



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학박사 학위논문

심장박동 소리가 결합된 숙면 유도  
음악 앱의 개발 및  
중장년기 성인 대상 수면 개선  
효과에 대한 탐색적 연구

Development of a mobile application to play  
music combined with heartbeat sounds and  
its effect on sleep quality  
in middle-aged adults: An exploratory study

2021년 8월

서울대학교 대학원

임상의과학과

오 서 진

심장박동 소리가 결합된 숙면 유도  
음악 앱의 개발 및  
중장년기 성인 대상 수면 개선  
효과에 대한 탐색적 연구

지도교수 신 민 섭

이 논문을 의학박사 학위논문으로 제출함  
2021년 4월

서울대학교 대학원  
의과대학 임상외과학과  
오 서 진

오서진의 박사 학위논문을 인준함  
2021년 7월

위원장	<u>안동민</u>
부위원장	<u>신민섭</u>
위원	<u>이유진</u>
위원	<u>조기영</u>
위원	<u>백수현</u>

## 초 록

**서론:** 음악은 생리적 이완과 긍정 정서, 주의 전환을 유도하여 수면 문제를 개선하는데 도움을 주는 것으로 알려져 있다. 선행연구들은 음악 듣기가 수면의 질 향상에 효과가 있으며, 안전하고 비용-효과적인 불면증 치료 방법으로 활용될 수 있다고 보고하였다. 최근에는 심장박동이나 호흡 소리와 같은 바이탈 사운드의 이완 유도 효과가 실험실 연구를 통해 지지되었으나, 수면 문제를 호소하는 개인을 대상으로 바이탈 사운드를 활용한 임상 연구 사례는 보고된 바 없다. 이에 본 연구는 신체적·심리적 이완을 유도하는 심장박동 소리가 결합된 음악 및 이를 재생하는 모바일 어플리케이션(이하 앱)을 개발하고, 중장년기 일반인의 수면 개선을 위한 효과적 활용 방안을 탐색하였다.

**방법:** 본 연구에서는 먼저 문헌 조사, 예비 연구를 통해 심장박동 소리가 결합된 음악 콘텐츠와 앱을 개발하고, 실제 수면문제를 호소하는 중장년기 성인을 대상으로 이를 적용하기 위한 무작위 대조군 연구를 실시하였다. 연구대상자는 수면과 관련된 불편감을 호소하는 40-68세 일반인 63명으로, 훈련집단에 22명, 비교집단에 19명, 대기집단에 22명이 무작위 배정되었다. 총 4주의 훈련 기간 동안 훈련집단은 심장박동 소리가 결합된 음악을, 비교집단은 오디오북을 일일 약 30-45분씩 듣도록 하였고, 대기집단은 아무런 훈련을 실시하지 않았다. 효과 평가를 위해 훈련 전, 후, 추후(훈련 종료 4주 후) 총 3차례 자기보고식 설문조사를 통해 수면 문제 심각도, 정서적 어려움, 삶의 질을 평가하였고, 웨어러블 기기를 이용해 일일 수면 시간을 측정하였다.

**결과:** 세 집단의 훈련 전-후 수면 문제 변화를 비교하였을 때, 모든

집단에서 불면증 심각성 척도(ISI), 피츠버그 수면 질 평가(PSQI), PROMIS 수면 장애 척도 단축형 등 주요 수면장애 척도의 총점과 정서 문제 점수가 다소간 감소하였으나 집단 간 통계적으로 의미 있는 차이는 관찰되지 않았다. 하지만 하위 문항으로 평가한 수면장애 지표 중 새벽에 너무 일찍 잠에서 깨는 문제, 주관적 수면의 질은 훈련 집단의 증상 개선 정도가 대기 집단에 비해 유의미하게 큰 것으로 나타났다. 특히 훈련 집단에서 우울 점수가 정상 범위인 대상자들은 훈련을 통한 수면의 질 호전 양상이 훈련 종료 4주 이후에도 유의미하게 지속되었다.

**고찰:** 심장박동 소리를 결합한 음악 훈련이 오디오북 훈련과 비교하여 훈련 효과에 있어 우위를 보이지는 않았으나, 대기 집단과 비교하였을 때 주관적 수면의 질 등의 수면장애 변인에 있어서는 효과적일 수 있음을 확인하였다. 단, 심한 우울과 같은 공존병리는 훈련의 효과를 떨어뜨릴 수 있으므로, 모바일 기반 자조 치료로 적절한 효과를 기대하기 위해서는 개인의 불면 심각도와 더불어 우울 수준에 대한 사전 선별이 필요함을 제안하였다. 종합하면, 본 연구에서 개발한 심장박동 소리가 결합된 음악 앱은 임상적 수준의 불면증과 공존병리를 지닌 환자 대상의 일차 치료 도구라기보다, 일상생활에서 수면 관련 불편감을 경험하는 일반인을 위한 헬스케어 보조 도구로서 잠재적 활용성이 있다고 판단된다.

---

**주요어 :** 수면 장애, 불면증, 중장년기 성인, 심장박동 소리, 모바일 어플리케이션, 무작위 대조군 연구

**학번 :** 2014-30914

# 목차

초록 .....	i
목차 .....	iii
표 목차 .....	iv
그림 목차 .....	v
I. 서론 .....	1
II. 방법 .....	7
III. 결과 .....	23
IV. 고찰 .....	42
V. 결론 .....	52
참고문헌 .....	53
ABSTRACT .....	62

## 표 목차

표 1. 심장박동 소리를 결합한 음악 목록 .....	12
표 2. 비교 집단 오디오북 목록 .....	15
표 3. 심장박동 소리를 결합한 음악에 대한 이완도 평가 결과 .....	24
표 4. 심장박동 소리를 결합한 음악에 대한 이완도 평가 결과: 주관식 응답 요약 .....	25
표 5. 연구대상자 인구학적 변인 및 훈련 전 평가 평균 점수 .....	28
표 6. 집단별 훈련 전-후 수면 관련 척도 점수 비교 .....	32
표 7. 집단별 훈련 전-후 정서 및 삶의 질 관련 척도 점수 비교 ....	34
표 8. 훈련 집단과 비교 집단의 훈련 전-후-추후 수면 관련 척도 점수 비교 .....	37
표 9. 훈련 만족도 및 순응도 평가 점수 .....	38
표 10. 우울 점수가 임상적 수준인 대상자를 제외한 훈련 집단과 비교 집단의 훈련 전-후-추후 수면 관련 척도 점수 .....	40

## 그림 목차

그림 1. 효과검증 연구 흐름도(flow chart) .....	8
그림 2. 모바일 앱 음악 재생 화면 .....	14
그림 3. 블루투스 스피커와 수면 쿠션 .....	14
그림 4. 스마트워치 착용 예시 .....	19
그림 5. 집단별 ISI, PSQI 하위 문항 점수 변화 그래프 .....	33
그림 6. 훈련 집단과 비교 집단의 순응도 점수별 응답 빈도 .....	38
그림 7. 우울 점수가 임상적 수준인 대상자를 제외한 훈련 집단과 비교 집단의 ISI 총점 및 PSQI 6번 점수 .....	41



# I. 서론

## 1. 연구 배경

### 1.1 수면 문제를 호소하는 일반인을 위한 자조 도구 개발의 필요성

불면증의 유병률은 진단 기준에 따라 약 6~18% 사이로 보고되며 (Ohayon, 2002), 노년기, 여성, 그리고 다른 정신과적 장애를 동반한 경우에는 보다 높은 유병율을 보인다(Suh et al., 2020; Hertenstein et al., 2019; Patel et al., 2018). 연령에 따라서는 15세부터 44세까지 유병률이 비교적 안정적으로 유지되다가 45세 이후부터는 뚜렷이 증가 경향을 보인다(Ohayon, 2002). 노화에 따라 흔히 나타나는 수면 문제(sleep disturbances)로는 길어진 수면 잠복기, 자주 깸, 일찍 깸, 주간 졸림과 피로 등이 있다(Lai & Good, 2006). 중장년·노년기 불면증 환자의 15~19%가 수면약물(e.g., hypnotics) 치료를 받는데(Englert & Linden, 1998), 수면제는 주간 불편감(daytime residual effects), 내성(tolerance), 의존(dependence), 약물중단시 반동성 불면증(rebound insomnia) 등의 부작용이 있고 졸피뎀 등의 수면제 처방이 자살사고 및 자살시도와 유의한 관련이 있다는 연구 결과가 보고되기도 하였다(Brower et al., 2011). 이에 약물학적 치료는 개인의 삶의 질을 충분히 개선하지 못하거나 장기적인 치료 유지가 어려운 한계를 지닌다. 특히 40대부터 시작되는 중장년기 이후에는 여타 신체 질환으로 의학적 치료를 받는 빈도가 증가하는 경향이 있어, 불면증으로 병원을 방문하거나 추가 약물을 복용하는 것에 대한 부담이 커진다고 알려져 있다.

약물치료 외에 인지행동치료나 수면위생 교육, 이완훈련 등의 다양한

비약물적(non-pharmacological) 치료 역시 불면증의 치료에 효과적이라고 제시된 바 있다(Morin et al., 2006). 급성 불면증의 단기적인 치료로 수면제 사용과 같은 약물치료적 접근을 취한다 하더라도 가능하다면 행동치료나 인지치료가 병행되어야 한다는 것이 가이드라인으로 제시되기도 해(Schutte-Rodin et al., 2008), 불면증에 대한 비약물학적 치료의 중요성이 강조되고 있다. 실제로 정신건강의학과와 수면클리닉 뿐만 아니라 다양한 진료과에서 불면을 호소하는 성인 환자들이 있고, 수면문제를 겪고 있지만 병원 방문이나 약물치료를 꺼리는 일반인의 비약물적치료에 대한 수요가 증가하는 추세로, 인지행동치료나 이완훈련, 자극-조절 등의 비약물학적 치료 시행을 증진해야 할 필요가 있다(최연선 등, 2016). 이에 부작용이 적고 비용-효과적이며 일상생활에서 누구나 쉽게 접근할 수 있는 비약물적 수면 자조 도구의 개발과 임상적 근거 마련이 필요한 실정이다.

## 1.2 수면 개선을 위한 음악의 활용

불면증의 이완훈련은 각성수준을 낮출 뿐만 아니라 불면에 대한 근심으로부터 주의를 분산시키는 효과가 있으며, 이완훈련을 통해 불면증 환자는 쉽게 잠들 수 있을 뿐 아니라 낮시간 동안의 불안이나 각성을 경감시켜 스트레스에 좀 더 적절하게 대처할 수 있다고 알려져 있다(윤인영, 2000). 불면증을 호소하는 성인을 대상으로 한 선행 음악치료 연구들에서는, 이완/진정을 유도하는 음악은 다음과 같은 측면에서 수면에 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다. ① 생리적 측면: 혈압, 심박, 호흡수, 불안을 낮추고 교감신경계 활동을 감소시킴(Good et al., 2001; Lee et al., 2019), ② 정서적 측면: 정서 조절에 도움을 주어 수면 장애와 연관된 우

울, 불안 등 부정적 정서를 개선함(Saarikallio, 2011), ③ 인지적 측면: 과도한 걱정, 반추 사고로부터 주의를 전환(positive distraction)하는데 도움을 줌(Garza-Villarreal et al., 2014). 이완 반응을 유도하기에 적합하다고 보고된 음악의 특징으로는, 가사가 없는 연주 음악(instrumental music), 느린 템포(50-80 beat per minute, bpm), 당김음(syncopation)이나 강한 타악기 비트가 포함되지 않은 음악 등이 있다(Gaston 1951; Bernardi et al., 2009; Gomez & Danuser, 2007; Trehub & Trainor, 1998). 상기한 음악의 특징 중 기분 및 생리적 반응 유도에 특히 중요한 역할을 하는 것은 템포로 알려져 있다(Watanabe et al., 2017; Azevedo et al., 2017). 템포가 느린 음악은 교감신경계 활동을 감소시키고 노르아드레날린(noradrenaline) 분비를 조절하는 등의 생리적 변화를 통해 이완을 촉진한다는 점(Lai et al., 2006; Shum et al., 2014; Chen et al., 2021), 수면 개선을 위한 음악 요법의 근거가 되고 있다.

음악이 수면의 질 개선뿐만 아니라 삶의 질 향상에도 효과가 있다고 보고한 선행 연구들은(Johnson, 2003; Lai & Good, 2006; Shum et al., 2014) 총 3-4주의 기간 동안 매일 약 30-45분씩 음악을 활용했을 때 유의미한 훈련 효과가 있었다고 보고하였다. 단, 단독 치료로서는 효과 크기가 크지 않으며(Harmat et al., 2008; Jespersen & Vuust, 2012; Morin & Benca, 2012), 불면 증상이 덜 심각한 경우에 더 나은 효과를 보인다고 하였다(Jespersen et al., 2019).

### 1.3 바이탈 사운드의 이완 및 숙면 유도 효과

자연의 소리, 심장박동 소리, 일상생활에서 발생하는 소음 등 다양한 백색소음을 심리생리적 이완에 활용하는 시도가 늘어나면서, 파도 소리,

빛소리와 같은 백색소음이 뇌파 동조 현상(i.e., Frequency Following Response, FFR)에 의해 특정 뇌파를 유도한다는 것이 확인되기도 했다(장석우 등, 2013). 그중에서도 심장박동 소리는 다른 백색소음과 비교하여, 누구나 갖고 있는 생물학적 리듬이 포함되어 있고 자극의 구조가 단순하면서 상황적인 맥락(context)이나 개인적 경험의 영향을 상대적으로 덜 받는 자극이라는 점에서 활용도와 안전성이 높다(Devos et al., 2018). 일반적으로 사람의 느린 심장박동 리듬은 낮은 각성 수준, 평온한 감정(calmness), 지루함 등의 상태와 관련이 있다(Gabrielson, 2009). 심장박동 소리의 빠르기는 듣는 사람의 실제 심박 속도를 변화시킨다는 것을 확인한 실험 연구들도 있는바(Tajadura-Jiménez et al., 2008; Morishima et al., 2016), 스트레스 상황에서 안정을 유도하기 위한 방법으로 심장박동 자극의 잠재적 활용성이 제안되고 있다. 비교적 최근에는 웨어러블 디바이스(wearable device) 등 모바일 기기의 발달과 함께, 심장박동의 단순 청각적 전달보다는 촉각적 피드백이 주관적 불안 수준 완화 및 심리생리적 이완에 도움을 준다는 연구 결과도 발표되었다(Azevedo et al., 2017; Zhou et al., 2020).

심장박동 소리의 이완 유도 효과에 대한 연구에서 안정 상태 뇌파인 알파파(alpha wave) 및 세타파(theta wave)를 유도하는 심박 사운드 특성(예: 50-70 bpm)이 정의되었고, 소아를 대상으로 한 수면 보조 장치에 대한 특허(예: 심박 소리를 재생하는 담요 등)도 보고된 바 있다. 성인을 대상으로 한 수면 연구에서도, 안정 상태의 심장박동 소리가 수면 잠복기를 단축시켜 수면의 질을 개선하는 효과가 있는 것으로 보았으며(Takadama et al., 2015), 치매 요양 시설에 거주하는 노인의 수면 유도 행동에 도움을 준다는 연구 결과도 있다(Devos et al., 2018). 개인의 실시간 생체 정보(심장박동 및 호흡 주기)를 연동한 잠자리 음악(cradle

sound)의 사운드 유형별 효과를 비교 검증한 연구에서는, 사용자의 실제 심박/호흡 신호보다 약간 느린 템포( $a \text{ period} \times 1.05$ )로 사운드를 재생했을 때 수면 잠복기 단축 효과가 있는 것으로 보고된 바 있다(Morishima et al., 2016).

이와 같이 실험실 연구를 통해서도 심장박동, 호흡 소리 등 바이탈 사운드의 이완 및 숙면 유도 효과와 관련된 이론적 근거가 제시된 바 있으나, 아직 임상장면에서 실제로 수면 문제를 호소하는 개인을 대상으로 바이탈 사운드의 장기적 활용 방안을 체계적으로 제시한 연구는 없었다.

