

EBT를 활용한 민간항공 조종사의 비정상상황 대처능력 향상

Improving Airline Pilot's Ability for Abnormal & Emergency Situation by Utilizing EBT

한삼승¹ · 김현덕² · 김규왕^{3*}

¹한서대학교 대학원 항공운항관리학과

²한국항공대학교 항공운항학과

³한서대학교 항공운항학과

Sam-Seung Han¹ · Hyeon-Deok Kim² · Kyu-Wang Kim^{3*}

¹Department of Aviation Management, Graduate School, Hanseo University, Chungcheongnam-do, 32158, Korea

²Department of Flight Operation, Korea Aerospace University, Gyeonggi-do, 10540, Korea

³Department of Flight Operation, Hanseo University, Chungcheongnam-do, 32158, Korea

[요 약]

항공사고조사 분석자료를 통해 ICAO (International Civil Aviation Organization)와 IATA (International Air Transport Association) 회원국의 전문가들은 비행 안전에 추가적인 개선이 필요함에 공감하게 되었고 조종사 훈련에 대하여 대대적으로 포괄적인 검토가 이루어졌다. 이 검토 결과 조종사의 기술적인 부분뿐만 아니라 CRM (crew resource management)과 관련된 비기술적인 부분의 역량 개발에 중점을 두게 되었다. 2013년에 ICAO에서 항공안전 증진을 위한 조종사의 역량 개발과 강화를 위해 계약국에 EBT (evidence-based training) 시행을 권고하였다. 본 연구에서는 국내 항공사들은 어떻게 EBT 훈련프로그램을 활용하고 있고 비정상 상황에 조우하였을 때 위협과 과실을 어떻게 관리하여 운항 본연의 목적인 안전을 확보하고 증진할 수 있는지, EBT의 중요한 부분을 차지하고 있는 비기술적인 핵심역량을 개선 발전시킬 방안을 도출하고자 한다.

[Abstract]

Analysis of air accident investigation data led experts from ICAO and IATA member countries to agree on the need for further improvements in flight safety and led to a comprehensive review of pilot training. As a result of this review, emphasis was placed on developing pilots' technical as well as non-technical competencies related to CRM. In 2013, ICAO recommended that contracting countries implement EBT to develop and strengthen pilots' competencies to improve flight safety. This study intend to find out how Korean airlines utilize EBT training programs and how they manage threats and errors when encountering abnormal situations to secure and promote safety, which is the original purpose of operations. We sought to derive ways to improve and develop non-technical core competencies.

Key word : Evidence based training(EBT), Core competencies, Decision making tools, Threat & error management(TEM).

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2024.28.4.507>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 22 July 2024; Revised 27 August 2024

Accepted (Publication) 29 August 2024 (30 August 2024)

*Corresponding Author; Kyu-Wang Kim

Tel: +82-41-671-6218

E-mail: kimchi1230@hanseo.ac.kr

I. 서론

민간 운송용 항공기가 대형화되고 한 번 운항 관련 사고 발생 시 항공사 및 사회에 미치는 충격과 경제적 손실 및 인명 피해는 더욱 커지게 되었다. 이런 배경으로 인하여 항공기의 전손과 치명적인 인명 사고율을 최대한 줄이고자, 정기훈련과 한정자격훈련에 대한 전반적인 재검토의 필요성이 항공산업 전반에 걸쳐 대두되면서 증거기반훈련이 개발되기 시작하였다.

2013년 4월 2째주 Flight International 항공 주간지에 “Storm scrambled A340 airspeed data”라는 매우 흥미 있는 기사가 게재되었다. 에티하드 항공 A340-600 항공기가 UAE의 수도 아부다비를 출발하여 호주 멜버른을 향해 비행한 지 6시간 정도 경과 했을 무렵 칠흑같이 어두운 밤 인도양 상공에서 갑작스런 난기류에 조우하게 되었고 천둥, 번개를 동반한 우박으로 인하여 속도계 1, 2가 비정상 작동하였으며 AP, FMGEC, FADEC, FCDC 등 자동조종계통과 자동항법장비들이 부작동하는 상태에 빠지게 되었다. 휴식을 취하고 있던 교대 운항승무원이 조종실로 들어가 근무 중이던 기장과 부기장을 도와 30분 만에 원하는 비행 상태로 회복한 후 가장 가까운 3시간 거리에 있는 싱가포르 공항으로 안전하게 회항하였다. 이 기사에서 이 비행을 2009년 6월 1일 북대서양 상공에서 추락한 에어프랑스 AF447편(228명 전원사망) A330 항공기와 비교하면서 “비행 기상 상황과 항공기 시스템 부작동 상태는 같았으나 결과는 전혀 달랐다”라고 하면서 문제해결을 할 수 있었던 원동력은 정확한 상황판단을 통한 원활한 의사소통, 리더쉽과 팀워크로 안전을 확보한 위협과 과실 관리(TEM)의 교과서와 같은 본보기였으며 운항승무원들을 칭찬하는 기사였다 [1]. 현대의 신뢰성 높은 항공 수단과 시스템하에서 모든 경우의 수의 항공사고 시나리오를 예견하기는 현실적으로 불가능하며 다음 사고는 아마 전혀 예측하지 못한 것이 될 것이다.

