

# 생태순간평가를 이용한 성장모형개발: 노년 활력 지수를 활용하여

전희진<sup>1</sup>, 송혜선<sup>1</sup>, 이지현<sup>1</sup>, 박기호<sup>2</sup>, 최기홍<sup>3</sup>, 서동기<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>한림대학교 심리학과 석사, <sup>2</sup>고려대학교 심리학과 박사과정, <sup>3</sup>고려대학교 심리학과 부교수, <sup>4</sup>한림대학교 심리학과 조교수

## Development of Growth Model Using Ecological Momentary Assessment: Based on Senior Vitality Quotient

Hee Jin Jeon<sup>1</sup>, Hye Sun Song<sup>1</sup>, Ji Hyun Lee<sup>1</sup>, Kiho Park<sup>2</sup>,  
Kee-Hong Choi<sup>3</sup>, Dong Gi Seo<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Master's Course, Department of Psychology, Hallym University,

<sup>2</sup>Doctoral Course, Department of Psychology, Korea University,

<sup>3</sup>Associate Professor, Department of Psychology, Korea University,

<sup>4</sup>Assistant Professor, Department of Psychology, Hallym University

**요약** 본 연구는 EMA 연구방법을 소개하고 연구에 적용하는 방법을 보여주는 것을 목적으로 한다. 노년 활력 증강을 측정하는 지속개발을 위한 사전연구로, 노인의 종단자료를 이용하여 성장모형을 성립하고 분석방법으로써 다층모형의 적합성을 설명하였다. 절편만 존재하는 모형을 통해 종속변수의 총분산을 확인한 결과, 전체분산 중 약 47%는 개인 차이에 의해 발생하였고 53%는 측정 시점 차이에 의해 발생하였다. 두 번째는 일차항을 고정효과로 추가한 모형으로, 시간을 집단평균 중심화하여 노년 활력 지수에 미치는 영향을 개인마다 다르게 확인하였다. 그 결과, 시간에 대한 효과는 유의하지 않았다. 이는 본 연구가 처치를 투입하지 않은 사전연구이기 때문이며, EMA 자료 수집 과정에서 외부개입 없이 변화가 크지 않은 자료를 보임을 의미한다. 세 번째는 성별을 독립변수로 추가한 모형으로, 변화는 시간과 성별 모두에서 유의하지 않은 결과를 보였다. 마지막으로 각 모형에 대한 PRD를 비교해본 결과, 성별변수를 투입하지 않는 모형이 더 효과적으로 자료에 적합함을 보였다. 이는 EMA 연구에서 응답자의 시간과 맥락을 고려하여 개인의 특성을 측정할 수 있는 다층모형을 이용해야 함을 시사한다.

**주제어** : 융합, 생태순간평가, 성장모형, 노년 활력 지수, 다층모형, 종단자료

**Abstract** This study was to introduce ecological momentary assessment and show how to apply it to real-world research. As preliminary study for sustainable development, the result explained growth model using senior's longitudinal data and suitability of multi-level model in EMA data with regression analysis. The total variance of dependent variable was determined through a base model with only intercept and approximately 47% of total variance was caused by individual differences and 53% by time point differences. Second model was used to verified that each individual has a different effect on the senior vitality and effect on time was not significant. This is because it is the result of a preliminary stage where treatment is not involved and there is no significant change in process of collecting EMA data without external intervention. Third model that add gender as an independent variable showed significant change in both time and gender. Finally compared the PRD for each model and found models that without gender variables fit the data more effectively. This suggests that studies dealing with longitudinal data such as EMA data should adopt multi-level model that can measure individual characteristics, taking into account respondents' time and context.

**Key Words** : Convergence, Ecological Momentary Assessment, Growth Model, Senior Vitality Quotient, Multi-level Model, Longitudinal Data

\*This work was supported by the Ministry of Education of the Korea and National Research Foundation of Korea (NRF-2017S1A5B6053101)

\*Corresponding Author : Dong Gi Seo(wmotive@hallym.ac.kr)

Received January 21, 2021

Revised April 27, 2021

Accepted May 20, 2021

Published May 28, 2021

## 1. 서론

성별 및 연령별 추계인구 조사[1]에 따르면 노년 세대(65세 이상)가 향후 10년 내로 대한민국의 주력세대로 될 것으로 예상하였다. 2021년 3월 기준 65세 이상 고령 인구는 전체인구의 16.6%이지만[2], 2027년도 추산 노인 인구는 전체인구의 약 26.9%일 것으로 예측하였다. 대한민국 주력세대의 급격한 고령화로 인해 노년기의 삶에 대한 성공적인 준비 및 생활의 질 향상 등 노년 활력의 향상 문제가 대두되고 있다. 이는 대한민국 노년 세대의 건강과 생산문제를 위해서는 중장기적 관점에서 체계적인 접근과 개선안 마련이 필요함을 암시하는 것이다[3]. 따라서 노년 세대의 건강과 생산성을 측정하고 평가할 수 있는 지표를 개발하는 것은 노년기의 삶을 성공적으로 준비할 수 있도록 도와주고, 수동적인 노년의 삶에서 능동적인 삶으로 전환할 수 있도록 하여 차후 주력세대의 건강한 삶의 변화를 도울 수 있을 것이다.

활력은 어떤 목표를 추구하든 그 목표를 달성하게 만드는 강렬한 동기로써 행동력을 제공하고, 심리적 만족감이나 안정감 등 심리적인 요인과 밀접한 관련을 갖는다[4]. 따라서 노년의 활력은 정서적 그리고 신체적 활력으로 나누어 평가될 수 있다. 정서적 활력의 증가는 일상에 대한 흥미 유지 및 향상, 긍정적 기분 상태 유지를 꾀하며, 신체적 활력의 증가는 신체적 노화를 지연하거나 노화로 인한 신체기능의 저하를 보상할 수 있는 신체기능의 향상을 말하며, 노년들의 다양한 사회적, 직업적, 문화 및 외부 활동을 유지할 수 있다는 것을 의미한다. 기존 노인과 관련된 측정 도구들은 정서 및 행동적 차원에서 노년기에 발생하는 결함이나 병리의 존재 여부를 파악하고 검사자를 임상군, 준임상군, 정상 등으로 진단하는 것에 목적을 두고 있다. 이러한 범주적 접근은 당연한 노년 세대의 건강과 생산문제에 대한 올바른 해결방안이 될 수 없으며, 노년의 활력을 측정할 수 있는 도구 개발에서 다른 접근방식이 요구된다. 이때 차원적 접근을 통합한 도구 개발의 국제적 추세에 주목할 필요가 있다. 미국정신의학회(American Psychiatric Association)의 정신질환의 진단 및 통계 편람(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th edition)[5]에서는 범주적 접근을 넘어 차원적 진단 체계를 제안하였고 앞으로 나아가야 할 방향을 설정하였으며, 성격검사 역시 기존의 성격 장애 여부를 진단하는 것에서 벗어나 차원적 접근을 활용한 다차원 성격검사 도구[6] 등의 개발이 활발하게 이루어지는 실정이다. 노인

활력 측정에서 차원적 접근은 통합적으로 활력을 평가할 수 있을 뿐만 아니라 정서 단독 저하군, 행동 단독 저하군과 같이 각 차원적 접근에서의 평가도 가능하게 한다.

정서적, 행동적 활력을 연구하는 데 있어, 이러한 차원적 접근뿐만 아니라 평가방식에도 주목해야 한다. 기존의 정서 및 행동 평가방식은 평가 당시의 기억에 의존하기 때문에 정보의 큰 손실이 있을 수 있을 뿐만 아니라 회상편향이 발생할 수 있다[7,8]. 특히 정서는 상황과 시간에 따라 매우 유동적인 특성이 있으나, 기존의 평가방식으로는 이러한 특성을 제대로 측정하지 못하고 있다. 그러나 생태순간평가를 통해 측정할 경우 연구 참가자가 일상생활 내에서 자신의 행동이나 정서를 바로 반응할 수 있으며 연구자는 반응자료를 즉시 수집할 수 있으므로 참가자의 변화를 빠르게 측정할 수 있다[9]. 또한, 여러 개인으로부터 많은 수의 관찰치를 얻음으로써, 그들의 행동이나 감정이 어떻게 변화하는지, 변화의 특징이 사람마다 어떠한 차이를 보이는지 등의 다양한 정보를 얻을 수 있게 된다.

본 연구는 노년의 활력(senior vitality)을 정서적/행동적 2차원으로 탐색하고 평가할 수 있는 노년 활력 지수(Senior Vitality Quotient, 이하 SVQ)를 통해 성장모형을 개발하는 데에 목적이 있다. 특히 실시간으로 개인의 행동과 정서를 측정할 수 있는 생태순간평가 방식을 활용하여 특정 인위적인 공간이 아닌 일상생활에서 시간대별로 자료를 수집함으로써 심리적 특징을 보다 효과적이고 정확하게 평가할 수 있는지 확인하고자 한다. 이 과정에서 본 연구는 종단적 연구방법으로 생태순간평가에 대한 소개와 생태순간평가 자료 수집 및 구조화 방법 등 국내 생태순간평가 연구를 위해 국내 연구자들이 해당 연구를 어떻게 수행하고 진행해야 하는지에 대한 지침을 제시하고자 한다. 본 연구목적에 바탕으로 설정한 연구 가설은 다음과 같다.

