

ORIGINAL ARTICLE

J Korean
Neuropsychiatr Assoc
2018;57(3):244-251
Print ISSN 1015-4817
Online ISSN 2289-0963
www.jknpa.org

양극성장애 환자용 한국어판 기분 기록 스마트폰 어플리케이션의 개발 및 임상적 적용

울산대학교 의과대학 서울아산병원 정신건강의학교실,¹ 대전한국병원 정신건강의학과²

송가영¹ · 이세정² · 윤 윤¹ · 김창윤¹ · 주연호¹ · 이종선¹ · 전명욱¹

Developing and Clinical Application of a Smartphone Mobile Mood Chart Application in Korean for Patients with Bipolar Disorder

Kayoung Song, MD¹, Saejeong Lee, MD², Woon Yoon, MD¹,
Changyoon Kim, MD, PhD¹, Yeonho Joo, MD, PhD¹,
Jungsun Lee, MD, PhD¹, and Myong-Wuk Chon, MD¹

¹Department of Psychiatry, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine,
Seoul, Korea

²Department of Psychiatry, Daejeon Hankook Hospital, Daejeon, Korea

Objectives The aim of this study was to develop a Korean version of a mood chart application on an Android platform.

Methods This application is based on the traditional mood chart. Eighteen adults with DSM-5 bipolar disorder were enrolled from November 2016 to March 2017. They were asked to rate their daily mood scores and severity of irritability and impulsivity for six months. Their clinicians rated their symptom severity monthly using the Clinical Global Impression-7 (CGI-7) scale. After six months, the participants completed an anonymous questionnaire regarding their satisfaction with the application.

Results Of the 18 patients, one withdrew their consent from this study and six were males (35.3%) ; their mean age was 31.71 ± 8.56 years. The mean follow-up duration was 159.12 ± 49.45 days and the period of application use was 143.65 ± 52.11 days. The mean total response rate was 59.45% and the mean response rate on the same day was 43.06%. The adherence to using the application decreased significantly declined over the duration since enrollment [odds ratio (OR)=1.008, $p=0.008$] but tended to increase according to age (OR=0.958, $p=0.002$). The application mood scores were correlated significantly with the manic ($\beta=0.307$, $p=0.004$) and depressive ($\beta=-0.701$, $p<0.001$) subscale, and the total ($\beta=1.026$, $p=0.002$) of the CGI-7 (linear mixed models). The majority of subjects agreed that the application helped them manage their symptoms (92.86%), stating that the application was easy to use (78.57%).

Conclusion This application could be a valid and useful tool to monitor the mood symptoms of patients with bipolar disorder in Korea. **J Korean Neuropsychiatr Assoc 2018;57(3):244-251**

KEY WORDS Bipolar disorder · Mood disorders · Telemedicine · Self care.

Received May 31, 2018
Revised June 11, 2018
Accepted June 13, 2018

Address for correspondence

Myong-Wuk Chon, MD
Department of Psychiatry,
Asan Medical Center,
University of Ulsan College of Medicine,
88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu,
Seoul 05505, Korea
Tel +82-2-3010-3421
Fax +82-2-485-8381
E-mail mwchon@gmail.com

서 론

양극성장애(bipolar disorder)는 반복적인 삽화가 특징적인 만성 정신질환으로,¹⁻⁴⁾ 환자들은 안정적인 시기에도 정기적인 외래 방문과 꾸준한 관리가 필요하다.^{2,4)} 양극성장애의 기분 삽화는 단시일에도 급격히 진행 및 악화할 수 있는 특징이 있기 때문에 임상 의사가 진료 시 기분 증상을 면밀히

파악하는 것이 중요하다. 이때 외래 방문 사이의 기분 변화와 경과에 대한 환자의 보고는 임상 의사가 증상과 질병 경과를 파악하는데 중요한 자료가 된다.^{1,5)}

기존에는 환자들의 기분 변화를 체계적으로 기록하기 위하여 전향적 방식의 지필 기분 기록지가 사용되었다.⁶⁻⁸⁾ 이는 사용하기 쉽고 간편하며, 임상가가 객관적으로 평가한 기분 척도와 높은 상관관계를 보이는 것으로 이전 연구들에서 확인되

수 분이면 충분할 정도로 간단히 구성하였다. 어플리케이션 첫 페이지에는 기분, 자극과민성, 충동성, 총 수면시간, 체중 등 5가지 항목에 대한 그래프를 표시하였다(그림 2). 또한 사용자가 기록하지 않은 경우에는 푸시 알림으로 기록을 독려했다. 수집된 자료는 연구를 위해 고안된 웹페이지 서버에 보관하고 담당 연구진만이 접근 가능하도록 하였다.

