

DOI:10.13288/j.11-2166/r.2025.21.010

200 例甲状腺功能减退症患者舌象特征参数分析及相关性研究

郭姗姗^{1,2△}, 陈伊靖^{3△}, 张明^{1,2}, 王春勇^{1✉}, 杨照华³

1. 北京大学第三医院, 北京市海淀区花园北路 49 号, 100191; 2. 郑州颐和医院; 3. 北京航空航天大学

[摘要] **目的** 分析甲状腺功能减退症(甲减)患者的舌象客观化特征,并探讨舌象特征与甲减的相关性。**方法** 采用横断面调查方法,纳入甲减患者 200 例(甲减组)、健康受试者 200 例(健康组)。使用 Hyper-TCM 型舌象成像仪采集两组的舌象图像,观察舌象的舌质(舌色、舌形、老嫩)及舌苔,并分别比较其 RGB 颜色空间分量(r, 红色;g, 绿色;b, 蓝色)、HSV 颜色空间分量(h, 色调;s, 饱和度;v, 明度)、纹理特征参数 u 和形状特征参数(c, 舌体长宽比;l, 齿痕点个数),通过二元 Logistic 回归分析方法分析舌体特征参数与甲减的关系。**结果** 甲减组淡白舌 46 例(23.0%)、暗红舌 62 例(31.0%)、瘦长舌 52 例(26.0%)、嫩舌 117 例(58.5%),比例高于健康组($P<0.05$)。两组受试者舌象特征参数比较,甲减组的 r 值高于健康组($P<0.05$)、c 值低于健康组($P<0.05$)、l 值高于健康组($P<0.05$)。两组受试者舌象特征参数回归分析,特征 r 与甲减呈正相关(回归系数 0.023, $P=0.007$, $OR=1.024$);特征 c 与甲减呈负相关(回归系数 -2.277, $P=0.001$, $OR=0.103$);特征 l 与甲减呈正相关(回归系数 0.095, $P<0.001$, $OR=1.099$)。**结论** 甲减患者舌象主要特征为舌色淡白/暗红、舌体胖大边有齿痕,部分患者表现舌体瘦长;舌体颜色越淡白/越暗红、舌体齿痕越明显、舌体越胖大,患甲减的几率越高。

[关键词] 甲状腺功能减退症;舌象;颜色特征;纹理特征;形状特征;图像参数;横断面调查

甲状腺功能减退症(hypothyroidism, 简称甲减),是由于甲状腺激素合成和分泌减少或组织作用减弱导致的全身代谢减低综合征^[1]。女性和老人是甲减主要的患病人群^[2],临床多表现为畏寒、乏力、嗜睡、易疲劳、体重增加、行动迟缓、记忆力减退、便秘等全身症状。甲减可归属于中医学“癭劳”“虚劳”“癭病”等范畴,与肝、脾、肾等脏腑功能失调有关^[3-4]。舌诊是中医四诊中的重要方法,舌象可灵敏地反映体内变化,对指导临床辨证具有重要作用,但舌象的判断存在医生个体间主观因素的差异。目前已有研究运用计算机和图像处理技术对舌体图像进行了量化、信息化的分析,为病情的判断及预测^[5-6]、证型的研究^[7]、病机探索^[8]、舌象与疾病的关联性^[9-10]等提供了一定的数字化依

据。因此,本研究综合性采用“颜色-形状-纹理”多维数字化特征分析方法获取舌象特征参数,探索甲减患者与健康者的舌象特征差异,并通过二元 Logistic 回归分析方法分析舌体特征与甲减患者的关系,以期对甲减的中医诊断、病机探索提供客观的参考。本研究已通过北京大学第三医院伦理委员会审查,批号:S2024604。

1 资料

1.1 一般资料

收集 2021 年 2 月 1 日至 2023 年 7 月 30 日就诊于北京大学第三医院中医科门诊的原发性甲减患者。本研究属于横断面调查,计算样本量公式为^[11]:

$$n = \frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 \cdot P \cdot (1-P)}{\delta^2}$$

