 410208

**Abstract:** Facial color diagnosis is one of the characteristics of Chinese medicine. In recent years ,the research on the modernization of facial color diagnosis in Chinese medicine mainly starts from the technology research of facial image acquisition ,face region segmentation ,face region location ,feature extraction and clinical research of constant color ,disease color ,face part region ,etc. ,and expounds the main methods ,means and achievements of the modernization of face color diagnosis in Chinese medicine. Objective study of facial color diagnosis is gradually becoming mature ,but there are still some problems: There is no unified standard for face image acquisition environment ,the technology of facial color diagnosis is not mature enough ,and there are some problems in the practicability and accuracy of the instrument; to a certain extent ,the detection process is affected by subjective factors. The diagnosis of Chinese medicine has long been based on experience accumulation. The color of human face is complex and varied ,and the individual differences are large. The computer has no accurate definition of the five colors of the face ,so it is difficult to describe quantitatively; lack of large sample ,multi-center ,multi-level and prospective clinical research; the instruments used in the color diagnosis research are not unified ,and there are some defects such as inconsistent detection indexes and low repeatability; the disease types involved in the study are single ,and the syndrome types involved in the same disease are not comprehensive enough; traditional Chinese medicine pays attention to the whole concept ,and it is lack of accuracy to diagnose simply by the quantitative data of face-to-face diagnosis. The research on the modernization of color diagnosis of Chinese medicine should keep the original characteristics of Chinese medicine ,use other clinical diagnosis methods to analyze comprehensively ,combine four diagnosis with reference ,and establish the overall research ideas. Therefore ,under the guidance of TCM theory and clinical practice ,the future research needs to use modern technology to collect and analyze information ,improve the reliability of four diagnosis information collection ,capture physiological and pathological information that can reflect the internal viscera beyond the reach of human eyes ,make further qualitative and quantitative analysis of four diagnosis ,establish a unified reasoning standard of syndrome differentiation diagnosis ,and provide for clinical diagnosis of diseases effective assistance.

**Reference citation:** HU Jiexian ,LIU Wanghua. Modern Research Progress of Facial Color Diagnosis in Chinese Medicine [J]. Acta Chinese Medicine 2020 ,35 ( 5 ) : 1001 – 1005.

**Keywords:** observation; Chinese medicine facial color diagnosis; facial image acquisition; face region segmentation; face region location

望诊 即医生运用视觉对患者全身有关部位及其分泌排泄物等进行系统的、有目的的观察 ,是中医望、闻、问、切四诊之一<sup>[1]</sup>。色诊为中医望诊的重要内容 ,是中医独具特色的临床诊断方法。面部色诊是通过观察人体面部的色泽变换诊察病情的方法 ,中医认为 “色为气血所荣 ,面为气之所凑 ,气血变幻 ,色即应之 ,色之最贵莫显于面 故望诊首察色 ,察色必重于面也”。传统的面色诊法主要通过医生目测 ,其诊断结果既受光、温度等外部条件的影响及医生知识水平和思维能力的限制 ,也在临床缺乏客观评价标准。中医数字化是中医现代化的重要标志之一 ,是中医现代化的重要手段 ,也是最有前途的方法之一<sup>[2]</sup>。运用现代技术将色诊量化、数据化 ,不仅弥补了肉眼望诊中的不足 ,更延伸了中医诊断的深度<sup>[3]</sup> 随着中医临床现代化的进一步发展 ,运用现

代技术手段已然成为色诊研究的必然趋势。

### 1 面部色诊的基本原理

面部血脉丰富 ,五脏六腑气血通过经脉皆上荣于面。《灵枢·邪气脏腑病形》曰 “十二经脉 ,三百六十五络 ,其血气皆上于面而走空窍。”《素问·经络论》曰 “经有常色而络无常变也……寒多则凝泣 ,凝泣则青黑; 热多则淖泽 ,淖泽则黄赤; 此皆常色 ,谓之无病。”可知 ,面色并不是一成不变的 ,由寒热等病理因素的影响而发生青、赤、黄、白、黑的偏异。《望诊遵经五色相应提纲》载 “五色形于外 ,五脏应于内 ,犹根本之与枝叶也。”亦说明皮肤颜色可反映脏腑的气血盛衰和运行。

