

다층자료의 매개효과 분석: 통계방법, 분석절차 및 실례

Multilevel Mediation Analysis: Statistical Methods, Analytic Procedure,
and a Real Example

박선미* · 박병기**

Sun-Mi Park* · Byung-Gee Bak**

*전북대학교 교육학과

**Department of Education, Chonbuk National University

Abstract

The purpose of this study was to propose a proper method for the multilevel mediation analysis, for which the hierarchical method should be utilized, then MLM (multilevel modeling) approach as a hierarchical method has been popularly utilized until MSEM (multilevel structural equation modeling) approach was not proposed. This purpose was covered by three research questions about statistical methods, analytic procedure, and real example. First, MSEM statistical method was preferred to MLM method for its estimation accuracy and analytic flexibility. Second, the four-step procedures of model building, assumption examination, model comparison, and coefficient testing were proposed for the multilevel mediation analysis. Third, the real data of 2695 students of elementary and secondary schools and 89 teachers were analyzed in the multilevel directions of 2→2→1 and 1→1→2. Out of these directions of 2→2→1, and 1→1→2 model, only the coefficient of 2→2→1 model was significant at the 95% CI. *Mplus* programs used for the real example are attached on the Appendix. Based on the results, significance and limitations of this study, were discussed in detail.

Key words: Multilevel Data, Multilevel Mediation, Mediation Effect, Mediator, Statistical Method

요약

본 연구의 목적은 다층자료 매개효과의 분석 방법을 제안하는 것이다. 연구내용은 다층자료 매개효과의 통계방법 탐색, 분석절차 제안, 그리고 분석의 실례 제시 등 세 가지다. 첫째, MLM (multilevel modeling)과 MSEM (multilevel structural equation modeling) 중에서 어떤 방법이 다층자료의 매개효과 분석에 유용한지 탐색하였다. MSEM은 MLM의 약점을 극복한 것으로서 유용한 다층 매개효과 분석방법이었다. 둘째, 다층자료 매개효과의 분석절차를 연구모형설정, 전제조건 검토, 모형검증, 계수검증의 4단계로 전개하였다. 셋째, 매개효과 분석의 실례에 사용된 자료는 2,695명의 초중등 학생과 88명의 학급교사로 구성되었다. 분석 실례로 2층→2층→1층과 1층→1층→2층 두 가지를 제시하였다.

※ This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2013S1A5A2A03045081).

† 교신저자 : 박병기 (전북대학교 교육학과 교육심리학 전공)

E-mail : bbak@jbnu.ac.kr

TEL : 010-9887-2173

FAX : 063-270-2743

2층→2층→1층과 1층→1층→2층 모형은 완전매개모형이 지지되었지만, 2층→2층→1층 모형의 매개효과 계수만 95% 신뢰구간에서 유의하였다. 분석 실례에 사용된 *Mplus* 프로그램은 부록에 제시하였다. 연구결과를 기초로 본 연구의 의의와 제한점, 그리고 후속연구의 방향이 논의되었다.

주제어: 다층자료, 다층매개, 매개효과, 매개변수, 통계방법

1. 서론

의학이나 심리학 등 여러 분야에서 다층자료를 다루는 연구의 수가 최근 들어 급증하였다. 단층자료로는 밝힐 수 없는 실제현상의 이해에 기여하는 바가 크기 때문일 것이다. 실제현상의 변수들은 1층과 2층 또는 개인과 집단이 분리되거나 단편적이기보다는 상호역동적이고 복잡한 관계에 있기 때문에 다층자료의 분석은 실제현상을 이해하는 데 큰 도움을 줄 것이다. 매개효과 연구는 독립변수와 종속변수 간의 단순한 관계가 아니라 두 변수 사이에 매개변수를 상정함으로써 현상의 역동적인 관계를 이해하는 데 기여한다. 본 연구는 다층분석과 매개효과 연구를 결합한 다층자료 매개효과 분석방법을 다룬다. 다층자료에 대한 매개효과 연구가 지닌 가능성이나 중요성에 비해 실제 연구는 많이 이루어지지 않고 있다. 다층분석과 매개효과 연구가 각각 급증하고 있는 현실에 비추어 볼 때(Na et al., 2010; Joo & Lee, 2014; Lee et al., 2015), 머지않은 미래에 다층자료 매개효과 연구가 많이 이루어질 것으로 기대한다.

그간 실제로 이루어진 다층자료의 매개효과 연구는 상층에서 하층으로 향하는 연구가 주를 이룬다(Braun et al., 2013; Cruz & Pil, 2011; Hwang & Hopkins, 2012; Matsumura et al., 2013). 대부분의 다층매개효과 연구자들이 사용한 연구방법이 MLM (multilevel modeling), 즉 HLM (hierarchical linear modeling)이다. 다층자료의 매개효과 분석방법으로서 MLM이 몇 가지 약점을 지니고 있다. 상층의 효과와 하층의 효과가 혼합되어 매개효과가 과다 또는 과소 추정되는 점, 상→하의 방향은 분석가능하지만 하→상의 방향은 분석가능하지 않은 점, 모형적합도 정보를 구하기 힘든 점, 여러 변수 간 관계의 동시적 분석이 어려운 점이 약점이다(Preacher et al., 2010, 2011; Zhang et al., 2009). 연구자들이 다층자료를 가지고 매개효과를 분

석하면서 약점 있는 통계방법을 계속 사용하는 것은 문제가 있다. 단순히 익숙하다거나 또는 다른 연구자들이 그간 많이 사용해왔다는 이유만으로, 분석결과가 정확하지도 않고, 분석내용에서도 융통성이 부족한 통계방법을 이용하는 것은 바람직하지 못하다. MLM의 약점을 극복한 통계방법으로서 MSEM (multilevel structural equation modeling)은 향후 연구자들이 이용할 가치가 크다. 이 방법은 다층자료 매개효과 분석결과가 정확하고, 상→하뿐만 아니라 하→상까지를 포괄해서 분석내용에 융통성이 있고, 모형의 적합도 정보를 얻을 수 있고, 여러 변수 간 관계의 동시적 분석이 가능하다(Preacher et al., 2010, 2011).

다층자료를 대상으로 매개효과 분석은 많은 연구자들에게는 아직 낯선 영역이다. 다층자료 매개효과 분석의 실례를 제시하는 것은 향후 연구자들에게 실질적인 도움을 줄 수 있다. 본 연구에서 제시하는 실례는 Preacher와 그 동료들이(Preacher et al., 2010, 2011) 제안한 실례에 비해 몇 가지 점에서 차별성이 있다. 그들이 모형비교 및 매개효과 계수검증과 같이 매개효과 분석절차의 일부 과정만을 보여준 반면 본 연구는 체계적인 절차에 따라 다층자료 매개효과 분석의 전 과정을 보여줄 것이다(Park & Bak, 2014). Preacher와 그 동료들이 MSEM 프로그램의 논리를 그림으로 제안하되 프로그램 자체는 제시하지 않은 데 반해 본 연구는 프로그램의 논리를 그림으로 제안하기도 하고, 실제 사용한 *Mplus* 프로그램을 그대로 부록에 제시함으로써 연구자들에게 실질적인 안내를 제공할 것이다.

본 연구의 목적은 다층자료 매개효과 분석방법을 실질적인 활용이 가능하도록 제안하는 것이다. 이런 연구목적은 다층자료 매개효과 통계방법 탐색, 분석절차 제안, 분석의 실례 제시 등 세 가지 연구내용을 포함한다.

