대한한의진단학회지 제30권 제1호 (2026년 10월)
The Journal of the Society of Korean Medicine Diagnostics. 2026;30(1):145-160.
[원저 Original Article]

설진 지표, 생활 행태 및 수면의 질의 연관성 분석

김윤아[1], 설재욱[1], 전형선[1], 유양희[2], 임승일[3], 김대혁[4], 박정환[4], 이상훈[4], 나창수[1,2]*
[1]동신대학교 한의과대학 · [2]경혈침치료ICT융합연구센터 · [3]임승일한의원 · [4]한국한의학연구원

Association of Tongue Features with Lifestyle and Sleep Quality

Yoona Kim[1], Jaeuk Sul[1], Hyungsun Jun[1], Yanghee You[2], Seungil Lim[3]
Daehyeok Kim[4], Jeonghwan Park[4], Sanghun Lee[4], Chang-Su Na[1,2]*
[1]College of Korean Medicine of Dongshin University
[2]Acupuncture treatment by ICT Convergence Research Center
[3]Lim Seungil Korean Medicine Clinic · [4]Korea Institute of Oriental Medicine

Abstract

Objectives : This study investigated the associations of quantitative tongue diagnosis features with lifestyle behaviors and sleep quality using a digital tongue imaging system.

Methods : This cross-sectional study included 83 adults aged ≥19 years. Lifestyle behaviors, including smoking, alcohol consumption, and coffee consumption, were assessed, and sleep quality was evaluated using the Korean version of the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI-K). Tongue images were acquired using the KTAS-4000 Digital Tongue Inspection/Diagnosis System. Five quantitative tongue features were analyzed: Reddish index, Bluish-purple index, tongue coating, yellow tongue coating, and tooth-mark index. Differences according to lifestyle behaviors and correlations among lifestyle factors, PSQI-K scores, and tongue features were analyzed.

Results : No significant differences in PSQI-K scores or tongue features were observed according to smoking or alcohol consumption. The non-coffee group had significantly higher PSQI-K scores than the coffee group (9.14±1.95 vs. 7.12±2.25, p=0.024), whereas tongue coating was significantly higher in the coffee group (0.663±0.217 vs. 0.488±0.200, p=0.043). Significant correlations were observed among several quantitative tongue features. Notably, the Reddish index was positively correlated with the PSQI-K score (ρ=0.219, p=0.047), whereas the other tongue features were not significantly associated with PSQI-K.

Conclusions : Quantitative tongue features were associated with selected lifestyle behaviors and sleep quality. In particular, coffee consumption was associated with differences in tongue coating and PSQI-K scores, while the Reddish index showed a modest association with poorer sleep quality. These findings provide preliminary evidence supporting the objective and standardized assessment of digital tongue features in relation to lifestyle and sleep.

Keywords : Tongue Diagnosis; Tongue Image Analysis; Sleep Quality; PSQI-K; Lifestyle; Cross-Sectional Study

---

* 교신저자 : Chang-Su Na. College of Korean Medicine of Dongshin University. Room 212, Dept. of Pre-Korean Medicine, 120-9, Dongshindae-gil, Naju-si, Jeonnam-Gwangju, 58245, Rep. of Korea.
Tel: +82-10-4662-3522, E-mail: nakugi@hanmail.net
· 원고접수일 : 2026.09.17 / 심사완료일 : 2026.10.05 / 게재결정일 : 2026.10.09.

Ⅰ. 서론

설진(舌診)은 망진(望診)의 주요 진단 방법 중 하나로, 혀의 색깔과 형태, 설태(舌苔) 등의 상태를 관찰하여 인체의 생리·병리적 상태와 질병의 예후를 판단하는 한의학의 중요한 진단법이다. 설진은 명대(明代) 두본(杜本)의 『오씨상한금경록(敖氏傷寒金鏡錄)』에서 독립적인 진단법으로 제시되었으며, 한의학에서는 혀의 상태가 기혈(氣血)의 성쇠, 진액(津液)의 충만 여부, 장부(臟腑)의 허실(虛實), 정기(正氣)와 사기(邪氣)의 상태 등을 반영한다고 보아 체내 장부 기능과 병리적 변화를 파악하는 중요한 근거로 활용해 왔다[1].

수면은 신체의 항상성 유지와 회복에 필수적인 생리현상으로, 수면의 질 저하는 신체적 건강뿐만 아니라 정신적·사회적 기능에도 영향을 미칠 수 있다. 서양의학에서는 수면의 질 저하를 생리학적 기전이나 신경전달물질의 불균형 등과 관련하여 설명하고[2], Pittsburgh Sleep Quality Index(PSQI)와 같은 표준화된 평가도구를 이용하여 수면 상태를 정량적으로 평가한다. 반면 한의학에서는 수면을 장부(臟腑), 음양(陰陽), 기혈진액(氣血津液) 등의 균형과 밀접하게 관련된 생리현상으로 이해하며, 이러한 인체 내부 상태를 관찰하는 임상적 수단의 하나로 설진을 활용하고 있다[3]. 따라서 수면의 질과 객관적으로 측정된 설진 지표 간의 관련성을 분석하는 것은 전통적인 한의학적 진단 정보를 현대적인 정량 지표와 연결한다는 측면에서 의미가 있다.

그러나 전통적인 설진은 의료진이 육안으로 혀의 색과 형태를 관찰하고 임상 경험에 근거하여 판단하기 때문에 검사자의 시각적 판단과 경험에 영향을 받을 수 있다. 또한 조명이나 촬영 환경, 환자의 일시적인 생리 상태 등 다양한 요인에 의해 평가 결과가 달라질 가능성이 있어 진단 결과의 객관성과 재현성을 확보하는 데 한계가 있다. 이러한 제한점은 설진의 표준화와 임상 활용 확대를 위해 해결해야 할 중요한 과제로 제기되어 왔다.