色诊中的色 ,不仅指皮肤的颜色 ,还包括光泽。《素问·脉要精微论》曰 “夫精明五色者 ,气之华

也。”《望诊遵经·色以润泽为本》曰“光明润泽者，气也；青赤黄白黑者，色也。有气不患无色，有色不可无气。”说明通过观察面部光泽的变化可以判断脏腑精气的盛衰，从而判断病情轻重，推测疾病预后<sup>[4]</sup>。

## 2 面部色诊的技术研究

**2.1 面部图像采集** 中医望诊特别重视光线的影响，不合适的光线容易给人造成假象，从而影响医生的判断，一般建议采用充足、柔和的自然光线，尽量在白天的间接日光下进行。为了实现人脸信息的自动识别，必须对人脸信息进行准确的表示，减少光线对面诊的误差，因此面部采集环境至关重要<sup>[5]</sup>。

Li 等<sup>[6]</sup> 使用环形发光二极管作为中医面诊规范化采集系统的照明光源。郑冬梅等<sup>[7]</sup> 设计的中医色诊图像采集系统采用色温 5 500K、显色指数 95 的氙灯为仪器光源。国际照明委员会定义了 3 种标准日光的光谱能量分布<sup>[8]</sup>，其中色温 6 500K 的国际照明委员会 D65 标准日光被认为是人眼进行颜色判断的适用光源。因此，蔡轶珩等<sup>[9]</sup> 认为国际照明委员会 D65 标准日光是目前较为合适的中医望诊系统标准环境光。

**2.2 人脸区域分割** 人脸分割是将人脸从采集到的人脸图像上提取出来，人脸检测是人脸识别的基础<sup>[10]</sup>。Li 等<sup>[11]</sup> 通过分割面部的嘴唇，将唇部图像提取出来并区分其唇色，通过嘴唇颜色来诊断疾病。刘媛等<sup>[12]</sup> 为了解决传统图像提取算法中目标区域预处理不完全、颜色空间转换失真等问题，提出了一种能够准确、有效分割面诊图的自动分割算法。刘胜昔等<sup>[13]</sup> 提出了一种基于 Gabor 小波<sup>[14]</sup> 幅值与相位的人脸特征提取方法的改进的 Gabor 小波变换特征提取算法，降低了特征向量的维度，提高了最终的人脸识别率。Jammoussi 等<sup>[15]</sup> 提出基于遗传算法和联合积分直方图的人脸检测方法，减少了每一层的特征数，提高了人脸检测的性能。Liao 等<sup>[16]</sup> 提出了一种新的图像特征，即归一化像素差，并提出了一种深入的二次树来学习归一化像素差特征的最优子集及其组合，使复杂的人脸流形可以根据所学的规则进行分割，该方法在检测任意姿态变化和混乱场景中遮挡的无约束人脸方面取得了最先进的性能。方承志等<sup>[17]</sup> 针对复杂背景和高分辨率的人脸检测问题，提出一种多颜色空间下的肤色检测和改进型自适应增强算法结合的人脸检测方法，并与肤色检测加自适应增强算法进行了比较，结果发现，在不影响检测时间和检测率的情况下，可以大幅度降低误检

