

# 웨어러블 기기를 활용한 사상체질별 활동, 수면, 심박수 및 일주기리듬 특성 연구

문수정 · 백영화 · 김정균 · 이시우\*

한국한의학연구원 한의약데이터부

## Abstract

### Wearable-Based Characterization of Physical Activity, Sleep, Heart Rate, and Circadian Rhythm by Sasang Constitution

Sujeong Mun · Younghwa Baek · Jeong-Kyun Kim · Siwoo Lee\*

*KM Data Division, Korea Institute of Oriental Medicine*

#### Objectives

This study aimed to characterize physical activity, sleep, heart rate, and circadian rhythm in each Sasang constitutional type using data collected from wearable devices.

#### Methods

A total of 797 adults who participated in the Korean Medicine Daejeon Citizen Cohort and wore a wrist-worn wearable device (Fitbit Inspire 2) for at least seven consecutive days were included. Sasang constitutional types were determined using the KS-15 questionnaire. Stratified analyses were conducted by sex, and comparisons among Sasang constitutional groups were performed on variables related to physical activity, sleep, heart rate, and circadian rhythm.

#### Results

Significant constitutional differences were more prominent in females than in males. In females, the number of steps and moderate-to-vigorous physical activity were lowest in the Soeumin. Taeueumin showed a tendency toward lower sleep efficiency and shorter light sleep duration, along with higher all-day, sleeping, inactive, and minimum heart rates, and a reduced heart rate dip. Regarding circadian rhythm, Taeueumin exhibited significantly lower relative amplitude, and delayed acrophase compared to both Soeumin and Soyangin with significantly later M10 start time and sleep onset time compared to Soyangin. In males, only inactive heart rate showed a borderline significant difference among constitutional types.

#### Conclusions

This is the first study to objectively compare physiological and behavioral features among Sasang constitutional types using wearable devices. The findings partially align with traditional descriptions, while presenting novel patterns that may contribute to a broader understanding of constitutional characteristics.

*Key Words* : Sasang Constitution, Wearable Electronic Devices, Heart Rate, Sleep, Circadian Rhythm

Received 14, May 2025 Revised 18, May 2025 Accepted 09, Jun 2025

Corresponding author: Siwoo Lee

KM Data Division, Korea Institute of Oriental Medicine,

1672 Yuseong-daero, Yuseong-gu, Daejeon 34054, Republic of Korea

Tel.: +82-42-868-9555, Fax: +82-42-869-2735, Email: ifree72@gmail.com

© The Society of Sasang Constitution and Immune Medicine. All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>)

## I. 서론

현재 많은 웨어러블 기기들이 건강 및 안전 모니터링, 만성질환 관리, 질병 진단 및 치료, 재활 등의 다양한 영역에 적용되도록 개발되고 있다. 관련 기술의 발전과 함께 개인 맞춤형 건강 개념이 보편화됨에 따라 웨어러블 기기의 활용 가치는 점점 높아지고 있으며 이에 이들 기기는 향후 헬스케어 분야에서 더욱 중요한 역할을 수행하며 일상생활에 보다 밀접하게 통합될 것으로 전망된다. 특히 피트니스 및 활동 추적 데이터를 제공하는 손목형 상용 웨어러블 기기의 사용은 2029년에는 그 사용자가 전 세계적으로 5억 2천 만명에 이를 것으로 예측되고 있으며<sup>2</sup>, 최근에는 많은 웨어러블 기기에서는 광용적맥파 센서를 이용하여 심박수를 측정하는 기능을 제공하여, 활동 뿐만 아니라 하루 종일의 심박수도 용이하게 추적이 가능하게 되었다.

이제마는 『동의수세보원』에서 사상체질별 일상 생활의 활동 특성 및 수면 양상, 맥의 특성과 관련하여 개괄적인 단서를 제공한 바 있는데, 『사상인변증론(四象人辨證論)』에서는 태음인은 ‘생활이 의젓하다(起居有儀)’, 소음인은 ‘동작이 자연스럽고 간편하면서 약간 기교가 있다(體任自然 而簡易小巧)’, 소양인은 ‘발이 가볍다(足輕)고 표현하여 체질별로 일상 생활의 활동 특성의 차이를 설명하고 있다. 또한, 『동의수세보원 사상초본권』에서는 태양인과 소양인은 조용하고 안정되게 자는 것이 바람직하며, 태음인과 소음인은 뒤척이면서 호흡을 크게 하면서 자는 것이 적합하다(太陽少陽 寢眠呼吸緩端寬臥 靜重則吉 太陰少陰 寢眠呼吸洪壯轉輾有力則吉)고 하여, 체질별 수면 양상의 차이를 기술하고 있다. 한편, 『동의수세보원』 『의원론』에서는 맥진의 핵심이 부침지삭(浮沉遲數)에 있음을 강조하였고, 『사상인변증론(四象人辨證論)』에서는 태음인과 소음인의 체질진단이 어려운 경우 변별 기준으로 맥의 차이를 언급하며, 태음인의 맥은 장(長)하고 긴(緊)하나 소음인의 맥은 완(緩)하고 약(弱)하다고 설

명하였다.

활동 및 수면 특성과 관련한 기존의 사상체질 관련 연구들은 주로 설문조사를 기반으로 수행되어왔는데<sup>4,7</sup> 일부 연구에서는 기기를 활용한 정량적 평가가 이루어지기도 하였다. 착용형 신체활동계를 사용한 연구에서는 소양인, 소음인, 태음인 순으로 신체활동량이 많았다고 보고하였으며<sup>8</sup>, 3축 가속도계를 활용한 보행분석 연구에서는 소양인의 보폭과 단위 시간 당 총 이동 거리가 크고, 소음인은 골반 움직임이 더 두드러지다고 보고하였다<sup>9</sup>. 또다른 한 연구에서는 가정용 수면다원검사 기기를 활용하여 태음인이 폐쇄성 수면무호흡증의 독립적 위험요인임을 보고한 바 있다<sup>10</sup>.

체질진단과 관련하여 체질 전문가를 대상으로 실시한 설문조사에서는, 진단시 중요하게 활용하는 맥진 요소로 ‘맥의 빠르기(遲數)’를 선택한 비율이 70.3%로 가장 높게 나타났다. 체질별 중요한 맥진 특징에 대한 세부 응답에서는, ‘맥이 빠름(數)’이 태양인(응답자 중 백분율: 11%)과 소양인(59%)에서, ‘맥이 느림(遲)’은 태음인(14%)과 소양인(19%)에서 주요한 특징으로 보고되었다<sup>1</sup>. 한편, 맥진기에 기반한 사상체질 간 맥파 특성 차이에 대한 연구는 주로 2000년대 초반부터 2010년대 초반 사이에 다수 보고되었으나<sup>12</sup>, 심박수 자체에 초점을 둔 연구는 매우 드물었다. 건강 인군 또는 환자군을 대상으로 체질 간 심박수 차이를 분석한 소수의 논문에서는, 안정시 심박수의 체질 간 유의한 차이를 확인하지 못하였다<sup>13,14</sup>.

이에 본 연구에서는 대전시민코호트의 연구 참여자 중 3축 가속도계(3-axis accelerometer) 및 광용적맥파(photoplethysmography) 센서를 포함하고 있는 손목형 상용 웨어러블 기기를 착용한 참여자를 대상으로 하여, 일상 생활에서의 활동, 수면, 심박수 및 일주기리듬 특성의 사상체질 간 차이를 객관적으로 분석하고자 하였다.

## II. 대상 및 방법

### 1. 연구대상자

본 연구는 대전시민건강코호트(Korean Medicine Daejeon Citizen Cohort study, KDCC)에서 2020년부터 2023년까지 추적 조사가 이루어진 연구참여자 중 웨어러블 기기 착용에 동의한 대상자를 분석 대상으로 하였다. 대전시민건강코호트는 만 30세에서 55세 사이의 대전 지역 거주자로서, 기반조사 시 악성종양 및 심근경색, 협심증, 뇌졸중 등의 심혈관계 질환이 없는 자를 대상으로 모집되었다. 본 연구는 대전대동산한방병원 및 한국한의학연구원 기관생명윤리위원회의 승인을 받았다(No. DJDSKH-17-BM-12, I-1703/002-002).