2. 다층자료 매개효과의 통계방법

다층자료의 매개효과를 분석하기 위해서 이용하는 통계적 방법 또는 접근을 대별하면 MLM과 MSEM이 있다. MLM은 HLM으로 더 잘 알려진 방법으로 선형회귀분석을 다층자료에 확장한 것이다. MSEM은 Muthén과 Asparouhov(2008)을 바탕으로 Preacher와 그 동료들이 이론적, 실제적으로 발전시킨 것이다 (Preacher et al., 2010, 2011; Zhang et al., 2009).

2.1. MLM

MLM은 어떤 특성이 1층(개인수준) 및 2층(집단수준)의 특성에 의해서 영향을 받는다면 이를 수준에 따라서 분리하여 측정한다(Krull & MacKinnon, 2001). MLM은 크게 보아 다음 세 가지 모형을 포함한다.

기초모형(uncondition model)은 1층(개인수준)과 2층(집단수준)에 독립변수를 포함시키지 않은 것으로, 절편과 오차로만 구성되며, 일원분산분석 무선효과모형(one-way ANOVA with random slope)을 반영한다.

$$\text{【1층】 } Y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ij}, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

$$\text{【2층】 } \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau)$$

Y_{ij} : j번째 집단에서 i번째 개인의 종속변수

β_{0j} : j번째 집단의 절편

γ_{00} : 전체 집단의 평균(절편)

e_{ij} : i번째 개인의 무선효과 (1층 잔차 분산)

u_{0j} : j번째 집단의 무선효과 (2층 잔차 분산)

무선-계수 모형(random-coefficient model)은 1층 독립변수가 종속변수에 미치는 효과를 설명하는 모형이다.

$$\text{【1층】 } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_c X_{ij} + e_{ij}, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

$$\text{【2층】 } \beta_{0j} = \gamma_{00} + u_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau)$$

β_c : 1층 독립변수와 종속변수의 회귀계수

X_{ij} : j번째 집단에서 i번째 개인의 독립변수

절편-결과모형(regression with mean-as-outcome model)은 2층 독립변수가 종속변수에 미치는 효과를 설명하는 모형이다.

$$\text{【1층】 } Y_{ij} = \beta_{0j} + e_{ij}, \quad e_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

$$\text{【2층】 } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_c X_j + \mu_{0j}, \quad u_{0j} \sim N(0, \tau)$$

γ_c : 2층 독립변수와 1층 종속변수의 회귀계수

X_j : j번째 집단의 독립변수

MLM은 같은 층의 변수 간이나 상층 변수에서 하층 변수로의 효과만을 분석할 수 있으므로(Krull & Mackinnon, 2001), 통계방법을 MLM으로 매개효과를 분석하면 하층에서 상층으로의 효과가 개입된 매개 효과는 분석할 수 없다(Preacher et al., 2010, 2011; Zhang et al., 2009). MLM은 이 약점 외에도 모형적합도 정보를 구하는 것이 힘들며, 그리고 여러 변수 간 관계의 동시적 분석이 어렵다.

2.2. MSEM

MLM은 자료의 위계적 관계를 반영하지만 변수들 간의 구조적 관계가 포함된 복잡한 모형을 추정하는데 한계가 있으며, SEM(structural equation modeling)은 변수들 간의 복잡한 구조관계를 분석할 수 있으나 자료의 위계적 특성을 분석에 포함시킬 수 없는 한계가 있다. MSEM은 MLM과 SEM의 단점을 극복한 것으로, SEM의 전개가 하층과 상층의 두 개 수준에서 진행되며, 수집된 자료가 위계적이면서 관련변수들이 구조적 관계를 가지고 있을 때 유용하다(Park, 2011). MSEM은 집단 내 측정모형, 집단 내 구조모형, 집단 간 구조모형으로 나누어진다.

【MSEM의 측정모형과 구조모형】

$$\text{집단 내 측정모형: } Y_{ij} = \Lambda_j \eta_{ij} \quad \eta_{ij} \sim N(0, \Theta)$$

$$\text{집단 내 구조모형: } \eta_{ij} = \alpha_j + B_j \eta_{ij} + \zeta_{ij} \quad \zeta_{ij} \sim N(0, \Psi)$$

$$\text{집단 간 구조모형: } \eta_j = \mu + \beta \eta_j + \zeta_j \quad \zeta_j \sim N(0, \Psi)$$

MSEM은 수준별 공분산에 기초한 접근으로 1층은 MLM과 달리 집단 내 측정모형과 집단 내 구조모형으로 나누어지므로 1층이더라도 집단 내 구조모형을 2층의 집단 간 구조모형으로 끌어올릴 수 있다. MSEM은 MLM과 달리 종속변수가 1층에서만 측정될 필요가 없으므로, 상층에서 하층으로 주는 영향뿐만 아니라 하층에서 상층으로 주는 영향도 분석할 수 있다. MLM은 모형의 적합도를 구하는 것이 어렵지만, MSEM은 적합도 정보를 구하는 것이 쉬우며, 중다지표를 이용할 수 있다(Preacher et al., 2010).

3. 다층자료 매개효과의 분석

다층자료의 매개효과는 분석 자료가 여러 층에 배치된다는 점에서 자료가 동일한 층에만 있는 일반 자료의 매개효과와 다르다. 다층자료의 매개효과를 분석하기 위해서는 먼저 어떤 유형의 다층분석을 수행할 것인지 결정해야 한다. 자료구조가 2층이라면 1층→1층→1층, 2층→2층→1층, 2층→1층→1층, 2층→1층→2층, 1층→1층→2층, 1층→2층→1층, 그리고 1층→2층→2층의 유형 중에서 어떤 매개효과를 분석할 것인지 정해야 한다. 통계방법은 MLM보다는 MSEM으로 접근하는 것이 바람직하다. 매개효과 분석은 체계적인 절차를 따르는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 체계적인 절차로서 Park과 Bak(2014)이 제안한 연구모형설정, 전제조건 검토, 모형검증, 계수검증의 4 단계를 적용하였다.

3.1. 연구모형설정

연구모형설정은 관련 이론 및 선행연구의 분석에 기초하여 변수간의 인과관계를 설정하는 절차다. 완전매개모형이면 독립변수와 매개변수의 인과관계, 매개변수와 종속변수의 인과관계 설정의 근거를 제시해야 한다. 부분매개모형이면 독립변수와 매개변수의 인과관계, 매개변수와 종속변수의 인과관계 외에도 독립변수와 종속변수의 인과관계도 추가적으로 그 설정 근거를 제시해야 한다(Park & Bak, 2014).

3.2. 전제조건 검토

전제조건이 만족되지 않으면 매개효과 분석절차를 더 이상 진행할 필요가 없다. 이 경우 매개효과가 아닌 다른 관계의 가능성을 분석대상으로 삼아야 한다. 이 점에서 전제조건 검토는 필수적이다. Hayes(2009)와 MacKinnon 등(1995)에 의하면 $c=c'+ab$ 임으로, 매개효과의 전제조건은 a, b만 검토하는 것이 타당하다(Park & Bak, 2014).

연구자가 검토해야 할 다층자료 매개효과의 전제조건은 연구자의 다층 매개모형에 따라 달라지며, Table 1과 같다.

