

건강, 인지 및 안전풍토가 안전행동과 사고에 미치는 영향: 철도기관사를 중심으로

The Effects of Health, Cognition, and Safety Climate on Safety Behavior and Accidents: Focused on Train Drivers

이용만 · 신태현* · 박민규

Yong Man Lee · Tack Hyun Shin · Min Kyu Park

Abstract This study highlights the theme of human error emerging as a critical issue in the railroad industry, conducting exploratory research on the effects of health, cognition, and safety climates on safety behavior and accidents using an empirical method. The statistical results based on questionnaires received from 204 train drivers indicate that psychological fatigue, cognitive failure, and internal locus of control as individual variables and CEO philosophy and behavior of immediate boss as organizational variables have significant relationships with safety behavior, while cognitive failure, CEO philosophy, behavior of immediate boss, and education were found to be significant variables with respect to accidents. Furthermore, unsafe behavior such as mistakes and violations showed negative effects on near misses and responsibility accidents, respectively. Based on these results, effective alternatives and countermeasures needed to mitigate human error were posited.

Keywords : Health, Cognition, Safety Climates, Safety Behavior, Accident

초 록 본 연구의 목적은 철도분야에서 중요한 과제로 부각되고 있는 휴먼에러를 주제로 하여 개인차원의 건강과 인지, 그리고 조직차원의 안전풍토가 안전행동 및 사고에 미치는 영향을 실증적 접근을 통해 탐색적으로 살펴보는 데 있다. 현직기관사 204명의 설문에 토대한 연구 결과 개인차원의 심리적 피로, 인지실패 및 내적 통제와 조직차원의 CEO 경영철학 및 직속상사가 안전행동에 유의한 영향을 미치며, 사고유발에는 인지실패, CEO 경영철학, 직속상사 및 교육훈련이 유의한 영향을 미치는 변인인 것으로 확인되었다. 또한 실수와 위반 등 불안정행동이 각각 아차사고 및 책임사고에 유의한 영향을 미치고 있음을 확인하였다. 이 같은 결과를 토대로 휴먼에러 저감을 위해 필요한 제도적 방안을 제안하였다.

주요어 : 건강, 인지, 안전풍토, 안전행동, 사고

1. 서론 및 연구배경

최근 철도분야에서도 휴먼에러(Human Error)에 대한 관심이 높아지면서 휴먼에러에 영향을 미치는 선행요인과 결과, 나아가서 휴먼에러의 관리방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 휴먼에러는 '인간이 주어진 일을 수행하지 못하거나 금지된 행동을 함으로써 요구하는 기능을 완수하지 못하는 것'이라고 정의할 수 있다. 이 같은 휴먼에러가 모든 국가들의 주요 관심사로 부각되는 이유는 그것이 궁극적으로 안전사고를 유발함으로써 사회적, 경제적으로 적지 않은 피해를 초래하는 경우가 적지 않기 때문이다. 따라서 학계와 실무계 모두 지대한 관심을 가지고 휴먼에러의 방지 혹은 저감에 모든 노력을 경주하고 있다.

본 연구는 이 같은 배경에 토대해 철도기관사를 대상으로 휴먼에러의 발생에 기여하는 조직행동 변인인 건강, 인지, 안전풍토가 안전행동 및 사고에 미치는 영향을 살펴보고 이를 통해 기관사의 휴먼에러 방지 혹은 저감을 위한 시사점을 도출하려는데 주요 목적이 있다.

2. 선행연구 고찰

철도시스템의 안전성 향상에 관한 인간공학 연구의 최대 과제는 휴먼에러에 기인하는 사고의 방지이다. 기존의 연구 모형들 대부분은 각 학자의 연구목적이나 관심에 따라 개발되어 휴먼에러를 야기하는 인지적 과정이나 심리적 특성에 초점을 두는 경향이 많았다.

이 같은 경향과 달리 최근에는 산업공학적 혹은 시스템적 관점에서 휴먼에러의 원인규명을 위한 다양한 분석모델 및 방법론의 개발과 적용에 주된 관심이 모아지고 있으며, 이를 통해 휴먼에러의 방지와 개선대안 제시를 목표로 한 연구가 많다[1].

*Corresponding author.
Tel.: +82-2-970-6468, E-mail : shin6468@seoultech.ac.kr
©The Korean Society for Railway 2013
<http://dx.doi.org/10.7782/JKSR.2013.16.4.331>

이 같은 연구동향에도 불구하고 본 연구는 전통적인 인지과정과 심리특성에 토대한 행동과학적 접근을 시도하고자 한다. 왜냐하면 철도분야의 경우 휴먼에러와 관련된 선행요인과 후행요인에 대한 다양한 행동과학적 연구가 아직은 미흡하기 때문이다.

이하에서는 선행연구를 토대로 본 연구의 주요 구성개념인 안전행동과 사고에 영향을 미치는 요인을 개인차원과 조직차원으로 나누어 살펴보고, 안전행동과 사고간의 관계에 대해서도 살펴보기로 한다.

2.1 안전행동 및 사고의 영향 요인

2.1.1 개인차원의 요인

개인차원의 영향요인은 인지, 정서, 성격, 동기, 피로, 스트레스 등 매우 다양하다. 본 연구에서는 연구자의 판단에 따라 안전행동과 사고에 좀 더 밀접한 관련이 있을 것으로 여겨지는 피로(건강)와 인지의 두 구성개념을 개인차원의 영향요인으로 선정하였다.