## 2. 연구의 필요성

IT 기술의 성장으로 의료서비스 제공수단이 다양화됨에 따라 모바일 헬스(mHealth)용 스마트폰 어플리케이션(이하 앱)은 접근성과 비용효율성 면에서 가장 효과적인 헬스 케어 도구 중 하나가 되었다. 앱 마켓에는 숙면에 도움을 주는 사운드를 제공하는 앱 중 1천만 건 이상 다운로드된 앱이 상당 수 존재하고(Android Google App Store 기준) YouTube 등 미디어 플랫폼에서도 자장가, 백색소음, ASMR(autonomous sensory meridian response) 등의 콘텐츠가 유행하는 등, 수면 보조 콘텐츠에 대한 대중의 높은 수요를 쉽게 확인할 수 있다. 그러나 아직까지 국내외에서 이러한 앱 대부분이 주로 신경심리나 수면의학에 대하여 비전문적인 개인에 의해 개발, 배포되고 있고, 근거에 입각한 콘텐츠 개발 및 활용에 대한 연구 사례는 보고되지 않았다.

또한 심장박동 소리를 결합한 음악이 수면 개선에 미치는 잠재적 효과에 대한 이론적 근거와 단기간의 실험실 연구 결과는 존재하나, 아직은 실생활에서 수면 문제를 호소하는 성인을 대상으로 그 효과가 연구된 바

없어 무작위 대조군 연구(randomized controlled trial, RCT)를 통한 근거 제시가 필요한 실정이다. 실제 지역사회에서 불면을 호소하는 일반인이 사용하기 쉽고 지속가능한 비약물적 치료에 대한 높은 수요를 보이고 있는 점을 고려할 때, 심장박동 소리를 결합한 음악 앱의 활용 방안을 탐색하는 연구는 비용-효과적인 자조 치료 또는 수면 관리 헬스케어 도구로서 심장박동 자극이라는 대안을 제안하는 역할을 할 수 있을 것으로 예상된다.

### 3. 연구 목표

본 연구에서는 심장박동 소리가 결합된 숙면 유도 음악 및 이를 활용하기 위한 모바일 앱을 개발하고, 수면과 관련된 주관적 불편감을 호소하는 40세 이상 중장년기 성인을 대상으로 심장박동 소리가 결합된 음악 앱의 효과와 활용성을 탐색하기 위한 RCT 연구를 시행하였다. 연구를 통해 수면 문제 개선에 도움을 주는 바이탈 사운드와 음악의 잠재적 효과를 알아보고, 향후 비약물적 수면 보조 도구로서 모바일 음악 앱의 효과적인 활용 방안을 논의하고자 한다.

## II. 방법

### 1. 연구대상자

예비 연구에는 일반인 21명(남 8명, 여 13명; 30대 5명, 40대 8명, 50대 이상 8명)이 참여하였다. 예비 연구 대상자의 불면증 심각도 평가 척도(Insomnia Severity Index, ISI) 평균 점수는 10.24점(표준편차 6.23)이었고, 임상적 불면증 수준인 15점 이상을 받은 대상자는 5명이었다.

효과검증 연구에서는 현재 수면과 관련된 주관적 불편감을 호소하는 만 40-68세 사이의 중장년기 이상 일반인을 연구대상자로 포함하였다. 반면 다음에 해당하는 경우는 연구 대상에서 제외하였다: 현재 수면장애 진단을 받고 처방된 수면 약물 복용 중이거나 다른 비약물적 치료(예: 인지행동치료)를 받고 있는 경우, ISI 점수가 심각한 수준의 불면증(severe insomnia) 절단점인 22점 이상인 경우(Bastien et al., 2001), 과거 혹은 현재의 외상성 뇌손상으로 인한 인지장애나 퇴행성 인지장애(예: 알츠하이머형 치매), 심각한 정신과적 장애(예: 양극성장애, 조현병 등)로 일정 기간의 훈련과 평가를 수행하기 어려운 경우, 알코올 등 물질 남용 상태인 경우.

효과검증 연구 흐름도를 그림 1에 제시하였다. 인터넷 게시판을 이용한 연구대상자 모집 광고를 통하여 82명이 연구 참여 신청을 하였고, 이 중 75명에게 훈련 전 평가를 실시하였다. 참여 조건에 미충족하는 5명을 제외하고 70명이 훈련 집단(25명), 비교 집단(23명), 대기 집단(22명)으로 무선 할당되었으며, 훈련 집단에서 3명(신체 질환 문제로 훈련을 중단한 60대 여성, 훈련 4주차에 매일 야간교대 근무를

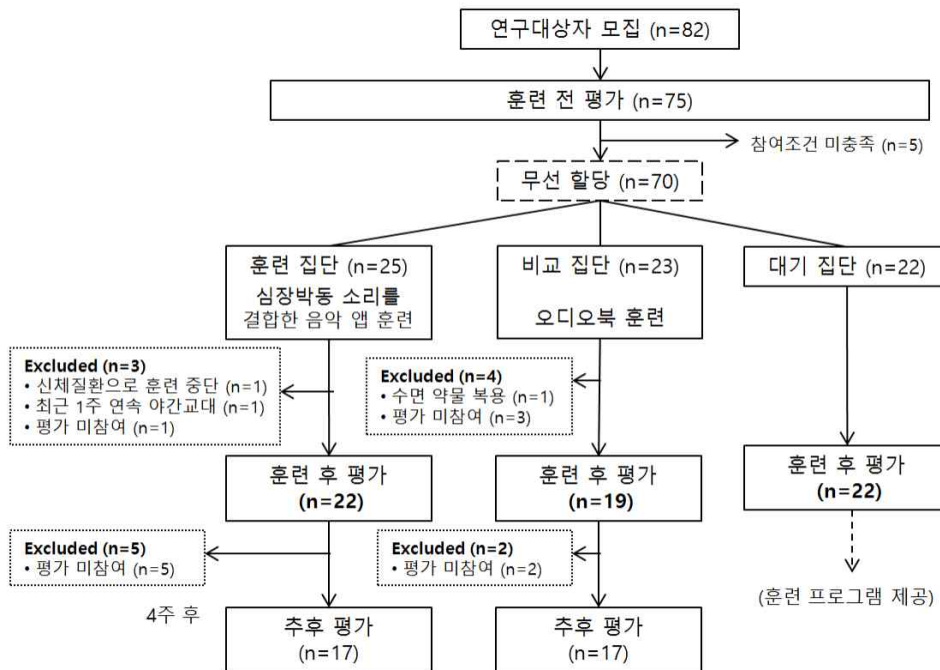


그림 1. 효과검증 연구 흐름도(flow chart)

한 40대 남성, 훈련 후 평가에 참여하지 않은 40대 여성), 비교 집단에서 4명(수면 약물을 복용한 60대 남성, 훈련 후 평가에 참여하지 않은 40대 여성 1명, 50대 여성 2명)이 훈련 후 평가 전 중도 탈락하였다. 이에 훈련 전-후 평가에 모두 참여한 총 63명, 즉 훈련 집단 22명, 비교 집단 19명, 대기 집단 22명의 자료를 훈련 전-후 효과 분석에 사용하였다. 훈련 집단과 비교 집단 대상자에게는 훈련 종료 4주 후 추후(follow-up) 평가를 실시하였는데, 훈련 집단에서 5명(40대 남 2, 여 1, 60대 남 1, 여 1), 비교 집단에서 2명(60대 남 1, 여 1)이 추후 평가에 참여하지 않아 훈련 전-후-추후 효과 분석에는 훈련 집단 17명, 비교 집단 17명의 자료가 포함되었다.



본 연구는 서울대학교병원 의학연구심의윤리위원회(Institute Research Board)의 승인을 받았으며(IRB No. 2006-151-1135), 모든 연구대상자에게 서면 동의서를 받은 후 평가 및 개입을 실시하였다.

## 2. 연구 설계

본 연구에서는 먼저 문헌 조사, 전문가 자문, 예비 연구를 통해 심장박동 소리가 결합된 음악 콘텐츠를 개발하고, 실제 수면문제를 호소하는 중장년기 성인을 대상으로 심장박동 소리가 결합된 음악 앱 훈련의 효과를 알아보기 위한 무작위 대조군 연구(RCT)를 실시하였다.

### 2.1 예비 연구

선행연구에서 불면증 개선에 도움이 된다고 보고한 음악의 특성을 참조하여 1차로 43곡(밤 음악 33곡, 낮 음악 10곡)의 음악을 예비 선정하였고, 그중 빠르기(tempo), 음조(tone) 별로 대표성을 지닌 10곡에 심장박동 소리를 결합하여 샘플 음악을 제작하였다. 예비 연구는 대상자가 개별적으로 샘플 음악을 듣고 설문지를 작성하여 제출하는 방식으로 실시되었다. 설문지에는 각 샘플 음악을 듣고 이완되는 느낌을 0~4점 사이의 점수(0: 전혀 그렇지 않다, 4: 매우 많이 그렇다)로 평가하고 그 이유를 주관식으로 작성하도록 한 10문항의 검사지와 불면증 척도(ISI)가 포함되었다. 음악별 이완도 평가를 위한 질문은 아래와 같다(이완도 평가는 밤 음악에 대해서만 실시하였다).

질문: “(각 음악을 듣고) 아래와 같은 느낌이 어느 정도 됩니까?”

- 몸의 긴장이 풀리는 느낌이 든다. (신체적 이완)
- 마음이 편안해진다. (심리적 이완)
- 밤에 잠을 자기 전에 들으면 잘 자는데 도움이 될 것 같다. 졸음이 올 것 같다.

다음으로 예비 연구 결과를 토대로 예비 선정 음악 목록 중 일부를 삭제하거나 변경한 후, 심장박동 소리와 결합한 음악 28곡(밤 음악 22곡, 낮 음악 6곡)을 제작하였다. 이후 음악 분야 전문가의 자문과 내부 검토 과정을 거쳐, 심장박동 소리와 결합이 조화롭지 않거나 부정 정서를 유도할 소지가 있는 음원 등을 목록에서 제외하고 최종적으로 23곡(밤 음악 17곡, 낮 음악 6곡)의 음악 목록을 완성하였다.

밤 음악은 단순한 구조와 선율로 편곡된, 느린 빠르기(최저 32 - 최고 80 bpm)의 클래식 및 가사가 없는 팝 연주(instrumental) 음악이 포함되었다. 재생 목록 순서는 곡의 빠르기(빠른-느린 순서), 전반적인 음조(높은-낮은 순서)를 함께 고려하여 위계를 구성하였다. 낮 음악은 상대적으로 빠른 박자(최저 56 - 최고 96 bpm)의 곡이 포함되었고, 밤 음악에 비해 선율 변화가 많고 리듬감이 있는 클래식과 뉴에이지(new-age) 음악으로 구성되었다. 심장박동 소리와 결합에 사용한 원 음악은 SoundCloud (<https://soundcloud.com>) 등에 무료 공개된 음악을 사용하였고, 심장박동 소리 크기는 대상자가 인식 가능하면서도 음악 감상을 방해하지 않을 수준으로 조정하여 원 음악과 믹싱하였다. 음악 믹싱 작업에는 Mac용 소프트웨어인 MASCHINE™과 Garage Band™를 사용하였다.

## 2.2. 효과검증 연구

세 집단 반복 측정 무작위 대조군 연구(3-group repeated measures RCT design)로, 전체 연구대상자는 무작위 배정을 통해 훈련 집단(intervention group), 비교 집단(active control group), 대기 집단(wait-list group)으로 할당되었고, 4주간의 훈련 또는 대기 전, 후, 추후(훈련 종료 4주 후)에 걸쳐 총 3회의 평가를 실시하였다(대기 집단의 경우 추후 평가 미실시). 평가는 자기보고식 검사지를 이용한 주관적 수면의 질, 정서 문제, 삶의 질 평가와 스마트워치(웨어러블 디바이스)를 이용한 객관적 수면 시간 데이터 수집이 포함되었다.

### **훈련 집단: 심장박동 소리가 결합된 음악 앱 훈련**

훈련 집단 대상자는 본 연구에서 제작한 모바일 앱을 이용해 심장박동 소리가 결합된 음악을 듣는 훈련을 실시하였다. 훈련 기간은 총 4주이며(주 5회 이상, 회당 약 45분 내외 활용), 대상자가 원하는 시간과 장소에서 자유롭게 훈련을 실시하도록 하였다. 대상자에게 제공한 음악은 신체적·심리적 이완과 휴식에 도움을 줄 수 있는 음악(‘밤 음악’) 17곡, 주간 졸음을 줄이고 기분 전환을 위해 활용할 수 있는 음악(‘낮 음악’) 6곡이다. 밤 음악에는 차분하고 잔잔한 분위기의 클래식 12곡과 팝송 연주 음악 5곡이 포함되었고(총 재생시간 69분), 낮 음악에는 상쾌하고 활기찬 분위기의 클래식 3곡과 뉴에이지 연주 음악 3곡이 포함되었다(총 재생시간 24분). 표 1에 심장박동 소리를 결합한 음악 전체 목록을 제시하였다.

표 1. 심장박동 소리를 결합한 음악 목록

순서	작곡자	곡명	템포 (bpm)	악기	재생 시간
<b>밤 음악</b>					
1	슈베르트 (Shubert)	아베마리아 (Ave Maria D.839 Op.52 No.6)	40	guitar	5:18
2	쇼팽 (Chopin)	전주곡 No.21 (Prelude No.21 In B Flat Major, Op.28)	68	piano	2:42
3	카펜터스 (Carpenters)	Solitaire	69	various	4:21
4	카펜터스 (Carpenters)	Rainy Days and Mondays	65.5	various	3:30
5	바흐 (Bach)	칸타타 '나의 즐거움은 오직 사냥뿐' (Cantata BWV 208)	80	guitar	6:06
6	멘델스존 (Mendelssohn)	명상 - 무언가 No.1 (Songs Without Words No.1 In E Flat Major Op.30)	64	piano	4:18
7	멘델스존 (Mendelssohn)	위안 - 무언가 No.3 (Songs Without Words No.3 In E Major Op.30)	62	piano	1:43
8	카펜터스 (Carpenters)	Only Yesterday	60	various	3:49
9	카펜터스 (Carpenters)	A Song for You	58.5	various	4:09
10	바흐 (Bach)	칸타타 '한쪽발은 무덤을 딛고 나는 서있도다' (Cantata BWV 156)	64	guitar	2:21
11	바흐 (Bach)	칸타타 '아름답게 빛나는 새벽 별' (Cantata BWV 1)	60	guitar	1:26
12	쇼팽 (Chopin)	야상곡 No.2 (Nocturnes No.2 In E Flat Major Op.9 - Andante)	64	guitar	8:15
13	바흐 (Bach)	G 선상의 아리아 (Orchestra Suite No.3 In D Major, BWV 1068)	54	piano	3:39
14	카펜터스 (Carpenters)	Close to you	47.5	various	2:55
15	바흐 (Bach)	칸타타 '마음과 입과 행함과 삶' (Cantata BWV 147)	40	guitar	5:20
16	슈만 (Schumann)	어린이 정경 Op.15 No.1 (Kinderszenen Op.15 No.1 - Of Foreign Lands And Peoples)	32	guitar	2:47
17	바흐 (Bach)	칸타타 '예수께서 열두 제자를 모으시고' (Cantata BWV 22)	40	guitar	7:01

낮 음악					
1	멘델스존 (Mendelssohn)	봄의 노래 (Lieder Ohne Worte Book V. No.6 In A Major, Op.62)	63	piano	3:03
2	스티브 바라캣 (Steve Barakatt)	Rainbow Bridge	61.5	various	3:33
3	스티브 바라캣 (Steve Barakatt)	Day By Day	81	various	3:22
4	스티브 바라캣 (Steve Barakatt)	California Vibes	96	various	3:59
5	비발디 (Vivaldi)	사계: 겨울 2악장 (The Four Seasons Concerto No.4 In F Minor Op.8 RV.297 Winter II. Largo)	80	guitar	1:46
6	모차르트 (Mozart)	소나타 No.13 (Piano sonata No.13 in B-flat major K333 2악장)	56	orgol	8:46

대상자는 연구자가 제작한 모바일 앱을 통해 전체 음악 목록을 자동 재생하거나 자신이 원하는 음악을 선택하여 들을 수 있었다(그림 2). 또한 잠자리에서 스마트폰을 가까이 두고 사용하는 습관은 생체리듬을 깨뜨려 수면을 방해하는 것으로 알려져 있으므로, 모든 대상자에게 스마트폰과 무선으로 연결할 수 있는 미니 블루투스 스피커(모델명: Xiaomi MDZ-28-DI)를 제공하였다. 또한 신체적 이완과 잠자리 환경 조성에 도움을 줄 만한 부드럽고 폭신한 수면 쿠션을 함께 제공하고, 그 안에 스피커를 넣어서 음악을 들을 수 있도록 하였다(그림 3).