Table 1. Precondition of Multilevel Mediation

Model	Precondition
1→1→1	path coefficient from 1 level IV to 1 level MV path coefficient from 1 level MV to 1 level DV
2→2→1	path coefficient from 2 level IV to 2 level MV path coefficient from 2 level MV to 1 level DV
2→1→1	path coefficient from 2 level IV to 1 level MV path coefficient from 1 level MV to 1 level DV
2→1→2	path coefficient from 2 level IV to 1 level MV path coefficient from 1 level MV to 2 level DV
1→1→2	path coefficient from 1 level IV to 1 level MV path coefficient from 1 level MV to 2 level DV
1→2→1	path coefficient from 1 level IV to 2 level MV path coefficient from 2 level MV to 1 level DV
1→2→2	path coefficient from 1 level IV to 2 level MV path coefficient from 2 level MV to 2 level DV

IV: Independent Variable, MV: Mediation Variable, DV: Dependent Variable

3.3. 모형검증

모형검증은 연구모형에 대비되는 경쟁모형을 제시한 후, 두 모형을 비교하여 최적의 모형을 선택하는 절차다. 연구모형을 완전매개모형으로 설정하였으면 경쟁모형은 부분매개모형으로 하여서 두 모형을 비교한다. 모형검증은 χ^2 과 다양한 적합도 지수들을 종합적으로 검토한다(Bae, 2011; Hong, 2000; Barrett, 2007; Mulaik et al., 1989).

적합도 지수에는 상대적 적합도 지수인 TLI (Tucker-

Lewis index), CFI (comparative fit index)와 절대적 적합도 지수인 RMSEA (root mean square of approximation), GFI (goodness of fit index), 그리고 모형간 IC 지수인 BIC (Bayesian information criterion)와 AIC (Akaike information criterion) 등이 있다. 모형비교는 연구모형과 경쟁모형의 χ^2 차이($\Delta\chi^2$), 적합도 지수의 크기, 정보지수 IC차이(ΔIC) 등을 검토한다(Burnham & Anderson, 2002, 2004; Raftery, 1995).

적합도 지수에서 TLI, CFI, GFI는 .9 이상이면 좋고 RMSEA는 0에 가까울수록 좋은 적합도를 나타낸다(Hong, 2000). $\Delta\chi^2$ 는 자유도 차이가 1인 단순매개일 때, $\Delta\chi^2(1)$ 이 3.84 이상이면 유의하므로 부분매개모형을 선택한다. $\Delta\chi^2(1)$ 이 3.84 미만이면 유의하지 않으므로 완전매개모형을 선택한다. ΔIC 에서 ΔBIC 는 Raftery (1995)에 의하면 자유도가 높은 쪽에서 자유도가 낮은 쪽의 값을 빼서 정적이면 자유도가 낮은 쪽의 모형을 선택하며, 부적이면 반대로 자유도가 높은 쪽의 모형을 선택한다. ΔAIC 의 경우, 최적모형(best model)에 대한 경쟁모형들의 선택여부를 판단하는 절차를 따른다(Burnham & Anderson, 2002, 2004). Burnham과 Anderson (2002, 2004)은 ΔAIC 에 의한 모형비교의 기준을 2 이하, 4~7, 10 이상의 세 가지로 제안하였다. 이 기준에 의하면, 완전매개와 부분매개의 ΔAIC 가 2 미만이면 확실히 완전매개를 선택하며, 4에서 7 정도이면 부분매개가 권장되고, 10을 초과하면 확실히 부분매개를 선택한다(Park & Bak, 2014). Park과 Bak (2014)은 Raftery (1995)의 ΔBIC 와 Burnham과 Anderson (2002, 2004)의 ΔAIC 기준에 대하여 다음과 같이 두 가지를 제안하였다. 첫째, 매개효과 연구처럼 내포모형 비교의 경우에는 Raftery (1995)의 ΔBIC 판단기준을 ΔAIC 기준과 동일하게 적용하는 것이 바람직하다. 둘째, Burnham과 Anderson (2002, 2004)의 2 미만과 10 초과 기준은 그대로 유지하되, 2부터 10 사이에 ‘빈 곳’을 제거하여, ‘2~5’와 ‘5~10’을 기준으로 제안하였다. Park과 Bak (2014)에 의하면, ΔBIC 나 ΔAIC 가 2 미만이면 완전매개모형을 확실히 선택하며, 2~5면 완전매개모형을 상대적으로 권장한다. 5~10이면 부분매개모형을 상대적으로 권장하고, 10을 초과하면 부분매개모형을 확실히 선택한다.

본 연구의 사례에서는 편의상 연구모형을 완전매

개모형으로 하고 경쟁모형을 부분매개모형으로 하여서 $\Delta\chi^2$ 외에도, ΔIC 인 ΔBIC 와 ΔAIC 및 나머지 적합도 지수(TLI, CFI, RMSEA)를 검토하여서 모형을 선택할 것이다.

3.4. 계수검증

계수검증은 매개효과 계수의 유의성을 판단하는 절차다. 매개효과 계수검증은 유의확률 p값 외에도 신뢰구간을 검토하는 것이 보편적이다. *Mplus*에서 신뢰구간으로 계수검증 하려면 ‘output: cinterval’을 입력하면 된다. 유의수준 α 를 .05로 설정하였다면, 출력화면의 Lower 2.5% (하한)와 Upper 2.5% (상한)의 값이 0을 포함하지 않으면 매개효과는 유의하다.)

Table 2는 지금까지 논의한 다층자료 매개효과 분석절차와 매개효과 분석에서 고려사항을 정리한 것이다.

Table 2. Analytic procedure of Multilevel Mediation

Procedure	Analysis Content
1. Model Building	• Build the research model based on the analysis of relevant theories and previous studies
2. Assumption Examination	• $a_{11}, b_{11}(1 \rightarrow 1 \rightarrow 1), a_{22}, b_{12}(2 \rightarrow 2 \rightarrow 1),$ $a_{12}, b_{11}(2 \rightarrow 1 \rightarrow 1), a_{12}, b_{21}(2 \rightarrow 1 \rightarrow 2),$ $a_{11}, b_{21}(1 \rightarrow 1 \rightarrow 2), a_{21}, b_{12}(1 \rightarrow 2 \rightarrow 1),$ $a_{21}, b_{22}(1 \rightarrow 2 \rightarrow 2)$
3. Model Comparisons	• Set a competitive model and Select a model by comparing the fitness index
4. Coefficient Testing	• Test the coefficient by the confidence interval and P value
Consideration	• level of a variable, MSEM

a_{ij} (path coefficient from j level independent variable to i level mediation variable)

b_{ki} (path coefficient from i level mediation variable to k level dependent variable)

1) 다층자료 매개효과의 경우 신뢰구간 정보는 유의확률의 보완자료로만 활용하는 것이 바람직하다는 주장도 있다. Preacher 등(2010)에 의하면 신뢰구간은 표본분포의 비대칭적인 성질을 반영하지 않으므로 부정확할 가능성이 있다. 이 문제는 향후 *Mplus* 등의 전문 프로그램이 다층자료의 매개효과 분석에도 ‘bootstrap’ 옵션을 포함한다면 해결될 수 있을 것이다.

4. 다층자료 매개효과 분석사례

4.1. 분석자료와 분석방법

다층자료의 매개효과를 분석하기 위해서 Song (2011)의 데이터를 이용하였다. 연구대상은 학생과 교사로 나누어진다. 1층 자료인 학급은 초등학교 45개 학급 1,408명, 고등학교 43개 학급 1,287명으로, 총 88개 학급 2,695명의 학생이었다. 2층 자료인 교사는 초등학교 교사 45명, 고등학교 교사 43명으로 총 88명이 대상이었다. 2층에서는 교사의 직무만족도와 교사의 자율성 지지를 선택하고 1층에서는 학생의 성적스트레스와 자아탄력성을 선택하였다. 모든 척도는 ‘확실히 아니다’(1)에서 ‘확실히 그렇다’(6)까지에 이르는 6점 Likert 형식을 취하였다. 다층 척도의 종류는 Table 3과 같다.