率<sup>[18]</sup>。

**2.3 人脸区域定位** 中医提出面部分候脏腑的理论。《黄帝内经》记载了以额部候心、鼻部候脾、左颊候肝、右颊候肺、颈部候肾。面部分候脏腑，可以判断病变的具体脏腑病位，因此识别出人脸后还需要对面部区域实施定位，分别识别出额部、鼻部、左颊、右颊、颈部。区域定位技术包括边缘检测算法、snake 算法等<sup>[19]</sup>。周利琴等<sup>[20]</sup> 认为不同的五官位置存在共性，即“三庭五眼”的比例关系，而人体下巴在“第三庭”“第三眼”，再结合下巴阴影部分的亮度差定位出下巴。陈淑华<sup>[21]</sup> 运用肤色模型定位面部皮肤区域，再采用最大类间方差法二值化方法将面部图像二值化，把眼睛特征突出来，并依据人眼高亮度分布特征采用更精确的眼睛定位方法，依据统计的五官几何分布关系确定并分割各区域。王罡<sup>[22]</sup> 根据人脸的“三庭五眼”关系确定唇部区域，运用嘴唇 BR 加权 G 色对比法检测判别式对唇部区域进行计算，提取唇部边缘，并在边缘上提取 5 个特征点，快速有效地定位出唇部。

## 2.4 特征提取

**2.4.1 面色提取** 通常使用红绿蓝 (red green blue, RGB)<sup>[23]</sup>、色调 - 饱和度 - 明度 (hue saturation value, HSV)<sup>[24]</sup>、色差信号 (chrominance signal, YIQ)<sup>[25]</sup>、饱和度 (hue - saturation - intensity, HSI)<sup>[26]</sup>、颜色 - 对立空间 (lab color space, Lab)<sup>[27]</sup>、青色 - 品红 - 黄色 - 黑色 (cyan magenta yellow black, CMYK)<sup>[28]</sup> 等颜色空间。Liu 等<sup>[29]</sup> 通过分别提取 RGB、HSV、YIQ 颜色空间下特征进行降维，将人脸整体面色分为五色中的某一类。上官文娟<sup>[30]</sup> 提出了一种面色分类中基于多颜色空间融合的块均值特征提取方法。使用支持向量机的面色分类算法，综合考虑 HIS 颜色空间与 LAB 颜色空间模型对颜色进行描述的优势，将色调、饱和度、亮度、红绿范围、黄蓝范围等融合在一起对面色块进行特征表达，其准确率达到 83.6%<sup>[31]</sup>。张红凯等<sup>[32]</sup> 对五脏病患者的面色、唇色、光泽度 3 种主要面部特征信息分别进行检测分析，证明不同脏腑疾病面部特征的参数变化存在规律性。王立娜等<sup>[33]</sup> 针对面部肤色的特点确定了适用于面部光谱反射率复原的优选样本集和基函数组合，可以达到良好的复原效果。

**2.4.2 光泽提取** 李福凤等<sup>[4]</sup> 结合计算机视觉，在 4 种不同色彩空间下分别测试最小二乘法和线性判别式分析方法，证明不同特征抽取方法均能为中医面诊光泽信息提供积极作用。

**2.4.3 其他提取** 王祉等<sup>[34]</sup>通过对五脏病患者的面部图像进行特征点测量并计算相关面型指数,发现五脏病患者的面型指数和分布情况存在一定规律,说明不同的面型特征可能与不同脏腑疾病有一定关联,为中医“治未病”提供了新的手段。

### 3 面部色诊临床研究

**3.1 常色研究** 朱志荣等<sup>[35]</sup>应用光谱测色法检测了正常人群面部印堂和准头的色度学参数,表明在正常人群面部印堂和准头的色诊中,代表主色调的主波长值不会受机体面部肤色的影响,能够正确地反映面部的主色调。许家佗等<sup>[36]</sup>采用分光测色仪分别观察健康组、亚健康组以及疾病组额部、眉间部、鼻部、下頦、左颧部、右颧部、左眼胞及右眼胞8处L、a、b、C值及400~700 nm不同波长段下的面色反射率值等指标情况,证明光谱色度测定法可以作为诊断亚健康和疾病状态的重要指标,为中医色诊提供了较好的量化依据。吴宏进等<sup>[37]</sup>采用分光测色仪对470名无明确急慢性疾病者检测额部、眉间部、鼻部、下頦、左颧部、右颧部、左眼胞及右眼胞8处的L、a、b、C值以及400~700 nm不同波长段的面色反射率,结果表明,亚健康不同脏腑辨证分型者面部不同点位光谱色度不同,能够为健康评估提供客观依据。