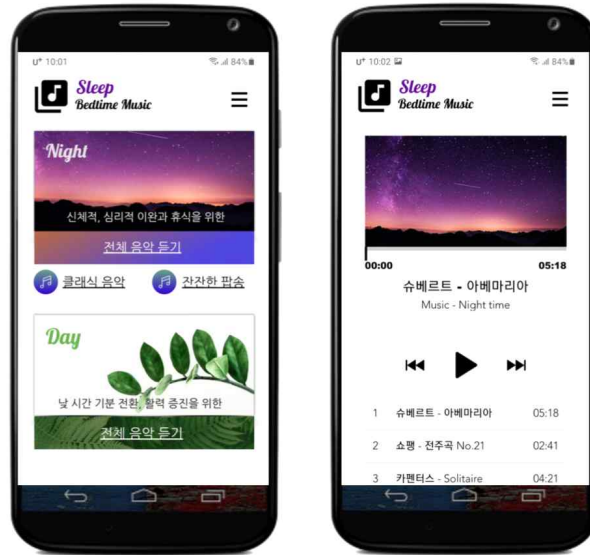


그림 2. 모바일 앱 음악 재생 화면



그림 3. 블루투스 스피커와 수면 쿠션

**비교 집단: 오디오북 훈련**

위약 효과(placebo effects)를 통제하기 위해 비교집단을 설정하여 훈련

집단과 동일한 도구(스마트폰, 스피커, 수면 쿠션)를 활용해 동일 시간 동안 오디오북을 청취하도록 하였다. 책을 읽거나 듣는 것은 수면 개선을 위해 흔히 사용하는 방법 중 하나로, 오디오북 집단은 음악 청취 훈련 집단에 대한 비교군으로서 타당하다고(ecologically valid) 간주된다(Jespersen et al., 2019). 대상자에게는 연구자가 제작한 모바일 앱을 통해 정서성(emotional intensity)이 강하지 않은 오디오북 소설을 제공하였다. 전체 오디오북은 EBS에서 제작하고 무료로 제공하는 ‘EBS오디오북: 라디오 문학관’ 시리즈에서 5개를 선정하였다(표 2).

표 2. 비교 집단 오디오북 목록

	저자	작품명	재생 시간
1	알퐁스 도데 (Alphonse Daudet)	별	16:38
2	박태원	소설가 구보씨의 일일	62:07
3	톨스토이 (Lev Nikolayevich Tolstoy)	사람은 무엇으로 사는가 (1-3 부)	16:52 16:42 16:41
4	안톤 체홉 (Anton Pavlovich Chekhov)	귀여운 여인 (1-3 부)	17:13 17:02 16:40
5	헨리 시엔키에비치 (Henryk Sienkiewicz)	등대지기 (1-2 부)	15:34 16:45

### 대기 집단

대기 집단에 배정된 대상자에게는 평가 외에 아무런 개입을 실시하지 않았다. 훈련 후 평가가 종료된 이후에는 대기 집단 대상자에게도 훈련 및 비교 집단 대상자에게 제공한 음악 앱, 스피커, 수면 쿠션을 제공하였다.

### 3. 평가 도구

#### 수면 문제 영역

##### A. 설문지 검사 - 자기보고식 척도

###### ① 불면증 심각성 척도 (Insomnia Severity Index, ISI; Bastien et al., 2001; Cho et al., 2014)

최근 2주간 경험한 불면증 심각도, 현재 수면에 대한 만족도, 수면 문제가 주간 기능을 방해하는 정도, 수면에 대한 걱정 등을 평가하는 총 7개의 문항으로 구성되어 있다. 각 문항에 대해 0점(전혀 없다)에서 4점(매우 심하다) 사이로 평가하게 되어 있으며 점수가 높을수록 불면증이 심각한 것으로 해석된다. 한국판 타당화 연구에 따르면 총점 15점 이상일 때 임상적 불면증으로 판단할 수 있으며, 원판에서는 총점 8-14점일 때 역치하(sub-threshold) 불면증, 15-21점일 때 중등도(moderate) 수준의 불면증, 22-28점일 때 심각한(severe) 수준의 불면증이라 판단할 수 있다고 제안되었다.

###### ② 피츠버그 수면 질 평가 (Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI; Buysse et al., 1989; Sohn, Kim, Lee, & Cho, 2012)

수면의 질을 평가하기 위해 국내외에서 가장 널리 사용하는 도구 중 하나로, 잠드는데 걸리는 시간(sleep duration), 주관적인 수면의 질(subjective sleep quality), 수면 지속시간(sleep duration), 일상적인 수면의 효율성(habitual sleep efficiency), 수면과 관련된 문제(sleep disturbance), 수면 약물 사용(use of sleeping medication), 낮 동안의 기능부전(daytime dysfunction) 7개 영역, 18문항으로 이루어진 자기보고식 평가도구이다. 총점은 7개의 구성요소를 점수화 방법에 따라



각 0-3점까지 부여하여 0-21점 사이의 총점을 계산한다. 점수가 높을수록 수면의 질이 나쁜 것을 의미하며, 5점 이상인 경우에 수면에 문제가 있는 것으로 판별한다.

**③ PROMIS 수면 장애 척도 단축형 (PROMIS™ - Sleep Disturbance Short Form; Yu et al., 2012; 신민섭 등, 2019)**

Patient-Reported Outcomes Measurement Information System (PROMIS™) Sleep Disturbance (SD) 척도의 단축형으로, 미국정신의학회(American Psychological Association)의 정신질환 진단과 통계 편람 5판(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-5, DSM-5)의 수준 2 증상 척도(Level 2 Cross-Cutting Symptom Measure)에 수록되었다. 8문항으로 구성되어 있고 각 문항마다 5점 척도로 평정하며, 총점은 8점에서 40점 범위로 점수가 높을수록 더 심각한 수면 장애를 경험한다는 것을 의미한다.

**④ 엠티스 졸음척도 (Epworth sleepiness scale, ESS; Johns, 1991; Cho et al., 2011)**

일상생활에서 일어나는 주간 졸림 증상을 평가하는 자기보고식 척도이다. 총 8개 문항으로 구성되어 있고, 각 항목(상황)에서 잠이 들 것 같은 정도를 0-3점까지 부여하여 0-24점 사이의 총점을 계산한다. 총점이 높을수록 더 많이 졸린다는 의미이다.

**⑤ 피로 중증도 척도 (Fatigue Severity Scale, FSS; Krupp et al., 1989; 이정현 등, 2013)**

지난 1주일 간의 피로에 관한 각각의 문항에 어느 정도 동의하는지 1-7점까지 부여하도록 구성된 자기보고식 척도이다. 총점은 응답 총합을 문항수로 나눈 값, 즉 문항별 점수의 평균으로 계산한다. 원척도는

9문항이지만, 본 연구에서는 FSS 내 내용이 중복되는 문항(2,6,7번)을 삭제하고 총 6문항으로 구성하여 사용하였다. 평균 점수가 높을수록 피로감이 더 심하다는 의미이다.

불면으로 인한 이차적 증상들 중 주간(daytime) 일상생활 적응에 밀접한 영향을 미치는 대표적인 증상으로 주간 졸음, 피로감(Kang et al., 2002)이 있다. 본 연구에서 개발한 심장박동 소리를 결합한 음악 앱의 재생목록에는 낮 시간용 음악[주간 졸음(daytime drowsiness)을 줄이고 기분전환을 하는데 도움이 되는 음악] 목록이 포함되어 있어, 해당 개입이 연구대상자의 주간 기능 개선에 실제로 도움이 되었는지 그 효과를 평가하기 위해 위 2개(ESS, FSS) 척도를 포함하였다.

#### *B. 스마트워치(smart wearable device) - 수면 시간 등 객관적 지표 측정*

대상자는 잠자리에 들기 전 스마트워치(Xiaomi Mi Band 3)를 손목에 착용한다(그림 4). 기기의 손목 밴드는 가볍고 부드러운 고무소재로, 누구나 간편하게 착용할 수 있다. 기기와 연동된 모바일앱(Mi Fit)은 대상자의 움직임을 탐지하여 잠든 시각, 일어난 시각, 수면 중 깨어난 시간, 심박수 변화를 자동으로 기록하게 된다. 스마트워치 착용은 효과검증 연구의 훈련 시작 전 1주, 그리고 훈련 기간인 4주간 실시한다. 기록된 데이터를 통해 대상자의 수면시간과 평균 심박수에 대한 객관적인 비교 분석이 가능하다(Kang & Kim, 2019; 전정은, 최승원, 2017).



그림 4. 스마트워치 착용 예시

### 정서 영역

① 우울 척도(Center for epidemiologic study depression, CES-D; Radloff, 1977; 전경구 등, 2001)

20문항으로 이루어진 자기보고식 척도로서 점수는 0-60점 사이로 나타날 수 있는데, 15점 이하는 정상범위에 해당하며, 16-22점에 해당할 경우 경미한 우울감을 시사하고, 23점 이상은 높은 우울감을 지니는 것으로 볼 수 있다.

② 상태-특성 불안 평가 척도(State-Trait Anxiety Inventory, STAI; Spielberger, Gorsuch, & Lushene, 1970; 김정택 & 신동균, 1978)

STAI는 상태불안(STAI-I)을 평가하는 20문항과 특성불안(STAI-II)을 평가하는 20문항으로 구성된 자기보고식 척도이다. 본 연구에서는 평가 시점 당시의(‘현재 느끼는’) 불안을 평가하는 상태불안(STAI-I) 척도만을 사용하였다. 점수는 20-80점 사이로 나타날 수 있는데, 54점

미만은 정상범위, 54-58점에 해당할 경우 경미한 불안감을 시사하고, 59-63점은 불안감이 상당히 높은 것을 나타낸다. 64점 이상은 불안감이 매우 높은 것을 시사한다.

**③ 불안민감성 척도 (The Revised Anxiety Sensitivity Index, ASI-R; Taylor & Cox, 1998; 김지혜 등, 2004)**

각성 증상에 대한 위협적인 신념을 평정하는 36문항의 자기보고식 척도로, 각 문항을 0-4점 사이로 평정한다. 총점 범위는 0점부터 144점이다. 4개 하위요인은 다음과 같다: 1번부터 12번 문항까지는 호흡계 증상에 대한 두려움(호흡계 감각 염려), 13번부터 19번은 공적으로 관찰가능한 반응에 대한 두려움(사회적 염려), 20번부터 30번까지는 심혈관 위장계 증상에 대한 두려움(심혈관 위장계 감각 염려), 31번부터 36번 문항까지는 인지적 통제 불능에 대한 두려움(심리적 염려).

**삶의 질 영역**

**한국판 세계보건기구 삶의 질 간편형 척도(World Health Organization Quality of Life-BREF, WHOQOL-BREF; WHOQOL Group, 1998; 민성길 등, 2000)**

26문항으로 구성된 자기보고식 평가도구로, 각 문항마다 5점 척도로 평가한다. 점수가 높을수록 삶의 만족도가 높음을 의미한다. 5개의 하위 영역은 다음과 같다: 전반적 삶의 질(1문항), 일반적 건강(1문항), 신체적 건강 영역(7문항), 심리적 영역(6문항), 사회적 관계 영역(3문항), 환경적 영역(8문항).

#### 4. 분석 방법

예비 연구에서는 설문지 응답 자료 분석을 위해 평균(표준편차) 분석을 실시하였다. 또한 대상자가 평가한 문항별 이완도 점수와 불면증 척도(ISI) 점수 간 상관성이 있는지 확인하기 위하여 상관 분석(Pearson correlation analysis)을 실시하였다.

효과검증 연구에서는 먼저 훈련 전 훈련/비교/대기 집단 대상자 간 인구학적 변인과 수면 관련 변인에 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해, 연속형 변수의 비교에는 다변량분산분석(a multivariate analysis of variance, MANOVA), 범주형 변수의 비교에는 카이-자승 검증(chi-square test)을 시행하였다. 또한 훈련을 끝까지 마친 대상자와 훈련 후 평가 전 중도탈락 대상자 간에 평가 점수 차이가 있는지 확인하기 위해서 Mann-Whitney U-test를 실시하였다.

세 집단 간 훈련 전-후 수면 및 정서 영역 평가 점수를 분석하기 위해서  $3 \times 2$  반복측정 다변량공분산분석(repeated measures MANCOVA)을 실시하였다. 이 때 훈련 전 평가 변인 중 집단 간 유의미한 차이가 있었던 일일 수면시간(훈련 전 일주일간 Mi Band3로 측정), 통계적으로 유의하지는 않았지만 훈련 효과에 민감하게 영향을 줄 수 있는 우울(CES-D) 점수를(비교 집단이 훈련 및 대기 집단에 비해 낮음) 공변량(covariate)으로 통제하였다. 집단(훈련 집단 vs. 비교 집단 vs. 대기 집단)  $\times$  평가 시기(훈련 전-후) 상호작용이 유의미한 변인에 대해서는 사후 분석(post-hoc comparison)을 하였다. 또한 본 연구에서는 각 집단의 표본수가 적은 편이어서 유의확률 결과에 대한 실제적 중요성을 판단하기 위해 집단 간 비교에서는 F값과 부분에타제곱값(partial  $\eta^2$ )을 함께 산출하여 효과크기(effect size)를

확인하였다. 부분 에타제곱값은 .06 이상이면 중등도(medium), .14 이상이면 큰(large) 효과크기를 가진 것으로 간주된다(Cohen, 1988).

다음으로, 훈련 집단과 비교 집단의 경우 추후 평가 결과 자료를 포함하여 집단(훈련 집단 vs. 비교 집단) × 평가 시기(훈련 전-후-추후)의 상호작용 효과를 확인하고자 2 × 3 반복측정 다변량공분산분석을 실시하였다. 이때는 훈련 전 일일 수면시간, 우울 점수에 더해, 훈련 직후 및 추후에 자기보고식 설문으로 조사한 훈련 빈도가 공변량으로 투입되었다. 한편 본 연구 대상자 중에는 우울 점수가 임상적 수준으로 높은 대상자들이 일부 포함되어 있었다. 선행 연구에서 심한 우울감은 대면 심리치료 또는 디지털 치료의 효과를 저하시키는 것으로 보고된바, 훈련 전 우울 점수가 임상적 절단점(CES-D ≥ 25, definite depression; 박준혁, 김기웅, 2011) 이상인 대상자들(훈련 집단 5명, 비교 집단 2명)을 제외하고 두 집단별 훈련 전-후-추후의 수면 관련 척도 점수를 비교하고자 대응 t 검정(paired t-test)을 실시하였다. 모든 통계 분석에는 SPSS 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

### Ⅲ. 결과

#### 1. 예비 연구 결과

##### 심장박동을 결합한 음악의 특성과 이완도 평가 점수

설문조사에 사용한 심장박동 소리를 결합한 음악 목록(밤 음악)과 각 음원에 대한 이완도 평가 점수 평균, 표준편차, 최소값, 최대값을 표 3에 제시하였다. 평균 분석 결과, 심장박동 소리를 결합한 음악의 빠르기가 느린 음악이 이완도 평가에서 상대적으로 높은 점수를 받았다. 선행연구에서 수면에 도움이 된다고 보고한 음악의 빠르기(60-80 bpm) 보다 더 느린 음악이 편안하다는 평가를 상대적으로 많이 받았는데, 이는 원 음악에 반복적인 심장박동 소리가 결합된 사운드 특성 상 개인이 음악별 빠르기 차이를 보다 민감하게 감지할 수 있었기 때문일 수 있겠다. 또한 음악의 빠르기가 느리다고 해도 주요 선율의 복잡성이나 높낮이, 연주 악기의 종류에 따라서 편안하지 않다고 느낄 수 있어(예: 예비연구 1, 9번 곡), 이러한 결과를 토대로 수면 개선을 위한 음악 목록 구성 시 빠르기, 음조, 선율의 복잡성을 전반적으로 고려하여 음악을 선택하고 재생 순서를 조정하였다. 예비 연구 설문조사에서 평균 2점 이하를 받은 음악은 효과검증 연구를 위한 밤 음악 목록에서 제외하거나 낮 음악 목록에 포함시켰으며, 음악에 결합된 심장박동 소리 크기를 전반적으로 줄여 원 음악과의 밸런스를 조정한 후 최종 음악 목록을 확정하였다.