1. SVQ 변화는 개인 간 차이보다 개인 내 차이가 더 큰 영향을 미칠 것이다.
2. 처치 투입 전 시간은 개인의 SVQ 변화에 유의미한 영향을 미치지 않을 것이다.
3. SVQ는 성별에 따라 유의미한 차이가 없을 것이다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 생태순간평가(Ecological Momentary Assessment)

생태순간평가(Ecological Momentary Assessment, 이하 EMA)는 ‘경험추출’[10], ‘이동 자기보고’[11], ‘집약적-종단 연구설계’[12] 등으로 다양하게 불리며 많은 연구에서 사용되었다. 그러나 모든 선행연구에서 나타난 공통적인 특징은 다음과 같이 정의된다. EMA란 휴대할 수 있는 전자기기를 이용하여 개인의 최근 경험, 행동, 감정 등을 실시간 및 자연스러운 환경에서 평가하는 방법이다[6].

EMA 자료 수집 방법은 참가자의 의식적 반응을 자기 보고 형태로 수집하는 1) ‘활동적 생태순간평가’(Active EMA)와 심박수와 같은 참가자의 신체적인 무의식적 반응을 수집하는 2) ‘수동적 생태순간평가’(Passive EMA)로 나눌 수 있다[13]. Fig. 1은 전자기기를 활용하여 참가자에게 의식적 반응(예. SVQ)을 수집하는 활동적 EMA의 예를, Fig. 2는 전자기기를 활용하여 참가자에게 무의식적 반응(예. 가속도)을 수집하는 수동적 EMA의 예를 보여준다.

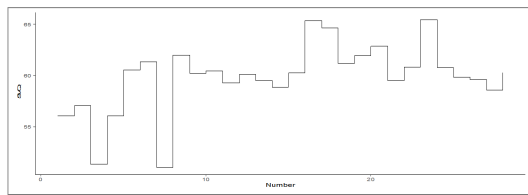


Fig. 1. Active EMA

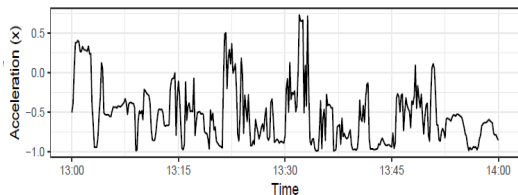


Fig. 2. Passive EMA[14]

### 2.1.1 EMA 표본추출(EMA sampling)

EMA 자료의 표본추출 방식에는 신호조건 추출(signal-contingent sampling)과 사건조건 추출(event-contingent sampling)이 있으며 한 가지 방법만 사용하거나 두 가지 방법을 같이 사용하여 표본을 추출할 수 있다[11].

신호조건 추출(signal-contingent sampling)은 참가자가 스마트폰 알람 소리와 같은 신호로 질문을 받았을 때 이에 응답하는 방식이다. 신호조건은 고정식 신호

와 무작위 신호로 이루어져 있다. 고정된 신호에서 참가자는 9시 30분, 12시 30분, 16시 30분과 같이 고정된 시점에서 신호를 받아 반응하게 된다. 반면 무작위 신호에서 참가자는 일정 시간, 예를 들어 10시에서 14시 사이에 임의의 시간대에 한번, 14시에서 16시 사이에 한번, 총 두 번의 평가를 완료하도록 지시받을 수 있다. 사전에 설정된 시간 간격을 사용하면 제한된 시간 내에 참가자가 여러 개의 신호를 수신하지 않도록 보장할 수 있고 부적절한 시간(예: 22:00 이후와 07:30 이전)에 반응하지 않을 수 있도록 통제할 수 있다. 참가자 151명을 대상으로 12개월의 EMA 자료를 수집한 선행 연구[15]에 따르면 신호조건 추출을 사용할 시 하루에 5건 이하의 신호를 보내는 것을 권장하였다.

반면 사건조건(event-contingent sampling)의 경우, 참가자가 흡연[16]과 같은 특정 사건이 발생할 때마다 평가를 완료하는 것으로 시간과 평가횟수에 구애받지 않는다는 특징이 있다. 사건에 따라 경험을 기록하게 하는 방법은 사건 발생 직후 기록되기 때문에 회상편향을 최소화하는 방법이지만 어떤 사건을 기록해야 할지에 대한 판단을 매번 해야 하고 사건 발생마다 잊지 않고 직접 기록해야 한다는 어려움이 있다[8]. 따라서 흡연이나 음주 등 기록해야 할 특정 사건이 미리 정해진 경우에 많이 사용된다.

또한, EMA 자료는 맥박이나 혈압을 재기 위한 의료기기부터 스마트워치(smart watch), 휴대폰 애플리케이션 등 여러 기기를 통해 수집할 수 있다. 실제로 현대에 들어선 이러한 기기 사용이 보편화되었기 때문에 예전보다 자료를 수집하는 부담이 크게 줄었다. 게다가 최근엔 EMA 자료를 이용한 연구들이 많아지고 있어 EMA 전문 플랫폼과 애플리케이션으로 편하게 이용할 수 있다 [16-18].

### 2.1.2 EMA의 특징

특히 정서를 평가할 때, 자기 보고와 같은 전통적인 자료 수집 방식은 참가자의 기억회상에 의존해야 하므로 정보의 편파가 생길 수 있다. 게다가 이러한 정보를 압축하여 질문하기 때문에 정보의 큰 손실이 있을 뿐만 아니라 체계적인 방식으로 자료의 왜곡이 일어날 수 있다 [7,8]. 전통적인 수집 방법과 EMA 방법을 비교한 Moskowitz와 Young[17]의 연구에서는 EMA가 심리적 특질을 평가하는 아주 효과적이고 정확한 방법임을 밝히고 있다. Fig. 3에서 참가자의 반응으로 수집한 자료 결과가 집단수준과 개인수준에 의해 다르게 나타나는 것을

볼 수 있는데 개인수준에서는 정적인 관계를 보이지만, 개개인의 평균은 부적인 방향으로 다르고 개인 간 변동성(variability)이 개인 내 변동보다 훨씬 크기 때문에 집단수준에서 부적인 결과를 초래하게 된다[19].

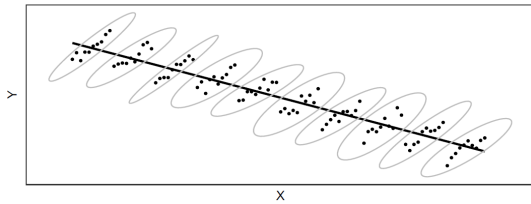


Fig. 3. The result of 10 participants' responses[14]

대부분의 심리학 연구는 대규모 표본을 분석하여 결과를 모집단으로 일반화하지만, EMA를 통해 자료를 수집하게 되면 집단수준의 결과를 개인에게 일반화하지 않고 개인에 대한 사회적 상호작용 통제하여 개인수준에서 대량의 양적 자료를 수집할 수 있게 된다. 또한, EMA는 넓은 연령대를 대상으로 사용 가능하며, 높은 수준의 자료 수집률을 나타냈다[15].

그러나 EMA 방법에서 가장 주의해야 할 부분은 응답자들의 적극적인 참여가 요구된다는 점이다[17]. 응답자들의 적극적인 참여가 결측치를 최소화시킬 수 있다. 결측치는 시계열(time series) 자료에서 필수불가결로 다루어지지만, 임상적인 부분에서 무시할 수 없는 매우 중요한 부분이다. Ruwaard 등[14]의 연구에서는 응답자들의 반응이 시계열 초반에는 매우 많지만, 연구 기간이 길어질수록 결측 비율이 약 16%씩 증가한다고 보고했다. 이는 사람들이 짧은 기간 동안 반복해서 응답하는 과정에 지루함이나 피로함을 느껴 반응시간의 간격이 늦어진 것으로 해석된다. EMA의 특성 중 하나는 즉각적인 반응을 수집하는 것으로, 응답이 늦어질수록 연구자가 지정한 시간을 벗어나 결국 결측 처리할 수밖에 없어진다. 결측에는 자료를 수집하는 기간, 활용 기기, EMA 애플리케이션 사용에 대한 교육, 연구 참여 독려, 연구대상의 특성, 나이 등이 영향을 미치기 때문에 연구자는 이러한 요소들을 고려해 최대한 자료의 손실을 막아야 한다[15]. 또한, 설문을 담당하는 웹서버와 방대한 자료를 장기간 관리하며 보안을 유지할 수 있는 자료 서버를 구축해야 하며 이는 전통적인 자료 수집 방법보다 더 많은 시간과 비용이 소요되는 단점이 있다.

