

대학 연구실책임자 안전리더십이 학생의 안전행동에 미치는 영향 : 개인 안전동기의 조절된 매개효과를 중심으로

조한진* · 이황원** · 이현주*** · 노영희****†

Effect of University Lab Manager Safety Leadership on Student Safety Behavior : The Controlled Mediating Effect of Individual Safety Motivation

Han Jin Jo* · Hwang Won Lee** · Hyun Ju Lee*** · Young Hee Roh****†

†Corresponding Author

Young Hee Rho

Tel : +82-43-240-6400

E-mail : rohyh@kribb.re.kr

Received : December 22, 2021

Revised : March 11, 2022

Accepted : March 16, 2022

Abstract : The purpose of this study is to provide implications for improving the safety behavior of university lab students by grasping the relationship between leaders' safety leadership, the lab's safety climate, and individual safety motivation variables. To this end, a survey was conducted on nationwide university laboratories, and the main results are as follows. First, transformational and transactional safety leadership had a positive effect on safety behavior, while the laissez-faire one had a negative impact. Second, it was found that the laboratory safety climate plays a mediating role in the relationship in which safety leadership affects safety behavior. Third, it was found that individual safety motivation was governed by the laboratory safety climate's effect on safety behavior. Fourth, individual safety motivation was found to control the mediating effect of the laboratory safety climate in the relationship between safety leadership and safety behavior. The conclusion of this study is the following: to strengthen the safety behavior of university laboratory students, the laboratory manager must operate the laboratory with a transformational and transactional safety leadership. Additionally, educational institutions must effectively operate their own safety-day programs to create a safe climate for each laboratory and improve students' safety motives.

Copyright©2022 by The Korean Society of Safety All right reserved.

Key Words : lab safety leadership, safety behavior, lab safety climate, safety motivation

1. 서론

1.1 연구의 필요성

우리나라 R&D 투자 규모는 꾸준히 증가하여 10년 전 대비 2021년에는 약 2배 증가하였으며, 연구실 연구활동종사자수도 꾸준히 증가하여 현재 132만명 이상이 연구실에서 연구를 수행중에 있다. 이 중 대학 연구실 연구활동종사자는 약 104만명으로 78.7%를 차지하고 있다¹⁾. 연구실은 과학기술의 급격한 발전과 연구개발

활동이 융·복합으로 이루어짐에 따라 다양한 실험이 복잡하게 이루어지고 있다. 이러한 결과 연구활동종사자는 여러 종류의 화학물질, 화재, 폭발과 같은 물리적 유해인자 등을 실험에 취급하게 되면서 안전 사고와 건강상의 위험이 항상 내재되어 있으며, 실제로 연구실 안전사고도 다양하게 발생하였다^{2,4)}.

이에 사회적 관심이 연구실 안전사고에 높아지게 되어 정부에서는 대학, 연구기관, 기업부설(연) 등에 속한 연구실의 안전한 연구환경 조성을 위해 2006년 연구실

*한국생명공학연구원 국가연구안전관리본부 박사 후 연구원 (Department of National Research Safety Headquarters, NRSH)

**한국생명공학연구원 국가연구안전관리본부 실장 (Department of National Research Safety Headquarters, NRSH)

***한국생명공학연구원 국가연구안전관리본부 연구원 (Department of National Research Safety Headquarters, NRSH)

****한국생명공학연구원 국가연구안전관리본부 본부장 (Department of National Research Safety Headquarters, NRSH)

안전환경조성법을 시행하고, 2021년까지 10차례 이상 법률 개정을 통하여 연구실 안전사고 예방과 안전문화 확산에 노력하고 있다⁵⁾.

하지만, 이러한 노력에도 불구하고 법이 시행되고 2021년 10월까지 연구실에서는 총 2,295건의 안전사고가 발생하였다. 이 중 대학 연구실에서 발생한 안전사고는 약 78%로 나타나 연구기관, 기업부설(연)에 속한 연구실에 비해 큰 비중을 차지하고 있다⁶⁾. 2015~2019년에 대학 연구실에서 발생한 안전사고를 등급별로 구분한 결과 경미사고는 64.4%, 일반사고는 35%, 중대사고는 0.5%로 나타났다⁵⁾. 이러한 사고로 대학교 연구실에서는 인력의 손실, 고가의 연구장비 손상 등으로 핵심 기술개발 및 다양한 연구의 지연을 초래하게 되어 우리나라 과학기술발전을 저해하는 요인으로 작용하고 있다⁷⁾.

연구실 안전사고의 주요 원인으로서는 직접 원인과 간접 원인으로 구분되며, 직접 원인은 물적, 인적 원인으로 구분되며, 간접 원인은 기술적, 교육적, 신체적, 정신적 원인으로 구분된다⁸⁾. 이 중 대학 연구실 사고의 주원인은 인적 원인인 불안정한 행동으로 나타났으며, 다음으로는 직접 원인과 간접 원인이 복합적인 것으로 나타났다^{4,8)}. 이에 연구실안전환경조성법에서는 연구활동종사자는 주기적인 안전교육을 실시하게 되어 있으며, 이를 통하여 안전의식을 확립하여 안전행동의 증가를 도모하고 있다. 따라서, 대학 연구실 안전사고를 감소시키기 위해서는 안전행동을 증가시킬 필요가 있으며, 이를 위하여 안전행동에 영향을 주는 변인을 확인하고 이들 간의 관계를 정립할 필요가 있다.

선행연구에서는 안전행동에 주요 영향을 주는 변인으로 관리자 안전리더십, 조직 안전문화, 개인 안전의식, 개인 안전동기 등이 있다고 하였으며, 이러한 변인을 활용하여 변인 간 관계를 확립하기 위하여 다양한 연구가 수행되었다⁹⁻¹⁴⁾. 그 결과 관리자 안전리더십은 조직 안전문화와 근로자의 안전행동에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 조직 안전문화와 개인 안전동기는 근로자의 안전행동에 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한, 개인 안전동기는 조직 안전문화와 안전행동 사이에 매개 역할을 하는 것으로 나타났다. 선행연구 대상은 산업현장, 기업, 군대, 항공사 등의 종사자를 중심으로 진행하였으며, 대학 연구실 학생들을 대상으로 안전행동 향상을 위한 연구는 상당히 부족한 현실이다. 대학 연구실에서 안전사고가 많은 이유는 산업현장, 기업, 군대, 항공사 등에 비해 조직 체계성이 낮고, 종사자들의 잦은 변경과 안전관리 경험 및 교육훈련 등이 부족한 것으로 볼 수 있다. 이는 곧 불안정 행동이

증가할 수 밖에 없어 해결책이 필요하다¹⁵⁾. 또한, 대학 연구실은 리더십, 안전의식, 안전행동 등에 관한 실증 연구가 부족하여 정책 수립에도 한계가 있다.

대학 연구실은 연구실책임자인 지도교수가 가장 큰 권한을 가지고 있어 안전에 대한 의식 수준, 이에 따른 리더십의 스타일에 따라 연구실 안전풍토와 개인의 안전행동에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 본 연구는 대학 연구실 소속 학생들의 안전행동을 증가시킬 수 있는 방안을 모색하기 위하여 선행연구 고찰을 통해 안전행동에 영향을 미치는 리더의 안전리더십, 종사자가 속한 연구실의 안전풍토, 개인의 안전동기 변수들의 관계를 파악하여 학생의 안전행동 향상 방안 마련에 시사점을 제공하고자 한다.

1.2 연구목적 및 문제

본 연구목적은 연구실 안전리더십이 안전행동에 미치는 영향을 확인하고, 연구실 안전풍토의 매개효과와 개인 안전동기의 조절된 매개효과를 분석하는 것이다. 연구목적 달성을 위한 연구문제는 다음과 같다. 첫째, 연구실 안전리더십, 안전행동, 연구실 안전풍토, 개인 안전동기 간의 상관관계는 어떠한가? 둘째, 연구실 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토는 매개하는가? 셋째, 개인 안전동기는 연구실 안전풍토와 안전행동 관계에서 조절하는가? 넷째, 개인 안전동기는 연구실 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과를 조절하는가?

2. 이론적 배경

2.1 안전리더십

리더십 유형은 FRLM(Full Range Leadership Model)에 의하여 변혁적 리더십, 거래적 리더십, 자유방형 리더십으로 구분된다¹⁶⁾. 변혁적 리더십(Transformational leadership)은 리더는 조직구성원 내부에 있는 잠재적 동기를 찾아 구성원에게 욕구 충족을 모색하게 함으로써 리더와 구성원 간 상호자극의 성장관계를 유지하는 것을 의미한다^{17,18)}. 거래적 리더십(Transactional Leadership)은 리더와 구성원 간 교환, 거래관계를 기반으로 리더가 행동이나 보상, 인센티브를 사용하여 구성원이 바람직한 행동을 하도록 영향을 미치는 것을 의미한다^{17,19)}. 자유방임형 리더십(Laissez-Faire Leadership)은 비거래적 리더십이라고도 하며, 다른 리더십에 비해 가장 소극적이며, 리더십의 부재를 의미한다²⁰⁾. 안전리더십(Safety Leadership)은 구성원들에게 안전에 대한 비전과 목표를 제시하고, 규정, 규범 등을 마련하여 구성원

들의 가치관, 의식 등에 반영시켜 안전행동을 실행하도록 하는 것을 의미한다²¹⁾. 안전 리더십 정의를 바탕으로 본 연구에서 변혁적 안전리더십은 구성원들에게 안전에 대한 공동의 목표와 이를 달성하는데 필요한 동기, 기술, 자기효능감을 제공하고 안전에 대하여 솔선수범을 하는 리더십을 의미한다. 거래적 안전리더십은 구성원들에게 안전 목표를 제시하고, 이에 도달하기 위해 적절한 상황적 보상을 제공하는 리더십을 의미한다. 자유방임형 안전리더십은 구성원들의 안전에 관심을 가지지 않고, 안전에 관한 어떠한 지시도 하지 않는 리더십을 의미한다.