##### 개인차

심장박동 소리를 결합한 음악에 대한 이완도 평가는 응답자별 개인차가 컸고, 10곡 모두 주관식 문항에서 긍정 평가와 부정 평가를

동시에 받았다(표 4). 단, 고연령층(60대 이상)은 이완도 평가 리커트 척도에서 상대적으로 높은 점수를 보고하는 경향이 있었다. 또한 대상자의 ISI 점수와 이완도 평가 점수합의 상관을 분석한 결과 유의미한 역상관 관계가 나타났다(Pearson  $r = -.45$ ,  $p = .04$ ). 즉, 수면 문제를 더 많이 경험하는 사람일수록 음악의 이완 효과를 낮게 평가하였다는 것인데, 이는 음악 요법이 보다 덜 심각한 불면증에 더 나은 효과를 보인다는 선행 연구(Jespersen et al., 2019)의 보고를 뒷받침하는 결과로 볼 수 있다.

표 3. 심장박동 소리를 결합한 음악에 대한 이완도 평가 결과

	작곡자	곡명	템포 (bpm)	악기	평균	표준 편차	최소값	최대값
1번	쇼팽 (Chopin)	에튀드 (Etude No.3 Op.10 - Tristesse)	64	guitar	1.90	0.94	0	3
2번	멘델스존 (Mendelssohn)	무언가 (Songs Without Words No.1 Op.30)	64	piano	2.43	1.08	0	4
3번	비발디 (Vivaldi)	사계: 겨울 2악장 (The Four Seasons Concerto No.4 Op.8 'Winter' II. Largo)	80	guitar	2.24	1.09	1	4
4번	슈베르트 (Schubert)	아베마리아 (Ave Maria D.839 Op.52 No.6)	40	guitar	2.71	0.96	1	4
5번	바흐 (Bach)	G선상의 아리아 (BWV. 1068: II. Air On the G String)	54	piano	2.19	1.25	0	4
6번	바흐 (Bach)	칸타타 147. 마음과 입과 행함과 삶 (Cantata BWV 147)	40	guitar	1.90	1.26	0	4
7번	헨델 (Handel)	건반모음곡 8번 (Suite No.8 HWV 433 - V. Gigue)	80	guitar	1.67	1.20	0	4
8번	슈만 (Schumann)	어린이 정경 (Kinderszenen Op.15 No.1 Of Foreign Lands And Peoples)	32	guitar	2.24	1.14	0	4
9번	모차르트 (Mozart)	소나타 (Piano sonata No.13 K333 II. Andante cantabile)	56	orgel	1.95	1.36	0	4
10번	카펜터스 (Carpenters)	Only Yesterday (instrumental) [팝송 연주음악]	60	various	2.33	1.15	0	4

0= 전혀 그렇지 않다, 1=별로 그렇지 않다, 2=다소 그렇다, 3=상당히 그렇다, 4=매우 많이 그렇다



표 4. 심장박동 소리를 결합한 음악에 대한 이완도 평가 결과: 주관식 응답 요약

작곡자		곡명		응답 내용	
1번	쇼팽 (Chopin)	에튀드 (Etude No.3 Op.10 Tristesse)	긍정 평가	▪ 느리고 선율이 편안하다.	
			부정 평가	▪ 벨소리 같은 악기가 이완을 방해한다. ▪ 고음이 많고 음의 진폭이 크다. ▪ 어둡고 클라이막스가 심각하여 긴장감을 유발한다. ▪ 심박소리가 크다. ▪ 속도가 빠르다. 편안하기보단 활기찬 느낌이 난다.	
2번	멘델스존 (Mendelssohn)	무언가 (Songs Without Words No.1 Op.30)	긍정 평가	▪ 피아노 사운드가 좋다. ▪ 왼손 베이스음이 잔잔하게 반복되어 마음이 편안해진다.	
			부정 평가	▪ 심박소리가 크고 빠르다. ▪ 악기가 2개라 복잡하다. 멜로디가 즐림지 않다.	
3번	비발디 (Vivaldi)	사계: 겨울 2악장 (The Four Seasons Concerto No.4 Op.8 'Winter' II. Largo)	긍정 평가	▪ 멜로디가 익숙해서 좋다. ▪ 약간 느리고 평온한 분위기 / 경쾌한 느낌.	
			부정 평가	▪ 멜로디가 익숙해서 이완이 잘 안 된다. ▪ 연주 악기에 따라 차이가 있을 듯, 소리가 부드럽지 않다. 기타가 안정감이 부족하다. 비트가 강한 느낌이다.	
4번	슈베르트 (Schubert)	아베마리아 (Ave Maria D.839 Op.52 No.6)	긍정 평가	▪ 멜로디 좋다, 왼손 베이스음이 잔잔하게 반복된다. ▪ 편안한 심장 박동. / 속도가 느려서 좋다.	
			부정 평가	(부정 평가 없었음)	
5번	바흐 (Bach)	G선상의 아리아 (BWV. 1068: II. Air On the G String)	긍정 평가	▪ 빠르기가 적절하다(느려서 좋다). ▪ 멜로디가 좋다, 비교적 높은 음이 없어 편안하다.	
			부정 평가	▪ 느리지만 곡이 격정적이라 편하다는 느낌이 부족. ▪ 음이 높고 변화가 다양해서 다소 활기차다. ▪ 익숙한 멜로디라 이완이 잘 안 된다.	
6번	바흐 (Bach)	칸타타 147. 마음과 입과 행함과 삶	긍정 평가	▪ 느리고 멜로디 편안하다, 빠른 연주, 경건한 느낌	

		(Cantata BWV 147)	부정 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ C장조 선율이 희망찬 느낌이라 이완에 방해된다.</li> <li>▪ 음의 진폭이나 강도가 커지면 편하지 않게 들린다.</li> </ul>
7번	헨델 (Handel)	건반모음곡 8번 (Suite No.8 HWV 433 - V. Gigue)	긍정 평가  부정 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 지루해서 졸림에 도움이 된다.</li> <li>▪ 낮은음이 많아서 좋다.</li> <li>▪ 단조음악이 긴장감을 유발한다.</li> <li>▪ 심박이 빠른 느낌,</li> <li>▪ 멜로디가 생소하여 편안하지 않다. 지루해서 안 좋다.</li> </ul>
8번	슈만 (Schumann)	어린이 정경 (Kinderszenen Op.15 No.1 Of Foreign Lands And Peoples)	긍정 평가  부정 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 멜로디, 곡제목이 좋다. 심리적 이완에 도움이 된다.</li> <li>▪ 느리고 편안함, 서정적인 느낌.</li> <li>▪ 갑자기 커지는 음이 편하지 않다. 생소한 곡이다.</li> <li>▪ 피아노 소리는 잠이 올 것 같은데 기타 소리는 높아서 된다.</li> </ul>
9번	모차르트 (Mozart)	소나타 (Piano sonata No.13 K333 II. Andante cantabile)	긍정 평가  부정 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 느리다.</li> <li>▪ 오르골 소리가 좋다(맑고 청아하다, 산뜻하다, 편하다).</li> <li>▪ 멜로디가 빠르고 변화가 많아 방해된다.</li> <li>▪ 정신이 맑아지는 기상송 느낌이다.</li> </ul>
10번	카펜터스 (Carpenters)	Only Yesterday (instrumental) [팝송 연주음악]	긍정 평가  부정 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 멜로디가 익숙하다. 시원한 느낌이다.</li> <li>▪ 전반부는 좋지만 후반부가 다소 극적이다. 음이 높고 여러 악기가 있어 복잡하다, 마음이 편안해지지만 잠이 올 것 같진 않다.</li> </ul>

## 2. 효과검증 연구 결과

### 1) 세 집단의 인구학적 변인 및 훈련 전 평가 점수

세 집단의 인구학적 변인과 훈련 전 평가 점수를 표 5에 제시하였다. 연령, 성별 등의 인구학적 변인과, 자기보고식 척도를 통해 평가한 수면, 정서 문제, 삶의 질 점수에서는 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 관찰되지 않았다. 단, 훈련 전 일주일 간 Mi Band3로 측정된 일일 평균 수면시간은 집단 간 차이가 유의미하였다. 우울(CES-D) 점수의 경우, 집단 간 점수 차가 통계적으로 유의미하지는 않았으나 훈련 및 대기 집단의 평균 점수는 17점대로 유력우울증(probable depression) 절단점인 16점(Cho et al., 1998) 이상, 비교 집단의 평균 점수는 14점대로 절단점 이하에 해당하였다.

훈련을 끝까지 마친 대상자와 훈련 후 평가 전 중도탈락자(총 7명; 훈련 집단 3명, 비교 집단 4명) 간에 인구학적 변인 및 훈련 전 평가 점수 차이가 있는지 확인하고자 Mann-Whitney U-test를 실시한 결과, 유의미한 차이가 있는 변인은 없었다.

표 5. 연구대상자 인구학적 변인 및 훈련 전 평가 평균 점수

		훈련 집단 (n = 22)	비교 집단 (n = 19)	대기 집단 (n = 22)	F/ $\chi^2$	p
인구학적 변인 등	연령	50.23 (7.48)	47.79 (6.92)	51.55 (8.90)	1.186	.312
	성별(남:여)	6:16	5:14	5:17	0.132	.936
	불면 기간(년)	4.67 (7.76)	2.92 (2.87)	4.96 (3.67)	0.848	.434
	신체질환 약물치료 여부(Y:N)	5:17	6:13	4:18	1.031	.597
	카페인 복용횟수/주	5.16 (3.07)	5.00 (1.59)	4.95 (3.29)	0.032	.968
수면 관련	ISI	14.45 (4.34)	13.37 (4.47)	13.45 (3.90)	0.434	.650
	PSQI	9.73 (2.37)	9.53 (3.88)	10.68 (2.88)	0.858	.429
	DSM5-PROMIS	28.27 (5.16)	26.47 (6.27)	27.68 (4.91)	0.573	.567
	ESS <sup>†</sup>	9.71 (2.93)	8.00 (2.73)	10.00 (3.78)	0.909	.419
	FSS <sup>†</sup>	4.76 (0.99)	3.73 (1.30)	4.52 (1.22)	1.587	.229
	일일 수면시간(분)	399.94 (78.51)	448.24 (36.47)	409.84 (44.62)	4.817	<b>.011</b>
정서 관련	CES-D	17.91 (9.89)	14.79 (6.70)	17.68 (7.31)	0.907	.409
	STAI-S	42.18 (9.22)	41.11 (9.28)	45.09 (7.10)	1.216	.304
	ASI-R	25.91 (22.03)	23.58 (21.16)	29.50 (23.21)	0.373	.690
삶의 질	WHOQOL-BREF	87.64 (16.11)	88.11 (10.84)	83.48 (13.04)	0.722	.490

Note. ISI: 불면증 심각성 척도(Insomnia Severity Index), DSM5-PROMIS: DSM-5 수준 2 수면장애 척도(Level 2 Cross-Cutting Symptom Measure - Sleep Disturbance), PSQI: 피츠버그 수면 질 평가(Pittsburgh Sleep Quality Index), ESS: 엠플워스 졸음척도(Epworth sleepiness scale, FSS: 피로 중증도 척도(Fatigue Severity Scale), CES-D: 우울 척도(Center for epidemiologic study depression), STAI-S: 상태-특성 불안 평가 척도(State-Trait Anxiety Inventory) 중 상태불안 척도, ASI-R: 불안민감성 척도(Anxiety Sensitivity Index-Revised), WHOQOL-BREF: 한국판 세계보건기구 삶의 질 간편형 척도(World Health Organization Quality of Life)

<sup>†</sup>ESS, FSS는 자료 수집 기간 중 연구계획 변경을 통해 추가된 평가 항목으로, 전체 연구대상자 63명 중 23명(훈련집단=7명, 비교집단=8명, 대기집단=8명)의 자료가 포함되었음.

## 2) 세 집단의 훈련 전-후 평가 점수 비교

### 수면 관련 변인

표 6에 세 집단의 훈련 전-후 수면 관련 자기보고식 척도의 평균 점수 변화를 제시하였다. 모든 집단에서 수면 문제 점수가 훈련 후 감소양상을 보였다. 훈련 전 일주일간 측정한 일일 수면시간, 훈련 전 우울(CES-D) 점수를 공변량으로 통제하고 반복측정 공분산분석을 실시하였을 때, ISI 총점에서 집단  $\times$  훈련 전후에 따른 상호작용 효과가 나타났으나[F(2,58) = 5.834,  $p$  = .005, partial  $\eta^2$  = .167] 사후 분석(LSD) 결과 집단 간 평균차(mean difference)의 대비가 유의미하지는 않았다. PSQI, DSM5-PROMIS 총점과 Mi Band3로 측정한 일일 평균 수면시간, ESS, FSS 총점에서는 상호작용 효과가 모두 유의미하지 않았다.

다음으로 ISI, PSQI에서 수면 중 깨, 입면의 어려움, 주관적 수면의 질, 수면 잠복기, 수면 시간 등의 수면장애 지표를 평가하는 개별 하위 문항들의 점수에서 집단 간 훈련 전후 차이가 있는지 살펴보았다(표 6, 그림 5). 그 결과, ISI 1c번 문항(“새벽에 너무 일찍 잠에서 깬”)에서 집단  $\times$  훈련 전후의 상호작용 효과가 나타났으며[F(2,58) = 6.705,  $p$  = .002, partial  $\eta^2$  = .188], 사후 분석 결과 훈련 집단과 대기 집단 간 평균차가 유의미하였다(F = 2.582,  $p$  = .084; 훈련 vs. 대기 집단  $p$  = .040). PSQI 5a번 문항(“취침 후 30분 이내에 잠들 수 없었다”)과 PSQI 6번 문항(“지난 한 달 동안, 당신은 전반적으로 수면의 질이 어느 정도라고 평가하십니까?”)에서도 집단  $\times$  훈련 전후의 상호작용 효과가 나타났다: PSQI 5a번 F(2,58) = 4.035,  $p$  = .023, partial  $\eta^2$  = .122; PSQI 6번 F(2,58) = 6.627,  $p$  = .003, partial  $\eta^2$  = .186. 사후 분석 결과 PSQI 5a번은 집단 간 평균차가 유의미하지 않았으나, PSQI 6번은 훈련 집단

vs. 대기 집단, 비교 집단 vs. 대기 집단의 평균차가 유의미하였다:  $F = 4.711$ ,  $p = .013$ ; 훈련 vs. 대기 집단  $p = .019$ , 비교 vs. 대기 집단  $p = .008$ . 한편, 수면 잠복기를 평가하는 PSQI 2번(“당신은 밤에 잠자리에 들어서 잠이 들기까지 보통 얼마나 오래 걸렸습니까?”), 수면 시간(sleep duration)을 평가하는 PSQI 4번과 같은 하위 문항에서는 집단  $\times$  훈련 전후의 상호작용 효과가 나타나지 않았다: PSQI 2번  $F(2,58) = 0.014$ ,  $p = .986$ , partial  $\eta^2 = .000$ ; PSQI 4번  $F(2,58) = 1.676$ ,  $p = .196$ , partial  $\eta^2 = .056$ .

주간 졸음과 피로 증상의 경우, 집단 및 시간의 주효과, 집단  $\times$  훈련 전후의 상호작용 효과가 모두 유의미하지 않았다. 단, 이 두 변인은 전체 연구대상자 63명 중 23명(훈련집단=7명, 비교집단=8명, 대기집단=8명)의 자료만 포함되어 있어 결과 해석에 제한이 있다.