### 2. 연구도구

#### (1) 사상체질 진단

사상체질 진단은 단축형 사상체질 진단설문지(Korea Sasang Constitutional Diagnostic Questionnaire, KS-15)를 활용하여 수행하였다. KS-15는 체형1문항, 성격 6문항, 소증 8문항으로 구성된 총 15문항의 설문지로, 각 문항은 성별 및 체질에 따라 가중치가 다르게 적용된다. 이를 통해 각 체질별 예측확률을 산출하여 가장 높은 점수를 받은 체질로 분류되며, KS-15의 전문가 진단과의 일치도는 63.1%로 보고되었다<sup>15</sup>. 검사-재검사 신뢰도 분석 결과, 2주 간격으로 시행한 경우 체질 일치도는 87.1% ( $Kappa=0.79$ )<sup>16</sup>, 1년 간격을 두고 시행한 경우 75.8% ( $Kappa=0.62$ )<sup>17</sup>로 나타났다.

#### (2) 임상 측정

신장과 체중은 디지털 신장계(BSM370, InBody, Seoul, South Korea)를 이용하여 측정하였으며, 체질량 지수(body mass index, BMI)는 체중을 신장의 제곱으로 나누어 계산하였다. 임상 측정 안정성 심박수는 자동 혈압계(FT-500R PLUS, Jawon Medical, South Korea)를

사용하여 측정하였으며, 참가자는 최소 5분간 안정을 취한 후 바른 자세로 앉아 측정을 진행하였다. 또한 최소 1분 이상의 휴식 후 심박수 측정을 반복하여 실시하였으며, 두 번의 측정값의 평균을 분석에 사용하였다.

### 3) 웨어러블기기 측정

참여자에게 상용 웨어러블 기기인 활동 및 심박수 트래커(Fitbit Inspire 2, Fitbit, San Francisco, California, USA)를 2주 동안 손목에 착용하도록 요청하였으며, 하루 최소 20시간 이상, 총 7일 이상의 연속된 날짜에 착용한 데이터만을 최종 연구 대상으로 하였다.

#### (1) 활동량

활동량은 기기의 일별 데이터에서 걸음수 및 활동 강도별 시간 데이터의 중앙값을 사용하였다. 경미한 신체 활동(lightly active)은 1.5에서 3 대사당량(metabolic equivalents of task, METs)사이의 활동을 포함하며, 보통 수준의 신체 활동(fairly active)은 3에서 6 METs의 활동이 최소 10분 연속으로 수행된 경우에 해당한다. 높은 수준의 신체 활동(very active)은 6 METs 이상이거나 분당 145보 이상의 활동이 최소 1분 이상 지속된 경우에 해당한다. 또한 보통 수준 및 높은 수준의 신체 활동 시간의 합은 중등도-고강도 신체 활동(MVPA, moderate-to-vigorous physical activity)으로 간주하였다. Fitbit의 걸음 수 측정에 대한 정확도는 허용 가능한 수준으로 보고되었으며<sup>18</sup>, MVPA를 구분하는 데에도 적절한 민감도를 보여주었다<sup>19</sup>.

#### (2) 수면

수면 관련 변수는 기기에서 제공하는 총 수면 시간(total sleep time, TST), 수면 중 각성 시간(wake after sleep onset, WASO), 각성 횟수(awake counts), 침대에서 보낸 시간(time in bed), 수면 효율(sleep efficiency, SE), 렘수면 시간(rapid eye movement, REM), 얇은 수면 시간(light sleep), 깊은 수면 시간(deep sleep) 데이터를 사용하였다. 수면 측정과 관련하여 Fitbit은 기존 연구에

서 액티그래피(actigraphy)와 비교했을 때 더 높은 정확도와 신뢰도를 보였으며<sup>20</sup>, 수면다원검사와 비교하였을 때에는 WASO, TST, SE의 측정값에서 유의한 차이를 보이지 않았고, 수면 단계 구분과 관련해서는 얕은 수면은 0.69-0.81, 깊은 수면은 0.36-0.89, REM 수면은 0.62-0.89으로 다양한 수준의 정확도가 보고된 바 있다<sup>21</sup>.

### (3) 심박수

심박수 지표는 기기에서 1분 간격으로 수집된 데이터를 사용하여 도출하였다. 종일, 수면 및 비활동 등의 각 상태별 심박수 산출은 움직임으로 인한 측정 오류의 영향을 줄이기 위하여 먼저 일별 중앙값을 계산 후, 이들의 평균값을 해당 심박수 지표로 사용하였다. 수면 상태는 기기에서 제공하는 'stages' 수면 기록에서 'wake', 'restless'로 표시된 구간과, 'classic' 수면 기록에서 'awake' 또는 'unknown'으로 정의된 구간, 그리고 'shortData'로 분류된 짧은 각성 구간을 제외하였다. 비활동 상태는 수면을 취하고 있지 않은 상태에서 참가자가 최소 30분 이상 움직이지 않으면서(걸음 수: 0) 유효한 심박수(0이 아닌 값)를 가진 상태로 정의하였다. 최소 심박수는 5분 단위 이동 중앙값에서 도출한 일일 최소 심박수의 평균값으로 정의하였다. 심박수 감소량(HR dip)은 일별 심박수 감소량의 평균값으로 정의하며, 일별 심박수 감소량은 다음과 같이 계산하였다. 일별 심박수 감소량 = ((해당 일 비수면 심박수 중앙값 - 해당 일 수면 심박수 중앙값) / 해당 일 비수면 심박수 중앙값) × 100.

Fitbit으로 측정된 심박수의 정확도는 심전도와 비교하여 수용 가능한 수준으로 보고되었다<sup>18</sup>. 특히 일상생활 활동 및 수면, 휴식 중 측정된 심박수는 사이클링이나 저항 운동과 같은 활동시보다 정확도가 높아 수용 가능한 수준으로 평가되었으며, 인구 기반 연구에서 심박수 측정을 위한 적절한 방법으로 간주될 수 있다고 보고된 바 있다<sup>22</sup>.

### (4) 일주기리듬

일주기리듬은 웨어러블 기기의 심박수 데이터를 기반으로 비모수 분석 방법(non-parametric analysis)과 Cosinor 분석 방법을 활용하여 산출하였다.

비모수 분석은 'nparACT(Non-Parametric Measures of Actigraphy Data)' 패키지를 활용하였다. 일간 안정성(inter-daily stability)은 다른 날 사이에 비슷한 리듬을 보이는 것으로, 0-1사이의 값을 가지는데 1에 가까울수록 높은 안정성을 의미한다. 일내 변이성(intra-daily variability)은 리듬의 파편화되어 있는 정도를 의미하는데, 0-2 사이의 값을 가지며 2에 가까울수록 파편화 정도가 큰 것을 의미한다. 또한, 가장 높은 수치를 보이는 10시간 동안의 평균값(most active 10-hour period, M10), 가장 낮은 수치를 보이는 5시간 동안의 평균값(least active 5-hour period, L5) 지표를 산출하였으며, 상대 진폭(relative amplitude, RA)은 M10과 L5의 차이를 그 합으로 나누어 산출하며, 수치가 높을수록 일주기리듬이 견고함을 의미한다. 또한 L5 시작 시각(L5 start time), M10 시작 시각(M10 start time) 지표도 분석에 사용되었다.

Cosinor 분석은 일주기리듬과 같은 반복적인 패턴을 평가하는 비선형 모델의 하나로 다음과 같은 지표를 산출한다. 리듬의 평균값(midline estimating statistic of rhythm, mesor)은 리듬의 최고점과 최저점의 중간 지점을 의미한다. 진폭(amplitude)은 최고점과 리듬의 평균값 사이의 높이를 말하며, 최고점 시각(acrophase)은 최고점에 해당하는 시간을 의미한다. 분석에는 'cosinor', 'cosinor2' 패키지를 활용하였다. 웨어러블 트래커의 심박수를 통한 cosinor분석 결과는 타액 중 코티솔 농도와 유의한 상관관계를 가져 일주기리듬을 반영하는 신뢰할 만한 바이오마커로 제시된 바 있다<sup>23</sup>.