2.2 안전행동

안전행동은 안전 순응(Safety Compliance)과 안전 참여(Safety Participation)로 나누어진다. 안전 순응은 조직 내 규정과 절차를 준수하고 이행하는 것을 의미하며, 안전 참여는 안전사고 예방을 위해 적극적 활동을 하는 모든 행동을 의미하며, 안전회의나 안전교육 등에 자발적으로 참여하는 것을 의미한다^{22,23)}. 이러한 정의를 바탕으로 본 연구에서 안전행동은 연구실 내에서 안전사고를 방지하기 위하여 규정과 절차를 준수하고, 안전사고 예방 활동에 적극적 활동을 하는 것을 의미한다.

2.3 안전풍토

안전풍토는 조직풍토 중에서 안전에 중요성이 특히 강조된 것으로 일반적으로 안전문화와 유사한 의미로 사용되고 있다²⁴⁾. 안전문화는 안전문제를 다루는 일관적 방식과 조직의 지속적인 특성으로 간주되는 반면, 안전풍토는 특정 작업환경이나 주변 상황에 의해 변화하기 쉬운 조직의 일시적인 상태로 간주된다²⁵⁾. 이러한 정의를 바탕으로 본 연구에서 연구실 안전풍토는 연구실 내 안전목표 달성을 위해 리더와 종사자들이 연구실 내 안전정책이나 방침, 지침들을 통해 서로 공유하고 있는 안전에 대한 전반적인 개인 지각 수준을 의미한다.

2.4 안전동기

안전동기는 조직의 안전목표 달성을 위하여 개인이 안전하게 행동하기 위해 노력을 기울이는 상태와 스스로 안전행동에 중요성을 부여하는 것이다²⁶⁾. 안전동기는 안전문제에 대한 대응에 있어 성취감, 책임감 등과 같은 내재적 요인에 의해 동기 유발이 되기도 하고, 조직의 경제적 보상, 상사의 지시 및 처벌, 조직의 안전정책과 같은 외재적 요인에 의해 동기가 유발되기도

한다. 이러한 정의를 바탕으로 본 연구에서 개인 안전동기는 연구실에서 안전행동을 하기 위하여 안전행동에 중요성을 스스로 부여하기 위해 노력하는 것을 의미한다.

3. 연구방법

3.1 연구절차

본 연구는 선행연구 고찰을 통한 연구모형 설계, 연구대상 및 목표 표본 설정, 도구개발, 예비조사 실시, 본조사 실시, 결과 분석의 순으로 진행하였다.

3.2 연구모형

본 연구문제를 해결하기 위한 연구모형은 Fig. 1과 같다.

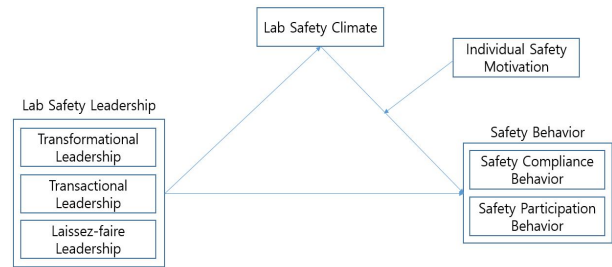


Fig. 1. Research model.

3.3 연구대상 및 표본

2020년 연구실 안전관리 실태조사에 의하면 대학의 연구활동종사자는 총 338개 기관 1,042,883명이다¹⁾. 이 중 본 연구대상은 전국 대학 연구실 소속 학부연구생, 석·박사, 대학원생으로 996,155명이다. 모집단 수를 고려하여 본 연구에서 예비조사와 본 조사 표본수는 다음과 같다. 첫째, 예비조사 표본수는 100~200개가 적절하다는 선행연구와 조사 문항 수의 5~10배가 적절하다는 선행연구^{27,28)} 중 100~200개가 적절하다는 의견을 수용하여 최소 표본수를 100개로 설정하였다. 둘째, 본 조사 표본수는 미국 교육통계국에서 개발한 공식을 활용하였으며, 모집단이 10만명을 초과하는 경우에는 384개의 표본수가 필요²⁹⁾하여, 최소 표본수를 384개로 설정하였다.

3.4 측정도구

본 연구에서 사용한 도구는 연구실 안전리더십, 안전행동, 연구실 안전풍토, 개인 안전동기의 총 4개이다. 연구실 안전리더십은 MLQ 문항⁶⁾, 안전행동은 안전 순응과 안전 참여로 구성된 문항^{30,31)}, 연구실 안전

Table 1. Draft survey tool

	Tool	Items number
Lab safety leaderShip	Transformational leadership	9
	Transactional leadership	6
	Laissezfaire leadership	4
Safety behavior	Safety compliance behavior	4
	Safety participation behavior	4
	Lab safety climate	12
	Individual safety motivation	5
	Total	44

풍토와 개인 안전동기는 Panuwatwanich et al.이 개발한 문항³²⁾을 토대로 연구실 안전에 맞게 수정하여 초안으로 총 44문항을 개발하였으며, Table 1과 같다.

이후 초안으로 개발한 문항에 대하여 3명의 전문가를 대상으로 내용타당도 검증을 수행하였다. 전문가는 안전공학을 전공하고 현재 대학교 안전에 관한 교육을 실시하고 있는 교수와 HRD, 경영학, 교육학 전공으로 안전교육 관련 연구를 수행한 경험이 있는 박사학위자이다. 내용 타당도 검증을 통하여 중복성으로 판단된 문항을 삭제하였으며, 연구실 안전리더십은 3문항, 연구실 안전풍토는 2문항, 개인 안전동기는 1문항 총 6문항을 삭제하였다. 내용 타당도 검증 후 38개의 예비 조사 문항을 확정하였으며, 이 문항을 바탕으로 본 연구 대상 2인에게 안면 타당도 검증을 수행하여 설문 문항이 이해되지 않거나 어려운 용어가 있는지 등을 확인하였다. 이 과정을 통하여 예비 조사 문항을 최종 확정하였으며, 이를 바탕으로 예비 조사를 실시하였으며, 총 123부를 분석에 활용하였다. 연구실 안전리더십 조사 도구의 타당성을 확인하기 위하여 탐색적 요인분석을 실시한 결과 KMO는 .902, Bartlett은 $\chi^2=1996.990$ (.000)으로 나타나 요인분석을 실시하기에 타당한 것으로 나타났으며, 탐색적 요인분석 결과 최종 3개의 영역, 누적 설명력이 75.919% 나타나 도구의 타당성은 있는 것으로 나타났다. 탐색적 요인분석을 실시함에 있어 거래적 리더십 4번째 문항은 요인부하량이 낮게 나타나 최종 삭제하였다.

다음으로 안전행동, 연구실 안전풍토, 개인 안전동기 조사 도구의 타당성을 확인하기 위해 탐색적 요인분석을 실시한 결과 KMO는 .937, Bartlett은 $\chi^2=2739.132$ (.000)으로 나타나 요인분석을 실시하기에 타당한 것으로 나타났으며, 탐색적 요인분석 결과 최종 3개의 영역, 누적 설명력이 69.833% 나타나 도구의 타당성은 있는 것으로 나타났다.

조사도구의 신뢰도를 분석한 결과는 Table 2와 같으며, 전체 신뢰도는 .963으로 높게 나타났다.

Table 2. Validity of investigation tool

	Tool	Cronbach's α
Lab safety leaderShip	Transformational leadership	.959
	Transactional leadership	.911
	Laissezfaire leadership	.905
Safety behavior	Safety compliance behavior	.929
	Safety participation behavior	.911
	Lab safety climate	.952
	Individual safety motivation	.898
	Total	.963

내용 타당도 조사와 예비 조사를 통하여 최종 선정된 조사 도구는 총 37문항이며, Table 3과 같다.

Table 3. Final investigation tool

	Tool	Items number
Lab safety leaderShip	Transformational leadership	7
	Transactional leadership	4
	Laissezfaire leadership	4
Safety behavior	Safety compliance behavior	4
	Safety participation behavior	4
	Lab safety climate	10
	Individual safety motivation	4
	Total	37

본 연구에서 사용한 문항 예시는 다음과 같다.

