

대학생의 불면 증상 완화를 위한 모바일 중재 플랫폼 개발 연구*

박성규¹ · 이상원^{2†} · 안동현³ · 차미영^{1,3}

Designing a Mobile Intervention Platform to Help Alleviate Insomnia Symptoms in College Students*

Sungkyu Park, Ph.D.,¹ Sang Won Lee, M.D., Ph.D.,^{2†} Donghyun Ahn, M.C.,³ Meeyoung Cha, Ph.D.^{1,3}

Objectives : An increasing number of people are affected by sleep problems every year. The current study presents findings from experiments that utilize a mobile application-based cognitive-behavioral treatment for insomnia (CBT-I).

Methods : Our application aims to alleviate insomnia symptoms by providing real-time and direct interventions in people's daily lives. We recruited 50 participants to test the effectiveness of the app via a six-week-long prospective experiment.

Results : We find that insomnia symptoms are reduced significantly for both the treatment group, who used the app, and the control group, who watched educational videos [$F(2,39)=60.82, p<0.001$]. Sleep efficiency improved more quickly in the treatment group than in the control group. Participants who followed higher compliance to the intervention reduced their wake after sleep onset (WASO) time more substantially.

Conclusion : Our results suggest that app-based CBT-I interventions may have additional benefits for enhancing objective sleep quality, including sleep efficiency or WASO, compared to sleep hygiene education. The preliminary findings of the current research shed light on future mobile intervention apps' design choices for insomnia.

KEY WORDS : Insomnia · Sleep efficiency · Wake after sleep onset · Cognitive behavioral therapy · Mobile application intervention.

서 론

불면증은 가장 흔한 수면 질환으로 다양한 신체적, 사회적인 문제를 야기한다고 알려져 있으며, 대략 30%의 도시 인구가 살아가면서 한 번 이상의 불면 증상을 보고한다.¹⁾ 불면증은 건강한 사람에게서도 갑자기 나타날

수 있으며,²⁾ 직간접적인 사회적 비용을 높인다.³⁾ 불면증은 삶의 질의 저하와 관련이 있으며,⁴⁾ 우울, 불안 장애를 포함하는 다양한 정신과적인 질환의 발병과 관련성을 보고하고 있다.^{5,6)} 추가적으로 수면의 질 저하는 낮 동안 생활에도 영향을 주어 일 생산성이나 사고 위험성과 관련되기도 한다.^{3,7)} 위와 같은 문제를 고려할 때, 불면증

투고일자 : 2021년 1월 5일 / 수정일자 : 2021년 2월 2일 / 게재확정일 : 2021년 2월 9일

*이 연구는 기초과학연구원(IBS-R029-C2)과 한국연구재단(NRF-2017R1E1A1A01076400)의 지원으로 이루어졌음.

¹기초과학연구원 데이터 사이언스 그룹 Data Science Group, Institute for Basic Science (IBS), Daejeon

²칠곡경북대학교병원 정신건강의학과 Department of Psychiatry, Kyungpook National University Chilgok Hospital, Daegu

³한국과학기술원 전산학부 School of Computing, Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Daejeon

[†]교신저자 : leesangwon.psy@knu.ac.kr

치료는 매우 중요하며, 효과적인 불면 치료법 개발을 위해 여러 연구가 진행되고 있다.⁸⁾ 현재 통상적 치료로 불면증을 위한 인지행동치료(Cognitive Behavioral Therapy for Insomnia, CBT-I)가 사용되며, 이를 통해 불면에 대한 역기능적 사고 및 부적응적인 행동 습관을 교정 가능하다. 인지행동치료는 불면증 치료에 효과적이고 유지 효과도 뛰어나다고 알려져 있다.⁹⁻¹¹⁾ 또한 동반되는 정신질환의 증상 완화에도 도움이 된다는 보고가 있다.¹²⁾ 이러한 장점에도 불구하고, 인지행동치료는 숙련된 임상가가 부족하고, 높은 치료 비용 등의 문제로 접근성이 떨어지는 한계가 있다.¹³⁾

온라인을 기반으로 하는 치료적 기법이 대면 치료의 한계를 극복하기 위해 개발되어 왔는데, 그중에서도 Sleep Healthy Using the Internet(SHUTi)는 가장 널리 알려진 프로그램이다. SHUTi 프로그램은 불면 증상뿐만 아니라 동반하는 우울, 불안 증상을 유의미하게 감소시켰음을 증명하였으며,¹⁴⁻¹⁷⁾ 9주 이 후 단기 증상 유지 및 1년 이후의 장기 유지 효과까지 보고하였다.¹⁵⁾ 이는 온라인 기반의 불면증 인지행동치료가 대면 치료의 대체 치료로 사용될 수 있음을 시사하는 결과이다. 최근에는 스마트폰의 보급이 대중화되면서 애플리케이션(이하 앱)을 통한 중재 기법 개발도 활성화되는 추세이다.