其中,置信度为 95%,取 $Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$,通过预调查估计总体概率 $P \approx 0.2$ ^[12],容许误差 $\delta \approx 0.3P$,即 0.06,由此计算所需患者的样本量为 171。最终纳

基金项目:北京市海淀区创新转化专项基金(HDCXZHKC2022220)

△同等贡献

✉ 通讯作者:wcy@bjmu.edu.cn

入研究患者 200 例, 设为甲减组, 其中男 22 例 (11.0%), 女 178 例 (89.0%), 平均年龄 (39.3±13.4) 岁, 平均病程 (32.57±35.32) 个月。同期来源于北京大学第三医院体检中心的健康体检者 200 例设为健康组, 其中男 27 例 (13.5%), 女 173 例 (86.5%), 平均年龄 (41.6±15.5) 岁。在样本采集过程中, 以年龄和性别为频数匹配要素, 使得两组数据的年龄、性别具有可比性 ($P>0.05$)。

1.2 诊断标准

原发性甲减诊断标准参考《甲状腺功能减退症基层诊治指南 (2019)》^[13]: 1) 甲减症状和体征: 畏寒、怕冷、记忆力减退、嗜睡、月经不调等; 2) 实验室检查: 血清促甲状腺激素 (TSH) 增高, 总甲状腺素 (TT₄)、血清游离甲状腺素 (FT₄) 降低 (正常参考值范围为 TSH: 0.55~4.78 uIU/ml, TT₄: 4.50~10.9 ug/dl, FT₄: 0.89~1.80 ng/dl)。

1.3 纳入标准

甲减组: 1) 符合上述诊断标准, 病程 6 个月以上; 2) 年龄 18~85 岁; 3) 自愿参加本研究并签署知情同意书。

健康组: 1) 纳入同时期采集的体检人群, 甲状腺功能检查 (TSH、TT₄、FT₄) 及甲状腺超声无异常, 无明显不适症状; 2) 年龄 18~85 岁; 3) 自愿参加本研究并签署知情同意书。

1.4 排除标准

1) 存在认知或精神障碍, 无法配合; 2) 妊娠或哺乳期妇女; 3) 患严重心血管疾病或肝肾等脏器功能受损; 4) 甲减组排除有甲状腺全切手术史或亚急性甲状腺炎所致的甲减患者。

2 方法

2.1 舌象采集

患者初次就诊时进行舌象采集 (8:00—11:00 空腹)。按照《中医诊断学》^[14] 中“舌诊的观察方法及注意事项”, 患者采用坐位, 头略微仰起, 自然放松地将舌体伸出口外, 舌面平展, 舌尖略向下, 舌体充分暴露, 避免刮苔、染苔等干扰因素。舌象的采集设备为北京大学第三医院和北京航空航天大学联合研发的 Hyper-TCM 型舌象成像仪, 其配合暗室和模拟自然光源照明, 可有效排除外界光源干扰。同时, 该设备采用海康机器人的 MV-CE050-30UC 工业相机作为成像模块, 其空间分辨率可以达到 2592×1944 像素, 并通过均匀地模拟自然光补光灯进行照明。

2.2 舌象观察内容

基于《中医诊断学》^[14]、《彩图辨舌指南》^[15] 对舌象的分类, 本研究分析舌象的舌质和舌苔两方面, 舌质中舌色包括淡白、淡红、红舌、暗红舌 4 类, 舌形包括瘦小舌、瘦长舌、适中舌、舌体胖大边有齿痕 4 类, 因舌形老嫩是舌色和舌形的综合表现, 故单独列出老舌、嫩舌及老嫩适中舌; 舌苔中苔质包括裂纹、无苔、少苔、薄苔、厚苔、燥苔、润苔、滑苔、腻苔、剥苔 10 类, 苔色包括白苔、黄苔、灰黑苔 3 类。由 3 名及以上中医内科学专业的高级职称医师进行讨论, 对采集后的舌象进行判定。