### 2.1.3 EMA의 연구설계

Ruwaard 등[14]은 EMA 데이터를 이용한 연구를 설계할 때 크게 5가지의 요소를 고려해야 한다고 하였다. 먼저 EMA의 이론적 배경을 고려하여 연구주제를 결정해야 한다. 예를 들어, EMA가 연구주제에 어떤 영향을 미치는지, 혹은 EMA의 장점이 연구주제에 어떤 긍정적인 영향을 미치는지를 고려해야 한다. 또한, 참가자를 모집하기 전에 모집단이나 하위 임상 모집단에서 예비실험을 진행하여 연구를 수행하는 데 있어 생기는 불필요한 부담을 최소화할 수 있어야 한다. 따라서 EMA 연구에서 사용되는 장치에 대한 지침서를 작성하거나 사전교육을 시행하여 참가자의 수행력을 높일 수 있다.

측정치의 정확성을 높이기 위해 EMA에서 산출된 결과와 기존의 방식 즉, 자기보고 설문이나 임상 면접의 결과를 서로 비교하는 방법을 고려할 수 있다. 또한, EMA 측정기기에 대한 장치오류의 문제나 참가자들의 반응과 같은 EMA 자료의 측정오류를 고려해서 EMA 결과에 대한 신뢰성을 높일 수 있다. 다음으로 표집계획(Sampling Plan)을 고려할 때 자료 수집의 기간, 하루당 평가횟수, 표본 크기 등을 연구의 목적에 맞게 설계해야 한다. 그 밖의 고려사항에는 EMA 장치 기기(앱 또는 소프트웨어 프로그램)에 대한 안정성 및 윤리적 문제, 개인의 사생활·윤리 및 사전동의 문제 그리고 EMA 자료 관리 방법 등이 있을 수 있다.

### 2.2 EMA 관련 선행연구 고찰

연구 참가자에게 일상의 사건들을 스스로 기록하게 하는 일기법은 일상적인 정서·행동에 관련된 경험과 그 변화를 수집하고 분석하는 연구방법으로 오래전부터 사용되어 왔다[8]. 하지만 과거의 일기법은 당시의 경험을 즉시 기록할 수 없고, 수집될 수 있는 자료의 한계 등으로 인해 크게 관심을 끌지 못해 왔다. 그러나 최근 전자 기기 및 정보통신의 기술력 발달로 인해 휴대할 수 있는 전자기기를 사용하여 자연스러운 환경에서 개인의 활동적·심리적 특성을 효과적이고 정확하게 측정하는 방법인 EMA가 활발하게 연구에 활용되고 있다. 국내·외 EMA를 활용한 연구들을 소개하면 다음과 같다.

서종한과 조병철, 이가애, 김경일[20]은 실생활에서 발생하는 자살 및 자해의 양상을 EMA를 이용해 분석하였다. EMA 분석을 통해 남성이 위험 행동에 대해 생각할 확률이 여성보다 높고 자해 생각 중에 든 행동의 패턴을 성별에 따라 다르게 분석하였다. EMA 데이터를 분석함으로써 자기 보고식 검사에서 발견하기 어려운 민감한 임상적 행동을 보다 잘 이해할 수 있음을 보여주었다.

한승민[21]은 EMA를 통해 일상생활에서의 정서 경험과 사고, 행동이 수면의 질에 미치는 영향을 확인하였다. 연구결과, 일상에서 겪는 부정적인 정서, 수면 방해 행동과 수면 관련 부정적인 사고가 수면의 질에 영향을 미침을 밝혔다. EMA를 사용함으로써 기존 수면 관련 선행연구에서 발생했던 제한점을 보완하여 불면 증상에 영향을 미치는 요인들을 발견할 수 있음을 보여주었다.

Moskowitz과 Young[17]의 연구에서는 EMA 방법과 기존의 평가방법의 장단점을 비교하여 EMA 방법이 치료 효과 즉, 처치 효과에 관한 연구 분야에서 더 널리 사용되어야 한다고 주장하였다. EMA 방법에 주목할 점은 개인의 기분의 변화범위, 패턴의 변화를 미치는 영향, 시간 의존적인 일련의 사건들에 대한 검토 가능 등 기존의 방식에서 발생하는 기억회상 관련 문제에 대한 오류를 해결하는 것이며, 한계점으로는 연구의 긴 소요기간, 자료의 진실성(veracity)을 확인하는 체계의 부족을 지적하였다.

Minami, McCarthy, Jorenby와 Baker[16]의 연구는 담배를 끊으려는 흡연자들의 EMA 자료를 이용하여, 흡연대처의 긍정적인 영향 및 부정적인 영향 사이의 관계를 측정, 다층모형(multi-level model)을 이용하여 스트레스 대처가 금연과 흡연에 미치는 영향을 조사하였다. 특히 EMA 자료 분석에는 위계적 선형 모형(hierarchical linear modeling)을 사용하여 피험자의 보고 이후 48시간 이내에 흡연과 P-PANAS 문항을 이용하여 흡연대처의 영향을 예측하였다. 그 결과 금연 시도 초기의 스트레스 대처가 흡연자들의 기분이 나아지는 데 도움이 될 수 있지만, 금연 자체에 도움이 되지 않을 수 있다는 결론을 얻었다.

Burke 등[15]의 연구에서는 개인 체중감소의 경과 및 체중증가의 재발 문제를 주제로 EMA 연구를 개발하고 모형을 구현하기 위한 실질적인 지침을 제공하였다. 해당 연구는 일련의 예비조사를 통해 참가자들이 선호하는 EMA 자료 수집 방법을 탐색하고 이에 대해 지침을 제안하였다. 또한, 자료 수집 전자기기, 웹 서버, 자료 서버를 구축하는 것이 EMA 연구의 주요 기반이라고 밝히며, 연구자는 EMA 앱과 사용자의 스마트폰 운영체제의 호환성 문제를 주의 깊게 확인해야 한다고 하였다.

### 2.3 EMA를 이용한 노년 활력 지수(SVQ)

본 연구의 목적은 노년의 활력을 정의할 수 있는 지수를 개발하고 이를 이용하여 성장모형을 구축하기 위해 EMA 표본을 수집하고 활용하는 방안 및 장점을 검증하

는 것이다. 궁극적으로 사용자들은 개발된 지수와 자료 플랫폼을 통해 일상생활에서 본인의 활력 지수를 실시간으로 관찰할 수 있고, 성장모형을 통해 개인 맞춤형 활력 개선 프로그램 및 행동적 과제의 효과성을 평가할 수 있다. 실시간 대규모의 생태정보를 평가할 수 있는 EMA를 이용한 연구방법은 노년 활력 지수 개발과 타당화 연구에 필요하다. 2016년 6월 기준, 50대의 스마트폰 사용률은 90%로[22] 아주 높아, 앞으로 노년기를 맞이할 장년층은 모바일 환경과 스마트폰에 친숙하다고 말할 수 있다. 정보통신 기술의 발달로 인한 삶의 변화에 적응해 온 현 장년층에게 모바일 환경에 대한 이해와 친숙성을 이용하여 모바일 플랫폼을 구축한다면, 이전에는 기술적으로 불가능했던 모바일 차원에서의 평가 및 치료를 노년층에게도 성공적으로 제공할 수 있으며, 특히 병원이나 클리닉 같은 특정 인위적 공간이 아닌 일상생활에서 노년 활력 지수를 시간대별로 사용자에게 제공할 수 있는 것이다.

본 연구에서는 일련의 사실통계로 안드로이드와 IOS 운영체제 기반의 스마트폰과 호환할 수 있고 현재 상용되고 있는 'RealLifeExp'[23]에서 제공하는 스마트폰 애플리케이션, 웹서버와 자료 서버를 이용하여 EMA를 시행하였으며 현재 총 65명의 참가자를 대상으로 EMA 자료를 수집하였다. 65명의 EMA 자료를 활용하여 개인 내변인과 함께 개인 간 변화를 함께 볼 수 있도록 다층모형 수준에서 분석하였다.

## 3. 방법

### 3.1 EMA 자료 수집

EMA 전문 플랫폼을 이용하면 자료 수집에 대한 구체적인 설계가 필요 없지만, 전문 플랫폼을 사용하지 않는다면 연구자가 전체적인 과정을 설계할 필요가 있다. 어떤 변수를 통해, 몇 번의 간격으로, 어느 정도의 기간이 적당할지 여러 번의 시행착오를 통해 결정하게 된다. 우선 자료를 수집할 때 연구에 필요한 변수와 함께 반드시 추가되어야 할 변수가 있다. 첫 번째는 응답 시간으로, 종종 플랫폼에서 순서가 바뀌게 되면 기록된 응답 시간을 바탕으로 순서를 바로잡아야 하므로 분석에 사용하지 않더라도 염두에 두는 것이 좋다. 두 번째는 응답자에 대한 식별번호(ID)이다. 식별번호는 EMA 자료의 특성상 한 사람이 하루에 여러 번씩, 며칠에서 길게는 몇 달을 응답하기 때문에 같은 숫자가 반복적으로 나타난다. 개인 간

과 개인 내를 모두 분석하는 방법을 사용하기 때문에 식별번호는 집단을 나누기 위한 기준이 된다. 세 번째는 응답횟수이다. 만약 하루에 네 번씩 일주일을 응답한다고 가정하면 한 명의 응답자의 응답횟수는 28번이 된다. 이 횟수가 반드시 기록되어야 EMA 자료를 분석에 활용할 수 있으며 이후 자료를 정리(handling)하는 과정에서 결측치 처리에도 용이하다. 그 외는 응답일(day, 1-7일), 하루 응답횟수(times, 1-4번)가 있으나 자료 정리를 보다 쉽게 하기 위한 용도를 제외하고 분석에 필요한 것이 아니라면 생략할 수 있다.