즉, 훈련 전 웨어러블 기기로 측정한 일일 수면시간과 우울 점수를 통제하였을 때, 훈련 집단이 대기 집단에 비해 수면장애 증상 중 새벽에 너무 일찍 잠에서 깨는 문제, 주관적 수면의 질이 유의미하게 개선된 것으로 나타났으며, 훈련 집단과 비교 집단 간의 차이는 관찰되지 않았다. 이외에 입면의 어려움, 수면 잠복기, 스스로 보고한 수면 시간 등의 변인에서는 세 집단 모두 점수 개선 양상을 보였지만, 통계적으로 유의미한 집단 간 차이(상호작용)는 없었다.

### 정서 및 삶의 질 변인

표 7에 세 집단의 훈련 전-후 정서 및 삶의 질 관련 자기보고식 척도의 평균 점수 변화를 제시하였다. 모든 집단에서 우울, 상태 불안

점수가 훈련 후 다소간 감소 양상을 보였고, 삶의 질 점수도 다소간의 향상이 있었다. 훈련 전 일주일간 측정한 일일 수면시간, 훈련 전 우울(CES-D) 점수를 공변량으로 통제하고 반복측정 공분산분석을 실시하였을 때, 모든 변인에서 시간, 집단의 주효과나 집단  $\times$  훈련 전후에 따른 상호작용 효과가 유의미하지 않았다: interaction effect, CES-D  $F(2,59) = 0.262$ ,  $p = .770$ , partial  $\eta^2 = .009$ ; STAI-S  $F(2,58) = 0.207$ ,  $p = .813$ , partial  $\eta^2 = .007$ ; WHOQOL-BREF  $F(2,59) = 1.009$ ,  $p = .371$ , partial  $\eta^2 = .034$ .

표 6. 집단별 훈련 전-후 수면 관련 척도 점수 비교

	훈련 집단 <sup>1</sup> (n = 22)		비교 집단 <sup>2</sup> (n = 19)		대기 집단 <sup>3</sup> (n = 22)		F (time)	F (group)	F (T×G)	post hoc (LSD)
	pre M (SD)	post M (SD)	pre M (SD)	post M (SD)	pre M (SD)	post M (SD)				
<b>ISI total</b>	14.45 (4.34)	10.27 (4.06)	13.37 (4.47)	8.21 (4.52)	13.45 (3.90)	11.82 (4.84)	2.504	0.527	5.834**	
ISI 1c (Early morning awakening)	1.86 (1.04)	1.00 (0.76)	1.74 (0.81)	1.00 (0.75)	1.59 (0.85)	1.55 (1.10)	3.571	0.286	6.705**	1>3
<b>PSQI total</b>	9.73 (2.37)	8.64 (3.00)	9.53 (3.88)	7.37 (3.53)	10.68 (2.88)	8.73 (2.73)	0.020	0.583	1.111	
PSQI 5a (Difficulty with sleep initiation)	2.18 (0.85)	1.50 (1.22)	1.95 (0.85)	1.37 (1.12)	2.05 (0.90)	2.00 (1.07)	0.040	0.379	4.035*	
PSQI 6 (Subjective sleep quality)	1.95 (0.38)	1.41 (0.59)	1.74 (0.56)	1.32 (0.48)	1.78 (0.49)	1.82 (0.59)	0.465	1.557	6.627**	1,2>3
<b>DSM5-PROMIS Sleep total</b>	28.27 (5.16)	23.09 (4.72)	26.47 (6.27)	22.00 (5.98)	27.68 (4.91)	25.09 (5.42)	0.574	0.488	2.772	
일일 수면시간(분) (Mi Band 측정)	399.94 (78.51)	396.95 (69.56)	448.24 (36.47)	430.97 (70.96)	409.84 (44.62)	366.54 (103.44)	1.366	3.684*	1.716	
<b>ESS total</b>	9.71 (2.93)	9.86 (2.19)	8.00 (2.73)	6.38 (3.02)	10.00 (3.78)	9.25 (4.27)	2.292	0.113	1.555	
<b>FSS total (mean)</b>	4.76 (0.99)	4.17 (1.51)	3.73 (1.30)	3.19 (1.40)	4.52 (1.22)	4.44 (1.23)	0.243	1.837	0.549	

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$

Note. ISI: 불면증 심각성 척도(Insomnia Severity Index), PSQI: 피츠버그 수면 질 평가(Pittsburgh Sleep Quality Index), DSM5-PROMIS: DSM-5 수준 2 수면장애 척도(Level 2 Cross-Cutting Symptom Measure - Sleep Disturbance), ESS: 엠피스 졸음척도(Epworth sleepiness scale, FSS: 피로 중증도 척도(Fatigue Severity Scale)

ISI 1c. “새벽에 너무 일찍 잠에서 깬(0: 전혀 없음, 4: 매우 심함)”, PSQI 5a. “취침 후 30분 이내에 잠들 수 없었다(0: 없다, 3: 주 3회 이상)”, PSQI 6. “지난 한 달 동안, 당신은 전반적으로 수면의 질이 어느 정도라고 평가하십니까?(0: 매우 좋음, 3: 매우 나쁨)”



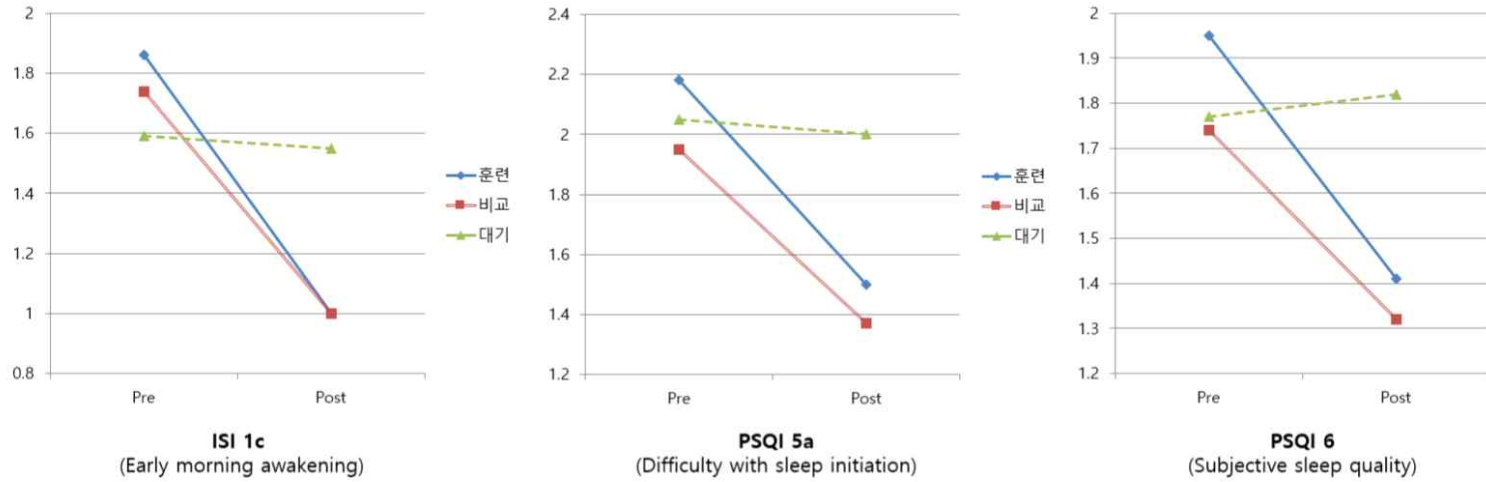


그림 5. 집단별 ISI, PSQI 하위 문항 점수 변화 그래프

표 7. 집단별 훈련 전-후 정서 및 삶의 질 관련 척도 점수 비교

	훈련 집단 (n = 22)		비교 집단 (n = 19)		대기 집단 (n = 22)		F (time)	F (group)	F (T×G)
	pre M (SD)	post M (SD)	pre M (SD)	post M (SD)	pre M (SD)	post M (SD)			
CES-D	17.91 (9.89)	16.59 (9.80)	14.79 (6.70)	14.68 (11.34)	17.68 (7.31)	17.00 (10.06)	0.268	0.443	0.262
STAI-S	42.18 (9.22)	41.73 (11.18)	41.11 (9.28)	39.68 (10.86)	45.09 (7.10)	43.05 (10.85)	0.229	0.745	0.207
WHOQOL-BREF	87.64 (16.11)	89.82 (16.38)	88.11 (10.84)	95.79 (13.12)	83.48 (13.04)	87.67 (14.47)	0.092	0.822	1.009

Note. CES-D: 우울 척도(Center for epidemiologic study depression), STAI-S: 상태-특성 불안 평가 척도(State-Trait Anxiety Inventory) 중 상태불안 척도, WHOQOL-BREF: 한국판 세계보건기구 삶의 질 간편형 척도(World Health Organization Quality of Life)

### 3) 훈련 집단과 비교 집단의 훈련 전-후-추후 평가 점수 비교: 수면 변인

표 8에는 훈련 집단과 비교 집단을 대상으로 훈련 종료 4주 후 실시한 추후 평가의 결과를 포함하여 훈련 전-후-추후 수면 관련 척도 점수를 제시하였다. 여기에는 3회의 평가에 모두 참여한 34명(훈련 집단 17명, 비교 집단 17명)의 자료가 분석에 포함되었으며, 훈련 전 일일 수면시간, 우울 점수, 그리고 훈련 직후 및 추후에 자기보고식 설문으로 조사한 훈련 순응도를 공변량(covariate)으로 통제하여 반복측정 공분산분석을 실시하였다. 훈련 효과에 영향을 줄 수 있는 순응도, 즉 훈련 기간 중 훈련 빈도는 두 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이는 없었지만(표 9), 대상자별 개인차가 크고 훈련 집단의 순응도가 상대적으로 높게 나타나 이를 공변량에 포함하였다.

분석 결과, 두 집단 모두에서 훈련 직후 나타난 수면 문제 감소 양상이 훈련 종료 4주 후에도 유지되는 양상을 보였으나, 집단 및 시간의 주효과, 집단 × 평가 시기의 상호작용 효과는 유의미하지 않았다: interaction effect, ISI  $F(2,56) = 0.521$ ,  $p = .595$ , partial  $\eta^2 = .018$ ; PSQI  $F(2,56) = 0.214$ ,  $p = .797$ , partial  $\eta^2 = .008$ ; DSM5-PROMIS  $F(2,56) = 0.242$ ,  $p = .777$ , partial  $\eta^2 = .008$ .

### 4) 훈련 만족도 및 순응도 평가 결과

훈련 집단 및 비교 집단을 대상으로 훈련 후 평가에서 실시한 훈련 콘텐츠 만족도 및 순응도 평가 결과를 표 9에 제시하였다. 훈련 만족도 평가에는 다음의 3문항이 포함되었다: ‘훈련 콘텐츠(심장박동 소리를

결합한 음악, 오디오북)를 듣고 1) 몸의 긴장이 풀리고 마음이 편안해졌다. 2) 밤에 잠을 자기 전에 들으면 잘 자는데 도움이 되었다. 졸음이 왔다. 3) 낮 시간의 졸음이나 무기력감을 이겨내는데 도움이 되었다'. 다음으로 순응도, 즉 훈련 빈도는 4주간의 훈련 기간 동안 주 평균 훈련 횟수와 시간을 0~6점 사이의 리커트 척도로 응답하게 하였다(그림 6). 모든 항목에서 훈련 집단의 점수가 비교 집단 점수에 비해 상대적으로 높았으나, 통계적으로 유의미한 집단 간 차이는 관찰되지 않았다.

표 8. 훈련 집단과 비교 집단의 훈련 전-후-추후 수면 관련 척도 점수 비교

	훈련 집단 (n = 17)			비교 집단 (n = 17)			<i>F</i> (time)	<i>F</i> (group)	<i>F</i> (T×G)
	pre M (SD)	post M (SD)	F/U M (SD)	pre M (SD)	post M (SD)	F/U M (SD)			
ISI total	14.29 (4.37)	9.59 (3.71)	8.18 (4.45)	13.00 (4.51)	8.12 (4.78)	7.47 (5.15)	0.539	1.242	0.521
PSQI total	9.41 (2.15)	8.18 (3.03)	8.06 (3.19)	9.47 (4.05)	7.53 (3.64)	7.29 (3.93)	0.686	0.924	0.214
DSM5-PROMIS Sleep total	28.06 (5.38)	22.53 (4.71)	21.76 (5.94)	25.88 (6.32)	21.76 (6.29)	20.65 (6.52)	0.050	0.359	0.242

Note. ISI: 불면증 심각성 척도(Insomnia Severity Index), PSQI: 피츠버그 수면 질 평가(Pittsburgh Sleep Quality Index), DSM5-PROMIS: DSM-5 수준 2 수면장애 척도(Level 2 Cross-Cutting Symptom Measure - Sleep Disturbance)

표 9. 훈련 만족도 및 순응도 평가 점수

	훈련 집단 (n = 22)	비교 집단 (n = 19)	t	p
1. 주관적 이완도	2.86 (1.04)	2.63 (0.90)	0.769	.447
2. 수면에 도움이 된 정도	2.64 (1.18)	2.26 (1.15)	1.026	.311
3. 낮시간 활력 상승	2.18 (1.01)	1.68 (0.95)	1.631	.111
4. 순응도(훈련 기간)	4.59 (1.59)	4.05 (1.75)	1.024	.312
순응도(post-f/u 사이)	1.76 (1.92)	1.82 (2.21)	-0.083	.935

Note. 1~3번 척도 응답 기준: (0)전혀 그렇지 않다, (1)별로 그렇지 않다, (2)다소 그렇다, (3)상당히 그렇다, (4)매우 많이 그렇다

4번 순응도 응답 기준: (0)전혀 수행하지 못함, (1)주 1-2회 20분 이하 수행, (2)주 1-2회 30-40분간 수행, (3)주 3-4회 매회 20분 이하 수행, (4)주 3-4회 매회 30-40분간 수행, (5)주 5회 이상 매회 20분 이하 수행, (6)주 5회 이상 매회 30-40분간 수행



그림 6. 훈련 집단과 비교 집단의 순응도 점수별 응답 빈도

추후 평가에 참여한 대상자(훈련 집단 17명, 비교 집단 17명)에게는 훈련 후-추후 평가 사이 4주 동안 심장박동 소리를 결합한 음악 또는 오디오북 훈련 빈도를 한 차례 더 평가하였다. 그 결과, 한 번도 사용하지 않았거나(훈련 집단 4명, 비교 집단 8명), 주 1-2회만 사용한 경우(훈련 집단 9명, 비교 집단 3명)가 대다수였고, 주 3-4회(훈련 집단 2명, 비교 집단 2명) 및 주 5회 이상(훈련 집단 2명, 비교 집단 4명) 사용한 경우는 소수였다. 훈련 후-추후 평가 사이 기간의 순응도 점수도 마찬가지로 집단 간 유의미한 차이는 없었다.

##### 5) 훈련 집단 및 비교 집단의 평가 점수 비교: 우울증 대상자 제외

본 연구 대상자 중에는 우울 점수가 임상적 수준으로 높은 대상자들이 일부 포함되어 있었다. 심한 우울감은 디지털 치료의 효과를 저하시키는 것으로 보고된바, 훈련 전 우울 점수가 임상적 절단점( $CES-D \geq 25$ ) 이상인 대상자들(훈련 집단 5명, 비교 집단 2명)을 제외하고 훈련 집단( $n=12$ ), 비교 집단( $n=15$ )의 수면 점수 변화를 살펴보았다. 우울 점수가 정상 범위인 대상자들만 포함된 두 집단의 훈련 전-후-추후 수면 관련 척도 점수와 paired  $t$ -test 결과를 표 10에 제시하였다.

분석 결과, 두 집단 모두 모든 변인에서 훈련 전-후 점수 차이가 유의하였다(단, PSQI 총점은 비교 집단에서만). 단, ISI 총점과 PSQI 6번(주관적 수면의 질) 문항의 경우, 훈련 집단에서만 훈련 후-추후 점수의 차이가 유의한 것으로 나타났다: ISI total  $t(11) = 2.574$ ,  $p = .026$ ; PSQI 6번  $t(11) = 2.345$ ,  $p = .039$ .