EBT에 포함된 핵심역량들은 전에 알려진 기술적, 비기술적인 지식, 기량과 자세들을 아우르고 있으며, 현대의 운항 환경에서 필요한 훈련 내용과 일치하고 있다. 지난 20년 동안 항공 운항과 훈련 분야에 걸쳐 많은 유용한 자료들이 축적되었으며 이러한 분석자료에 기반하여 EBT의 필요성, 훈련 개념과 훈련과목에 관한 정의가 이루어졌다. EBT의 목표는 항공사고, 준사고, 항공 운항과 훈련으로부터 수집된 증거를 토대로 가장 관련 있는 위협 요소들을 선별하여 민간항공 운송환경에서 효과적이고 효율적으로 운항 안전을 확보하기 위한 역량들을 개발하는 데 있다[2].

II. 이론적 배경

2-1 선행연구

항공안전 증진을 위해 항공 경영진과 항공안전 관련 국제기구, ICAO, IATA에서는 광범위한 검토를 거쳐 조종사의 훈련프로그램을 전통적인 반복 숙달 방법에서 비기술적인 CRM과 관련된 훈련을 개선하여 2013년에 EBT 시행을 계약국에 권고하였다. 그 개선의 결과물들은 2013년 이후 다음과 같다.

ICAO(2013), “Manual of Evidence-Based Training.” DOC 9995, First Edition

ICAO(2015), “Procedures for Air Navigation Services -Training.”, DOC 9868, Second Edition

ICAO(2020), “Procedures for Air Navigation Services -Training.”, DOC 9868, Third Edition

ICAO(2021), “Manual on Human Performance(HP) for Regulators.”, DOC 10151, First Edition

IATA(2013), “Evidence-Based Training Implementation Guide.”, First Edition

IATA(2014), “Data Report for Evidence Based Training”, First Edition

IATA(2021), “Instructor and Evaluator Training Guidance Material and Best Practices.”, Edit. 2

IATA(2023), “Competency Assessment and Evaluation for Pilots, Instructors and Evaluators.”, Second Edition

IATA(2024), “Competency-Based Training and Assessment(CBTA) Expansion within the Aviation System.” White Paper

IATA(2024), “Evidence-Based Training Implementation Guide” Edition 2

이 개선된 EBT 프로그램이 조종사의 핵심역량을 강화하여 다양한 운항 환경 속에서 발생하는 예측하지 못한 위협에 능동적으로 대처하는 것을 목표로 하는 EBT이다. 증거기반훈련에서 중요한 부분을 차지하는 것이 시나리오기반 평가와 시나리오기반 훈련이다[3].

이 훈련방법은 훈련 초기의 조종사들에게 적용되는 방식이 아니고 자격을 모두 갖추고 항공사에서 운항 승무를 하고 있는 조종사들이 6개월마다 실시하는 정기훈련에 적용되도록 개발된 훈련 프로그램이다.

2-2 증거기반훈련(EBT)의 개념과 수행

EBT ICAO Manual Doc 9995는 항공사 운항승무원들의 정기훈련에 초점을 맞추고, 운항 안전을 향상하기 위하여 보다 효율적인 훈련을 수행하도록 하기 위해 만들어졌다. 더 나아가 EBT 프로그램에 있어 유능한 교관의 중요성을 인식하게 되었고, EBT 실행을 위해 필요한 교관의 자격에 관한 안내서를 발간하였다.

EBT 프로그램에서 제안하는 패러다임의 변경은 시대에

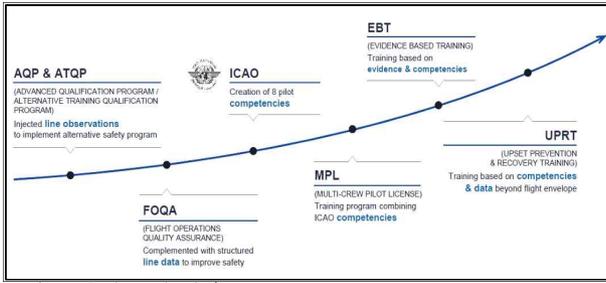


그림 1. 훈련 보완 개선
Fig. 1. Training complementary improvement framework.



그림 2. EBT를 확장한 CBTA
Fig. 2. CBTA expands EBT.