이러한 문제를 보완하기 위하여 한국한의학연구원(Korea Institute of Oriental Medicine, KIOM)에서는 디지털 영상기술을 기반으로 혀의 상태를 객관적으로 측정할 수 있는 혀 영상 측정장치인 디지털 설진기(KTAS-4000)를 개발하였다[4]. KTAS-4000은 일정한 촬영 환경에서 혀 영상을 획득한 후 설질(舌質) 및 설태의 색상과 형태, 치흔(齒痕) 등을 정량적으로 분석함으로써 기존 육안 중심 설진의 한계를 보완하고 평가의 객관성과 재현성을 높일 수 있다는 장점이 있다. KTAS-4000을 이용하여 평가할 수 있는 주요 지표에는 담홍도, 청자도, 설태도, 황태도 및 치흔도 등이 있다. 혀의 색상은 인체의 생리·병리 상태를 반영하는 주요 설진 정보로 활용되며, 담홍도와 청자도는 각각 혀의 적색 및 청자색 특성을 정량적으로 나타낸다. 또한 설태의 색과 형태는 인체의 병리적 상태를 파악하는 설진 정보로 활용되며, 황태는 열(熱) 또는 습열(濕熱)과 관련된 상태를 판단하는 데 이용된다. 치흔은 설체 가장자리에 나타나는 치아 압흔으로, 비허(脾虛), 양허(陽虛) 및 수습(水濕)의 정체 등과 관련하여 해석되고 있다[5]. 이와 같이 설진기의 정량적 지표는 전통적으로 관찰해 온 혀의 특징을 수치화함으로써 설진의 객관적 평가 가능성을 높일 수 있다.

한편 혀의 상태는 인체 내부의 생리·병리적 변화뿐만 아니라 일상생활에서 반복적으로 노출되는 다양한 생활환경 및 생활행태의 영향을 받을 가능성이 있다. 특히 음주, 흡연 및 커피 음용은 현대인에게 흔한 생활행태이며, 수면 역시 개인의 건강상태와 일상생활을 반영하는 중요한 요소이다. 따라서 설진 정보를 임상적 진단 지표로 활용하기 위해서는 질병 상태와의 관

련성뿐만 아니라 이러한 생활행태 및 수면 상태가 설진 지표에 어떠한 영향을 미치는지를 함께 고려할 필요가 있다.

기존 연구에서는 설진의 한의학적 의의를 규명하거나[6], 특정 건강상태 또는 질환과 설진 특성 간의 관련성을 분석한 연구가 이루어져 왔다[7]. 또한 수면 상태와 혀의 색상 특성 간의 관련성도 일부 보고된 바 있다[3]. 그러나 음주, 흡연, 커피 음용과 같은 일상적인 생활행태와 수면의 질을 함께 고려하여 객관적으로 측정된 혀 영상 지표와의 관련성을 통합적으로 분석한 연구는 충분하지 않다.특히 설진기의 임상적 활용성과 진단 지표의 신뢰성을 높이기 위해서는 이러한 생활환경적 요인과 설진 지표 사이의 관계를 파악하고, 설진 지표가 수면과 같은 건강 관련 상태를 어느 정도 반영하는지를 탐색할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 성인 대상자를 대상으로 음주, 흡연 및 커피 음용 등의 생활행태와 Pittsburgh Sleep Quality Index-Korean version(PSQI-K)을 이용한 수면의 질을 조사하고, 디지털 설진기(KTAS-4000)를 이용하여 담홍도, 청자도, 설태도, 황태도 및 치흔도를 정량적으로 측정하였다. 이를 바탕으로 첫째, 주요 생활행태에 따른 수면의 질과 설진 지표의 차이를 확인하고, 둘째, 각 설진 지표 간의 상호 관련성을 분석하며, 셋째, 수면의 질과 객관적 설진 지표 간의 관련성을 탐색하고자 하였다.이를 통해 생활행태와 수면 상태에 따른 혀 영상 정보의 특성을 파악하고, 향후 디지털 설진의 객관화와 표준화 및 임상적 활용을 위한 기초자료를 마련하는 것을 본 연구의 목적으로 하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구설계 및 연구대상

본 연구는 성인의 생활행태 및 수면의 질과 정량적 설진 지표 간의 관련성을 분석하기 위한 단일기관 단면연구(cross-sectional study)로 수행하였다. 연구대상자는 2025년 6월 1일부터 2025년 7월 31일까지 동신대학교 한방병원에서 모집하였으며, 만 19세 이상의 성인을 대상으로 생활행태 및 수면 관련 설문조사와 디지털 설진기(KTAS-4000)를 이용한 설진 검사를 시행하였다. 연구대상자의 선정기준은 ① 만 19세 이상의 성인, ② 연구의 목적과 절차에 대한 설명을 듣고 자발적으로 연구 참여에 동의한 자, ③ 설문조사 및 혀 영상 촬영이 가능한 자로 하였다. 제외기준은 ① 혀의 형태나 색상에 영향을 미칠 수 있는 구강 및 혀의 병변이 있는 자, ② 혀 영상 촬영 또는 설문조사를 정상적으로 수행하기 어려운 자, ③ 연구책임자가 연구 참여에 적절하지 않다고 판단한 자로 하였다. 최종적으로 총 83명의 자료를 분석에 포함하였다.

2. 생활행태 조사

연구대상자의 일반적 특성으로 성별과 연령을 조사하였으며, 생활행태 항목으로 흡연, 음주 및 커피 음용 여부를 조사하였다. 각 생활행태는 현재 해당 행위를 하는지 여부를 기준으로 구분하여 분석하였다. 흡연, 음주 및 커피 음용 여부는 각각 이분형 범주형 변수로 처리하였다. 상관분석에서 범주형 변수의 방향성을 명확하게 해석할 수 있도록 각 변수의 코딩 기준을 사전에 설정하여 분석에 적용하였다.

3. 수면의 질 평가

수면의 질은 한국어판 피츠버그 수면의 질 지수(Korean version of the Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI-K)[8]를 이용하여 평가하였다. PSQI-K는 최근 1개월 동안의 주관적인 수면상태를 평가하는 도구로, 주관적 수면의 질, 수면잠복기, 수면시간, 평소의 수면효율, 수면방해, 수면제 사용 및 주간 기능장애의 7개 영역으로 구성된다. 각 영역의 점수는 0점에서 3점으로 평가되며, 총점은 0점에서 21점 범위이다. 총점이 높을수록 수면의 질이 낮음을 의미한다. 본 연구에서는 PSQI-K 총점을 연속형 변수로 사용하여 생활행태 및 설진 지표와의 관련성을 분석하였다.