Table 3. Types of multilevel scales

Level	Scale
2	Job Satisfaction of Teachers (JST) Autonomy Support of Teachers (AST)
1	Grade Stress of Student (GSS) Ego Resilience of Student (ERS)

통계프로그램은 SPSSwin 15와 Mplus 7.4를 이용하였다. 실례분석에 사용한 Mplus 프로그램은 부록에 제시하였다.

4.2. 분석결과

다층자료가 2층일 때 MSEM으로 구현가능한 매개 효과는 1층→1층→1층, 2층→2층→1층, 2층→1층→1층, 2층→1층→2층, 1층→1층→2층, 1층→2층→1층, 1층→2층→2층 모형의 7가지다(Preacher et al., 2010, 2011). 지면관계상, 상층에서 하층으로 영향을 주는 2층→2층→1층 모형과 하층에서 상층으로 영향을 주는 1층→1층→2층 모형의 매개효과만 제시하였다. 다른 모형의 매개효과는 생략하였으며, 자세한 내용은 Park (2015)의 논문을 참고하기 바란다. 부록에 2층→2층→1층 모형과 1층→1층→2층 모형의 프로그램을 제시하였는데 2층→2층→1층 모형의 프로그램만 단일지표2)

인 경우와 중다지표3)인 경우로 나누어서 제시하였다.

다층 데이터의 기술통계는 Table 4와 같다. 모든 변수는 2개 이상의 관측변수로 구성되어 있으며, 신뢰도는 .6 이상이였다. 표준편차는 학생의 성적스트레스만 1이상이었으며, 나머지는 1미만이었다. 모든 변수의 왜도는 1미만이었으며, 첨도는 학생의 자아탄력성만 1이상이었다.

Table 4. Descriptive statistics of multilevel data

Level	Variable	α	Mean	SD	S	K
2	JST (a~f)	.890	4.304	.709	.120	-.010
	AST (g~k)	.879	4.047	.498	.546	.443
1	GSS (m~o)	.920	3.49	1.049	-.262	-.368
	ERS (p~s)	.622	3.865	.525	.080	1.419

α =Cronbach's alpha, SD=Standard Deviation, S=Skewness, K=Kurtosis

4.2.1. 2층→2층→1층 모형의 매개효과

2층→2층→1층 모형의 독립변수는 교사의 자율성 지지, 매개변수는 교사의 직무만족도, 종속변수는 학생의 성적스트레스로 하였다.

1) 단일지표

단일지표는 요인적재량⁴⁾을 $\alpha\sigma$, 오차분산을 $(1-\alpha)\sigma^2$ 로 설정하였다.⁵⁾

- 단일지표는 하나의 측정지표인 관측변수가 하나의 잠재변수를 표현하는 경우이다.
- 중다지표는 두 개 이상의 관측변수가 하나의 잠재변수를 표현하는 경우이다.
- 요인적재량은 잠재변수에서 관측변수로의 경로계수이다.
- 단일지표일 때 SEM을 사용하려면 요인적재량과 오차분산의 값을 정해야 한다. 단일지표의 요인적재량과 오차분산의 값을 설정하는 방법은 다섯 가지가 있다. 첫째, 요인적재량을 1, 오차분산은 0로 하는 방법이다. 둘째, 요인적재량은 1, 오차분산을 $1-\alpha$ 로 하는 방법이다. 셋째, 요인적재량을 $\sqrt{\alpha}$, 오차분산을 $1-\alpha$ 로 하는 방법이다. 넷째, 요인적재량을 1, 오차분산은 $(1-\alpha)\sigma^2$ 로 하는 방법이다. 다섯째, 요인적재량은 $\alpha\sigma$, 오차분산은 $(1-\alpha)\sigma^2$ 로 하는 방법이다(Bae, 2011). 원 자료를 이용하고 척도의 크기가 다를 경우 고려하면 요인적재량을 $\alpha\sigma$, 오차분산은 $(1-\alpha)\sigma^2$ 로 하는 방법이 가장 적합하다(Park, 2015).

(1) 연구모형 설정

2층→2층→1층 단일지표의 연구모형은 완전매개모형으로 Fig. 1과 같다. AST는 교사의 자율성 지지이고, JST는 교사의 직무만족도며, GSS는 학생의 성적스트레스다.

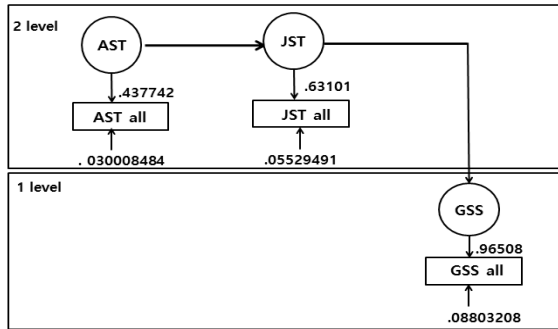


Fig. 1. 2→2→1 Full mediation model(single index)

(2) 전제조건 검토

2층→2층→1층 모형(단일지표) 매개효과의 전제조건은 Table 5와 같다. 교사의 자율성 지지에서 교사의 직무만족도로의 경로와 교사의 직무만족도에서 학생의 성적스트레스로의 경로는 $p < .01$ 에서 유의하였다.

Table 5. Precondition of 2→2→1 mediation model (single index)

Path	Path Coefficient	p
AST → JST	.531	.000
JST → GSS	.661	.003

(3) 모형검증

2층→2층→1층(단일지표) 완전매개모형과 부분매개모형의 적합도를 Table 6에서 비교한 결과 Δdf 가 1일 때 $\Delta\chi^2$ 이 .000이며 다른 적합도 지수에 의해 완전매개모형이 지지되었다. 2층→2층→1층 완전매개모형(단일지표)의 경로계수는 Table 7과 Fig. 2에 제시되어 있다. 교사의 자율성 지지에서 교사의 직무만족도로의 경로와 교사의 직무만족도에서 학생의 성적스트레스로의 경로가 $p < .01$ 에서 유의하였다.

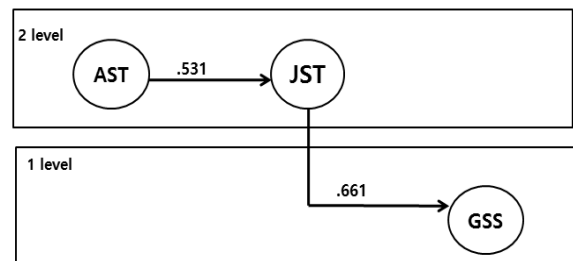


Fig. 2. Path coefficient of 2→2→1 full mediation model (single index)

(4) 계수검증

2층→2층→1층 완전매개모형(단일지표)의 계수검증은 Table 8에 제시되어 있다. 매개효과는 .044로 95% 신뢰구간에서 하한값과 상한값의 구간에 0을 포함하지 않으므로 유의하였다.

Table 6. Model fitness comparison of 2→2→1 model (single index)

	χ^2	$\Delta\chi^2$	df	Δdf	BIC	ΔBIC	AIC	ΔAIC	TLI	CFI	RMSEA
full	.000	.000	1	1	8088	-8	8035	-2	1.130*	1.000	.000
part	.000		0		8096		8037		1.000	1.000	.000

* 2층→2층→1층 완전매개모형(단일지표)의 TLI값이 1을 넘는다. TLI값의 범위는 일반적으로 0~1사이인데, 이 범위를 벗어날 수도 있다. 이 지수는 영모델의 $\chi^2 \geq$ 제안모델의 χ^2 인 경우에 0~1의 범위를 벗어나므로, NNFI (non-normed fit index)라고도 한다(Bae, 2011).