먼저, 건강의 경우 최근 그 한 가지 척도인 피로(fatigue)에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 기존의 선행연구들에서 피로의 주 원인이 스트레스와 수면장애(sleep disorder)인 것으로 밝혀지고 있는 가운데, 항공, 선박, 철도 및 도로 교통 운전자를 대상으로 한 피로에 관한 최근의 연구들은 과거 상당한 연구가 이루어진 스트레스 보다는 수면장애와 이로 인한 피로에 집중되고 있다. 신체적 피로와 심리적 피로로 구분되는 피로는 과업수행자의 수행능력과 수행동기를 감소시키고 사고위험을 증대시키는 요인이다[2]. 신체적 피로는 신체적 기능저하는 물론 인지적 기능저하로 인해 불안정한 상황에 노출될 가능성을 높이고, 불안정한 상황에 대한 대처능력의 저하를 가져올 수 있다. 심리적 피로는 냉담과 무관심을 유발하며 안전에 대해 무감각한 상태를 초래할 가능성이 높다[3].

건강의 또 다른 척도인 우울(depression)은 소진(burnout)에 따른 한 가지 증상으로[4], 신체적 우울과 심리적 우울로 구분될 수 있다. 신체적 우울은 피로, 소화불량, 수면장애 등의 문제를 야기하며 심리적 우울은 슬픔, 죄책감, 절망, 고독 등 부정적 정서를 야기하는데, 이들 모두 탈진, 무력감, 무관심, 허무감 등을 동반하면서 안전행동 및 사고에 부정적 영향을 미친다[3]. KTX기장을 대상으로 한 최근의 연구에서도 기장의 건강문제를 포함한 운전업무 부담감이 책임사고의 유발요인인 것으로 확인되고 있다[5].

개인차원의 인지(cognition) 또한 안전행동 및 사고에 유의한 영향을 미친다는 것이 반복적으로 확인되고 있다. 본 연구에서는 산업현장을 대상으로 5년에 걸쳐 반복적으로 수행된 박영석(2011)의 연구에서 안전행동에 가장 영향력을 미치는 변인으로 밝혀진 내외통제성, 자기효능감 및 인지실패를 인지변인¹으로 설정하였다[3]. Rotter(1966)에 의해 최초

로 제시된 내외통제성(통제위치: Locus of Control)[6]은 개인이 주어진 사건의 결과에 대해 그 원인을 어떤 식으로 귀인하는가에 따라 내적통제와 외적통제로 나누어지는데, 내적통제의 성향이 높은 내적통제자는 사건의 결과를 자신의 행동의지로 귀인하려는 신념이 강하고 적극적, 목표지향적, 참여적이며 정서적 안정성과 스트레스 수용력이 높은 반면, 외적통제성향이 높은 외적통제자는 사건의 결과를 행운, 재수, 운명 등 외적인 요인으로 귀인하려는 신념이 강하며 공격적, 독단적이고 타인에 대해 의심이 많고 수동적, 소극적인 경향이 있다. 기존연구에 따르면 내적통제자는 안전행동을 증대시키고 사고를 감소시키거나 조절을 하며[7], 외적통제자는 이와 반대로 안전행동의 저하와 사고의 유발이나 사고경험과 유의한 관계가 있는 것으로 보고되고 있다[8].

Bandura(1977)에 의해 제안된 자기효능감(self-efficacy)은 '주어진 상황의 요구를 충족시키기 위해서 필요한 동기부여, 인지적 자원과 행위를 동원할 수 있는 자신의 능력'에 대한 믿음이다. Bandura는 자기효능감 수준이 높은 사람일수록 성공적인 성과달성을 위해 자원과 기술을 전반적으로 통합할 수 있는 능력이 높다고 주장하였다. 그의 주장은 이후 조직행동 연구자들로부터 각광을 받아왔는데 그 이유는 자기효능감이 단순히 미래행동에 대한 예측에만 국한된 개념이 아니라 구체적인 행동으로 이어질 가능성이 많은 개념이기 때문이다. 이 같은 자기효능감은 작업자의 성과에 강력한 영향을 미치는 변인으로 인식되고 있지만 이것이 안전행동과 사고에 미치는 영향에 관한 실증연구는 아직 없으며 연구의 필요성만 제시되고 있다[9]. 한편 직무 및 산업특성 등을 감안한 연구의 필요성을 권고한 Bandura의 논의대로 안전효능감(Safety-Efficacy)이라는 좀 더 구체적인 개념에 토대해 대다수 연구들은 안전효능감이 안전행동과 사고에 유의한 영향을 미친다는 사실을 확인하였다[10].

인지실패(cognitive failure)는 인간의 인지시스템 오류로 인한 실패를 의미하며 이에는 실념(lapses of attention), 정신적 산만(mind wandering), 기억실패(failures of memory) 및 조치실패(action failure)가 있는데[10], 인지실패성향이 높은 사람일수록 실수와 위반이 잦으며 사고와 상해경험이 많은 것으로 보고되고 있어 인지실패는 안전 및 불안행동과 사고를 예측하는 선행변인이라고 할 수 있다[3].

2.1.2 조직차원의 요인

조직차원의 독립변인인 안전풍토와 관련해서는 두 가지 측면의 연구가 있다. 한 가지는 안전풍토를 구성하는 하위변인들이 무엇인지에 관한 것이고, 다른 하나는 안전풍토가 안전행동과 사고에 미치는 영향에 관한 것이다. 전자의 경우 안전풍토를 구성하는 하위요인 탐색을 시도한 Zohar(1980)의 연구[12]에 토대해 안전풍토 하위요인의 발굴에 주력한 연구들이며, 후자의 경우는 안전풍토가 안전행동 및 사고에 미치는 영향에 관한 것으로 대부분 연구들은 안전풍토와 안전행동 및 사고간에 유의한 관계가 있음을 확인하였다. 본 연구에서는 안전풍토의 다양한 하위요인 중에서 박영석(2011)에 의해 검증된 다섯 가지(의사소통, 최고경영자 안전철학, 안전실천, 교육훈련 및 직속상사) 요인을 활용하였다[3].