4. 혀 영상 측정 및 설진지표

혀의 영상정보는 디지털 설진기(KTAS-4000)를 이용하여 측정하였다(Fig. 1). 대상자는 측정자의 안내에 따라 혀를 자연스럽게 내민 상태에서 혀 영상을 촬영하였으며, 획득된 영상을 장비의 분석시스템을 이용하여 정량적으로 분석하였다. KTAS-4000은 혀 영상에서 CIE Lab 색공간을 기반으로 설질 및 설태의 색상정보와 형태적 특성을 분석하며, 본 연구에서는 담홍도(Reddish index), 청자도(Bluish-purple index), 설태도(Tongue coating index), 황태도(Yellow tongue coating index) 및 치흔도(Tooth-mark index)를 주요 설진 지표로 사용하였다[9,10]. 담홍도는 설질의 적색 정도, 청자도는 설질의 청자색 정도를 나타내며, 설태도는 혀 표면의 설태 정도, 황태도는 설태의 황색 정도를 나타내는 지표이다. 치흔도는 설변부에 나타나는 치흔의 정도를 정량적으로 평가한 지표이다. 각 지표는 KTAS-4000을 통해 산출된 측정값을 연속형 변수로 사용하여 분석하였다.



(A) (B)

Fig. 1. Configuration of the KTAS-4000 Digital Tongue Inspection/Diagnosis System and an Example of Tongue Analysis Results. (A) Configuration of the KTAS-4000 system. (B) Representative example of tongue analysis results obtained using the KTAS-4000 system.

5. 윤리적 고려

본 연구는 동신대학교 한방병원 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받은 후 수행하였다(IRB No. DSGOH-2025-002). 모든 연구대상자에게 연구의 목적과 방법, 연구 참여에 따른 절차 등에 대해 충분히 설명하였으며, 자발적인 서면 동의를 받은 후

연구를 진행하였다.

6. 통계분석 방법

통계 분석은 SPSS program for windows ver. 13.0(IBM Corp. Armonk, NY, USA)를 사용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적 특성과 PSQI-K 및 설진 지표는 빈도와 백분율 또는 평균과 표준편차(mean±standard deviation)로 제시하였다. 흡연, 음주 및 커피 음용 여부에 따른 PSQI-K와 설진 지표의 차이는 독립표본 t-test를 이용하여 분석하였다. 군 간 분산의 동질성은 Levene의 등분산성 검정(Levene's test)을 이용하여 확인하였다. 생활행태별 6개 결과변수 비교 총 18건에 대해서는 Benjamini-Hochberg 방식의 FDR 보정을 추가하였다. 설진 지표 5개와 PSQI-K 간 상관분석은 Spearman 순위상관계수를 산출하고, 해당 5개 검정을 하나의 검정군으로 하여 BH-FDR 보정을 적용하였다. 설진 지표 간 상관분석 역시 Spearman 순위상관분석을 주분석으로 하였으며, 10개 지표 쌍을 하나의 검정군으로 하여 BH-FDR 보정을 적용하였다. PSQI-K와 성별, 연령 및 생활행태의 관련성은 Spearman 상관분석으로 평가하였다. 담홍도와 PSQI-K의 관련성에 대해서는 성별·연령을 보정한 모형과 성별·연령·흡연·음주·커피를 추가 보정한 모형의 부분 Spearman 상관 민감도 분석을 수행하였다. 결측치는 각 분석에 필요한 변수의 유효 관측값을 이용하는 쌍별 제외(pairwise deletion) 방식으로 처리하였다. 모든 검정은 양측검정으로 수행하였으며, 명목 유의수준은 $p<0.05$로 설정하고 FDR 보정 결과는 q값으로 함께 제시하였다.

Ⅲ. 결과

1. 인구사회학적 특징 및 성별 PSQI-K와 설진지표의 평가성적

연구대상자는 총 83명으로 남성 47명, 여성 36명이었으며, 평균 연령은 남성 26.26±6.38세, 여성 27.89±7.94세였다. 흡연자는 남성 7명, 여성 2명이었으며, 음주자는 각각 39명과 34명, 커피 음용자는 각각 42명과 34명이었다. PSQI-K 점수는 남성 7.47±2.63점, 여성 7.06±1.76점이었다. 설진 지표의 성별 분포는 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Demographic characteristics

	Male	Female
Sex	47	36
Age	26.260±6.379	27.890±7.938
Smoking Yes/No	7/40	2/34
Drinking Yes/No	39/8	34/2
Coffee Yes/No	42/5	34/2
PSQI-K	7.470±2.628	7.060±1.756

Reddish index	0.530±0.160	0.515±0.149
Bluish-purple index	0.302±0.067	0.300±0.078
Tongue coating index	0.636±0.230	0.665±0.207
Yellow tongue coating index	0.213±0.099	0.238±0.109
Tooth-mark index	10.851±3.810	11.138±3.287

2. 흡연 여부에 따른 PSQI-K와 설진지표의 차이

흡연 여부에 따른 PSQI-K와 설진 지표의 차이를 분석한 결과, 모든 변수에서 등분산 가정이 충족되었다. 흡연군과 비흡연군 간 PSQI-K, 담홍도, 청자도, 설태도, 황태도 및 치흔도에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. FDR을 보정한 값도 유의한 차이가 없었다(Table 2).

Table 2. Difference between PSQI-K and Tongue diagnosis depending on smoking(N=9/74)

	Levene		Now smoking	Not smoking	p-value	BH-FDR
	F	p-value	(N=9)	(N=74)		q
PSQI-K	1.898	0.172	8.330±2.784	7.160±2.208	0.148	0.496
Reddish index	0.025	0.876	0.548±0.166	0.520±0.154	0.613	0.829
Bluish-purple index	0.636	0.428	0.345±0.098	0.296±0.067	0.072	0.352
Tongue coating index	0.043	0.837	0.676±0.227	0.645±0.220	0.691	0.829
Yellow tongue coating index	0.545	0.463	0.242±0.112	0.221±0.103	0.579	0.829
Tooth-mark index	0.566	0.454	10.444±3.045	11.040±3.646	0.640	0.829

T-Test
Homogeneity test is Levene`s test
SD means standard differentiation
BH-FDR means FDR correction based Benjamini–Hochberg
** means significant at the 0.01 level(2-tailed) / * means significant at the 0.05 level(2-tailed)

3. 음주 여부에 따른 PSQI-K와 설진지표의 차이

음주 여부에 따른 PSQI-K와 설진 지표의 차이를 분석한 결과, PSQI-K, 담홍도, 청자도, 설태도 및 치흔도에서 음주군과 비음주군 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 황태도는 등분산 가정이 충족되지 않아 이를 고려하여 분석하였으며, 군 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.193). FDR을 보정한 값도 유의한 차이가 없었다(Table 3).