SHUTi와 같은 온라인 기반의 프로그램과 비교할 때, 모바일 앱은 다양한 생체, 행동적인 신호를 실시간으로 수집할 수 있는 장점을 가져 수동으로 입력해야 하는 정보의 양을 줄일 수 있으며, 더불어 실시간으로 정보를 처리하고 개입이 가능한 장점이 있다. 이 연구에서는 불면증의 인지행동치료의 주요한 요소인 수면 위생 교육, 자극 제한, 수면 제한 요소들을 이용해 Sleeps 라는 앱을 제작하여 연구에 이용 하였으며, 스마트워치를 사용하여 수집한 데이터를 분석에 사용하였다.

해당 연구는 불면 증상이 있으나 신체 건강한 젊은 성인을 대상으로 상용화 전 단계의 프로토타입 앱을 통해 불면증 치료에 있어 모바일 기반의 앱 중재의 가능성을 검증해보고자 하며, 불면 증상 개선과 관련한 요인들에 대해서 검증하고, 앱 기반의 치료법 개발 시에 고려해야 할 점에 대해서 규명해 보고자 하였다.

방 법

1. 애플리케이션 개발

연구 방법으로 앱 서비스 가입 과정을 통해서 참가자에 대한 인구학적인 정보와 취미 활동(예 : 산책, 운동, 친구 만나기, 커피, 명상) 정보를 수집하였다. 앱은 14개 종류의 알람을 통해 낮 동안의 활동을 장려하는 중재를 제공하였다. 예를 들면, 산책을 취미 활동으로 선택한 피험자에게는 주간에 ‘햇빛을 받으면서 산책해 보시는 것을 어떨까요?’와 같은 문장을 제안하였다(그림 1 왼쪽 열). 알람을 제안하고 난 후에는 시간 순서에 따라 기본 화면에 남아 있도록 해서 제안에 따를 수 있도록 하였다(그림 1 중간 열). 수면 위생 관련 내용은 5개의 동영상 제작하여 피험자가 시청할 수 있게 하였다. 불면증을 위한 인지행동치료에 필수적인 구성 요소인 자극 조절(stimulus control), 수면 제한(sleep restriction)의 개념에 대해서도 3분가량 동영상을 제작하였다. 자극 조절은 예상 수면 시각 2시간 전 푸시 알람을 통해 수면 전에 자극을 제한할 수 있도록 하였고, 수면 제한 개념을 이용해서 일어나는 시각과 피험자의 평소 수면 시간을 기반으로 적합한 눕는 시간을 제안해 주었다. 수면에 대한 부적응적 믿음 교정 등의 인지적인 치료요소는 본 앱에서는 직접 구현되지 못하였고, 행동 수정에 초점을 맞추었다. 피험자가 직접 입력한 수면 후에 누운 시간, 일어난 시간, 수면 후 깨어 있었던 시간을 기반으로 수면 효율(sleep efficiency)을 계산하여 선 굵기를 다르게 달력에 표시해 주었다(그림 1 오른쪽 열). 추가로 복식 호흡 및 근육 이완법에 대한 동영상도 제공해 주었다.

2. 피험자

피험자 선정기준은 기존 내과적, 정신과 질환의 병력이 없는 건강한 젊은 성인으로 한국과학기술원 온라인 게시판 및 홍보 포스터를 통해서 피험자를 모집하였다. 대상자 선별을 위해서 내과적, 정신과적 병력에 대한 질문 및 사전 온라인 설문을 시행했으며, 한국판 Insomnia Severity Index(ISI)¹⁸⁻²¹⁾ 지표를 통해 불면증 정도에 대해 평가했다. 한국판 ISI 는 0~28점의 척도로 15점 이상이 임상적 수준의 불면 증상을 의미하는 점수이다.²¹⁾ 본 연구에서는 사전 설문에 참여한 133명 중 기존 내과적, 정신과적 병력이 없고, ISI 15점 이상을 보이는 50명을 대상 피험자로 선정하였다. 이 연구는 한국과학기술