¹대부분의 연구에서 내외통제성과 자기효능감은 성격변인으로 간주되어 왔지만, 이들 변인이 인간의 지각, 기억 및 정보처리와 같은 일련의 정신과정에 영향을 미칠 수 있다는 점에서 '인지' 변인으로도 간주될 수 있다.

2.2 안전행동과 사고

Reason(1990)은 휴먼에러를 주의실패(slip), 기억실패(lapse), 실수(mistake) 및 위반(violation)으로 구분하면서 주의실패와 기억실패가 정해진 절차나 규정을 준수하지 못함으로써 발생한다고 기술하였다[13]. 박영석(2011)[3]은 사고와 상해를 준거변인으로 사용할 때 부딪치는 현실적인 어려움 때문에 이를 대신할 수 있는 척도로 안전행동을 제안하면서 자동화-통제화 차원과 안전-불안전 행동의 차원을 결합하여 안전행동을 준수(observance), 습관(habit), 실수(mistake), 위반(violation)의 네 가지로 제시하고 있다. 본 연구에서는 이 같은 분류를 따랐다. 안전행동을 주제로 한 대부분의 연구들은 안전행동과 사고간에 매우 유의한 관계가 있음을 입증하고 있는데[14], KTX 기장을 대상으로 한 가장 최근의 연구에서도 기기취급 오류경험이 아차사고 및 책임사고와 유의한 관계가 있으며, 위규경험(위반)이 아차사고와 유의한 관계가 있는 것으로 밝혀졌다[5].

안전분야의 경우 사고 유형을 아차사고(near misses)와 책임사고(responsibility accidents)로 분류하는 실무관행에 따라 본 연구에서도 사고를 이들 두 가지 유형으로 구분하여 사용하였다.

3. 연구설계

3.1 연구모형과 연구방법

선행연구들이 밝힌 이 같은 관계들을 종합하여 본 연구에서는 Fig. 1과 같은 연구모형을 설정하였다. 즉 현직 철도기관사를 대상으로 이들의 건강, 인지 및 안전풍토에 대한 인식이 안전행동 및 사고에 각각 어떤 영향을 미치는지를 살펴보기로 한다. 또한 중속변인의 하나로 설정한 안전행동이 또 다른 중속변인인 사고에 미치는 영향도 살펴보기로 한다.

본 연구는 기술적 방법(descriptive methodology)을 따랐다. 본 연구의 근본목적이 선행연구에서 확정된 일부 특정변인

간 인과관계를 입증하는데 두어지기 보다는 기관사를 대상으로 이들의 안전행동과 사고에 영향을 미치는 보다 광범위한 독립변인의 발견과 이들 독립변인들의 상대적 영향력을 탐색적으로 발견하는데 두어지기 때문이다. 또한 휴먼에러 관점에서 철도조직 기관사를 대상으로 다양한 변인들간의 관계를 종합적으로 조명한 연구가 아직 희소하기 때문이기도 하다. 그리고 본 연구의 독립변인이 13개로 AMOS 구조방정식을 활용할 경우 복잡성으로 인한 유효성 문제가 있을 것으로 판단하여 SPSS의 다중회귀분석을 활용하여 통계처리를 수행하였다.

한편 응답자의 연령, 학력, 근속년수, 혼인상태 및 자녀수 등 인구통계 특성이 중속변인에 미치는 영향은 별도의 연구가 필요한 주제인 만큼 본 연구의 논의에서 제외하였다.

3.2 측정변수와 척도

본 연구의 주요 구성개념인 건강의 네 가지 변인(심리적 피로, 심리적 우울, 신체적 피로, 신체적 우울), 인지의 네 가지 변인(인지실패, 내적통제, 외적통제, 자기효능감), 안전풍토의 다섯 가지 변인(최고경영자 안전철학, 의사소통, 교육훈련, 안전실천, 직속상사) 및 안전행동의 네 가지 변인(준수, 습관, 실수, 위반) 등 측정변수는 박영석의 연구[3]를 따랐으며, 설문지 개발은 현업 기관사의 업무특성을 반영하기 위해 운전경험이 풍부한 고위관리자 1인 및 다년간의 운전경험이 있는 현직 관제사 1인을 통한 설문검토와 집중인터뷰를 거쳐 완성하였다. 5점 척도로 질문한 설문지는 총 204부가 회수되었으며, 요인분석을 통한 척도순화과정(공통성 0.4 이상, 요인적재값 0.5 이상)과 신뢰도 분석을 거쳐 확정된 변인들을 최종통계처리에 활용하였다. 신뢰도 분석 결과 Chronbach α 값은 전체 변인에서 기준값인 .70 이상으로[15] 매우 양호한 값을 보였다. Table 1은 산출된 최종 측정척도를 보여준다.

