대한한의진단학회지 제30권 제1호 (2026년 10월)
The Journal of the Society of Korean Medicine Diagnostics. 2026;30(1):33-50.
[원저 Original Article]

사상체질 및 성별에 따른 수면 특성과 수면 유형 분석: 챗봇 기반 반복 수면자료를 활용한 탐색적 연구

손윤희[1]*, 김익태[1]
[1]한국한의학연구원 한의AI데이터연구실

Sleep Characteristics and Sleep Phenotypes According to Sasang Constitution and Sex: An Exploratory Study Using Repeated Sleep Data from a Chatbot-Based Sleep Diary

Yunhee Son[1]*, Icktae Kim[1]
[1]Korean Medicine AI Data Research Department, Korea Institute of Oriental Medicine

Abstract

Objectives : This study aimed to examine sex- and Sasang constitution-related differences in sleep characteristics and to explore data-driven sleep phenotypes using repeated sleep data collected through a chatbot-based sleep diary.

Methods : The study included 811 participants with 13,728 daily sleep records. Participant-level summaries of sleep duration, sleep latency, nocturnal awakenings, and self-reported sleep quality were analyzed using Welch tests, two-way ANOVA, Spearman correlation, K-means clustering, and multivariable logistic regression. Daily repeated measures were analyzed using generalized estimating equations (GEE), and within-person variability was assessed in 761 participants with at least seven daily records.

Results : Women had longer sleep latency and a higher mean number of awakenings during sleep than men, whereas no significant differences in the four primary sleep variables were observed among the Soyangin, Soeumin, and Taeeumin types. Two clusters were selected (silhouette=0.253): a healthy-sleep type (n=495, 61.0%) and a sleep-vulnerable type (n=316, 39.0%). GEE analysis of daily records showed a higher awakening frequency in women (IRR=1.43, 95% CI 1.20-1.71, $p<0.001$) but no constitution effect. The sleep-vulnerable type showed greater within-person variability in awakening frequency and sleep quality, but not in sleep duration.

Conclusions : Sex was more consistently associated with sleep initiation and nocturnal awakening frequency than Sasang constitution in this study population. Analyses of daily sleep data further characterized the two exploratory sleep phenotypes, showing greater day-to-day variability in awakening frequency and sleep quality in the sleep-vulnerable type. No statistically significant differences in the examined sleep variables were observed across Sasang constitutional types in this study population.

Keywords : Sasang constitution; Chatbot-based sleep diary; Repeated sleep data; Sleep variability; Cluster analysis

---

* 교신저자 : Yunhee Son. KOREA INSTITUTE OF ORIENTAL MEDICINE. Room 206, Dasan Building, 1672, Yuseong-daero, Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea
Tel: +82-10-3290-1120, E-mail: mellow211@kiom.re.kr
· 원고접수일 : 2026.08.26 / 심사완료일 : 2026.09.08 / 게재결정일 : 2026.09.17

Ⅰ. 서 론

수면은 신체적·정신적 회복과 항상성 유지에 중요한 생리적 기능이며, 개인의 건강상태를 반영하는 주요 생활지표 중 하나이다. 최근 수면건강은 단순한 총 수면시간이 아니라 수면시간, 수면의 연속성, 수면의 시기와 규칙성, 주관적 만족도 등 여러 요소를 함께 고려하는 다차원적 개념으로 이해되고 있다[1,2]. 성인의 건강을 위해 규칙적인 7시간 이상의 수면이 권고되고 있으며[3], 지나치게 짧거나 긴 수면은 건강위험과 관련된다는 보고도 있다[4]. 따라서 개인의 수면상태를 이해하기 위해서는 하나의 지표보다 다양한 수면특성을 종합적으로 살펴볼 필요가 있다.

수면일지는 일상생활에서 개인이 경험한 수면상태를 반복적으로 기록할 수 있는 대표적인 자기보고 방법이다. Consensus Sleep Diary는 취침, 입면, 야간 각성, 기상 및 수면만족도 등을 전향적으로 기록하도록 표준화한 수면일지 체계로 제안되었다[5]. 본 연구에서는 사용자가 챗봇 인터페이스를 통해 자신의 수면상태를 반복적으로 기록하는 자료수집 방법을 챗봇 기반 수면일지(chatbot-based sleep diary)로 정의하였으며, 이를 통해 여러 날에 걸쳐 축적된 자료를 반복 수면자료(repeated sleep data)로 지칭하였다. 이러한 반복자료는 일회성 설문과 달리 개인의 평상시 수면양상을 여러 시점에서 축적하여 분석할 수 있다는 장점이 있다.

수면특성은 개인마다 동일하게 나타나지 않으며 성별, 연령 및 생활특성 등에 따라 차이를 보일 수 있다. 메타분석에서는 여성이 남성보다 불면 증상을 경험할 위험이 높은 것으로 보고되었고[6], 여성의 수면은 생애주기와 호르몬 변화, 심리사회적 요인 등의 영향을 복합적으로 받을 수 있다[7]. 연령 증가에 따라서도 수면시간, 수면효율, 수면구조 및 야간 각성 양상이 변화하는 것으로 알려져 있다[8]. 따라서 수면자료를 분석할 때 성별과 연령은 개인차를 설명하는 주요 요인으로 함께 고려할 필요가 있다.

한편 사상체질의학은 개인의 체질적 생리·심리 특성과 건강상태의 차이를 바탕으로 개별화된 건강관리와 치료를 지향하는 한의학의 대표적인 개인맞춤 의학체계이다[9,10]. 본 연구에서는 사상체질을 새롭게 판정하거나 체질진단의 정확도를 평가하는 것이 아니라, 이미 체질 분류가 완료된 대상자에서 수면특성이 어떻게 나타나는지를 비교하는 개인특성 변수로 활용하였다.

사상체질의학에서 소증(素證, original symptom)은 질병 발생 이전부터 지속되어 온 개인의 평상시 생리·임상 특성을 이해하는 데 중요한 정보로 논의되어 왔다[11]. 체질별 소증과 병리적 증상의 특성을 정리한 연구에서도 수면을 포함한 다양한 평상시 기능정보가 다루어져 왔다[12]. 이러한 관점에서 수면은 체질을 단독으로 판별하는 지표라기보다 개인의 평상시 생활기능을 설명하는 여러 정보 중 하나로 살펴볼 수 있다.

사상체질과 수면의 관계를 분석한 연구는 지속적으로 보고되어 왔다. 초기 연구에서는 체질별 꿈, 졸림, 각성 및 평소 수면양상과 같은 세부 문항을 비교하였고[13,14], 이후 Pittsburgh Sleep Quality Index를 이용한 연구에서는 체질별 주관적 수면의 질과 수면잠복기 등을 분석하였다[15]. 또한 성격요인과 수면의 관계[16], 체질과 수면의 질 및 비만요인의 관련성[17] 등 수면과 개인특성을 함께 고려한 연구도 수행되었다.

최근에는 체질-수면 연구의 범위가 한열증상과 수면장애의 관련성[18], 수면의 질·일주기 유형과 영양상태[19], 건강보험 자료를 이용한 수면-각성장애 특성[20] 등으로 확장되고 있다.

또한 웨어러블 자료를 활용하여 사상체질별 활동, 수면, 심박 및 일주기리듬을 분석한 연구[21]와 사상체질에 따른 수면패턴과 대사증후군의 관련성을 분석한 연구[22]가 보고되면서, 수면을 단일 문항이 아니라 생활환경과 건강상태가 함께 반영되는 다차원적 자료로 접근하려는 시도가 이어지고 있다.