첫째, 변혁적 안전리더십 문항은 ‘연구실 안전에 앞장서며, 모범이 되려고 노력한다’, ‘연구실 안전에 관하여 관심이 낮은 연구원에게 관심을 기울이고 있다’ 등의 문항으로 구성되어 있다. 둘째, 거래적 안전리더십 문항은 ‘안전행동을 했을 때 긍정적인 평가를 해준다’, ‘연구실 안전목표를 세우고, 그에 따라 연구원들이 행동하도록 격려한다’ 등의 문항으로 구성되어 있다. 셋째, 자유방임형 안전리더십은 ‘연구실 안전목표를 세우는 것에 관심을 가지지 않는다’, ‘연구실의 경미한 사고에도 대처하지 않는다’ 등의 문항으로 구성되어 있다. 넷째, 안전행동은 ‘연구를 수행함에 있어 개인보호구 등을 착용한다’, ‘연구실에서 타 연구원이 불안정한 행동을 하면 조언을 해준다’ 등의 문항으로 구성되어 있다. 다섯째, 연구실 안전풍토는 ‘안전에 관한 문제가 발생했을 시 신속하게 해결한다’, ‘현행 안전규칙 및 절차를 준수한다’ 등의 문항으로 구성되어 있다. 마지막으로 개인 안전동기는 ‘연구를 수행함에 있어 항상 안전하게 연구하는 방법을 생각한다’, ‘개인적인 안전은 내가 연구를 수행하는데 있어 가장 중요한 부분이다’ 등의 문항으로 구성되어 있다.

최종 완성한 조사 도구를 활용하여 본 조사를 실시

Table 4. Lab Safety Leadership Confirmatory Factor Analysis Result

Factor	Factor → Item	B	β	S.E	C.R	AVE	CR
1. Transformational	1→Transformational 1	1.000	.910	-	-	.602	.901
	1→Transformational 2	.983	.914	.036	27.40***		
	1→Transformational 3	1.065	.910	0.39	27.08***		
	1→Transformational 4	.961	.852	.042	22.88***		
	1→Transformational 5	.841	.849	.037	22.71***		
	1→Transformational 6	.939	.852	.041	22.86***		
	1→Transformational 7	.904	.884	.036	25.05***		
2. Transactional	2→Transactional 1	1.000	.981	-	-	.867	.963
	2→Transactional 2	1.013	.984	.015	65.53***		
	2→Transactional 3	.995	.961	.020	50.83***		
	2→Transactional 4	.979	.913	.027	36.30***		
3. Laissez faire	3→Laissezfaire 1	1.000	.967	-	-	.716	.910
	3→Laissezfaire 2	1.004	.993	.017	58.97***		
	3→Laissezfaire 3	.966	.930	.026	37.35***		
	3→Laissezfaire 4	.898	.863	.032	27.72***		

***: $p < .001$
 $\chi^2 = 346.415(.000)$, $df = 87$, $\chi^2/df = 3.982$, $RMSEA = .095$, $CFI = .963$, $TLI = .955$

하였으며, 총 321부를 분석에 활용하였다. 연구실 안전 리더십 조사 도구의 타당성을 확인하기 위하여 확인적 요인분석을 실시한 결과는 Table 4와 같다.

절대 적합도 지수는 $\chi^2 = 346.415(.000)$ 로 나타나 높은 값을 나타내었는데, χ^2 은 표본 수 영향을 크게 받기 때문에 표본수의 영향을 적게 받는 RMSEA로 확인한 결과 $RMSEA = .095$ 로 나타나 기준 수치인 .08보다는 큰 것으로 나타났으나, 증분 적합도 지수인 $CFI = .963$, $TLI = .955$ 로 높게 나타났다. 집중 타당성 검증을 위해 AVE 값, 개념 신뢰도 값을 확인한 결과 AVE값은 .602~.867 사이 값으로 나타나 기준값인 .5이상이었으며, 개념 신뢰도 값은 .901~.963사이 값으로 나타나 기준값인 .7이상으로 두가지 값을 모두 충족하여 집중 타당도는 적합한 것으로 나타났다. 요소 간 상호 관계가 어느 정도 관계인지 알아보고, 판별 타당도를 확인하기 위하여 상관 분석을 실시한 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Lab Safety Leadership Factor Correlation Result

Variables	Transformational	Transactional	Laissezfaire
Transformational	1		
Transactional	.565	1	
Laissezfaire	-.545	-.209	1

판별 타당도는 잠재 변수 간의 차이를 알아보는 것으로, 각 변수 간의 상관 계수 제곱 값보다 변수의 평균 분산 추출(AVE) 값이 크면 그 두 변수 간에는 판별

Table 6. Lab Safety Leadership Factor Discriminant Validity Result

Variables	Transformational	Transactional	Laissez faire	AVE
Transformational	1			.602
Transactional	.319	1		.867
Laissezfaire	.297	.043	1	.716

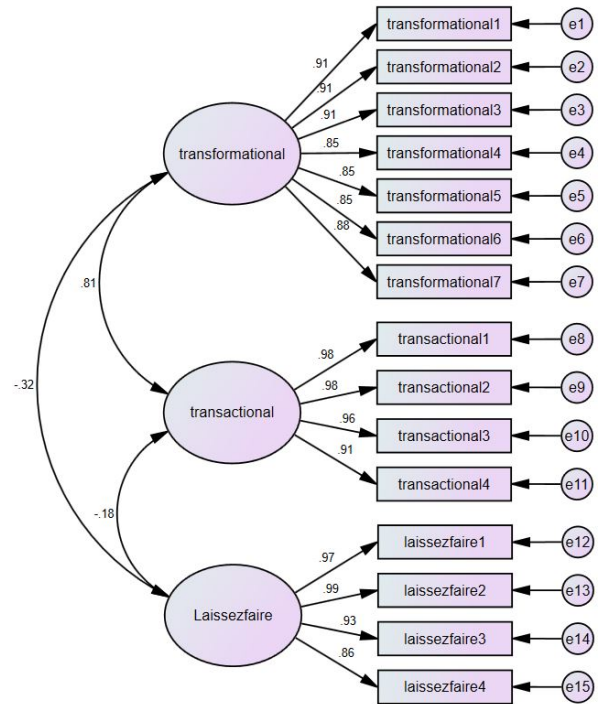


Fig. 2. Lab safety leadership AMOS result,

타당도가 있다고 볼 수 있다. 연구실 안전리더십 요인 간 판별 타당도 결과는 Table 6과 같다.

각 행과 열에서 모든 변수의 상관 계수 제곱한 값은 AVE 값보다 작아 판별 타당도는 확보되었다. 요인과 문항 간 AMOS 결과는 Fig. 2와 같다.

이상 전체적인 수치를 고려했을 때 안전리더십 조사 도구는 타당한 것으로 볼 수 있다.

다음으로 연구실 안전풍토, 안전행동, 개인 안전동기 조사 도구의 타당성을 확인하기 위하여 확인적 요인분석을 실시한 결과는 Table 7과 같다.

절대 적합도 지수는 $\chi^2 = 1466.593(.000)$ 로 나타나 높은 값을 나타내었는데, χ^2 은 표본 수 영향을 크게 받기 때문에 표본수의 영향을 적게 받는 RMSEA로 확인한 결과 $RMSEA = .103$ 로 나타나 기준 수치인 .08보다는 큰 것으로 나타났으나, 증분 적합도 지수인 $CFI = .867$, $TLI = .852$ 로 나타났다. 집중 타당성 검증을 위해 AVE 값, 개념 신뢰도 값을 확인한 결과 AVE값은 .560~.595

Table 7. Lab safety climate, safety behavior, individual safety motivation confirmatory factor analysis result

Factor	Factor → Item	B	β	S.E	C.R	AVE	CR
1. Safety climate	1→Safety Climate 1	1.000	.820	-	-	.595	.936
	1→Safety Climate 2	1.294	.847	.069	18.69***		
	1→Safety Climate 3	1.385	.892	.068	20.35***		
	1→Safety Climate 4	1.268	.897	.062	20.53***		
	1→Safety Climate 5	1.295	.899	.063	20.63***		
	1→Safety Climate 6	1.392	.929	.064	21.83***		
	1→Safety Climate 7	1.095	.845	.059	18.64***		
	1→Safety Climate 8	1.212	.721	.082	14.81***		
	1→Safety Climate 9	1.187	.725	.080	14.91***		
	1→Safety Climate 10	1.196	.844	.064	18.60***		
2. Safety behavior	2→Safety Compliance 1	1.000	.899	-	-	.580	.917
	2→Safety Compliance 2	.939	.834	.044	21.16***		
	2→Safety Compliance 3	.934	.865	.041	22.93***		
	2→Safety Compliance 4	1.055	.804	.054	19.66***		
	2→Safety Participation 1	.957	.828	.046	20.83***		
	2→Safety Participation 2	1.076	.838	.050	21.36***		
	2→Safety Participation 3	.879	.758	.054	16.34***		
	2→Safety Participation 4	.930	.759	.053	17.67***		
3. Safety motivation	3→Safety Motivation 1	1.000	.799	-	-	.560	.835
	3→Safety Motivation 2	.961	.806	.059	16.25***		
	3→Safety Motivation 3	.906	.882	.049	18.39***		
	3→Safety Motivation 4	.833	.662	.066	12.64***		

***: p<.001
 $\chi^2=1466.593(0.000)$, $df=206$, $\chi^2/df=7.119$, $RMSEA=.103$, $CFI=.867$, $TLI=.852$

Table 8. Lab Safety Climate, Safety Behavior, Individual Safety Motivation Correlation Result

Variables	Climate	Behavior	Motivation
Climate	1		
Behavior	.574	1	
Motivation	.605	.518	1

사이 값으로 나타나 기준값인 .5이상이었으며, 개념 신뢰도 값은 .835~.936사이 값으로 나타나 기준값인 .7이상으로 두가지 값을 모두 충족하여 집중 타당도는 적합한 것으로 나타났다. 요소 간 상호 관계가 어느 정도 관계인지 알아보고, 판별 타당도를 확인하기 위하여 상관 분석을 실시한 결과는 Table 8과 같다.