더불어, 기기에 기록된 수면 기록을 통해 하루 중 가장 긴 시간 수면을 취한 주 수면의 입면(sleep onset), 각성 시간(sleep offset)의 원형 평균(circular mean)을 구하였다. 평균 입면 시간의 경우, 자정 전후로 많은 값들이 분포하고 있음을 고려하여 오전 10시부터 자정

전까지의 수치는 자정을 기준으로 한 음수의 값으로 변환한 분(minutes)으로 통계 분석에 사용하였다.

## 2) 설문지 평가

### (1) GPAQ

설문지 기반 운동량은 국제신체활동설문지(Global Physical Activity Questionnaire, GPAQ)를 사용하여 측정하였다. 국제신체활동설문지는 업무 관련 활동, 이동 중 활동, 여가 시간 활동으로 구분한 세 가지 영역에서의 신체 활동을 평가한다. 본 연구에서는 해당 설문지를 통해 주당 총 신체활동량(MET-minutes/week)을 평가하였다<sup>24</sup>.

### (2) PSQI

수면의 질 측정은 피츠버그 수면 척도(Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI) 설문도구를 사용하였다. 이 설문지는 지난 한달 동안의 수면의 질을 평가하기 위한 자기보고식 설문이며, PSQI 점수의 범위는 0-21점으로, 점수가 높을수록 수면의 질이 낮음을 의미한다<sup>25</sup>. 본 연구에서는 PSQI 점수와 함께 설문 문항 중 수면 효율(sleep efficiency)을 (실제 잠을 잔 시간/침대에 머문 시간) X 100으로 계산하여 사용하였다.

### (3) ISI

불면증 심각성 척도(Insomnia Severity Index, ISI)는 불면증의 심각한 정도를 평가하기 위한 자가 보고형 설문지이다. 총 7문항으로 구성되어 있는데, 총점은 0점에서 28점까지의 범위로 총점이 높을수록 불면증의 심각도가 높음을 나타낸다<sup>26</sup>.

### (4) MEQ

수면 일주기 유형은 아침형-저녁형 설문지(Morningness-Eveningness Questionnaire, MEQ)를 활용하여 평가하였다. MEQ는 19개 문항으로 구성된 자가 보고형 설문 도구로, 개인의 수면 및 기상 시간 선호도, 하루 중 최적의 활동 시간 등을 측정하여 개인의 일주기 성향을 파악한다. 총점은 16-86점까지의 범위를 가지며,

점수가 높을수록 아침형 성향이 강하고, 낮을수록 저녁형 성향이 강함을 나타낸다<sup>27</sup>.

## 3. 통계적 분석

연구대상자를 먼저 성별로 층화한 후, 사상체질 그룹 간의 특성 분석을 수행하였다. 각 그룹의 특성은 Shapiro-Wilks 검정을 통해 정규 분포 여부를 확인하였으며, 정규 분포를 따르는 변수는 평균(표준편차)로, 정규 분포를 따르지 않는 변수는 중앙값[제1사분위수, 제3사분위수]로 기술하였다. 그룹 간의 차이를 검정하기 위해 정규 분포를 따르는 경우 ANOVA, 따르지 않는 경우 Kruskal-Wallis 검정을 실시하였다. 두 그룹 간의 사후 분석은 Tukey의 방법 및 Benjamini와 Hochberg의 방법을 적용하여 다중 비교에 대한 보정을 수행하였다. 모든 통계 분석은 R 소프트웨어(the R Foundation for Statistical Computing, Version 4.3.2)를 사용하였으며, 통계적 유의성은 P value < 0.05를 기준으로 판단하였다.

## III. 결과

### 1. 대상자의 일반적 특성

전체 대상자는 총 797명으로, 여자는 557명, 남자는 240명이었으며, 평균 연령은 46.0±6.8세였다. 대상자의 성별 및 사상체질에 따른 일반적 특성은 Table 1과 같다. 남녀 모두에서 사상체질별 연령 및 신장의 유의한 차이는 없었으나, 태음인, 소양인, 소음인 순서대로 체중 및 BMI가 유의하게 높았다(Table 1).

### 2. 활동량 분석

여자에서 걸음 수는 소음인이 소양인보다 유의하게 적었다. 경미한 신체활동은 체질별 유의한 차이가 없었으며, 보통 수준의 신체활동은 소음인이 소양인보다 유의하게 적었고, 높은 수준의 신체활동은 소음

Table 1. Characteristics of Study Participants by Sasang Constitution Type

	Women			<i>P</i>	Men			<i>P</i>
	TE (N=228)	SE(N=164)	SY(N=165)		TE(N=160)	SE(N=33)	SY(N=47)	
Age (yrs)	46.7 [40.1;51.8]	46.5 [42.1;51.2]	46.5 [41.0;50.7]	0.968	44.6 [39.9;51.2]	44.6 [41.7;49.7]	46.2 [41.6;51.5]	0.722
Height (cm)	159.5 (4.9)	159.8 (5.5)	159.9 (5.0)	0.633	172.5 (5.9)	171.7 (5.9)	172.6 (5.2)	0.755
Weight (kg)	65.1 [61.9;72.9] <sup>a</sup>	52.5 [49.1;55.0] <sup>b</sup>	56.4 [53.7;59.4] <sup>c</sup>	<0.001	80.3 [75.2;87.4] <sup>a</sup>	63.4 [59.6;70.8] <sup>b</sup>	73.1 [68.3;76.3] <sup>c</sup>	<0.001
BMI	26.1 [24.6;27.9] <sup>a</sup>	20.6 [19.5;21.3] <sup>b</sup>	22.2 [21.0;23.4] <sup>c</sup>	<0.001	27.3 [25.5;29.1] <sup>a</sup>	22.6 [20.7;23.8] <sup>b</sup>	24.8 [23.1;25.4] <sup>c</sup>	<0.001

<sup>a-c</sup> Different superscript letters indicate a significant difference between groups, whereas the same superscript letters indicate no significant differences between groups.

인이 태음인보다 유의하게 적었다. MVPA는 소음인이 태음인 및 소양인보다 유의하게 낮게 나타났다. 남자는 기기 측정 활동량 변수에서 체질별 유의한 차이가 없었으며, GPAQ 설문지를 통해 자가 보고된 주당 총 활동량만 태음인의 운동량이 소양인보다 유의하게 적었다(Table 2).

### 3. 수면분석

여자에서 수면시간은 ANOVA 검정에서 세 군간 차이를 보였으나( $p = 0.035$ ), 사후분석에서 개별 군간의 차이는 유의하지 않았다. 태음인의 수면 효율은 소음인과 소양인보다, 얇은 수면 시간은 소양인보다 유의하게 낮았다. 반면, PSQI 설문지를 통해 자가보고된 수면효율은 반대로 태음인에서 소음인 및 소양인보다 유의하게 높았다. 남자에서는 수면 특성 지표에서 체질간 유의한 차이가 없었다(Table 3).

### 4. 심박수 분석

여자에서는 웨어러블 기기를 통해서 얻은 심박수 지표(종일, 수면, 비활동, 최소 심박수) 모두 태음인에서 소음인 및 소양인에 비해 유의하게 증가되어 있고, 수면시의 심박수 감소율은 소음인 및 소양인에 비해

유의하게 감소되어 있었으며, 임상 안정성 심박수는 체질 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 남자에서는 태음인의 비활동시 심박수가 가장 높은 양상을 보였으며, ANOVA 검정에서는 유의한 차이를 나타냈으나 사후분석에서는 개별 군 간의 차이가 유의하지 않았다(Table 4).

### 5. 일주기리듬 분석

여자에서는 태음인의 일간 안정성이 소음인에 비해 유의하게 낮았고, 상대 진폭은 소음인과 소양인에 비해 모두 유의하게 낮았다. 또한 태음인의 M10 시작 시간과 입면시간은 소양인에 비해 늦었고, 최고점 시간은 소음인과 소양인에 비해 유의하게 늦었다(Table 5).