즉, 훈련 및 비교 집단에서 임상적 우울증에 해당하는 대상자를 제외하였더니, 두 집단 모두에서 훈련 전과 비교하여 훈련 후 수면 문제 개선 양상이 두드러졌다. 또한 훈련 집단에서만 총 3회의(훈련 전-후-추후) 평가에 걸쳐 지속적으로 ISI 총점, 주관적 수면의 질(PSQI 6번 점수) 점수가 유의미하게 개선된 것으로 나타났다(그림 7).

표 10. 우울 점수가 임상적 수준인 대상자를 제외한 훈련 집단(n=12)과 비교 집단(n=15)의 훈련 전-후-추후 수면 관련 척도 점수

		pre M (SD)	post M (SD)	F/U M (SD)	<i>t</i> (pre-post)	<i>t</i> (post-f/u)
<b>ISI total</b>	훈련	13.17 (3.69)	9.97 (4.05)	7.08 (4.25)	3.626**	<b>2.574*</b>
	비교	12.33 (4.32)	7.27 (4.42)	6.47 (4.53)	7.035***	1.492
ISI 1c (Early morning awakening)	훈련	1.92 (0.90)	1.08 (0.67)	0.75 (0.75)	3.079*	1.773
	비교	1.60 (0.83)	0.87 (0.74)	0.87 (0.74)	4.036**	0.000
<b>PSQI total</b>	훈련	9.25 (2.45)	8.08 (3.45)	7.25 (3.44)	1.465	1.890
	비교	8.73 (3.20)	6.53 (2.36)	6.27 (2.60)	3.973**	0.441
PSQI 5a (Difficulty with sleep initiation)	훈련	1.83 (0.83)	1.17 (1.19)	1.17 (1.19)	2.602*	0.000
	비교	1.80 (0.77)	1.20 (1.01)	1.00 (0.93)	3.154**	1.146
PSQI 6 (Subjective sleep quality)	훈련	1.92 (0.29)	1.50 (0.52)	1.17 (0.39)	2.803*	<b>2.345*</b>
	비교	1.60 (0.51)	1.20 (0.41)	1.07 (0.59)	3.055**	1.000
<b>DSM5-PROMIS Sleep total</b>	훈련	25.92 (3.58)	22.17 (5.62)	19.83 (5.46)	4.261**	1.813
	비교	25.00 (5.84)	20.60 (5.65)	19.67 (6.30)	4.332**	0.898

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

Note. 훈련 전-후-추후 평가를 모두 완료한 대상자(훈련 집단 17명, 비교 집단 17명) 중 훈련 전 우울 점수가 임상적 수준 이상(CES-D $\geq$ 25, definite depression)에 해당하는 대상자(훈련 집단 5명, 비교 집단 2명)의 자료를 제외하고 분석한 결과임.

ISI: 불면증 심각성 척도(Insomnia Severity Index), PSQI: 피츠버그 수면 질 평가(Pittsburgh Sleep Quality Index), DSM5-PROMIS: DSM-5 수준 2 수면장애 척도(Level 2 Cross-Cutting Symptom Measure - Sleep Disturbance), ISI 1c. “새벽에 너무 일찍 잠에서 깬(0: 전혀 없음, 4: 매우 심함)”, PSQI 5a. “취침 후 30분 이내에 잠들 수 없었다(0: 없다, 3: 주 3회 이상)”, PSQI 6. “지난 한 달 동안, 당신은 전반적으로 수면의 질이 어느 정도라고 평가하십니까?(0: 매우 좋음, 3: 매우 나쁨)”



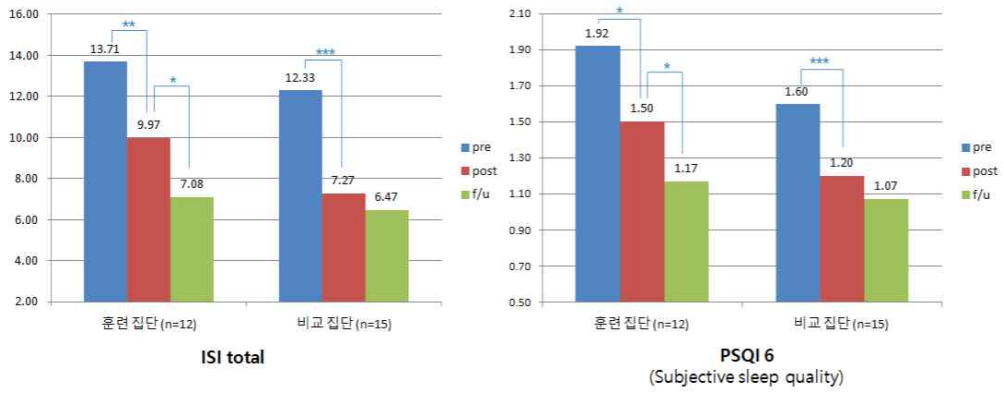


그림 7. 우울 점수가 임상적 수준인 대상자를 제외한 훈련 집단과 비교 집단의 ISI 총점 및 PSQI 6번 점수

## IV. 고찰

### 1. 연구의 의의

본 연구에서는 신체적·심리적 이완을 유도하는데 효과가 있다고 알려진 안정 상태의 심장박동 소리를 결합한 음악 콘텐츠를 제작하고, 이를 언제 어디서나 개인의 스마트폰으로 재생할 수 있는 모바일 앱을 개발하였다. 또한 소수의 피험자를 대상으로 단기간의 실험을 통해 심장박동 자극의 수면 개선 효과를 알아본 기존의 연구들(Takadama et al., 2015; Morishima et al., 2016)과는 다르게, 실제로 수면문제를 호소하는 일반인들을 대상으로 4주간의 자가 훈련을 실시하여 그 효과와 활용 방안을 제시하는 연구를 처음으로 시행하였다는 점에서 의의가 있다. 병원에서 수면장애로 진단받지는 않았지만 불면 증상을 호소하는 일반인이 늘어나면서, 모바일 앱 마켓이나 유튜브 등 미디어 플랫폼에서 조용한 음악이나 백색소음 등 수면에 도움이 될만한 콘텐츠를 찾는 사람도 증가하였다. 그러나 이러한 콘텐츠들은 아직까지는 주로 비전문가가 제작한 것이 대부분이고, 수면장애로 진단받지 않은 일반인을 대상으로 음악 요법이 지니는 효과도 불명확한 상태다(Tang et al., 2021). 이에 본 연구에서 이완과 수면에 도움을 준다고 알려진 백색소음 중 심장박동 소리를 결합한 음악 앱의 잠재적 수면 개선 효과를 알아보려고 무작위 대조군 연구를 실시하였다. 심장박동 소리가 결합된 수면 유도 음악 앱은, 특히 증상이 경미하여 약물치료 또는 보다 많은 시간과 노력이 드는 심리치료(e.g., cognitive behavioral therapy for insomnia, CBT-I)가 필요하지 않은 일반인에게 안전하고 지속 사용이 가능한 모바일 헬스케어 도구로서 활용 가능성이 있을 것으로 기대하여, 지역사회 일반인을 대상으로 효과성 연구를 진행하였다.

## 2. 심장박동 소리를 결합한 음악을 들은 집단과 대조군 간 비교

4주간 심장박동 소리를 결합한 음악을 들은 집단(훈련 집단), 오디오북을 들은 집단(비교 집단), 그리고 아무런 개입을 실시하지 않은 집단(대기 집단)의 전-후 수면 문제 변화를 비교하였을 때, 모든 집단에서 ISI, PSQI, DSM5-PROMIS 수면 척도 등 주요 수면장애 척도의 총점이 다소간 감소하였으나 집단 간 통계적으로 의미 있는 차이는 관찰되지 않았다. 하지만 하위 문항으로 평가한 수면장애 지표 중 새벽에 너무 일찍 잠에서 깨는 문제, 주관적 수면의 질은 훈련 집단의 증상 개선 정도가 대기 집단에 비해 유의미하게 큰 것으로 나타났다. 선행연구에서 수면다원검사로 측정된 수면잠복기, 수면효율(sleep efficiency) 개선에는 음악 단독 요법이 유의미한 효과가 없었던 경우가 대다수였는데(Chen et al., 2014; Kolesnik, 2014; Kuula et al., 2020; Su et al., 2013), 본 연구에서도 자기보고식으로 평가한 수면잠복기, 수면 시간 등의 변인에서는 의미 있는 변화가 없었다. 한편, PSQI로 평가한 주관적 수면의 질과 관련된 변인에서는 선행연구(Lai et al., 2005; Jaspersen et al., 2015)와 마찬가지로 유의미한 효과가 관찰되었다.

주간 졸음과 피로 증상은 어느 집단에서도 유의미한 호전이 관찰되지 않았다. 훈련 콘텐츠에 대한 만족도 평가에서, 훈련 및 비교 집단 모두 각 집단에서 실시한 훈련이 낮 시간의 활력 상승에는 크게 도움이 되지 않았다고 보고하였다(‘별로 그렇지 않다~다소 그렇다’ 수준). 훈련 집단의 경우, 4주의 훈련 기간 동안 낮 음악을 한 번도 사용하지 않은 대상자가 45.5%(10명), 주 1-2회 20분 이하 사용한 경우가 27.3%(6명)로 사실상 대다수의 대상자들에게 낮 음악이 활용되지 못했다. 이는 먼저 본 연구에 참여한 대상자 대부분이 직장인으로 낮 시간에 시간을 내어

훈련을 하는 것이 현실적으로 어려운 문제가 있었다는 점이 그 이유가 될 수 있겠고, 연구에서 제공한 낮 시간용 음악 또는 오디오북이 졸음을 쫓거나 기분 전환을 위해 사용될 만큼 개인의 흥미나 선호를 충족하지 못했기 때문일 수도 있다. 또는 훈련을 통한 수면 개선 효과가 낮 시간 졸음과 피로감의 유의미한 감소로 이어질 만큼 크지 않기 때문으로 볼 수도 있을 것이다. 단, 졸음 및 피로 증상 평가가 전체 연구대상자가 아닌 일부에게만(63명 중 23명) 시행되었다는 점에서 이러한 결과를 일반화시키기는 어렵다.

우울, 상태 불안, 삶의 질의 경우에도 모든 집단에서 다소간의 변화 양상을 보이기는 했지만 집단 간의 의미 있는 차이는 관찰되지 않았다. 음악 요법이 자기보고식 질문지로 평가한 우울, 불안, 삶의 질에 미치는 영향에 대한 연구 결과는 혼재한다. 음악이 불면 증상을 호소하는 사람의 우울(Yap et al., 2017), 불안(Lai et al., 2012; Burrai et al., 2019)을 감소시킨다는 보고가 있기는 하지만 연구 대상이 노년기 또는 특수 상황에 있는 개인(예: 암 환자의 보호자)에 제한되어 있어서 결과를 일반화하기는 어렵다. 비교적 최근의 연구에서는 심장박동 촉각적 자극은 자기보고식 평가로 보고한 불안뿐만 아니라 개인의 심박변이도(heart rate variability), 피부전도(skin conductance) 등으로 관찰되는 생리적 각성을 완화할 수 있다고 보고되었다(Zhou et al., 2020; Azevedo et al., 2017). 이에 본 연구에서는 수면 쿠션을 통해 전달하는 심장박동의 촉각적 전달이 불안 완화 및 이완을 유도할 가능성을 가정하였으나 유의미한 효과는 관찰되지 않았다. 심장박동 자극이 수면 문제를 호소하는 개인의 불안에 미치는 영향을 검증하기 위해서는, 심장박동의 청각적, 촉각적 자극이 사용자의 심박 변화 등 생리적 이완을 충분히 유도할 만큼 정교한 도구와 개인의 이완 역치에 맞춘(personally

adapted) 피드백 시스템이 요구된다.

이상의 세 집단 훈련 전-후 점수 변화를 해석하는데 있어 다음의 사항을 고려할 필요가 있다. 첫째, 본 연구에서는 전체 연구대상자의 훈련 전 ISI 점수, 연령 등을 기준으로 무선 할당을 실시하였는데 중도 탈락자를 제외한 후 세 집단의 훈련 전 평가 점수를 살펴보면 비교 집단의 일일 수면시간(Mi Band 측정)이 훈련 집단에 비해 약 50분 길었다. 또한 그 차이가 통계적으로 유의미하지는 않았지만 세 집단 중 비교 집단은 불면 호소 기간이 가장 짧고 우울, 상태 불안 등 정서 문제 점수도 가장 낮았다. 비록 일일 수면시간과 우울 점수를 공변량으로 투입하여 분석하는 등 상기한 차이를 통제하기 위한 노력을 기울이기는 했지만, 훈련 전 평가 점수의 차이(baseline differences)가 여전히 효과 전반에 영향을 미치는 요소로 작용했을 수 있다(Jespersen et al., 2013). 둘째, 주요 결과 지표로 사용한 세 가지 척도(ISI, PSQI, DSM5-PROMIS 수면 척도)의 차이가(예: 문항 수, 응답 형식, 용도 및 구성 개념 등) 결과에 반영되었을 가능성이 있다(Chakrabartty, 2021). ISI는 밤과 낮에 경험하는 불면 증상의 심각도를 평가 및 선별하기 위한 도구이며(Bluestein et al., 2010), PSQI는 주관적 수면의 질과 수면잠복기, 수면 시간, 수면 효율성 등 양적 정보를 포함한 수면 장애의 정도를 평가하기 위해 주로 사용하는 도구로(Okun et al., 2009) 잠든/일어난 시각 등을 묻는 개방형 질문들이 포함되어 있다. PSQI와 달리 DSM5-PROMIS는 불면증 진단 준거가 더 많이 반영되어 수면 시간 등 양적 정보가 아닌 수면의 질에 대한 주관적 불만족감을 평가하는데 초점이 맞추어져 있다(Yu et al., 2012). 본 연구의 대상자에는 역치 하 수준부터 임상적 수준의 만성 불면증을 지닌 대상자가 섞여 있었고, 중장년기 이상의 여성이 많이 포함된 인구학적 특성 상 수면 시간, 주간

가능 장애보다는 입면의 어려움, 새벽에 깨서 다시 잠들기 어려운 문제 등의 수면 장애를 더 많이 경험하고 있었을 가능성이 있다. 이러한 이유로 ISI와 PSQI에 포함된 특정한 수면 장애 증상을 평가하는 하위 문항 점수에서 집단 간 훈련 전-후 유의미한 변화를 확인할 수 있었고, 세 척도의 총점만으로는 일관되게 의미 있는 차이가 나타나기 어려웠을 것이라고 판단된다.

다음으로 훈련 집단과 비교 집단을 대상으로 훈련 전-후-추후 평가 결과를 비교하였을 때, 두 집단 모두 훈련 직후 평가한 수면 문제 점수가 추후 평가에서도 비슷한 수준으로 유지되었으나 변화 양상이나 정도에 있어 집단 간의 유의미한 차이는 없었다.

본 연구에 참여한 대상자들의 훈련 전 우울(CES-D) 점수의 경우, 유력우울증(probable depression) 절단점인 16점(Cho et al., 1998) 이상인 대상자가 30명(훈련 집단 10명, 비교 집단 7명, 대기 집단 13명)으로 전체 대상자의 절반에 육박하였고, 이 중 확실우울증(definite depression) 절단점인 25점 이상인 대상자도 11명(훈련 집단 5명, 비교 집단 2명, 대기 집단 4명)으로 전체 연구대상자의 17.4%가 임상적 우울증에 준하는 상태에 해당하였다. 이에 수면 문제뿐만 아니라 훈련 프로그램 참여와 그 효과에 민감하게 영향을 줄 수 있는 심한 우울 증상( $CES-D \geq 25$ )을 지닌 대상자를 제외하고 훈련 집단과 비교 집단의 훈련 전-후-추후의 수면 문제 점수를 비교하였다. 그 결과, 두 집단 모두 훈련 후 수면 문제 개선 양상이 보다 뚜렷하게 나타나는 한편, ISI 총점과 PSQI 6번으로 평가한 주관적 수면의 질 점수의 경우 훈련 집단에서만 훈련 후-추후 점수 변화가 유의미한 것으로 나타났다. 훈련 후-추후 평가

사이에 훈련 콘텐츠를 사용한 빈도에 집단 간 차이가 없었음에도, 훈련 집단에서 우울 점수가 정상 범위인 대상자들은 훈련을 통한 수면의 질 호전 양상이 훈련 종료 4주 이후에도 지속되었다. 물론 최종 평가(추후 평가) 시의 점수에 두 집단 간 유의한 차이는 없었기에, 심장박동 소리를 결합한 음악 훈련이 오디오북 보다 더 효과적이라는 결론을 내릴 수는 없다. 그러나 심장박동 소리를 결합한 음악 훈련이 4주의 훈련 기간만으로도 추후 4주 이상 지속적으로 수면 문제 개선을 보였다는 점은 고무적인 결과이다.