연구 과정

피험자에게 서면 동의를 받은 후, 연구 참여 시점에 연구자가 본 어플리케이션을 직접 배포하고 사용법을 교육하였

다. 피험자의 이메일 주소를 고유 아이디로 하여 등록하였고, 개인정보보호를 위하여 정보수집항목을 이메일 주소와 성별, 나이로 최소화하였다.

하루 중 어느 때나 기분 기록이 가능하나 그날의 기분을 전반적으로 평가하도록 가능하면 저녁이나 자기 전에 기록하는 것을 권유하였다. 사용자가 기록을 잊은 경우 미리 설정해 둔 시간에 알림이 울렸다.

정기 외래 방문 시 숙련된 임상 의사가 Clinical Global Impression 7-factor(이하 CGI 7-요인척도)로 증상의 중증도를 평가하였다. 이는 CGI를 바탕으로²⁶⁾ 양성, 음성, 우울, 흥분, 인지증상을 독립적으로 평가하여 임상에서 신속하게 환자를 평가하는 도구인 CGI-5 요인척도²⁷⁾를 개선한 것이다. 사회적 인지, 전반적 중증도 항목이 추가되어, CGI-7 요인척도는 환자의 전반적인 상태를 신속하고 간략하게 평가하는 데 유용하다. 본 연구에서는 어플리케이션 기분 점수와 임상가의 평가 간 상관성을 조사하기 위하여, 외래 방문 직전 일주일의 자가 기분 점수의 평균과 CGI-7 요인척도의 우울 및 조증 점수, 합계를 사용하였다. 우울 및 조증 점수는 가장 경한 1점부터 가장 심한 7점까지, 합계는 7점부터 49점까지 범위이다.

응답률은 추적관찰 기간 동안 기분 기록을 입력한 일수의 비율로 하였고, 당일 응답률은 동 기간 동안 당일에 기록한 일수의 비율로 정하였다. 6개월의 연구 기간을 마친 피험자는 본 어플리케이션에 대한 만족도를 조사하는 설문지를 익명으로 작성하였다. 동의한 연구 기간 이후에도 본 어플리케이션을 계속 사용하기를 원하는 경우에는 2017년 10월까지 사용을 허가하였다. 추가 이용 기간 중 수집된 자료는 연구에 포함되지 않았다.

자료 분석

통계 분석을 위하여 SPSS 21(IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 인구학적 변인과 설문조사는 기술통계 분석을 사용하여 평균±표준편차로 표기하였다. 연구등록 후 시간 경과, 나이, 성별, 이환 기간의 영향을 배제하고 CGI-7 세부 점수와 어플리케이션 기분 점수 간의 상관관계를 분석하기 위하여 선형혼합모델(linear mixed models)을 실시하였다. 피험자가 중증의 상태일수록 어플리케이션 기분 점수는 음, 양의 값으로 커지고 CGI-7 합계는 증가하기 때문에, 이 둘 간의 상관관계 분석 시 자가 기분 점수의 절댓값을 사용하였다. 또한, 어플리케이션의 순응도에 영향을 주는 요인을 확인하기 위하여 일반화추정방정식(generalized estimating equations, 이하 GEE)을 사용하였다. GEE에서 교차비(odds ratio, 이하 OR)는 미응답 혹은 응답 거부가 나이, 성별, 이환