### 6. 체질별 주요 지표의 Z-score 시각화

활동량, 수면, 심박수, 일주기리듬 관련 주요 지표에 대해 체질별 평균 Z-점수를 Figure 1에 시각화하여 제시하였다. 이는 Table 2-5에서 제시된 체질간 비교 결과를 바탕으로 하였으며, 각 체질의 상대적인 특성을 보다 직관적으로 파악할 수 있도록 요약하여 도식화한 것이다(Figure 1).

Table 2. Sex-Stratified Comparison of Physical Activity Measures by Sasang Constitution Type

	Women				Men				P
	TE (N=228)	SE(N=164)	SY(N=165)	P	TE(N=160)	SE(N=33)	SY(N=47)	P	
Step counts (steps/day)	9147.0 [7003.5;11657.8] <sup>ab</sup>	8561.5 [6662.8;11706.5] <sup>a</sup>	10009.0 [7298.0;12348.0] <sup>b</sup>	0.036	9442.5 [6738.5;12261.2]	10555.0 [8874.0;14291.0]	10397.0 [7180.0;15128.5]	0.105	
Lightly active activity (min)	287.0 [227.2;345.8]	291.5 [231.8;350.2]	308.0 [241.0;376.0]	0.089	248.0 [210.5;294.5]	307.0 [206.0;342.0]	247.0 [213.0;303.0]	0.148	
Fairly active activity (min)	8.0 [0.0;16.0] <sup>ab</sup>	7.0 [0.0;14.0] <sup>a</sup>	9.0 [3.0;17.0] <sup>b</sup>	0.024	14.5 [5.8;26.0]	16.0 [10.0;31.0]	19.0 [11.0;30.0]	0.127	
Very active activity (min)	7.0 [0.0;24.0] <sup>a</sup>	2.0 [0.0;3.0] <sup>b</sup>	5.0 [0.0;16.0] <sup>ab</sup>	0.001	15.0 [3.0;35.2]	14.0 [5.0;26.0]	15.0 [8.0;45.0]	0.468	
MVPA (min)	18.0 [0.0;44.0] <sup>a</sup>	10.5 [0.0;31.5] <sup>b</sup>	18.0 [5.0;34.0] <sup>a</sup>	0.005	31.0 [11.0;64.0]	36.0 [13.0;60.0]	43.0 [21.0;87.5]	0.271	
GPAQ total physical activity (MET-minutes/week)	1800.0 [720.0;3600.0]	1560.0 [560.0;3600.0]	1800.0 [720.0;3720.0]	0.421	1540.0 [350.0;3480.0] <sup>a</sup>	1920.0 [640.0;4800.0] <sup>ab</sup>	2480.0 [1120.0;6000.0] <sup>b</sup>	0.032	

<sup>a-b</sup> Different superscript letters indicate a significant difference between groups, whereas the same superscript letters indicate no significant differences between groups.

Table 3. Sex-Stratified Comparison of Sleep Measures by Sasang Constitution Type

	Women			Men				
	TE (N=228)	SE(N=164)	SY(N=165)	P	TE(N=160)	SE(N=33)	SY(N=47)	P
Total sleep time (min)	393.9 [363.6;420.8] <sup>a</sup>	403.7 [370.8;431.5] <sup>a</sup>	404.6 [377.7;434.9] <sup>a</sup>	0.035	371.9 [339.8;403.1]	378.9 [348.3;401.9]	380.9 [354.1;399.6]	0.661
WASO (min)	58.0 [49.7;65.9]	57.4 [49.0;68.0]	58.6 [50.6;70.1]	0.353	57.6 [48.0;65.8]	54.4 [48.9;64.4]	59.4 [54.6;67.2]	0.188
Awake counts	6.4 (5.5)	27.4 (5.9)	27.9 (5.7)	0.100	27.3 [23.9;31.8]	28.3 [25.2;30.7]	29.1 [25.7;32.6]	0.505
Time in bed (min)	454.4 [416.1;486.5]	467.3 [420.5;494.5]	462.4 [430.9;500.6]	0.060	428.7 [392.3;465.8]	437.3 [391.6;461.7]	445.9 [405.1;464.5]	0.619
Sleep efficiency	93.3 [91.4;94.5] <sup>a</sup>	93.9 [92.7;95.6] <sup>b</sup>	93.9 [92.4;95.4] <sup>b</sup>	<0.001	92.2 [90.0;94.3]	93.6 [91.0;95.2]	92.2 [90.3;94.0]	0.111
REM (min)	83.0 (17.7)	84.8 (19.1)	81.6 (17.7)	0.27	80.6 [69.5;92.4]	79.7 [68.7;86.9]	86.1 [66.2;93.6]	0.512
Light sleep (min)	231.1 [212.1;251.6] <sup>a</sup>	236.1 [217.9;259.9] <sup>ab</sup>	240.7 [219.7;268.4] <sup>b</sup>	0.006	212.7 [186.5;235.5]	228.6 [199.3;251.7]	212.6 [202.8;232.0]	0.149
Deep sleep (min)	64.0 (13.6)	65.5 (15.0)	65.4 (12.8)	0.452	63.6 [54.2;72.5]	61.6 [53.4;70.1]	63.3 [56.4;72.5]	0.745
Sleep duration (hour)	6.8 [6.0;7.0]	6.5 [6.0;7.0]	7.0 [6.0;7.5]	0.320	6.5 [6.0;7.0]	6.7 [6.0;7.0]	6.5 [6.0;7.0]	0.646
PSQI score	5.0 [3.0;7.0]	5.0 [3.0;7.0]	5.0 [3.0;7.0]	0.827	4.0 [3.0;6.0]	5.0 [3.0;7.0]	5.0 [3.0;7.0]	0.683
PSQI Sleep efficiency	95.6 [90.0;100.0] <sup>a</sup>	93.8 [87.5;97.8] <sup>b</sup>	93.8 [87.5;97.9] <sup>b</sup>	0.025	95.8 [88.9;99.1]	95.6 [90.0;100.0]	95.2 [90.3;98.2]	0.798
ISI score	4.0 [1.0;9.0]	5.0 [2.0;9.0]	5.0 [2.0;9.0]	0.781	4.0 [1.0;8.0]	4.0 [2.0;7.0]	4.0 [1.0;8.0]	0.578

<sup>a-b</sup> Different superscript letters indicate a significant difference between groups, whereas the same superscript letters indicate no significant differences between groups.

Table 4. Sex-Stratified Comparison of Heart Rate Measures by Sasang Constitution Type

	Women			Men			P
	TE (N=228)	SE(N=164)	SY(N=165)	TE(N=160)	SE(N=33)	SY(N=47)	
All-day heart rate	76.0 [71.0;82.0] <sup>a</sup>	73.0 [68.0;78.0] <sup>b</sup>	73.0 [70.0;78.0] <sup>b</sup>	77.5 [71.0;83.6]	75.0 [71.0;80.0]	76.0 [69.0;81.5]	0.336
Sleeping heart rate	64.0 [60.0;69.0] <sup>a</sup>	61.0 [56.0;65.2] <sup>b</sup>	60.0 [58.0;65.0] <sup>b</sup>	62.0 [58.0;69.0]	61.0 [56.0;66.0]	61.0 [57.0;67.0]	0.334
Heart rate dip	20.8 (4.3) <sup>a</sup>	22.2 (5.0) <sup>b</sup>	22.4 (4.5) <sup>b</sup>	22.1 (5.4)	23.0 (7.0)	21.9 (6.6)	0.651
Inactive heart rate	72.5 [68.0;78.6] <sup>a</sup>	70.0 [65.0;75.0] <sup>b</sup>	70.0 [65.0;74.0] <sup>b</sup>	73.5 [67.0;81.2] <sup>a</sup>	70.0 [63.0;75.0] <sup>a</sup>	71.5 [66.5;76.5] <sup>a</sup>	0.049
Minimum heart rate	58.0 [54.0;62.0] <sup>a</sup>	55.0 [51.0;59.0] <sup>b</sup>	55.0 [52.0;59.0] <sup>b</sup>	56.0 [52.0;62.0]	53.0 [51.0;59.0]	55.0 [51.0;60.0]	0.226
Clinical resting heart rate	72.5 [68.5;80.5]	71.8 [66.4;77.6]	72.5 [66.0;79.0]	71.5 [65.5;78.0]	68.5 [67.5;75.5]	68.5 [63.2;74.5]	0.206

<sup>a,b</sup> Different superscript letters indicate a significant difference between groups, whereas the same superscript letters indicate no significant differences between groups.