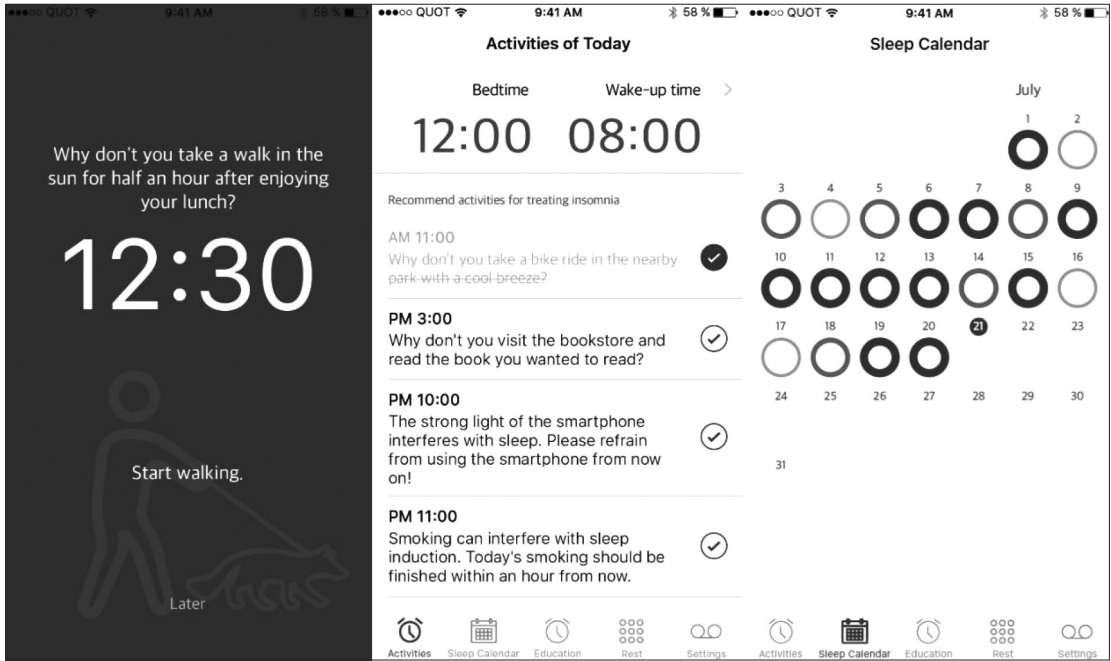


Fig. 1. Screen capture images from the Sleeps app. The recommendation push alarm stating 'Start walking' (left), default screen of the app (middle), and the sleep efficiency calendar (right).

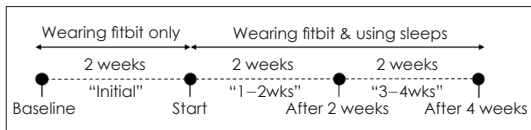


Fig. 2. Overall experimental process involving a total of 6 weeks.

원의 생명연구윤리심의를 통과하였다(KH2018-40).

3. 실험 과정

실험 기간은 총 6주를 진행하였다(그림 2). 참가자는 Fitbit Charge 2(이후 핏빗) 스마트워치를 착용하여 신체적인 운동량 및 수면 정도에 대한 정보를 수집하였다. 스마트워치 데이터를 통해 수면 효율(Sleep efficiency), 입면 후 깨어서 보낸 시간(Wake after sleep onset, WASO), 총수면 시간(Total sleep time, TST), 입면 후 깬 횟수 등의 수면 관련 변수들을 수집하였다.

실험 기간 중 2주간은 모든 피험자가 스마트워치만 착용하였으며, 뒤의 4주 기간은 두 그룹으로 나누어서 실험을 진행하였다. 치료군은 앱을 매일 사용하도록 하였고, 대조군에게는 앱에서 제공되는 것과 동일한 수면 위생(5개), 이완법(2개), 자극 조절, 수면 제한 동영상들을 볼 수 있는 웹 페이지를 제작하여 하루 1개 이상 시

청하도록 교육하였다.

불면 증상의 변화는 ISI 지표로 평가하였으며, 우울 증상에 대해서는 Patient Health Questionnaire-9(PHQ-9) 지표를 이용하였다.^{22,23)} 앱 사용 시작 전, 앱 사용 2주 후, 4주 후, 총 3차례의 설문을 통해서 증상 변화를 평가하였다. 실험 진행 중 연구자는 지속해서 스마트워치 착용을 격려했으나 50명의 피험자 중 8명은 2일 연속으로 스마트워치를 착용하지 않아서 실험에서 탈락하였다. 총 42명의 피험자가 실험을 완료하였다(남자 19명, 평균 나이 : 22 ± 2.79)(그림 3).

4. 통계 분석

치료군과 대조군 사이의 인구학적, 행동적 특성, 불면, 우울 증상 비교는 연속형 변수의 경우에는 t-test를 사용하였으며, 범주형 변수의 경우에는 카이제곱을 이용하였다. 실험 기간 중 우울, 불면, 수면 관련 변수의 변화는 반복 측정 분산분석(Repeated measure analysis of variance)를 사용하였다. 치료 순응도의 영향을 평가하기 위해서 치료군을 두군으로 나누어서 분석을 추가로 시행하였다. 순응도의 기준을 삼을 수 있는 앱 기반 중재 연구가 부족하고, 피험자 수가 제한적이어서 중간값(median)을 기준으로 두 군을 나누어서 분석하였다. 모

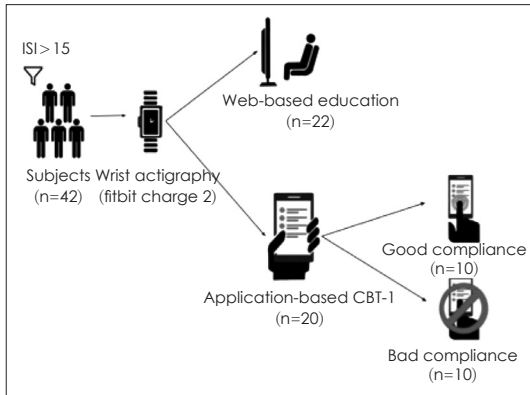


Fig. 3. Explanation of the experimental procedure. Each treatment (Web-based education and app-based cognitive behavioral therapy for insomnia) is conducted over a 2-week intervention, and the extent of compliance is measured within the intervention. ISI : Insomnia Severity Index.

든 통계적인 분석은 Statistical Package for the Social Sciences 23을 통해 이루어졌다.