본 연구에서 활용된 안전행동의 네 가지 하위변인, 즉 준수, 습관, 실수 및 위반은 아래의 산식에 의해 안전행동지수(Safety Behavior Index)라는 새로운 변인으로 전환하여 사용하였다. 안전행동지수는 박영석(2011)의 현장연구[3]에서 활용된 변인으로, 안전행동의 네 가지 하위변인(즉 안전행동인 준수와 습관, 불안전행동인 실수와 위반)을 각각 구분하여 개별적으로 접근하는 데서 오는 복잡성을 지양하는 동시에 이들 네 가지 변인을 하나의 구성개념으로 통합하여 원인변수와 안전행동간의 관계를 간결하게 보여주기 위한 의도로 생성된 지수로 본 연구에서는 5점 척도 설문문항에 맞춰 원래의 수식을 일부 변경하여 활용하였다. 아래의 산식에 따르면 안전행동지수는 안전과 관련된 네 가지 행동 중 안전행동(즉 준수와 습관)의 비율이 어느 정도인지를 보여주는 지표로 가장 이상적인 안전지수는 1이며, 일반적으로 0~1 사이의 값을 지니게 된다. 사고는 아차사고와 책임사고 유무를 Dummy 변수를 이용하여 척도화 하였다.

$$\text{안전행동지수} = \frac{\text{안전행동}}{\text{안전행동} + (\text{불안전행동} + \text{안전행동})} \\ = \frac{(\text{준수} + \text{습관} - 2)}{(\text{실수} + \text{위반} + \text{준수} + \text{습관} - 4)}$$

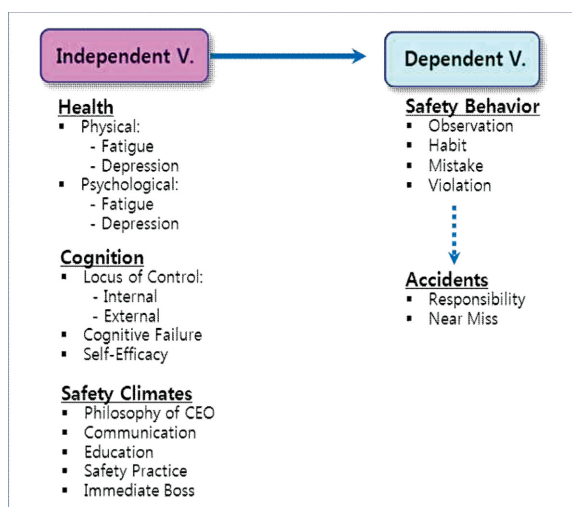


Fig. 1 The model of the study

Table 1 Measures of the study

Measures	Number of items		Mean	S.D.	Chronbach α
	Before factor analysis	After factor analysis			
(Independent variable)					
Health					
Physical fatigue	8	4	2.87	.90	.871
Physical depression	5	2	2.50	.92	.725
Psychological fatigue	7	5	2.30	.74	.920
Psychological depression	5	4	2.29	.74	.755
Cognition					
Cognitive failure	5	5	2.85	.73	.855
Internal locus of control	5	3	3.42	.64	.871
External locus of control	5	3	2.56	.76	.746
Self-efficacy	5	3	3.43	.64	.861
Safety climate					
Philosophy of CEO	4	3	3.40	.93	.879
Communication	5	4	3.47	.78	.900
Education & training	4	3	3.56	.71	.828
Safety practice	3	3	3.28	.78	.878
Immediate boss	5	2	3.35	.80	.723
(Dependent variable)					
Safety behavior					
Observation	5	5	4.02	.53	.820
Habit	5	4	2.81	.74	.721
Mistake	7	7	1.92	.66	.857
Violation	7	2	3.11	.87	.832
Accident					
Responsibility	Dummy V.				
Near Misses	Dummy V.			-	

*: Type1 – Stay with family members, Type2 – Separate from family members

3.3 응답자 특성

본 연구는 동일 철도기관의 서로 다른 두 지역 소속의 현 직기관사를 대상으로 하여 204명으로부터 설문을 회수하였다. 본 연구의 설문에 응답한 기관사는 전원이 남성이었고, 연령대는 50세 이상이 93명으로 가장 많았고 40-49세가 78명, 30-39세가 24명으로 그 뒤를 이었다. 학력의 경우 고졸 93명, 전문대졸 55명, 대졸이상이 54명이었다. 기타 응답자 특성은 Table 2와 같다.

4. 연구결과

4.1 변인간 단순상관관계

본 연구에 활용된 주요 세부변인간 관계를 단순상관을 통해 살펴보면 다음과 같다(Table 3).

우선 정신적, 신체적 피로와 우울은 인지, 안전풍토, 안전행동과 책임사고에 모두 부정적 영향을 미치고 있다.

인지의 경우는 인지실패(CF)와 외적통제(EL)가 안전풍토에 대한 부정적 지각에, 내적통제(IL)와 자기효능감(SE)은 긍정적 지각에 영향을 미치고 있다.

또한 인지실패(CF)와 외적통제(EL)는 안전행동과 책임사고에 부정적 영향을 미치며 내적통제(IL)와 자기효능감(SE)은 안전행동에 긍정적 영향을 미치고 있다. 따라서 자기효능감 변인은 안전효능감을 활용하는 최근의 연구경향에도 불구하고 여전히 변별력이 있는 변인인 것으로 판단된다.

안전풍토는 전반적으로 안전행동에 긍정적 영향을 미치고 있는데, 특히 최고경영자의 안전철학(PHI)은 안전행동지수(SBI)에 가장 큰 영향을 미치고 있다.

그리고 안전교육과 훈련(ET)이 책임사고의 저감에 영향을 미친다는 점은 주목할 만하다.