뒤 처진 낡고 식상한 중요 이벤트를 새로운 것으로 단순히 대체하는 것이 아니며, 필요한 역량들을 활용하여 운항승무원의 전반적인 능력을 개발하고 평가하는 수단으로 사용하자는 것이다[4]. EBT는 첫 시도에서 성공적으로 비행하지 못한 항목을 운항승무원이 실제로 그 이유를 이해하지 못한 상태로 기동을 단순히 반복 훈련하는 것보다는 올바르게 못한 행동의 근본적인 원인을 분석하는 교관 집단의 중요함을 재강조하고 있다[5]. EBT가 추구하고자 하는 것은 훈련과 평가의 불균형을 바로잡는 것이다. 단순히 평가만을 받는 것이 아니라, 주어진 행동지표에 기반하여 유능하고 역량있는 교관에 의해 훈련과 평가가 이루어질 때, 운항승무원들이 보다 효율적으로 배울 수 있다는 역량 평가 개념에 대하여 인식하게 되었다. EBT 프로그램의 궁극적인 목표는 항공안전을 증진하고 운항의 효율성을 극대화할 수 있도록 운항승무원의 역량과 자신감을 향상하여, 운항 중 발생할 수 있는 문제를 극복하는 회복탄력성을 갖춘 운항승무원을 양성하는 데 있다[6].

2-3 조종사의 핵심 역량

역량이란 인간의 성공적인 능력을 예측하기 위해 ICAO에 의해 정의된 개념으로써, 어떤 기설정된 일정 수준 이상으로 임무를 수행하기 위하여 필요한 지식, 기술 및 자세의 조합(combination of knowledge, skills and attitudes)을 말한다[7]. EBT 개념에 있어 첫 번째 가장 기본이 되는 요소는 역량이며 운항승무원의 역량을 향상하는 것이 EBT 훈련프로그램이다[8]. ICAO Manual of Evidence-Based Training Doc 9995(2013)에서는 EBT 프로그램을 통해 향상하고자 하는 운항승무원의 핵심역량으로 8가지로 제시하였다[4].

표 1. IATA 조종사의 9가지 핵심 역량
Table 1. IATA Pilot's 9 core competencies.

Competency	Competency description
Application of knowledge(KNO)	Demonstrates knowledge and understanding of relevant information, operating instructions, aircraft systems and the operating environment.
Application of Procedures(PRO)	Identifies and applies appropriate procedures in accordance with published operating instructions and applicable regulations, using the appropriate knowledge.
Communication (COM)	Demonstrates effective oral, non-verbal and written communications, in normal and non-normal situations.
Aircraft Flight Path Management, automation(FPA)	Controls the aircraft flight path through automation, including appropriate use of flight management system(s) and guidance.
Aircraft Flight Path Management, manual control (FPM)	Controls the aircraft flight path through manual flight, including appropriate use of flight management system(s) and flight guidance systems.
Leadership and Teamwork(LTW)	Demonstrates effective leadership and team working.
Problem Solving and Decision Making(PSD)	Accurately identifies risks and resolves problems. Uses the appropriate decision-making processes.
Situation Awareness(SAW)	Perceives and comprehends all of the relevant information available and anticipates what could happen that may affect the operation.
Workload Management(WLM)	Manages available resources efficiently to prioritize and perform tasks in a timely manner under all circumstances.

항공기의 발달과 이에 부응하는 항공 운항에서의 지식요건의 중요성이 부각 되면서 EASA와 IATA는 이전에는 각 항목의 기초 요소로 생각되던 지식(knowledge)을 하나의 별도 역량으로 추가하여 표 1과 같이 9가지 핵심역량으로 구분하였다.

2-4 위험과 과실 관리(TEM)

항공산업이 급성장하면서 항공안전을 확보하기 위한 많은 노력이 있었다. 이 중 항공사고 조사 과정에서 도출하게 된 사후 위험요인(reactive hazard) 보다 중요한 것이 사전 위험요인(proactive hazard)을 찾아내고 관리하는 것이며, 앞으로 발생할 수 있는 사고 또는 준사고를 줄일 수 있는 방안에 관심을 기울이게 되었다.

사전 위험요인을 찾아내는 방법은 주로 비행자료 분석 프로그램과 안전보고제도이다[9]. 안전보고제도 중 필수보고 항목은 항공기의 시스템 고장이나 운항 중 발생한 기술적인 내용에 관한 사항들이고 인적요인과 관련 있는 사항은 자율보고제도라고 할 수 있다. 이 자율보고제도로부터 얻는 정보야말로 항공안전증진을 위해 인적요인과 관련된 내용으로서 사전 위험요인을 선제적으로 관리할 수 있는 자료이다.