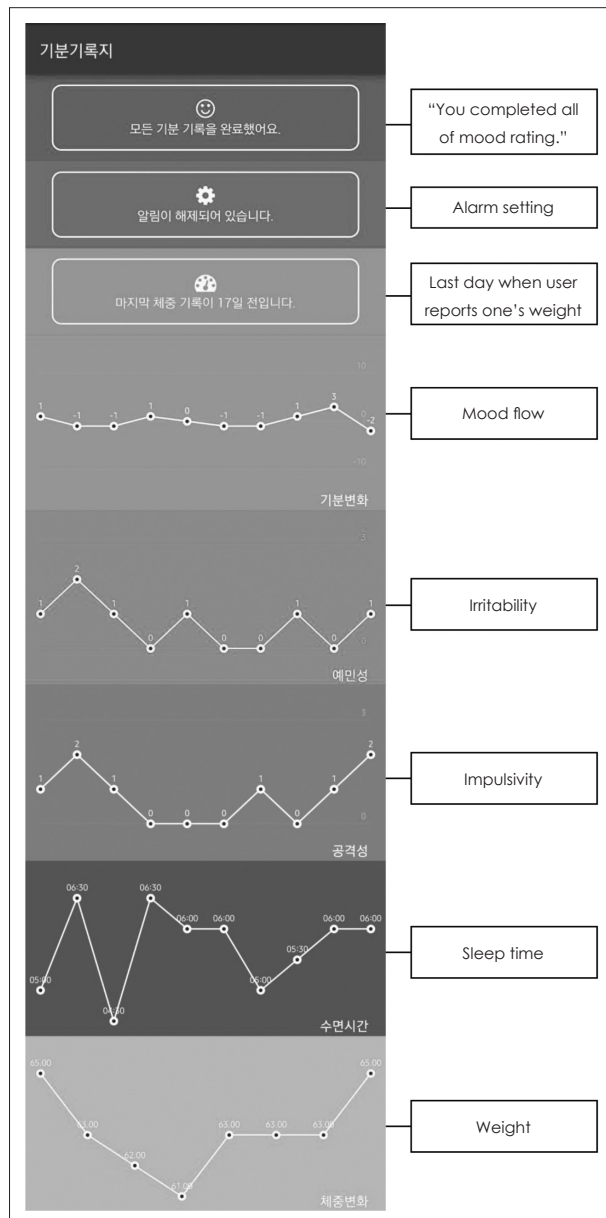


Fig. 2. The first screen of the mood chart application provides an overview of the flow of mood, irritability, impulsivity, total sleep time, and body weight.

기간, 연구등록 후 시간 경과와 얼마나 관련 있는지를 나타낸다. 더불어 시간의 경과에 따른 자료이므로 자가 회귀(1) [autoregressive (1)] 모델을 이용하였다. $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

인구학적 변인 및 임상 특성

모집된 18명의 환자 중 한 명은 연구 동의를 철회하였고 세 명은 전체 연구 기간을 마치기 전 추적 소실되었다. 추적관찰을 완료하지 못한 환자를 포함하여 연구에 참여한 17명의 평균 연령은 31.71 ± 8.56 세이었으며, 피험자 중 6명이 남성(35.3%)이었다. 대상자 중 44.4%는 양극성장애로 진단받은 지 1년이 되지 않았고, 대상자의 70%는 대졸 이상의 교육수준이었다. 추적관찰 기간은 156 ± 56.22 일이었다. 등록 시점의 CGI-7 기분 점수는 7점 만점에 조증 1.41 ± 0.60 , 우울 2.24 ± 0.94 이었으며, 합계 점수는 49점 만점에 11.35 ± 2.40 이었다(표 1).

연구 참여기간과 응답률

3개월 미만 사용자는 17.65%, 3~6개월 사용자는 47.06%이었으며, 35.29%는 6개월의 기간 동안 어플리케이션을 사용하였다. 응답률은 $59.45 \pm 29.29\%$ 이었고, 당일 응답률은 $43.06 \pm 27.11\%$ 이었다. 기록의 해당 날짜($OR=1.008$, $p=0.008$)와 실제 기록 날짜($OR=1.009$, $p=0.004$)를 기준으로 하였을 때 모두 응답률이 연구등록 이후 시간 경과에 따라 유의하게 감소하였다(표 2). 한편 연령이 많을수록 유의하게 응답률이 높아졌고($OR=0.958$, $p=0.002$) 실제 기록 날짜를 기준으로 하였을 때도 비슷한 경향성을 보였다($OR=0.977$, $p=0.088$).