그럼에도 기존 연구는 특정 시점의 설문점수나 개별 수면문항의 체질별 차이를 비교하는 접근이 상대적으로 많았으며, 일상생활에서 반복적으로 축적된 자기보고 수면자료를 이용하여 성별과 사상체질의 관련성을 함께 분석하고 여러 수면지표의 조합을 데이터 기반으로 유형화한 연구는 제한적이다. 반복 수면자료는 개인별 평균뿐 아니라 날짜에 따른 개인 내 변동성도 제공하며, 수면의 평균 수준과 개인 내 변동성은 서로 구분되는 특성으로 함께 고려할 필요가 있다는 점이 제안되어 왔다[23]. 따라서 반복자료의 평균 특성과 일별 변동성을 함께 살펴보면 단일 시점 또는 단일 지표 분석보다 수면패턴을 입체적으로 해석할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 챗봇 기반 수면일지를 통해 수집된 반복 수면자료를 활용하여 성별 및 사상체질에 따른 수면특성과 데이터 기반 수면유형을 탐색하고자 하였다. 구체적인 연구목적은 다음과 같다. 첫째, 성별과 사상체질에 따라 수면시간, 수면진입시간, 수면 중 각성 횟수 및 수면의 질에 차이가 있는지 분석하였다. 둘째, 네 가지 주요 수면지표를 기반으로 데이터 기반 수면유형을 탐색하였다. 셋째, 도출된 수면유형에 따른 개인 내 일별 수면 변동성의 특성을 분석하였다. 아울러 개인별 대표값과 일별 반복자료를 구분하여 분석함으로써 수면특성의 개인 간 차이와 반복측정 자료에서 관찰되는 관련성을 함께 검토하였다.

Ⅱ. 연구자료 및 방법

1. 연구 대상 및 자료

본 연구는 챗봇 기반 수면일지를 통해 여러 날에 걸쳐 수집된 반복 수면자료와 대상자 특성자료를 이용한 후향적 탐색연구이다. 챗봇 기반 수면일지(chatbot-based sleep diary)는 사용자가 일상생활 중 챗봇 인터페이스를 통해 자신의 수면상태를 자가보고 방식으로 반복 기록하는 자료수집 방법을 의미한다. 수면일지를 통해 수면시간, 수면진입시간, 수면 중 각성 횟수 및 주관적 수면의 질에 관한 정보를 수집하였으며, 활동시간과 좌식시간을 보조 생활변수로 활용하였다. 이를 통해 여러 날에 걸쳐 축적된 자료를 반복 수면자료(repeated sleep data), 날짜 단위의 개별 기록을 일별 수면자료(daily sleep data), 대상자 단위로 요약된 값을 개인별 대표값(participant-level summary)으로 정의하였다.

분석대상은 일별 수면자료와 개인별 대표값, 성별, 연령 및 사상체질 정보가 대상자 ID를 기준으로 연결된 811명이었다. 사상체질은 KS-15 기반 설문도구를 통해 기존에 판별된 소양인, 소음인, 태음인 정보를 개인특성 변수로 활용하였으며, 본 연구에서 새롭게 체질을 판정하지 않았다. 개인별 대표값 분석에서는 각 대상자를 독립 분석단위로 설정하였고, 일별 수면자료 분석에서는 동일 대상자 내 반복측정 구조를 고려하였다.

811명에서 총 13,728건의 일별 수면기록이 분석되었다. 설문일은 2020년 10월 16일부터 2024년 8월 31일까지 분포하였으며, 대상자별 기록 수는 중앙값 15회(IQR 15-16회, 범위 1-195회)였다. 개인별 대표값 분석과 일별 반복측정 분석은 동일한 811명을 대상으로 수행하

였으며, 개인 내 변동성 분석은 최소 7회의 일별 기록이 있는 761명을 대상으로

본 연구는 기존에 수집된 챗봇 기반 수면일지 자료를 활용한 후향적 탐색연구이다. 원자료 수집 연구는 대전둔산한방병원 및 한국한의학연구원 기관생명윤리위원회의 승인을 받았으며 (No. DJDSKH-17-BM-12, I-1703/002-002), 연구대상자에게 연구에 대한 설명을 제공한 후 서면동의를 받았다.

표 1. 분석자료 구성 및 최종 분석대상

항목	값	분석상 의미
분석대상자	811명	개인별 대표값 분석 대상
일별 수면자료	13,728건	동일 대상자 반복측정
기록 수	중앙값 15회	IQR 15-16, 범위 1-195
성별	남성 243명 / 여성 568명	성별 표본 불균형 고려
사상체질	소양 107명 / 소음 580명 / 태음 124명	태양인은 분석자료에 없음
BMI 유효자료	804명	유효하지 않은 신체계측값 7명 결측 처리

2. 연구변수 및 데이터 전처리

본 연구의 주요 분석변수는 수면시간, 수면진입시간, 수면 중 각성 횟수 및 수면의 질로 설정하였다. 사상체질은 대상자의 개인특성 변수로 활용하였으며, 본 연구의 목적은 체질판정 방법의 개발이나 타당도 평가가 아니라 사상체질 및 성별에 따른 수면특성을 분석하는 데 두었다.

일별 수면자료 분석에서는 날짜별로 기록된 수면시간, 수면 중 각성 횟수 및 수면의 질을 사용하였다. 수면시간은 0분 이하 또는 720분을 초과한 102건을 제외하였으며, 상한을 600분으로 설정한 민감도 분석에서도 성별 및 사상체질 관련 주요 결과의 방향과 유의성은 변하지 않았다. 일별 수면진입시간은 누운 시각과 잠든 시각의 시각정보로부터 계산할 수 있으나 일부 기록에서 시각의 전후관계가 일관되지 않아 반복측정 분석에는 포함하지 않았고, 개인별 대표값 분석에서는 자료 정제 과정을 거쳐 산출한 수면진입시간을 사용하였다. 수면시간의 개인 내 변동성은 실제 수면양상의 일별 변화뿐 아니라 자기보고 및 시각 입력의 부정확성에 영향을 받았을 가능성이 있으므로 해석에 주의가 필요하다.

개인별 대표값 분석에서 수면시간과 수면진입시간은 분 단위의 값을 사용하였다. 수면의 질은 수면 후 자신의 전반적인 수면상태를 0점부터 3점까지 평가하도록 구성하였으며, 0점은 가장 양호한 상태, 3점은 가장 불량한 상태를 의미한다. 따라서 값이 높을수록 주관적으로 평가한 수면상태가 좋지 않은 것으로 해석하였다.

수면 중 각성 횟수는 수면 중 잠에서 깬 횟수를 의미한다. 설문 응답값은 1부터 시작하도록 설정되어 있어, 실제 각성 횟수를 반영하기 위해 모든 응답값에서 1을 차감하여 분석하였다. 개인별 대표값 분석에서는 여러 날의 일별 기록을 대상자 단위로 평균하여 사용하였으므로 수면 중 각성 횟수가 소수로 나타날 수 있다. 이 지표는 야간 수면분절의 빈도를 반영하지만 각성의 지속시간이나 입면 후 각성시간(wake after sleep onset)을 직접 측정한 것은 아니다. 일별 반복측정 분석에서는 각 날짜에 기록된 각성 횟수의 재코딩값을 사용하였다.

활동시간과 좌식시간은 보조 생활변수로 분석하였다. 활동시간은 일상생활 중 운동을 수행한 시간을 의미하며, 좌식시간은 주로 앉아서 업무 또는 작업을 수행한 시간을 의미한다. 활동시간은 0값이 많고 일부 극단적으로 큰 값이 존재하여 분포가 강하게 우측으로 치우쳤으므로 최종 수면유형 군집분석에는 포함하지 않았다. 신체계측자료를 점검한 결과 유효한 측정값으로 보기 어려운 7명의 BMI는 결측 처리하였다.