Table 3. Difference between PSQI-K and Tongue diagnosis depending on drinking(N=73/10)

	Levene		Now drinking (N=73)	Not drinking (N=10)	*p-value*	*BH-FDR q*
	F	p-value				
PSQI-K	0.142	0.708	7.290±2.348	7.300±1.889	0.987	0.987
Reddish index	0.132	0.717	0.535±0.151	0.443±0.162	0.078	0.352
Bluish-purple index	1.794	0.184	0.301±0.074	0.301±0.049	0.978	0.987
Tongue coating index	0.210	0.648	0.654±0.218	0.606±0.242	0.514	0.829
Yellow tongue coating index	5.805	0.018*	0.227±0.108	0.198±0.056	0.193	0.496
Tooth-mark index	0.838	0.363	10.958±3.501	11.100±4.280	0.908	0.987

Student T-Test
Homogeneity test is Levene`s test
SD means standard differentiation
BH-FDR means FDR correction based Benjamini-Hochberg
* means significant at the 0.05 level(2-tailed)

4. 커피 음용 여부에 따른 PSQI-K와 설진지표의 차이

커피 음용 여부에 따른 PSQI-K와 설진 지표의 차이를 분석한 결과, 비음용군의 PSQI-K 점수는 9.142±1.952점으로 음용군의 7.118±2.250점보다 유의하게 높았다(p=0.024). 설진 지표 중에서는 커피 음용군의 설태도가 0.663±0.217로 비음용군의 0.488±0.200보다 높게 나타났다(p=0.043). 이러한 차이는 명목 유의수준에서 확인되었으나, 다중비교에 대한 BH-FDR 보정 후에는 통계적 유의성이 유지되지 않았다. 다른 설진 지표에서는 유의한 차이가 확인되지 않았다(Table 4).

Table 4. Difference between PSQI-K and Tongue diagnosis depending on coffee drinking(N=76/7)

	Levene		Now drink coffee (N=76)	Not drink coffee (N=7)	p-value	BH-FDR q
	F	p-value				
PSQI-K	0.431	0.514	7.118±2.250	9.142±1.952	0.024*	0.352
Reddish index	0.492	0.485	0.521±0.157	0.550±0.140	0.646	0.829
Bluish-purple index	3.749	0.056	0.303±0.074	0.283±0.032	0.522	0.829
Tongue coating index	0.374	0.542	0.663±0.217	0.488±0.200	0.043*	0.352

Yellow tongue coating index	12.824	0.001	0.225±0.108	0.207±0.012	0.170	0.496
Tooth-mark index	0.021	0.885	10.921±3.569	11.571±3.866	0.648	0.829

T-Test
Homogeneity test is Levene`s test
SD means standard differentiation
BH-FDR means FDR correction based Benjamini-Hochberg
* means significant at the 0.05 level(2-tailed)

5. 설진지표 간의 상관성 분석

디지털 설진기로 측정한 5개 설진 지표 간의 상관성을 분석한 결과, 설질의 색상, 설태 및 설형 관련 지표 사이에서 다양한 상관관계가 관찰되었다. 담홍도는 설태도(ρ=-0.396, q=0.001) 및 청자도(ρ=-0.246, q=0.044)와 유의한 음의 상관관계를 나타냈으며, 황태도(ρ=0.258, q=0.037)와는 유의한 양의 상관관계를 보였다. 청자도는 설태도(ρ=0.589, q<0.001) 및 치흔도(ρ=0.263, q=0.037)와 유의한 양의 상관관계를 나타냈다. 또한 설태도와 황태도 사이에서도 유의한 양의 상관관계가 확인되었다(ρ=0.314, q=0.014). 이들 상관관계는 BH-FDR 보정 후에도 통계적 유의성이 유지되었으며, 디지털 설진으로 측정한 설질·설태·설형의 정량적 지표 사이에 상호 연관성이 존재함을 확인하였다(Table 5).

Table 5. Correlation analysis between Tongue diagnosis

		Reddish index	Blue index	Tongue coating index	Yellow tongue coating index	Tooth-mark index
Reddish index	Spearman ρ	1	-0.246	-0.396	0.258	-0.255
	p-value		0.026*	0.000**	0.018*	0.041*
	BH-FDR q		0.044*	0.001**	0.037*	0.059
	Valid N		82	82	83	83
Blue index	Spearman ρ		1	0.589	0.191	0.263
	p-value			0.000**	0.085	0.018*
	BH-FDR q			0.000**	0.100	0.037*
	Valid N			81	82	82
Tongue coating index	Spearman ρ			1	0.314	0.188
	p-value				0.004**	0.090
	BH-FDR q				0.014*	0.100
	Valid N				82	82
Yellow tongue coating index	Spearman ρ				1	0.110
	p-value					0.321
	BH-FDR q					0.321

Valid N	83

BH-FDR means FDR correction based Benjamini-Hochberg

** : Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed)

* : Correlation is significant at the 0.05 level(2-tailed)

6. 성별, 연령, 생활행태와 PSQI-K 상관성 분석

성별, 연령 및 생활행태와 수면의 질 간의 관련성을 평가하기 위하여 Spearman 순위상관분석을 시행하였다(Table 6). 분석 결과, 성별(ρ=-0.020, p=0.860), 연령(ρ=0.057, p=0.612), 흡연 여부(ρ=-0.145, p=0.191) 및 음주 여부(ρ=0.032, p=0.772)는 PSQI-K 점수와 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내지 않았다.

커피 음용 여부는 PSQI-K 점수와 유의한 양의 상관관계를 나타냈으며(ρ=0.284, p=0.009), 다중비교에 대한 BH-FDR 보정 후에도 통계적 유의성이 유지되었다(q=0.046). 이는 본 연구에서 평가한 생활행태 가운데 커피 음용 여부가 수면의 질과 유의한 관련성을 나타낸 요인임을 보여준다. 커피 음용 여부와 PSQI-K 점수 사이의 상관관계는 다중비교 보정 후에도 통계적으로 유의하였으며, 성별, 연령 및 다른 생활행태를 고려한 분석에서도 일관되게 유지되었다. 이는 커피 음용 여부와 수면의 질 사이에 독립적인 관련성이 존재할 가능성을 보여주는 결과이다.