결 과

1. 인구학적 자료

총 42명 중 대학생은 27명, 대학원생은 10명, 휴학 등 기타 사유를 보고한 경우가 5명이었다. 치료군과 대조군 사이에 나이, 음주 정도, 커피 섭취 정도, 운동 정도 등의 행동 양상에서 유의미한 차이가 발견되지 않았으며, 앱 사용 전 불면, 우울 증상에서도 유의미한 차이가 없었다 ($p > 0.05$, 표 1)

2. 불면, 우울 증상 변화

반복 측정 분산분석에서 치료군과 대조군 모두에서

Table 1. Population or average characteristics in the treatment and control groups

Characteristic	Treatment with the sleeps application (n=20)	Control with educational videos (n=22)	t or χ^2	p-value
Age	23.15 ± 2.72	22.59 ± 2.75	0.66	0.51
Gender				
Male	9	10		
Female	11	12		
Education			3.65	0.16
Undergraduate	12	15		
Graduate	7	3		
Other	1	4		
Exercise (30 mins/day)			5.45	0.25
5 or more/week	3	2		
3 or 4/week	8	5		
2/week	3	10		
1 or less/week	4	2		
None	2	3		
Alcohol consumption			0.78	0.85
3-5/week	1	2		
1-2/week	4	6		
1-2/month	11	11		
Barely	4	3		
Coffee consumption (cups/day)			4.66	0.32
3 or more	3	0		
1-3	2	4		
1	8	9		
0-1	4	7		
None	3	2		
ISI	18.70 ± 1.95	18.09 ± 2.47	0.88	0.38
PHQ-9	10.15 ± 4.76	8.04 ± 4.35	1.50	0.14

ISI : Insomnia Severity Index, PHQ-9 : Patient Health Questionnaire-9

불면[F(2,39)=41.85, $p < 0.001$] 및 우울[F(2,39)=17.89, $p < 0.001$] 증상의 유의미한 감소를 보고하였다(그림 4). 하지만, 두 그룹 간의 상호작용(interaction)은 불면증상[F(2,39)=1.75, $p=0.19$], 우울증상[F(2,39)=0.43, $p=0.66$] 모두에서 유의미한 차이를 보이지 않았다. 치료군에서는 20명 중 4명(20%) 이, 대조군에서는 22명 중 4명(18%) 이 뚜렷한 불면 증상을 보고하지 않는 정도(ISI < 8)로 호전되었다.

3. 피트니스 통해 측정된 수면 변수 변화

수면 효율, WASO, TST, 입면 후 깬 횟수에 대해서도 반복 측정 분산분석을 진행하였는데, 해당 연구에서는 수면 효율만 유의미한 그룹 간 변화 추이의 차이를 보고하였다[F(2,38)=3.17, $p=0.047$]. 치료군에서는 치료 시작 1, 2주 기간에 수면 효율의 향상을 보고하였고, 이후 유지되는 양상이었다. 그 외 수면 변수들을 유의미한 결과를 보고하지 않았다(all $ps > 0.05$). 상세한 결과는 표 2에 제시하였다.

4. 애플리케이션 순응도와 중재 효과

치료군 전체의 순응도는 36%로 나타났으며, 치료군 사이에서 알람을 잘 따라서 한 군과 아닌 군을 10명씩 나누어서 추가 분석을 시행하였다. 높은 순응도를 가진 경우에는 앱을 이용한 중재에 48%를 따랐으며, 낮은 순

응도를 가진 경우에는 25%만을 따랐다($t=4.66$, $p < 0.001$). 높은 순응도를 보인 경우 10명 중 3명이 ISI < 8로 뚜렷한 호전을 보였으나, 낮은 순응도를 보인 경우에는 1명만이 ISI < 8 수치를 보고했다. 수면 변수들의 변화를 측정하기 위해 반복 측정 분산분석을 시행했으며, Levene 검증을 통해 등분산 가정을 만족함을 확인하였다(all $ps > 0.05$). 수면 변수들 중에는 WASO 변화가 유의미한 결과를 보고하였는데, 높은 순응도를 보인 경우에 뚜렷한 WASO 감소를 보였다(표 3). WASO의 감소는 높은 순응도를 보인군과 대조군을 비교했을 때도 비슷한 경향성을 보였다($F=3.02$, $p=0.065$).

고 찰

이번 연구에서 불면과 우울 증상은 치료군과 대조군 모두에서 실험 진행하면서 뚜렷한 감소를 했으나 군 간의 차이를 발견할 수는 없었다. 치료군에서는 수면 효율에서 긍정적인 변화를 보였으며, 순응도가 높은 경우에는 WASO 감소와 같은 추가적인 효과를 기대할 수 있었다. 해당 연구 결과는 앱을 이용한 초기 연구로 제한점이 있으나 추후 앱을 이용한 연구에 주요한 시사점을 가진다.