어플리케이션 자가보고 기분 점수와 임상가에 의한 척도 사이의 상관성

자가보고 기분 점수의 평균값은 -0.31 ± 0.99 , 자극과민성과 충동성의 평균값은 각각 0.18 ± 0.41 , 0.09 ± 0.33 이었으며, 총 수면시간은 8시간 39분 \pm 1시간 53분이었다. 임상가가 평가했을 때 평균 CGI-7 조증 점수 1.17 ± 0.46 , CGI-7 우울 점수 1.96 ± 0.83 , CGI-7 합계 점수 10.07 ± 2.19 이었다. 연구

Table 1. Demographic characteristics of the study subjects

Characteristics	Details	Value
Gender (male/female)		6 (35.3%)/11 (64.7%)
Age (years)	Mean \pm SD	31.71 \pm 8.56
	Median (range)	31 (19–53)
Duration of bipolar disorder (years)	<1	8
	1 to <3	1
	3 to <5	2
	5 to <10	2
	≥ 10	4
Duration of follow up (days)	Mean \pm SD	159.12 \pm 49.45
	Median (range)	180 (19–180)
Period of Mood Chart Application usage (months)	<3	3
	3 to <6	8
	≥ 6	6
Education level (no.)	Primary school	0
	Junior high school	0
	High school	5
	University or higher	12
Comorbidities (no.)	None	13
	Medical comorbidities	2
	Psychiatric comorbidities	
	– Personality disorder	1
Patients with history of suicidal attempt (no.)	– Anxiety disorder	1
		5
Baseline CGI-7 Score, mean \pm SD	Mania	1.41 \pm 0.60
	Depression	2.24 \pm 0.94
	Total	11.35 \pm 2.40

SD : Standard deviation, CGI-7 factor : Clinical Global Impression-7 factor

등록 후 시간 경과, 나이, 성별, 이환 기간(월)을 보정하였을 때 어플리케이션 기분 점수는 조증 점수($\beta=0.307$, $p=0.004$), 우울 점수($\beta=-0.701$, $p<0.001$), 합계 점수($\beta=1.026$, $p=0.002$)와 유의하게 상관관계가 있었다(표 3).

사용자 만족도

연구 참여 종료 후 익명의 설문지 조사 결과, 응답자 대부분은 본 어플리케이션이 양극성장애 증상을 조절하고(92.86%), 치료와 예방에 도움이 된다고(92.86%) 보고하였다. 64.29%는 어플리케이션의 구성과 완성도에 만족하였고 78.57%는 어플리케이션이 사용하기 쉽다고 하였다. 또한 응답자 중 78.57%는 다른 사람에게 본 어플리케이션을 적극적으로 권

할 것이며, 64.29%는 양극성장애를 관리하기 위하여 본 어플리케이션을 향후에도 지속적으로 사용할 의사가 있다고 응답하였다(표 4). 몇 피험자는 푸시 알람이 울리지 않았다고 보고하며 향후 개선이 필요하다는 의견을 제시하였다.

고 찰

다른 의학 분야에서는 모바일 분야를 만성질환의 관리에 활용하려는 시도가 활발히 이뤄지고 있으며 이것이 어떤 효과와 장점을 가졌는지에 대하여 여러 연구가 있었다.¹³⁻¹⁵⁾ 양극성장애 분야에서도 질병의 선별과 자가관리, 예후 개선을 위하여 모바일 의료서비스를 도입하려는 움직임이 있으나^{18,23,24)}

Table 2. Factors effecting compliance to using the application

Factors	OR	95% CI	p
Based on the date of the mood score			
Age	0.958	0.932-0.985	0.002
Gender	3.006	0.807-11.193	0.101
Duration of bipolar disorder (month)	1.003	0.995-1.011	0.521
The duration since enrollment of participation (days)	1.008	1.002-1.015	0.008
Based on the actual date of the data entry			
Age	0.977	0.951-1.003	0.088
Gender	2.272	0.771-6.699	0.137
Duration of bipolar disorder (month)	1.004	0.997-1.011	0.237
The duration since enrollment of participation (days)	1.009	1.003-1.016	0.004