Table 6. Correlation analysis among sex, age, life behavior and PSQI-K

	valid N	Spearman ρ	p-value	BH-FDR q
Sex	83	-0.020	0.860	0.860
Age	82	0.057	0.612	0.860
Smoke	83	-0.145	0.191	0.479
Drink	83	0.032	0.772	0.860
Coffee	83	0.284	0.009**	0.046*

BH-FDR means FDR correction based Benjamini-Hochberg

**. Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed)

*. Correlation is significant at the 0.05 level(2-tailed)

7. 설진 지표와 PSQI-K 상관성 분석

설진 지표와 수면의 질 간의 관련성을 평가하기 위하여 Spearman 순위상관분석을 시행하였다(Table 7). 분석 결과, 담홍도(Reddish index)는 PSQI-K 점수와 약한 양의 상관관계를 나타냈으며(ρ=0.219, p=0.047), 명목 유의수준에서 통계적으로 유의하였다. 다만, 5개 설진 지표에 대한 다중비교를 고려하여 BH-FDR 보정을 적용한 결과, 통계적 유의성은 유지되지 않

았다(q=0.234).

그 외 설진 지표인 청자도(Bluish-purple index, ρ=0.058, p=0.604, q=0.659), 설태도(Tongue coating index, ρ=-0.050, p=0.659, q=0.659), 황태도(Yellow tongue coating index, ρ=0.061, p=0.580, q=0.659) 및 치흔도(Tooth-mark index, ρ=-0.185, p=0.094, q=0.234)는 PSQI-K 점수와 통계적으로 유의한 상관관계를 나타내지 않았다.

Table 7. Correlation between Tongue diagnosis and PSQI-K

	valid N	Spearman ρ	p-value	BH-FDR q
Reddish index	83	0.219	0.047*	0.234
Bluish-purple index	82	0.058	0.604	0.659
Tongue coating index	82	-0.050	0.659	0.659
Yellow tongue coating index	83	0.061	0.580	0.659
Tooth-mark index	83	-0.185	0.094	0.234

BH-FDR means FDR correction based Benjamini-Hochberg

**. Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed)

*. Correlation is significant at the 0.05 level(2-tailed)

Ⅳ. 고찰

한의학은 인체를 구성하는 각 부분이 서로 유기적인 관계를 맺고 있는 하나의 전체로 파악하며, 이러한 상호관계를 통해 생리적·병리적 상태를 이해한다. 이러한 관점에서 설진(舌診)은 인체 내부의 상태가 혀의 색상, 설태 및 형태적 특징으로 외부에 반영된다는 전제하에 장부(臟腑), 기혈(氣血), 진액(津液) 등의 상태를 파악하는 중요한 진단 방법이다[1]. 특히 설질과 설태의 변화는 다양한 생리적·병리적 요인에 의해 나타날 수 있으므로[11], 설진 정보를 객관적으로 정량화하고 그 변화에 영향을 미치는 요인을 규명하는 것은 설진의 객관화와 임상적 활용을 위해 중요하다.

본 연구에서는 혀 영상 측정장치인 디지털 설진기(KTAS-4000)를 이용하여 담홍도, 청자도, 설태도, 황태도 및 치흔도를 정량적으로 측정하고, 현대인의 주요 생활행태인 흡연, 음주 및 커피 음용과 수면의 질(PSQI-K)이 이러한 설진 지표와 어떠한 관련성을 나타내는지를 분석하였다. 또한 개별 설진 지표 간의 상관성을 분석함으로써 객관적으로 측정된 설질, 설태 및 설형 정보의 상호 관련성을 확인하고자 하였다. 그 결과 흡연과 음주 여부에 따른 PSQI-K 및 설진 지표에서는 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 커피 음용 여부에 따라 PSQI-K와 설태도에서 유의한 차이가 나타났다. 또한 여러 설진 지표 사이에서 유의한 상관관계가 확인되었으며, 특히 담홍도와 PSQI-K 사이에 유의한 양의 상관관계가 나타났다.

흡연 여부에 따른 PSQI-K와 설진 지표를 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 나타나지

않았으며, 음주 여부에 따른 분석에서도 유의한 차이가 확인되지 않았다. 흡연 및 음주를 비롯한 생활습관과 스트레스 등의 요인은 수면과 관련될 수 있는 것으로 알려져 있으나[12], 본 연구에서는 이러한 생활행태와 수면의 질 또는 설진 지표 사이의 뚜렷한 관련성이 확인되지 않았다. 이는 비교적 젊고 건강한 성인을 대상으로 하였다는 점과 함께 흡연자와 비흡연자, 음주자와 비음주자 간 표본 수가 불균형하였다는 점이 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 또한 흡연량과 흡연기간, 음주량과 음주빈도 등을 세분화하지 않고 섭취 여부를 중심으로 분석하였다는 점도 고려할 필요가 있다. 따라서 본 결과는 흡연이나 음주가 수면 및 혀의 상태와 관련이 없다는 의미라기보다는 본 연구의 대상자와 연구조건에서는 통계적 관련성이 확인되지 않았다는 의미로 해석하는 것이 적절하다.

반면 커피 음용 여부에 따른 분석에서는 커피를 마시지 않는 군의 PSQI-K 점수가 커피 음용군보다 유의하게 높았으며(p=0.024), 설진 지표 중 설태도는 커피 음용군에서 비음용군보다 유의하게 높았다(p=0.043). 카페인은 중추신경계에 대한 각성작용을 나타내며 수면에 영향을 미칠 수 있고, 카페인 섭취가 수면의 양상에 영향을 미칠 수 있음이 보고되어 있다[13]. 이러한 점을 고려하면 커피 음용군에서 수면의 질이 낮을 것으로 예상할 수도 있으나, 본 연구에서는 오히려 비음용군에서 PSQI-K가 높게 나타났다. 이러한 결과를 커피 섭취가 수면의 질을 개선하는 것으로 해석하기보다는, 수면의 질이 좋지 않은 대상자가 커피 섭취를 줄이거나 피했을 가능성, 개인별 카페인 민감도와 내성, 섭취량과 섭취시간 및 생활패턴 등의 영향을 고려해야 한다. 특히 비음용군의 대상자 수가 적었다는 점을 고려하면 이 결과는 탐색적으로 해석할 필요가 있다.