판별 타당도는 잠재 변수 간의 차이를 알아보는 것으로, 각 변수 간의 상관 계수 제공 값보다 변수의 평균 분산 추출(AVE) 값이 크면 그 두 변수 간에는 판별 타당도가 있다고 볼 수 있다. 연구실 안전문화, 안전행동, 개인 안전동기 요인 간 판별 타당도 결과는 Table 9와 같다.

Table 9. Lab safety climate, safety behavior, individual safety motivation factor discriminant validity result

Variables	Climate	Behavior	Motivation	AVE
Climate	1			.595
Behavior	.329	1		.580
Motivation	.366	.268	1	.560

각 행과 열에서 모든 변수의 상관 계수 제공한 값은 AVE 값보다 작아 판별 타당도는 확보되었다. 요인과 문항 간 AMOS 결과는 Fig. 3과 같다.

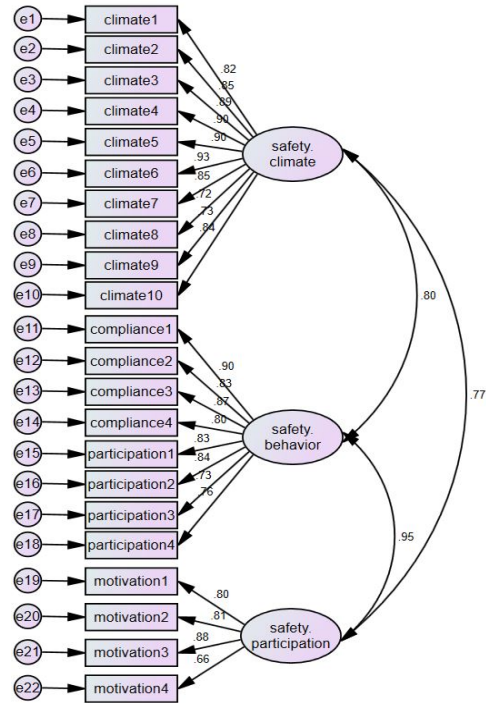


Fig. 3. Lab safety climate, safety behavior, individual safety motivation AMOS result.

본 조사에서 조사도구의 신뢰도를 분석한 결과는 Table 10과 같으며, 전체 신뢰도는 .943으로 높게 나타났다.

Table 10. Validity of final investigation tool

Tool	Cronbach's α	
Lab safety leaderShip	Transformational leadership	.960
	Transactional leadership	.980
	Laissezfaire leadership	.967
Safety behavior	Safety compliance behavior	.922
	Safety participation behavior	.909
Lab safety climate		.958
Individual safety motivation		.855
Total		.943

예비조사와 본조사를 통하여 연구실 안전리더십, 안전행동, 연구실 안전풍토, 개인 안전동기 조사도구의 타당성과 신뢰성을 확보하였다.

3.5 자료수집

자료수집은 예비조사와 본조사의 2회에 걸쳐 수행하였으며, 모두 온라인 설문으로 진행하였다. 예비조사는 2021년 10월 13일~10월 20일까지 실시하였으며, 총 123부를 회수하여 분석에 활용하였으며, 본 조사는 2021년 10월 23일~10월 31일까지 실시하였으며, 총 367부를 회수하여 이 중 불성실 응답 46부를 제외한 321부를 분석에 활용하였다.

본 조사 대상의 일반적 현황은 Table 11과 같다.

Table 11. General status

	Tool	N	%
Gender	Male	155	48.3
	Female	166	51.7
Grade	Undergraduate student	123	38.3
	Graduate student	198	61.7
Age Group	20-29	213	66.4
	30-39	67	20.9
	40-49	41	12.8
	Total	321	100.0

3.6 자료분석

자료분석은 SPSS 25.0, Amos 23.0, PROCESS macro 4.0을 활용하여 다음과 같이 분석하였다. 첫째, 도구의 신뢰성을 확인하기 위하여 SPSS를 활용하여 Cronbach's α 값을 산출하였다. 둘째, 예비조사에서 도구의 타당성 확인을 위해 SPSS를 활용하여 탐색적 요인분석을 실시하였다. 탐색적 요인분석은 주축요인분석을 활용하였으며, 회전방식은 사각회전인 직립오블리민을 활용하였다. 셋째, 본 조사에서 도구의 타당성 확인을 위해 AMOS를 활용하여 확인적 요인분석을 실시하였다. 확인적 요인분석의 적합도 지수는 χ^2 , CFI, RMSEA, TLI의 수치를 활용하였다. 넷째, 변인 간의 상관관계를 확인하기 위하여 Pearson의 상관계수를 확인하였다. 다섯째, 매개효과를 확인하기 위하여 PROCESS macro 4를 활용하였다. 여섯째, 조절효과를 확인하기 위하여 PROCESS macro 1을 활용하였다. 일곱째, 조절된 매개효과를 확인하기 위하여 PROCESS macro 14를 활용하였다.

본 연구에서 연구실 안전리더십은 총 3가지로 구분되어 있어, 안전리더십 3가지 유형별로 조절된 매개효과를 분석하였다.

4. 연구결과

4.1 변인 간 상관관계

변인 간에 상관관계를 확인하기 위하여 상관분석을 실시하였으며, Pearson의 상관계수는 Table 12, 13, 14와 같다.

Table 12. Correlation between variables(Transformational)

Variable	A	B	C	D
Transformational(A)	1			
Safety Behavior(B)	.599**	1		
Safety Climate(C)	.706**	.574**	1	
Safety Motivation(D)	.666**	.518**	.605**	1

Table 13. Correlation between variables(Transaction)

Variable	A	B	C	D
Transactional(A)	1			
Safety Behavior(B)	.399**	1		
Safety Climate(C)	.400**	.574**	1	
Safety Motivation(D)	.327**	.518**	.605**	1

Table 14. Correlation between variables(Laissezfaire)

Variable	A	B	C	D
Laissezfaire(A)	1			
Safety behavior(B)	-.517**	1		
Safety climate(C)	-.381**	.574**	1	
Safety motivation(D)	-.330**	.518**	.605**	1

연구실 안전리더십 유형별 종속변수, 매개변수, 조절변수와의 상관관계를 확인한 결과, 상관계수가 .80이 넘는 것이 없어 다중공선성은 없는 것으로 나타났다.

4.2 연구실 안전풍토의 매개효과

연구실 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과를 검증하기 위하여 SPSS PROCESS macro 4를 활용하여 분석하였으며, bootstrap 샘플은 5,000개, 신뢰구간은 95%로 설정하여 분석하였다.

첫째, 변혁적 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과에 대하여 경로들의 유의성 검증 결과 변혁적 안전리더십은 연구실 안전풍토에 정적으로 유의한 영향을 미쳤으며($\beta=.572, t=17.820, p<.001$), 연구실 안전풍토는 안전행동에 정적으로 유의한 영향을 미쳐($\beta=.274, t=4.991, p<.001$) 연구실 안전풍토는 변혁적 안전리더십과 안전행동 사이를 매개하는 것으로 나타났다. 이에 대하여 Bootstrapping 간접효과를 검증한 결과는 Table 15와 같다.

Table 15. Indirect effect of the safety climate in the relationship between transformational safety leadership and safety behavior

Effect	β	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
Total effect	.443	.033	13.374***	.378	.508
Direct effect	.286	.045	6.335***	.197	.375
Indirect effect	.157	.035	-	.089	.229

***p<.001

변혁적 안전리더십이 안전행동에 미치는 총 효과($\beta = .443, p < .001$)는 매개변수인 연구실 안전풍토가 투입되면서, 직접효과($\beta = .286, p < .001$)는 변화하였으나 독립 변수가 종속 변수에 여전히 통계적으로 유의하여, 연구실 안전풍토는 변혁적 안전리더십과 안전행동 사이를 부분 매개 하는 것으로 확인되었다. bootstrapping 을 통하여 간접 효과를 검증한 결과 95% 신뢰구간에서 0을 포함하고 있지 않기 때문에 정적으로 유의한 것으로 나타났다($B = .157, CI [.089 \sim .229]$). 이 결과를 그림으로 나타내면 Fig. 4와 같다.

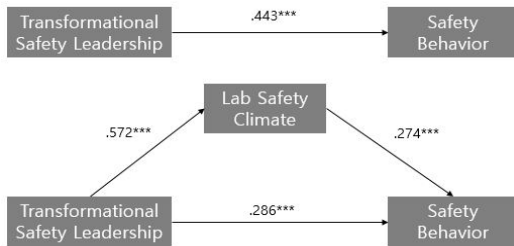


Fig. 4. Statistical model of the mediating effect of the safety climate in the relationship between transformational safety leadership and safety behavior.