우선 앱과 교육 동영상을 보는 중재가 불면과 우울

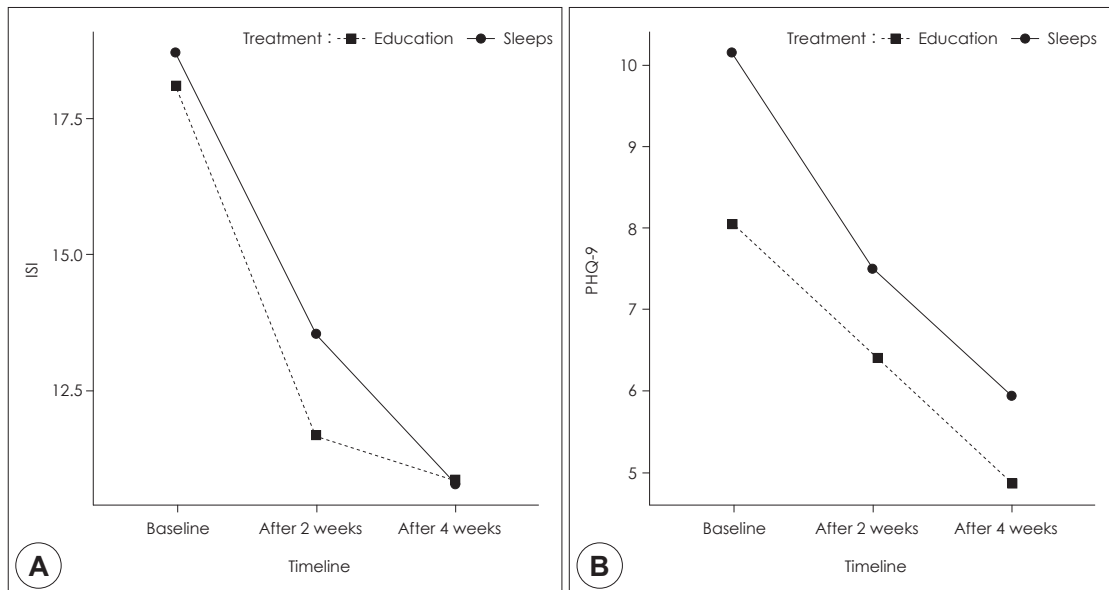


Fig. 4. Line graphs (A), (B) represent the overall changes during six weeks according to the average values of the ISI and PHQ-9 scores, respectively, for the subjects in each treatment group. ISI : Insomnia Severity Index, PHQ-9 : Patient Health Questionnaire-9.

Table 2. Changes in the sleep variables measured by Fitbit (covariate : age). Each sleep variable is calculated by the average daily values for every two weeks

Sleep variable	Sleeps (n=20)	Education (n=22)	F statistic (interaction)	p-value
Sleep efficiency (%)			3.17	0.047*
"Initial"	87.09 ± 2.92	87.47 ± 2.11		
"1-2wks"	87.83 ± 2.17	86.84 ± 1.85		
"3-4wks"	87.83 ± 2.21	87.43 ± 1.96		
Wake after sleep onset (mins)			1.71	0.195
"Initial"	55.60 ± 13.67	52.78 ± 10.00		
"1-2wks"	52.21 ± 13.28	54.42 ± 10.76		
"3-4wks"	51.45 ± 12.79	53.41 ± 12.49		
Number of awakenings (n)			0.06	0.943
"Initial "	3.56 ± 0.92	3.45 ± 0.81		
"1-2wks"	3.53 ± 1.22	3.44 ± 1.08		
"3-4wks"	3.33 ± 1.03	3.20 ± 1.04		
Total sleep time (hrs)			1.00	0.379
"Initial"	6.24 ± 0.62	6.07 ± 0.97		
"1-2wks"	6.22 ± 0.58	6.02 ± 0.79		
"3-4wks"	6.09 ± 0.68	6.16 ± 0.78		

* : p<0.05

Table 3. Differences in sleep profile variables between the subjects by good and poor compliance with the interventions (covariate : age)

Variables	Participants with good compliance (n=10)	Participants with poor compliance (n=10)	F statistic (interaction)	p-value
Insomnia severity index			0.50	0.687
Baseline	18.80 ± 1.55	18.60 ± 2.37		
After 2 weeks	12.40 ± 4.22	14.70 ± 3.33		
After 4 weeks	10.50 ± 4.81	11.10 ± 3.60		
Sleep efficiency (%)			1.52	0.249
"Initial"	85.82 ± 3.13	88.35 ± 2.14		
"1-2wks"	86.95 ± 2.20	88.72 ± 1.84		
"3-4wks"	87.17 ± 2.12	88.49 ± 2.21		
Wake after sleep onset (mins)			4.62	0.026*
"Initial"	62.50 ± 12.09	48.70 ± 11.94		
"1-2wks"	58.60 ± 14.25	45.83 ± 8.86		
"3-4wks"	53.21 ± 12.91	49.70 ± 13.11		
Number of awakenings (n)			1.45	0.263
"Initial"	3.92 ± 0.69	3.21 ± 1.01		
"1-2wks"	4.09 ± 1.15	2.97 ± 1.06		
"3-4wks"	3.49 ± 1.01	3.18 ± 1.09		
Total sleep time (hrs)			4.14	0.036*
"Initial"	6.31 ± 0.44	6.17 ± 0.79		
"1-2wks"	6.42 ± 0.51	6.03 ± 0.60		
"3-4wks"	5.96 ± 0.67	6.22 ± 0.71		