커피 음용군에서 설태도가 유의하게 높게 나타난 결과는 생활행태가 디지털 설진 지표에 영향을 미칠 가능성을 보여준다는 점에서 의미가 있다. 설태는 다양한 생리적·병리적 요인의 영향을 받을 수 있으므로[11], 커피 섭취와 설태도의 관계를 명확히 규명하기 위해서는 커피의 섭취량과 빈도, 마지막 섭취시간, 음식물 섭취 및 구강위생 상태 등을 함께 고려해야 한다. 특히 이러한 결과는 혀 영상 측정장치를 이용한 설진의 표준화를 위해 촬영조건뿐 아니라 검사 전 음식이나 커피 등의 기호식품 섭취와 구강관리 상태를 측정 전 조건으로 고려할 필요가 있음을 시사한다.

설진 지표 간의 상관관계를 분석한 결과 담홍도는 설태도 및 치흔도와 음의 상관관계를 나타낸 반면 황태도와는 양의 상관관계를 나타냈다. 또한 청자도는 설태도 및 치흔도와 양의 상관관계를 나타냈으며, 설태도와 황태도 역시 유의한 양의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 디지털 설진기의 각 평가항목이 완전히 독립적으로 변화하기보다는 설질, 설태 및 설형의 특성이 서로 연관되어 나타날 수 있음을 보여준다.

특히 담홍도와 황태도 사이의 양의 상관관계는 다중비교를 보정한 FDR에서도 유의하게 유지되었는데, 이는 전통적인 설진 이론과 연계하여 해석할 수 있다. 정상적인 담홍설은 건강한 설질의 대표적인 특성이지만 설질의 적색 정도가 증가하여 홍설의 양상을 보이는 경우에는 열(熱)과 관련된 상태를 반영할 수 있다[14]. 황태 역시 일반적으로 열 또는 습열(濕熱)과 관련된 설태 특성으로 해석된다[15]. 따라서 담홍도와 황태도의 양의 상관관계는 두 지표가 열과 관련된 생리·병리적 특성을 일정 부분 공유할 가능성을 시사한다. 다만 본 연구가 건강한 성인을 대상으로 하였다는 점을 고려할 때 이를 특정한 열증이나 습열증으로 직접 해석하기보다는 전통적인 설진 이론에서 설명되는 설질과 설태의 관련성이 정량적인 영상지표에서도 일부 관찰되었다는 측면에서 해석하는 것이 타당하다.

반면 담홍도와 치흔도 사이에는 음의 상관관계가 확인되었다. 치흔은 설변부에 치아에 눌린 흔적이 나타나는 형태적 특징으로 한의학에서는 주로 비기허(脾氣虛), 양허(陽虛) 및 수습(水濕)의 정체와 관련하여 해석한다[1]. 이에 비하여 설질의 적색 증가는 열과 관련된 상태에서 나타날 수 있으므로[14], 담홍도와 치흔도의 역방향 관계는 서로 다른 생리·병리적 특성이 설질의 색상과 형태에 각각 반영된 결과일 가능성이 있다.

청자도와 설태도 및 치흔도 사이에서는 양의 상관관계가 나타났으며, 다중비교를 보정한 FDR에서도 유의하게 유지되었다. 청자설은 한의학에서 혈류순환의 장애 및 어혈(瘀血)과 관련된 설질 변화로 해석되어 왔다[16]. 치흔은 설변부에 치아에 눌린 흔적이 나타나는 형태적 특징으로 한의학에서는 주로 비기허(脾氣虛), 양허(陽虛) 및 수습(水濕)의 정체와 관련하여 해석되지만[1], 어혈과 수습 모두 기혈 및 체액순환의 이상과 관련된다는 점에서 서로 연계될 가능성이 있다[17]. 따라서 청자도와 설태도 및 치흔도 사이의 상관성은 혈행과 수액대사 등의 복합적인 생리·병리적 상태가 서로 다른 설진 지표에 함께 반영되었을 가능성을 보여준다. 그러나 본 연구에서는 어혈이나 수습에 대한 별도의 변증평가를 시행하지 않았으므로 이러한 해석은 전통적인 설진 이론과 본 연구 결과를 연결하는 가능성으로 제한하여 이해할 필요가 있다.

한편 담홍도와 일반 설태도 사이에서 음의 상관관계가 나타난 것은 기존의 한의학적 병리해석과 반드시 일치하지 않는 결과이다. 이는 연구대상자의 평균 연령이 비교적 낮고 대부분 건강한 성인이어서 질환 상태에서 나타나는 뚜렷한 설태 변화를 충분히 반영하지 못했기 때문일 가능성이 있다. 또한 설태는 식이, 구강상태 및 생활환경 등의 영향을 받을 수 있으므로 향후 이러한 요인을 통제하고 다양한 연령 및 질환군을 대상으로 설질과 설태의 상호관계를 재확인할 필요가 있다.

본 연구에서 특히 주목할 결과는 설진 지표와 수면의 질 사이의 관련성이다. 분석 결과 담홍도와 PSQI-K 사이에서 유의한 양의 상관관계가 확인되었다(ρ=0.219, p=0.047, FDR q=0.234). 즉, 담홍도가 증가할수록 PSQI-K 점수가 높아져 수면의 질이 저하되는 경향을 나타났다. 반면 청자도, 설태도, 황태도 및 치흔도와 PSQI-K 사이에서는 유의한 상관관계가 확인되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 수면의 질과 설진의 모든 지표가 광범위하게 관련되기보다는 설질의 색상 특성 중 담홍도가 선택적으로 관련되는 양상이 나타났다는 점에 의미가 있다.

이러한 결과는 수면상태와 혀의 색상 특성 사이의 관련성을 보고한 선행연구와도 연결된다. 수면장애 환자에서 혀의 색상 분포 차이가 보고된 바 있으며[3], 수면의 질과 심박변이도 및 설진 지표의 관련성을 분석한 연구에서도 수면상태와 설진 특성의 관련 가능성이 제시되었다[14]. 또한 수면 부족 등을 포함한 피로를 호소하는 대상자를 기울(氣鬱)과 기허(氣虛)로 구분하여 설진 특성을 분석한 연구에서는 기울군이 기허군에 비해 혀의 담홍도가 높은 것으로 보고되었다[21]. 이러한 선행연구와 본 연구 결과는 수면과 관련된 생리적 변화가 설질의 색상, 특히 적색 정도와 연관되어 나타날 가능성을 뒷받침한다.