2.3 舌象客观化方法

对已拍摄的图像使用分割方法去除背景, 获得仅包含舌体的图像。经图像处理算法获取颜色、纹理和形状相关的特征参数。本研究所有图像处理和特征参数抽提过程采用 python3.8 编程语言, 编程及运行软件为 PyCharm2021.3。

2.3.1 舌体颜色特征参数提取 提取图像中的 RGB 颜色空间和 HSV 颜色空间的分量。RGB 颜色空间包括舌体图像红色 (red)、绿色 (green)、蓝色 (blue) 分量。三者的取值范围均为 0~255, 值越大代表该分量的颜色越重^[16]。HSV 颜色空间是由 RGB 颜色空间转换而来。HSV 颜色空间包括舌体图像的色调 (hue)、饱和度 (saturation)、明度 (value) 分量。其中色调用角度度量, 取值范围为 0~360°, 每个角度代表所处的光谱颜色位置; 饱和度取值范围为 0~1, 表示接近光谱色的程度, 饱和度越高表示颜色越深; 明度取值范围为 0~255, 其决定颜色空间的明亮程度, 明度越高表示颜色越明亮 (见附图 1, 请扫描本文二维码获取)。求 6 个颜色空间在舌体图像上的像素平均值, 分别定义为参数: r、g、b、h、s、v。为数据的比较方便, 本文已将这 6 个颜色参数统一标准化为 0~255。

2.3.2 舌体纹理特征参数提取 舌体的纹理特征主要为舌体表面的裂纹、芒刺等特征。对舌体图像进行高斯滤波后截取舌中部部位的图像, 提取舌中部部位图像蓝色分量, 并进行锐化以增强图像的纹理特征 (见附图 2, 请扫描本文二维码获取)。

最后对此进行局部灰度一致性参数检测^[17], 计算公式为:

$$u = \sum_i \frac{1}{A_i \cdot f(x,y)} \left[\sum_{(x,y) \in R_i} [f(x,y) - \overline{f(x,y)}]^2 \right] (i = 1, 2, 3, \dots, m)$$

其中, m 为裂纹区域划分的个数, R_i 表示裂纹区域的第 i 区域, A_i 表示 R_i 上的像素总数, $f(x, y)$ 表示 R_i 上坐标为 (x, y) 点的像素灰度值, 得到的结果 u 记作舌体纹理特征参数。

2.3.3 舌体形状特征参数提取 舌体的形状特征主要为舌体长宽比、齿痕特征。通过度量舌体的长宽像素点数的比值, 得到长宽比特征参数 c (如附图 3a 所示, 请扫描本文二维码获取)。齿痕特征参数的提取通过截取舌体图像左侧区域, 提取 HSV 空间的灰度图像 (如附图 3b 所示, 请扫描本文二维码获取), 并按以下公式进行计算:

$$P = P_h - P_s + P_v$$

其中 P_h , P_s 和 P_v 为二值化 (指的是将图像变化为只有 0 和 1: 其原理为设置图像的平均强度为阈值, 大于这个阈值时将其设置为 1, 小于这个值时设置为 0, 从而实现图像分割的效果, 因处理后图像只剩 0 和 1, 故称作二值化) 后 HSV 通道的二值图像, P 为增强后的边缘二值图像; 通过边缘提取, 得到齿痕边缘线; 通过向量叉积和阈值判定的方法判断边缘上的点是否属于凹凸点; 齿痕边缘线上凹凸像素点个数, 记作舌体形状特征参数 l 。