TEM은 항공 운항과 인간 능력 사이에 있는 안전 개념으로써 ‘원하지 않는 상태’를 초래할 수 있는 위협과 과실을 인식하고 예방과 완화에 중점을 두고 인적요인을 관리하여 안전 여유(safety margin)를 개선하는 것이다. 항공기 운항 중 TEM은 안전이란 관점에서 아주 중요한 부분으로 고려되고 있다. “항공 운항 업무에 종사하고자 할 때에는 TEM에 관한 지식과 위협 및 과실을 관리할 수 능력을 입증할 수 있어야 한다.”라고 Human performance 훈련 요구 사항을 ICAO Annex 1에서 조종사 자격과 한정의 한 부분으로 명시하고 있다.

TEM 훈련은 인간의 한계와 능력을 포함한 “원하지 않는 상태”를 초래할 수 있는 위협과 과실을 인식하여 예방하고 완화하는 데 초점을 맞추고 있다.

그림 4의 TEM 모델은 사고/준사고와 같이 하나의 이벤트에 초점을 맞춘 안전 분석, 운항품질검사와 같은 큰 이벤트 내에서의 시스템적인 유형을 이해할 때와 같이 여러 가지 목적으로 이용될 수 있다.

운항승무원의 관점에서 봤을 때 그림 5에서 보는 바와 같이 TEM 구조 모델에는 위협, 과실, 원하지 않는 항공기 상태, 3개의 기초 요소가 있다. 위협과 과실 관리도 중요하지만 원하지 않는 상태에 대한 관리가 TEM 체계 구조에서 핵심 요소이다. 원하지 않는 항공기의 상태에 대한 관리가 불안정한 결과를 피하고 항공기 운항에서 안전 여유를 유지하는 데 있어 마지막 기회를 의미한다.

Example of hazard identification methodology expansion			
Reactive	Reactive/Proactive	Proactive	Proactive/Predictive
E.g. Analysis Accidents-Incidents	E.g. Analysis of event including Undesired Aircraft States	E.g. Analysis of Threat and Error Management	E.g. Analysis of the EBT training metrics

그림 3. 사전 위협 요인 인지 방법론
Fig. 3. Proactive threat recognition methodology.

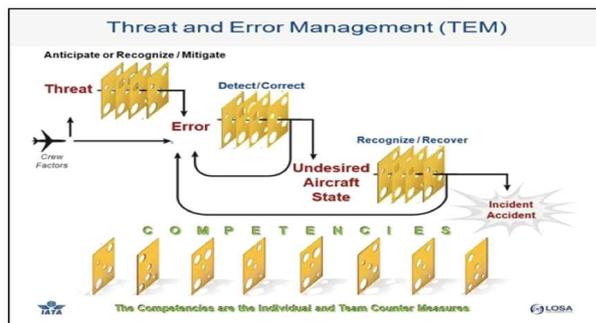


그림 4. 위협과 과실 관리
Fig. 4. Threat & Error Management(TEM).

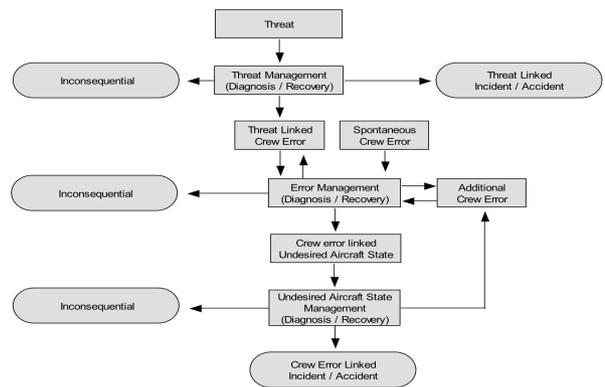


그림 5. IATA TEM 체계 구조 모델
Fig. 5. IATA TEM model framework.

2-5 국내 항공사의 EBT 프로그램 수행 상황

현재 국내 항공사들이 EBT를 구체적으로 어느 단계까지 적용하고 있는지 파악하기 위하여 운항승무원에게 설문 요청을 하면서 항공사의 훈련담당자, 조종사들과 전화 인터뷰를 한 내용은 항공사별로 표 2와 같다.

대한항공은 EBT 수행 3단계인 Baseline EBT를 수행하고 있으며 우리나라의 문화적인 특성인 것으로 생각되는데 새 학기가 시작되고 얼마 지나지 않아 SBE, SBT에 대한 시나리오를 대부분의 운항승무원들이 미리 파악하고 있는 상태에서 정기훈련에 임하고 있는 실정이었다. 훈련과 평가내용을 준비된 상태에서 진행하다 보니 Startle, Surprise 등이 경미하며 회복탄력성을 위한 의사소통, 리더쉽과 팀워크 등의 핵심역량이 어느 정도인지 파악하는데 애로점이 있다는 의견이 심

표 2. 국내 항공사의 EBT 수행 상황

Table 2. EBT implementation status of airlines in Korea.

