

# 舌苔客观测量的研究进展及问题分析

许伟明<sup>1</sup> 王传池<sup>2</sup> 胡镜清<sup>1</sup>

(1 中国中医科学院中医基础理论研究所,北京,100700; 2 湖北中医药大学,武汉,430065)

**摘要** 舌苔是临床辨证的重要依据,其客观测量意义重大。该文系统总结了目前舌苔(包括苔色、厚薄、润燥、腐腻)客观测量的研究进展,提出了舌苔客观测量研究中有待进一步解决的3个问题:舌苔分类标准有待进一步统一;舌象特征的采集以及报告规范有待进一步建立;舌苔测量仪器准确性评价不一致。

**关键词** 舌苔;客观测量;研究进展;问题分析

## Research Progress and Problems Analysis of Objective Measurement of Tong Fur

Xu Weiming<sup>1</sup>, Wang Chuanchi<sup>2</sup>, Hu Jingqing<sup>1</sup>

(1 Institute of Basic Theory for Chinese Medicine, China Academy of Chinese Medicine Science, Beijing 100700, China;

2 Hubei University of Traditional Chinese Medicine, Wuhan 430065, China)

**Abstract** Tong fur is an important evidence for clinical pattern differentiation with great significance in objective measurement. This article systematically summarized the research progress of tongue fur including color, thickness, dryness, greasy and putrid. The article proposed three problems to be further solved: Firstly, tongue fur classification criteria needs to be further unified; Secondly, the standard of tongue fur feature collection and reporting needs to be further established; Thirdly, the accuracy evaluation of tongue measurement instrument needs to become consistent.

**Key Words** Tong Fur; Objective measurement; Research progress; Problems analysis

中图分类号:R241.25 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1673-7202.2017.09.003

舌苔是指覆盖于舌面的一层薄垢。正常舌苔乃由胃气上蒸所生,病理舌苔则多因邪气上泛所致。《舌鉴辨证》指出“刮舌验苔以辨疾病”,《形色外诊简摩》云:“有病,则舌必见于苔,病藏于中,苔显于外”,说明舌苔对于反映疾病病情具有重要意义<sup>[1]</sup>。

舌苔作为临床辨证的重要依据,其准确辨识和客观测量是辨证规范化的基础<sup>[2]</sup>。望舌苔,应注意观察苔色和苔质,而苔质又包括苔的润燥、腐腻、厚薄、松牢、剥落、有根无根等变化,本文总结近年来舌苔客观测量方面研究进展的基础,进而分析舌苔客观测量研究中有待进一步解决的问题,希冀促进舌苔测量的客观化和规范化。

## 1 舌苔客观测量研究进展

**1.1 苔色** 苔色测量常常与舌色测量同时进行。根据不同的颜色空间,苔色有不同的划分标准,故设计了不同的舌诊系统。翁维良等应用“中医舌诊专家系统”对927冠心病例患者苔色进行定量观察,发现厚白腻、厚白、薄白腻等不同舌苔之间的RGB值

差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),并且舌苔的厚薄、腐腻等也明显影响RGB值的变化,舌苔由白-黄-褐-灰黑的变化,其RGB值由高到低。苔色与舌苔的覆盖面积也有一定的相关性<sup>[3]</sup>。沈兰荪教授团队<sup>[4]</sup>将学习矢量量化(LVQ)神经网络分类器应用到苔色自动分类中。其训练样本筛选基于 $2\sigma$ 准则,色度空间的选择则依据Fisher比率,对7幅测试舌图像718个样本的筛选实验证明,该方法可有效提高了分类器的性能,与中医专家目视判断相一致。同时,沈兰荪教授团队还基于监督FCM聚类算法,提出“模糊点”的概念,设计了多层去模糊处理,分类结果表明该方法既符合中医舌诊习惯的文字描述,还能给出伪彩色舌像图,形象地表征苔色的分布情况(该团队将舌苔颜色分为白苔、淡黄台、黄苔、黄褐苔、灰黑苔)<sup>[5]</sup>。近年来,有学者利用北京工业大学沈兰荪教授研制的中医舌象分析仪,发现采用视觉度量空间以及由此转换而来的LCH颜色空间,对描述6种舌苔苔色更为直观<sup>[6]</sup>。此外,李谨等<sup>[7]</sup>提出定量的光谱分析

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973计划)项目(2014CB542903)——“基于冠心病痰瘀互结辨证方法的创新研究”;国家重大新药创制科技重大专项课题(2013ZX09303301)——“中药新药临床研究技术平台规范建设”;中国中医科学院中医基础理论研究所自主选题研究项目(YZ-1668)