Table 5. Sex-Stratified Comparison of Circadian Rhythm Measures by Sasang Constitution Type

	Women			Men				
	TE (N=228)	SE(N=164)	SY(N=165)	P	TE(N=160)	SE(N=33)	SY(N=47)	P
IS	0.62 [0.52;0.70] <sup>a</sup>	0.66 [0.57;0.73] <sup>b</sup>	0.64 [0.55;0.71] <sup>ab</sup>	0.035	0.59 [0.48;0.69]	0.58 [0.45;0.72]	0.60 [0.42;0.66]	0.563
IV	0.50 [0.43;0.59]	0.50 [0.42;0.63]	0.50 [0.41;0.60]	0.780	0.45 [0.37;0.54]	0.47 [0.39;0.61]	0.49 [0.38;0.60]	0.298
RA	0.13 [0.11;0.15] <sup>a</sup>	0.14 [0.13;0.16] <sup>b</sup>	0.14 [0.12;0.16] <sup>b</sup>	<0.001	0.14 [0.04]	0.14 (0.05)	0.14 (0.04)	0.870
L5	65.15 [61.48;70.06] <sup>a</sup>	62.15 [57.30;65.64] <sup>b</sup>	61.57 [58.18;66.10] <sup>b</sup>	<0.001	64.21 [59.08;70.62]	62.53 [56.11;68.85]	63.16 [58.39;70.72]	0.486
M10	84.88 [79.75;90.34] <sup>a</sup>	82.38 [77.18;86.78] <sup>b</sup>	83.20 [77.90;86.78] <sup>b</sup>	<0.001	86.15 (8.30)	84.06 (8.43)	84.33 (7.64)	0.228
L5 start time (hour)	1.88 [1.15;2.45]	1.71 [1.03;2.40]	1.75 [0.78;2.24]	0.110	1.80 [0.98;2.22]	1.62 [0.55;2.68]	1.66 [0.78;2.17]	0.642
M10 start time (hour)	10.78 [8.66;11.94] <sup>a</sup>	10.17 [8.37;11.70] <sup>ab</sup>	9.85 [8.13;11.60] <sup>b</sup>	0.035	11.43 [8.41;12.24]	11.80 [9.77;12.40]	10.97 [8.66;12.58]	0.532
Mesor	77.25 [72.99;81.86] <sup>a</sup>	74.65 [69.73;78.70] <sup>b</sup>	74.80 [70.73;77.86] <sup>b</sup>	<0.001	78.24 (7.82)	76.20 (7.59)	76.87 (7.36)	0.278
Amplitude	10.33 (2.29)	10.66 (2.64)	10.79 (2.66)	0.177	10.84 (3.11)	10.47 (4.07)	10.25 (3.30)	0.525
Acrophase (hour)	15.60 [14.85;16.58] <sup>a</sup>	15.39 [14.59;16.25] <sup>b</sup>	15.23 [14.30;16.15] <sup>b</sup>	0.003	15.62 [14.71;16.79]	15.96 [14.69;16.93]	15.51 [15.05;16.54]	0.947
Sleep onset (minutes)	12.90 [-26.74;49.79] <sup>a</sup>	-2.37 [-48.74;40.72] <sup>ab</sup>	-1.84 [-49.20;35.26] <sup>b</sup>	0.019	17.85 [-25.04;59.56]	15.95 [-41.47;115.38]	10.52 [-33.11;52.82]	0.761
Sleep offset (minutes)	442.72 [403.70;470.74]	446.31 [409.93;479.78]	440.11 [392.25;473.33]	0.414	421.88 (53.90)	429.29 (88.67)	427.87 (65.22)	0.745
MEQ score	48.0 [43.0;53.0]	48.0 [43.2;53.0]	48.5 [44.0;53.2]	0.320	49.2 (7.5)	49.4 (6.5)	51.2 (6.3)	0.275

<sup>a-b</sup> Different superscript letters indicate a significant difference between groups, whereas the same superscript letters indicate no significant differences between groups.

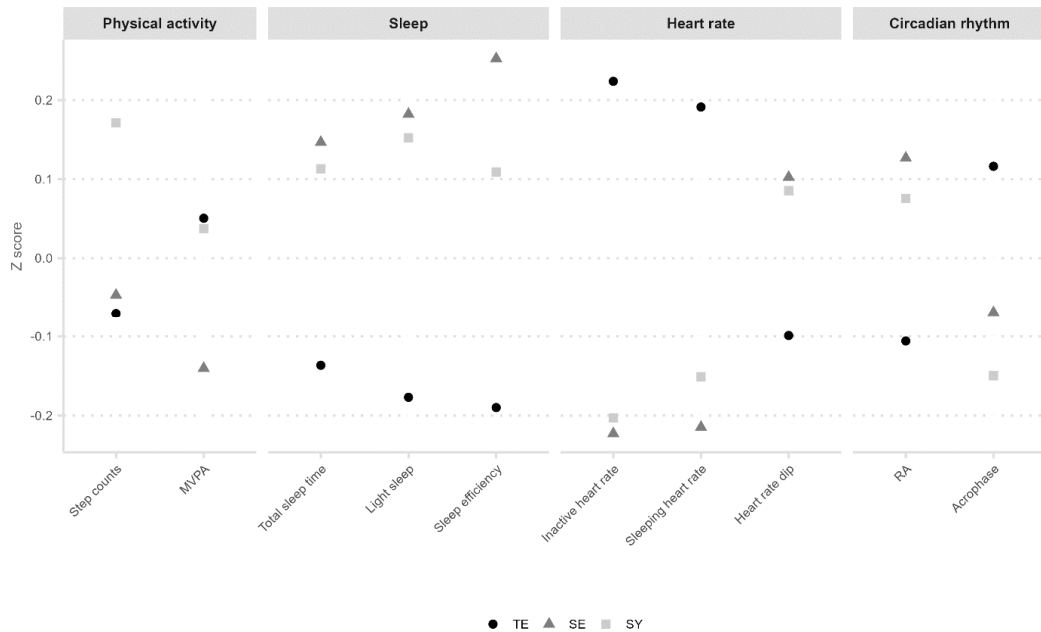


Figure 1. Visual comparison of Z-scored physical activity, sleep, heart rate, and circadian rhythm metrics by Sasang constitution type.

#### IV. 고찰

본 연구에서는 대전시민코호트 참여자 중 웨어러블 기기 검사에 동의한 총 797명을 대상으로 사상체질 간의 일상생활 중 활동, 수면, 심박수 및 일주기리듬의 차이를 분석하기 위하여 웨어러블 기기를 통해 얻은 다양한 특성의 정량 지표의 체질간 차이를 성별로 층화하여 분석하고자 하였다. 그 결과, 남자보다는 주로 여자에서 체질별 유의한 차이가 두드러졌는데, 걸음 수 및 MVPA가 소음인에서 가장 낮게 나타났고, 태음인에서는 수면 효율 및 얇은 수면 시간이 적은 경향을 보였다. 또한, 태음인은 소음인 및 소양인에 비해 중일, 수면, 비활동, 최소 심박수는 증가되어 있고, 수면 시 심박수 감소율은 감소되어 있었으며, 유의하게 작은 상대적 진폭 및 늦은 최고점시각이 관찰되었다. 남자에서는 비활동 시 심박수에서만 체질간 경계선 상의 유의성을 보였다.