Airline	EBT implementation status
Korean Air	Baseline EBT, the 3rd stage of EBT, is being carried out.
Asiana Airlines	Mixed EBT, the second stage of EBT, is being implemented, and there is a positive response to the use of SBT.
Jin Air	Carrying out the EBT introduction stage, which is the first stage of EBT, utilizing SBT
Jeju Air	EBT introduction stage, which is the first stage of EBT, SBT is utilized. We are preparing to move to stage 2, but short on personnel and budget.
Tway Air	The B737 fleet is performing Mixed EBT, the second stage of EBT. The A330 fleet is in the introduction stage, which is the first stage of EBT.
Air Premia	Preparing for the EBT introduction stage, which is the first stage of EBT. There are difficulties in forming competent task force team members. It is difficult to secure personnel and budget due to the expansion of new routes.
Air Busan	Preparing for the EBT introduction stage, which is the first stage of EBT. Progress is slow due to personnel and budget issues.
Air Seoul	We are not even ready to start due to personnel and budget issues.
Estar Jet	There is no time to pay attention to the EBT program yet.

사관들로부터 있었다. 아시아나항공은 EBT 2단계인 Mixed EBT를 수행 중이고, 2일 차의 SBT를 통한 훈련에 좋은 호응을 보인다는 의견이었다. LCC (low cost carrier) 중 훈련과 평가의 중요성을 인식하고 예산 확보에 조금 더 적극적인 선두주자인 항공사들은 EBT 2단계 또는 EBT 1단계인 소개 단계에 있거나 소개 단계를 준비하고 있다. 이는 선진 항공국의 항공사들과는 많은 대조를 보여주고 있으며, 항공사의 가장 중요한 안전 운항을 위해서는 ‘운항승무원의 훈련에 대한 지출은 지출이 아닌 운항 안전을 위한 투자’라는 인식과 실천이 필요하다고 본다[10],[11].

III. 연구 설계

3-1 연구 대상 및 목적

본 연구는 EBT 훈련프로그램을 도입하여 수행하고 있는 국내 항공사의 상황과 EBT 수행 전과 후 운항승무원의 핵심역량의 향상 정도와 훈련 및 평가 단계의 만족도를 알아보기 위하여 EBT를 도입하여 수행하고 있는 LCC와 FSC (full service carrier)의 운항승무원을 표본 집단으로 설문을 하였다. 본 연구의 설문조사는 표 3~5와 같이 EBT를 도입하여 수행하고 있는 국내 LCC와 FSC의 운항승무원들을 대상으로 2024년 4월 5일부터 4월 19일까지 15일간 실시하였으며 185명의 설문데이터를 표본으로 선정하였다.

3-2 연구모형

표 3. 연구의 대상

Table 3. Parties of study.

Position	Number	Percentage
First officer	92	49.7%
Captain	87	47.0%
Instructor/Evaluator (Include office pilots)	6	3.3%
Total	185	100%

표 4. 항공사별 분류

Table 4. Classification by airlines.

Classification	Number	Percentage
Full service carrier(FSC)	114	61.6%
Low cost carrier(LCC)	71	38.4%
Total	185	100%

표 5. 비행시간별 연구 대상 분류

Table 5. Classification of research parties by flight time.

Classification	Number	Percentage
Less than 1,000Hr	25	13.5%
1,000 ~Less than 3,000Hr	34	18.4%
3,000 ~Less than 5,000Hr	19	10.3%
5,000 ~Less than 10,000Hr	38	20.5%
10,000~Less than 20,000Hr	60	32.4%
At or more 20,000Hr	9	4.9%
Total	185	100%

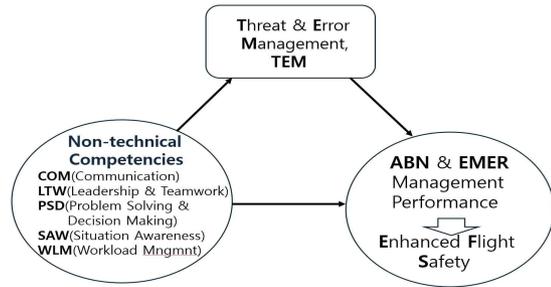


그림 6. 연구모형

Fig. 6. Research model.

본 연구의 목적은 EBT를 통해 EBT 전과 후의 핵심역량 중 비기술적인 핵심역량이 어떻게 개발 또는 향상되었으며 그 결과 비정상상황에 조우하였을 때 위협과 과실을 어떻게 관리하여 운항 본연의 목적인 안전을 확보하고 증진할 수 있는지, 더 나아가 EBT의 중요한 부분을 차지하고 있는 비기술적인 핵심역량을 개선 발전시킬 방안을 연구하기 위하여 이론적 배경과 선행연구를 근거로 하여 그림 6과 같이 연구모형을 설계하였다.