안전행동변인의 경우 실수(MSTK)는 아차사고와 책임사고 모두에 유의한 영향을 미치며, 위반(VIOL)은 아차사고의 유발에만 영향을 미치고 있다. 안전행동의 네 가지 하위변인을 안전행동지수로 전환하여 살펴본 경우는 안전행동지수

Table 2 Demography of the respondents

Factor	Group	Frequency	%	Factor	Group	Frequency	%
Gender	Male	204	100	Marital status*	Unmarried	12	5.9
	Female	0	0		Married(Type1)	174	85.3
Age	20 ~ 29	2	1.0		Married(Type2)	16	7.8
	30 ~ 39	24	11.8	Status of spouse	Divorced	2	1.0
	40 ~ 49	78	38.2		Unemployed	136	66.7
	Over 50	93	45.6		Part-Time	22	10.8
	N/A	7	3.4		Full-Time	32	15.7
					N/A	14	6.9
Education	High school	93	45.6	Number of children	None	12	5.9
	2 Yr college	55	27.0		1	14	6.9
	4 Yr college	54	26.5		2	133	65.2
	N/A	2	1.0		3	38	18.6
					N/A	7	3.4
Years of service	1 - 10	60	29.4	Unit location	Area A	102	50
	11 - 20	68	33.3		Area B	102	50
	21 - 30	69	33.8	Responsibility accident	Yes	39	19.1
	Over 31	4	2.0		No	165	80.9
	N/A	3	1.5				
Job grade	Grade 1, 2, and 3	91	44.6	Near miss accident	Yes	151	74.4
	Grade 4	87	42.6		No	52	25.6
	Grade 5	22	10.8				
	Grade 6	2	1.0				
	N/A	2	1.0				

(SBI)가 높을수록 아차 및 책임사고가 유의하게 낮아지는 것으로 나타나고 있다.

이처럼 단순상관관계만을 토대로 살펴보았을 때 직속상사(BOSS)를 제외한 모든 독립변인들이 안전행동지수(SBI)와 유의한 관계를 보이고 있으며, 아차사고의 경우는 안전풍토의 하위변인인 직속상사(BOSS)와 안전행동의 하위변인인 실수(MSTK) 및 위반(VIOL)과만 유의한 상관관계를 보인 반면, 책임사고는 건강의 모든 변인들과 인지실패(CF) 및 실수(MSTK)와 상대적으로 높은 상관성을 보인다는 점에서 차이가 있는데, 이는 특히 아차사고 및 책임사고의 차원이 다르며 이들에 대한 영향요인의 분석과 접근이 이질적이어야 함을 암시하는 대목이라고 볼 수 있다.

본 연구에 활용된 13개의 독립변인간 다중공선성의 문제를 최소화하면서 종속변인에 영향을 미치는 중요한 변인을 찾아내기 위해 단계선택법(step-wise)에 의한 회귀분석을 수행한 결과는 Table 4와 같다.

4.2 회귀분석 결과

4.2.1 건강, 인지 및 안전풍토가 안전행동과 사고에 미치는 영향

건강, 인지 및 안전풍토의 세부변인들을 종속변인의 하나인 안전행동지수(SBI)에 회귀시킨 결과(Table 4: Phase 1), 건강의 하위변인인 심리적 피로(Psy.F.: $\beta = -.151^*$)와 인지의 하위 변인인 인지실패(CF: $\beta = -.231^{**}$)와 내적통제(IL: $\beta =$

$.194^{**}$), 그리고 안전풍토의 하위변인 중 경영철학(PHI: $\beta = .297^{**}$) 및 직속상사(BOSS: $\beta = .183^{**}$)가 안전행동에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 기관사 개인이 내적 통제 성향이 높고, 최고경영자의 경영철학이 안전을 강조할수록, 그리고 안전에 관한 직속상사의 리더십이 효과적일수록 안전행동지수가 높아지는 반면, 기관사의 심리적 피로도가 높고 인지실패 경험이 많을수록 안전행동지수는 낮아지는 것을 의미한다.

같은 방법으로 건강, 인지 및 안전풍토의 세부변인들을 아차사고와 책임사고에 회귀시킨 결과(Table 4: Phase 2, 3), 안전풍토의 하위변인인 직속상사(BOSS: $\beta = -.243^{**}$) 및 경영철학(PHI: $\beta = -.180^*$)이 아차사고의 유발을 저감시키는 것으로 나타났으며, 책임사고의 경우는 인지의 하위변인인 인지실패(CF: $\beta = .229^{**}$)가 책임사고의 유발에, 그리고 안전풍토의 하위변인인 교육훈련(ET: $\beta = -.139^*$)이 책임사고의 저감에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

4.2.2 안전행동이 사고에 미치는 영향

본 연구의 종속변인으로 설정한 안전행동 및 사고의 두 변인간 관계를 살펴보기 위해 안전행동의 네 가지 하위변인인 준수, 습관, 실수 및 위반을 각각 아차사고와 책임사고에 회귀시킨 결과(Table 4: Phase 4, 5), 아차사고에는 위반(VIOL: $\beta = .257^{**}$)이, 책임사고에는 실수(MSTK: $\beta = .253^{**}$)가 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 3 Correlation among construct variables

