

舌診撮影装置による診断法および診断支援開発

(申請代表者)	並木隆雄	千葉大学大学院医学研究院和漢診療学	准教授
(所外共同研究者)	中口俊哉	千葉大学大学院工学研究科医療支援システム	准教授
(所内共同研究者)	柴原直利	臨床科学研究部門漢方診断学分野	教授

【要 旨】

【背景】東洋医学では舌色や舌の形態などを観察すること(舌診)で患者の体質や病状を知ることができると考えている。しかし、舌診の観察においては光源・室温・乾燥度などの外部環境要因、医師の知識・経験に依存する主観的要因、患者の舌の出し方(角度や時間の長さ)などの撮影条件など様々な要因が複雑に絡むため、診療や教育において、舌による診断やその技術の習得に時間がかかるなど困難が多い。また、舌診を科学的に解析する場合、客観的・定量的な指標が必要である。そこで我々は、一定の条件下で撮影でき、色調から漢方医学的診断をコンピュータで行う舌色診断支援システム構築を目的として撮影診断装置を開発した(図1)。この舌撮影解析システム(Tongue Image Analyze System: TIAS)により診断法と診断支援開発をしている。今回はTIASを用いて舌色と和漢診療学的所見・西洋医学的検査所見との相関性について分析したので報告する



図1 TIAS

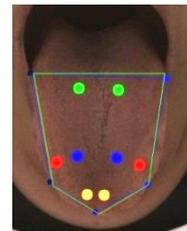


図2 測定点

先端・中央部・両端・舌根部

【方法】対象は和漢診療科外来でインフォームドコンセントがとれた患者44名(平均年齢 61 ± 26 歳、男性16名、女性28名)。被験者に舌を出した状態で静止し、TIASで30秒間(1秒10コマ)の連続撮影を行った。その写真を用い舌の先端・中央部・両端・舌根部の4ヶ所(図2)をCIE(国際照明委員会)1976の色空間データ L^* (明るさの成分) a^* (赤色の成分) b^* (青色の成分)に変換して分析。同時に気血水スコア、血液検査(血算・生化学)および動脈硬化検査(CAVI/ABI)を施行し、TIASで得られた舌色データとの相関性を分析した。スピアマンの順位相関係数で $P < 0.05$ を有意と判断。

【結果】舌色データと気血水スコアの相関解析では瘀血スコアと b^* 、血虚スコアと L^* 値の間に有意な相関性を認めた。血液検査では a^* 値が平均赤血球ヘモグロビン量(MCH)と平均赤血球容積(MCV)及び血清クレアチニンと有意の相関を認めた。 b^* 値はABIと負の相関を示した。

【結論】舌色の a^* (赤成分)は赤血球の形態と有意な相関性が示唆された。 b^* (青成分)は和漢診療学的には瘀血スコア、西洋医学的には動脈硬化検査のABIとの相関性を認めた。 L^* (明るさ成分)は血虚との関連を認めた。TIASの舌色解析から新しい視点での漢方診断の解明が出来る可能性が示唆された。

■背景

東洋医学では舌色や舌の形態などを観察すること(舌診)で患者の体質や病状を知ることができると考えている。実際には、舌全体を舌の筋肉脈絡からなる舌質および舌質上に付着した苔状の物質(舌苔)に分け、その色と形態の観察から、症状の進行度、寒熱の有無、精神的な因子や体調の程度、血液の状態、体液の状態等を判断する。特に、診断法の性格上、局所症状としては上部消化管の状態を、さらに全身状態としては血液の状態(粘性度、多血・貧血の程度)、体液や水分の状態、熱の程度や冷えの状態などがよく分かるとされている。器質的疾患が伴わない場合舌痛症などは向精神薬以外対応に苦慮するが、このような歯科口腔領域の難治性疾患でも舌所見から得られた情報をもとに対応することで、症状が漢方薬の処方を行うことで軽快したり治癒したりすることも多い。しかし、舌診の観察においては光源・室温・乾燥度などの外部環境要因、医師の知識・経験に依存する主観的要因、患者の舌の出し方(角度や時間の長さ)などの撮影条件など様々な要因が複雑に絡むため、診療や教育において、舌による診断やその技術の習得に時間がかかるなど困難が多い。また、舌診を科学的に解析する場合、客観的・定量的な指標が必要である。近年、医療現場では取得された医療画像に基づいた定量的な評価及び解析や、画像中から診断に有効な情報のみを抽出または強調するといったコンピュータ支援システムの開発が進歩している(1-7)。このようなシステムを舌診に応用することにより、舌画像の定量的診断が可能となり、医師らのトレーニング、体質診断の補助装置または健康診断装置としての普及が期待される。多くの研究者が研究を進めているが、従来法では舌を出した瞬間のデータしか扱っていないことや撮影手法についての詳しい検討が行われていないなどの問題点があった