通过上述的特征提取后, 得到 r 、 g 、 b 、 h 、 s 、 v 、 c 、 u 、 l 共 9 个特征参数。

2.4 统计学处理

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析, 计数资料采用 χ^2 检验, 计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 组间比较方法使用 t 检验。首先, 通过 χ^2 检验对舌象分布情况进行分析, 比较甲减组和健康组的舌质、舌苔情况的差异性; 其次, 采用独立样本 t 检验判断甲减组和健康组的 9 种特征参数是否具有差异性; 最后, 针对具有统计学差异的特征参数, 采用二元 Logistic 回归分析影响甲减患者的舌象因素。统一设定因变量为是否患有甲减 (1=甲减患者, 0=正常体检者), 设定 95% 的置信区间, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果

3.1 两组受试者舌质情况比较

表 1 示, 甲减组淡白舌和暗红舌出现比例均高于健康组 ($P < 0.01$), 而健康组淡红舌出现比例高于甲减组 ($P < 0.01$); 健康组舌形适中的出现比例高于甲减组, 而甲减组舌体瘦长的出现比例更高 ($P < 0.01$), 甲减组的胖大舌出现比例高于健康组, 但两者差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 甲减组嫩舌的出现比例高于健康组 ($P < 0.01$), 而健康组老嫩适中舌的出现比例高于甲减组 ($P < 0.01$)。

3.2 两组受试者舌苔情况比较

表 2 示, 两组受试者舌质均以薄苔、白苔和润苔为主, 各舌质组间比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。甲减组舌色中黄苔出现比例比正常组高 5%, 但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

3.3 两组受试者舌象特征参数比较

表 3 示, r 、 c 和 l 这三个特征参数在甲减组和健康组之间差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。对于颜色特征, 甲减组的 r 值显著高于健康组 ($P < 0.05$); 对于形状特征, 甲减组的 c 值显著低于健康组 ($P < 0.05$), 而甲减组的 l 值显著高于健康组 ($P > 0.05$)。

3.4 甲减患者舌象影响因素的二元 Logistic 回归分析结果

选取差异性分析中具有显著性差异的 3 个舌象特征为自变量 (分别为 r 、 c 、 l), 建立二分类 Logistic 回归模型, 分析甲减患者舌象影响因素。采用 Forward LR 法进行变量筛选, 最终得到由 r 、 c 和 l 变量构成的最优模型 ($P < 0.05$)。由表 4 可知, 特征 r 与甲减呈正相关 (回归系数 0.023, $P = 0.007$, $OR = 1.024$); 特征 c 与甲减呈负相关 (回归系数 -2.277, $P = 0.001$, $OR = 0.103$); 特征 l 与甲减呈正相关 (回归系数 0.095, $P < 0.001$, $OR = 1.099$), 与差异性分析的结果相一致。

表 1 甲状腺功能减退症患者与健康受试者舌质情况比较

Table 1 Comparison of tongue texture between patients with hypothyroidism and healthy participants [例 (%)]

组别	例数	舌色				舌形				老嫩		
		淡白	淡红	暗红	红	瘦小	瘦长	适中	胖大	老舌	嫩舌	老嫩适中
甲减组	200	46(23.0)	65(32.5)	62(31.0)	27(13.5)	8(4.0)	52(26.0)	29(14.5)	111(55.5)	4(2.0)	117(58.5)	79(39.5)
健康组	200	21(10.5)	112(56.0)	36(18.0)	31(15.5)	8(4.0)	27(13.5)	72(36.0)	93(46.5)	2(1.0)	45(22.5)	153(76.5)
χ^2 值		11.205	22.386	9.136	0.323	/	9.858	29.491	3.241	/	53.782	56.199
P 值		0.001	<0.001	0.003	0.570	/	0.002	<0.001	0.072	/	<0.001	<0.001

注: “/” 表示两组样本量均少于 10, 作为干扰项进行剔除。

表2 甲状腺功能减退症患者与健康受试者舌苔情况比较

Table 2 Comparison of tongue coating between patients with hypothyroidism and healthy participants [例 (%)]