**3.2 病色研究** 王煜等<sup>[38]</sup>分析“脾色环唇”脾虚证患者及健康人群面部右上左下唇周及颧部的Lab值,发现“脾色环唇”脾虚证患者唇周颜色以黄色为主,而颧部颜色与健康人群基本一致,说明色度学面部色诊分析方法可为基于“脾色环唇”脾虚证的辨证论治提供依据。

吉彬等<sup>[39]</sup>应用DS-01A中医四诊仪实测肝硬化代偿期患者、肝硬化失代偿期患者、健康人,检测其面部整体、额区、鼻区、唇区、左右脸颊区、眼区各部位的HSV值与RGB值。结果显示,在HSV值中,肝硬化患者部分区位点H值、V值较健康人低,即肝硬化患者肝脏在人体所在面部投射区的明度较健康人低,且肝硬化程度越严重,投射区面色越晦暗;肝硬化失代偿期患者面部各区位点S值较代偿期高,与肝硬化程度呈正相关。在RGB值中,肝硬化患者面部整体、颊区、眼区区位点R值、G值较健康人群低,且与肝硬化程度呈负相关,即肝硬化患者的肝脏在人体所在面部投射区的明度较健康人低;随着肝脏在颊区、眼区的明度值B值的下降,肝硬化失代偿期患者面色较肝硬化代偿期患者晦暗<sup>[40]</sup>。

**3.3 面部分区域研究** 马赟等<sup>[41]</sup>收集了388例慢性肝炎患者与325例健康人,采用三级色部定位法进行面部分分区,采用Lab颜色法测定面部五脏区位点的Lab值。结果表明,慢性肝炎患者心、脾、肾、肝、肺各区位点L值均低于对照组,且随病情加重逐渐降低,尤以肝区位点降低较为显著并持续;在一定病变程度范围内,观察组患者面部的心、脾、肾、肝、肺各区位点色度a值高于对照组,而心、肝、肺各区位点色度b值在一定病变程度范围内会有改变。

### 4 总结

伴随现代科技手段的发展及其在中医面部色诊领域的探索与应用,面诊色诊客观化研究正在逐步走向成熟,但仍然存在一些问题:对人脸图像采集的环境尚未统一标准;面诊研究的技术尚不够成熟,仪器的实用性和精确性都存在一定问题;探测过程受到一定主观因素的影响,中医诊断长期以来靠经验积累,而人体面部的色泽复杂多变,且个体差异性较大,计算机对面部五色没有精确定义,很难定量描述;缺乏大样本、多中心、多层次及前瞻性的临床研究;目前色诊研究使用仪器不统一,存在检测指标不统一、可重复性低的缺陷;研究涉及的病种单一,同一疾病涉及的证型不够全面;中医注重整体观念,单纯靠面诊的定量数据进行诊断缺乏准确度。中医色诊现代化研究应该保持中医原有的特色,运用临床其他诊法综合辨证分析,四诊合参,确立整体研究思路。今后的研究需在中医理论的指导下,结合临床实践,利用现代科技技术采集、分析信息,提高四诊信息采集的可靠性,捕捉人眼所不能及的能反映内部脏腑的生理、病理信息,对四诊作进一步的定性、定量分析,建立统一的辨证诊断推理标准,为临床诊断提供有效的辅助。