신체 활동과 관련하여 본 연구에서는 웨어러블 기

기로 측정된 걸음 수, 신체활동 강도별 소요 시간과 함께 자가보고된 총 신체활동량 등 다양한 지표를 활용하였다. 기존의 자가보고 설문지 기반 연구들에서는 소양인이 가장 높은 운동 참여율, 횡수 및 활동량을 보였다는 결과<sup>8,28</sup>를 보고하였는데, 본 연구에서도 웨어러블 기기 기반 걸음수 및 보통 수준의 신체 활동 시간, MVPA시간에서 소양인이 소음인에 비해 유의하게 높은 결과를 보이고 있었다. 소양인은 사상체질 의학에서 행동거지가 활발하고 날쌔다고 알려져있으며, 『사상방약합편』에서는 소양인은 몸짓을 흔들 듯이 하고 가볍게 보인다(如搖如輕)고 하였다는 점에서, 본 연구에 보이는 소양인의 가장 높은 활동 양상은 이러한 사상체질 의학의 이론을 뒷받침하는 결과로 사료된다.

태음인과 소음인의 활동량 비교에 있어서는, 기존에 보고된 몇몇 연구에서는 소음인이 태음인보다 더 높은 신체활동량을 보인다고 하였다<sup>8,28</sup>. 『사상방약합편』에서는 소음인은 “의지하듯하고 단중한 듯 보인다

(如依如重), 태음인은 “움직이지 않고 가만이 있는 다(不動而靜)”라고 묘사하였다<sup>29</sup>. 본 연구에서는 걸음수, 경미한/보통 수준의 신체 활동량, 자가보고 총 활동량에 있어서 태음인 및 소음인의 두 체질간 유의한 차이는 관찰되지 않았다. 다만, 높은 수준의 신체 활동 및 MVPA에 해당하는 시간은 여자에서 태음인이 소음인보다 유의하게 높은 값을 나타냈는데, 본 연구에서 태음인의 심박수가 소음인보다 유의하게 높게 나타났으며, 사용된 웨어러블 기기가 운동강도 구분을 위한 MET 계산에 심박수를 포함하기 때문에<sup>30</sup>, 이러한 심박수 차이가 중등도 및 고강도 운동량 산출에 영향을 미쳤을 가능성도 함께 고려할 필요가 있으며, 추후 좀더 심화된 연구가 필요하다.

본 연구에서는 남자의 경우 체질간 수면 양상에 유의한 차이가 관찰되지 않았으나, 여자의 경우 태음인이 소음인 및 소양인에 비해 웨어러블 기기 기반 수면 효율이 낮고, 얇은 수면 시간도 감소되어 있는 것으로 나타났다. 이는 태음인이 불면증 및 일주기리듬 수면-각성 장애를 가장 많이 호소한 것으로 보고한 국민건강보험 청구자료 분석 연구 결과와 일치하며<sup>31</sup>, 기존 설문지 기반 연구에서 태음인이 소음인이나 소양인에 비해 코골이가 많고, 소음인에 비해 몸부림을 치는 편이라는 응답이 유의하게 많았던 결과<sup>32</sup>와도 일관된 경향을 보인다. 한편, 자가 보고된 수면효율은 태음인이 소음인 및 소양인보다 오히려 유의하게 높은 것으로 나타나, 주관적 수면 평가와 웨어러블 기기의 객관적 수면 지표 간에 차이가 있음을 관찰할 수 있었다. 이는 태음인에서 보이는 강한 긍정적 정서 성향<sup>33</sup>이 주관적 수면 인식에 영향을 미쳤을 가능성도 고려할 수 있다.

체질별 수면 상태와 관련된 기존 연구들은 대부분 주관적 설문지에 기반하고 있으며, 수면 시간, 수면의 질, 수면 효율 등에 대해 일관된 결과를 제시하지 않았다. 수면시간과 관련하여 한 연구에서는 소음인이 태음인이나 소양인보다 수면시간이 길다<sup>32</sup>고 보고하였으며, 또 다른 연구에서는 음인(소음인, 태음인)의 수면시간이 양인(태양인, 소양인)보다 수면시간이 길다

고 보고하였다<sup>34</sup>. 수면의 질에 대해서는 소음인이 태음인 및 소양인에 비해 낮은 수면의 질을 보인다고 보고되었으며<sup>6,7</sup>, 소음인과 소양인이 태음인보다 더 많은 수면 장애를 호소한다고 한 보고도 있다<sup>35</sup>. 사상 체질별 수면 소증에 대한 체계적 고찰연구에서는 설문지 기반 평가가 지니는 주관적 인식의 한계를 보완하고자, 수면을 보다 객관적으로 측정할 수 있는 웨어러블 디바이스의 활용 필요성을 강조한 바 있으며<sup>4</sup>, 본 연구는 웨어러블 기기를 활용하여 체질간 수면 양상의 차이를 객관적으로 분석한 첫번째 연구로서 그 의미가 있다.

맥진과 관련한 기존 설문조사 연구에 따르면 사상 체질 전문가들은 대체로 소양인의 맥이 가장 빠르다고 인식하고 있는 것으로 보고되었다<sup>11</sup>. 『사상방약합편(四象方藥合編)』에서도 소양인의 심박수를 분당 80회, 태음인 60회, 소음인은 70회로 기술하고 있다<sup>29</sup>. 한편, 사상체질 전문의의 체질 진단을 활용한 기존 연구들에서는 소양인 또는 태음인의 심박수가 빠른 경향이 관찰되었으나, 체질간 통계적으로 유의한 차이는 확인되지 않았다<sup>14,36</sup>. 반면, 본 연구에서는 여자의 경우 태음인이 소음인 및 소양인에 비해 종일, 수면, 비활동, 최소 심박수가 모두 높게 나타났으며, 수면 중 심박수 감소율은 낮게 관찰되었다. 남자의 경우에는 태음인에서 비활동시 심박수만이 높은 경향을 보였다.

본 연구에서 체질 간 심박수 차이가 통계적으로 유의하게 분석된 이유는, 기존 연구보다 상대적으로 많은 연구 참여자 수가 확보되었기 때문일 수 있으며, 심박수가 BMI와 양의 상관관계를 갖는다는 점에서 체질 진단 도구의 영향으로 체질 간 BMI 차이가 유의하게 나타난 것이 심박수 차이에 영향을 미쳤을 가능성도 고려해야 할 필요성이 있다. 나아가, 선행 연구에서 태음인의 심혈관계 관련 위험인자 빈도가 높다고 보고된 바 있으며<sup>37,38</sup>, 본 연구에서도 심혈관계 질환의 높은 위험과 관련성이 있다고 보고된 높은 심박수 및 저하된 수면 중 심박수 감소율이 태음인에서 관찰되어, 심혈관계 위험이 특히 태음인에서 높을 가능성을

시사하고 있다.

또한, 앞선 전문가 설문조사에서도 체질별 맥진 특징에 대해 기술하면서 다수의 전문가들이 “병증에 따라 맥상이 달라지므로, 어느 한 체질의 맥진 특성을 일률적으로 말하는 것은 무리가 있다”고 부언한 바 있다<sup>1)</sup>. 본 연구에서는 기반 조사 시 악성종양 및 심근경색, 협심증, 뇌졸중 등의 질환이 없는 일반인을 대상으로 하였으나, 한의학적 관점에서의 병증 상태는 별도로 고려하지 않았다는 제한점이 있다. 그럼에도 불구하고, 기존 체질의학 전문가들이 인식한 바와 달리, 소양인이 아닌 태음인에서 가장 빠른 심박수 경향이 유의하게 나타났다는 점은 주목할 만하며, 이에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

일주기리듬은 수면-각성 주기, 호르몬 분비, 심박수, 체온 등 다양한 생리적 기능을 조절하는 생체시계로, 일주기리듬의 교란은 여러 만성 질환에 부정적인 영향을 미친다고 보고되었다<sup>39)</sup>. 사상체질별 일주기리듬의 차이에 대해서는 기존에 거의 연구가 된 바가 없다. 다만 사상체질간 소증 특성에 관한 연구에서 아침의 피로감이 소양인에서 가장 적다는 보고가 이루어진 바 있고<sup>40)</sup>, 본 연구의 모 연구인 대전시민 코호트 기반조사에서는 소양인에서 MEQ 점수가 유의하게 높아 아침형 수면 일주기 유형의 특성을 띠다고 보고한 바 있다<sup>4)</sup>. 본 연구에서 웨어러블 기기 기반 일주기리듬은 여자에서만 체질간 유의한 차이를 보였는데 일별 일주기리듬의 안정성은 태음인이 소음인에 비해 낮았으며, 상대적 진폭도 태음인에서 소음인과 소양인에 비해 낮아, 태음인에서 일주기리듬의 강도가 약하게 나타났다. 또한, M10 시작 시각, 최고점 시각, 입면 시각이 공통적으로 태음인이 소양인보다 느리게 조사되어, 상대적으로 태음인은 저녁형, 소양인은 아침형 리듬을 가지고 있는 것으로 나타났다.