The OR shows how likely nonresponse or rejection is associated with age, gender, duration of bipolar disorder, and time. A lower OR equals a higher response rate. OR : Odds ratio, CI : Confidence interval

Table 3. Relation between user recorded mood scores and clinician-rated CGI-7 factor mood sub-scores

Factors	B*	95% CI	p
CGI-7 mania			
The duration since enrollment of participation (months)	-0.102	-0.206-0.002	0.055
Age	-0.015	-0.047-0.018	0.335
Gender	0.116	-0.489-0.721	0.680
Duration of bipolar disorder (month)	-0.001	-0.004-0.003	0.739
Application mood score	0.307	0.107-0.507	0.004
CGI-7 depression			
The duration since enrollment of participation (months)	-0.021	-0.145-0.103	0.732
Age	-0.007	-0.052-0.037	0.721
Gender	-0.172	-0.982-0.638	0.649
Duration of bipolar disorder (month)	0.002	-0.002-0.007	0.286
Application mood score	-0.701	-0.918- -0.483	<0.001
CGI-7 total			
The duration since enrollment of participation (months)	-0.385	-0.668- -0.103	0.009
Age	-0.136	-0.252- -0.019	0.027
Gender	0.718	-1.382-2.818	0.469
Duration of bipolar disorder (month)	0.005	-0.008-0.018	0.420
Absolute value of application mood score	1.026	0.415-1.636	0.002

* : Beta coefficient of correlation. CGI-7 factor : Clinical Global Impression-7 factor, CI : Confidence interval

Table 4. Results for user satisfaction (n=14)

	Strongly agree (%)	Agree (%)	Disagree (%)	Strongly disagree (%)
Is the application helpful to you for managing your symptoms?	14.29	78.57	7.14	0.00
Do you think that the application helps treatment of bipolar disorder and prevention of recurrence?	14.29	78.57	7.14	0.00
Are you satisfied with the structure and completeness of the application?	21.43	42.86	35.71	0.00
Is the application user-friendly?	28.57	50.00	21.43	0.00
Would you actively recommend the application to others?	28.57	50.00	21.43	0.00
Are you willing to continue using the application to manage your bipolar disorder?	14.29	50.00	35.71	0.00

저자들이 알기로는 본 논문이 국내 양극성장애 환자들을 위한 기분 기록 어플리케이션을 개발하고 임상적 적용 가능성과 환자 만족도를 평가한 첫 번째 연구이다.

저자들은 포괄적이면서도 간결하게 어플리케이션을 구성하여 임상 현장에서 꼭 필요한 내용을 환자들이 빠르고 간편하게 작성할 수 있도록 하였다. 본 연구는 기존 연구에 비하여 매일 기록하는 항목의 수는 적지만 기분 점수의 범위가 넓고 설명이 상세하여^{18,24,28)} 환자들이 그날의 상태를 보다 정확하게 기입할 수 있도록 하였다. 또한 사용자가 기록을 잊지 않도록 푸시 알림 기능을 추가하였다. 한편 사용자가 당일에 기록하지 않더라도 과거 기분 상태를 작성할 수 있도록 허용하고, 해당 기분 일자와 실제 기록 일자에 대해 각각 통계 분석을 하였다는 점에서 기존 연구와 차별점이 있다.

본 연구에서 피험자 순응도는 59.4%로, 추적관찰 기간이 짧은 선행 연구보다는 다소 낮지만(12주 추적관찰 시 65%,²³⁾ 10주 추적 관찰 시 85.6%²⁴⁾) 12개월간 추적 관찰한 연구와는 부합하였다(55.7%¹⁸⁾). 연구 참여 기간이 길어질수록 순응도가 감소하였는데, 이는 정신과 영역뿐 아니라 기타 의료 어플리케이션 연구에서 공통적이며^{23,29)} 일반 스마트폰 어플리케이션 또한 시간에 따라 보유율이 감소하는 점을 고려하면³⁰⁾ 스마트폰 어플리케이션의 일반적인 한계라고 볼 수 있다. 또한 이전 연구와 같이 사용자의 연령이 젊을수록 순응도가 감소하였다.³¹⁾