	Ps. F.	Ph. F.	Ps. D.	Ph. D.	CF	IL	SE	EL	COM	PHI	ET	OP	BOSS	MSTK	OBSV	HABT	VIOL	SBI	N/M
Ph. F.	.724**	1																	
Ps. D.	.397**	.281**	1																
Ph. D.	.507**	.595**	.432**	1															
CF	.576**	.548**	.447**	.522**	1														
IL	-.193**	-.170*	-.492**	-.337**	-.278**	1													
SE	-.266**	-.273**	-.512**	-.269**	-.271**	.436**	1												
EL	.379**	.352**	.434**	.463**	.484**	-.245**	-.181**	1											
COM	-.395**	-.371**	-.099	-.306**	-.187**	.215**	.214**	-.154*	1										
PHI	-.070	-.142*	.030	-.042	-.022	.290**	.073	-.188**	.364**	1									
ET	-.179*	-.202**	-.235**	-.165*	-.133	.384**	.140*	-.304**	.428**	.441**	1								
OP	-.201**	-.228**	-.050	-.125	-.139*	.317**	.014	-.240**	.571**	.507**	.589**	1							
BOSS	-.316**	-.169*	-.146*	-.052	-.096	-.226**	.042	-.080	.108	-.211**	-.142*	-.089	1						
MSTK	.363**	.248**	.388**	.319**	.458**	-.236**	-.221**	.366**	-.107	-.197**	-.247**	-.135	-.271**	1					
OBSV	-.278**	-.212**	-.503**	-.221**	-.346**	.496**	.411**	-.433**	.178*	.306**	.389**	.197**	.010	-.527**	1				
HABT	-.178*	-.151*	-.026	-.025	-.133	.145*	.296**	.166*	.284**	.269**	.073	.186**	-.082	.031	.019	1			
VIOL	.226**	.262**	.009	.084	.204**	-.185**	-.072	.093	-.170*	-.191**	-.091	-.186**	-.091	.315**	-.161*	-.161*	1		
SBI	-.401**	-.347**	-.282**	-.210**	-.400**	.341**	.268**	-.259**	.217**	.342**	.260**	.245**	.133	-.690**	.545**	.311**	-.816**	1	
N/M	.052	.125	-.044	.095	.023	.031	-.102	.013	-.101	-.121	.030	-.032	-.201**	.197**	-.063	-.015	.254**	-.269**	1
R/A	.151*	.151*	.224**	.235**	.248**	-.109	-.042	.142*	-.062	-.044	-.170*	-.014	-.122	.253**	-.148*	.060	.040	-.144*	.231**

Ps. F.: Psychological Fatigue, Ph. F.: Physical Fatigue, Ps. D.: Psychological Depression, Ph. D.: Physical Depression

CF: Cognitive Failure, IL: Internal Locus of Control, SE: Self-Efficacy, EL: External Locus of Control

COM: Communication, PHI: Managerial Philosophy of CEO, ET: Education and Training, OP: Operational Practices, BOSS: Immediate Boss

MSTK: Mistake, OBSV: Observance, HABT: Habit, VIOL: Violation

SBI: Safety Behavior Index, N/M: Near Miss, R/A: Responsibility Accidents

Table 4 Results of regression (Step-wise)

Phase	DV	IV	SE	β	t(P-value)	Statistics
1	SBI	Psy. F.	.013	-.151	-1.989(*)	$R^2=.339, \Delta R^2=.322, F=19.707, p=.000$ (D/W: 1.687)
		PHI	.008	.297	4.749(**)	
		CF	.012	-.231	-3.161(**)	
		IL	.013	.194	2.935(**)	
		Boss	.010	.183	2.774(**)	
2	Near Miss	Boss	.038	-.243	-3.483(**)	$R^2=.073, \Delta R^2=.064, F=7.848, p=.001$ (D/W: 2.017)
		PHI	.033	-.180	-2.575(*)	
3	Responsibility Accident	CF	.037	.229	3.339(**)	$R^2=.079, \Delta R^2=.070, F=8.563, p=.000$ (D/W: 1.706)
		ET	.038	-.139	-2.024(*)	
4	Near Miss	VIOL	.034	.257	3.745(**)	$R^2=.066, \Delta R^2=.061, F=14.022, p=.000$ (D/W: 1.870)
5	Responsibility Accident	MSTK	.041	.253	3.681(**)	$R^2=.064, \Delta R^2=.059, F=13.553, p=.000$ (D/W: 1.535)

*p<0.05, **p<0.01, (D/W: Durbin-Watson)

Table 5 Suggestions for enhancing safety objectives

Construct	Details	Results	Suggestions
Health	Psychological Fatigue	-Negative effect on SBI	-Depicting the causes of psychological fatigue -Setup of Work-Life Balance Program including health and recreation -Deep concern for the results of physical and psychological check-up
Cognition	Cognitive failure	-Negative effect on safety behavior and R/A	-Revision of recruiting method (utilization of expert psychologist)
	Internal locus of control	-Positive effect on safety behavior	
Safety climates	CEO's philosophy immediate boss	-Positive effect on safety behavior and N/M	-Cultivation of safety climates and culture -Leadership training for managers
	Education& Training	-Positive effect on R/A	
Safety behavior	Mistake	-Negative effect on R/A	-Assessment for the knowledge the degree of obedience to manuals(procedures) -Regular education on the real cases of accident and trouble
	Violation	-Negative effect on N/M	-Virtual simulation training for trouble-shooting -Elimination of interrupting environmental factors

4.3 통계의 시사점

첫째, 본 연구에서 독립변인으로 설정한 건강, 인지 및 안전풍토 중 건강의 하위변인인 심리적 피로와 인지의 하위변인인 인지실패와 내적통제, 그리고 안전풍토의 하위변인인 경영자의 안전철학과 직속상사가 안전행동지수에 유의한 영향을 미치고 있다. 심리적 피로는 냉담과 무관심을 유발하고 안전에 대해 무감각한 상태를 초래할 개연성이 높다는 점에서 안전행동에 부정적 영향을 미친 것으로 볼 수 있으며, 인지실패는 실념이나 기억 혹은 조치실패 등 인지시스템 오류로 인해 안전행동(준수와 습관)을 감소시키고 불안전행동(실수와 위반)을 증대시키는 결과를 초래한 것으로 볼 수 있다. 인지의 또 다른 유의한 변인인 내적통제는 안전과 관련

한 대다수 선행연구에서와 같이 본 연구에서도 안전행동지수에 유의한 영향을 미치고 있는데, 자신의 행동을 스스로 통제할 수 있다는 신념이 높은 기관사일수록 안전행동지수가 상대적으로 높은 것으로 나타났다.