수면의 질 저하와 담홍도 증가의 관련성은 자율신경계와 스트레스 반응을 통해 설명할 가능성이 있다. 수면과 스트레스 및 대사계 사이에는 상호작용이 존재하며[2], 수면장애는 자율신경계 균형과 관련될 수 있고[18], 불면 상태에서는 심박변이도의 변화가 보고된 바 있다[19]. 또한 야간 및 이른 아침의 코티솔 반응은 자율신경계 활성과 관련될 수 있다[20]. 따라서 수면의 질 저하에 따른 자율신경계와 스트레스 반응의 변화가 말초혈류 및 설질의 색상 변화에

일정 부분 영향을 미쳤을 가능성을 고려할 수 있다. 다만 본 연구에서는 심박변이도, 코티솔 및 혀의 혈류를 직접 측정하지 않았으므로 이러한 설명은 관찰된 관련성을 설명하기 위한 가능한 기전으로 해석해야 한다.

또한 담홍도와 PSQI-K의 상관계수가 0.219로 크지 않으며, 다중비교를 보정한 FDR에서는 통계적 유의성이 확인되지 않았다는 점을 고려할 필요가 있다. 따라서 담홍도 단독으로 수면의 질을 평가하거나 수면장애를 진단할 수 있다는 의미로 해석해서는 안 된다. 그럼에도 디지털 혀 영상 측정장치를 통해 객관적으로 정량화된 설질의 색상 지표와 표준화된 수면평가도구 사이에서 유의한 관련성이 확인되었다는 점은 중요한 의미를 갖는다. 이는 전통적으로 의료진의 육안과 경험에 의해 판단해 온 설질의 색상 정보를 정량화하고 이를 현대적인 건강평가지표와 연결할 수 있는 가능성을 보여준다.

본 연구는 기존의 설진 연구가 주로 특정 질환이나 한의학적 변증과 설진 특성 사이의 관련성을 분석해 온 것과 달리[6,7], 현대인의 일상적인 생활행태와 수면의 질을 디지털 설진 지표와 함께 분석하였다는 점에서 의의가 있다. 특히 커피 음용 여부에 따라 PSQI-K와 설태도에서 차이가 나타난 결과는 설진 지표를 해석할 때 질환뿐 아니라 일상적인 생활행태를 함께 고려할 필요가 있음을 보여준다. 또한 담홍도, 청자도, 설태도, 황태도 및 치흔도 사이에서 나타난 상호 관련성은 설진을 하나의 색상이나 형태적 특징으로 평가하기보다 설질, 설태 및 설형을 포함한 여러 정보를 종합적으로 평가할 필요가 있음을 시사한다.

특히 담홍도와 PSQI-K 사이의 유의한 관련성이 확인된 것은 한의학에서 임상적으로 관찰해 온 혀의 색상 정보를 객관적으로 수치화하고 이를 표준화된 수면평가지표와 연결하였다는 점에서 의미가 있다. 이는 디지털 설진이 기존의 육안 설진을 단순히 영상화하는 수준을 넘어, 정량적인 설진 정보와 생활행태 및 건강상태를 연계하여 분석할 수 있는 객관적 진단정보로 발전할 가능성을 보여준다. 아울러 커피 음용 여부에 따라 설태도에 차이가 나타난 것은 디지털 설진의 표준화를 위해 장비 및 촬영조건뿐 아니라 검사 전 음식물과 기호식품 섭취, 구강관리 등의 측정 전 조건도 함께 표준화할 필요가 있음을 시사한다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 단일기관에서 비교적 젊은 건강한 성인 83명을 대상으로 수행한 단면연구이므로 결과를 전체 연령층이나 질환군으로 일반화하는 데 한계가 있으며, 생활행태별 군의 대상자 수는 결측치로 인해 일정하게 유지되지는 못하였다. 또한 흡연, 음주 및 커피 섭취의 양·빈도·기간과 검사 전 섭취시점, 식이 및 구강위생 등의 잠재적 영향요인을 충분히 통제하지 못하였다. 따라서 향후에는 다양한 연령과 질환군을 포함한 충분한 표본을 확보하고 이러한 교란요인을 통제할 필요가 있다. 또한 반복측정 또는 종단연구와 함께 심박변이도, 코티솔, 객관적 수면지표 등의 생체지표를 병행한다면 수면과 설진 지표 사이의 관련성과 생리적 기전을 보다 구체적으로 규명할 수 있을 것이다.

종합하면, 본 연구에서는 생활행태 가운데 커피 음용 여부에 따라 수면의 질과 설태도에서 차이가 나타났으며, 객관적으로 측정된 여러 설진 지표 사이에서도 유의한 상관관계가 확인되었다. 특히 담홍도와 PSQI-K 사이의 유의한 양의 상관관계는 객관적으로 측정된 혀의 색상 정보가 수면의 질과 관련된 생리적 상태를 일정 부분 반영할 가능성을 보여주는 결과라 할 수 있다. 다만 상관성의 크기가 크지 않고 단면연구라는 점에서 이를 직접적인 진단지표로 해석하기보다는 향후 검증이 필요한 탐색적 결과로 보는 것이 타당하다. 본 연구는 생활행태와 수면상태가 디지털 설진 지표의 해석에 고려되어야 할 요인임을 보여주었으며, 정량적인 혀 영

상 정보와 표준화된 건강평가지표를 연계함으로써 설진의 객관화와 측정 표준화 및 임상적 활용을 위한 기초 근거를 제시하였다는 데 의의가 있다.

Ⅴ. 결론

본 연구에서는 디지털 설진기(KTAS-4000)를 이용하여 성인의 설질, 설태 및 설형 관련 지표를 정량적으로 측정하고, 생활행태 및 수면의 질과의 관련성을 분석하였다.

연구 결과, 담홍도, 청자도, 설태도, 황태도 및 치흔도 사이에서 다양한 상관관계가 관찰되었으며, 이 중 다수의 상관관계는 다중비교 보정 후에도 통계적 유의성이 유지되었다. 이는 디지털 설진으로 측정한 설질, 설태 및 설형의 특성이 서로 연관되어 나타날 수 있음을 보여주며, 여러 설진 지표를 종합적으로 분석하는 접근의 기초 근거를 제시한다.