组别	例数	苔色			苔质		
		白	黄	灰黑	裂纹	少苔	薄苔
甲减组	200	170 (85.0)	25 (12.5)	5 (2.5)	26 (13.0)	7 (3.5)	177 (88.5)
健康组	200	174 (87.0)	15 (7.5)	11 (5.5)	24 (12.0)	4 (2.0)	172 (86.0)
χ^2 值		0.332	2.778	2.344	0.091	/	0.562
P值		0.564	0.096	0.126	0.762	/	0.454

组别	例数	苔质					
		厚苔	燥苔	润苔	滑苔	腻苔	剥苔
甲减组	200	16 (8.0)	19 (9.5)	177 (88.5)	4 (2.0)	88 (44.0)	4 (2.0)
健康组	200	24 (12.0)	15 (7.5)	181 (90.5)	4 (2.0)	101 (50.5)	3 (1.5)
χ^2 值		1.778	0.514	0.426	/	1.695	/
P值		0.182	0.473	0.514	/	0.193	/

注：“/”表示两组样本量均少于10，作为干扰项进行剔除。

表3 甲状腺功能减退症患者与健康受试者舌象特征参数比较

Table 3 Comparison of tongue image feature parameters between patients with hypothyroidism and healthy participants

特征参数	甲减组	健康组	t值	P值
r	183.30±9.81	180.11±15.13	2.500	0.013
g	116.25±13.15	114.80±15.39	1.017	0.310
b	120.13±13.37	118.43±16.78	1.117	0.265
h	118.29±2.23	118.44±2.48	-0.625	0.532
s	95.37±12.78	95.76±13.55	-0.293	0.770
v	182.30±9.81	180.11±15.12	1.722	0.086
c	0.71±0.14	0.74±0.17	-2.314	0.021
u	1.22±0.44	1.28±0.52	-1.197	0.232
l	8.71±4.10	7.60±4.48	2.583	0.010

注：r，红色；g，绿色；b，蓝色；h，色调；s，饱和度；v，明度；c，舌体长宽比；u，纹理特征参数；l，齿痕点个数。

表4 甲状腺功能减退症患者舌象影响因素的 Logistic 回归分析结果

Table 4 Results of Logistic regression analysis on factors affecting tongue image in patients with hypothyroidism

特征	回归系数	标准误差	OR (95%CI)	P值
r	0.023	0.009	1.024 (1.006, 1.041)	0.007
c	-2.277	0.704	0.103 (0.026, 0.408)	0.001
l	0.095	0.026	1.099 (1.044, 1.157)	<0.001

注：r，红色；c，舌体长宽比；l，齿痕点个数。

4 讨论

中医的诊断方法丰富而独特，其中舌诊是一种重要的诊断技术。《素问·阴阳应象大论篇》中提到“心主舌……在窍为舌”，《灵枢·经脉篇》云：“脾足太阴之脉，……连舌本，散舌下”，《素问·刺热篇》曰：“肺热病者，先渐然厥起毫毛，恶风寒，舌上黄”，以上论述均说明舌与心、脾、肺等脏腑密切关联。《难经》进一步阐述了舌诊的具体

方法和意义，将舌诊与脏腑、经络、气血等联系起来，为后世的舌诊理论和实践奠定了坚实的基础。通过观察和分析患者的舌象，医生可以对病情的寒热虚实及脏腑功能状态进行病机判断，辨证施治。当代舌象的研究主要观察内容为舌质、舌色、苔质、苔色，但对于舌象的判读结果还与医生的主观因素及临床经验积累有关，这就导致了不同医生之间，甚至同一医生在不同时间对同一患者的诊断结果可能存在差异。

在人工智能技术快速发展的背景下，数据的处理及研究在中医临床辨证智能化方面应用也逐渐增多，基于图片的智能化诊断是舌诊技术现代化发展的主要方向^[18]。本研究首先对采集的舌象进行标准化预处理，对舌体图片进行颜色校正和光照补偿^[19]，以消除环境因素对图像质量的干扰；其次，提取图像中的RGB颜色空间和HSV颜色空间的分量，求取6个颜色空间在舌体图像上的像素平均值；同时，对舌体表面的裂纹、芒刺等纹理特征和舌体长宽比、齿痕等形状特征进行精确量化分析。这种多参数、多维度的特征提取方法不仅实现了传统舌诊经验的数字化表达，也为中医辨证的智能化发展提供了可靠的技术支持。