### 3.2 자료 간격

자료 간격은 종단연구에서 많은 연구자가 고민하는 부분이지만 특히 EMA의 경우 몇 시간 단위로 응답하기 때문에 일반적인 종단자료보다 그 간격이 짧고 수집 방법도 독특해 고려해야 할 사항이 많다. 특히 결측치 처리는 자료 수집의 핵심이며 반응 간격과 큰 상관이 있다.

EMA 방법을 채택한 연구들의 경우 보통 하루 네 번에서 일곱 번 정도 진행되었으며 전체적인 기간은 2주씩 처치 전후를 나누어 4주가 평균적이었다[15,16,18,24].

이에 본 연구는 사전연구를 바탕으로 연구진 14명이 예비조사를 진행하였다. 이른 아침이나 늦은 밤을 피하기 위해, 오전 10시 30분부터 오후 9시 30분까지 11시간 동안 두 시간 간격으로 총 여섯 번의 신호가 제공되었다. 이때 아침신호와 저녁신호는 항상 같은 시간으로 고정되었고 그 사이는 무작위로 배정되었다. 다만, 간격을 설정할 때 연구 대상자의 연령이나 기기에 대한 친숙도를 고려해야 한다. 본 연구의 경우 노인을 대상으로 진행됐기 때문에 휴대폰을 이용한 응답 능력이나 기기 적응력 등이 떨어진다고 보고 여섯 번의 신호를 네 번으로 줄였다. 또한, 20대에서 40대로 이루어진 사전연구 응답자들 역시 여섯 번의 신호를 제공했을 때 결측치가 많았던 것을 고려해 30분 간격으로 재신호가 총 3번 울리도록 했으며 휴대폰 상태 창에 나타나는 신호는 두 시간 동안 고정되어 있었다. 이때 새로운 신호와 고정 신호가 겹치면 안 되기 때문에 이를 구분해야 한다. 즉 처음 신호와 하루 마지막 신호를 제외하고 오후 12시 30분에서 3시 사이에 한 번, 오후 5시에서 7시 30분 사이에 한 번 신호가 가도록 설정하였다.

### 3.3 결측치 처리

엄격한 연구설계 방법에도 자기 보고의 특성상 결측치

가 발생한다. 이런 결측치를 대체하는 방법에는 평균, 최근 값(last-known value), 내삽법(interpolated value), 칼만 필터(Kalman-filter)와 같은 스무싱(smoothing) 기술 등이 있다[14]. 본 연구에서는 결측치를 평균으로 대체하였다. 본 연구는 처치 혹은 심리학적 개입을 제공하기 전에 진행된 사전연구이며, EMA 자료를 다루는 방식을 소개하기 위한 목적으로 수행되었기에, 결측치 처리에 있어 가장 쉽고 널리 사용되는 방법(평균 대체)을 택했다. 평균 대체를 위해 각 응답자의 개인 내 평균을 사용하였다.

### 3.4 자료 틀(data frame)

다층분석에서 쓰이는 자료 형태는 가로 형태(wide format)보다는 세로 형태(long format)를 선호한다. 따라서 자료를 수집할 때 역시 세로 형태로 구성되어야 한다. 본 연구에서 자료 수집을 위해 사용한 애플리케이션은 'RealLife Exp'[23]이며 여기서 제공하는 원자료(raw data) 틀은 Table 1과 같다.

Table 1에 나온 변수들은 정서 상태를 묻는 노년 정서지수 문항들로, 한 사람이 총 4일 동안 반응한 것 중 첫 번째와 두 번째 신호가 묶여서 인출된 모습이다. 대각선 위에 보이는 묶음은 4일 동안의 아침신호와 대각선 아래는 4일 동안의 오전신호이다. 그러나 최종적으로 만들어지는 분석 자료 틀은 신호가 아닌, 날짜와 각 요인(예. 노년 정서지수: SEQ와 노년 활동지수: SAQ)에 맞춘 묶음으로 이루어져야 한다. 만약 하루에 응답해야 하는 개수를 채우지 못했다면(예. 마지막 신호가 결측된 경우), 자료 틀의 해당 칸이 생성되지 않기 때문에 시간과 순서를 고려해 칸을 만들어야 한다. 본 연구는 비어있는 칸의 결측치들을 모두 평균 대체를 이용하여 처리하였다.

하루에 네 번씩 일주일의 자료가 한 묶음이 되어 순서에 따라 정렬되어야 한다. 이때 정렬되는 자료는 응답 시간이 뒤바뀌더라도 옳은 신호 순서대로 쌓여야 한다. 현재 RealLife Exp 앱에서는 응답이 완료된 신호 순서대로 기록되고 있다(예. 오전신호->아침신호->오후신호->하루마무리 순으로 응답하면 이 순서대로 자료가 축적됨). 응답 시간이 뒤바뀌는 현상이 일어난 이유는 결측을 최대한 방지하기 위해 두 시간의 응답 가능 시간을 허용했기 때문이다. 만약 순서가 바뀌는 것이 문제가 된다면 결측치 증가 위험을 고려하여 응답 가능 시간을 좁히거나 없앨 수 있다.

Table 1. Raw data frame of LifeData app

	BMIS_Lively	BMIS_Happy	BMIS_Sad	...	BMIS_Lively	BMIS_Happy	BMIS_Sad
first signal	0	0	0	...			
first signal	0	0	0	...			
first signal	1	0	0	...			
first signal	1	0	1	...			
second signal				...	1	0	1
second signal				...	0	0	1
second signal				...	1	1	0
second signal				...	1	0	1

Note. The Brief Mood Introspection Scale(BMIS)is an open-source mood scale consisting of 16 mood-adjectives to which a person responds[25]. This scale can be scored according to the overall four mood categories below. (1. Pleasant-Unpleasant 2. Arousal-Calm 3. Positive-Tired 4. Negative-Relaxed)

### 3.5 연구대상

본 연구의 대상자는 1957년 이후에 출생한 노인, 만 65세 이상 남녀로 신체적, 정신적 장애가 없는 건강한 노인이다. 연구대상자에게 동의서 서식 포함, 연구와 관련한 충분한 설명을 제공하고 연구 참여의 자발성을 보장하였다. 나이 외에 특별한 선정 기준은 없으며, 신체적, 정신적으로 특별한 장애를 보유하고 있지 않은 건강한 노인을 대상으로 하였다. 연구 참여에 방해가 될 수 있는 신체적 장애란 장애인복지법 시행규칙의 “장애인의 장애등급표”에 규정되어 있는 기준을 충족시키는 장애등급을 판정받은 신체적 장애인, 뇌졸중 병력 혹은 뇌손상 병력이 있고 뚜렷한 신경학적 이상이 관찰되는 자, IQ가 70 미만인 자, 주요 감각기관에 장애가 있는 자, 약물, 물질 중독이나 도박중독이 있는 자, 덧붙여 현재 병원에서 치료를 받고 있거나 처방받은 약물을 복용하고 있는 상태 역시 일시적으로 신체적 장애가 있다고 판단하여 연구 참여에서 배제하였다. 연구 참여자는 기존에 노인에게 서비스를 제공하고 있는 고령화센터, 노인 복지관, 평생교육원 등의 커뮤니티와의 연계를 통해 모집하였다.

### 3.6 윤리적 고려

본 연구는 고려대학교 생명윤리위원회에서 사전 승인을 받았다(KUIRB-2019-0081-02).

본 연구에 참여함으로써 발생할 것으로 예상하는 특별한 위험이나 불이익은 없으나, 연구 대상자의 연령이 높은 만큼, 검사시간 동안 정신적, 신체적인 피로감을 느낄 수 있다. 또한, 일주일 동안 스마트폰을 통해 수시적으로 전달되는 알람에 지속적으로 반응해야 하므로 일상생활에 어느 정도 불편함이 따를 수 있다. 따라서 연구자는 검사 시작 전, 연구 대상자에게 충분한 설명을 제공하였

으며, 불편감에 의해 검사 응답을 중단하고 언제든지 중단 가능하며, 소요된 시간에 응하는 보상을 현금 5만원으로 제공하였다. 특히 연구 대상자가 원한다면 이후 어플리케이션 사용 중 어느 시점이나 중단 의사를 밝힐 수 있음을 알려주었다. 설문 응답 결과, 어플리케이션을 통해 수집된 연구대상자의 GPS 기반 위치 정보, 인지 및 정서 기능 검사 결과 등은 식별 가능한 개인 정보가 배제된 상태로 일련번호로만 식별되도록 저장되며 해당 파일은 암호화하여 저장되었다.