Table 7. Path coefficient of 2→2→1 full mediation model (single index)

Path	B	β	se	t	p
AST → JST	.236	.531	.053	4.442	.000
JST → GSS	.188	.661	.063	3.010	.003

Table 8. Coefficient testing of 2→2→1 full mediation model(single index)

Path	Mediation effect	p	95% confidence interval	
			LB	UB
AST→JST→GSS	.044	.011	.010	.079

Table 9. Factor coefficient of 2→2→1 measured model

Path from latent variable to observed variable				B	β	se	t	p
2 level	AST	→	g	1.000	.746			
	AST	→	h	1.159	.828	.147	7.865	.000
	AST	→	i	1.058	.836	.178	5.943	.000
	AST	→	j	1.134	.860	.190	5.970	.000
	AST	→	k	1.247	.666	.196	6.350	.000
	JST	→	a	1.000	.518			
	JST	→	b	1.116	.551	.252	4.431	.000
	JST	→	c	1.214	.629	.218	5.568	.000
	JST	→	d	1.584	.790	.262	6.043	.000
	JST	→	e	1.088	.585	.223	4.884	.000
	JST	→	f	1.709	.862	.286	5.972	.000
1 level	GSS	→	m	1.000	.872			
	GSS	→	n	.747	.689	.027	27.488	.000
	GSS	→	o	.947	.788	.026	36.088	.000

2) 중다지표

(1) 연구모형설정

2층→2층→1층 중다지표의 연구모형은 완전매개모형으로 Fig. 3과 같다. AST는 교사의 자율성지지이고 JST는 교사의 직무만족도며 GSS는 학생의 성적스트레스다. g~k는 AST의 관측변수고 a~f는 JST의 관측변수며 m~o는 GSS의 관측변수다.

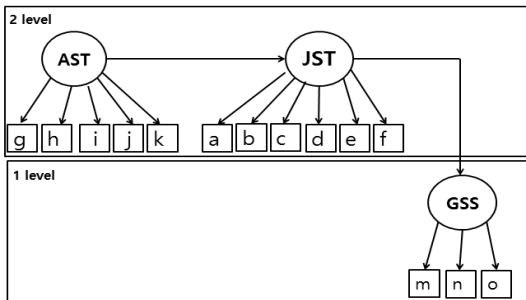


Fig. 3. 2→2→1 Full mediation model (multiple index)

2층→2층→1층 측정모형의 적합도 지수는 $\chi^2=262.402$, $df=79$, $TLI=.933$, $CFI=.944$, $RMSEA=.029$ 로 좋은 편이었다. 측정모형의 요인계수는 Table 9에 제시되어 있는데 그 크기가 모두 .5 이상이었다.

(2) 전제조건 검토

통계프로그램을 Mplus로 이용하여서 다층자료의 매개효과를 계산하기 위해서는 1층 관측변수를 1층

(within)에서 2층(between)으로 올려야 한다(Preacher et al., 2010). 1층에서 1층 관측변수를 측정할 때는 오차분산이 모두 양이었지만, 2층에서 측정할 때는 1층 관측변수 중에서 음이 나온 오차분산이 있었다. 본 연구에서는 Bentler와 Chou (1987) 및 Bentler (1976)의 예를 참고하여서 0대신에 아주 작은 값인 .005로 고정시켰다.6)

2층→2층→1층 모형(중다지표) 매개효과의 전제조건은 Table 10과 같다. 교사의 자율성 지지에서 교사의 직무만족도로의 경로와 교사의 직무만족도에서 학생의 성적스트레스로의 경로는 모두 $p<.01$ 에서 유의하였다.

Table 10. Precondition of 2→2→1 mediation model (multiple index)

Path	Path Coefficient	p
AST → JST	.566	.000
JST → GSS	.316	.009

6) SEM에서 음오차 분산을 얻게 되는 것은 흔한 일이다 (Kolenikov & Bollen, 2012). 음오차 분산의 크기가 크거나 통계적으로 유의하다면 먼저 표본수를 늘리든지 모델설정의 오류를 수정한 후에 분석을 진행하는 것이 바람직하다. 크기가 작거나 통계적으로 유의하지 않다면 오차분산의 크기를 0 (Chen, et al., 2001) 또는 .001, .005, .01 등 작은 크기로(Bentler, 1976; Bentler & Chou, 1987) 고정한 후에 분석을 진행할 수 있다. 오차분산이 0인 경우는 측정이 완벽한 경우를 가정하는 것으로 실제 연구에서는 찾기 어렵다. 이 자료의 경우, 음오차 분산의 크기가 통계적으로 유의하지 않아서 그 크기를 .005로 고정하고 분석을 진행하였다.

(3) 모형검증

2층→2층→1층 완전매개모형과 부분매개모형의 적합도를 Table 11에서 비교한 결과 Δdf 가 1일 때 $\Delta\chi^2$ 이 -.174이며 다른 적합도 지수에 의해 완전매개모형이 지지되었다.

2층→2층→1층 완전매개모형(중다지표)의 경로계수는 Table 12와 Fig. 4에 제시되어 있다. 교사의 자율성 지지에서 교사의 직무만족도로의 경로와 교사의 직무만족도에서 학생의 성적스트레스로의 경로가 모두 $p < .01$ 에서 유의하였다. 이 결과를 통해서 교사의 자율성 지지가 높을수록 교사의 직무만족도가 높아지며, 교사의 직무만족도가 높을수록 학생의 성적스트레스가 높아짐을 알 수 있다.

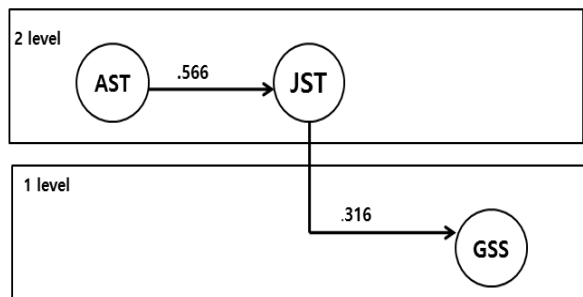


Fig. 4. Path coefficient of 2→2→1 full mediation model (multiple index)

(4) 계수검증

Table 13에 2층→2층→1층 완전매개모형(중다지표)의 계수검증이 제시되어 있다. 매개효과는 .089로 95% 신뢰구간에서 하한값과 상한값의 구간에 0을 포함하지 않으므로 유의하였다.

4.2.2. 1층→1층→2층 모형의 매개효과

1층→1층→2층 모형(중다지표) 매개효과의 독립변수는 학생의 자아탄력성이고 매개변수는 학생의 성적스트레스며 종속변수는 교사의 직무만족도로 하였다. 자아탄력성의 하위영역은 자아활력성과 자아낙관성만을 선택하였다.

1층→1층→2층 측정모형의 적합도 지수는 $\chi^2 = 279.121$, $df = 53$, $TLI = .923$, $CFI = .937$, $RMSEA = .040$ 이었다. 측정모형의 요인계수는 Table 14에 제시되어 있는데 그 크기가 모두 .5 이상이었다.

1) 연구모형설정

1층→1층→2층 모형(중다지표)의 연구모형은 완전매개모형으로 Fig. 5와 같다. ERS는 학생의 자아탄력성이고 GSS는 학생의 성적스트레스며 JST는 교사의 직무만족도다. q와 s는 ERS의 관측변수이고 m~o는 GSS의 관측변수이며 a~f는 JST의 관측변수이다.