다음으로 조직차원의 변인인 안전풍토에서는 최고경영자의 안전철학과 직속상사의 리더십이 유의한 영향을 미치고 있다. 이 같은 사실은 기관사의 안전행동을 특정 개인과 부문의 문제로 치부하기보다는 경영자의 적극적 관심과 지원을 토대로 전략적 차원의 핵심가치로 공유되어야 하며, 이의 효과적 실행을 위해서는 직속상사의 올바른 리더십 행위가 전제되어야 함을 의미한다.

둘째, 독립변인과 아차사고의 관계에서는 안전풍토의 하

위변인인 경영철학과 직속상사의 두 변인이 유의한 요인으로 도출되었다. 이는 최고경영자의 안전철학에 대한 기관사의 인식과 수용도가 높을수록, 그리고 직속상사의 리더십이 효과적일수록 그만큼 아차사고의 빈도가 저감된다는 것을 의미하는 것으로 안전풍토의 제고에 있어서 최고경영자의 철학과 직속상사의 역할이 새삼 중요하다는 사실을 일깨워주는 결과라고 할 수 있다.

한편, 책임사고와의 관계에선 개인차원의 인지요소인 인지실패 빈도가 높을수록 책임사고 확률이 증대되며, 조직차원의 안전풍토 중 기관사에 대한 교육훈련이 효과적일수록 책임사고의 확률이 낮아지는 것으로 나타나고 있다. 인지실패, 경영철학 및 직속상사는 안전행동지수와 관계에서도 영향을 미치는 요인이었던 점에서 이들 세 요인은 그 중요성이 높은 변인으로 인식될 필요가 있다.

셋째, 안전행동의 구성요소인 준수, 습관, 실수 및 위반과 사고와의 관계를 보면 아차사고의 경우는 위반이, 책임사고의 경우는 실수가 유의한 영향을 미치고 있다. 이는 선행연구의 결과[5]를 지지하는 것으로, 위반과 실수라는 불안행동이 사고유발에 직접적 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

지금까지 기술한 통계의 시사점을 토대로 안전행동을 제고하고 사고를 저감시키기 위한 제도적 차원의 대안을 요약하여 제시하면 다음과 같다(Table 5).

먼저 건강의 경우 특히 심리적 피로가 안전행동지수에 영향을 미치고 있다는 점에서 기관사가 느끼는 피로의 원인을 구체적으로 밝히는 한편, 일과 삶의 영역을 세심하게 보살피고 두 영역간의 균형을 모색함으로써 기관사의 피로수준을 낮출 수 있는 제도적 장치(Work-Life Balance Program)의 구축이 필요하다. 또한 기관사의 심리/신체검사 결과에 토대해 예후를 살피고 증상을 체계적으로 보살피며 관리해나갈 필요가 있다.

이와 함께 건강과 휴양관리의 중요성을 각성시키면서 지속적인 교육을 실시해나가는 것 또한 필요하다.

인지변인의 경우는 기관사 선발단계에서 지원자의 인지와 성격을 중요한 요인으로 고려하여 측정함으로써 가급적 내적통제성향이 높고 인지실패의 가능성이 낮은 지원자를 선별할 필요가 있다. 이를 위해 철도선진국의 경우처럼 심리전문가를 활용한 심층면접을 수행하는 것이 바람직하다.

안전풍토의 경우는 최고경영자의 안전철학을 중시하면서 이 같은 안전철학이 조직전반에 전파되고 건전한 문화로 구축되도록 전사적 노력을 기울여야 하며, 문화구축의 가장 중요한 촉진자인 경영자와 관리자의 올바른 리더십 역량 제고를 위한 교육훈련 등 각별한 지원과 배려가 병행되어야 한다.

마지막으로 사고유발에 영향을 미치는 실수나 위반과 같은 불안행동을 저감시키기 위한 노력이 필요하다. 이를 위해서는 관련매뉴얼 및 규정에 대한 이해도와 숙지도 및 준수도를 정기적으로 평가하여 기관사의 주의를 환기시키고 역량을 증대시킬 필요가 있으며, 사고나 장애의 실제사례 교육 및 장애시 조치요령에 대한 가상 시뮬레이션 교육을 지속적으로 실시함과 더불어 운전예 방해가 되는 환경적 요인을 적극적으로 제거 혹은 개선해나가는 노력도 이루어져야 한다.

5. 결 론

본 연구는 철도분야의 휴먼에러를 주제로 하여 기관사의 인지과정과 심리특성 및 안전풍토가 안전행동과 사고에 미치는 영향을 탐색적으로 분석해보려는 목적으로 수행되었다. 연구 결과, 독립변인 중 개인차원의 심리적 피로, 인지실패 및 내적통제, 그리고 조직차원의 CEO 안전철학 및 직속상사의 리더십이 안전행동에 유의한 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다. 사고와의 관계에서는 CEO 안전철학 및 직속상사의 리더십이 아차사고를 저감시키며, 인지실패가 책임사고의 유발과 관련이 있는 반면, 교육훈련은 책임사고의 저감에 기여하는 요인으로 확인되었다.