생활행태에 따른 분석에서는 커피 음용 여부에 따라 설태도와 PSQI-K 점수에서 차이가 관찰되었으며, 담홍도와 PSQI-K 사이에서도 약한 양의 상관 경향이 나타났다. 이러한 결과는 다중비교 보정 후 통계적 유의성이 유지되지 않았으나, 생활행태와 수면 상태가 디지털 설진 지표와 어떠한 관련성을 나타내는지 탐색하는 후속 연구의 기초자료가 될 수 있다.

종합하면, 본 연구는 디지털 설진을 통해 설질, 설태 및 설형의 특성을 정량적으로 평가하고, 지표 간 상호 관련성과 생활행태 및 수면 상태와의 연계 가능성을 제시하였다. 이는 전통적인 설진 정보를 객관적인 영상지표로 분석하고, 설진의 측정 표준화와 통합적 평가체계 구축을 위한 기초자료를 마련하였다는 점에서 의의가 있다.

감사의 글

이 논문은 2026년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단 바이오.의료기술개발사업의 지원(No.2022M3A9B6017813)과 동신대학교 학술연구비의 지원으로 수행된 연구이다.

참고문헌

1. The Compilation Committee of Korean Diagnostic Medicine. Diagnostics of Korean Medicine. 1st ed. Paju: Koonja Publishing; 2018:78-94.
2. Hirotsu C, Tufik S, Andersen ML. Interactions between sleep, stress, and metabolism: From physiological to pathological conditions. Sleep Sci. 2015;8(3):143-152. doi:10.1016/j.slsci.2015.09.002.
3. Jung CJ, Nam JH, Jeon YJ, Kim KH. Color distribution differences in the tongue in sleep disorder. Evid Based Complement Alternat Med. 2014:2014:323645. doi:10.1155/2014/323645.
4. Kim KH, Nam DH. Trends in the Development of Tongue Diagnostic Devices. The

Journal of Korea Institute of Electronics Engineers. 2016;43(12):35-43.

5. Kim KH, Park GM. Past and future prospects of tongue diagnosis. J Korea Institute of Electronics Engineers. 2010;37(7):62-71.
6. Kang JS, Kim DH, Shin HS, Jo CH, Lee JH, Kang BG, et al. The Study on Relationship of Dampness-Phlegm Tongue Diagnosis to Hyperlipidemia in Stroke Patients. Journal of Korean Institute of Oriental Medical Diagnostics. 2009;13(2):24-33.
7. Lee H, Jeong HI, Lee HJ, Cho Y, Keum CY, Han A, et al. A Clinical Study on the Relationship between Pattern Identifications for Patients with Functional Dyspepsia and Tongue Features. J Int Korean Med. 2021;42(6):1199-1210. doi:10.22246/jikm.2021.42.6.1199.
8. Shin SJ, Hwang EH. A Study on the Subjective and Objective Sleep of the Insomniac Adults. Korean J Health Promot Dis Prev. 2008;8(3):141-149.
9. Kim J, Han G, Ko SJ, Nam DH, Park JW, Ryu B, et al. Tongue diagnosis system for quantitative assessment of tongue coating in patients with functional dyspepsia: A clinical trial. J Ethnopharmacol. 2014;155(1):709-713. doi:10.1016/j.jep.2014.06.010.
10. Lee HJ, Kim SR, Nam DH. Standard Operating Procedure of Tongue-image Analysis System to Improve the Reliability. The Journal of the Society of Korean Medicine Diagnostics. 2016;20(2):51-65.
11. Kim KH, Ryu HH, Kim JY. Basic Research for the Recognition Algorithm of Tongue Coatings for Implementing a Digital Automatic Diagnosis System. J Physiol Pathol Korean Med. 2009;23(1):97-103.
12. Kang SG, Yoon HK, Ham BJ, Choi YK, Kim SH, Joe SH, et al. Effects of Minor Stressful Events on Sleep in College Students. Sleep Med Psychophysiol. 2002;9(1):48-55.
13. Pauchon B, Beauchamps V, Gomez-Mérino D, Erblang M, Drogou C, Van Beers P, et al. Caffeine Intake Alters Recovery Sleep after Sleep Deprivation. Nutrients. 2024;16(20):3442. doi:10.3390/nu16203442.
14. Shim H, Park JH, Lee S, Kim HJ. Correlations between Sleep Quality and Heart Rate Variability, Tongue Diagnosis, and Korean Medical Questionnaires. J Korean Med Rehabil. 2022;32(1):73-87. doi:10.18325/jkmr.2022.32.1.73.
15. Deng J, Dai S, Liu S, Tu L, Cui J, Hu X, et al. Clinical study of intelligent tongue diagnosis and oral microbiome for classifying TCM syndromes in MASLD. Chin Med. 2025;20:78. doi:10.1186/s13020-025-01118-w.
16. Park SW, Kang KW, Kang BG, Kim JC, Kim BY, Go MM, et al. Study of Tongue Diagnosis for Pattern Identification in Stroke Patients. J Physiol Pathol Korean

Med. 2008;22(1):262-266.

17. Kang SS. Concept of blood stasis in Korean medicine. J Korean Med. 1984;5(1):138-140.

18. Kim JE, Park DW, Han JY, Lee JH. Comparisons of HRV Parameters Among Anxiety Disorder, Depressive Disorder and Trauma-Stressor Related Disorder. Korean J Psychosom Med. 2020;28(1):81-88. doi:10.22722/KJPM.2020.28.1.81.

19. Bonnet MH, Arand DL. Heart rate variability in insomniacs and matched normal sleepers. Psychosom Med. 1998;60(5):610-615. doi:10.1097/00006842-199809000-00017.

20. Izawa S, Sugaya N, Yamamoto R, Ogawa N, Nomura S. The cortisol awakening response and autonomic nervous system activity during nocturnal and early morning periods. Neuro Endocrinol Lett. 2010;31(5):685-689.

21. Choi NR, Park SJ, Joo JC, Kwon YM. Tongue of Fatigue by Classification of Sasang Constitution and Qi Blood Pattern Identification. J Sasang Const Med. 2015;27(4):379-387. doi:10.7730/JSCM.2015.27.4.379.