Table 11. Model fitness comparison of 2→2→1 model (multiple index)

	χ^2	$\Delta\chi^2$	df	Δdf	BIC	ΔBIC	AIC	ΔAIC	TLI	CFI	RMSEA
full	127.789	-.174	76	1	24765	-7	24475	-2	.980	.984	.016
part	127.963		75		24772		24477		.980	.984	.016

Table 12. Path coefficient of 2→2→1 full mediation model(multiple index)

	Path	B	β	se	t	p
AST	→ JST	.339	.566	.091	3.723	.000
JST	→ GSS	.262	.316	.100	2.624	.009

Table 13. Coefficient testing of 2→2→1 full mediation model (multiple index)

Path	Mediation effect	p	95% confidence interval	
			LB	UB
AST→JST→GSS	.089	.020	.014	.164

Table 14. Factor coefficient of 1→1→2 measured model

Path from latent variable to observed variable			B	β	se	t	p
2 level	JST	→ a	1.000	.533			
	JST	→ b	1.110	.564	.250	4.445	.000
	JST	→ c	1.222	.652	.215	5.680	.000
	JST	→ d	1.534	.788	.255	6.015	.000
	JST	→ e	1.055	.585	.220	4.790	.000
	JST	→ f	1.622	.842	.270	5.817	.000
1 level	ERS	→ q	1.000	.757	.074	10.206	
	ERS	→ s	.562	.533	.058	9.235	.000
	GSS	→ m	1.000	.872			
	GSS	→ n	.743	.689	.027	27.524	.000
	GSS	→ o	.942	.788	.026	36.458	.000

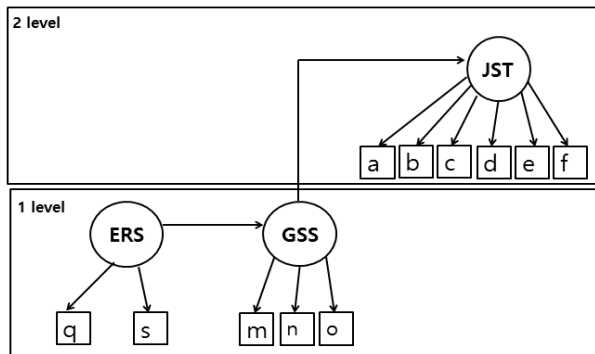


Fig. 5. 1→1→2 Full mediation model (multiple index)

2) 전제조건 검토

1층→1층→2층 모형(중다지표) 매개효과의 전제조건은 Table 15와 같다. 학생의 자아탄력성에서 학생의 성적스트레스로의 경로와 학생의 성적스트레스에서 교사의 직무만족도로의 경로는 모두 $p < .05$ 에서 유의하였다.

Table 15. Precondition of 1→1→2 mediation model (multiple index)

Path	Path coefficient	p
ERS → GSS	-.214	.000
GSS → JST	.328	.021

3) 모형검증

1층→1층→2층 모형(중다지표)의 적합도를 Table 16에서 비교한 결과 Δdf 가 1일 때 $\Delta\chi^2$ 이 -.09이며 다른 적합도 지수에 의해 완전매개모형이 지지되었다.

Table 17과 Fig. 6에 1층→1층→2층 완전매개모형(중다지표)의 경로계수가 제시되어 있다. 학생의 자아탄력성에서 학생의 성적스트레스로의 경로와 학생의 성적스트레스에서 교사의 직무만족도로의 경로는 모두 $p < .05$ 에서 유의하였다. 따라서, 학생의 자아탄력성이 높을수록 학생의 성적스트레스가 낮아지며, 학생의 성적스트레스가 높을수록 교사의 직무만족도가 높아짐을 알 수 있다.

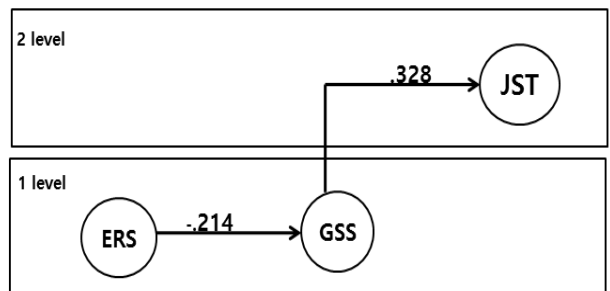


Fig. 6. Path coefficient of 1→1→2 full mediation model (multiple index)

Table 16. Model fitness comparison of 1→1→2 model (multiple index)

	χ^2	$\Delta\chi^2$	df	Δdf	BIC	ΔBIC	AIC	ΔAIC	TLI	CFI	RMSEA
full	118.860	-.09	48	1	36186	-8	35927	-1	.973	.980	.023
part	118.950		47		36194		35928		.972	.980	.024

Table 17. Path coefficient of 1→1→2 full mediation model (multiple index)

	Path	B	β	se	t	p
ERS	→ GSS	-.331	-.214	.078	-4.250	.000
GSS	→ JST	.405	.328	.175	2.312	.021

Table 18. Coefficient testing of 1→1→2 full mediation model (multiple index)

Path	Mediation effect	p	95% confidence interval	
			LB	UB
ERS → GSS → JST	-.790	.145	-1.852	.272

4) 계수검증

Table 18과 같이 1층→1층→2층 완전매개모형(중다지표)의 계수검증을 한 결과 매개효과는 -.790으로 95% 신뢰구간에서 하한값과 상한값의 신뢰구간에 0을 포함하였으므로 유의하지 않았다.

5. 논의

다층자료는 위계적 구조의 특성으로 인해서 여러 학문분야에서 그 유용성이 크다. 다층자료의 연구에 비해서 다층자료의 매개효과에 관한 연구는 중요성만 부각되고 있는 정도다. 다층자료의 매개효과를 다룬 연구자들은(Braun et al., 2013; Cruz & Pil, 2011; Hwang & Hopkins, 2012; Matsumura et al., 2013) 전제조건 검토를 하지 않고 모형비교 및 계수검증 등 매개효과 분석의 일부 과정만을 보여주었다. 그들은 통계방법을 MLM으로 하여서 상층에서 하층으로 주는 영향만을 파악하였기 때문에 본 연구는 이에 문제의식을 갖고 수행되었다. 본 연구의 목적은 다층자료 매개효과의 분석방법을 제안하는 것으

로, 이런 목적은 다층자료 매개효과의 통계방법 탐색, 다층자료 매개효과의 분석절차 제안, 그리고 절차에 의한 실례 자료의 분석 등 세 가지 연구문제로 구체화되었다.

본 연구의 첫째 의의는 다층자료 매개효과의 통계방법으로 MSEM을 권장하였다는 점에 있다. MSEM은 MLM보다 최근에 등장한 통계적 접근으로 정보의 정확성과 분석내용의 융통성 등에서 진일보한 것이다.

둘째 의의는 다층자료 매개효과의 분석절차를 제안하였다는 점에 있다. 일반 자료 매개효과의 전제조건 검토는 a와 b만 고려하지만 다층자료 매개효과의 전제조건 검토는 각 변수의 수준을 고려하는 점이 다르다. 예를 들면 독립변수가 1층이고 매개변수가 2층이며 종속변수가 1층일 때, 전제조건 검토는 a_{21} (1층 독립변수에서 2층 매개변수로의 경로계수)와 b_{12} (2층 매개변수에서 1층 종속변수로의 경로계수)이다.