둘째, 거래적 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과에 대하여 경로들의 유의성 검증 결과 거래적 안전리더십은 연구실 안전풍토에 정적으로 유의한 영향을 미쳤으며($\beta = .459, t = 7.803, p < .001$), 연구실 안전풍토는 안전행동에 정적으로 유의한 영향을 미쳐($\beta = .449, t = 10.098, p < .001$) 연구실 안전풍토는 거래적 안전리더십과 안전행동 사이를 매개하는 것으로 나타났다. 이에 대하여 Bootstrapping 간접효과를 검증한 결과는 Table 16과 같다.

Table 16. Indirect effect of the safety climate in the relationship between transformational safety leadership and safety behavior

Effect	β	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
Total effect	.418	.053	7.775***	.312	.523
Direct effect	.211	.051	4.132***	.110	.311
Indirect effect	.207	.031	-	.147	.270

***p<.001

거래적 안전리더십이 안전행동에 미치는 총 효과($\beta = .418, p < .001$)는 매개변수인 연구실 안전풍토가 투입되면서, 직접효과($\beta = .211, p < .001$)는 변화하였으나 독립 변수가 종속 변수에 여전히 통계적으로 유의하여, 연구실 안전풍토는 거래적 안전리더십과 안전행동 사이를 부분 매개 하는 것으로 확인되었다. bootstrapping 을 통하여 간접 효과를 검증한 결과 95% 신뢰구간에서 0을 포함하고 있지 않기 때문에 정적으로 유의한 것으로 나타났다($B = .207, CI [.147 \sim .270]$). 이 결과를 그림으로 나타내면 Fig. 5와 같다.

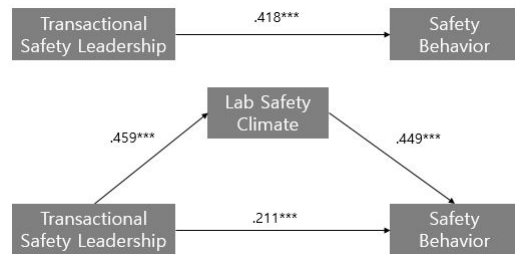


Fig. 5. Statistical model of the mediating effect of the safety climate in the relationship between transactional safety leadership and safety behavior.

셋째, 자유방임형 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과에 대하여 경로들의 유의성 검증 결과 자유방임형 안전리더십은 연구실 안전풍토에 부적적으로 유의한 영향을 미쳤으며($\beta = -.386, t = 7.803, p < .001$), 연구실 안전풍토는 안전행동에 정적으로 유의한 영향을 미쳐($\beta = .402, t = 9.657, p < .001$) 연구실 안전풍토는 자유방임형 안전리더십과 안전행동 사이를 매개하는 것으로 나타났다. 이에 대하여 Bootstrapping 간접효과를 검증한 결과는 Table 17과 같다.

Table 17. Indirect effect of the safety climate in the relationship between Laissezfaire safety leadership and safety behavior

Effect	β	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
Total effect	-.479	.044	-10.801***	-.566	-.392
Direct effect	-.324	.042	-7.663***	-.407	-.240
Indirect effect	-.155	.028	-	-.214	-.106

***p<.001

자유방임형 안전리더십이 안전행동에 미치는 총 효과($\beta = -.479, p < .001$)는 매개변수인 연구실 안전풍토가 투입되면서, 직접효과($\beta = -.324, p < .001$)는 변화하였으나 독립 변수가 종속 변수에 여전히 통계적으로 유의하여, 연구실 안전풍토는 자유방임형 안전리더십과 안전행동 사이를 부분 매개 하는 것으로 확인되었다.

bootstrapping을 통하여 간접 효과를 검증한 결과 95% 신뢰구간에서 0을 포함하고 있지 않기 때문에 부적으로 유의한 것으로 나타났다($B=-.155, CI[-.214\sim-.106]$). 이 결과를 그림으로 나타내면 Fig. 6과 같다.

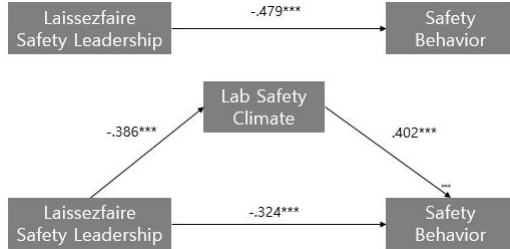


Fig. 6. Statistical model of the mediating effect of the safety climate in the relationship between Laissezfaire safety leadership and safety behavior.

4.3 개인 안전동기의 조절효과

연구실 안전풍토와 안전행동의 관계에서 개인 안전동기의 조절효과를 검증하기 위하여 SPSS PROCESS macro 1을 활용하여 분석하였다. 다중공선성의 문제를 최소화하고, 해석의 용이함을 위해 독립변수와 조절변수를 평균중심화(Mean Centering)하여 분석한 결과는 Table 18과 같다.

독립변인인 연구실 안전풍토는 종속변수인 안전행동에 유의한 영향을 미쳤고($\beta=.319, p<.001$), 조절변인인 개인 안전동기는 안전행동에 유의한 영향을 미쳤다($\beta=.284, p<.001$). 연구실 안전풍토와 개인 안전동기의 상호작용항은 안전행동에 유의한 영향을 미쳐 조절효과가 있었다($\beta=.121, p<.01$). 즉, 연구실 안전풍토가 안전행동에 미치는 영향은 개인 안전동기의 정도에 따라 달리짐을 의미한다. 또한, 상호작용항이 추가됨에 따른 R^2 변화량은 .0137($p<.01$)이었고, 이는 통계적으로 유의하여 안전풍토와 안전행동의 관계에서 개인 안전동기의 조절효과가 검증되었다.

Table 18. The result of analyzing the moderating effect of individual safety motivation in the relationship between safety climate and safety behavior

Variable	β	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
Constant	4.733	.051	93.358***	4.633	4.833
Safety climate	.319	.054	5.852***	.211	.426
Safety motivation	.284	.051	5.55***	.183	.384
Climate x Motivation	.121	.045	2.665**	.031	.209
ΔR^2	R^2		F	p	
	.0137		7.103	.008	

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

조절효과를 명확히 판단하기 위해서는 조절변수의 평균값 $\pm 1SD$ 에서 독립변수가 종속변수에 미치는 영향과 상호작용의 유의성 검증이 필요하다³³⁾. 따라서, 조절변수인 개인 안전동기의 특정 값에서 독립변수인 안전풍토가 종속변수인 안전행동에 미치는 영향의 조건부 효과를 확인하였으며, 결과는 Table 19와 같다.

Table 19. Indirect effect according to the conditional value of individual safety motivation in the relationship between safety climate and safety behavior

Indirect effect	Effect	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
M - 1SD (-1.167)	.177	.089	1.992*	.002	.353
M (.000)	.319	.054	5.852***	.211	.426
M + 1SD (1.167)	.459	.059	7.709***	.342	.577

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

분석 결과 개인 안전동기 값이 $-1.167(M-1SD)$, $.000(M)$, $1.167(M+1SD)$ 모두에서 유의하여, 개인 안전동기가 낮을 때와 높을 때 모두 연구실 안전풍토가 안전행동에 미치는 영향은 효과가 있었다.

조절변수의 전 범위에 대하여 조명등분석법(floodlight analysis)인 Johnson-Neyman 방법을 활용하여 유의성 영역을 확인한 결과 연구실 안전풍토가 안전행동에 미치는 영향은 개인 안전동기값이 -1.179 보다 높은 영역에서 유의하였고, -1.179 보다 낮은 영역에서는 더 이상 유의하지 않았다. 즉, 개인 안전동기값은 -1.179 보다 높은 영역에서 연구실 안전풍토와 안전행동의 관계를 조절하는 역할을 하는 것으로 나타났으며, 이러한 영향이 유의한 비율은 조사 대상자의 84.73%로 나타났다.

개인 안전동기의 조절효과가 통계적으로 나타났으므로 그 형태를 확인하기 위하여 조절효과를 시각화한 결과는 Fig. 7과 같다. 유의한 상호작용의 패턴을 확인

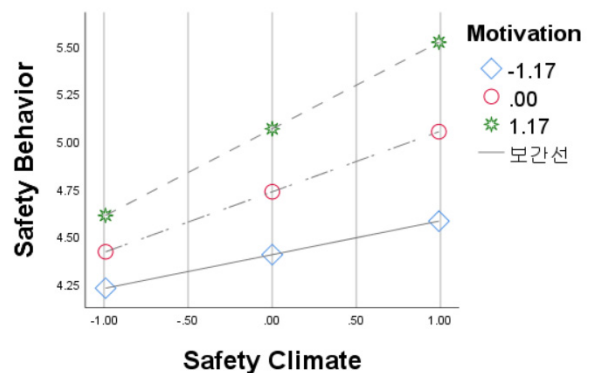


Fig. 7. The moderating effect of individual safety motivation in the relationship between safety climate and safety behavior.

하기 위하여 개인 안전동기를 저집단과 중집단, 고집단으로 나누어 평균의 변화량(기울기)을 살펴보았다.

개인 안전동기가 낮을 때, 높을 때 모두 연구실 안전풍토가 높아지면 안전행동이 높아지는 것을 알 수 있다.