3-3 연구가설

EBT의 비기술적인 핵심역량 5가지를 독립변수로 설정하고, 이에 따른 종속변수는 비정상/비상상황 관리 능력, 매개변수로는 위협과 과실 관리로 구분하였다. EBT를 활용한 민간항공 조종사의 비정상/비상상황 대처능력 향상에 대해 위협과 과실 관리의 매개효과를 분석하고자 한다.

연구가설 1: 비기술적인 핵심역량은 비정상/비상상황 관리에 유의한 영향을 미칠 것이다.

연구가설 2: 비기술적인 핵심역량은 위협과 과실 관리에 유의한 영향을 미칠 것이다.

연구가설 3: 위협과 과실 관리는 비정상/비상상황 관리에 유의한 영향을 미칠 것이다.

표 6. 연구가설 1

Table 6. Research hypothesis 1.

Hypothesis 1-1	Communication core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.
Hypothesis 1-2	Leadership & teamwork core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.
Hypothesis 1-3	Problem solving & decision making core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.
Hypothesis 1-4	Situation awareness core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.
Hypothesis 1-5	Workload management core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.

표 7. 연구가설 2

Table 7. Research hypothesis 2.

Hypothesis 2-1	Communication core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).
Hypothesis 2-2	Leadership & teamwork core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).
Hypothesis 2-3	Problem solving & decision making core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).
Hypothesis 2-4	Situation awareness core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).
Hypothesis 2-5	Workload management core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).

표 8. 연구가설 3

Table 8. Research hypothesis 3.

Hypothesis 3-1	Threat & error management (TEM) will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.
----------------	---

표 9. 연구가설 4

Table 9. Research hypothesis 4.

Hypothesis 4-1	Threat and error management (TEM) will mediate between communication core competency and abnormal/emergency situation management.
Hypothesis 4-2	Threat and error management (TEM) will mediate between leadership & teamwork core competency and abnormal/emergency situation management.
Hypothesis 4-3	Threat and error management (TEM) will mediate between problem solving & decision making core competency and abnormal/emergency situation management.
Hypothesis 4-4	Threat and error management (TEM) will mediate between situation awareness core competency and abnormal/emergency situation management.
Hypothesis 4-5	Threat and error management (TEM) will mediate between workload management core competency and abnormal/emergency situation management.

연구가설 4: 위협과 과실 관리는 비기술적인 핵심역량과 비정상/비상상황 관리 사이를 매개할 것이다.

3-4 자료 분석 방법

본 연구를 위하여 수집한 자료의 통계분석은 SPSS 28.0과 SPSS Macro 3.4를 사용하여 실시하였다.

첫째, 연구 대상자들의 인구통계학적 특성 파악을 위하여 빈도분석을 실시하였으며 빈도와 백분율(%)을 산출하였다.

둘째, 비기술적인 핵심역량, 비정상/비상상황 관리, 위협과 과실 관리 측정 변인들의 타당성, 신뢰도 검증을 위하여 탐색적 요인분석을 실시하였고, 신뢰도 분석을 통해 Cronbach's α 계수를 산출하였다.

셋째, 비기술적인 핵심역량, 비정상/비상상황 관리, 위협과 과실 관리에 대한 전반적인 수준을 확인하기 위하여 기술통계분석을 실시하였다.

넷째, 비기술적인 핵심역량, 비정상/비상상황 관리, 위협과 과실 관리 변수들 간의 상관 관계를 알아보기 위하여 피어슨 상관관계 분석을 실시하였고, 이들 변수들 간의 영향관계를 분석하기 위해서 다중회귀분석을 진행하였다.

다섯째, 비기술적 핵심역량과 비정상/비상상황 관리의 관계

에서 위협과 과실 관리의 매개효과 검증을 위하여 SPSS Macro(Model 4)를 통해 부트스트래핑을 실시하였다.

여섯째, 집단별(직급별, 항공사별) 비기술적인 핵심역량과 비정상/비상상황 관리, 위협과 과실 관리 차이를 분석하기 위하여 독립 t-test를 실시하였다.

일곱째, 비기술적인 핵심역량과 비정상/비상상황 관리, 위협과 과실 관리에 대해 EBT 전·후 비교 분석을 위하여 대응 t-test를 실시하였다.

여덟째, 항공사 비행시간과 직급 및 항공사에 따른 EBT 프로그램 만족도 간 관계를 검증하기 위하여 Hayes(2013)의 Process macro(Model 1)를 사용하였다.

이상의 모든 분석은 통계적 유의수준 .05 수준으로 검증하였다.