본 연구에서 활용한 지필 형식 한국어판 기분 기록지는 2009년 Cha 등⁶⁾이 개발한 것으로, 타당도 연구에서 기분 기록지의 자가 기분 기록 점수와 점수와 Hamilton Depression Rating Scale, Montgomery Åsberg Depression Rating Scale, the Inventory of Depressive Symptomatology 및 Young Mania Rating Scale 등 객관적 평가척도들 사이에 유의한 상관관계가 있었다. 이 연구에서 피험자 중 50.3%만이 6개월 후에도 외래 추적하며 지필 기분 기록지를 작성하고 있었고 그 중 과반수(59.6%)가 지필 기분 기록지를 매일 작성

하지 않는다고 보고하였다.⁶⁾ 따라서 본 연구 결과는 스마트폰 어플리케이션을 이용한 기분 기록이 지필 형식에 비하여 양호한 순응도를 기대할 수 있음을 시사한다.

유사 선행연구와 비교하여 본 연구는 어플리케이션 사용 기간이 길었고^{23,24)} 임상 의사가 환자를 자주 평가하여^{18,23,24)} 실제 임상 현장을 더욱 잘 반영한다. 저자들은 본 연구를 통하여 어플리케이션을 활용한 환자의 자가보고와 임상가의 평가 사이의 상관성을 확인할 수 있었다. 따라서 어플리케이션 기록이 실제 임상에서 신뢰할 만한 정보를 제공하며 양극성장애를 관리하는 데 활용가치가 있다는 것을 뒷받침하는 증거를 제시하였다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 이 연구는 소수의 경증 환자 집단으로 구성된 단일 기관 단일 군 시험으로 결과의 일반화에 제약이 있으나, 선행 연구들 또한 적은 수의 안정적인 환자를 대상으로 하였다는 점에서 본 연구만의 한계점은 아니다.¹⁹⁾ 기본적으로 질병 관리를 위한 스마트폰 어플리케이션은 경한 외래환자들을 대상으로 하므로 실험군의 특징이라고 할 수 있다. 두 번째로 본 어플리케이션은 안드로이드 플랫폼 전용으로 개발되어 다른 플랫폼 사용자는 배제되었다. 그러나 국내 스마트폰 사용자의 92.9%가 안드로이드 폰을 보유하고³²⁾ 국내에서 스마트폰 경유 인터넷 접속자의 76.27%가 안드로이드 운영체제를 사용하므로³³⁾ 본 연구가 국내 현황을 비교적 잘 대표한다고 할 수 있다. 또한, 본 연구는 기존에 타당성이 검증된 한국어판 기분 기록지를 바탕으로 하여,⁶⁾ 한 축 내의 기분 점수로는 혼합 삽화를 파악하기 어렵다는 기존 연구의 한계점을 그대로 가지고 있다. 더불어 자·타해 위험 등 위기 상황에서 의료진에게 실시간 메시지를 발송하는 등 다른 해외 연구에서 시도된 기능이 본 연구 어플리케이션에는 포함되지 않았다.^{23,28)} 이는 특별한 사유 외에는 원격의료를 허용하지 않는 국내의 법적 제한 때문이다. 마지막으로 본 연구는 개인정보 보호를 위하여 위치 정보 추적이나 통화, 문자 송수신 건수 등을 조사하지 않

고 환자들의 자가 보고만을 활용하였다.

결론

본 연구에서는 기분 기록 어플리케이션을 개발하고 그 타당도와 유용성을 검증하였다. 실제 임상현장에서 기분 기록 어플리케이션을 적절히 활용하면, 외래 방문 사이의 기분 증상과 경과를 파악하는 데 큰 도움이 될 것이다. 또한 본 연구는 정신질환 환자들이 질병 관리를 위하여 모바일 환경을 이용할 수 있는 한 가지 모델을 제시하였다는 의의가 있다. 향후 기분 기록 어플리케이션이 국내 임상현장에서 상용화되기 위하여 약물 순응도 개선, 재발률 감소, 관해 증가 등에도 효과적인지 구체적으로 탐색하는 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

중심 단어 : 양극성장애 · 기분장애 · 모바일 헬스 · 자가관리.