불면증과 우울증은 높은 공병률을 보이는 질환으로, 주요우울장애(Major depressive disorder, MDD) 환자 중 상당수(e.g., 67%, Franzen & Buysse, 2008)가 만성 불면증 진단 기준을 충족한다. 우울 심각도는 불면증에 대한 치료 효과를 매개하는(mediate) 주요 변인으로서(Ashworth et al., 2015), 우울증을 동반한 수면 장애 환자들의 경우 우울증에 대한 약물치료가 CBT-I 효과를 향상시킨다고 알려져 있다(Manber et al., 2008). 수면 문제뿐만 아니라 다른 일반적인 헬스케어 영역(예: 비만 관리 등)의 디지털 치료 효과 검증 연구에서도, 사전 우울감이 높은 참여자는 치료 효과가 있을 것이라는 긍정적 기대 및 동기를 가지기 어렵기 때문에 스스로 디지털 치료를 지속하기 어려우며 좋은 효과를 얻지 못한다고 보고한 바 있다(Kim et al., 2020). 이에 수면 문제와 심한 우울감을 함께 지닌 경우에는 먼저 항우울제 치료 또는 불면증+우울 공존병리 환자에게 효과적이라고 알려진 CBT-I를 실시하고(Ashworth et al., 2015), 이후 보조적 요법으로서 심장박동 소리를 결합한 음악을 활용하는 것이 타당할 것이다.

### 3. 심장박동 소리를 결합한 음악의 효과와 활용

효과검증 연구 결과, 훈련 집단의 수면 문제 및 정서 문제 개선 정도가 오디오북 훈련을 시행한 비교 집단과 비교하여 의미 있는 차이를 보이지는 않았다. 하지만 새벽에 너무 일찍 잠에서 깨는 문제, 입면의 어려움, 주관적 수면의 질 변인에 있어서는 집단 × 훈련 전후 상호작용 효과의 크기(partial  $\eta^2$ )가 최소 중등도(medium)에서 큰(large) 수준에 해당하였다(ISI 1c partial  $\eta^2 = .188$ ; PSQI 5a partial  $\eta^2 = .122$ ; PSQI 6 partial  $\eta^2 = .186$ ). 즉, 심장박동 소리를 결합한 음악 앱 훈련이 오디오북 훈련과 비교하여 훈련 효과에 있어 우위를 보이지는 않았으나, 대기 집단과 비교하였을 때 적어도 주관적 수면의 질 영역에 있어서는 충분히 효과적일 수 있음이 입증되었다. 특히 심한 우울증이나 불안 장애 등 다른 공존병리(comorbidity)가 없는 개인에게는, 훈련 효과가 보다 장기적으로 지속될 수 있음을 확인하였다. 이에 본 연구에서 개발한 심장박동 소리가 결합된 음악 앱은 임상적 수준의 불면증과 공존병리를 지닌 환자 대상의 일차 치료 도구라기보다, 일상생활에서 수면 관련 불편감을 경험하는 일반인을 위한 모바일 헬스케어 도구로서 그 효과성 및 잠재적 활용성이 있다고 판단된다.

### 4. 연구의 제한점 및 후속 연구 제안

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 충분한 수의 연구대상자를 모집하지 못한 점이다. 당초 F-검정에서 중간 크기의 효과 크기인 0.25를 기준으로(Cohen, 1977) 반복측정 변인들 간 중등도(moderate) 수준의 상관( $r = .65$ )을 가정하여(Stevens, 1996; Jespersen et al., 2015)  $\alpha = .05$ , 검정력 80%를 확보하기 위한 표본수는 81명(각 집단별 27명)으로



산출되었다. 이에 탈락률 10%를 가정하여(Lai et al., 2006) 총 90명의 대상자를 모집하고자 목표하였으나 조건을 충족하는 대상자를 찾는 데 한계가 있어 총 70명이 무선할당되었고 63명의 자료가 훈련 전-후 효과 분석에 활용되었다. 훈련 전 평가 이후 4주의 훈련 기간, 훈련 후-추후 평가 등 모든 과정에서 대면 만남이 없었고 전화나 문자메시지로만 연구자와 짧은 접촉이 있었는데, 순응도를 개인의 동기에 의존할 수밖에 없어 탈락률이 약 20%로 다소 높았다. 모바일 앱은 접근이 용이하고 편리한 도구로서 장점을 갖지만, 대면 개입에 비해 사용자가 훈련을 실시하는 환경 및 순응도를 통제하기 어렵다는 한계가 있다(Oh et al., 2018). 이를 보완하기 위해서는, 모바일 앱을 사용하는 대상자의 개별 순응도를 실시간으로 모니터링하여 훈련 알림 메시지나 피드백을 발송하는 등의 동기 강화 전략이 도움이 될 수 있을 것이다. 또한 모바일 앱으로 사전에 증상 심각도, 치료 동기, 우울 수준 등을 평가하여 집중적인 의학적 치료 또는 모바일 앱 자가 훈련에 적합한 대상자를 선별하고 개인에게 보다 적절한 개입을 추천하는 방법도 유용할 것이다.

둘째, 연구대상자 모집 조건은 ‘현재 수면장애로 진단 또는 치료받지 않은 일반인’이었으나, 훈련 전 평가를 실시하였을 때 불면증 점수가 준임상적(sub-clinical) 수준 절단점인 ISI 14점을 초과하는 경우가 상당수 있었다(전체 대상자 63명 중 23명, 36.5%). 수면 관련 불편감을 경험한 기간(illness duration)도 전체 평균 약 4년 4개월 정도로 길었으며 10년 이상이라고 보고한 대상자도 9명(14.3%)이나 있었다. 즉, 본 연구 대상자에 일차적인 개입으로서 음악 치료로 의미 있는 효과를 기대하기 어려운, 적극적인 약물치료가 필요한 불면증 환자군이 일부 포함되었던 것으로 볼 수 있다. 선행연구에서도 음악 청취와 같은 낮은 강도의

개입은 임상적 불면증의 단독 치료로서는 충분한 효과를 얻지 못하기에, 준임상 수준의 불면 증상에 대한 개입 또는 다른 치료(예: 약물치료, CBT-I)와 함께 보조적 요법(adjutant)으로서 추천된 바 있다(Jespersen et al., 2019). 또한 연구대상자 중에는 CES-D 점수가 임상적 우울증 수준인 25점 이상이거나(11명), ASI-R 점수가 공황장애 환자의 평균 점수인 50.47(SD=27.71)점(김지혜 등, 2004)을 초과하는 경우(11명)도 있었다. MDD 환자 중 40~69%는 다른 어떤 우울 증상보다 불면 증상을 먼저 경험한다는 보고 등(Johnson et al., 2006)을 근거로 수면의 질 저하를 우울의 전조 증상(precursor)으로 보는 관점도 있다는 점을 고려하면(Ashworth et al., 2015), 실제로는 향후 수면장애보다는 우울증으로 진단받을 가능성이 높은 대상자들이 연구에 포함되었을 가능성도 있다. 또한 대상자 중 40~50대 여성의 비율이 월등히 높았다는 점도 이러한 문제와 관련이 있어 보이며, 이에 연구 결과를 ‘수면장애 및 다른 정신장애가 없는 일반인’으로 일반화하기 어렵다는 제한점이 있다.

셋째, 예비 연구 결과에서 나타나듯 음악과 심장박동 소리에 대한 반응은 개인차가 커서, 연구자가 일괄 제공한 콘텐츠의 특성(예: 음악과 심장소리의 빠르기, 음악의 주요 음조 등)이 모든 대상자에게 의미 있는 자극이 되지 못했을 가능성이 있다. 이를 해결하기 위해서는 개인의 이완 역치 또는 현재 각성 수준을 모니터하여 개인별 최적의 템포로 심장박동 소리를 결합한 음악을 제공할 수 있는 맞춤형(personalized) 훈련 콘텐츠의 제공이 도움이 될 것이다.

넷째, 심장박동 소리를 결합한 음악의 효과는 검증하였으나, 연구 방법론 상 심장박동 소리 고유의 이완 및 수면 유도 효과를 확인하지는

못했다는 점이다. 본 연구에서 두 집단 간 훈련 효과에 의미 있는 차이를 확인하지 못했는데, 이는 어쩌면 훈련 콘텐츠(심장박동 소리가 결합된 음악 또는 오디오북)의 특정한 효과와는 무관하게 오디오 자극을 듣는 행위 자체가 반추사고, 과각성 등과 관련된 수면에 도움이 되지 않는 습관들을 대체하여(Trahan et al., 2018; Dickson & Schubert, 2020; Tang et al., 2021) 두 집단 모두 수면 개선 효과를 나타냈을 가능성도 있다. 이에 추후 연구에서 연구 설계 일부를 보완한다면 (예: ‘음악+심장박동’ vs. ‘음악’), 심장박동 자극 자체의 수면 개선 효과를 검증하는 것이 가능할 것이다. 또한 본 연구에서는 심장박동 소리를 통한 각성 완화 여부를 확인할 수 있는 타당한 생리적 측정치가 평가 항목에 포함되지 않아, 훈련 콘텐츠가 대상자의 객관적 각성 수준에 영향을 미쳤는지의 여부를 확인하지 못했다. 일일 수면 시간을 객관적으로 측정하고자 웨어러블 디바이스를 사용하기는 하였으나, 손목의 움직임(wrist actigraphy)만으로 수면/각성 여부를 판단하는 Mi Band3의 특성 상 측정 정확도가 떨어지는 문제가 있어, 측정 자료를 훈련 효과 분석에 활용하지 못하였다. 추후 연구에서는 심박률(heart rate), 호흡률(respiratory rate)과 같은 생리적 각성 수준을 객관적으로 평가할 수 있는 지표, 그리고 수면다원검사(polysomnography) 결과나 수면 일지(sleep diary) 자료 등을 평가 항목에 추가한다면, 심장박동 소리를 결합한 음악의 심리생리적 이완 및 수면 개선 효과에 대한 보다 풍성한 논의가 가능할 것이다.

## V. 결론

본 연구에서는 심리생리적 이완 유도 효과가 있다고 알려진 안정 상태의 심장박동 소리를 실생활에서 자연스럽게 들을 수 있도록 동일 템포의 음악과 결합한 콘텐츠를 제작하고, 이를 어디서나 쉽게 들을 수 있도록 모바일 앱으로 개발하였다. 또한 이를 수면문제를 호소하는 일반인들을 대상으로 4주간의 자가 훈련에 적용하여 그 효과와 활용 방안을 탐색하였다. 증상이 심하지 않아 적극적인 약물치료가 필요하지 않거나, 시간과 공간의 제약으로 치료를 받기 어려운 일반인들에게는, 모바일 앱 기반의 음악 듣기 자조 치료가 다른 근거기반 치료(예: 인지행동치료)에 비해 강점을 지닌다. 비록 효과 크기 면에서 심장박동 소리를 결합한 음악 훈련과 대조군(오디오북) 사이에 차이는 없었지만, 주요 수면장애 지표 중 새벽에 너무 일찍 잠에서 깨는 문제, 주관적 수면의 질은 훈련 집단이 대기 집단과 비교하여 의미 있는 개선을 보였다. 특히 심한 우울증 등 공존병리가 없는 경우에는 심장박동 소리를 결합한 음악 훈련의 효과가 보다 장기적으로 지속될 가능성이 확인되었다.

즉, 병원에 내원하여 약물치료를 받을 정도는 아닌 경미하거나 준임상적 수준의 수면 문제를 경험하는 사람들, 임상적 수준의 다른 공존병리가 없는 사람들에게는, 심장박동 소리를 결합한 음악 앱이 일상생활에서 간편하게 사용할 수 있는 비용-효과적인 자조 치료 또는 수면 관리 헬스케어 도구로서 활용될 수 있을 것이다.

## 참고 문헌

- 김정택, 신동균. (1978). STAI의 한국표준화에 관한 연구, *척신의학*, 2(11), 69-75.
- 김주완, 이용성, 박철, 유혜영, 이가영, 강희주, 이주연, 김선영, 배경열, 김재민, 신일선, 윤진상, 김성완. (2016). 수면장애의 인지행동치료를 위한 스마트폰 애플리케이션 개발과 활용. *사회정신의학*, 2(2), 36-43.
- 김지혜, 유범희, 오강섭, 양종철, 김울리, 이소영, 임영진. (2004). 한국어 확장판 불안 민감도지수의 타당화 연구. *신경정신의학*, 43, 54-61.
- 민성길, 이창일, 김광일, 서신영, 김동기. (2000). 한국판 세계보건기구 삶의 질 간편형 척도(WHOQOL-BREF)의 개발. *신경정신의학*, 39, 571-579.
- 박준혁, & 김기웅. (2011). 한국의 우울증 역학에 대한 고찰. *대한의사협회지*, 54(4), 362-369.
- 신민섭, 오서진, 권준수. (2019). *DSM-5 진단 평가 척도 핸드북*. 서울: 학지사.
- 윤인영. (2000). 불면증의 비약물학적 치료. *수면정신생리*, 1(1), 5-9.
- 이정현, 정현석, 임수미, 조한별, 마지영, 고은, & 정도연. (2013). 대학교 재학생에서 Fatigue Severity Scale 의 신뢰도 및 타당도 연구. *생물정신의학*, 2(1), 6-11.
- 장석우, 심한피, & 조옥희. (2013) 자연의 초음파 소리와 알파파의 상관관계 연구. *예술인문사회융합멀티미디어논문지*, 3, 69-74.
- 전경구, 최상진, & 양병창. (2001). 통합적 한국판 CES-D 개발. *한국심리학회지: 건강*, 6, 59-76.
- 전정은, 최승원. 뉴로피드백을 이용한 불면장애 치료: EEG Beta 감소 프로토콜. (2017). *한국임상심리학회지*, 36(3), 351-368.
- 최연선, 이미현, 최재원, 김수현, 김지철, 이유진. (2016). 의사 대상 불면증 치료 현황 조사 연구. *수면정신생리*, 2(2), 77-83.
- Ashworth, D. K., Sletten, T. L., Junge, M., Simpson, K., Clarke, D., Cunnington, D., & Rajaratnam, S. M. (2015). A randomized controlled trial of cognitive behavioral therapy for insomnia: an effective treatment for comorbid insomnia and depression. *Journal of counseling psychology*, 62(2), 115.