4.4 개인 안전동기의 조절된 매개효과

연구실 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과를 개인 안전동기가 조절매개하는지 검증하기 위하여 SPSS PROCESS macro 14를 활용하여 분석하였으며, bootstrap 샘플은 5,000개, 신뢰구간은 95%로 설정하여 분석하였다. 연구실 안전풍토와 개인 안전동기는 평균중심화를 하였다.

첫째, 변혁적 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과를 개인 안전동기가 조절매개하는지 검증한 결과는 Table 20과 같다.

변혁적 안전리더십은 연구실 안전풍토에 정적 영향을 미쳤고($\beta=.572, p<.001$), 연구실 안전풍토는 안전행동에 정적 영향을 미쳤으며($\beta=.198, p<.001$), 각각 통계적으로 유의하여 매개효과가 있었다. 한편, 독립변인인 변혁적 안전리더십은 안전행동에 정적 영향을 주었으며($\beta=.221, p<.001$), 조절변인인 개인 안전동기는 안전행동에 정적 영향을 미쳤다($\beta=.183, p<.001$). 연구실 안전풍토와 개인 안전동기의 상호작용은 안전행동에 유의한 정적 영향을 미쳐($\beta=.098, p<.05$) 조절매개효과가 있었다.

Table 20. The moderating effect and controlled mediating effect of individual safety motivation between transformational safety leadership, safety climate, and safety behavior

Variable	β	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
Transformational → Climate	.572	.032	17.820***	.509	.636
Transformational → Behavior	.221	.049	4.462***	.123	.318
Climate → Behavior	.198	.059	3.347***	.081	.315
Motivation → Behavior	.183	.054	3.354***	.075	.290
Climate x motivation → Behavior	.098	.044	2.224*	.011	.185
ΔR^2	R^2	F	p		
				.009	4.949

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

즉, 변혁적 안전리더십이 연구실 안전풍토를 경유하여 안전행동에 정적인 영향을 미쳤으며, 개인 안전동기는 연구실 안전풍토의 매개효과를 조절하는 것으로 나타났다. 상호작용이 추가됨에 따라 R^2 의 변화량은 .009($p<.05$)였고, 이는 통계적으로 유의하여 변혁적 안전리더십이 연구실 안전풍토를 거쳐 안전행동으로

Table 21. The conditional effect of the safety climate according to the conditional value of personal safety motivation

Indirect effect	Effect	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
M - 1SD (-1.167)	.084	.089	.9382	-.091	.259
M (.000)	.199	.059	3.347**	.082	.315
M + 1SD (1.167)	.314	.066	4.715***	.183	.444

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

가는 경로에서 개인 안전동기의 조절효과가 검증되었다. 조절효과를 명확히 판단하기 위해서는 조절변수의 평균값 $\pm 1SD$ 에서 독립변수가 종속변수에 미치는 영향과 상호작용의 유의성 검증이 필요하다³³⁾. 따라서, 조절변수인 개인 안전동기의 특정 값에서 독립변수인 연구실 안전풍토가 종속변수인 안전행동에 미치는 영향의 조건부 효과를 확인하였으며, 결과는 Table 21과 같다.

분석 결과 개인 안전동기 값이 .000(M)에서 1.167(M+1SD)까지 유의하였고, -1.167(M-1SD)에서는 유의하지 않았다. 즉, 개인 안전동기가 낮은 경우 안전풍토가 안전행동에 미치는 영향이 유의미하지 않았다.

조절변수의 전 범위에 대하여 조명등분석법(floodlight analysis)인 Johnson-Neyman 방법을 활용하여 조절효과가 어느 영역에서 유의한지 확인한 결과, 변혁적 안전리더십이 연구실 안전풍토를 경유하여 안전행동에 미치는 영향 관계에서 개인 안전동기 값이 -.590보다 높은 영역에서는 연구실 안전풍토의 매개효과를 조절하는 것으로 나타났다. 이러한 영향이 유의한 비율은 조사 대상자의 76.95%로 나타났다.

개인 안전동기의 조절효과가 통계적으로 나타났으므로 그 형태를 확인하기 위하여 조절효과를 시각화한 결과는 Fig. 8과 같다. 유의한 상호작용의 패턴을 확인하기 위하여 개인 안전동기를 저집단과 중집단, 고집단으로 나누어 평균의 변화량(기울기)을 살펴보았다.

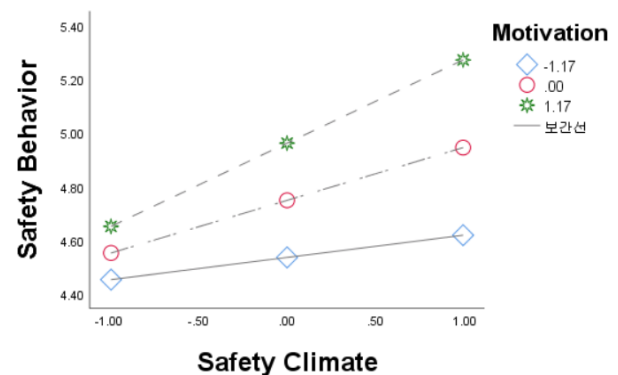


Fig. 8. The moderating effect of safety motivation in the relationship between safety climate and safety behavior.

연구실 안전풍토가 낮은 경우 개인 안전동기의 저 집단은 안전행동이 고 집단에 비해 낮았고, 연구실 안전풍토가 높은 경우도 개인 안전동기 고 집단의 안전행동이 저 집단의 안전행동보다 변화의 폭이 더 크게 나타나 안전행동을 더 잘하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 변혁적 안전리더십이 연구실 안전풍토를 거쳐 안전행동에 미치는 영향에서 연구실 안전풍토가 높거나 낮은 경우 모두 개인 안전동기의 고 집단이 저 집단에 비해 안전행동을 더 잘 하고 있는 것을 알 수 있다.

둘째, 거래적 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과를 개인 안전동기가 조절매개하는지 검증한 결과는 Table 22와 같다.

Table 22. The moderating effect and controlled mediating effect of individual safety motivation between transactional safety leadership, safety climate, and safety behavior

Variable	β	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
Transactional → Climate	.459	.059	7.801***	.343	.575
Transactional → Behavior	.178	.049	3.580**	.080	.275
Climate → Behavior	.273	.055	4.980***	.165	.382
Motivation → Behavior	.260	.050	5.145***	.160	.359
Climate x motivation → Behavior	.111	.044	2.495*	.023	.198
ΔR^2	R^2		F	p	
	.011		6.223	.013	

*p<.05, ***p<.001

거래적 안전리더십은 연구실 안전풍토에 정적 영향을 미쳤고($\beta=.459, p<.001$), 연구실 안전풍토는 안전행동에 정적 영향을 미쳤으며($\beta=.273, p<.001$), 각각 통계적으로 유의하여 매개효과가 있었다. 한편, 독립변인인 거래적 안전리더십은 안전행동에 정적 영향을 주었으며($\beta=.178, p<.01$), 조절변인인 개인 안전동기는 안전행동에 정적 영향을 미쳤다($\beta=.260, p<.001$). 연구실 안전풍토와 개인 안전동기의 상호작용은 안전행동에 유의한 정적 영향을 미쳐($\beta=.111, p<.05$) 조절매개효과가 있었다. 즉, 거래적 안전리더십이 연구실 안전풍토를 경유하여 안전행동에 정적인 영향을 미쳤으며, 개인 안전동기는 연구실 안전풍토의 매개효과를 조절하는 것으로 나타났다. 상호작용이 추가됨에 따라 R^2 의 변화량은 .011($p<.05$)였고, 이는 통계적으로 유의하여 거래적 안전리더십이 연구실 안전풍토를 거쳐 안전행동으로 가는 경로에서 개인 안전동기의 조절효과가 검증되었다. 조절효과를 명확히 판단하기 위해서는 조절변수의 평균값 $\pm 1SD$ 에서 독립변수가 종속변수에 미치는 영향과 상호작용의 유의성 검증이 필요하다³³⁾. 따라

Table 23. The conditional effect of the safety climate according to the conditional value of personal safety motivation

Indirect effect	Effect	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
M - 1SD (-1.167)	.144	.088	1.632	-.029	.317
M (.000)	.273	.055	4.980***	.165	.381
M + 1SD (1.167)	.403	.060	6.654***	.284	.523

p<.01, *p<.001

서, 조절변수인 개인 안전동기의 특정 값에서 독립변수인 연구실 안전풍토가 종속변수인 안전행동에 미치는 영향의 조건부 효과를 확인하였으며, 결과는 Table 23과 같다.

분석 결과 개인 안전동기 값이 .000(M)에서 1.167(M+1SD)까지 유의하였고, -1.167(M-1SD)에서는 유의하지 않았다. 즉, 개인 안전동기가 낮은 경우 연구실 안전풍토가 안전행동에 미치는 영향이 유의미하지 않았다. 조절변수의 전 범위에 대하여 조명등분석법(floodlight analysis)인 Johnson-Neyman 방법을 활용하여 조절효과가 어느 영역에서 유의한지 확인한 결과, 거래적 안전리더십이 연구실 안전풍토를 경유하여 안전행동에 미치는 영향 관계에서 개인 안전동기 값이 -1.004보다 높은 영역에서는 연구실 안전풍토의 매개효과를 조절하는 것으로 나타났다. 이러한 영향이 유의한 비율은 조사 대상자의 82.55%로 나타났다.