■目的

そこで我々は、一定の条件下で撮影でき、色調から漢方医学的診断をコンピュータで行う舌色診断支援システム構築を目的として新しい撮影診断装置を開発した。このシステムは、積分球を用いた舌色の安定した撮影システムである。この舌撮影解析システム(Tongue Image Analyze System: TIAS)により診断法と診断支援開発をしている。まず、このシステムについて紹介する。さらにこのTIASを用いて、舌色と和漢診療学的所見・西洋医学的検査所見との相関性について分析したので報告する

■方法及び結果

1. 舌撮影解析システム(Tongue Image Analyzing System: TIAS)の開発

舌表面の状態を記録するための拡散光源を備えた舌撮影システムTIASを開発した。TIASの外観を図1に示す。積分球の内径は直径300mmとし内壁は硫酸バリウムで均一に塗装している。開口部の面積約7800mm²で、口を開けた状態でフィットするよう縦長の長円形状をしている。また、小児の撮影も考慮してスライド式カバーにより開口部のサイズを縮小できるようにした。このカバーを閉じることで不使用時の積分球内部保護としても機能する。開口部から正対する位置にカメラ(Lumenera社Lw115C, 1280x1024画素カラーCMOSセンサ)を配置した。カメラには焦点距離16mmのレンズを装着している。拡散照明用の光源として150Wのハロゲン光源(Moritex社, MHAB-150W, 色温度3200K)を積分球後面下部に設置した。この光源が被写体を直接照明しないよう遮蔽板を設けている。積分球内部の空気を循環させるため光源用の穴から排気を行っている。また、あご台は上下前後に移動可能であり、被験者に応じて適切な位置に調節して撮影する。

TIASを使った撮影ではカメラや光源の特性変化を校正するため、電源投入後の初回に限りキャリブレーションを実施する。キャリブレーションでは24色の色票(x-rite社Color Checker Passport)を積分球開口部に設置して撮影し、カメラのカラーゲインを調整する。カメラのシャッター速度は20msに固定して撮影する。そしてTIASを使った被写体の撮影では1秒間に10枚の舌写真を0.1秒間隔で撮影する。撮影画像は24bitRGBカラーの無劣化フォーマットで順次保存する仕様とした。

2. 舌色と西洋医学的検査結果および和漢診療学的所見との相関性について

【方法】

対象は和漢診療科外来でインフォームドコンセントがとれた患者44名である(平均年齢61±26歳、男性16名、女性28名)。被験者に舌を出した状態で静止し、TIASで30秒間(1秒10コマ)の連続撮影を行った。その写真を用い両端(1)・舌根部(2)・中央部(3)・舌の先端(4)の4ヶ所(図2)をCIE(国際照明委員会)1976の色空間データL*(明るさの成分)a*(赤色の成分)b*(青色の成分)に変換して分析した。

同時に血液検査(血算・生化学)、気血水スコア(図3)を施行し、TIASで得られた舌色データとの相関性を分析した(図4)。動脈硬化を表すと考えられるABI(Ankle-brachial index)に関しても、検討した。スピアマンの順位相関係数でP<0.05を有意と判断。

【結果】

相関係数が有意であったものを示す。血液検査ではa*値が平均赤血球ヘモグロビン量(MCH)と平均赤血球容積(MCV)及び血清アミラーゼが正の関係、また血清クレアチニンが負の関係があった。b*値がALP(アルカリフォスファターゼ)と負の有意の相関を認めた。また、b*値はABIと負の相関を示した(b3:-0.34, 4領域分散:-0.348)。舌色データと気血水スコアの相関解析ではb*値は瘀血スコアと関連があった。また、L*値とa*値は血虚スコア(L4)および水滯スコア(L1)の間に有意な相関性を複数認めた。その他のスコアとの関係は図6に示した。