### 参考文献:

- [1]杜松,于峰,刘寨华,等.“望诊”源流考[J].中国中医基础医学杂志 2017,23(1):12-14,32.
- [2]刘永昌.中医数学化初探[J].医学争鸣 2015,6(4):10-12.
- [3]蔡艺芳,李灿东.中医面部望诊研究概况[J].河南中医学院学报 2007,22(1):84-86.
- [4]李福凤,李国正,周睿,等.基于PLS、LDA的中医面诊光泽识别研究[J].世界科学技术——中医药现代化 2011,13(6):977-981.
- [5]宋海贝,温川飙.中医面诊信息自动识别方法研究进展[J].成都中医药大学学报 2018,41(1):5-8.
- [6]LI F F, QIAN P, ZHENG X Y, et al. Normalized acquisition system of the facial diagnosis in traditional Chinese medicine [J]. Appl Mech

- Mater 2013, 29(1): 2834–2844.
- [7] 郑冬梅, 郭东杰, 戴振东, 等. 中医色诊图像采集系统的设计与实现及实验研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2011, 30(5): 731–737.
- [8] RITE X. Incorporated. Demystifying daylight: four myths and misconceptions about daylight simulation that everyone evaluating color should know[R]. Michigan: Macbeth Lighting 2012.
- [9] 蔡轶珩, 吕慧娟, 郭松, 等. 中医望诊图像信息标准量化与显示复现[J]. 北京工业大学学报, 2014, 40(3): 466–472.
- [10] KARCZMAREK P, KIERSZTYN A, RUTKA P, et al. Linguistic descriptors in face recognition: a literature survey and the perspectives of future development[C]. Poznan: 2015 Signal Processing: Algorithms, Architectures, Arrangements, and Applications (SPA), 2015.
- [11] LI F F, ZHAO C B, XIA Z, et al. Computer-assisted lip diagnosis on Traditional Chinese Medicine using multi-class support vector machines[J]. BMC Complement Altern Med, 2012, 12: 127.
- [12] 刘媛, 赵鹏程, 陆小左. 一种面诊图像的分割算法[J]. 电脑知识与技术, 2017, 13(26): 183–185.
- [13] 刘胜昔, 程春玲. 改进的 Gabor 小波变换特征提取算法[J/OL]. 计算机应用研究: <https://doi.org/10.19734/j.issn.1001-3695.2018.05.0570>.
- [14] FAN G J, LI B, MU W Q. HOGG: Gabor and HOG-based human detection[J]. Microcomputer & Its Applications, 2016.
- [15] JAMMOUSSI A Y, GHRIBI S F, MASMOUDI D S. Adaboost face detector based on Joint Integral Histogram and Genetic Algorithms for feature extraction process[J]. Springerplus, 2014, 3: 355.
- [16] LIAO S C, JAIN A K, LI S Z. A fast and accurate unconstrained face detector[J]. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 2016, 38(2): 211–223.
- [17] 方承志, 袁海峰. 基于 CMYK-H-CbCr 肤色检测和改进型 AdaBoost 算法的人脸检测[J]. 计算机应用与软件, 2017, 34(8): 167–172.
- [18] JI S P, LU X B, XU Q Z. A fast face detection method combining skin color feature and AdaBoost [C]. Beijing: 2014 International Conference on Multisensor Fusion and Information Integration for Intelligent Systems (MFI), 2014.
- [19] CAO J F, CHEN L C, WANG M, et al. Implementing a parallel image edge detection algorithm based on the otsu-canny operator on the hadoop platform[J]. Comput Intell Neurosci, 2018, 2018: 3598284.