본 연구는 웨어러블 기기를 통해 얻은 활동, 수면, 심박수, 일주기리듬 등의 객관적인 데이터를 바탕으로 사상체질별 생리적 특징을 분석한 최초의 연구이다. 기존의 자가 보고형 설문지 기반 연구는 응답자의

주관적 인식, 일시적인 심리 및 신체 상태, 회상 편향 등에 영향을 받을 수 있다는 한계가 있다. 이에 반해 웨어러블 기기 기반 연구는 실제 일상생활 속에서 이루어지는 개인의 활동, 수면, 심박수 등의 지표를 24시간 연속적으로 모니터링함으로써, 보다 객관적이고 지속적인 자료를 확보할 수 있으며, 1회성 임상 측정보다도 평소 상태를 더 잘 반영한다는 장점이 있다. 본 연구에서는 여자의 경우, 일주기리듬 설문지에서는 체질 간 유의한 차이가 없었으나, 웨어러블 기기를 통해 추출한 일주기리듬 변수에서는 유의한 차이가 관찰되었다. 또한 일회성으로 측정한 안정시 심박수는 유의한 차이가 없었던 반면, 웨어러블 기기 기반의 심박수 지표에서는 체질간 차이가 명확하게 나타났다. 반면 수면 효율의 경우, 웨어러블 측정값과 자가 보고 설문지 값 간에 상반되는 경향을 보여, 측정 도구의 특성과 해석에 주의가 필요함을 시사하였다. 따라서 향후 체질 간의 활동, 수면, 심박수, 일주기리듬 특성 이해를 위한 관련 연구에서는 웨어러블 기기에 기반한 객관적이고 다차원적인 분석이 적극적으로 병행되어야 할 것이다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 체질의 진단 도구로 사용된 KS-15는 신뢰도와 타당도가 검증된 도구이지만, 태양인 진단이 배제되어 있으며, 일시적인 증상 호소로 인한 체질 진단의 오류 가능성 및 용모와 음성에 대한 항목 제외 등의 한계가 존재하므로<sup>15)</sup>, 결과 해석에 이를 고려해야 할 것이다. 둘째, 본 연구는 활동, 수면, 심박수, 일주기리듬과 관련된 다양한 변수들의 체질별 특성을 개괄적으로 살펴보기 위한 분석으로, 성별에 따라 층화하여 분석을 수행하였으나, 기타 교란변수에 대해서는 보정을 실시하지 않았다. 이에 따라 관찰된 체질 간 차이에 연령, 기저 질환 및 기타 관련 변수들의 교란효과가 개입되어 있을 수 있다. 향후에는 특정 변수에 초점을 맞추어 순수한 체질 요인의 효과를 검증하기 위한 심층적인 연구가 필요하다. 셋째, 본 연구의 참여자는 대전시민을 대표하는 표본 중 웨어러블 기기 착용에 동의한 대상자만 참여하여 전체 대전시민을 대표한다고 보기는 힘들다. 넷

째, 본 연구에서 사용된 웨어러블 기기는 수면다원검사나 심전도에 비해 정확도가 낮고, 측정 지표에 따라 정확도의 차이가 존재한다. 그럼에도 불구하고, 대규모 대상자의 일상생활을 수일에 걸쳐 추적 및 관찰하기 위한 자료 수집의 용이성과 지속적인 모니터링 측면에서 웨어러블 기기의 활용은 현실적으로 적절한 방법으로 판단된다.

본 연구는 웨어러블 기기를 활용하여 사상체질 간 일상 생활습관 및 생리적 특성을 객관적으로 비교한 최초의 연구로서 의의가 있다. 연구 결과는 전통적인 사상체질의 특성과 일정 부분 일치하는 양상을 보이는 한편, 심박수 및 일주기리듬과 관련하여 기존에 거의 보고되지 않았던 새로운 경향을 제시하였다. 향후 연구에서는 다양한 교란변수를 보정한 분석 모델을 적용하여 본 연구 결과의 임상적 활용 가능성을 높일 필요가 있다. 더불어, 웨어러블 기반 체질 예측 모형의 개발과 체질의학의 생활 습관 관리 도구로서의 웨어러블 기기 활용을 위한 연구도 활발히 이루어지기를 기대한다.

## V. Acknowledgement

본 연구는 한국한의학연구원의 ‘빅데이터 기반 한의 예방 치료 원천기술 개발(KSNI1739121) 과제’의 지원을 받아 수행되었습니다.

## VI. References

- Lu L, Zhang J, Xie Y, Gao F, Xu S, Wu X, et al. Wearable Health Devices in Health Care: Narrative Systematic Review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020; 8(11):e18907. DOI: 10.2196/18907
- Statista. Number of users of fitness/activity tracking wristwear worldwide from 2020 to 2029: Statista Research Department; 2025. Available from: <https://www.statista.com/forecasts/1314613/worldwide-fitness-or-activity-tracking-wrist-wear-users>.
- Song IB, Kim SM. A Study of ordinary symptoms in the Dongyi Soose Bowon Sasang Chobongyun and DongmuYugo. *J Sasang Constitut Med*. 2000; 12(2):67-77. (Korean)
- Lee HB, Han YR, Han SY, Kim YI, Son KW, Lee MS, et al. Systematic Review on the Sasang Type-Specific Pathophysiological Symptoms of Sleep. *J Orient Neuropsychiatry*. 2015;26(4):337-348. (Korean) DOI: 10.7231/jon.2015.26.4.337
- Jeong KS, Lee SW, Kim JE, Lim SE, Baek YH. Association of Sleep Quality and Chronotype with Nutritional Quotient according to Sasang Constitution. *J Sasang Constitut Med*. 2024;36(2):27-38. (Korean) DOI: 10.7730/JSCM.2024.36.2.27
- Park KH, Jeong KS, Kim SH. Comparison of Sleep by Sasang Constitutional Type Using Pittsburgh Sleep Quality Index. *J Sasang Constitut Med*. 2021; 33(1):102-108. DOI: 10.7730/JSCM.2021.33.1.102 (Korean)
- Park JE, Mun SJ, Lee SW. Effect of Sleep Quality on Fatigue and Quality of Life : a Sasang Constitutional Medicine Perspective. *J Physiol & Pathol Korean Med*. 2020;34(1):37-44. (Korean) DOI: 10.15188/kjopp.2020.02.34.1.37
- Ahn YD, Shin JH. Comparison of Physical Activities and Calorie Consumption according to Sa-sang Constitution and Eating Habits in Participate in Sport. *Journal of Sport for All*. 2008;33(2):883-892. (Korean) DOI: 10.51979/KSSLS.2008.08.33.883
- Lee DK, Jeong SY, Kim LH. Gait Characteristics of Sasang Constitution with 3-Axis Accelerometer-Based Gait Analysis. *J Orient Neuropsychiatry*. 2020;31(4):225-233. (Korean) DOI: 10.7231/JON.2020.31.4.225
- Lee SK, Yoon DW, Yi HR, Lee SW, Kim JY,