* : p<0.05

증상의 호전에 영향을 주었다는 점은 앱이나 온라인을 통한 중재도 긍정적인 효과를 기대할 수 있음을 시사한다. 비록 주관적인 불면과 우울 증상 사이에서 치료군과 대조군 사이에서 유의미한 변화를 보고하지는 않았지만, 앱을 사용한 치료군에서는 주요한 수면 지표로 수면의 양과 질을 반영할 수 있는 수면 효율²⁴⁾이 치료군에서 앱 사용 첫 2주간 상승함을 보였다. 또한, 입면 후의 수면 분절(sleep fragmentation)과 관련한 WASO, 입면 후 깬 횟수 지표²⁵⁾에서는 군 간 차이를 보고하지 않아서 입면에 도움을 주었을 가능성을 시사한다. 다만, 두 군 모두 실험기간 동안 85% 이상의 정상적인 수면 효율²⁴⁾을 유지하고 있어서 실제적인 이점에 대한 해석은 제한적이며, 향 후 수면 효율이 떨어지는 군에게 적용하고 검증하는 과정이 필요하겠다. 또한, 앱이 제공하는 중재에 순응도가 높은 경우에는 수면 분절을 시사하는 WASO²⁶⁾ 지표의 개선을 보였다. 그러므로 앱의 내용을 잘 따르는 경우 수면의 질이 빠르게 개선됨을 간접적으로 시사한다. TST의 경우에는 순응도가 높은 경우에 더 줄어드는 양상을 보고했지만, 유의미한 WASO의 감소와 유의미하지는 않으나 수면 효율의 전반적인 상승을 함께 고려했을 때, 수면의 질 개선에 따르는 수면 요구의 감소의 영향일 가능성도 고려해볼 수 있다. 앱 사용과 좋은 순응도에 따라 수면의 질이 개선됨을 시사하는 결과는 수면 위생 교육이 불면 치료에 있어 중요한 요소이지만, 불면증 인지행동치료의 효과보다는 떨어지는 기존의 연구와도 일맥상통하는 결과이다.²⁷⁾

치료군과 대조군 사이에 불면과 우울 증상의 변화가 차이가 없는 결과에 대해서는 몇가지 가능성을 고려할 수 있다. 첫째, 수면 위생 교육이 불면 증상 완화에 도움을 주었을 가능성이 있다.²⁷⁾ 대조군에 속할 때에도 최소 1회 이상 수면 위생 관련 동영상 시청하도록 하였는데, 불면 증상 완화에 도움을 주었을 가능성이 있다. 둘째, 스마트폰 사용이 긍정적인 영향을 주었을 가능성이 있다. 기존 연구에서도 행동에 대한 피드백을 받는 것이 불면 증상 완화에 도움을 줄 수 있음을 보고하였다.²⁸⁾ 셋째, 치료군의 낮은 순응도가 그룹간 차이를 약화시킬 수 있다. 치료군에서도 앱을 통한 알람 중 36% 정도만 지시에 따라서 앱이 제공하는 이점을 충분히 반영하지 못했을 수 있다. 이후 앱 기반 치료적 접근법 개발 시 순응도를 높일 수 있는 기법이 고안되어야 할 것으로 판단된다. 기존 연구 중에는 이 연구와 같이 푸시 알람을 통

해 불면 개선을 시도한 연구가 없어 낮은 순응도의 원인을 기존 연구와 직접 비교할 수는 없으나 대면으로 이루어지는 인지행동치료 세션 사이에 요구되는 과제(homework)의 경우에도 많게는 50% 정도에서 비순응도를 보고하고 있다.²⁹⁾ 이 연구에서는 정해진 시각에 행동을 권장하므로 대상자 각각의 일정을 고려할 수 없어 더 낮은 순응도를 보였을 가능성이 있다.

기존 온라인 기반의 불면증 인지행동치료에 비하면, 이 연구에서 사용된 앱은 뚜렷하게 수면 관련 변수들의 변화를 끌어내지 못했지만, 앱을 통한 중재 기법은 실시간으로 활용할 수 있는 장점이 있어 향 후 임상현장에서 활용도가 점차 늘어날 것으로 보인다. 임상가가 진행하는 인지행동치료는 불면증에서 가장 중요한 치료 기법이나 치료 중단이나 과제 비순응과 같은 문제가 있는데, 앱을 이용하면 이런 치료 비순응 문제에 도움을 준다. 기존 연구에서도 불면증 앱인 CBT-I Coach의 사용자 친화적인 특성을 보고하고, 치료 비순응 문제를 개선하는데 활용할 수 있음을 시사하였다.³⁰⁾ 앱은 실시간으로 정보의 교환이 가능하므로 다양한 치료 행동 추천에 실시간 푸시 알람(push notification)을 활용할 수 있다는 장점이 있다.³¹⁾ 푸시 알람을 활용하면, 사용자가 원하는 시각에 추천 활동을 제안할 수 있는데, 이 연구에서는 대부분 구조화되어 동일한 시각에 푸시 알람이 활용이 되었고, 이는 낮은 순응도와 관련이 있을 것으로 판단된다. 향 후 딥러닝(Deep learning)과 같은 분석기법을 적용하여 대용량 데이터를 실시간으로 처리하고 최선의 중재를 찾아서 제공할 수 있는 기법이 개발된다면, 사용자의 생활 패턴에 맞추어 중재가 이루어질 수 있을 것이라 생각되고, 이를 통해 효율성과 순응도를 높일 수 있을 것이라 기대된다.