개인 안전동기의 조절효과가 통계적으로 나타났으므로 그 형태를 확인하기 위하여 조절효과를 시각화한 결과는 Fig. 9와 같다. 유의한 상호작용의 패턴을 확인하기 위하여 개인 안전동기를 저집단과 중집단, 고집단으로 나누어 평균의 변화량(기울기)을 살펴보았다.

연구실 안전풍토가 낮은 경우 개인 안전동기의 저 집단은 안전행동이 고 집단에 비해 낮았고, 연구실 안전풍토가 높은 경우는 개인 안전동기 고 집단의 안전행동이 저 집단의 안전행동보다 변화의 폭이 더 크게

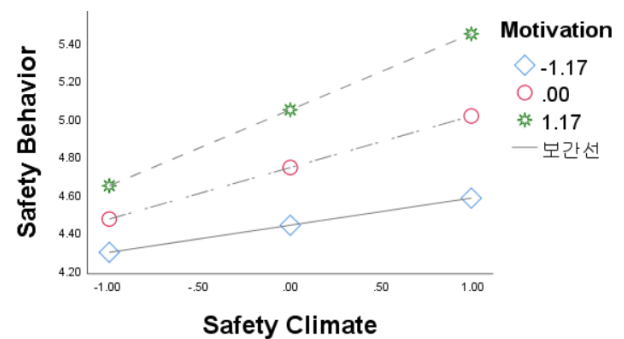


Fig. 9. The moderating effect of safety motivation in the relationship between safety climate and safety behavior.

Table 24. The moderating effect and controlled mediating effect of individual safety motivation between laissezfaire safety leadership, safety climate, and safety behavior

Variable	β	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
Laissezfaire → Climate	-.386	.052	-7.354***	-.489	-.283
Laissezfaire → Behavior	-.294	.041	-7.121***	-.375	-.213
Climate → Behavior	.244	.051	4.720***	.142	.346
Motivation → Behavior	.234	.048	4.876***	.139	.328
Climate x motivation → Behavior	.103	.042	2.433*	.019	.185
ΔR^2	R^2		F	p	
	.009		5.921	.015	

*p<.05, ***p<.001

나타나 안전행동을 더 잘하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 거래적 안전리더십이 연구실 안전풍토를 거쳐 안전행동에 미치는 영향에서 연구실 안전풍토가 높거나 낮은 경우 모두 개인 안전동기의 고 집단이 저 집단에 비해 안전행동을 더 잘 하고 있는 것을 알 수 있다.

셋째, 자유방임적 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과를 개인 안전동기가 조절 매개하는지 검증한 결과는 Table 24와 같다.

자유방임적 안전리더십은 연구실 안전풍토에 부적 영향을 미쳤고($\beta = -.386, p < .001$), 연구실 안전풍토는 안전행동에 정적 영향을 미쳤으며($\beta = .244, p < .001$), 각각 통계적으로 유의하여 매개효과가 있었다. 한편, 독립변인인 자유방임형 안전리더십은 안전행동에 부적 영향을 주었으며($\beta = -.294, p < .001$), 조절변인인 개인 안전동기는 안전행동에 정적 영향을 미쳤다($\beta = .234, p < .001$). 연구실 안전풍토와 개인 안전동기의 상호작용은 안전행동에 유의한 정적 영향을 미쳐($\beta = .103, p < .05$) 조절 매개효과가 있었다. 즉, 자유방임형 안전리더십이 연구실 안전풍토를 경유하여 안전행동에 부적인 영향을 미쳤으며, 개인 안전동기는 연구실 안전풍토의 매개효과를 조절하는 것으로 나타났다. 상호작용이 추가됨에 따라 R^2 의 변화량은 .009($p < .05$)였고, 이는 통계적으로 유의하여 자유방임형 안전리더십이 연구실 안전풍토를 거쳐 안전행동으로 가는 경로에서 개인 안전동기의 조절효과가 검증되었다. 조절효과를 명확히 판단하기 위해서는 조절변수의 평균값 $\pm 1SD$ 에서 독립변수가 종속변수에 미치는 영향과 상호작용의 유의성 검증이 필요하다³³⁾. 따라서, 조절변수인 개인 안전동기의 특정 값에서 독립변수인 연구실 안전풍토가 종속변수인 안전행동에 미치는 영향의 조건부 효과를 확인하였으며, 결과는 Table 25와 같다.

Table 25. The conditional effect of the safety climate according to the conditional value of personal safety motivation

Indirect effect	Effect	se	t	95%	
				LLCI	ULCI
M - 1SD (-1.167)	.124	.083	1.491	-.039	.288
M (.000)	.244	.051	4.720***	.142	.346
M + 1SD (1.167)	.364	.057	6.380***	.252	.476

p<.01, *p<.001

분석 결과 개인 안전동기 값이 .000(M)에서 1.167(M+1SD)까지 유의하였고, -1.167(M-1SD)에서는 유의하지 않았다. 즉, 개인 안전동기가 낮은 경우 연구실 안전풍토가 안전행동에 미치는 영향이 유의미하지 않았다. 조절변수의 전 범위에 대하여 조명등분석법(floodlight analysis)인 Johnson-Neyman 방법을 활용하여 조절효과가 어느 영역에서 유의한지 확인한 결과, 자유방임형 안전리더십이 연구실 안전풍토를 경유하여 안전행동에 미치는 영향 관계에서 개인 안전동기 값이 -.932보다 높은 영역에서는 연구실 안전풍토의 매개효과를 조절하는 것으로 나타났다. 이러한 영향이 유의한 비율은 조사 대상자의 82.55%로 나타났다.

개인 안전동기의 조절효과가 통계적으로 나타났으므로 그 형태를 확인하기 위하여 조절효과를 시각화한 결과는 Fig. 10과 같다. 유의한 상호작용의 패턴을 확인하기 위하여 개인 안전동기를 저집단과 중집단, 고집단으로 나누어 평균의 변화량(기울기)을 살펴보았다.

연구실 안전풍토가 낮은 경우 개인 안전동기의 저 집단은 안전행동이 고 집단에 비해 낮았고, 연구실 안전풍토가 높은 경우도 개인 안전동기 고 집단의 안전행동이 저 집단의 안전행동보다 변화의 폭이 더 크게 나타나 안전행동을 더 잘하는 것으로 볼 수 있다. 즉, 자유방임형 안전리더십이 연구실 안전풍토를 거쳐 안전행동에 미치는 영향에서 연구실 안전풍토가 높거나

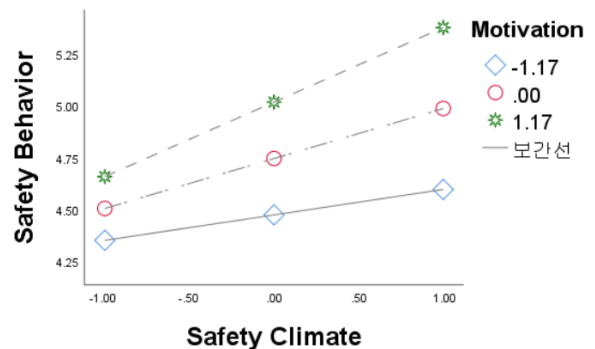


Fig. 10. The moderating effect of safety motivation in the relationship between safety climate and safety behavior.

낮은 경우 모두 개인 안전동기의 고 집단이 저 집단에 비해 안전행동을 더 잘 하고 있는 것을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구는 우리나라 대학 연구실 대상으로 안전행동에 영향을 주는 변인을 탐색하고, 안전리더십, 안전풍토, 안전동기 등의 변인 간의 관계를 확인한 최초의 연구이다. 또한, 변인간의 관계를 확인하기 위하여 대학 연구실 환경에 맞는 안전리더십, 안전풍토, 개인 안전동기, 안전행동에 관한 설문도구를 제작하고, 이후 통계적 검증을 통하여 설문도구의 구성 타당도와 신뢰도를 확보하였다. 본 연구는 추후 대학 연구실 안전관련 연구 수행에 큰 도움이 될 것이며, 안전 관련 정책수립에 기초자료를 제공할 것이다.

본 연구의 결론은 다음과 같다. 첫째, 개인의 안전행동에 변혁적 안전리더십과 거래적 안전리더십은 정적 영향을 미치고, 자유방임형 안전리더십은 부적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 산업현장에 관한 선행연구에서 변혁적, 거래적 리더십이 근로자의 안전행동에 정적 영향을 미친다는 결과와 일치하였다. 대학 연구실은 산업현장과는 환경적으로 다르지만, 지도교수의 안전에 대한 변혁적, 거래적 리더십이 결국은 연구실 종사자들의 안전행동에 정적 영향을 미치는 것으로 나타나 추후 안전교육에서 연구실책임자의 안전리더십을 강조하여 교육을 실시할 필요가 있다. 또한, 기관에서는 안전교육 실시 의무화, 인사고과에 반영한 인센티브제도 도입, 자유방임형 안전리더십 유형의 통제장치 등의 제도적 기반을 확충할 필요가 있다.