표 2. 연구 변수의 정의 및 처리

변수	정의 및 단위	해석 방향	분석 및 전처리
수면시간	수면시간(분)	길고 짧음은 수면량을 의미	0분 이하, 720분 초과 기록 제외
수면진입시간	누운 시각부터 잠든 시각까지의 시간(분)	길수록 입면 지연	정제된 개인별 대표값 분석
활동시간	일상생활 중 운동한 시간(분)	활동량 관련 보조지표	보조 생활변수 분석
좌식시간	앉아서 업무·작업을 수행한 시간(분)	좌식활동 관련 보조지표	보조 생활변수 분석
수면 중 각성 횟수	수면 중 잠에서 깬 횟수(회)	높을수록 각성 빈도 증가	응답값에서 1 차감 후 개인별 평균 및 일별 반복측정 분석
수면의 질	주관적 수면상태(0~3점)	높을수록 불량	개인별 및 일별 반복측정 분석

3. 통계분석

전체 대상자의 특성은 평균, 표준편차, 중앙값 및 범위로 기술하였다. 성별에 따른 주요 수면지표의 차이는 성별 표본 수의 불균형과 분산 이질성을 고려하여 Welch 독립표본 t-검정을 사용하였으며 Hedges' g를 효과크기로 제시하였다. 사상체질 세 집단의 비교에는 Welch 일원분산분석을 적용하였다. 성별 및 체질 비교에서 주요 수면변수 4개를 반복 검정하므로 Benjamini-Hochberg 방식의 false discovery rate(FDR) 보정 q값을 함께 산출하였다.

성별과 사상체질이 주요 수면변수에 미치는 영향을 동시에 평가하기 위해 이원분산분석(two-way ANOVA)을 시행하고 성별 주효과, 체질 주효과 및 성별×체질 상호작용을 검토하였다. 각 효과의 크기는 부분 η^2로 제시하였다. 주요 수면지표 간 관련성을 탐색하고 수면특성과 보조 생활변수의 관련성을 확인하기 위해 Spearman 순위상관분석을 수행하였다. 이때 변수의 분포 특성과 수면의 질 척도의 순서성을 고려하였으며, 활동시간과 좌식시간은 수면특성에 대한 보완적 탐색변수로 활용하였다.

일별 수면자료에서 동일 대상자 내 관측치의 상관을 고려하기 위해 일반화추정방정식(generalized estimating equations, GEE)을 사용하였다[24]. 수면시간은 Gaussian 분포와 identity link, 수면 중 각성 횟수는 Poisson 분포와 log link, 수면의 질은 순서형 GEE를 적용하였으며 대상자 ID를 군집 단위로 하여 exchangeable working correlation structure를 사용하였다. 각 모형에는 성별, 사상체질 및 연령을 포함하였다. 각성 횟수는 분산모수 $\alpha=1$로 설정한 negative binomial GEE와 달력연도 및 주말 여부를 추가 보정한 Poisson GEE를 이용하여 민감도 분석을 수행하였다.

최소 7회의 일별 기록이 있는 761명에서는 유효 수면시간, 수면 중 각성 횟수 및 수면의 질의 개인 내 표준편차를 산출하여 일별 변동성 지표로 사용하였다. 변동성 지표의 성별·사상체질 차이와 수면유형 간 차이는 Welch 검정으로 탐색하고 Benjamini-Hochberg FDR을 보정하였다. 기록 수 차이에 따른 영향을 확인하기 위해 기록 수가 14-16회인 대상자만을 이용한 민감도 분석도 수행하였다.

수면유형을 탐색하기 위한 군집분석에서는 수면 자체를 직접 나타내는 수면시간, 수면진입시간, 수면 중 각성 횟수 및 수면의 질 4개 변수를 사용하였다. 활동시간은 0값이 많고 일부 극단적으로 큰 값이 존재하여 별도 군집 형성에 과도한 영향을 줄 수 있으므로 수면유형 군집분석에서는 제외하였다.

각 변수는 z-score로 표준화한 후 K-means 군집분석을 적용하였다[25]. 군집 수는 k=2부터 k=6까지 비교하고 평균 실루엣 계수로 선택하였다[26]. 초기 중심값에 따른 우연성을 확인하기 위해 50개의 random seed에서 반복분석하여 adjusted Rand index(ARI)를 비교하였다.

또한 일별 수면자료의 수면시간, 각성 횟수 및 수면의 질을 대상자별로 다시 요약하고 정제된 수면진입시간과 결합하여 군집분석을 반복함으로써 자료 요약 방식에 따른 민감도를 확인하였다.

수면유형과 개인특성의 독립적인 관련성을 확인하기 위해 수면취약형을 1, 건강수면형을 0으로 하는 다변량 로지스틱 회귀분석을 수행하였다. 독립변수로 성별(남성 기준), 사상체질(소양인 기준), 연령 및 BMI를 포함하였다. BMI 결측값을 제외한 804명이 회귀분석에 포함되었으며 결과는 odds ratio(OR)와 95% confidence interval(CI)로 제시하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 대상자의 일반적 특성

최종 분석대상은 총 811명으로 남성 243명(30.0%), 여성 568명(70.0%)이었다. 사상체질은 소양인 107명(13.2%), 소음인 580명(71.5%), 태음인 124명(15.3%)으로 소음인의 비율이 가장 높았다. 평균 연령은 49.39±6.72세였고, 유효한 BMI 자료 804명의 평균 BMI는 23.98±3.78 kg/m²였다.

사상체질별 일반적 특성을 비교한 결과, 여성의 비율은 소양인 74.8%, 소음인 70.2%, 태음인 65.3%로 체질별 성별 분포의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(p=.292). 반면 평균 연령은 소양인 50.22±6.13세, 소음인 48.80±6.94세, 태음인 51.38±5.76세로 체질별 유의한 차이가 나타났다(p<.001). BMI 역시 소양인 22.78±2.57 kg/m², 소음인 23.99±3.98 kg/m², 태음인 24.94±3.42 kg/m²로 체질별 유의한 차이가 확인되었다(p<.001).

평균 수면시간은 387.16±44.61분으로 약 6.45시간이었고, 수면진입시간은 21.84±16.33분이었다. 평균 수면 중 각성 횟수는 1.09±1.26회였으며, 수면의 질은 1.17±0.44점이었다.

표 3. 전체 대상자의 수면 및 일반적 특성

변수	N	평균±표준편차	중앙값	범위
수면시간 (분)	811	387.16±44.61	388.57	225.00-540.00
수면진입시간 (분)	811	21.84±16.33	18.21	0.00-125.00
활동시간 (분)	811	36.93±78.79	9.23	0.00-1080.00
좌식시간 (분)	811	429.74±176.09	410.63	70.67-1248.00
수면 중 각성 횟수 (회)	811	1.09±1.26	0.80	0.00-13.33
수면의 질	811	1.17±0.44	1.14	0.00-2.33
연령 (세)	811	49.39±6.72	50.00	26.00-62.00
BMI (kg/m²)	804	23.98±3.78	23.40	16.00-59.50

표 4. 사상체질에 따른 일반적 특성 비교

변수	소양인 (n=107)	소음인 (n=580)	태음인 (n=124)	p
성별				.292
ㄴ 남성, n (%)	27 (25.2)	173 (29.8)	43 (34.7)	
ㄴ 여성, n (%)	80 (74.8)	407 (70.2)	81 (65.3)	
연령 (세)	50.22±6.13	48.80±6.94	51.38±5.76	<.001
BMI (kg/m²)	22.78±2.57	23.99±3.98	24.94±3.42	<.001

2. 성별 및 사상체질에 따른 수면특성

Welch t-검정 결과 여성은 남성보다 수면진입시간이 유의하게 길었다. 남성의 평균 수면진입시간은 18.67±13.92분, 여성은 23.19±17.09분이었으며(t=-3.953, p<.001), FDR 보정 후에도 유의하였다(q<.001). Hedges' g는 -0.279로 작은 효과크기였다. 평균 수면 중 각성 횟수 역시 여성에서 1.18±1.34회로 남성의 0.87±1.02회보다 많았으며(t=-3.618, p<.001, q<.001, Hedges' g=-0.249), 반면 수면시간과 수면의 질은 성별 차이가 유의하지 않았다.