이번 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 이 연구에서 사용한 핏빛은 의료용 장비가 아니므로 수면 변수 측정에서의 부정확은 더욱 깊이있는 후속 연구를 필요로 한다. 이 연구에 사용된 핏빛의 경우, 액티그래피(actigraphy)와 유사한 수준의 수면 측정을 보고한 연구도 있지만,³²⁾ 향 후 정확도가 검증된 액티그래피를 연구에 활용할 필요성이 있을 것이다.³³⁾ 둘째, 해당 연구의 피험자는 임상적으로 진단을 받은 군이 아니다. ISI를 통해서 유의미한 수준의 불면 증상을 보고한 경우에 연구 대상으로 선정하였으나 핏빛을 통해 측정된 수면 변수들은 크게 문제가 없는 것으로 나타났다(수면 효율 85% 이

상). 또한 이 연구에는 기존 정신질환의 병력이 없는 대상자를 모집하였는데, 만성적인 불면보다는 반응적 불면 증상을 가지고 있었을 가능성이 있다. 그러므로 해당 연구 결과를 임상 군에 대입하기에는 무리가 있을 것으로 판단된다. 셋째, 이 연구의 피험자가 다소 적고, 구조화된 임상적 평가를 하지 않은 점, 무작위 추출(randomization)하지 않은 점도 한계로 꼽힌다. 향후 앱의 효과를 좀 더 확실하게 규명하기 위해서는 피험자 수를 늘이거나 무작위 추출 등을 이용한 검증이 가능하다. 또한 이 연구에서는 중재군의 초기 PHQ-9가 평균 10점으로 나타났는데, 이는 임상적으로 유의미한 우울 증상을 가진 피험자가 포함되었을 가능성이 있고, 구조화된 임상적 평가의 필요성을 시사한다. 넷째, 중재에 대한 순응도가 낮은 점이다. 즉, 순응도를 개선하기 위한 추가적인 중재 기법을 고안할 필요성이 있음을 시사하고 있다.

현재 실험은 위에 앞서 언급된 일부 한계점을 가지나, 앱 기반의 중재 요구가 많아지는 현 시점에서 중요한 시사점을 가진다. 이 연구를 통해 앱을 이용해 실시간 개입을 대면 임상 치료와 접목하여 활용할 수 있으며, 단독으로도 불면증 치료에 긍정적인 효과를 가질 수 있음을 시사한다. 또한 앱 기반 치료의 효과를 높이기 위해서 치료 순응도를 높일 수 있는 방안이 우선적으로 고려해야 함을 제시한다.

중심 단어 : 불면 · 수면효율 · 입면후 각성시간 · 인지 행동치료 · 모바일 중재.

참고문헌

- 1) **Morphy H, Dunn KM, Lewis M, Boardman HF, Croft PR.** Epidemiology of Insomnia: a longitudinal study in a UK population. *Sleep* 2007;30:274-80.
- 2) **Ohayon MM.** Epidemiology of insomnia: what we know and what we still need to learn. *Sleep Med Rev* 2002;6:97-111.
- 3) **Wade AG.** The societal costs of insomnia. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2011;7:1-18.
- 4) **Léger D, Scheuermaier K, Philip P, Paillard M, Guilleminault C.** SF-36: Evaluation of quality of life in severe and mild insomniacs compared with good sleepers. *Psychosom Med* 2001;63:49-55.
- 5) **Taylor DJ.** Insomnia and depression. *Sleep* 2008;31:447-8.
- 6) **Neckelmann D, Mykletun A, Dahl AA.** Chronic insomnia as a risk factor for developing anxiety and depression. *Sleep* 2007;30:873-80.
- 7) **Simon GE, Vonkorff M.** Prevalence, burden, and treatment of insomnia in primary care. *Am J Psychiatry* 1997;154:1417-23.
- 8) **Itani O, Jike M, Watanabe N, Kaneita Y.** Short sleep duration and health outcomes: a systematic review. *Sleep Med* 2017;32:246-56.
- 9) **Morin CM, Bootzin RR, Buysse DJ, Edinger JD, Espie CA, Lichstein KL.** Psychological and behavioral treatment of insomnia: update of the recent evidence (1998-2004). *Sleep* 2006;29:1398-414.
- 10) **Smith MT, Perlis ML, Park A, Smith MS, Pennington JM, Giles DE, et al.** Comparative meta-analysis of pharmacotherapy and behavior therapy for persistent insomnia. *Am J Psychiatry* 2002;159:5-11.
- 11) **Sivertsen B, Omvik S, Pallesen S, Bjortvatn B, Havik OE, Kvale G, et al.** Cognitive behavioral therapy vs zopiclone for treatment of chronic primary insomnia in older adults: a randomized controlled trial. *JAMA* 2006;295:2851-8.
- 12) **Wu JQ, Appleman ER, Salazar RD, Ong JC.** Cognitive behavioral therapy for insomnia comorbid with psychiatric and medical conditions a meta-analysis. *JAMA Intern Med* 2015;175:1461-72.
- 13) **Edinger JD, Means MK.** Cognitive-behavioral therapy for primary insomnia. *Clin Psychol Rev* 2005;25:539-58.
- 14) **Ritterband LM, Thorndike FP, Gonder-Frederick LA, Magee JC, Bailey ET, Saylor DK, et al.** Efficacy of an internet-based behavioral intervention for adults with insomnia. *Arch Gen Psychiatry* 2009;66:692-8.
- 15) **Ritterband LM, Thorndike FP, Ingersoll KS, Lord HR, Gonder-Frederick L, Frederick C, et al.** Effect of a web-based cognitive behavior therapy for insomnia intervention with 1-year follow-up: a randomized clinical trial. *JAMA Psychiatry* 2017;74:68-75.
- 16) **Hagatun S, Vedaa Ø, Harvey AG, Nordgreen T, Smith ORF, Pallesen S, et al.** Internet-delivered cognitive-behavioral therapy for insomnia and comorbid symptoms. *Internet Interv* 2018;12:11-5.
- 17) **Thorndike FP, Ritterband LM, Gonder-Frederick LA, Lord HR, Ingersoll KS, Morin CM.** A randomized controlled trial of an internet intervention for adults with insomnia: effects on comorbid psychological and fatigue symptoms. *J Clin Psychol* 2013;69:1078-93.
- 18) **Kim S, Suh S.** Social support as a mediator between insomnia and depression in female undergraduate students. *Behavioral Sleep Medicine* 2019;17:379-87.
- 19) **Kalmbach DA, Cheng P, Arnedt JT, Anderson JR, Roth**