■考察

舌の診察は、コンピュータ解析以前は肉眼的な診断で判定していた。古くから、それを改善しようとする試みが行われた。まず、記録に残すことで見比べられることなどから舌の写真による判定が行われた。写真に色のレファレンスを入れることで色の補正も行われた。しかし、色の判定は人の色彩感覚に頼る方法であり定性的かつ大まかな色判定での診断であったため、定量的な各種生化学や生理検査値との対比が大変困難であった。そこで、近年それを解決する方法の一つとして、多くの研究者が画像を用いたコンピュータ舌診断支援システムの開発を行ってきた。この方法を利用することで、色情報を数値化できる。しかし、いまだに測定値がカメラに依存するRGBでの解析を行っているが我々は測定値がカメラに依存しないCIE1976の色空間により撮影した。また光源を人工太陽光とすることで自然太陽光下での色再現をしたことや、光沢成分を除く操作をすることで正確な色測定を可能としたTIASを完成させた。今回その撮影所見と西洋医学的検査結果および和漢診療学的所見との相関性を見たところ、いくつかの結果で有意な項目を認めた。赤血球成分では赤色成分と関係するa*値と関係したことは、理解しやすい。特に舌先端での関連が強いことから赤血球成分値が反映しやすい部位と推測された。その他複数で相関が示されているアミラーゼ(a*値と正相関)、クレアチニン(a*値と負相関)、アルカリフォスファターゼ(b*値と正相関)などの生化学的検査で色成分と関連が出るかは、今後検討を要する。また、気血水スコアとの関連では、瘀血とb*値が関係したことは青成分が瘀血の色と関係がある点で臨床と一致する。L*値は明るさと関連するので、水滯スコアや血虚スコアと一致する点も一致する。動脈硬化の検査であるABIが青み成分のa*値と一致したことは生理検査でも舌色に反映する可能性がある点特徴的である。

なお、両端(1)・舌根部(2)・中央部(3)・舌の先端(4)の4箇所を測定したのは、両端は苔が少ない部分の代表として選んだこと、および残りの部位は伝統医学的な臓器分類との関連を見るためであったが、今回はそれらの関係は見いだせなかった。

■結論

舌色のa*(赤成分)は赤血球の形態と有意な相関性が示唆された。b*(青成分)は和漢診療学的には瘀血スコア、西洋医学的には動脈硬化検査のABIとの相関性を認めた。L*(明るさ成分)は血虚との関連を認めた。定量的な色診断のできるTIASの舌色解析から新しい視点での漢方診断・西洋医学的な解明が出来る可能性が示唆された。

■文献

C Santone, V Dinallod, M Paci M et al, "Saliva metabolomics by NMR for the evaluation of sport performance", J Pharm Biomed Anal.88; 441-446. (2014) doi: 10.1016/j.jpba.2013.09.021. Epub 2013 Oct 5.

- C.C. Chiu, "A novel approach based on computerized image analysis for traditional Chinese medical diagnosis of the tongue", Computer Methods and Programs in Biomedicine 61, pp.77-89 (2000)
- H.Z. Zhang, K.Q. Wang, D. Zhang et al, "Computer Aided Tongue Diagnosis System", Engineering in Medicine and Biology Society, pp.6754-6757 (2006)
- Y. G.Wang, Y. Zhou, J.Yang, et al, "An image analysis system for tongue diagnosis in traditional Chinese medicine." LNCS, 3314, pp.1181-1186 (2004)
- J. Kima, G.J. Hana, B.H. Choia, et al, "Development of differential criteria on tongue coating thickness in tongue diagnosis." Complementary Therapies in Medicine, 10.1016/j.ctim.2012.03.004 (2012)
- X Wang, B Zhang, Z Yang, et al, "Statistical analysis of tongue images for feature extraction and diagnostics", IEEE Trans Image Process. 22(12), pp.5336-47 (2012)
- B Zhang, V Bhagavatula, D Zhang, "Detecting Diabetes Mellitus and Non-Proliferative Diabetic Retinopathy using Tongue Color, Texture, and Geometry Features", IEEE Trans Biomed Eng. (2013) Sep 18