표 5. 성별에 따른 주요 수면특성 비교

변수	남성 (n=243)	여성 (n=568)	t	p	FDR q	Hedges g
수면시간 (분)	385.23±41.25	387.98±45.99	-0.841	0.401	0.535	-0.062
수면진입시간 (분)	18.67±13.92	23.19±17.09	-3.953	<.001	<.001	-0.279
수면 중 각성 횟수 (회)	0.87±1.02	1.18±1.34	-3.618	<.001	<.001	-0.249
수면의 질 (0=좋음, 3=나쁨)	1.16±0.44	1.17±0.43	-0.203	0.839	0.839	-0.016

사상체질에 따른 Welch ANOVA 결과 수면시간, 수면진입시간, 수면 중 각성 횟수 및 수면의 질 모두에서 유의한 집단차이가 확인되지 않았다. 수면진입시간은 소양인 24.46±22.68분, 소음인 21.14±14.34분, 태음인 22.83±18.34분으로 소양인이 수치상 길었으나 통계적으로 유의하지 않았다(F=1.416, p=.245, FDR q=.714).

표 6. 사상체질에 따른 주요 수면특성 비교

변수	소양인	소음인	태음인	Welch F	p	FDR q
수면시간 (분)	383.61±45.84	388.19±44.34	385.42±44.95	0.567	0.568	0.714
수면진입시간 (분)	24.46±22.68	21.14±14.34	22.83±18.34	1.416	0.245	0.714
수면 중 각성 횟수 (회)	1.18±1.08	1.07±1.25	1.09±1.44	0.446	0.641	0.714
수면의 질 (0=좋음, 3=나쁨)	1.15±0.43	1.17±0.44	1.14±0.44	0.337	0.714	0.714

이원분산분석에서 수면진입시간은 성별 주효과가 유의하였고(F=13.129, p<.001, 부분 η^2=.0160), 수면 중 각성 횟수에서도 성별 주효과가 유의하였다(F=10.379, p=.001, 부분 η^2=.0127). 두 효과의 크기는 모두 작은 수준이었다. 사상체질 주효과는 4개 주요 수면지표에서 모두 유의하지 않았고, 성별×사상체질 상호작용도 모든 지표에서 유의하지 않았다.

표 7. 성별 및 사상체질의 이원분산분석

변수	효과	F	p	부분 η^2
수면시간 (분)	성별	0.667	0.414	0.0008
수면시간 (분)	사상체질	0.596	0.551	0.0015
수면시간 (분)	성별×사상체질	0.180	0.835	0.0004
수면진입시간 (분)	성별	13.129	<.001	0.0160
수면진입시간 (분)	사상체질	2.081	0.125	0.0051
수면진입시간 (분)	성별×사상체질	1.474	0.230	0.0036
수면 중 각성 횟수 (회)	성별	10.379	0.001	0.0127
수면 중 각성 횟수 (회)	사상체질	0.273	0.761	0.0007
수면 중 각성 횟수 (회)	성별×사상체질	0.431	0.650	0.0011
수면의 질 (0=좋음, 3=나쁨)	성별	0.036	0.850	0.0000
수면의 질 (0=좋음, 3=나쁨)	사상체질	0.340	0.712	0.0008
수면의 질 (0=좋음, 3=나쁨)	성별×사상체질	0.515	0.598	0.0013

Spearman 상관분석에서 수면시간은 수면의 질 점수와 음의 상관을 보였다(ρ=-.212, p<.001). 수면의 질은 높은 점수일수록 불량한 방향이므로, 수면시간이 길수록 상대적으로 더

양호한 주관적 수면의 질과 관련되는 경향을 의미한다. 수면진입시간은 수면 중 각성 횟수(ρ=.186, p<.001) 및 수면의 질(ρ=.240, p<.001)과 양의 상관을 보였고, 수면 중 각성 횟수와 수면의 질의 상관은 ρ=.326(p<.001)으로 주요 수면변수 간 상관 중 가장 크게 나타났다. 수면시간과 수면진입시간은 약한 음의 상관을 보였다(ρ=-.103, p=.003).

보조 생활변수에서는 활동시간과 좌식시간 사이에 약한 음의 상관(ρ=-.155, p<.001), 연령과 활동시간 사이에 약한 양의 상관(ρ=.128, p<.001)이 관찰되었다. BMI는 수면시간(ρ=-.095, p=.007)과 수면진입시간(ρ=-.103, p=.003)에 약한 음의 상관을 보였으나 효과의 크기가 매우 작으므로 임상적 의미를 과도하게 해석하지 않았다.

3. 수면유형 및 일별 수면자료 분석

수면시간, 수면진입시간, 수면 중 각성 횟수 및 수면의 질을 표준화하여 K-means 군집분석을 시행하였다. k=2-6의 실루엣 계수는 각각 0.253, 0.248, 0.214, 0.233, 0.231로 k=2에서 가장 높았다. k=2와 k=3의 차이는 약 0.005로 작았고 절대값도 높지 않아 군집 수를 확정적 구조로 해석하지 않았다. 50개의 random seed에서 k=2 군집배정의 ARI는 0.990-1.000으로 높은 안정성을 보였다.

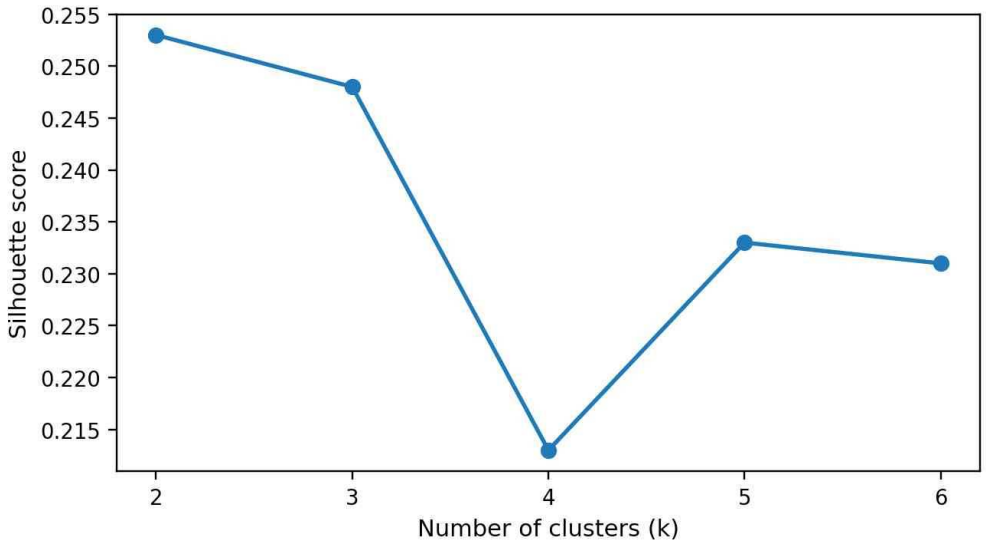


Figure 1. 군집 수에 따른 실루엣 계수

건강수면형은 495명(61.0%)으로 수면시간이 길고(401.60±39.64분), 수면진입시간이 짧으며(15.42±9.69분), 평균 수면 중 각성 횟수(0.68±0.59회)와 수면의 질 점수(0.96±0.38)가 낮은 방향을 보였다. 수면취약형은 316명(39.0%)으로 수면시간이 짧고(364.54±42.58분), 수면진입시간이 길며(31.89±19.30분), 평균 수면 중 각성 횟수(1.74±1.69회) 및 수면의 질 점수(1.48±0.32)가 높았다. 네 지표가 일관된 방향으로 구분되어 각 군집을 건강수면형과 수면취약형으로 명명하였다. 다만 건강수면형은 본 연구자료에서 상대적으로 양호한 수면특성을 보

이는 집단을 의미하며, 임상적으로 건강한 수면상태를 충족한다는 의미는 아니다.