- T, Fellman-Couture C, et al.** Treating insomnia improves depression, maladaptive thinking, and hyperarousal in postmenopausal women: comparing cognitive-behavioral therapy for insomnia (CBTI), sleep restriction therapy, and sleep hygiene education. *Sleep Med* 2019; 55:124-34.
- 20) **Bastien CH, Vallières A, Morin CM.** Validation of the insomnia severity index (ISI) as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Med* 2001;2:297-307.
- 21) **Cho YW, Song ML, Morinc CM.** Validation of a Korean version of the insomnia severity index. *J Clin Neurol* 2014;10:210-5.
- 22) **Kroenke K, Spitzer RL, Williams JB.** The PHQ-9: validity of a brief depression severity measure. *J Gen Intern Med* 2001;16:606-19.
- 23) **Park SJ, Choi HR, Choi JH, Kim KW, Hong JP.** Reliability and validity of the Korean version of the patient health questionnaire-9 (PHQ-9). *Anxiety Mood* 2010;6:119-24.
- 24) **Reed DL, Sacco WP.** Measuring sleep efficiency: what should the denominator be?. *J Clin Sleep Med* 2016;12: 263-6.
- 25) **Shrivastava D, Jung S, Saadat M, Sirohi R, Keri C.** How to interpret the results of a sleep study. *J Community Hosp Intern Med Perspect* 2014;4:10.3402/jchimp.v4.24983.
- 26) **Chen X, Velez JC, Barbosa C.** Evaluation of actigraphy-measured sleep patterns among children with disabilities and associations with caregivers' educational attainment: results from a cross-sectional study. *BMJ Open* 2015;5:e008589.
- 27) **Chung KF, Lee CT, Yeung WF, Chan MS, Chung EWY, Lin WL.** Sleep hygiene education as a treatment of insomnia: a systematic review and meta-analysis. *Family Practice* 2017;35:365-75.
- 28) **Adler AB, Gunia BC, Bliese PD, Kim PY, Lopresti ML.** Using actigraphy feedback to improve sleep in soldiers: an exploratory trial. *Sleep Health* 2017;3:126-31.
- 29) **Tang W, Kreindler D.** Supporting homework compliance in cognitive behavioural therapy: essential features of mobile apps. *JMIR Ment Health* 2017;4:e20.
- 30) **Kuhn E, Weiss BJ, Taylor KL, Hoffman JE, Ramsey KM, Manber R, et al.** CBT-I coach: a description and clinician perceptions of a mobile app for cognitive behavioral therapy for insomnia. *J Clin Sleep Med* 2016;12: 597-606.
- 31) **Cassidy BG, Warrick PS, Carriere LM.** Leveraging push notification capabilities on mobile device to dynamically upgrade internet access service entitlement. *U.S. Patent Application* 2018;10:26.
- 32) **Lee HA, Lee HJ, Moon JH, Lee T, Kim MG, In Ho, et al.** Comparison of wearable activity tracker with actigraphy for sleep evaluation and circadian rest-activity rhythm measurement in healthy young adults. *Psychiatry Investig* 2017;14:179-85.
- 33) **Smith MT, McCrae CS, Cheung J, Martin JL, Harrod CG, Heald JL, et al.** Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: an american academy of sleep medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med* 2018;14:1231-7.