作者简介:许伟明(1988.12—),男,2015级在读博士研究生,研究方向:中医证候临床辨证的应用研究,E-mail:xuweiming1989@163.com

通信作者:胡镜清(1965.12—),男,博士,博士研究生导师,研究员,研究方向:适应中医药理论构筑与诊疗模式的临床方法研究,E-mail:gcp306@126.com

可用于舌苔的测量,从光谱中主要成份光强的综合比例可以得出舌苔的颜色组成,从而使苔色得到量化。

**1.2 苔厚薄** 苔厚薄测量的原理不一。卫保国等首先分割了舌质与舌苔,并将舌苔见底程度的定量化结果作为舌苔的厚度,研制了以计算机为核心的数字化中医舌象分析仪<sup>[8]</sup>。蒋依吾则提出从舌苔与舌质之相对色泽对比来判定厚薄程度,当对比差距越大时,则苔越厚;反之,当对比差距越小时,则苔越薄<sup>[9]</sup>。而根据薄舌苔的纹理较为粗糙、厚舌苔的纹理较为细腻这一原理,刘宇博提出可以运用舌苔区域的傅里叶(Fourier)能量谱的方法鉴别舌苔的厚薄<sup>[10]</sup>。

**1.3 苔润燥** 舌苔润燥主要根据舌图像表面的亮度进行测量,目前主要运用二分光反射模型。苏开娜等采用图像处理技术进行舌苔润燥分析,提出了一种基于二分光反射模型的有效方法:首先检测出舌苔图像上的较高亮度区域;进而识别出其中真正的亮斑区;再依据亮斑的有无、大小和亮度特性得出舌苔润燥分类<sup>[11]</sup>。以苏开娜的研究为基础,蔡轶珩将该算法进行了改进:通过分析水分亮斑区与较亮本色区在彩色空间中的不同色簇分布情况,实现对水分亮斑区的识别。利用该算法对400例舌象进行了分析,识别准确率约为80%,大大高于原算法的符合率<sup>[12]</sup>。谢涛等的研究则提出了舌苔润燥的量化测量指标——润燥系数,在对舌苔图像水分亮斑区标记的前提下,再计算其相对面积S和相对亮度L的乘积,即为润燥系数。相对面积S表示亮斑区面积与舌苔总面巧之比,相对亮度L表示亮斑区的平均亮度与舌像最大亮度的比值。由于亮斑区是舌苔润燥程度的直接表现形式,因此可通过衡量亮斑区的参数来间接量化润燥程度<sup>[13]</sup>。

**1.4 苔腐腻** 苔腐腻主要根据舌苔的纹理特征进行测量。朱洁华等用CIE L×u×v×彩色空间模式,利用分层K-means聚类方法确定色彩类,并结合Gabor滤波器彩色对比特征与线性判断函数分析舌像纹理特征。113幅有效舌共12321个有效模块的实验表明:与专家判别比较,该方法对裂纹、嫩、腻3类舌象特征的相符率达90%以上<sup>[14]</sup>。卫保国等首先采用改进的子空间法将舌苔区分为固定大小的块,对各块以投影长度比作为分类判别特征来分析纹理结构的疏密,可信度不够高时再结合表达颗粒粗细的纹理粗糙度特征进行分类。在分类结果的基础上给出整幅舌图像的腐腻指数和描述。结果表明图像

的识别结果正确率为83%<sup>[15]</sup>。许家佗等根据腻苔的苔质颗粒细腻致密,腐苔颗粒粗大,糙苔干结粗糙等纹理特征,应用灰度差分统计方法,进行舌象纹理的量化和定义分类,总体识别率达到了74%<sup>[16]</sup>。

**1.5 综合测量** 苔色、苔质各方面的特征密切相关,更多的研究侧重于对苔色、苔厚薄、苔腐腻的综合测量。

有学者同时测量苔色和苔厚薄。沈兰荪教授团队利用多类支持向量机学习算法(CTSVM)对苔色和舌苔的厚度定性和定量描述(共分为白苔、白厚苔、薄白苔、黄苔、薄黄苔、黄厚苔、褐苔、灰苔、黑苔共9种),用北京中医医院拍摄的300例舌图像进行了舌苔特征分析的实验,以是否符合中医专家的临床判断为评价标准,发现对苔色判别的符合率达98%,对舌苔厚度的符合率达94%<sup>[17-18]</sup>。该课题组还对多类支持向量机方法的比较,并结合舌象样本的特点,进一步提出一种DAG和决策树结合应用于舌色苔色识别的方法。实验结果表明,该方法在保证识别速度的同时,识别率有了进一步提高(平均正确识别率为93.87%)<sup>[19-20]</sup>。刘关松等<sup>[21-22]</sup>提出一种基于神经网络集成的舌苔自动分类方法,结果表明该方法能较好的分别出5类舌苔(薄白苔,白苔,薄黄苔,黄苔和灰黑苔)。周越等应用了2D Gabor小波变换和色度信息检测舌体区域,运用统计方法标定舌苔点以及确定其颜色(舌苔颜色分为白、亮黄和黄),通过色度信息和2D Gabor小波系数能量(GWTE)量化舌苔的厚度,实验结果证明,该方法行之有效<sup>[23-24]</sup>。