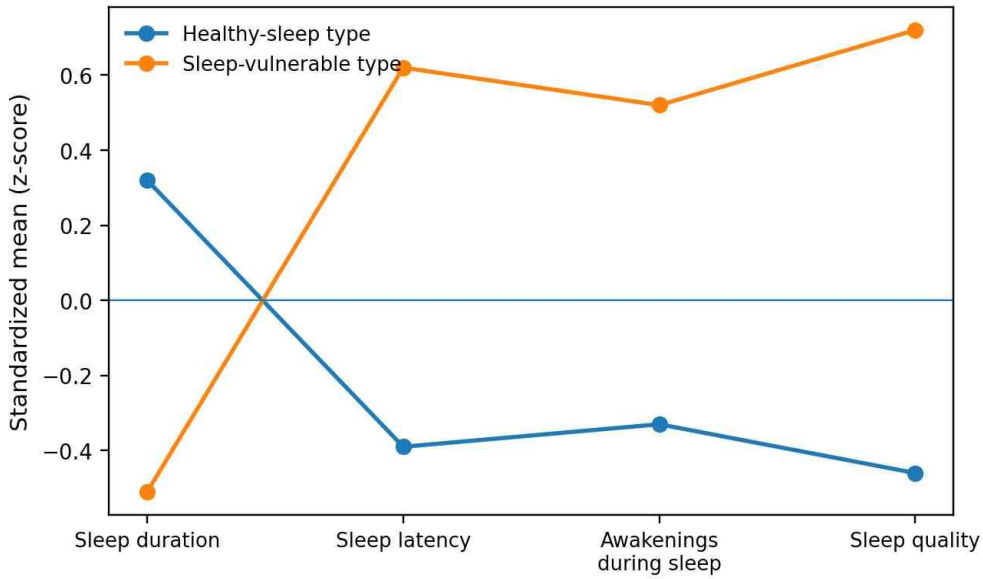


Figure 2. 두 수면유형의 표준화된 프로파일

표 8. 데이터 기반 수면유형의 특성

유형	N	비율	수면시간	수면진입시간	수면 중 각성 횟수 (회)	수면의 질
건강수면형	495	61.0%	401.60±39.64	15.42±9.69	0.68±0.59	0.96±0.38
수면취약형	316	39.0%	364.54±42.58	31.89±19.30	1.74±1.69	1.48±0.32

수면유형과 성별의 관련성은 유의하였다(χ^2=8.169, p=.004, Cramér's V=.100). 수면취약형에서 여성은 240명(75.9%)으로 건강수면형의 여성 328명(66.3%)보다 상대적으로 높은 비율을 보였다. 반면 수면유형과 사상체질의 관련성은 유의하지 않았다(χ^2=1.109, p=.574, Cramér's V=.037).

표 9. 수면유형에 따른 성별 및 사상체질 분포

수면유형	남성	여성	소양인	소음인	태음인
수면취약형	76	240	46	225	45
건강수면형	167	328	61	355	79

성별, 사상체질, 연령 및 BMI를 동시에 포함한 로지스틱 회귀분석에서 여성은 남성에 비해 수면취약형에 속할 오즈가 유의하게 높았다(OR=1.59, 95% CI 1.14-2.21, p=.006). 소양인을 기준으로 소음인과 태음인의 OR는 각각 0.85와 0.81이었으나 모두 통계적으로 유의하지 않았다. 연령과 BMI 역시 유의한 관련을 보이지 않았다. 모형의 pseudo R^2는 0.011로 낮아 현재 포함된 변수들만으로 수면유형을 충분히 설명하거나 예측할 수 없었다.

표 10. 수면취약형에 대한 다변량 로지스틱 회귀분석 (N=804)

변수	Adjusted OR	95% CI	p
여성 (vs 남성)	1.59	1.14-2.21	0.006
소음인 (vs 소양인)	0.85	0.56-1.30	0.461
태음인 (vs 소양인)	0.81	0.47-1.40	0.456
연령 (1세 증가)	0.99	0.96-1.01	0.186
BMI (1 kg/m² 증가)	0.99	0.95-1.03	0.678

일별 수면자료에 대한 반복측정 분석에서, 유효 수면시간 13,626건을 이용한 Gaussian GEE에서는 성별과 사상체질의 효과가 유의하지 않았다(여성 p=.438; 소음인 p=.246; 태음인 p=.634). 수면 중 각성 횟수 13,728건을 이용한 Poisson GEE에서는 여성의 일별 각성 빈도가 남성보다 높았으며(IRR=1.43, 95% CI 1.20-1.71, p<.001), 소음인과 태음인은 소양인과 유의한 차이가 없었다(p=.295, p=.646). 수면의 질에 대한 순서형 GEE에서도 성별과 사상체질의 효과는 유의하지 않았다(여성 p=.150; 소음인 p=.902; 태음인 p=.084). Negative binomial GEE에서도 여성의 각성 빈도가 유의하게 높았으며(IRR=1.44, 95% CI 1.21-1.70, p<.001), 달력연도와 주말 여부를 추가 보정한 Poisson GEE에서도 이러한 관련성이 유지되었다(IRR=1.37, 95% CI 1.14-1.64, p<.001).

최소 7회의 일별 기록이 있는 761명에서 개인 내 변동성을 분석한 결과, 수면취약형은 건강수면형보다 일별 각성 횟수의 표준편차가 컸다(1.38±1.41회 vs 0.75±0.53회, FDR q<.001, Hedges g=.642). 수면의 질 점수의 표준편차도 수면취약형에서 더 컸다(0.54±0.20 vs 0.46±0.25, FDR q<.001, Hedges g=.353). 반면 수면시간의 일별 표준편차는 두 유형 간 차이가 유의하지 않았다(73.60±23.77분 vs 70.32±24.03분, FDR q=.063). 세 변동성 지표 모두 성별이나 사상체질에 따른 유의한 차이는 없었다. 기록 수가 14-16회인 505명으로 제한한 민감도 분석에서도 각성 횟수와 수면의 질 변동성의 차이는 유지되었다. 일별 수면자료를 대상자별로 다시 요약한 군집 민감도 분석에서는 k=3의 실루엣 계수(0.262)가 k=2(0.257)보다 근소하게 높았으나, k=2로 제한했을 때 개인별 대표값 분석의 이분 군집과 높은 일치도를 보였다(ARI=.875). 성별 관련성은 유지되었고(p=.008), 사상체질 관련성은 유의하지 않았다(p=.737).