### 3.7 분석

R 3.6.3 버전으로 다층모형을 적용해 분석하였다. 다층분석이 가능한 R 패키지는 두 가지로, nlme[26]와 lme4[27]이다. 'lme4' 패키지는 최근에 나온 패키지이고 'nlme' 패키지보다 간결한 명령어(syntax)와 유연성을 갖는다[28]. 이러한 'lme4' 패키지의 이점에도 불구하고 아직 많은 연구자가 'nlme' 패키지를 사용하는데, 해당 패키지가 모형의 상관구조를 제공하기 때문이다[14]. 이에 본 연구에서 사용한 R 패키지는 'nlme' 이고 그중 선형 혼합효과 모형(Linear Mixed effects Models)을 적용한 'lme' 함수를 사용하였다.

EMA 자료를 분석할 때 사용할 방법은 다층모형 중 시간 효과를 포함하는 성장모형이다. 이는 개인 내의 변화와 함께 개인 간의 변화를 하나의 모형에 포함시켜 두 수준의 모수를 효과적으로 추정할 수 있도록 하는 통계 방법이다[29]. 즉 집단 구성원은 집단을 대표하는 공통된 성장궤도를 갖지만, 성장 모수는 구성원마다 다른 값을 가지므로 개인차를 인정한다[30].

대부분 연구자는 잠재성장모형(Latent Growth Model)과 선형 성장모형(Linear Growth Model)을 적용한다. 잠재성장모형은 선형 성장모형과 공식에서의 차



이는 없으나, 구조방정식(Structural Equation Modeling, 이하 SEM)이라 가로형태(wide format)의 자료 구조를 따르며 오차의 독립성을 가정하지 않아 공분산 행렬을 연구자의 가설에 따라 자유롭게 설정할 수 있다는 점에서 다르다[30]. 다만 본 연구에서 사용하지 않은 이유는, 잠재성장모형의 경우 시점이 소수일 때만 사용할 수 있으므로 시점이 많은 자료에는 적용이 어렵기 때문이다.

잠재성장모형이 30개 이상의 관찰치를 갖게 되면 모형에 대해 종단분석을 위한 추정량이 많아진다(computationally intensive). 가로형태(wide format) 단변량 모형의 경우 30명의 모든 사람에 대한 30x30 분산-공분산 행렬을 포함하는 공동분포(joint distribution)를 구성해야 한다. 반면에 변수가 두 개인 이변량(bivariate, 다변량)의 경우는 두 배의 분산-공분산 행렬을 요구하므로, 변량 수가 증가할수록 처리해야 하는 공동분포의 차원이 배로 늘어나 쉽게 계산 오류가 발생한다[30]. 반면 다층모형(two-level model)을 적용한 세로 형태(long format)의 성장모형의 경우 한 사람의 모든 관찰치가 하나의 그룹(개인)으로 묶이기 때문에 더 높은 수준에 내재된 반복 응답 형태의 자료도 분석할 수 있다[31].

### 3.8 집단평균 중심보정

다층모형은 일반선형모형과 달리 자료의 측정 수준이 2수준 이상이기 때문에 독립변수가 측정된 순간이 어디 인지에 따라 평균 중심화를 다르게 해줘야 한다[32]. 예를 들어 전체 노년 활력 지수 평균이 10이라 가정했을 때 개인 평균 노년 활력 지수가 15 정도로 높은 사람이

어느 순간에 10 정도로 떨어졌다. 이는 개인으로 따졌을 때 눈에 띄게 낮아진 활력 지수 값이지만 전체평균으로 봤을 때 일반적인 수준이다. EMA의 경우 개인 내 효과와 개인 간 효과를 구분해서 추정하기에 전체평균 중심화가 아닌 집단평균 중심화를 실시한다. 즉, 개인에 따라 28번의 반복 시행에서 반응하는 정도가 다를 수 있다는 가정에 따라 효과를 분리하기 위해 그 응답자의 평균으로 독립변수를 평균 중심화하는 것이다. 집단평균 중심화의 R 코드는 부록 1을 참고할 수 있다.

## 4. 결과

노년 활력 지수인 SVQ는 노년 활동지수를 뜻하는 SAQ와 노년 정서지수를 뜻하는 SEQ로 이루어져 있으며 각 지수는 3가지 하위요소들로 나누어져 계산된다. 가중치는 확인적 요인분석을 통해 산출되었으며 그 값과 지수 개발과정에서 구성된 알고리즘은 Fig. 4에 제시되었다. 또한, 모든 값은 표준점수로 변환하였다.

노년 활동지수는 ‘신체 활동’, ‘활동에 대한 가치’, ‘사회적 활동’으로 나누어 측정되었다. ‘신체 활동’은 현재 하고 있는 활동을 질문하고 신진대사 환산표를 통해 산출하였다. ‘활동에 대한 가치’는 현재하고 있는 활동이 자신의 삶에서 얼마나 중요한 가치를 가지는지 점수를 매기도록 했으며, ‘사회적 활동’은 혼자서 하는 활동과 여러 사람과 함께 하는 활동이 많은지, 함께 하는 활동의 경우 얼마나 친밀한 사람과 함께하는지를 질문하여 측정하였다.

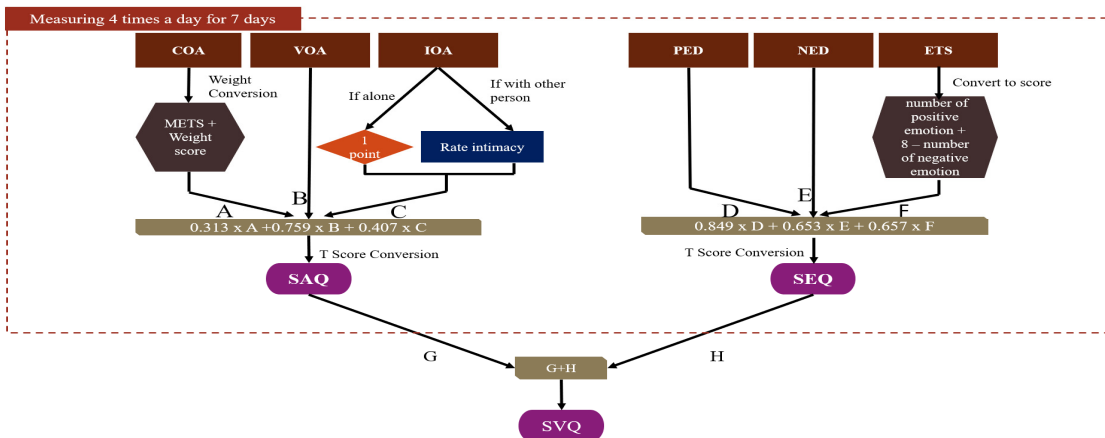


Fig. 4. Senior Vitality Quotient algorithm



노년 정서지수는 '긍정·부정 정서의 강도'에 대한 문항과 '정서 종류'에 대한 문항으로 구성되어 있다. '긍정·부정 정서의 강도'는 각각의 정서마다 5점 척도를 제시해 현재 느끼는 감정의 정도를 선택하도록 하였다. '정서 종류'의 경우 BMIS(Brief Mood Introspection Scale)를 활용하여 현 응답 시점에서 느끼고 있는 감정을 모두 선택하여 점수를 부여하였다.

총 65명의 응답자가 하루 네 번, 일주일 동안 참여해 1,820개의 자료를 수집하였다. 남성 평균 노년 활력 지수는  $-.023(SD=1.191)$ 이고 여성 평균 노년 활력 지수는  $.012(SD=1.397)$ 이다. Fig. 5는 연구 대상자 65명 중 무작위로 선택된 20명의 SVQ 변경 패턴과 회귀선을 보여 준다.

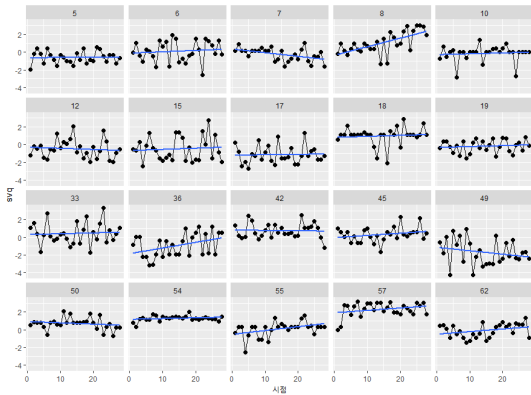


Fig. 5. The SVQ change patterns.

#### 4.1 모형0: 기본모형

노년 활력 지수는 사람에 내재되어 있기 때문에 일반적인 선형회귀 모형들은 적합하지 않다[28]. 그 때문에 다층모형을 적용하는데, 모형을 추정하는 과정은 크게 두 가지가 있다. 첫 번째는 하향식 방법(top-down)으로, 전체모형에서 유의하지 않은 효과를 하나씩 제거하는 것이다. 두 번째는 상향식 방법(bottom-up)으로, 절편만 존재하는 가장 단순한 모형에서 유의한 효과가 있는 변수를 하나씩 추가해 나가는 방식이다[29]. 본 연구에서 채택한 방법은 상향식 방법이다. 이는 간명성의 원칙에 따라 간결하면서도 설명력이 좋은 모형을 찾기에 적절하기 때문이다. 모든 분석에는 'nlme' 패키지의 'lme' 함수를 사용하였다.