셋째 의의는 본 연구가 다층자료 매개효과의 분석절차를 제시하는 데에 그치지 않고, 실례분석까지 하였다는 점이다. 실례분석은 어떤 한 경우만을 고려하지 않고, 다층자료의 매개효과 분석을 할 때, 가

능한 모든 상황을 고려하였다. 2층이고 통계방법을 MSEM으로 하여서 2층→2층→1층, 1층→1층→2층 모형의 2가지 매개효과를 분석하였다. 이 점은 Preacher 등(2010)의 연구와 동일하나 일부 과정을 보여준 그들의 연구와 달리 매개효과 분석절차의 전체과정을 보여주었으며, 다른 연구자들이 매개효과 분석을 수행함에 있어 도움이 되도록 프로그램을 제시한 점이 그들의 연구와 차이가 있다. 2층→2층→1층 모형만 단일지표와 중다지표를 이용하고 1층→1층→2층 모형은 중다지표만 이용하여서 분석 실례를 보여주었다. 분석결과, 2층→2층→1층 모형만 완전매개효과가 있었으며, 1층→1층→2층 모형은 매개효과가 없었다. 2층→2층→1층 모형에서 교사의 자율성지지와 교사의 직무만족도간의 정적 경로계수는 Lee와 Park (1996)의 연구와 일치한다. 교사의 직무만족도와 학생의 성적스트레스의 정적 경로계수는 직무만족도가 높을수록 직무스트레스가 낮아지는 Lee와 Lee (2009)의 연구와 다르다. 2층→2층→1층 모형의 완전매개효과는 교사의 자율성지지가 학생의 성적스트레스에 영향을 미치기 위해서는 교사의 직무만족도가 변해야 함을 시사한다. 이는 교사의 자율성 지지가 낮아질 때, 교사의 직무만족도가 낮아지고 낮은 교사의 직무만족도는 학생의 성적스트레스가 낮아지게 하므로 직무만족도의 매개적 역할이 중요함을 알게 하는 결과다.

본 연구에서 제안한 다층자료 매개효과 분석의 절차와 논리가 모든 종류의 연구 상황에 완벽하게 적용되지는 않을 것이다. 변수의 수준이나 성질과 같은 다른 조건을 고려해야 할 것이다.

첫째, 본 연구에서 다층자료 매개효과 분석의 실례는 3수준일 경우의 구현방법을 제시하지 않았다. 3수준의 매개효과를 제시한 Matsumura 등(2013)은 3층→1층→1층, 3층→2층→1층, 3층→3층→1층 모형의 매개효과를 분석하였으며, Pituch 등(2010)은 3층→2층→1층 모형의 매개효과를 분석하였다. 이들 연구들의 제한점은 통계방법을 MLM으로 하였으며

로, 하층에서 상층으로 주는 영향을 분석하지 않았으며, 매개효과 분석절차의 전체과정을 보여주지 않은 점이다.

MSEM으로 3수준의 매개효과 분석가능성을 언급한 연구자도 있다(Preacher et al., 2010). MSEM을 이용한다면 이론적으로는 상층에서 하층으로 주는 영향인 3층→2층→1층 모형의 매개효과와 하층에서 상층으로 주는 영향인 3층→1층→2층, 2층→1층→3층, 2층→3층→1층, 1층→2층→3층, 1층→3층→2층 모형의 매개효과를 분석할 수 있다(Park, 2015). Muthén (2013)은 3수준 모형을 제시하였는데, 3수준일 때, Mplus에서 MSEM으로 3층과 2층의 cluster와 변수를 구분하였다. Muthén (2013) 모형의 제한점은 3층과 2층의 cluster와 변수를 구분하여서 3층 변수에서 2층 변수로의 경로계수를 구하는 것만 제시하였을 뿐 매개효과를 제시하지 않은 점이다. 이 제한점을 보완하면 MSEM으로 3수준 매개효과를 분석할 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구는 다층자료 매개효과 분석방법이므로 다층자료만 다루었지만 다층자료가 여러 시점에 걸쳐서 측정된 종단적 다층 모형의 매개효과 분석방법에 대해서는 제시하지 않았다. 종단적 다층모형은 개인의 특성을 포함하는 개인 내 반복측정치를 수준에 따라 분리하여 추정하는 것이다(Kim, 2011). 종단적 다층모형의 예는 학교1에 속한 교사가 모두 10명일 때, 교사1, 교사2, ..., 교사10의 3시점에 걸쳐서 측정한 교사효능감을 들 수 있다. 이를 수식으로 표현하면 학교가 i 일 때, 교사 j 의 t 시점 교사효능감은 x_{tji} 이다. 종단적 다층 모형에서 가장 중요한 점은 잠재성장모형의 형태를 파악하는 것이다. 각 변수의 변화율에 적합한 모형은 시점의 변화가 무선오차에 의해 나타난 변화라고 간주하는 무변화모형인지, 시점의 변화가 일관성 있게 증가하거나 감소한다고 직선적인 형태를 가정하는 선형변화모형인지, 시점의 변화가 곡선적 이차변화모형인지도 결정해야 한다(Park & Bak, 2014). 선형변화모형이

적합하다고 결정했다면, i 수준 독립변수, j 수준 매개변수, k 수준 종속변수에서 분석가능한 매개효과는 (1) i 층 독립변수 초기치- j 층 매개변수 초기치- k 층 종속변수 초기치, (2) i 층 독립변수 초기치- j 층 매개변수 초기치- k 층 종속변수 변화율, (3) i 층 독립변수 초기치- j 층 매개변수 변화율- k 층 종속변수 변화율, (4) i 층 독립변수 변화율- j 층 매개변수 변화율- k 층 종속변수 변화율이다. 하지만 초기치에서 초기치로의 경로계수는 무변화모형인 경우에도 볼 수 있으므로 선형변화모형의 특징을 고려하면 (3)과 (4)의 매개효과만 분석하는 것이 바람직하다. (3)이면 i 층 독립변수 초기치와 j 층 매개변수 변화율의 경로계수, j 층 매개변수 변화율과 k 층 종속변수 변화율의 경로계수를 검토하고, (4)라면 i 층 독립변수 변화율과 j 층 매개변수 변화율의 경로계수, j 층 매개변수 변화율과 k 층 종속변수 변화율의 경로계수를 검토한다. 이외에도 MSEM으로 종단적 다층모형의 예를 제시한 Muthén과 Muthén (2012)을 참고하면 후속연구에서는 종단적 다층모형의 매개효과를 구현할 수 있을 것이다.

REFERENCES

- Bae, B. R. (2011). *Structural equation modeling with Amos 19: Principles and practice*. Seoul, Korea: Chungram.
- Barrett, P. (2007). Structural equation modeling: Adjudging model fit. *Personality and Individual Differences, 42*(5), 815-824.
- Bentler, P. M. (1976). Multistrukture statistical model applied to factor analysis. *Multivariate Behavioral Research, 11*(1), 23-25.
- Bentler, P. M. & Chou, C. P. (1987). Practical issues in structural modeling. *Sociological Methods and Research, 16*(1), 78-117.
- Braun, S., Peus, C., Weiswiler, S., & Frey, D. (2013). Transformational leadership, job satisfaction and team performance: A multilevel mediation model of trust. *The Leadership Quarterly, 24*(1), 270-283.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (2002). *Model Selection and Multimodel Inference*. New York: Springer.
- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. (2004). Multimodel inference: Understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Methods Research, 33*(2), 261-304.
- Chen, F., Bollen, K. A., Paxton, P., Curran, P., & Kirby, J. (2001). Improper solutions in structural equation modeling: Causes, consequences and strategies. *Sociological Methods Research, 29*(4), 468-508.
- Cruz, K. S. & Pil, F. K. (2011). Team design and stress: A multilevel analysis. *Human Relations, 64*(10), 1265-1289.
- Hayes, A. F. (2009). Beyond Baron and Kenny: Statistical mediation analysis in the new millennium. *National Communication Association, 76*(4), 408-420.
- Hong, S. H. (2000). The criteria for selecting appropriate fit indices in structural equation modeling and their rationales. *Korean Journal of Clinical Psychology, 19*(1), 161-177.
- Hwang, J. & Hopkins, K. (2012). Organizational inclusion, commitment and turnover among child welfare workers: A multilevel mediation analysis. *Administration in Social Work, 36*, 23-39.
- Joo, M. J. & Lee, J. S. (2014). The relationship between older driver's BIS/BAS and life satisfaction: Mediating effects of mobility and affectivity. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility, 17*(4), 29-40.
- Kim, K. (2011). *Comparisons Between the Longitudinal Multilevel Models and the Latent Growth Models and the Realization of Piecewise Growth Modeling: Longitudinal Changes and Influential Factors in Anxiety in Korean Adolescence*. Unpublished master