有学者同时对苔厚薄和腐腻进行测量。如台湾的Chiu CC通过灰度共生矩阵的能量特征,检测舌体四个子区腻苔的有无<sup>[25]</sup>。该研究团队还利用首先运用结构识别方法分成区域,利用RGB彩色模型结合传统纹理算法并研究厚薄苔与腻苔的定量标准<sup>[26]</sup>。张季等基于舌图像纹理的粗糙、疏密度和图像亮度等参数与舌苔厚薄、腐腻、润燥等特征具有较高相关度,提出可采用可分形维数这一稳定的数据量实现苔厚薄、腐腻的标准<sup>[27]</sup>。也有研究对苔质纹理特征算法进行了探索,包括采用禁忌算法和神经网络的结合等<sup>[28]</sup>。

有学者同时对苔的苔色、厚薄和腐腻进行了综合测量。丁明等采用L×a×b彩色模式研究苔色,利用模式识别得到8类舌苔(薄白、薄黄、白腻、黄腻、厚黄腻、厚白腻、灰黑、水滑)的分类结果<sup>[29]</sup>。该方法分类判别的效果与一般临床报道大致相符,但

并未与中医专家目视进行比较。张萌等以模式识别、图像处理 and 中医舌诊理论为研究基础,结合中医诊断规则,采用一种新的基于集成学习的 AdaBoost 算法,数据表明,对苔黄、苔白、苔薄、苔厚、少苔、苔腻系统的识别速度和准确率令人满意,并且随着样本集的数量不断增大,通过重新训练,识别的准确率将随之提高<sup>[30]</sup>。另有学者提出了可以利用被动式的三维重建,实现舌象的立体显示<sup>[31]</sup>。此外,有学者基于颜色特征提示区别舌苔和舌质,纹理特征计算子图像的能量,几何特征分析舌形状以及舌厚度,有形物质包含了红刺、瘀斑瘀点、齿痕、舌纹等特征的检测,开发了计算机自动舌像分析系统<sup>[32]</sup>。

其他研究还涉及舌苔从舌体中分离,刘明等的研究高光谱成像技术用于中医舌诊舌苔信息的提取中,运用 500~600 nm 波段之间舌体高光谱信息,可以反映舌质与舌苔部位反射光信息的差异,从而为舌苔与舌质的分离提供客观依据<sup>[33]</sup>。王学民等提出物体显色原理以及光的三原色原理,提出一种基于双光源的舌质舌苔分离方法,对白光和绿光舌象分别利用 Snakes 算法和人工交互的方式进行自动与半自动分割,再利用基于互信息的图像配准方法使分割得到的 2 个舌体图像各部分基本对齐,最后对配准后的白、绿光舌体图像应用相同的 K 均值聚类(K-means)算法进行舌质舌苔分离,并将 2 者分离结果进行比较<sup>[34]</sup>。

## 2 小结

从以上研究可以看出,苔色的测量主要根据不同的颜色空间进行划分,舌苔的厚薄则从舌苔见底程度、舌苔与舌质之相对色泽对比、舌苔的纹理等角度进行测量,舌苔润燥主要根据舌图像表面的亮度测量,苔腐腻主要根据舌苔的纹理特征进行测量。此外,更多的研究涉及苔色、苔厚薄、苔腐腻的综合测量。随着多学科的参与、多种先进科技手段的应用,目前舌苔的客观测量在苔色、厚薄、润燥、腐腻及综合测量等方面均取得了积极进展。

## 3 讨论

舌苔的客观测量虽已取得不少进展,但目前尚未出现一种得到业界广泛公认、临床广泛应用的舌诊测量仪器。我们认为,下述问题的进一步解决,将有助于推动舌苔客观量化研究。

3.1 舌苔分类标准有待进一步统一 传统的舌诊同时受到主观经验和客观环境的影响,同一分类的相邻属性之间容易出现混淆<sup>[35]</sup>。如上文提及的关于舌苔的分类中,沈兰荪教授团队分为白苔、白厚