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 챗봇 기반 수면일지를 통해 수집된 811명의 반복 수면자료를 이용하여 성별 및 사상체질에 따른 수면특성과 데이터 기반 수면유형을 분석하고, 동일 대상자의 13,728건 일별 수면자료를 이용하여 반복측정 특성과 개인 내 변동성을 검토하였다. 여성은 수면진입시간과 평균 수면 중 각성 횟수에서 남성보다 높은 값을 보였으나 사상체질에 따른 주요 수면지표 차이는 확인되지 않았다. 건강수면형과 수면취약형의 두 탐색적 군집이 도출되었고, 일별 반복측정 분석에서도 여성의 각성 빈도는 높았지만 사상체질 효과는 나타나지 않았다.

성별 관련 결과는 서로 다른 분석 수준에서 일관되었다. 개인별 대표값 분석에서 여성은 남

성보다 수면진입시간이 약 4.5분 길고 평균 수면 중 각성 횟수가 약 0.31회 많았으며, 다변량 로지스틱 회귀에서도 여성은 수면취약형에 속할 오즈가 1.59배 높았다. 일별 수면자료의 Poisson GEE에서도 여성의 각성 빈도는 남성보다 약 43% 높았으며, 과산포를 고려한 negative binomial GEE와 자료수집 연도 및 주말 여부를 추가 보정한 분석에서도 여성의 각성 빈도가 유의하게 높게 나타났다. 성별 관련 효과의 크기는 분석방법에 따라 차이가 있었으나, 서로 다른 분석에서 관련성의 방향이 일관되었다는 점에서 성별은 본 자료에서 비교적 일관된 수면 관련 요인이었다.

이러한 방향은 여성이 남성보다 불면 증상을 경험할 위험이 높다는 메타분석[6]과 여성의 수면건강에 관한 종합적 검토[7]와 부합한다. 따라서 사상체질과 수면의 관계를 분석할 때에도 체질별 성별 구성의 차이가 결과에 영향을 줄 수 있음을 고려해야 한다. 본 연구에서는 성별×사상체질 상호작용이 유의하지 않았으므로 특정 체질의 여성에서만 수면문제가 증가한다고 해석할 근거는 없었지만, 향후 연구에서는 성별 층화와 상호작용 검토를 기본 분석으로 포함하는 것이 바람직하다.

또한 본 연구는 여성 대상자의 비율이 70.0%이고 전체 평균 연령이 49.39세라는 점에서, 폐경 이행기 전후의 생리적 변화가 성별에 따른 수면특성의 차이에 일부 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 그러나 폐경 여부 및 관련 증상에 대한 정보가 확보되지 않아 이러한 요인의 영향을 직접 평가하지 못하였다. 따라서 본 연구에서 관찰된 성별 차이를 해석할 때 여성의 생애주기에 따른 수면 변화 가능성을 함께 고려할 필요가 있다.

반면 사상체질에 따른 차이는 개인별 대표값 분석의 네 가지 수면지표, 일별 GEE, 수면유형 분포 및 일별 변동성 분석에서 일관되게 유의하지 않았다. 이는 사상체질과 수면 사이에 관련성이 전혀 없다는 의미라기보다, 체질 관련 수면특성이 측정도구와 표본에 따라 다르게 포착될 수 있음을 보여준다. 기존 연구에서는 꿈, 졸림, 각성 민감성, PSQI 하위영역, 성격요인, 한열, 영양, 웨어러블 일주기 자료 등 서로 다른 수면 표현형과 맥락을 사용해 다양한 결과를 보고해 왔다[13-22]. 본 연구의 네 가지 핵심 지표만으로는 이러한 세부 특성을 충분히 반영하지 못했을 가능성이 있다.

또한 사상체질의학에서 수면 양상은 체질 자체의 특성뿐 아니라 각 체질의 표리병증 및 순증·역증과 같은 병리적 상태에 따라 다르게 나타날 수 있다. 동일한 체질 내에서도 병증에 따라 수면특성이 다르게 나타날 수 있으므로, 체질 단위의 평균 비교에서는 이러한 차이가 충분히 드러나지 않았을 가능성이 있다. 본 연구에서는 체질별 병증에 관한 정보를 포함하지 못하였으므로, 향후 연구에서는 표리병증 및 순증·역증 정보를 함께 고려하여 수면특성과의 관련성을 보다 세부적으로 검토할 필요가 있다.

일별 수면자료를 활용함으로써 개인별 평균 수준뿐 아니라 날짜에 따른 개인 내 변동성도 함께 살펴볼 수 있었다. 수면·각성 패턴의 개인 내 변동성은 평균과 구분되는 정보로 고려할 필요가 있다는 체계적 문헌고찰이 보고되어 있다[23]. 본 연구에서 수면취약형은 일별 각성 횟수와 수면의 질의 개인 내 변동성에서도 건강수면형보다 큰 값을 보였으나, 수면시간 변동성의 차이는 유의하지 않았다. 기록 수가 14-16회인 대상자만으로 제한해도 각성 횟수와 수면의 질 변동성 차이는 유지되어 단순한 기록횟수 차이만으로 설명되지는 않았다. 다만 각성 횟수는 평균 수준이 높을수록 변동성도 커질 수 있으므로, 관찰된 변동성 차이에 평균 각성 횟수의 차이가 일부 반영되었을 가능성이 있다. 또한 개인 내 변동성은 군집분석에 활용된 동

일한 일별 기록에서 산출되었으므로, 본 결과는 수면유형에 대한 독립적인 검증보다는 도출된 유형의 특성을 추가적으로 설명하는 결과로 해석하는 것이 적절하다.

다만 두 군집의 실루엣 계수는 0.253으로 높지 않았고 k=3과의 차이도 약 0.005에 불과하였다. 또한 일별 수면자료를 다시 요약한 민감도 분석에서는 k=3의 실루엣 계수가 k=2보다 약 0.005 높게 나타나 최적 군집 수가 자료 요약 방식에 따라 달라질 수 있었다. 반면 2개 군집으로 제한했을 때 두 분석의 군집배정 일치도는 높고 성별·사상체질 관련성의 방향도 유지되었다. 따라서 건강수면형과 수면취약형은 확정된 임상적 질병범주가 아니라 연속적으로 분포하는 수면특성을 탐색적으로 이분화한 결과일 가능성이 있으며, 현재 표본의 수면특성을 요약하는 유형으로 해석하는 것이 적절하다. 군집분석은 입력변수와 전처리 방식에 민감하므로[25], 향후 연구에서는 로그 변환 등 다른 전처리 방법과 일정 횟수 이상의 반복기록이 확보된 대상자를 활용하여 군집의 안정성을 추가로 검토하고, 외부표본 및 다른 군집방법을 이용한 재현성 검증을 수행할 필요가 있다.

본 연구에서는 811명의 반복 수면자료를 개인별 대표값을 이용한 대상자 단위 분석과 일별 수면자료를 이용한 반복측정 분석에 활용하였다. 개인별 대표값 분석에서는 대상자를 독립 분석단위로 하여 집단 간 특성을 비교했고, 일별 반복측정 분석에서는 GEE를 사용하여 동일 대상자 내 관측치의 상관을 반영하였다. 두 분석수준에서 성별과 사상체질에 대한 핵심 결과가 대체로 같은 방향을 보였다는 점은 결과의 일관성을 뒷받침한다.