- Shin C. Tae-Eum Type as an Independent Risk Factor for Obstructive Sleep Apnea. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2013;2013(1):910382. DOI: 10.1155/2013/910382
11. Lee JH, Kim YH, Hwang MW, Kim JY, Lee EJ, Song IB, Koh BH. Survey Study about Sasangin's Characteristics of Face, Voice, Skin and Pulse Diagnosis. *J Sasang Constitut Med.* 2007;19(3):126-143. (Korean)
  12. Yu JS. Trends in the Study of Pulse Diagnosis in the Field of Sasang Constitution. *J Sasang Constitut Med.* 2024;36(3):49-62. (Korean) DOI: 10.7730/JSCM.2024.36.3.49
  13. Lee SW, Joo JC, Kim KY, Kim JY. Clinical Study on the Sasang Constitutional Pulse Using Array Piezoresistive Sensor. *J Sasang Constitut Med.* 2006;18(1):118-131. (Korean)
  14. Choi YS, Kim KY, Hwang SY, Choi CW, Kim HH, Joo JC. A Comparative Study on the Pulse Wave Variables and Sasang Constitution in Hypertension Patients and Healthy Subjects. *J Sasang Constitut Med.* 2007;19(2):127-142. (Korean)
  15. Baek YH, Jang ES, Park KH, Yoo JH, Jin HJ, Lee SW. Development and Validation of Brief KS-15 (Korea Sasang Constitutional Diagnostic Questionnaire) Based on Body Shape, Temperament and Symptoms. *J Sasang Constitut Med.* 2015;27(2):211-221. (Korean) DOI: 10.7730/JSCM.2015.27.2.211
  16. Kim YY, Jang ES. Test-Retest Reliability of Brief KS-15 - Korean Sasang Constitutional Diagnostic Questionnaire. *J Physiol & Pathol Korean Med.* 2016;30(3):177-183. (Korean) DOI: 10.15188/kjopp.2016.06.30.3.177
  17. Bae KH, Kim SH, Go HY, Park KH, Lee SW, Lee SJ. One year test-retest reliability of the Korea Sasang constitutional diagnostic questionnaire (KS-15) in university students. *J Sasang Constitut Med.* 2019;31(2):12-21. (Korean) DOI: 10.7730/JSCM.2019.31.2.12
  18. Chevance G, Golaszewski NM, Tipton E, Hekler EB, Buman M, Welk GJ, et al. Accuracy and Precision of Energy Expenditure, Heart Rate, and Steps Measured by Combined-Sensing Fitbits Against Reference Measures: Systematic Review and Meta-analysis. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2022;10(4):e35626. DOI: 10.2196/35626
  19. Godino JG, Wing D, de Zambotti M, Baker FC, Bagot K, Inkelis S, et al. Performance of a commercial multi-sensor wearable (Fitbit Charge HR) in measuring physical activity and sleep in healthy children. *PLoS One.* 2020;15(9):e0237719. DOI: 10.1371/journal.pone.0237719
  20. Eylon G, Tikotzky L, Dinstein I. Performance evaluation of Fitbit Charge 3 and actigraphy vs. polysomnography: Sensitivity, specificity, and reliability across participants and nights. *Sleep Health.* 2023;9(4):407-416. DOI: 10.1016/j.sleh.2023.04.001
  21. Haghayegh S, Khoshnevis S, Smolensky MH, Diller KR, Castriotta RJ. Accuracy of Wristband Fitbit Models in Assessing Sleep: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Med Internet Res.* 2019;21(11):e16273. DOI: 10.2196/16273
  22. Zhang Y, Weaver RG, Armstrong B, Burkart S, Zhang S, Beets MW. Validity of Wrist-Worn photoplethysmography devices to measure heart rate: A systematic review and meta-analysis. *J Sports Sci.* 2020;38(17):2021-2034. DOI: 10.1080/02640414.2020.1767348
  23. Jeong SH, Seo JY, Jeon SH, Cho CH, Yeom JW, Jeong JW, et al. Circadian Rhythm of Heart Rate Assessed by Wearable Devices Tends to Correlate with the Circadian Rhythm of Salivary Cortisol

- Concentration in Healthy Young Adults. *Chronobiol Med.* 2020;2(3):109-114. DOI: 10.33069/cim.2020.0022
24. Lee JA, Lee CA, Min JH, Kang DW, Kim JY, Yang HI, et al. Development of the Korean Global Physical Activity Questionnaire: reliability and validity study. *Glob Health Promot.* 2020;27(3):44-55. DOI: 10.1177/1757975919854301
  25. Sohn SI, Kim DH, Lee MY, Cho YW. The reliability and validity of the Korean version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Sleep Breath.* 2012;16(3):803-812. DOI: 10.1007/s11325-011-0579-9
  26. Bastien C. Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Medicine.* 2001;2(4):297-307. DOI: 10.1016/S1389-9457(00)00065-4
  27. Lee JH, Kim SJ, Lee SY, Jang KH, Kim IS, Duffy JF. Reliability and validity of the Korean version of Morningness-Eveningness Questionnaire in adults aged 20-39 years. *Chronobiol Int.* 2014;31(4):479-486. DOI: 10.3109/07420528.2013.867864
  28. Yoo BH, Oh WJ, Go YS. The Sasang Constitutions and exercise habit of women university students. *Journal of the Global Senior Health Promotion Institute.* 2011;1(1):107-120. (Korean)
  29. Yu JS, Oh JA. A Study on the Sasang Constitution Diagnosis Method in the Sasang-Bangyakhap-pyeon. *J Sasang Constitut Med.* 2025;37(1):1-15. (Korean) DOI: 10.7730/JSCM.2025.37.1.1
  30. Rosenzweig E, Villeda GAV, Crook S, Koli F, Rosenzweig EB, Krishnan US. Efficacy of a Commercial Physical Activity Monitor in Longitudinal Tracking of Patients With Pulmonary Hypertension: A Pilot Study. *Tex Heart Inst J.* 2023;50(5). DOI: 10.14503/thij-22-7866
  31. Ahn EK, Lee SW, Park JE. Characteristics of Sasang Constitution-Based Sleep Wake Disorder and Herbal Medicine: Using the National Health Insurance Data of Korea (2011-2020). *J Sasang Constitut Med.* 2024;36(3):14-25. (Korean) DOI: 10.7730/JSCM.2024.36.3.14
  32. Choi JY, Choi JR, Lee YS, Park SS. A Study on the Clinical Features of the Ordinary Sleeping Patterns of Taeumin Using Logistic Regression. *J Korean Oriental Med.* 2004;25(4):171-179. (Korean)
  33. Yoon MY, Lee SK, Sohn KW, Lee SJ, Park SH, Yang JW, et al. Psychological Analysis of Sasang Types using PANAS. *J Physiol & Pathol Korean Med.* 2011;25(2):345-351. (Korean)
  34. Park S-S, Choi J-R. A Clinical Study of Sleep According to Sasang Constitution. *J Sasang Constitut Med.* 2003;15(3):204-215. (Korean)
  35. 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
  36. Park SJ, Kim KY, Lee SW, Kwon YM, Kil EY, Joo JC. Comparative Study on the Pulse Wave Variables and Sasang Constitution in Diabetes Mellitus Patients and Healthy Subjects. *J Physiol & Pathol Korean Med.* 2007;21(6):1601-1610. (Korean)
  37. Jang ES, Baek YH, Kim YY, Park KH, Lee SW. Sasang constitution may act as a risk factor for prehypertension. *BMC Complement Altern Med.* 2015;15(1):231. DOI: 10.1186/s12906-015-0754-9
  38. Kim YY, Park KH, Yoo JH, Jang ES. Sasang Constitution May Play a Key Role in Increasing the Number of Sub-Elements of Metabolic Syndrome. *J Altern Complement Med.* 2016;22(3):204-211. DOI: 10.1089/acm.2015.0209

39. Ansu Baidoo V, Knutson KL. Associations between circadian disruption and cardiometabolic disease risk: A review. *Obesity (Silver Spring)*. 2023;31(3):615-624. DOI: 10.1002/oby.23666
40. Baek YH, Kim HS, Lee SW, Ryu JH, Kim YY, Jang ES. Study On the Ordinary Symptoms Characteristics of Gender Difference According to Sasang Constitution. *J Physiol & Pathol Korean Med*. 2009;23(1):251-258. (Korean)

<저자 소속 및 직위>

- 문수정/한국한의학연구원 한의약데이터부/  
책임연구원
- 백영화/한국한의학연구원 한의약데이터부/  
책임연구원
- 김정균/한국한의학연구원 한의약데이터부/  
선임연구원
- 이시우/한국한의학연구원 한의약데이터부/  
책임연구원