本研究针对专家舌象标注和9个特征参数研究甲减患者与健康者的舌象特点与区别，结果显示：1) 舌体颜色方面，健康组淡红舌出现比例较甲减组高，甲减组的r值显著高于健康组，结合图像的色度模型，当g值和b值和v值同样显著高时，说明舌象明度更高，趋向于淡白舌；当g值和b值和v值较低时，说明舌象明度低，但红色突出，趋向于暗红舌。同时，甲减组的嫩舌的出现率比健康组更

高。2) 舌体形状方面, 甲减组和健康组在瘦长舌出现率上存在差异, 而在胖大舌方面差异不明显, 但甲减组的 c 值显著低于健康组。中医对于舌体胖瘦的区分以正常舌为参照, 舌体较正常舌大, 伸舌满口则称为胖大舌^[14]。现代研究结果表明, 部分甲减组舌体在未达到舌体胖大的视觉诊断时, 舌体已出现长宽比例的降低, 且其胖大舌的胖大程度显著高于健康组^[20]。因此, 本研究中, 可能因缺乏量化指标, 人工判读无法精确识别舌体胖大程度, 导致甲减组与健康组胖大舌出现率差异无统计学意义; 但机器判读的甲减组的多维数字化参数 l 值明显大于健康组, 说明甲减组的齿痕现象更明显。3) 舌苔方面, 两组的舌苔均以薄、白、润苔为主。

二元 Logistic 回归分析模型发现, 特征 r 与甲减呈正相关, 即每增加一个单位的 r 值, 患甲减的可能性增加约 2.4% ($OR=1.024$); 特征 c 与甲减呈负相关, 即每增加一个单位的 c 值, 患甲减的可能性显著降低, 约为原来的 10.3% ($OR=0.103$)。特征 l 与甲减呈正相关, 即每增加一个单位的 l 值, 患甲减的可能性增加约 9.9% ($OR=1.099$)。结果提示, 舌体颜色越淡白/越暗红、舌体齿痕越明显则患甲减的几率越高; 舌体越胖大患甲减的几率越高。因此, 甲减患者舌象主要特征为舌色淡白/暗红、舌体胖大边有齿痕。

中医理论认为, 淡红舌为气血调和征象, 多见于正常人, 故健康组淡红舌出现比例较甲减组高; 淡白舌多主阳气虚衰, 生化阴血推动血液运行力量减弱, 使血液不能充分营运于舌质, 故颜色淡白, 主虚证, 寒证或气血两亏。淡白舌多与脾肾阳虚关系最为密切^[21]; 舌色暗红提示体内有瘀滞, 气行不畅。现代研究表明, 甲减患者更容易合并焦虑及抑郁情绪^[22-23]。在中医理论中少阳主枢, 其气游行上下, 宣达内外, 气行不畅多考虑与三焦郁滞病机相关。甲减组嫩舌出现比例更高, 嫩舌常主虚证。舌体胖大多因水湿痰饮阻滞, 齿痕舌多因舌体胖大受齿缘压迫、脾虚不能运化水湿所致, 故甲减患者舌淡白、舌体胖大边有齿痕的特征提示其病机可能与脾肾阳虚, 津液不化, 痰湿内停有关。人工判读的甲减组舌体瘦长者有 52 例, 占甲减组 26.0%, 提示甲减患者少部分表现为舌体瘦长, 结合临床中少量甲减患者出现急躁易怒、皮肤干燥瘙痒等不适, 考虑可能与气机郁滞、津液输布异常有关。舌苔是由胃蒸脾湿上潮而生, 薄白润苔为正常舌苔, 提示甲减患者胃气功能尚可。本研究通过舌象结果