苔、薄白苔,黄苔、薄黄苔、黄厚苔,褐苔、灰苔、黑苔共 9 类,刘关松等则分别出 5 类舌苔(薄白苔,白苔,薄黄苔,黄苔和灰黑苔,丁明等则得到了 8 类舌苔(薄白、薄黄、白腻、黄腻、厚黄腻、厚白腻、灰黑、水滑),可以说,目前为止尚未形成一个统一的客观、量化的诊断标准。因此,我们呼吁,在舌诊客观条件相对成熟的情况下,有必要制定一套统一的、得到学界公认的舌诊客观量化诊断标准,这是舌苔客观量化的前提和基础<sup>[36]</sup>。

3.2 舌象特征的采集以及报告规范有待进一步建立 舌苔同舌质比较,舌苔变化更迅速,影响因素更多。除了脾胃病变等疾病因素外,饮食不洁、药物、季节气候、体质<sup>[36-37]</sup>等其他多种因素都能对舌苔的变化产生影响,这些因素对舌苔变化的影响程度不一、时间不等,给舌苔的客观测量带来了一定的难度。如腻苔一项,肿瘤患者舌苔图像对应细而密的灰度纹理,而非肿瘤患者的腻苔图像对应的灰度纹理较复杂<sup>[38]</sup>;还有医家提出黄苔非皆主热证,黄腻苔不纯属湿热<sup>[39-40]</sup>等。《中药新药临床研究四诊客观化专家共识》指出:“倡议行业学会组织有关专家,在国家有关部门指导下,成立专题工作组,着力协调、引导,率先建立具有行业指导性、统一的中医四诊临床信息采集及其报告的行业标准/规范”<sup>[41]</sup>,这一点对于舌苔的客观测量也同样适用。

3.3 舌苔测量仪器准确性评价不一致 目前,现有舌象仪等客观测量仪器准确性的评价,主要依据是舌象仪判断与专家判断的吻合率。但由于中医临床经验的多样性,目前尚未形成舌象诊断专家共识,导致不同仪器之间无法用统一的评价指标进行比较。比如,研究者采用 RGB、HSV、Lab 等各种不同的色彩模式进行判别,如何进行比较也是研究的难点之一<sup>[42]</sup>。同时,设计严谨的,同时能计算得出敏感度、特异度的舌象诊断性试验开展也尚不多见。

## 参考文献

- [1] 耿乃志,曹蕊.冠心病舌象的现代研究进展[J].中医药信息,2010,27(3):131-133.
- [2] 王永宏,杨志刚,李韵霞.中医舌诊客观化研究现状与展望[J].中医杂志,2004,45(2):150-152.
- [3] 翁维良,黄世敬.中医舌诊客观化研究[J].中国工程科学,2001,3(1):78-82.
- [4] 王爱民,赵忠旭,沈兰荪.中医舌象自动分析中舌色、苔色分类方法的研究[J].北京生物医学工程,2000,19(3):136-141.
- [5] 王爱民,沈兰荪,赵忠旭.监督 FCM 聚类算法及其在中医舌像自动分类中的应用[J].模式识别与人工智能,1999,12(4):480-485.