IV. 연구 분석

4-1 측정 도구의 신뢰도 및 타당도 검증

본 연구가설 검증을 위한 예비분석으로 탐색적 요인분석(EFA; exploratory factor analysis)과 신뢰도 분석을 실시하였다. 우선 각 변수별 설문 문항에 대한 요인분석을 위해 직각회전(varimax) 방식을 사용하였다. 요인추출의 기준으로는 1.0 이상의 고유값(eigenvalue), 0.5 이상의 요인 적재치로 정하였고, 0.5 가 넘지 않는 문항들을 제거하기 위하여 요인분석을 반복하였다. 또한, 각각의 요인별로 분류된 문항에 대한 신뢰도 분석을 실시하였고, Cronbach's α 계수를 측정하여 검증하였다.

4-2 기술통계

주요 변인들의 일반적 경향을 살펴보고자 평균과 표준편차, 범위를 산출하였고, 정규성 가정 충족 여부를 확인하고자 왜도와 첨도를 산출하였다. 일반적으로 왜도의 절대값이 3.0 이상이거나 첨도의 절대값이 10.0 이상인 경우 정규성 가정을 충족하지 못한 것으로 판단하는데, [12] 본 연구에서는 표 10과 같이 정규성 가정을 충족하는 것으로 나타났다.

4-3 상관분석

본 연구에서 사용된 비기술적인 핵심역량, 비정상/비상상황 관리, 위협과 과실 관리 변인들 간의 영향 관계를 알아보기에 앞서, 상관분석을 실시하여 변인들 간의 상관관계를 알아봤으며, 그 결과는 표 11과 같다.

비기술적인 핵심역량의 하위 요인인 의사소통($r=.636, p<.001$), 리더쉽과 팀워크($r=.673, p<.001$), 문제해결 및 의사결정($r=.754, p<.001$), 상황판단($r=.844, p<.001$), 업무부하 관리($r=.803, p<.001$)는 비정상/비상상황 관리와 정(+)의 상관관계가 있었다.

표 10. 주요 변인들의 기술통계량

Table 10. Descriptive statistics of main variables.

Variables		Mean	SD	Range	Skewness	Kurtosis
Non-technical core competencies	Communication	3.18	0.49	1-5	.664	.600
	Leadership & teamwork	3.25	0.51	1-5	.248	.033
	Problem solving & decision making	3.28	0.52	1-5	.460	.563
	Situation awareness	3.30	0.56	1-5	.594	.429
	Workload management	3.16	0.55	1-5	.561	.812
Abnormal/Emergency situation management	3.26	0.54	1-5	.658	.533	
Threat & error management(TEM)	3.23	0.50	1-5	.754	.949	

SD; standard deviation

표 11. 주요 변인들 간의 상관관계

Table 11. Correlation between major variables.

Variables	Non-technical core competencies					ABN & EMER management	TEM
	COM	LTW	PSD	SAW	WLM		
Communication	1						
Leadership & teamwork	.736***	1					
Problem solving & decision making	.674***	.746***	1				
Situation awareness	.681***	.732***	.818***	1			
Workload management	.704***	.701***	.749***	.778***	1		
Abnormal/Emergency situation management	.636***	.673***	.754***	.844***	.803***	1	
Threat & error management(TEM)	.663***	.773***	.763***	.857***	.799***	.854***	1

***p<.001

비기술적인 핵심역량의 하위 요인인 의사소통($r=.663, p<.001$), 리더쉽과 팀워크($r=.773, p<.001$), 문제해결 및 의사결정($r=.763, p<.001$), 상황판단($r=.857, p<.001$), 업무부하 관리($r=.799, p<.001$)는 위협과 과실 관리와 정(+)의 상관관계가 있었다.

마지막으로 비정상/비상상황 관리($r=.854, p<.01$)는 위협과 과실 관리와 정(+)의 상관관계가 있었다.

4-4 연구가설 1의 검증

비기술적인 핵심역량이 비정상/비상상황 관리에 미치는 영향 검증 결과는 표 12와 같다. 독립변수들 간의 다중공선성에 문제가 있는지 우선 검증한 결과 VIF는 2.622~3.908로 10보다 작아 독립변수들 간의 다중공선성에 문제는 없었다. 그리고 Durbin-Watson 값은 2.127로 2에 가깝게 나타나 잔차들 간에 상관관계는 없는 것으로 확인되었다.

비기술적인 핵심역량이 비정상/비상상황 관리를 설명하는 설명력 정도는 $R^2=.768$ 로 나타나 76.8%의 설명력이 확인되었고, $F=118.689$ 로 나타나 유의수준 $\alpha=.001$ 에서 회귀모형이 적합한 것으로 나타났다. 비기술적인 핵심역량의 하위 요인

표 12. 비기술적 핵심역량이 비정상/비상상황 관리에 미치는 영향

Table 12. Impact of non-technical core competencies on abnormal/emergency management.