Table 2. Regression analysis of the fixed-effects

fixed-effects	Model 0		Model 1		Model 2	
	B	SE(B)	B	SE(B)	B	SE(B)
Intercept	.000	.115	-.000	.115	-.005	.112
Time			.004	.003	.005	.003
Sex					.017	.122
Sex*Time					-.005	.003

Note. All values were not significant.

Table 3. Random effects

	Variance	SD	95% confidence interval
Model 0			
Intercept	.831	.912	[.760, 1.094]
Residual	.943	.971	[.939, 1.004]
Model 1			
Intercept	.831	.912	[.752, 1.106]
Time	.000	.014	[.008, .026]
Residual	.928	.964	[.931, .997]

Table 4. Model fix comparison

	AIC	BIC	LL
Model 0	5276.107	5292.625	-2635.054
Model 1	5276.488	5309.521	-2632.244
Model 2	5290.018	5334.053	-2637.009

우선 독립변수 없이 절편만 존재하는 가장 기본모형을 확인하였다. 사람이 무선효과, 노년 활력 지수가 고정효과가 되었다. 독립변수를 상수 1로 고정했기 때문에 개인 내 성장은 상정하지 않으며 고정효과는 평균 절편이 된다. Table 2는 고정효과에 대한 회귀계수 표이다. 기본모형의 평균 절편은 .000이며 무선효과인 개인에 따른 평균 절편의 분산은 .831 정도로 차이가 있었다. 오차 역시 개인마다 .943 정도의 차이를 가졌다. 이러한 기본모형을 확인하는 이유는 기본모형에서 나타나는 두 오차항의 분산 합(1수준의 분산+2수준의 분산)이 종속변수의 총분산에 해당하기 때문이다[29]. 이 값을 알면 총분산을 구성하는 두 오차항의 크기를 파악할 수 있다. 이 중 개인 차이(2수준)에 의해 발생한 분산 값의 비율을 급내상관계수(intra class correlation, 이하 ICC)라 한다[32]. 급내상관계수의 식은 아래와 같다.

$$ICC = \frac{V_b}{V_b + V_e} \quad (1)$$

$V_b$ 는 개인 간 분산(variance between individuals),  $V_e$ 는 개인 내 분산(variance within individuals)이며 두 분산의 합이 총분산이다[33]. 이는 전체분산 중 약 47%는 개인 차이에 의해 발생하고 53%는 측정시점 차이에 의해 발생한다고 해석할 수 있다. 다층모형을 채택한 이유는 개인 간에 따라 개인 내의 변화가 영향을 받는다고 가정하기 때문에 2수준이 차지하는 비율이 높지 않으면(사회과학의 경우 5~25%) 다층모형을 고집할 이유가 없다[29].

#### 4.2 모형1: 일차항을 고정효과로 추가

연구를 설계할 때 종속변수에 영향을 줄 것으로 예상한 독립변수를 추가한다. 본 연구의 경우 시간이므로 집단평균 중심화한 변수를 고정효과와 무선효과에 추가하였다. 이는 시간이 노년 활력 지수에 미치는 영향을, 개인마다 다르게 본다는 것을 의미한다. 보다 세부적으로 모형을 나누고 싶다면 1수준에서 영향을 주는 변수를 먼저 넣고 이후 2수준까지 확장할 수 있다.

분석결과는 Table 2와 3에 제시되었다. 시간에 대한 효과는 유의하지 않았다. 그러나 분석 과정을 설명하기 위해 결과를 제시하였다. 이는 본 연구가 아직 처치를 투입하지 않은 사전연구이기 때문이며, EMA 자료 수집 과정에서 별다른 처치가 없다면 외부개입의 영향에 큰 관

계없이 일관된 자료를 산출해낼 수 있다는 것을 의미한다.

만약 위 효과가 유의하게 나오면 노년 활력 지수는 시간에 의해 예측 가능하다는 뜻이며, 시간이 사람에 따른 결과에 미치는 평균 영향으로 해석할 수 있다. 무선효과를 보면 사람에 따른 계수의 편차는 .014로, 제공한 분산 값이 모수 추정치가 된다. 만약 이 값이 크면 계수가 사람마다 다르다는 것을 나타낸다. 즉 시간에 따른 노년 활력 지수의 관계가 사람마다 다르다고 볼 수 있다.

모형0과 모형1을 비교해 볼 수 있다. 모형0의 AIC, BIC, LL(log likelihood)는 5276.107, 5292.625, -2635.054이고 모형1은 5276.488, 5309.521, -2632.244이다. Table 4를 보면 모형0이 모형1에 비해 아주 작은 차이지만 더 좋은 합치도를 보임을 알 수 있다. 모형을 구성할 때 일차항뿐만 아니라 비선형을 가정한 이차항 변수를 추가할 수 있다. 이러한 경우는 집단평균 중심화한 시간 변수를 제공해 또 다른 변수로 추가한다.

#### 4.3 모형2: 성별을 독립변수로 추가

독립변수에 시간뿐 아니라 다른 변수들을 추가해 비교해 볼 수도 있다. 독립변수는 “+” 요소 혹은 “\*” 요소를 넣어주면 된다. 성별변수를 추가하면 노년 활력 지수와 시간 간의 관계를 설명하면서 남녀에 따른 평균 노년 활력 지수의 차이를 볼 수 있다. 여기서 성별은 2수준이기 때문에 무선효과에 넣지 않으며, 남녀를 비교하기 위해 남자는 -1, 여자는 1로 코딩하였다.

분석결과 시간과 성별 모두에서 유의하지 않은 값이 나왔다. 두 변수는 상호작용하지 않으며, 성별에 따른 노년 활력 지수도 다르지 않았다. 만약 성별 계수와 상호작용 계수가 유의했다면 성별 계수에서는 정적인 값(positive value)을 보이므로 평균적으로 여성이 남성보다 더 높은 노년 활력 지수를 가지고 있다고 해석할 수 있다. 또한, 상호작용에선 부적인 값(negative value)이 나왔으므로 시간에 따른 노년 활력 지수의 변화에서는 남성이 여성보다 더 큰 값을 갖는다. 즉 Fig 6과 같이 평균적인 노년 활력 지수에서는 여성이 높지만, 시간에 따른 변화에선 남성이 더 큰 증가폭을 보일 가능성을 상정한다. 무선효과에선 성별이 포함되지 않기 때문에 사람에 따른 시간 계수 분산은 모형 1과 동일하다.

마지막으로 Table 4에 제시된 모형합치도를 비교해보면 AIC, BIC, LL은 각각 5290.921, 5351.47, -2634.461로 역시나 기본모형이 가장 좋은 합치도를 보였다.

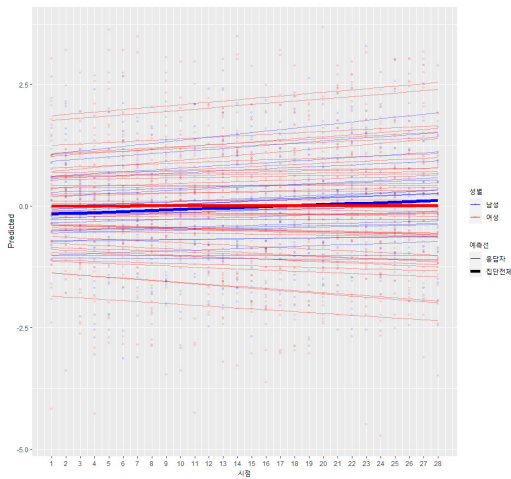


Fig. 6. Graph of the SVQ predictions for Model 2.

유익한 변수선택은 모형합치도뿐만 아니라 분산의 증가와 감소를 통해서도 비교해 볼 수도 있다. 1) 시간만 추가한 모형1과 2) 성별을 추가한 모형2의 분산을 계산하였다. 이 값을 토대로 성별변수를 추가했을 때 오차항의 분산 값이 어떻게 변화하였는지 알 수 있다. 모형1의 총분산의 경우 절편 분산, 시간 분산, 둘의 공분산, 잔차 분산을 모두 더한 값인 1.769이고, 모형2의 총분산은 1.782이다. 수준별로 분산을 나누면 1수준인 오차항 분산은 모형1과 모형2 모두 .928이고 2수준 분산은 모형1이 절편 분산, 시간 분산, 둘의 공분산을 더한 값인 .840, 모형2가 .854이다. 시간 수준의 분산은 변화가 없었고 개인 수준의 분산은 증가하였다. 전체분산 역시 성별변수를 넣기 전보다 증가한 것을 볼 수 있었다.

모형1을 기준으로 성별변수가 추가된 모형에서의 분산 증가율이 어느 정도인지 계산할 수 있다. PRE(proportional reduction in error)는 OLS 회귀모형의  $R^2$ 과 유사하다[31]. PRE(level1)은 기준모형의 1수준 잔차 분산에서 비교모형의 1수준 잔차 분산을 뺀 값을 기준모형의 잔차 분산으로 나눈 값이다. PRE(level2)와 PRE(total)은 각각 2수준의 잔차 분산과 전체분산 값을 넣어 계산할 수 있다. 그 때문에 정적인 값이 나오면 기준모형의 잔차 분산이 비교모형보다 크다는 뜻이므로 비교모형의 설명력이 더 좋다고 할 수 있고 부적인 값이 나오면 기준모형의 잔차 분산이 더 크다는 뜻이므로 추가된 변수의 설명력이 떨어진다고 해석할 수 있다.