Acknowledgments

This study was supported by the Choi Shin-Hai Neuropsychiatric Research Fund (2016) from the Korean Foundation of Neuropsychiatric Research. The preliminary results of this study were presented as abstract and poster at the 17th World Psychiatric Association (WPA) world congress of psychiatry in 2017. The authors express their sincere gratitude to Minkyu Han (Department of Clinical Epidemiology and Biostatistics, Asan Medical Center) for his assistance with the statistical analysis, and Yongduk Seo for the development of the application based on Android operating systems.

Conflicts of Interest

The authors have no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- Baldassano CF. Assessment tools for screening and monitoring bipolar disorder. *Bipolar Disord* 2005;7 Suppl 1:8-15.
- The British Psychological Society & The Royal College of Psychiatrists. Bipolar disorder and its diagnosis. In: National Collaborating Centre for Mental Health, editor. Bipolar disorder: management of bipolar disorder in adults, children and adolescents in primary and secondary care. Leicester: British Psychological Society;2006. p.98-103.
- Judd LL, Akiskal HS, Schettler PJ, Endicott J, Maser J, Solomon DA, et al. The long-term natural history of the weekly symptomatic status of bipolar I disorder. *Arch Gen Psychiatry* 2002;59:530-537.
- American Psychiatric Association. Practice guideline for the treatment of patients with bipolar disorder (revision). *Am J Psychiatry* 2002;159(4 Suppl):1-50.
- Goodwin GM, Consensus Group of the British Association for Psychopharmacology. Evidence-based guidelines for treating bipolar disorder: recommendations from the British Association for Psychopharmacology. *J Psychopharmacol* 2003;17:149-173; discussion 147.
- Cha BS, Choi JE, Chang JS, Kim JH, Ha TH, Yoo HJ, et al. Development and validation of the patient mood chart. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2009;48:174-181.
- Denicoff KD, Leverich GS, Nolen WA, Rush AJ, McElroy SL, Keck PE, et al. Validation of the prospective NIMH-Life-Chart Method (NIMH-LCM-p) for longitudinal assessment of bipolar illness. *Psychol Med* 2000;30:1391-1397.
- Miklowitz DJ, George EL, Axelson DA, Kim EY, Birmaher B, Schneek C, et al. Family-focused treatment for adolescents with bipolar disorder. *J Affect Disord* 2004;82 Suppl 1:S113-S128.
- Yasui-Furukori N, Nakamura K. Bipolar disorder recurrence prevention using self-monitoring daily mood charts: case reports from a 5 year period. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2017;13:733-736.
- GSM Association. The mobile economy 2017. London: GSM Association;2017. p.56.
- Isis.kisa.or.kr [homepage on the Internet]. Seoul: Korea Internet & Security Agency (KISA). [updated 2017 Mar 18; cited 2018 Feb 10]. Available from: <https://isis.kisa.or.kr/board/?pageId=060100&bbsId=7&itemId=817&searchKey=&searchTxt=&pageIndex=1>.
- Elenko E, Underwood L, Zohar D. Defining digital medicine. *Nat Biotechnol* 2015;33:456-461.
- Kim YJ, Rhee SY, Byun JK, Park SY, Hong SM, Chin SO, et al. A smartphone application significantly improved diabetes self-care activities with high user satisfaction. *Diabetes Metab J* 2015;39:207-217.
- Liu WT, Huang CD, Wang CH, Lee KY, Lin SM, Kuo HP. A mobile telephone-based interactive self-care system improves asthma control. *Eur Respir J* 2011;37:310-317.
- Free C, Phillips G, Galli L, Watson L, Felix L, Edwards P, et al. The effectiveness of mobile-health technology-based health behaviour change or disease management interventions for health care consumers: a systematic review. *PLoS Med* 2013;10:e1001362.
- Miller BJ, Stewart A, Schrimsher J, Peeples D, Buckley PF. How connected are people with schizophrenia? cell phone, computer, email, and social media use. *Psychiatry Res* 2015;225:458-463.
- Torous J, Staples P, Shanahan M, Lin C, Peck P, Keshavan M, et al. Utilizing a personal smartphone custom app to assess the patient health questionnaire-9 (PHQ-9) depressive symptoms in patients with major depressive disorder. *JMIR Ment Health* 2015;2:e8.
- Beiwinkel T, Kindermann S, Maier A, Kerl C, Mook J, Barbian G, et al. Using smartphones to monitor bipolar disorder symptoms: a pilot study. *JMIR Ment Health* 2016;3:e2.
- Rajagopalan A, Shah P, Zhang MW, Ho RC. Digital platforms in the assessment and monitoring of patients with bipolar disorder. *Brain Sci* 2017;7:E150.
- Palmier-Claus JE, Ainsworth J, Machin M, Barrowclough C, Dunn G, Barkus E, et al. The feasibility and validity of ambulatory self-report of psychotic symptoms using a smartphone software application. *BMC Psychiatry* 2012;12:172.
- Zhang MW, Ho RC. Tapping onto the potential of smartphone applications for psycho-education and early intervention in addictions. *Front Psychiatry* 2016;7:40.
- Brooks E, Novins DK, Noe T, Bair B, Dailey N, Lowe J, et al. Reaching rural communities with culturally appropriate care: a model for adapting remote monitoring to American Indian veterans with post-traumatic stress disorder. *Telemed J E Health* 2013;19:272-277.
- Hidalgo-Mazzei D, Mateu A, Reinares M, Murru A, Del Mar Bonnín C, Varo C, et al. Psychoeducation in bipolar disorder with a SIMPLE smartphone application: feasibility, acceptability and satisfaction. *J Affect Disord* 2016;200:58-66.
- Depp CA, Ceglowski J, Wang VC, Yaghouti F, Mausbach BT, Thompson WK, et al. Augmenting psychoeducation with a mobile intervention for bipolar disorder: a randomized controlled trial. *J Affect Disord* 2015;174:23-30.
- Woo YS, Bahk WM, Hong J, Yoon BH, Hwang TY, Kim MD, et al. Use of a smartphone application to screen for bipolar spectrum disorder in a community sample. *Health Informatics J* 2016;22:779-788.
- Guy W. ECDEU assessment manual for psychopharmacology. Washington: Department of Health, Education, and Welfare;1976.