- thesis, Korea University, Korea.
- Kolenikov, S. & Bollen, K. A. (2012). Is a Heywood case a symptom of misspecification? *Sociological Methods Research*, 41(1), 124-167.
- Krull, J. L. & MacKinnon, D. P. (2001). Multilevel modeling of individual and group level mediated effects. *Multivariate Behavioral Research*, 36(2), 249-277.
- Lee, C. H., Sohn, Y. W., & Rim, H. B. (2015). The influence of cultural similarity and empathy on helping intention: Testing the moderated mediating effect of cosmopolitanism. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, 18(4), 35-46.
- Lee, H. A. & Lee, K. H. (2009). The Relationship among job stress, job satisfaction, and burnout of the professional school counselors. *The Korean Journal of School Psychology*, 6(1), 83-102.
- Lee, S. K. & Park, J. H. (1996). A study on the relationship between autonomy and group cohesiveness perceived by nurses and their job satisfaction, organizational commitment, motivation and intend to stay on jobs. *The Journal of Korean Academy of Nursing Administration*, 2(1), 5-15.
- MacKinnon, D. P., Warsi, G., & Dwyer, J. H. (1995). A simulation study of mediated effect measures. *Multivariate Behavioral Research*, 30(1), 41-62.
- Matsumura, L. C., Garnier, H. E., & Spybrook, J. (2013). Literacy coaching to improve student reading achievement: A multi-level mediation model literacy coaching to improve student reading achievement. *Learning and Instruction*, 25, 35-48.
- Mulaik, S. A., James, L. R., Alstine, J. V., Bennett, N., Lind, S., & Stilwell, C. D. (1989). Evaluation of goodness-of-fit indices for structural equation modeling. *Psychological Bulletin*, 105(3), 430-445.
- Muthén, B. O. (2013). Advances in latent variable using Mplus version7. Retrieved on June 4, 2014 from the <http://www.modeling.uconn.edu/m3c/aGSSeJST/File>
- Muthén, B. O. & Asparouhov, T. (2008). Growth mixture modeling: Analysis with non-Gaussian random effects. In G. Fitzmaurice, M. Davidian, G. Verbeke, & G. Molenberghs (Eds.), *Longitudinal data analysis* (pp. 143-165). Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC.
- Muthén, L. K. & Muthén, B. O. (2012). *Mplus User's Guide*. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén.
- Na, K. J., Lee, Y. G., & Yook, H. Y. (2010). The mediating effects of design values on the relationship between consumers' design evaluative elements and brand loyalty. *Korean Journal of the Science of Emotion & Sensibility*, 13(3), 511-522.
- Park, D. Y. (2011). A tendency analysis on the School effectiveness using Multilevel Structural Equation Modeling. *The Korean Journal of Educational Evaluation*, 24(2), 345-376.
- Park, S. M. & Bak, B-G. (2014). A trend analysis of the mediation effect researches and a suggestion for the new direction of them. *The Korean Journal of Educational Psychology*, 28(1), 41-70.
- Park, S. M. (2015). *Mediator analysis methods for the longitudinal, multilevel, and categorical data*. Unpublished doctoral dissertation, Chonbuk University, Korea.
- Pituch, K. A., Murphy, D. L., & Tate, R. L. (2010). Three-level models for indirect effects in school-and class-randomized experiments in education. *The Journal of Experimental Education*, 78(1), 60-95.
- Preacher, K. J., Zyphur, M. J., & Zhang, Z. (2010). A general multilevel SEM framework for assessing multilevel mediation. *Psychological Methods*, 15(3), 209-233.
- Preacher, K. J., Zyphur, M. J., & Zhang, Z. (2011). Alternative methods for assessing mediation in multilevel data: The advantages of multilevel SEM. *Structural Equation Modeling*, 18(2), 161-182.

- Raftery, A. E. (1995). Bayesian model selection in social research. *Sociological Methodology*, 25(1), 111-163.
- Song, J. H. (2011). *Exploring the Explanatory Factors of Student Happiness by Applying the Multi-level Model*. Unpublished doctoral dissertation, Chonbuk University, Korea.
- Zhang, Z., Zyphur, M. J., & Preacher, K. J. (2009). Testing multilevel mediation using hierarchical linear models: Problems and solutions. *Organizational Research Methods*, 12(4), 695-719.

원고접수: 2016.06.27

수정접수: 2016.08.01

게재확정: 2016.08.22

부록

1. 2층→2층→1층 모형(단일지표)의 매개 효과

```

data: file is f:\mexe\single.dat;
variable: names are l a b c d e ;
usevariables are l a b c;
cluster=1;
between are a b;
analysis: type is twolevel;
model:
%within%
GSS by c@.96508;
c@.08803208;
%between%
AST by b@.437742;
b@.030008484;
JST by a@.63101;
a@.05529491;
t_GSS by c@.96508;
c@.08803208;
JST on AST(a1);
t_GSS on JST(b1);
model constraint:
new(indb);
indb=a1*b1;
output: standardized(all);
cinterval;

```

! 2층과 1층을 구분하는 클러스터를 명시
! 2층 변수명 a와 b를 명시

! 1층의 1층 잠재변수 GSS에서 관측변수 c로 향하는 요인적재량을 $\alpha\sigma$ 로 함
! c의 잔차 분산을 $(1-\alpha)\sigma^2$ 로 함

! 2층의 1층 잠재변수 t_GSS에서 관측변수 c로 향하는 요인적재량을 $\alpha\sigma$ 로 함
! c의 잔차 분산을 $(1-\alpha)\sigma^2$ 로 함

!표준화계수 명시
!신뢰구간 명시

2. 2층→2층→1층 모형(중다지표)의 매개 효과

```

data: file is f:\mexe\final.dat;
variable: names are l a-f g-k m-o p-s;
usevariables are l a-f g-k m-o;
cluster=1;
between are a-f g-k;
analysis: type is twolevel;
model:
%within%
GSS by m-o;
%between%
AST by g-k;
JST by a-f;
t_GSS by m-o;
o@.005;
JST on AST(a1);
t_GSS on JST(b1);
model constraint:
new(indb);
indb=a1*b1;
output:
standardized(all);
cinterval;

```

! 1층의 1층 잠재변수 GSS가 m-o에 의해 표현됨

! 2층의 1층 잠재변수 t_GSS가 m-o에 의해 표현됨
! 음이 나온 관측변수의 오차분산을 .005로 고정

3. 1층→1층→2층 모형(중다지표)의 매개 효과

```

data: file is f:\mexe\final.dat;
variable: names are l a-f g-k m-o p-s;
usevariables are l a-f m-o q s;
cluster=1;
between are a-f;
analysis: type is twolevel;
model:
%within%
GSS by m-o;
ERS by q s;
GSS on ERS;
%between%
JST by a-f;
t_ERS by q s;
t_GSS by m-o;
o@.005;
q@.005;
t_GSS on t_ERS(a1);
JST on t_GSS(b1);
model constraint:
new(indb);
indb=a1*b1;
output:
standardized(all);
cinterval;

```

! 1층의 1층 잠재변수 GSS가 m-o에 의해 표현됨

! 음이 나온 관측변수의 오차분산을 .005로 고정