사상체질 연구의 관점에서 본 연구의 수면자료는 체질을 새롭게 판정하는 도구가 아니라 KS-15 기반 설문을 통해 기존에 체질이 분류된 대상자의 평상시 생활특성을 설명하는 데이터로 보는 것이 적절하다. 사상체질의학에서 소증은 수면 하나가 아니라 소화, 발한, 대소변, 한열, 정서 등 다양한 평상시 기능정보를 함께 고려하는 개념이다[11,12]. 본 연구에서는 설문 기반으로 분류된 체질정보를 활용하였으며, 사상체질 전문의의 임상적 진단과의 일치 여부를 별도로 검증하지 않았다. 따라서 주요 수면지표에서 체질 간 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다는 결과를 사상체질에 따른 수면특성의 차이가 존재하지 않는다는 의미로 확대 해석하는 것은 적절하지 않다.

디지털 자료수집의 측면에서는 반복 수면정보를 구조화된 생활정보로 축적할 수 있다는 점에 의미가 있다. 한의 전자의무기록의 구조화 항목을 제안한 연구[27]와 진단·변증 스키마를 데이터 및 인공지능 환경에 구현한 연구[28]는 한의학적 임상정보를 분석 가능한 구조로 변환하는 방향을 보여준다. 챗봇 기반 수면일지도 수면시간, 각성 횟수, 주관적 수면의 질과 같은 항목을 동일한 형식으로 반복 수집한다는 점에서 이러한 구조화 흐름과 연결될 수 있다. 다만 그 역할은 체질진단을 자동화하는 것이 아니라 개인의 생활상태를 시간축으로 기록하는 보조정보에 가깝다.

본 연구의 강점은 첫째, 811명의 개인별 대표값과 동일 대상자의 13,728건 일별 수면자료를 함께 분석하여 개인 간 차이와 개인 내 반복변화를 모두 검토했다는 점이다. 둘째, 챗봇 기반 수면일지를 활용하여 일상생활에서 수면상태를 반복적으로 기록함으로써, 한의 임상 환경에서 개인의 수면특성과 시간적 변화를 구조화된 자료로 축적하고 분석할 수 있는 실용적 접근을 제시하였다. 이러한 방식은 장기간의 회상에 의존하는 설문에 비해 회상편향을 줄이는 데 도움이 될 수 있다[5]. 셋째, 사상체질에 따른 집단 간 비교에 더해 데이터 기반 군집분석을 적용함으로써 체질 분류와 별개로 수면유형을 탐색하는 분석틀을 제시하였다. 넷째,

Welch 검정, FDR 보정, 효과크기, 이원분산분석, GEE 및 다변량 로지스틱 회귀를 함께 적용하고, 개인 내 변동성과 민감도 분석을 통해 수면유형의 특성과 분석결과의 일관성을 다각적으로 검토하였다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 모든 수면정보가 자기보고 방식으로 수집되었기 때문에 객관적 수면과 차이가 있을 수 있다[29]. 또한 일별 수면자료의 누운 시각과 잠든 시각에는 일부 시각의 전후관계가 일관되지 않은 기록이 있어 수면진입시간의 일별 반복측정 분석에는 사용하지 못했다. 따라서 향후에는 입력단계에서 시간값의 논리검사를 적용하고, actigraphy나 웨어러블 자료를 함께 수집하여 수면시간, 수면효율, 입면 후 각성시간 등을 비교할 필요가 있다[21,30].

둘째, 대상자별 일별 기록 수가 1회에서 195회까지 차이가 컸다는 점도 제한점이다. GEE는 대상자 내 상관을 고려하지만 관측기간과 기록빈도의 차이 자체를 모두 제거하지는 못한다. 다만 기록 수가 유사한 하위집단에서도 개인 내 변동성 결과의 방향이 유지되었고, 달력연도와 주말 여부를 보정한 각성 횟수 분석에서도 여성 관련 결과가 유지되었다.

셋째, 여성과 소음인의 비율이 높고 태양인이 포함되지 않아 연구결과의 일반화에 주의가 필요하다. 특히 체질별 일반적 특성을 비교한 결과, 성별 분포에는 유의한 차이가 없었으나 연령과 BMI에서는 유의한 차이가 확인되었다. 이러한 특성은 체질별 수면지표 비교에서 잠재적인 교란요인으로 작용할 가능성이 있다. 또한 직업·스트레스·질환·약물복용 등 수면에 영향을 줄 수 있는 공변량이 충분하지 않아 결과의 해석에 제한이 있다.

넷째, 폐경 여부와 사상체질별 표리병증 및 순증·역증에 관한 정보가 확보되지 않아 여성의 생애주기 및 체질별 병증에 따른 수면특성의 차이를 충분히 고려하지 못하였다.

다섯째, 군집분석의 실루엣 계수가 0.253으로 높지 않아 도출된 수면유형을 명확하게 구분되는 독립적인 집단으로 해석하는 데에는 제한이 있다.

향후 연구에서는 일별 기록의 날짜와 시간정보를 보다 엄격하게 표준화하고, 혼합 효과모형이나 시계열 분석을 이용하여 평균 수준, 개인 내 변동성, 평일-주말 차이 및 시간에 따른 변화추세를 함께 다룰 필요가 있다. 또한 꿈, 주간졸림, 기상 후 회복감, 한열·소화·발한·정서 등 사상체질 관련 생활정보와 객관적 생체신호를 같은 시간축으로 수집하면 단순한 체질 간 평균 비교를 넘어 개인별 수면상태 변화와 건강결과의 관계를 분석할 수 있을 것이다.

종합하면, 본 연구에서는 성별이 수면진입과 야간 각성에서 사상체질보다 더 일관된 관련을 보였으며, 이러한 방향은 일별 반복측정 분석에서도 유지되었다. 또한 수면취약형은 평균 수면특성뿐 아니라 각성 횟수와 수면의 질의 일별 변동성에서도 취약한 양상을 보였다. 챗봇 기반 반복 수면자료는 사상체질을 단독으로 판별하는 지표라기보다 개인의 수면상태와 그 변화를 정량적으로 기술하는 생활정보로 활용하는 것이 타당하다.

Ⅴ. 결 론

챗봇 기반 수면일지를 통해 수집된 811명의 반복 수면자료를 분석한 결과, 여성은 남성보다 수면진입시간이 길고 평균 수면 중 각성 횟수가 많았다. 반면 본 연구자료에서는 소양인, 소음인, 태음인 간 수면시간, 수면진입시간, 수면 중 각성 횟수 및 수면의 질에서 통계적으로 유

의한 차이가 관찰되지 않았으며, 성별과 사상체질 간 상호작용도 유의하지 않았다. 일별 수면 자료를 이용한 반복측정 분석에서도 여성의 수면 중 각성 빈도가 높게 나타난 반면 사상체질에 따른 유의한 차이는 관찰되지 않았다.

네 가지 주요 수면지표를 이용한 군집분석에서는 건강수면형 495명과 수면취약형 316명의 두 가지 탐색적 수면유형이 도출되었다. 최소 7회 이상의 일별 기록이 확보된 761명을 대상으로 개인 내 변동성을 분석한 결과, 수면취약형은 건강수면형보다 수면 중 각성 횟수와 수면의 질의 일별 변동성이 크게 나타났으나 수면시간 변동성에서는 유의한 차이가 없었다. 이러한 변동성 분석은 도출된 수면유형의 특성을 추가적으로 설명하는 결과로 해석할 수 있다. 군집 수에 대한 민감도 분석에서 k=2와 k=3의 실루엣 값이 유사하게 나타난 점을 고려할 때, 본 연구에서 도출된 두 수면유형은 확정적인 분류체계라기보다 반복 수면자료의 특성을 요약한 탐색적 패턴으로 해석하는 것이 적절하다.