- Azevedo, R. T., Bennett, N., Bilicki, A., Hooper, J., Markopoulou, F., & Tsakiris, M. (2017). The calming effect of a new wearable device during the anticipation of public speech. *Scientific reports*, *7*(1), 1-7.
- Bastien, C. H., Vallières, A., & Morin, C. M. (2001). Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep medicine*, *2*(4), 297-307.
- Bernardi, L., Porta, C., Casucci, G., Balsamo, R., Bernardi, N. F., Fogari, R., & Sleight, P. (2009). Dynamic interactions between musical, cardiovascular and cerebral rhythms in humans. *Circulation*, *119*, 3171-3180.
- Bluestein, D., Rutledge, C. M., & Healey, A. C. (2010). Psychosocial correlates of insomnia severity in primary care. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, *23*(2), 204-211.
- Brower, K. J., McCammon, R. J., Wojnar, M., Ilgen, M. A., Wojnar, J., & Valenstein, M. (2011). Prescription sleeping pills, insomnia, and suicidality in the National Comorbidity Survey Replication. *The Journal of clinical psychiatry*, *72*(4), 515-521.
- Burrai, F., Lupi, R., Luppi, M., Micheluzzi, V., Donati, G., Lamanna, G., & Raghavan, R. (2019). Effects of listening to live singing in patients undergoing hemodialysis: a randomized controlled crossover study. *Biological research for nursing*, *21*(1), 30-38.
- Buysse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry research*, *28*(2), 193-213.
- Chakrabartty, S. N. (2021). Integration of various scales for measurement of insomnia. *Research Methods in Medicine & Health Sciences*, *2*(3), 102-111.
- Chen, C. K., Pei, Y. C., Chen, N. H., Huang, L. T., Chou, S. W., Wu, K. P., Ko, P.C., Wong, A. M., & Wu, C. K. (2014). Sedative music facilitates deep sleep in young adults. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, *20*(4), 312-317.
- Chen, C. T., Tung, H. H., Fang, C. J., Wang, J. L., Ko, N. Y., Chang, Y. J., & Chen, Y. C. (2021). Effect of music therapy on improving sleep quality in

- older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1-8.
- Cho, M. J., Nam, J. J., & Suh, G. H. (1998). Prevalence of symptoms of depression in a nationwide sample of Korean adults. *Psychiatry research*, *81*(3), 341-352.
- Cho, Y. W., Lee, J. H., Son, H. K., Lee, S. H., Shin, C., & Johns, M. W. (2011). The reliability and validity of the Korean version of the Epworth sleepiness scale. *Sleep and Breathing*, *15*(3), 377-384.
- Cho, Y. W., Song, M. L., & Morin, C. M. (2014). Validation of a Korean version of the insomnia severity index. *Journal of clinical neurology*, *10*(3), 210-215.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral science*, Rev. ed. New York: Academic Press.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*, 2nd ed. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Devos, P., Aletta, F., Vander Mynsbrugge, T., Thomas, P., Filipan, K., Petrovic, M., & Botteldooren, D. (2018). Soundscape design for management of behavioral disorders: a pilot study among nursing home residents with dementia. In *INTER-NOISE and NOISE-CON congress and conference proceedings*, *258*(5), 2104-2111. Institute of Noise Control Engineering.
- Dickson, G. T., & Schubert, E. (2020). Music on Prescription to Aid Sleep Quality: A Literature Review. *Frontiers in psychology*, *11*, 1695.
- Englert, S., & Linden, M. (1998). Differences in self-reported sleep complaints in elderly persons living in the community who do or do not take sleep medication. *The Journal of clinical psychiatry*, *59*(3), 137-44.
- Franzen, P. L., & Buysse, D. J. (2008). Sleep disturbances and depression: risk relationships for subsequent depression and therapeutic implications. *Dialogues in clinical neuroscience*, *10*(4), 473-481.
- Gabrielson, A. (2009). In *Oxford Handbook of Music Psychology* (ed. Cross, I., Hallam, S., Thaut, M.), Oxford University Press.
- Garza-Villarreal, E. A., Wilson, A. D., Vase, L., Brattico, E., Barrios, F. A.,

- Jensen, T. S. T., & Vuust, P. (2014). Music reduces pain and increases functional mobility in fibromyalgia. *Frontiers in psychology, 5*, 90.
- Gaston, E. T. (1951). Dynamic music factors in mood change. *Music Educators Journal, 37*(4), 42-44.
- Gomez, P., & Danuser, B. (2007). Relationships between musical structure and psychophysiological measures of emotion. *Emotion, 7*(2), 377-387.
- Good, M., Stanton-Hicks, M., Grass, J. A., Anderson, G. C., Lai, H. L., Roykulcharoen, V., & Adler, P. A. (2001). Relaxation and music to reduce postsurgical pain. *Journal of advanced nursing, 33*(2), 208-215.
- Harmat, L., Takács, J., & Bódizs, R. (2008). Music improves sleep quality in students. *Journal of advanced nursing, 62*(3), 327-335.
- Hertenstein, E., Feige, B., Gmeiner, T., Kienzler, C., Spiegelhalder, K., Johann, A., Jansson-Fröjmark, M., Palagini, L., Rücker, G., Riemann, D., & Baglioni, C. (2019). Insomnia as a predictor of mental disorders: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Medicine Reviews, 43*, 96-105.
- Jespersen, K. V., Koenig, J., Jennum, P., & Vuust, P. (2013). Listening to music for improving sleep in adults with insomnia. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 3*, 1-11.
- Jespersen, K. V., Koenig, J., Jennum, P., & Vuust, P. (2015). Music for insomnia in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 8*, CD010459.
- Jespersen, K. V., Otto, M., Kringelbach, M., Van Someren, E., & Vuust, P. (2019). A randomized controlled trial of bedtime music for insomnia disorder. *Journal of sleep research, 28*(4), e12817.
- Jespersen, K. V., & Vuust, P. (2012). The effect of relaxation music listening on sleep quality in traumatized refugees: A pilot study. *Journal of Music Therapy, 49*(2), 205-229.
- Johns, M. W. (1991). A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep 14*(6), 540-545.
- Johnson, J. E. (2003). The use of music to promote sleep in older women. *Journal of Community Health Nursing, 20*(1), 27-35.



- Johnson, E. O., Roth, T., & Breslau, N. (2006). The association of insomnia with anxiety disorders and depression: exploration of the direction of risk. *Journal of psychiatric research, 40*(8), 700-708.
- Kang, S. G., & Kim, Y. K. (2019). Cognitive Behavioral Therapy for Insomnia in the Digital Age. *Frontiers in Psychiatry, 6*29-641.
- Kang, S. G., Yoon, H. K., Ham, B. J., Choi, Y. K., Kim, S. H., Joe, S. H., Suh, K. Y., & Kim, L. (2002). Effects of minor stressful events on sleep in college students. *Sleep medicine and psychophysiology, 9*(1), 48-55.
- Kim, M., Kim, Y., Go, Y., Lee, S., Na, M., Lee, Y., Choi, S., & Choi, H. J. (2020). Multidimensional cognitive behavioral therapy for obesity applied by psychologists using a digital platform: Open-label randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth, 8*(4), e14817.
- Kolesnik, M. (2014). *Music therapy in the alleviation of the first night effect*. Boston University.
- Krupp, L. B., LaRocca, N. G., Muir-Nash, J., & Steinberg, A. D. (1989). The fatigue severity scale: application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Archives of neurology, 46*(10), 1121-1123.
- Kuula, L., Halonen, R., Kajanto, K., Lipsanen, J., Makkonen, T., Peltonen, M., & Pesonen, A. K. (2020). The Effects of Presleep Slow Breathing and Music Listening on Polysomnographic Sleep Measures—a pilot trial. *Scientific reports, 10*(1), 1-9.
- Lai, H. L., & Good, M. (2006). Music improves sleep quality in older adults. *Journal of advanced nursing, 53*(1), 134-144.
- Lee, T., Moon, S. E., Baek, J., Lee, J. S., & Kim, S. (2019). Music for Sleep and Wake-Up: An Empirical Study. *IEEE Access, 7*, 145816-145828.
- Manber, R., Edinger, J. D., Gress, J. L., Pedro-Salcedo, M. G. S., Kuo, T. F., & Kalista, T. (2008). Cognitive behavioral therapy for insomnia enhances depression outcome in patients with comorbid major depressive disorder and insomnia. *Sleep, 31*(4), 489-495.
- Morin, C. M., & Benca, R. (2012). Chronic insomnia. *The Lancet, 379*(9821), 1129-1141.

- Morin, C. M., Bootzin, R. R., Buysse, D. J., Edinger, J. D., Espie, C. A., & Lichstein, K. L. (2006). Psychological and behavioral treatment of insomnia: update of the recent evidence (1998-2004). *Sleep, 29*(11), 1398-1414.
- Morishima, M., Sugino, Y., Ueya, Y., Kadotani, H., & Takadama, K. (2016). Effects on Sleep by “Cradle Sound” Adjusted to Heartbeat and Respiration. *2016 AAAI Spring Symposium Series*.
- Oh, S. J., Seo, S., Lee, J. H., Song, M. J., & Shin, M. S. (2018). Effects of smartphone-based memory training for older adults with subjective memory complaints: a randomized controlled trial. *Aging & mental health, 22*(4), 526-534.
- Ohayon, M. M. (2002). Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to learn. *Sleep medicine reviews, 6*(2), 97-111.
- Okun, M. L., Kravitz, H. M., Sowers, M. F., Moul, D. E., Buysse, D. J., & Hall, M. (2009). Psychometric evaluation of the Insomnia Symptom Questionnaire: a self-report measure to identify chronic insomnia. *Journal of Clinical Sleep Medicine, 5*(1), 41-51.
- Patel, D., Steinberg, J., & Patel, P. (2018). Insomnia in the Elderly: A Review. *Journal of Clinical Sleep Medicine: JCSM: Official Publication of the American Academy of Sleep Medicine, 14*(6), 1017-1024.
- Radloff, L. S. (1977). The CES-D scale: A self-report depression scale for research in the general population. *Applied Psychological Measurement, 3*, 385-401.
- Saarikallio, S. (2011). Music as emotional self-regulation throughout adulthood. *Psychology of music, 39*(3), 307-327.
- Schutte-Rodin, S., Broch, L., Buysse, D., Dorsey, C., & Sateia, M. (2008). Clinical guideline for the evaluation and management of chronic insomnia in adults. *Journal of clinical sleep medicine, 4*(05), 487-504.
- Shum, A., Taylor, B. J., Thayala, J., & Chan, M. F. (2014). The effects of sedative music on sleep quality of older community-dwelling adults in Singapore. *Complementary therapies in medicine, 22*(1), 49-56.
- Sohn, S. I., Kim, D. H., Lee, M. Y., & Cho, Y. W. (2012). The reliability and

- validity of the Korean version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Sleep and Breathing*, *16*(3), 803–812.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. (1970). *Manual for the state-trait anxiety inventory*. Palo Alto, CA:Consulting Psychologists Press.
- Stevens, J. (1996). *Applied Multivariate Statistics for the Social Sciences*. Hillsdale, NJ: Lippincott.
- Su, C. P., Lai, H. L., Chang, E. T., Yiin, L. M., Perng, S. J., & Chen, P. W. (2013). A randomized controlled trial of the effects of listening to non-commercial music on quality of nocturnal sleep and relaxation indices in patients in medical intensive care unit. *Journal of advanced nursing*, *69*(6), 1377–1389.
- Suh, S. W., Han, J. W., Han, J. H., Bae, J. B., Moon, W., Kim, H. S., Oh, D. J., Kwak, K. P., Kim, B. J., Kim, S. G., Kim, J. L., Kim, T. H., Ryu, S. H., Moon, S. W., Park, J. H., Byun, S., Seo, J., Youn, J. C., Lee, D. Y., Lee, D. W., ... Kim, K. W. (2020). Sex differences in subjective age-associated changes in sleep: a prospective elderly cohort study. *Aging*, *12*(21), 21942–21958.
- Tajadura-Jiménez, A., Väljamäe, A., & Västfjäll, D. (2008). Self-representation in mediated environments: the experience of emotions modulated by auditory-vibrotactile heartbeat. *CyberPsychology & Behavior*, *11*(1), 33–38.
- Takadama, K., Tajima, Y., Harada, T., Ishihara, A., & Morishima, M. (2015). Towards Ambient Intelligence System for Good Sleep By Sound Adjusted to Heartbeat and Respiration. *In AAAI Spring Symposia*.
- Tang, Y. W., Teoh, S. L., Yeo, J. H. H., Ngim, C. F., Lai, N. M., Durrant, S. J., & Lee, S. W. H. (2021). Music-based Intervention for Improving Sleep Quality of Adults without Sleep Disorder: A Systematic Review and Meta-analysis. *Behavioral Sleep Medicine*, 1–19.
- Taylor, S., & Cox, B. J. (1998). An expanded anxiety sensitivity index: evidence for a hierarchic structure in a clinical sample. *Journal of anxiety disorders*, *12*(5), 463–483.
- Trahan, T., Durrant, S. J., Müllensiefen, D., & Williamson, V. J. (2018). The

- music that helps people sleep and the reasons they believe it works: A mixed methods analysis of online survey reports. *PloS one*, *13*(11), e0206531.
- Trehub, S. E., & Trainor, L. (1998). Singing to infants: Lullabies and play songs. *Advances in infancy research*, *12*, 43-78.
- Yap, A. F., Kwan, Y. H., Tan, C. S., Ibrahim, S., & Ang, S. B. (2017). Rhythm-centred music making in community living elderly: a randomized pilot study. *BMC complementary and alternative medicine*, *17*(1), 1-8.
- Yu, L., Buysse, D. J., Germain, A., Moul, D. E., Stover, A., Dodds, N. E., Johnston, K. L., & Pilkonis, P. A. (2012). Development of short forms from the PROMIS™ sleep disturbance and sleep-related impairment item banks. *Behavioral sleep medicine*, *10*(1), 6-24.
- Watanabe, K., Ooishi, Y., & Kashino, M. (2017). Heart rate responses induced by acoustic tempo and its interaction with basal heart rate. *Scientific reports*, *7*(1), 1-12.
- WHOQOL Group. (1998). Development of the World Health Organization WHOQOL-BREF quality of life assessment. *Psychological medicine*, *28*(3), 551-558.
- Zhou, Y., Murata, A., & Watanabe, J. (2020). The calming effect of heartbeat vibration. *IEEE Haptics Symposium (HAPTICS)* (pp. 677-683).

## Acknowledgement

본 연구는 2020년 서울대학교병원 원내 연구과제 연구비 지원을 받아 실시되었음(grant no. 04-2020-2070).

## ABSTRACT

# Development of a mobile application to play music combined with heartbeat sounds and its effect on sleep quality in middle-aged adults: An exploratory study

Seo Jin Oh

Department of Clinical Medical Sciences

The Graduate School

Seoul National University

**Introduction:** Music often serves as a self-help tool to induce physiological relaxation, a positive state of mind, and distraction responses in individuals who experience sleep difficulties. Previous studies have reported the positive effects of music on sleep quality and quality of life in individuals with poor sleep and support the use of music as a safe and cost-effective sleeping aid. A recent laboratory study suggested that physiological sounds, including heartbeat (HB) or respiratory sounds may induce relaxation. However, no clinical study

has focused on the effects of these sounds in individuals with sleep difficulties. In this study, we developed sleep-inducing music combined with HBs to produce physical and psychological relaxation, as well as a musical mobile application to verify the efficacy of music combined with HBs in middle-aged adults with sleep difficulties.

**Methods:** The study included 63 individuals aged 40–68 years, with sleep difficulties, who were randomized into a music combined with HB intervention (n = 22), an audiobook control (n = 19), and a waitlist control group (n = 22). The intervention group listened to music combined with HBs, and the control group listened to audiobooks for 30–45 min every night. The waitlist control group received no intervention. Using self-administered questionnaires, all subjects were evaluated on three occasions as follows: pre-intervention, post-intervention, and 4 weeks post-intervention for follow-up regarding sleep quality, emotional difficulties, and quality of life. Additionally, we used a wearable device (smart watch) to evaluate objective measures of sleep.

**Results:** We observed no significant effects of music combined with HB on insomnia symptoms (evaluated using the Insomnia Severity Index [ISI], Pittsburgh Sleep Quality Index [PSQI], and the DSM5-PROMIS Sleep scale) and represented as the group × time interaction, although slight reduction in insomnia severity was observed in the two experimental groups. With regard to secondary outcomes, we observed no changes in

depression, anxiety, and quality of life. However, among the ISI and PSQI sub-items, symptoms of early morning awakening and subjective sleep quality were significantly improved in the music combined with HB intervention than in the waitlist group. Specifically, intervention-induced improved sleep quality persisted even 4 weeks after intervention in individuals without severe depression.

**Conclusion:** Compared with the waitlist group, the music combined with HB group showed reduced insomnia symptoms, such as early morning awakening and also better subjective sleep quality; however, this approach was not shown to be superior to audiobooks as an effective sleep-inducing intervention. Comorbidities, such as severe depression may reduce the effectiveness of the mobile app-based music intervention for insomnia. We conclude that music combined with HB may potentially be useful as a health care self-help tool for individuals with subclinical levels of insomnia or temporary sleep disturbances, as opposed to being a primary treatment modality for patients with clinical-level insomnia and comorbid psychiatric disorders.

-----  
**Keywords:** sleep disturbances, insomnia, middle-aged adults, heartbeat sounds, mobile application, randomized controlled trial (RCT)

*Student Number: 2014-30914*