呈现了部分甲减患者脾肾阳虚/三焦郁滞、痰饮内阻的病机特点, 与当前部分中医认识^[24-25]基本一致。本研究通过数字化多维特征参数可以更加精准、客观地分析甲减患者的舌象特性, 挖掘甲减患者舌体图像特征的规律, 可为甲减患者的中医病机探索提供有价值的参考。

由于甲减女性患者发病率较高, 本次研究纳入的女性患者较多, 后续将进一步扩大样本量研究。另外, 在后续的研究中可对不同证型、不同症状、不同脉象、不同病程及不同干预因素的甲减患者进行更为全面的特征分析, 并根据临床治疗结果, 对甲减患者的病证特点做出更深入的探索, 为揭示甲减的发病特点和疾病的全面防治做出有益努力。

参考文献

- [1] 中华医学会内分泌学分会. 成人甲状腺功能减退症诊治指南[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2017, 33(2): 167-180.
- [2] LI Y, TENG D, BA J, et al. Efficacy and safety of long-term universal salt iodization on thyroid disorders: epidemiological evidence from 31 provinces of mainland China [J]. Thyroid, 2020, 30(4): 568-579.
- [3] 贾绍燕. 甲状腺功能减退症中医病机分析[J]. 中医杂志, 2010, 51(S2): 26-27.
- [4] 何其函, 华川, 王欢, 等. 基于肾藏精理论论治甲状腺功能减退症[J]. 内蒙古中医药, 2023, 42(1): 68-70.
- [5] 石国栋, 孙悦, 丁成华, 等. 舌诊在中风先兆诊断中的临床意义[J]. 中医杂志, 2020, 61(14): 1259-1261, 1267.
- [6] 何梦吟, 祝韵薇, 鲁盈. 舌象与原发性痛风炎症活动度关系的临床研究[J]. 中国中医急症, 2019, 28(8): 1327-1330.
- [7] 郭志玲, 梁梦晨, 郭晓静, 等. 281 例月经不调患者舌象特征研究[J]. 中医杂志, 2022, 63(4): 356-361.
- [8] 段梦遥, 王楚皓, 谈宇权, 等. 315 例冠心病患者舌象特征客观化研究[J]. 中医杂志, 2024, 65(9): 921-927.
- [9] 李晓群, 程翰林, 郑笑, 等. 基于舌象数字化技术分析针刺对阈下抑郁的疗效[J]. 中医学报, 2023, 38(6): 1303-1309.
- [10] 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[J]. 世界科学技术-中医药现代化, 2020, 22(5): 1595-1600.
- [11] 贺佳, 邓伟, 王素珍. 临床试验设计与统计分析[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022: 308.
- [12] 刘美君. 甲状腺功能减退症中医证候分布规律及证候要素诊断量表的研究[D]. 北京: 北京中医药大学, 2022.
- [13] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会全科医学分会, 等. 甲状腺功能减退症基层诊疗指南(2019 年)