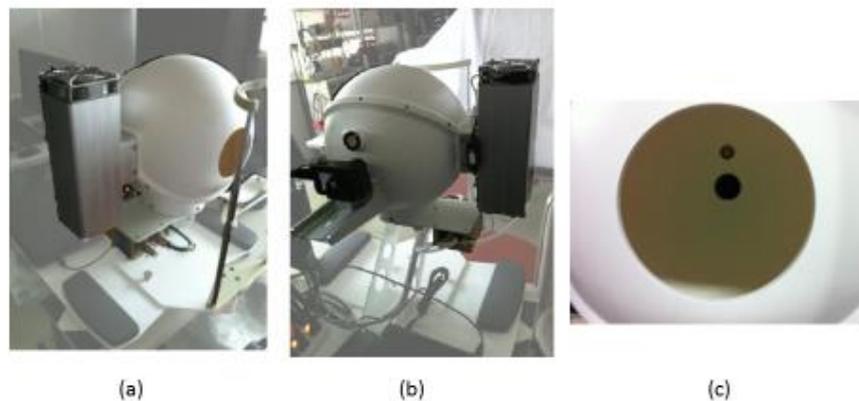


図1 舌撮影システム TIAS の外観

(a) 前面. 開口部とあご台 (b) 後面. カメラと高指向性光源
(c) 開口部から積分球内部を見た様子

図2 計測箇所

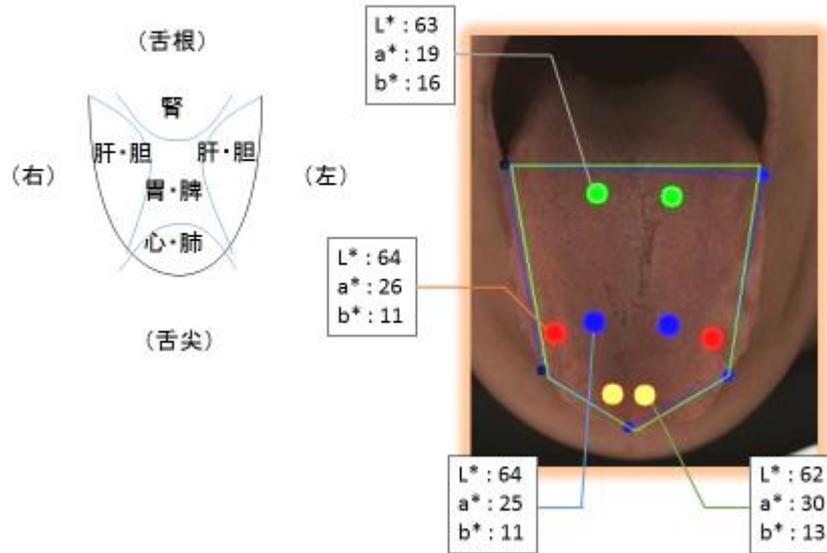


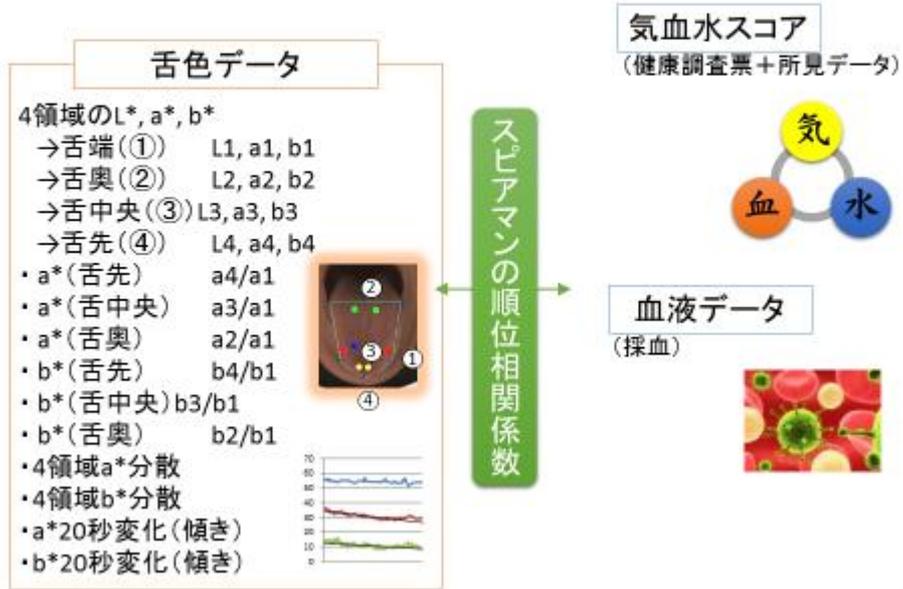
図3 気血水スコア

寺澤 捷年著「絵で見る和漢診療学」より

■ 生体は、気・血・水の3要素が体内を循環することによって維持されていると考える。

お血スコア	男	女	気虚スコア	点数	気鬱スコア	点数	気逆スコア	点数	血虚スコア	点数	水滯スコア	点数
顔顔部の色赤沈着	10	10	身体がだるい	10	胃の中痛	18	承元のほせ	14	集中力低下	6	身体のだるい感じ	3
顔顔部の色赤沈着	2	2	気がない	10	胸重、胸悶	8	軟便発作	8	不眠、寝覚醒	6	自動性の頭痛	4
肌の荒れ	2	5	寒れやすい	10	喉のつかえ感	12	発作性の頭痛	8	頭暈感	12	頭重感	3
口唇の皸状	2	2	日中の睡気	6	胸のつかえ感	8	嘔吐	8	めまい感	8	運動しやすさ	5
歯肉の萎縮	10	5	食欲不振	4	季節感のつかえ感	8	野暮な声の発声	10	こもる感	10	めまい・めまい感	5
舌の萎縮	10	10	刀さざめきやすい	8	腸壁膨満感	8	腹痛発作	6	過少月経、月経不順	6	立ちくらみ	5
細粒(毛細血管拡張)	5	5	物事に集中しにくい	4	時節により症状が動く	8	物事に集中しにくい	6	顔色不良	10	水滯の感じ	3
皮下出血	2	10	朝光、音声が力がない	8	朝起しにくく(開きが出ない)	8	鼻雑音に悩む	8	関節が抜けやすい	8	唾液分泌過多	3
手掌紅斑	2	5	舌が淡白紅、腫大	8	排ガスが臭い	6	顔面紅潮	10	皮膚の乾燥と荒れ、赤ざれ	14	泡状の瘡	4
顔面紅斑(左)	5	5	腹が弱い	8	げっぷ	4	腹上痛	14	肌の変質	8	悪心・嘔吐	3
顔面紅斑(右)	10	10	腹力増強	8	雑音	4	下腹・両脇の冷え	4	知覚障害	6	腸のグルモの亢進	3
顔面紅斑(正中)	5	5	内臓のアトニー感	10	腸壁の膨満	8	手掌・足趾の発作	4	腸直腸炎	6	腸のこわばり	7
回盲部圧痛-軽快	5	2	小腸不仁	6	気鬱合計点(<)		気逆合計点(<)		血虚合計点(<)		浮腫傾向、胃腸液水滯	15
回盲部圧痛-振快	5	5	下痢傾向	4							胸水、心の水、腫水	15
回盲部圧痛-振快	5	5	気虚合計点(<)								腹上痛	5
痔瘻	10	5									水滯性下痢	5
痔瘻	10	10									尿量減少	7
お血合計点(<)											各腺	5
											水滯合計点(<)	
合計して30点以上お血40点以上重症			合計して30点以上は気虚点数が20、16のほど重症		合計して30点以上は気鬱点数が20、16のほど重症		合計して30点以上は気逆点数が20、16のほど重症		合計して30点以上は血虚点数が20、16のほど重症		合計して33点以上は水滯点数が20、16のほど重症	

図4 相関解析



4