- 27) Kim JY, Kang SH, Kim SJ, Kwak KH, Kim CY. The validity and reliability of brief rating scales for the assessment of symptoms and functions in patients with psychosis. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2007;46:492-498.
- 28) Faurholt-Jepsen M, Frost M, Ritz C, Christensen EM, Jacoby AS, Mikkelsen RL, et al. Daily electronic self-monitoring in bipolar disorder using smartphones - the MONARCA I trial: a randomized, placebo-controlled, single-blind, parallel group trial. *Psychol Med* 2015; 45:2691-2704.
- 29) Schreier G, Eckmann H, Hayn D, Kreiner K, Kastner P, Lovell N. Web versus app: compliance of patients in a telehealth diabetes management programme using two different technologies. *J Telemed Telecare* 2012;18:476-480.
- 30) Statista.com [homepage on the Internet]. Hamburg: Statista. [updated 2016; cited 2018 Feb 10]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/243728/worldwide-mobile-app-user-retention-by-mobile-platform/>.
- 31) van der Krieke L, Emerencia AC, Boonstra N, Wunderink L, de Jonge P, Sytema S. A web-based tool to support shared decision making for people with a psychotic disorder: randomized controlled trial and process evaluation. *J Med Internet Res* 2013;15:e216.
- 32) Kcc.go.kr [homepage on the Internet]. Gwacheon: Korea Communicate Commission. [updated 2017 Mar 31; cited 2018 Jan 12]. Available from: <http://www.kcc.go.kr/user.do?mode=view&page=A02060100&dc=K02060100&boardId=1027&cp=1&boardSeq=44572>.
- 33) Koreahtml5.kr [homepage on the Internet]. Seoul: Korea Internet & Security Agency (KISA). [cited 2018 Feb 15]. Available from: <https://www.koreahtml5.kr/front/stats/browser/browserUseStats.do>.