- [6] 陈松鹤, 梁嵘, 王召平. 6种舌苔颜色数据的三维分布特征的描述[J]. 时珍国医国药, 2009, 20(11): 2852-2854.
- [7] 李瑾, 李媛. 舌苔的光谱分析[J]. 陕西中医学院学报, 2002, 25(3): 67.
- [8] 卫保国, 沈兰荪. 数字化中医舌象分析仪[J]. 中国医疗器械杂志, 2002, 26(3): 164-166.
- [9] 蒋依吾, 陈建仲, 张恒鸿, 等. 电脑化中医舌诊系统[J]. 中国中西医结合杂志, 2000, 20(2): 145-147.
- [10] 刘宇博. 舌体图像分割与特征提取技术的研究与应用[D]. 沈阳: 沈阳师范大学, 2012.
- [11] 苏开娜, 卢翔飞. 基于图象处理的舌苔润燥分析方法的研究[J]. 中国图象图形学报: A辑, 1999, 4(4): 345-348.
- [12] 蔡轶珩, 沈兰荪. 二分光反射模型在中医舌苔润燥分析中的应用[J]. 电子学报, 2004, 32(6): 1026-1028.
- [13] 谢涛. 基于图像处理的舌像分割及润燥识别研究[D]. 上海: 华东理工大学, 2017.
- [14] 朱洁华, 阮邦志, 励俊雄, 等. 舌诊客观化研究的一种图像处理方法[J]. 中国生物医学工程学报, 2001, 20(2): 132-137.
- [15] 卫保国, 沈兰荪, 蔡轶珩, 等. 中医舌苔腐腻分析算法的研究[J]. 电子学报, 2003, 31(12A): 2083-2086.
- [16] 许家佗, 孙炆, 张志枫, 等. 基于差分统计方法的舌象纹理特征的分析与识别[J]. 上海中医药大学学报, 2003, 17(3): 55-58.
- [17] 王爱民. 用于舌诊客观化的图像分析技术的研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2001.
- [18] 沈兰荪, 王爱民, 卫保国, 等. 图像分析技术在舌诊客观化中的应用[J]. 电子学报, 2001, 29(12A): 1762-1765.
- [19] 李晓宇, 张新峰, 沈兰荪. 基于支撑向量机的中医舌色苔色识别算法研究[J]. 北京生物医学工程, 2006, 25(1): 43-46.
- [20] 张新峰, 沈兰荪. 加权 SVM 在中医舌象分类与识别中的应用研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2006, 25(2): 230-233.
- [21] 刘关松, 徐建国, 高敦岳. 基于神经网络集成的舌苔分类方法[J]. 计算机工程, 2003, 29(14): 100-102.
- [22] 沈兰荪, 蔡轶珩, 卫保国, 等. 中医舌象分析技术的研究[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2003, 5(1): 15.
- [23] 周越, 沈利, 杨杰. 基于图像处理的中医舌象特征分析方法[J]. 红外与激光工程, 2002, 31(6): 490-494.
- [24] 周越, 杨杰, 沈利. 中医舌象信息的数字化方法研究[J]. 生物医学工程学报, 2005, 21(6): 917-920.
- [25] Chiu CC. A novel approach based on computerized image analysis for traditional Chinese medical diagnosis of the tongue[J]. Computer methods and programs in biomedicine, 2000, 61(2): 77-89.
- [26] Chiu CC, Lin HS, Lin SL. A structure recognition approach for traditional Chinese medical diagnosis through tongue[J]. Biomed. Eng. Appl. Basis-Commun, 1995(72): 143-148.
- [27] 张季, 钱峻, 董海艳, 等. 基于分形理论的中医数字化舌象苔质纹理分析[J]. 中华中医药杂志, 2016, 31(1): 104-106.
- [28] 阙宜萌. 舌体的特征提取与辅助中医舌象诊断系统的应用与研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2006.
- [29] 丁明, 张建正. 基于  $L \times a \times b \times$  彩色模式的舌苔定量描述和分类[J]. 仪器仪表学报, 2002, 23(3): 328-330.
- [30] 张萌, 胡显伟, 王元斌, 等. AdaBoost 算法在中医舌诊图像分区识别中的研究[J]. 小型微型计算机系统, 2008, 29(6): 1149-1153.
- [31] 郭世珍, 田飞, 赵静, 等. 基于光学被动式三维测量技术在立体舌象中的探究[J]. 电脑知识与技术, 2014, 10(24): 5750-5751.
- [32] 朱颢. 全方位舌像特征提取及多核学习分类[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2011.
- [33] 刘明, 赵静, 李刚, 等. 高光谱成像用于中医舌诊舌苔信息提取[J]. 光谱学与光谱分析, 2017, 37(1): 162-165.
- [34] 王学民, 吕元婷, 王瑞云, 等. 基于双光源的舌质舌苔分离方法研究[J]. 纳米技术与精密工程, 2016, 14(6): 434-439.
- [35] 石强. 不同中医师对舌象观察结果一致性的研究[J]. 江苏中医药, 2007, 39(8): 60-61.
- [36] 岳小强, 刘庆. 对舌诊现代研究的几点思考[J]. 山东中医药大学学报, 2003, 27(5): 327-329.
- [37] 李娜, 刘群, 李晓娟, 等. 腻苔成因与辨证的文献研究[J]. 环球中医药, 2014, 7(8): 619-621.
- [38] 龚一萍, 倪美文, 陈海燕, 等. 癌症与非癌症腻苔的定量研究[J]. 中华中医药杂志, 2007, 22(9): 607-608.
- [39] 王志宏. 黄厚浊腻苔非尽湿热[J]. 河南中医, 1991, 11(5): 14.
- [40] 刘耕野. 黄腻苔主病举要[J]. 湖南中医杂志, 2003, 19(1): 50.
- [41] 胡镜清, 任德权, 刘平, 等. 中药新药临床研究四诊客观化专家共识[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(2): 327.
- [42] 蒋沈华, 林江. 舌象客观化及舌苔本质研究进展[J]. 中华中医药杂志, 2016, 31(7): 94-97.

(2017-07-26 收稿 责任编辑: 张文婷)