図5 相関解析(舌色と血液検査)

	ALP		AMY		CRE		MCH (平均赤血球容積比) 貧血、多血症の診断に		MCV(平均赤血球容積) 貧血、多血症の診断に	
	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値
a*(舌先) a4/a1			0.346	0.0287 (*)			0.490	0.0015 (**)	0.395	0.0116 (*)
a*(舌中央) a3/a1										
a*(舌奥) a2/a1					-0.430	0.0057 (**)	-0.358	0.0332 (*)	-0.354	0.0249 (*)
b*(舌先) b4/b1										
b*(舌中央) b3/b1							0.333	0.0356 (*)	0.331	0.0367 (*)
b*(舌奥) b2/b1	-0.467	0.0024 (**)					0.315	0.0476 (*)		
4領域a*分數			0.358	0.0234 (*)			0.548	0.0003 (***)	0.581	0.00008 (***)
4領域b*分數										
a20秒変化(傾き)					-0.348	0.0278 (*)				
b20秒変化(傾き)	-0.321	0.0431 (*)								

0.01 < p <= 0.05 "**", 0.001 < p <= 0.01 "***", p <= 0.001 "****"

5

図6 相関解析(舌色と気血水スコア)

	お血スコア		気虚スコア		気鬱スコア		気逆スコア		血虚スコア		水滯スコア	
	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値	順位相関係数	相関検定P値
L1											0.448	0.00404 (**)
a1											-0.346	0.03344 (*)
b1	0.324	0.04738 (*)										
L2												
a2												
b2			0.414	0.00972 (**)								
L3												
a3												
b3							0.334	0.04013 (*)				
L4									0.393	0.02962 (*)		
a4									-0.357	0.02767 (*)		
b4												
a*(舌先) a4/a1												
a*(舌中央) a3/a1												
a*(舌奥) a2/a1												
b*(舌先) b4/b1												
b*(舌中央) b3/b1	-0.346	0.03354 (*)					-0.335	0.03999 (*)				
b*(舌奥) b2/b1												
4領域a*分數												
4領域b*分數												
a20秒変化(傾き)												
b20秒変化(傾き)												

0.01 < p <= 0.05 "**", 0.001 < p <= 0.01 "***", p <= 0.001 "****"

6