- [J]. 中华全科医师杂志, 2019, 18(11): 1022-1028.
- [14] 邓铁涛. 中医诊断学[M]. 上海: 上海科技出版社, 2013: 30-38.
- [15] 曹炳章. 彩图辨舌指南[M]. 南京: 江苏人民出版社, 1962: 14.
- [16] SHANG Y, MAO X, ZHAO Y, et al. Classification of tongue color based on convolution neural network [C]// International conference on bio-inspired computing: theories and applications. Singapore: Springer Singapore, 2020: 326-335.
- [17] CHEN Y, ZHANG H, DONG Z, et al. Spatial-spectral feature extraction of hyperspectral images for tongue diagnosis digitalization and classification [J]. Measurement, 2025, 253: 117525. doi: 10.1016/j.measurement. 2025. 117525.
- [18] 江涛, 屠立平, 许家佗. 中医舌象智能诊断技术研究述评及展望[J]. 中国中医药信息杂志, 2024, 31(7): 182-187.
- [19] 马丽霞. 彩色人脸图像颜色校正及其在肝病诊断中的应用研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2009.
- [20] 夏雨墨, 王庆盛, 冯晓, 等. 舌形特征的提取与分析技术研究及其在临床诊断中的应用进展[J]. 世界中医药, 2023, 18(14): 2059-2063.
- [21] 戴芳, 唐亚平, 匡艳红, 等. 淡白舌与病位证素相关性的研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(5): 1228-1229.
- [22] 岳建华, 张向京, 李晓丽, 等. 甲状腺功能减退患者合并抑郁的现状调查及影响因素分析[J]. 中华现代护理杂志, 2021, 27(22): 2958-2963.
- [23] 焦杨, 蓝长安, 胡华. 甲状腺功能异常对患者焦虑、抑郁情绪的影响[J]. 重庆医科大学学报, 2008, 33(4): 453-456.
- [24] 蒋里, 赵进喜, 张耀夫, 等. 基于肾-命门-三焦系统辨证治疗甲状腺功能减退症[J]. 中医杂志, 2021, 62(4): 352-355.
- [25] 张美珍, 逢冰, 倪青. 温阳健脾利水方治疗甲状腺功能减退症[J]. 中医杂志, 2018, 59(21): 1880-1882, 1890.

Analysis of Tongue Image Characteristic Parameters and Correlation Study in 200 Patients with Hypothyroidism GUO Shanshan^{1,2}, CHEN Yijing³, ZHANG Ming^{1,2}, WANG Chunyong¹, YANG Zhaohua³

1. Peking University Third Hospital, Beijing, 100191; 2. Zhengzhou Yihe Hospital; 3. Beijing University of Aeronautics and Astronautics

ABSTRACT **Objective** To analyze the objective characteristics of tongue images in patients with hypothyroidism and to explore the correlation between tongue features and hypothyroidism. **Methods** A cross-sectional study was conducted including 200 patients with hypothyroidism (hypothyroidism group) and 200 healthy participants (control group). Tongue images of both groups were captured using the Hyper-TCM tongue imaging system to observe the tongue body (tongue color, tongue shape, tough and tender) and tongue coating. The RGB (r: red, g: green, b: blue) and HSV (h: hue, s: saturation, v: value) color space components, texture feature parameter u, and shape feature parameters (c: tongue length-width ratio; l: number of tooth-mark points) were compared between groups. Binary logistic regression analysis was used to assess the relationships between tongue features and hypothyroidism. **Results** In the hypothyroidism group, pale tongue (46 cases, 23.0%), dark red tongue (62 cases, 31.0%), slender tongue (52 cases, 26.0%), and tender tongue (117 cases, 58.5%) were more prevalent compared with the control group ($P < 0.05$). Regarding quantitative tongue image parameters, the r value was higher ($P < 0.05$), c value was lower ($P < 0.05$), and l value was higher ($P < 0.05$) in the hypothyroidism group than those in the control group. Logistic regression analysis showed that r was positively correlated with hypothyroidism ($\beta = 0.023$, $P = 0.007$, $OR = 1.024$); c was negatively correlated ($\beta = -2.277$, $P = 0.001$, $OR = 0.103$), and l was positively correlated ($\beta = 0.095$, $P < 0.001$, $OR = 1.099$). **Conclusion** The main tongue features of hypothyroid patients are pale or dark-red, enlarged tongue body with tooth marks on the edges, and, in some cases, a slender tongue; the paler or darker the tongue color, the clearer tooth marks, and the more enlarged the tongue body, the higher the likelihood of hypothyroidism.

Keywords hypothyroidism; tongue manifestation; color characteristic; texture characteristic; shape characteristic; image parameter; cross-sectional study

(收稿日期: 2025-07-03; 修回日期: 2025-08-18)

[编辑: 柴倩云]