- [20] 周利琴, 谷林. 基于高斯肤色模型的人脸区域及下巴检测[J]. 西安工程大学学报, 2015, 29(6): 751–755.
- [21] 陈淑华. 面部颜色空间分析及其在疾病诊断中的应用[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2016.
- [22] 王罡. 一种有效的唇部特征定位算法[J]. 科技资讯, 2015, 13(23): 3–4, 7.
- [23] AKHTAR N, MIAN A. Hyperspectral recovery from RGB images using Gaussian processes[J]. IEEE Trans Pattern Anal Mach Intell, 2020, 42(1): 100–113.
- [24] SCOTT TYO J, RATLIFF B M, ALENIN A S. Adapting the HSV polarization-color mapping for regions with low irradiance and high polarization[J]. Opt Lett, 2016, 41(20): 4759–4762.
- [25] GONG R, WANG Y, CAI Y L, et al. How to deal with color in super resolution reconstruction of images[J]. Opt Express, 2017, 25(10): 11144–11156.
- [26] MA S P, MA H Q, XU Y L, et al. A low-light sensor image enhancement algorithm based on HSI color model[J]. Sensors (Basel), 2018, 18(10): E3583.
- [27] SCHILLER F, VALSECCHI M, GEGENFURTNER K R. An evaluation of different measures of color saturation[J]. Vision Res, 2018, 151: 117–134.
- [28] SAWICKI D J, MIZIOLEK W. Human colour skin detection in CMYK colour space[J]. IET Image Process, 2015, 9(9): 751–757.
- [29] LIU C, ZHAO C B, LI G Z, et al. Computerized color analysis for facial diagnosis in traditional Chinese medicine[C]. Shanghai, China: 2013 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine, 2013: 613–614.
- [30] 上官文娟. 面向中医面诊的颜色及脸型分类中的特征提取方法研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2017.
- [31] VANYA V B, BEN V C, SABINE V H, et al. Explaining Support Vector Machines: A Color Based Nomogram[J]. PLOS ONE, 2016, 11(10).
- [32] 张红凯, 李小雪, 王祉, 等. 基于图像处理的五脏病面诊信息研究[J]. 中华中医药杂志, 2015, 30(8): 2897–2902.
- [33] 王立娜, 蔡轶珩. 中医面诊中面部肤色特征基函数确定[J]. 测控技术, 2016, 35(2): 129–133.
- [34] 王祉, 张红凯, 叶进, 等. 中医五脏病患者的面型特征研究[J]. 中华中医药学刊, 2014, 32(12): 2898–2901.
- [35] 朱志荣, 曾常春, 杨利, 等. 正常人群印堂和准头部色诊中明度值对其主波长和兴奋纯度的影响[J]. 中西医结合学报, 2011, 9(12): 1333–1338.
- [36] 许家佗, 吴宏进, 陆璐明, 等. 不同健康状态的面部光谱色度特征分析[J]. 生物医学工程学杂志, 2012, 29(6): 1062–1067.
- [37] 吴宏进, 许家佗, 陆璐明, 等. 亚健康状态的面部光谱与五脏色度特征[J]. 中西医结合学报, 2012, 10(1): 59–66.
- [38] 王煜, 柳树英, 张丽君. 基于色度学 Lab 值分析“脾色环唇”脾虚证患者唇周颜色[J]. 西部中医药, 2016, 29(9): 44–47.
- [39] 吉杉, 汪晓军. 肝硬化患者中医面部脏腑分区 HSV 色诊的研究[J]. 北京医学, 2016, 38(9): 945–947.
- [40] 吉杉, 汪晓军. 肝硬化患者中医面部脏腑分区 RGB 色诊的研究[J]. 北京医学, 2017, 39(9): 972–973.
- [41] 马赟, 汪晓军, 贾富霞. 不同病情慢性肝炎患者面部各分区点色度值的比较研究[J]. 中国医药导报, 2017, 14(25): 85–88.

收稿日期: 2019-11-11

作者简介: 胡洁娴(1994-), 女, 湖南娄底人, 硕士研究生, 研究方向: 心脑血管病证本质与中医药防治研究。

通信作者: 刘旺华, 男, 湖南益阳人, 教授, 硕士研究生导师。E-mail: 595413533@qq.com

编辑: 吴楠