첫 번째는 성별변수와 측정시간과의 상호작용항을 투입했을 때 시간수준(1수준)의 분산은 설명하는 것이 없었다 (PRE(level1)=0). 두 번째는 상호작용항을 투입했을 때 상

위수준(2수준)의 분산을 2% 덜 설명했으며 (PRE(level2)=-.017) 세 번째는 상호작용 항을 투입했을 때 전체분산을 1% 덜 설명했다(PRE(total)=-.007). 즉 독립변수로 시간만 존재하는 기준모형에 성별변수를 투입하였을 때, 노년 활력 지수에 대한 개인 내의 변화는 기준모형과 차이가 없었으며 개인 간 차이는 투입하지 않았을 때보다 덜 설명한다는 뜻이다. 종속변수 역시 성별변수가 추가된 모형이 그렇지 않은 모형보다 독립변수에 의해 설명되는 정도가 떨어졌다. 이는 성별변수를 추가하지 않는 모형이 더 효과적으로 자료를 설명한다고 볼 수 있다.

다만 본 연구의 경우 각 변수가 유의하게 종속변수에 영향을 주지 못했으므로 모형을 비교하는 것은 큰 의미가 없었으나 EMA 자료를 활용한 모형개발의 예를 보여주기 위해 구체적으로 기술하였다.

## 5. 결론 및 논의

본 연구는 노년 활력 증강을 위한 사전연구로, 처치개입 이전의 모형을 성립하고 자료 분석 틀을 구성하는 것을 목적으로 이루어졌다. 회상편향과 평가 결과의 실제 상황에 대한 일반화 가능성과 같은 자기보고 설문지의 한계를 고려할 때 타당한 대안 중 하나인 EMA를 통해 노인을 대상으로 총 일주일간의 SVQ를 산출하고 다층모형을 통해 EMA 자료를 분석하는 방법과 이에 대한 분석 결과를 제시하고자 하였다[14]. 본 연구를 통해 얻은 결과를 토대로 다음과 같이 요약·정리할 수 있다.

첫째, 다층모형을 통해 절편만 존재하는 기본모형을 분석한 결과, 전체분산 중 약 47%는 개인 차이에 의해 발생하고 53%는 측정 시점 차이에 의해 발생하였다. 이는 개인 간 차이보다는 한 개인이 서로 다른 시점에서 측정할 때 발생하는 차이가 더 크다고 해석할 수 있다. 또한, 시간에 따른 개인 내의 변화가 영향을 준다고 가정하는 다층모형의 특성상 해당 자료는 2수준이 차지하는 비율이 높으므로 다층모형으로 EMA 자료를 적합하게 설명할 수 있었다[28].

둘째, 시간이 노인 활력 점수에 미치는 영향을, 개인마다 다르게 보기 위해 일차항을 고정효과에 추가한 모형1을 분석한 결과, 시간에 대한 효과는 유의하지 않았다. 즉, 시간이라는 변수는 개인의 SVQ 변화에 유의미한 영향을 미치지 않는다는 결론을 내릴 수 있다. 하지만 이는 본 연구가 아직 처치를 투입하지 않은 사전연구이기 때문에 발생한 결과라고 할 수 있다. 즉, 맞춤형 노인 활력 프로그램

과 같은 처치를 투입한 후 결과를 분석해보면 처치 전과 처치 후의 시간에 따른 차이가 유의할 것으로 보인다.

셋째, 성별을 독립변수에 추가하여 시간과 성별에 따른 노인 활력 점수의 변화를 고려한 모형2의 분석결과, 시간과 성별 모두 유의한 효과가 나타나지 않았다. 이는 남녀의 SVQ 점수에 있어 차이가 유의하지 않다는 것을 보여준다. 또한, 두 독립변수의 분산을 확인한 결과 성별 변수가 시간 변수에 비해 분산 값이 더 큰 것으로 보아 노인 활력 점수에 대한 개인차의 변화가 시간보다 성별에서 더 많이 나타난다는 것을 알 수 있었다.

마지막으로 기본모형, 시간 변수가 추가된 모형1, 모형1에 성별변수를 추가한 모형2의 모형적합도를 비교해 본 결과, 다른 두 모형보다 기본모형의 AIC, BIC가 작으므로 본 연구에서 사용된 EMA 자료에 더 적합한 모형이라고 할 수 있다. 또한, 분산의 증가와 감소를 통해 성별 변수가 모형에 미치는 영향을 확인해본 결과 -2~0%의 설명력을 가지고 있어 성별변수를 투입하지 않는 모형이 더 효과적으로 자료를 설명한다고 결론 내릴 수 있었다.

본 연구는 노인 활력이라는 관점에서 노인의 정서나 행동을 측정할 때 회상편향을 최소화하기 위해 즉각적으로 반응할 수 있는 EMA 방법을 사용하여 노인에 관한 연구가 진행되어야 할 필요성을 제시하였다는 점에서 의의가 있다. 기존의 일기법을 이용한 선행연구에서는 자필로 기록하기 때문에 연구 참가자가 기록한 시간을 정확히 확인하기 어려워 기록의 신뢰성을 참가자의 기억에 의존해야 한다는 한계가 있었다[8]. 따라서 본 연구를 통해 실제 환경에서 응답자의 생활경험 자료를 수집하고 시간과 맥락을 고려하여 개인의 특성을 측정할 수 있는 EMA 방법의 활용에서 EMA 자료가 지닌 특성을 파악하고 이를 반영한 다층모형을 이용하여 분석해야 함을 강조하였다. 최근 노인이나 1인 가족의 고독사, 노인의 만성질환 약물 투약 관리 등 노년 삶에 대한 정책적 고려가 필수적인 시점에서 해당 연구가 노년기 인구의 삶의 질 향상을 위한 정책을 수립하고 사회적 서비스를 제공하는 기반을 마련하는 데 도움을 줄 수 있을 것이라 기대한다.

본 연구가 지닌 제한점과 후속연구를 위한 제언을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 사용된 EMA 자료는 처치를 고려하지 않은 상태에서 수집되었기 때문에 개인차가 발생하지 않았다는 점에서 연구에서 사용된 문항의 신뢰성을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 도출된 결과를 통해 개인 맞춤형 활력 증진프로그램을 도입한 후 SVQ의 변화를 살펴본다면 노인의 활력을 처치 전과 처치 후로 비교하여 프로그램의 효과성을 좀 더 정확하게

파악할 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구는 노인을 대상으로 한 연구이므로 노인 참가자의 특성상 자료에 결측치 비율이 높았다. 본 연구에서는 결측치를 각 응답자의 평균으로 대체하였으나, 이후 연구에서는 다양한 결측치를 대체하는 통계 방법을 고려하여 EMA 자료에 적합한 결측치 대체법을 탐색하는 것이 필요해 보인다. 또한, 결측치 발생을 최소화하기 위해 응답자가 보다 편리하게 사용할 수 있는 플랫폼의 개발이 필요할 것이다.

셋째, EMA는 참가자의 의식적 반응을 수집하는 활동적 EMA와 참가자의 신체적인 무의식적 반응을 수집하는 수동적 EMA로 구성되어 있는데[13] 본 연구에서는 활동적 EMA만을 활용하여 EMA 자료를 수집하였다. 본 연구에서 수동적 EMA로 GPS를 통해 참가자의 이동 거리를 측정하는 변수의 사용 가능성을 탐색하였으나 안드로이드와 IOS의 GPS 수집 방식의 차이와 GPS 측정 시점에 따른 이동 거리의 차이와 데이터 신뢰도의 저하, 개인 정보 보호 등 윤리적 문제의 이유로 연구에 독립변수로 포함하지 않았다. 추후 연구에서 이러한 제한점을 극복할 수 있다면, 활동적 EMA와 함께 수동적 EMA를 고려하여 자기 보고 데이터와 객관적인 EMA 데이터(예, 이동거리, 심박수 등)를 통합한 노년 활력 지수를 개발 및 검증해 보는 노력이 필요할 것이다.

## REFERENCES

- [1] Statistics Korea. (2019). *Estimated Population by Sex and Age*. Korean Statistical Information Service, <http://www.kosis.kr>
- [2] Statistics Korea. (2021). *Percentage of Elderly Population*. Korean Statistical Information Service, <http://www.kosis.kr>
- [3] H. J. Oh & D. H. Kim. (2012). Research on The Influential Factors in Senior Citizens' Health Promotion Behaviors. *Health and Social Science*, 32(1), 173-197.
- [4] C. Peterson & M. E. Seligman. (2004). *Character strengths and virtues: A handbook and classification (Vol. 1)*. Oxford : Oxford University Press.
- [5] F. Edition. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders. *Am Psychiatric Assoc*, 21.
- [6] S. J. Lee et al. (2019). Development and Validation of Multi-Dimensional Personality Inventory in Preliminary Study: Integrating Bright and Dark Sides of Personality. *Korean Journal of Clinical Psychology*, 38(3), 318-334. DOI : 10.15842/kjcp.2019.38.3.005
- [7] S. Shiffman, A. A. Stone & M. R. Hufford. (2008).