또한 안전행동과 사고와의 관계에서는 불안행동인 위반이 아차사고에, 그리고 역시 불안행동인 실수가 책임사고에 유의한 영향을 미친다는 사실을 확인하였다.

본 연구를 통해 확인된 중요한 측면은 조직차원의 안전풍토 변인인 경영자의 안전철학과 직속상사의 리더십, 그리고 안전과 관련한 교육훈련이 안전행동의 제고와 사고의 저감에 유의한 영향을 미친다는 사실이다. 이는 기관사 개인차원의 변인에 대한 관심과 함께 전사적 차원의 안전풍토 및 문화의 확산과 내면화를 위한 좀 더 전략적이고 체계적인 제도개선의 노력과 실천이 휴먼 에러의 방지와 저감에 매우 중요한 국면이라는 사실을 환기시켜주는 결과라고 할 수 있다.

본 연구의 통계적 한계이기도 하지만, 향후 휴먼에러의 선형요인과 후행요인의 발견과 탐색을 통한 설명력 제고라는 측면에서 본 연구의 구성개념으로 설정한 변인 이외에도 정서, 동기, 성격 등의 변인과 함께 공학적 접근에 의해 도출된 영향요인들을 포함한 메타 모형을 구성하여 이에 대한 후속 연구가 이루어진다면 바람직하겠다.

본 연구는 1개 철도조직의 현직기관사를 대상으로 수행된 만큼, 본 연구의 결과는 일반화의 한계를 지니고 있다. 따라서 타 철도조직을 포함한 비교연구의 필요성이 향후 요청되며, 선행연구 고찰에서 언급한 바와 같이 산업공학적, 시스템적 방법론과 결합한 심층연구도 의미가 있다고 여겨진다.

후 기

이 연구는 서울과학기술대학교 교내 학술연구비(일부)지원으로 수행되었습니다.

References

- [1] D.S. Kim, D.H. Baek, W.C. Yoon (2007) An investigation of human error analysis techniques in various industries with implications for the Korean railway industry, *Journal of the Korean Society for Railway*, 10(1), pp. 7-15.
- [2] SafetyNet (2009) Fatigue, Project co-financed by the European Commission(Directorate-General Transport and Energy), retrieved 3/9/2013, pp. 6-7.
- [3] Y.S. Park (2011) Development of Safety Psychology Coaching Program, KOSHA, Research Report 2011.

- [4] E. Mutkins, R.F. Brown, E.B. Thorsteinsson (2011) Stress, depression, workplace and social supports and burnout in intellectual disability support staff, *Journal of Intellectual Disability Research*, 55(5), pp. 500-510.
- [5] J.G. Jun (2013) Countermeasures to mitigate human errors for preventing KTX driving accidents, *Ph.D thesis*, Seoul National University of Science and Technology.
- [6] J.B. Rotter (1966) Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement, *Psychological Monographs*, 80(1), pp. 1-28.
- [7] R.E. Mayer, J.R. Treat (1977) psychological, social, and cognitive characteristics of high risk drivers: a pilot study, *Accident Analysis and Prevention*, 9, pp. 1-8.
- [8] J.W. Jung (2000) The role of personality in predicting safety performance: the case of railroad officials accident involvement, *Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology*, 13(1), pp. 41-60.
- [9] L.L. Prieto (2009) Exploring the power of self-efficacy at work: some empirical studies from the social cognitive perspective, *Ph.D thesis*, Jaume University.
- [10] G.H. Lee, D.H. Park (1999) Analysis of the relationship between self-efficacy beliefs and industrial accident, *Journal of the KOSOS*, 14(2), pp. 127-139.
- [11] N. Unsworth, G.A. Brewer, G.J. Spillers (2012) Variation in cognitive failures: An individual differences investigation of everyday attention and memory failures, *Journal of Memory and Language*, 67, pp. 1-16.
- [12] D. Zohar (1980) Safety climate in industrial organizations: theoretical and applied implications, *Journal of Applied Psychology*, 65, pp. 96-102.
- [13] J. Reason (1990) *Human Error*, New York, USA: Cambridge University Press, pp. 74-86.
- [14] D. Shinar (2007) *Traffic Safety and Human Behavior*, Emerald Group Publishing Limited, Howard House, Wagon Lane, Bingley BD16 1WA, United Kingdom, pp. 73-77.
- [15] H.Y.Lee (2012) *Research Methodology*, 2nd ed., CRBOOKS, Seoul, Korea, 318.

접수일(2013년 4월 17일), 수정일(2013년 4월 29일),
게재확정일(2013년 6월 18일)

Yong Man Lee : lym240my@nate.com

Department of Railroad Management Policy, Graduate School of Railway, Seoul National University of Science and Technology, 232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul, 139-743, Korea

Tack Hyun Shin : shin6468@seoultech.ac.kr

Department of Industrial & Information Systems Engineering, College of Business and Technology, Seoul National University of Science and Technology, 232 Gongneung-ro, Nowon-gu, Seoul, 139-743, Korea

Min Kyu Park : railsafety@ts2020.kr

Railroad Safety Office, Railroad & Aviation Division, Korea Transportation Safety Authority, 376 Hwarangro, Danwon-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, 425-801, Korea