종합하면, 본 연구자료에서는 사상체질에 따른 주요 수면특성의 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않은 반면, 성별에 따른 수면진입시간과 수면 중 각성 횟수의 차이는 비교적 일관되게 나타났다. 또한 챗봇 기반 반복 수면자료를 활용함으로써 개인의 평균적인 수면특성뿐 아니라 일별 변동성까지 함께 살펴볼 수 있었다. 향후에는 객관적 웨어러블 측정자료와 한열, 소화, 활동, 정서 등 다양한 생활·소증 정보 및 체질별 병증 정보를 함께 분석하여 사상체질과 수면특성의 관계를 보다 정밀하게 검토할 필요가 있다.

감사의 글

이 연구는 한국한의학연구원의 ‘기혈순환-장부기능 연계 시스템한의학 모델링 기술 개발(KSN25120212)’ 과제의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Buysse DJ. Sleep health: can we define it? Does it matter? Sleep. 2014;37(1):9-17. doi:10.5665/sleep.3298.
2. St-Onge MP, Aggarwal B, Fernandez-Mendoza J, et al. Multidimensional sleep health: definitions and implications for cardiometabolic health: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes. 2025;18(5):e000139. doi:10.1161/HCQ.0000000000000139.
3. Watson NF, Badr MS, Belenky G, et al. Recommended amount of sleep for a healthy adult: a joint consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. Journal of Clinical Sleep Medicine. 2015;11(6):591-592. doi:10.5664/jcsm.4758.
4. Cappuccio FP, D'Elia L, Strazzullo P, Miller MA. Sleep duration and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. Sleep. 2010;33(5):585-592. doi:10.1093/sleep/33.5.585.

5. Carney CE, Buysse DJ, Ancoli-Israel S, et al. The Consensus Sleep Diary: standardizing prospective sleep self-monitoring. Sleep. 2012;35(2):287-302. doi:10.5665/sleep.1642.

6. Zhang B, Wing YK. Sex differences in insomnia: a meta-analysis. Sleep. 2006;29(1):85-93. doi:10.1093/sleep/29.1.85.

7. Mallampalli MP, Carter CL. Exploring sex and gender differences in sleep health: a Society for Women's Health Research report. Journal of Women's Health. 2014;23(7):553-562. doi:10.1089/jwh.2014.4816.

8. Ohayon MM, Carskadon MA, Guilleminault C, Vitiello MV. Meta-analysis of quantitative sleep parameters from childhood to old age in healthy individuals: developing normative sleep values across the human lifespan. Sleep. 2004;27(7):1255-1273. doi:10.1093/sleep/27.7.1255.

9. Chae H, Lyoo IK, Lee SJ, Cho S, Bae H, Hong M, Shin M. An alternative way to individualized medicine: psychological and physical traits of Sasang typology. The Journal of Alternative and Complementary Medicine. 2003;9(4):519-528. doi:10.1089/107555303322284811.

10. Kim JY, Pham DD. Sasang constitutional medicine as a holistic tailored medicine. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2009;6(Suppl 1):11-19. doi:10.1093/ecam/nep100.

11. Shin S, Kim YH, Hwang MW. Diagnosis and treatment principle in Sasang medicine: original symptom. Integrative Medicine Research. 2016;5(2):99-104. doi:10.1016/j.imr.2016.03.005.

12. Han YR, Lee HB, Han SY, Kim BJ, Lee SJ, Chae H. Systematic review of type-specific pathophysiological symptoms of Sasang typology. Integrative Medicine Research. 2016;5(2):83-98. doi:10.1016/j.imr.2015.11.002.

13. 최정락, 박성식. 사상체질에 따른 수면의 특징에 대한 연구. 사상체질의학회지. 2003;15(3):204-215.

14. Choi JY, Choi JR, Lee YS, Park SS. A Study on the Clinical Features of Ordinary Sleeping Patterns Based on the Sasang Constitution, Using the Logistic Regression. Journal of Korean Medicine. 2004;25(4):171-179.

15. Park KH, Jeong KS, Kim SH. Comparison of Sleep by Sasang Constitutional Type Using Pittsburgh Sleep Quality Index. Journal of Sasang Constitutional Medicine. 2021;33(1):102-108. doi:10.7730/JSCM.2021.33.1.102.

16. Kim SH, Park KH, Jeong KS. Effects of Personality by Each Sasang Constitution on Sleep. Journal of Sasang Constitutional Medicine. 2021;33(3):127-137. doi:10.7730/JSCM.2021.33.3.127.

17. Kim TY, You SE, Ko YS. Association between Sasang constitutional types with

obesity factors and sleep quality. Integrative Medicine Research. 2018;7(4):341-350. doi:10.1016/j.imr.2018.06.007.

18. Hyun MK, Yoshino T. Association between cold-heat symptoms and sleep disturbances according to the Sasang constitution: a cross-sectional community study. Journal of Society of Preventive Korean Medicine. 2022;26(1):59-74. doi:10.25153/spkom.2022.26.1.005.
19. Jeong K, Lee S, Kim J, Lim S, Baek Y. Association of Sleep Quality and Chronotype with Nutritional Quotient according to Sasang Constitution. Journal of Sasang Constitutional Medicine. 2024;36(2):27-38. doi:10.7730/JSCM.2024.36.2.27.
20. Ahn EK, Lee S, Park JE. Characteristics of Sasang Constitution-Based Sleep Wake Disorder and Herbal Medicine: Using the National Health Insurance Data of Korea (2011-2020). Journal of Sasang Constitutional Medicine. 2024;36(3):14-25. doi:10.7730/JSCIM.2024.36.3.14.
21. Mun S, Baek Y, Kim J, Lee S. Wearable-Based Characterization of Physical Activity, Sleep, Heart Rate, and Circadian Rhythm by Sasang Constitution. Journal of Sasang Constitutional Medicine. 2025;37(2):1-17. doi:10.7730/JSCIM.2025.37.2.1.
22. Jeong KS, Lee S, Baek Y. Association of Sasang Constitution and Sleep Patterns with Metabolic Syndrome. Journal of Sasang Constitutional Medicine. 2025;37(3):1-12. doi:10.7730/JSCIM.2025.37.3.1.
23. Bei B, Wiley JF, Trinder J, Manber R. Beyond the mean: a systematic review on the correlates of daily intraindividual variability of sleep/wake patterns. Sleep Medicine Reviews. 2016;28:108-124. doi:10.1016/j.smrv.2015.06.003.
24. Liang KY, Zeger SL. Longitudinal data analysis using generalized linear models. Biometrika. 1986;73(1):13-22. doi:10.1093/biomet/73.1.13.
25. Jain AK. Data clustering: 50 years beyond K-means. Pattern Recognition Letters. 2010;31(8):651-666. doi:10.1016/j.patrec.2009.09.011.
26. Rousseeuw PJ. Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. Journal of Computational and Applied Mathematics. 1987;20:53-65. doi:10.1016/0377-0427(87)90125-7.
27. 이종란, 오용택. 난임 환자의 한의전자 의무기록 구조화를 위한 항목 연구. 대한한의진단학회지. 2022;26(1):1-10.
28. 서수민, 김안나, 오용택. 진단·변증 스키마 기반 인공지능 표준화 환자 시스템 (CURA) 개발. 대한한의진단학회지. 2025;29(1):251-263.
29. Lauderdale DS, Knutson KL, Yan LL, Liu K, Rathouz PJ. Self-reported and measured sleep duration: how similar are they? Epidemiology.

2008;19(6):838-845. doi:10.1097/EDE.0b013e318187a7b0.

30. Smith MT, McCrae CS, Cheung J, et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. Journal of Clinical Sleep Medicine. 2018;14(7):1231-1237. doi:10.5664/jcsm.7230.