- Ecological Momentary Assessment. *Annual Review of Clinical Psychology*, 4(1), 1-32.  
DOI : 10.1146/annurev.clinpsy.3.022806.091415
- [8] R. C. Moore, C. A. Depp, J. L. Wetherell & E. J. Lenze. (2016). Ecological momentary assessment versus standard assessment instruments for measuring mindfulness, depressed mood, and anxiety among older adults. *Journal of Psychiatric Research*, 75, 116-123. DOI : 10.1016/j.jpsychires.2016.01.011
- [9] S. M. Jahng. (2011). Current Practices and Future Directions of Diary Methods in Psychological Researches. *The Korean Journal of Psychology: General*, 30(3), 677-706.
- [10] R. Larson. (1989). Beeping children and adolescents: A method for studying time use and daily experience. *Journal of Youth and Adolescence*, 18(6), 511-530. DOI: 10.1007/bf02139071
- [11] T. S. Conner & B. J. Lehman. (2012). *Getting started: Launching a study in daily life*. In Matthias R. Mehl, and Tamlin S. Conner(eds.). Handbook of research methods for studying daily life. New York : The Guilford Press.
- [12] N. Bolger & J. P. Laurenceau. (2013). *Intensive longitudinal methods: An introduction to diary and experience sampling research..* New York : The Guilford Press.
- [13] W. P. Van Der Meijden et al. (2016). Individual differences in sleep timing relate to melanopsin-based phototransduction in healthy adolescents and young adults. *Sleep*, 39(6), 1305-1310. DOI : 10.5665/sleep.5858
- [14] J. Ruwaard, L. Kooistra & M. Thong. (2018). *Ecological Momentary Assessment in Mental Health Research: A Practical Introduction, with Examples in R*. Amsterdam : APH Mental Health.
- [15] L. E. Burke et al. (2017). Ecological momentary assessment in behavioral research: addressing technological and human participant challenges. *Journal of Medical Internet Research*, 19(3), e77. DOI : 10.2196/jmir.7138
- [16] H. Minami, D. E. McCarthy, D. E. Jorenby & T. B. Baker. (2011). An Ecological Momentary Assessment analysis of relations among coping, affect and smoking during a quit attempt. *Addiction*, 106(3), 641-650. DOI : 10.1111/j.1360-0443.2010.03243.x
- [17] D. S. Moskowitz & S. N. Young. (2006). Ecological momentary assessment: what it is and why it is a method of the future in clinical psychopharmacology. *Journal of Psychiatry and Neuroscience*, 31(1), 13-20.
- [18] S. Shiffman. (2013). Conceptualizing analyses of ecological momentary assessment data. *Nicotine & Tobacco Research*, 16(Suppl\_2), S76-S87. DOI : 10.1093/ntr/ntt195
- [19] E. L. Hamaker. (2012). *Why researchers should think "within-person": A paradigmatic rationale*. In Matthias R. Mehl, and Tamlin S. Conner(eds.). Handbook of Research Methods for Studying Daily Life. N.Y. : Guilford.
- [20] J. H. Sea, B. C. Joe, G. Lee & K. I. Kim. (2017). Suicidal Pattern Analysis based on Diary Method (Ecological Momentary Assessment): A Preliminary Study on Gender Difference. *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 19(3), 1535-1556. DOI : 10.37727/jkdas.2017.19.3.1535
- [21] S. M. Han. (2019). Effects of Emotions, Thoughts, and Behaviors in Daily Life on Sleep Quality: Using the Ecological Momentary Assessment(EMA). Master's Thesis. Kangwon National University, Chuncheon.
- [22] Gallup Korea. (2018). *2012-2018 Smartphone Usage Rate, Current Use & Future Brands to Purchase*. Seoul : Gallup Korea Daily Opinion.
- [23] LifeData Corp. (2019). *RealLife Exp. App*. LifeData Corp [Smartphone software]. <https://www.lifedatcorp.com/mobile-app/>
- [24] M. P. Shiyko, S. T. Lanza, X. Tan, R. Li & S. Shiffman. (2012). Using the Time-Varying Effect Model (TVEM) to Examine Dynamic Associations between Negative Affect and Self Confidence on Smoking Urges: Differences between Successful Quitters and Relapsers. *Prevention Science*, 13(3), 288-299. DOI : 10.1007/s11121-011-0264-z
- [25] J. D. Mayer & Y. N. Gaschke. (1988). The experience and meta-experience of mood. *Journal of Personality and Social Psychology*, 55, 102-111. DOI : 10.1037/0022-3514.55.1.102
- [26] J. Pinheiro et al. (2020). *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*. R package version 3.1-147, <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>
- [27] D. Bates et al. (2020). *lme4: Linear Mixed-Effects Models using 'Eigen' and S4*. R package version 1.1-23. <https://CRAN.R-project.org/package=lme4>
- [28] W. H. Finch, J. H. Bolin & K. Kelley. (2014). Group membership prediction when known groups consist of unknown subgroups: a Monte Carlo comparison of methods. *Frontiers in Psychology*, 5(337), 1-12. DOI : 10.3389/fpsyg.2014.00337
- [29] H. Y. Lee & S. C. Noh. (2012). *Advanced Statistical Analysis: Theory and Practice*. Paju: Bobmunsa.
- [30] J. Y. Kim (2006). *Examining Change Pattern of Adolescence Smoking Amount by Using Multilevel Model and Latent Growth Model*. Master's Thesis. Ewha Womans University, Seoul.
- [31] T. Asparouhov, E. L. Hamaker & B. Muthen. (2018). Dynamic structural equation models. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 25(3), 359-388. DOI : 10.1080/10705511.2017.1406803
- [32] Y. M. Baek. (2018). *Multi-level modeling with R*. Seoul : Hannarae.
- [33] K. A. Kong. (2017). Statistical Methods: Reliability Assessment and Method Comparison. *The Ewha Medical Journal*, 40(1), 9-16. DOI : 10.12771/emj.2017.40.1.9

전 희 진(Hee Jin Jeon)

[정회원]



- 2019년 2월 : 한림대학교 심리학과 (학사)
- 2021년 2월 : 한림대학교 일반대학원 심리학과(석사)
- 관심분야 : 인과추론, 심리측정, 심리 통계
- E-Mail : jeongini0831@naver.com

서 동 기(Dong Gi Seo)

[정회원]



- 2015년 ~ 현재 : 한림대학교 심리학과 조교수
- 관심분야 : 컴퓨터 개별적응 검사, 문항반응이론, 심리측정 및 검사, 구조방정식, 종단연구 및 성장모형
- E-Mail : wmotive@hallym.ac.kr

송 혜 선(Hye Sun Song)

[정회원]



- 2019년 2월 : 한림대학교 심리학과 (학사)
- 2021년 2월 : 한림대학교 일반대학원 심리학과(석사)
- 관심분야 : 다층모형, 심리측정 및 검사
- E-Mail : giashs6695@gmail.com

이 지 현(Ji Hyun Lee)

[정회원]



- 2019년 2월 : 한림대학교 심리학과 (학사)
- 2021년 2월 : 한림대학교 일반대학원 심리학과(석사)
- 관심분야 : 심리학, 통계학, 인문학
- E-Mail : jijibaebae0731@gmail.com

박 기 호(Kiho Park)

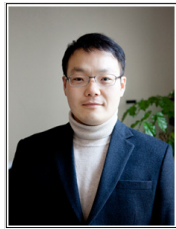
[정회원]



- 2015년 8월 : 고려대학교 언론학, 공학(학사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 고려대학교 일반대학원 심리학과(박사)
- 관심분야 : 심리 평가 개발, 타당화, 노화, 노년 활력 지수, 행동 활성화
- E-Mail : ikariv@naver.com

최 기 흥(Kee-Hong Choi)

[정회원]



- 2016년 ~ 현재 : 고려대학교 심리학과 부교수
- 관심분야 : 정신재활, 인지재활, 동기, 중증정신장애, 근거기반치료, 심리치료 효과검증
- E-Mail : kchoi1@korea.ac.kr

## 부록

### 부록 1. 집단평균 중심화의 코드

```
G_time=Rep-mean(Rep)
```

#G\_time은 연구자가 임의로 지정한 집단평균 중심화 변수의 이름

#Rep는 반복횟수

#mean(Rep)는 28번에 대한 평균으로, 각 반복에 평균을 뺀 값이 집단평균 중심화 값

### 부록 2. 모형0 분석

```
library(nlme)
model0<-lme(fixed=Y_z~1,random=~1|ID,data=EMA_data)
summary(model0)
```

#fixed=Y\_z는 고정효과(fixed effect)

#random=~1|ID는 무선효과(random effect)

#summary=자세한 결과값 도출

```
VarCorr(model0) #분산, 표준편차
getVarCov(model0) #분산-공분산
```

### 부록 3. 모형1 분석

```
model1<-lme(fixed=Y_z~G_time,
random=~G_time|ID, data=EMA_data)
summary(model1)
```

### 부록 4. 모형2 분석

```
model2<-lme(fixed=Y_z~cc.gender*G_time,
random=~G_time|ID, EMA_Data)
summary(model2)
```