둘째, 연구실 조직풍토는 모든 안전리더십 유형이 안전행동에 영향을 미치는 관계에서 매개하는 것으로 나타났다. 산업현장 관련 선행연구에서 조직의 안전문화는 근로자들의 안전행동에 정적영향을 미친다고 하였으며, 또한 지도자의 안전리더십과 안전행동의 관계에서 매개역할을 수행하는 것으로 나타나 본 연구와 일치하는 결과로 나타났다. 하지만, 연구실 안전풍토는 안전문화와 비슷하지만 주변 영향에 쉽게 변화될 수 있는 차이점이 있다. 그렇지만 지도교수가 안전에 대하여 강조하는 일관된 리더십을 발휘한다면 연구실 안전풍토를 향상시킬 수 있을 것이며, 이를 바탕으로 연구실 종사자들의 안전행동을 증가시킬 수 있을 것이다. 대학에서는 우수 연구실 인증제 확산, 장비·보호구 비치 및 착용 의무화, 연구실 설치·운영 기준 준수 유도 등을 통하여 연구실 안전이 생활화되어 대학 연구활동종사자들의 안전 분위기 확산을 유도할 필요가 있

다. 또한, 연구실 안전리더십을 더 세분화하여 안전풍토 구성에 적합한 리더십을 찾아 안전풍토를 향상시킬 수 있는 실증적인 연구가 필요하다.

셋째, 개인 안전동기는 연구실 안전풍토가 개인 안전행동에 미치는 관계를 조절하는 것으로 나타났다. 즉, 개인 안전동기가 높을수록 안전행동을 할 가능성이 더 커진다는 것이다. 산업현장의 안전행동과 관련된 선행연구에서는 안전행동과 개인 안전동기와 관계를 잘 언급하지 않았지만, 대학 연구실에서 개인 안전행동 강화에는 개인 안전동기가 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다.

넷째, 개인 안전동기는 연구실 안전리더십과 안전행동 관계에서 연구실 안전풍토의 매개효과를 조절하는 것으로 나타났다. 즉, 안전리더십이 연구실 안전풍토에 영향을 미치고, 연구실 안전풍토는 안전행동에 정적인 영향을 미치는데 개인 안전동기가 높을수록 연구실 안전풍토는 안전행동에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이를 통하여 연구실 안전풍토 조성도 중요하지만, 산업현장과는 다르게 대학 연구실에서는 연구실 종사자들의 개인적인 안전동기를 향상시켜 주는 것이 중요하다고 할 수 있다. 대학에서는 연구실에서 종사자가 동료애, 소속감 등을 느낄 수 있게하고, 안전을 잘 준수하는 종사자에게는 포상, 인센티브 제도 도입 등을 통해 개인의 안전 동기 향상을 시켜줄 필요가 있다. 또한, 안전교육 이수자에게 석·박사 청구논문 심사 가능, 연구실 출입 가능 등을 통하여 개인 안전 동기를 심어줄 필요가 있다.

References

- 1) “Research Laboratory Safety Management Survey”, Ministry of Science and ICT, National Research Safety Headquarters, 2020.
- 2) H. J. Byun and J. I. Park, “A Review on Chemical Exposure and Related Health Risks in Laboratory Workers”, Journal of Environment Health Sciences, Vol. 36, No. 6, pp. 441-455, 2010.
- 3) K. W. Lee, and Y. R. Choi, “Actual Condition and Realization of Important on Laboratory Safety Management in Chemical Laboratories”, Journal of the Korean institute of gas, Vol. 16, No. 2, pp. 60- 66, 2012.
- 4) H. A. Lee, “An Effect of Safety and Health Education on Knowledge, Attitude and Practice of the Research Laboratory Workers”, Master Thesis, Yonsei University, 2016.

- 5) “Final Report on the Laboratory Safety Environment Consignment Project”, Ministry of Science and ICT, National Research Foundation of Korea, 2020.
- 6) “Statistics of Science and Technology in the 1st Vice Minister's Office”, Ministry of Science and ICT, 2021.
- 7) K. C. Kim, “A Plan to Improve Researchers' Safety Consciousness for the Prevention of Laboratory Safety-Accident : Focused on a Government-Supported Research Institute in Daedeok R&D Complex”, Master Thesis, Hanbat National University, 2012.
- 8) “First Implementation of the National University Laboratory Safety Environment Creation Project”, Ministry of Education, 2015.
- 9) D. P. Shin and D. E. Lee, “The Structural Analysis between Safety Factors Having an Effect on the Construction Workers' Behavior”, Korea Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 14, No. 1, pp. 101-114, 2013.
- 10) H. J. Jung, S. R. Lee and Y. W. Sohn, “The Influence of Safety-Specific Transformational Leadership on the Safety Behaviors: The Mediating Effect of Safety Climate and Safety motivation and The Moderating Effect of Trust in leader”, Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology, Vol. 28, No. 2, pp. 249-274, 2015.
- 11) M. Kong, J. Park, Y. Shin and Y. W. Sohn, “The Relationship between Empowering Leadership, Directive Leadership, Safety Communication, and Safety Behavior for Air Force Combat Pilots: The Moderated Mediating Effect of Safety Motivation”, Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics, Vol. 26, No. 2, pp. 8-30, 2018.
- 12) C. H. Lee, “The Effects of Perceived Flight Attendant's Safety Climate on Safety Motivation and Safety Behavior”, Korea Journal of Tourism Research, Vol. 35, No. 7, pp. 1-20, 2020.
- 13) D. H. Lee, Y. J. Jang and J. H. Ha, “The Mediation Effects of Group Cohesion and Safety Motivation in the Relationship between Safety Climate and Safety Behaviors among Army Soldiers, Korean Journal of Youth Studies, Vol. 27, No. 12, pp. 161-186, 2020.
- 14) J. H. Lee and K. Moon, “Influence of Safety Leadership of Manager in Construction Site on Workers' Safety Attitude and Behavior : Focused on Self-Serving Bias”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 35, No. 2, pp. 76-83, 2020.
- 15) O. S. Kwon, “A Study for the Consciousness Improve and Recommendation of Safety Managements at University Laboratory”, Master Thesis, Korea University, 2016.
- 16) B. J. Avolio and B. M. Bass, “The Full Range of Leadership Development: Basic and Advanced Manuals”, Binghamton, NY: Bass, 1991.
- 17) J. M. Burns, “Leadership”, New York : Harper and Row, 1978.
- 18) J. C. Park, “The Effects on the Hotel Employees' Silence Influence to Organizational Commitment and Turnover Intention based on Senior Leadership”, International Journal of Tourism and Hospitality Research , Vol. 27, No. 2, pp. 235-255, 2013.
- 19) S. W. Jung, “ A Study on the Effects of Leadership Styles on R&D Teams' Performance : Focusing on the Mediating Effect of Leader-member Exchange”, Master Thesis, Yonsei University, 2007.
- 20) B. M. Bass and B. J. Avolio, “MLQ Multifactor Leadership Questionnaire”, Redwoody : Mind Garden, 2000.
- 21) K. H. Lee, “A Study of the Influence of Manager Safety Leadership on Workplace Safety Culture”, doctoral thesis, Chosun University, 2012.
- 22) M. Griffin, and A. Neal, “Safety Climate and Safety Behaviour”, Australian journal of management, Vol. 27, No. 1, pp. 67-75, 2002.
- 23) S. C. Woo, “The Determinants of Safety Motivation and Their Relationships with the Safety Behaviors of Korean Air Force pilots”, Doctoral Thesis, Sang Ji University, 2014.
- 24) T. K. Lee and I. H. Kim, “The Effects Of Organizational Climates On The Organizational Commitment : Focusing On Mediating Effect Of Job Stress & Moderating Effect Of LMX”, Journal of Human Resource Management Research, Vol. 16, No. 1, pp. 151-180, 2009.
- 25) J. H. Yi, J. G. Lee and D. H. Seok, “Identification of Dimensions in Organizational Safety Climate and Relationship with Safety Behavior”, Korea Journal of Industrial and Organizational Psychology, Vol. 24, No. 3, pp. 627-650, 2011
- 26) A. Neal, M. A. Griffin and P. M. Hart, “The Impact of Organizational Climate, Safety Climate and Individual Behavior”, Safety Science, Vol. 34, pp. 99-109, 2000.
- 27) L. Crocker and J. Algina, “Introduction to Classical and Modern test Theory”, Journal of Educational Measurement, Vol. 24, No. 4, pp. 371-377, 1987.
- 28) R. K. Gable and M. B. Wolf, “Instrument Development in

- the Affective Domain: Measuring Attitudes and Values in Corporate and School Settings”, Boston, MA : Kluwer Academic, 1993.
- 29) J. S. Lee, “Education · Psychology · Social Research Methodology”, Kyoyookbook, 2009.
- 30) J. P. Campbell, R. A. McCloy, S. H. Oppler and C. E. Sager, “A Theory of Performance”, Personnel Selection in Organizations, Vol. 3570, pp. 35-70, 1993.
- 31) W. C. Borman and S. J. Motowidlo, “Expanding the Criterion Domain to Include Elements of Contextual Performance”, Personnel Selection in Organization, 1993.
- 32) K. Panuwatwanich, S. Alhaadir and R. A. Stewart, “Influence of Safety Motivation and Climate on Safety Behaviour and Outcomes : Evidence from the Saudi Arabian Construction Industry”, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, Vol. 23, No 1, pp. 60-75, 2016.
- 33) L. S. Aiken, S. G. West and R. R. Reno, “Multiple Regression: Testing and Interpreting Interactions”, Sage, 1991.