Factor	Unstandardized coefficient		Standardized coef β	t value	p value	VIF
	B	SE				
constant	.290	.139		2.079	.39	
COM	-.022	.064	-.020	-.345	.730	2.622
LTW	.004	.067	.004	.061	.952	3.066
PSD	.081	.072	.077	1.115	.266	3.715
SAW	.496	.069	.514	7.226***	.000	3.908
WLM	.354	.063	.357	5.582***	.000	3.157

Dependant variables : Abnormal/Emergency situation management

$R^2=.768, Adjusted R^2=.762, F=118.689***, p=.000, D/W=2.127$

중에서 상황판단(SAW) ($\beta=.514, p<.001$), 업무부하 관리(WLM) ($\beta=.357, p<.001$)은 비정상/비상상황 관리에 유의미한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 상대적 영향력은 상황판단(SAW), 업무부하 관리(WLM) 순으로 나타났다. 한편, 의사소통(COM) ($\beta=-.020, p=.730$), 리더쉽과 팀워크(LTW) ($\beta=.040, p=.952$), 문제해결 및 의사결정(PSD) ($\beta=.077, p=.266$)은 직접적으로 영향을 미치지 않았다. 결론적으로 비기술적인 핵심역량이 비정상/비상상황 관리에 미치는 영향에서 가설 1-4, 1-5는 채택되었고, 가설 1-1, 1-2, 1-3은 기각되었다.

4-5 연구가설 2의 검증

비기술적인 핵심역량이 위협과 과실 관리에 미치는 영향을 검증한 결과는 표 13와 같다. 독립변수들 간의 다중공선성에 문제가 있는지 우선 검증한 결과 VIF는 2.622~3.908로 10보다 작아 독립변수들 간의 다중공선성에 문제는 없었다. 그리고 D/W값은 1.939로 2에 가깝게 나타나 잔차들 간에 상관관계는 없는 것으로 확인되었다.

비기술적인 핵심역량이 위협과 과실 관리를 설명하는 설명력 정도는 $R^2=.804$ 로 나타나 80.4%의 설명력이 확인되었고, $F=146.897$ 로 나타나 유의수준 $\alpha=.001$ 에서 회귀모형이 적합한 것으로 나타났다. 비기술적인 핵심역량의 하위 요인 중에서 리더쉽과 팀워크(LTW) ($\beta=.267, p<.001$), 상황판단(SAW) ($\beta=.490, p<.001$), 업무부하 관리(WLM) ($\beta=.272, p<.001$)은 위협과 과실 관리(TEM)에 유의미한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 상대적 영향력은 상황판단(SAW), 업무부하 관리(WLM), 리더쉽과 팀워크(LTW) 순으로 나타났다. 한편, 의사소통(COM) ($\beta=-.057, p=.286$), 문제해결 및 의사결정(PSD) ($\beta=-.002, p=.971$)은 직접적으로 영향을 미치지 않았다. 결론적으로 비기술적인 핵심역량이 위협과 과실 관리(TEM)에 미치는 영향에서 가설 2-2, 2-4, 2-5는 채택되었고, 가설 2-1, 2-3은 기각되었다.

4-6 연구가설 3의 검증

표 13. 비기술적 핵심역량이 위협과 과실 관리에 미치는 영향

Table 13. Impact of non-technical core competencies on TEM

Factor	Unstandardized coefficient		Standardized coef β	t value	p value	VIF
	B	SE				
constant	.337	.119		2.839	.005	
COM	-.058	.055	-.057	-1.070	.286	2.622
LTW	.261	.057	.267	4.611***	.000	3.066
PSD	-.002	.061	-.002	-.036	.971	3.715
SAW	.438	.058	.490	7.498***	.000	3.908
WLM	.250	.054	.272	4.627***	.000	3.157

Dependant variables : Threat & error management(TEM)

R²=.804, Adjusted R²=.799, F=146.897***, p=.000, D/W=1.939

***p<.001, SE; standard error, VIF; variance inflation factor

표 14. 위협과 과실 관리가 비정상/비상상황 관리에 미치는 영향

Table 14. Impact of TEM on Abnormal/Emergency management

Factor	Unstandardized coefficient		Standardized coef β	t value	p value	VIF
	B	SE				
constant	.274	.136		2.020	.005	.045
TEM	.923	.042	.854	22.224***	.286	.000

Dependant variables : Abnormal/Emergency situation management

R²=.730, Adjusted R²=.728, F=493.922***, p=.000, D/W=1.753

***p<.001, SE; standard error, VIF; variance inflation factor

위협과 과실 관리가 비정상/비상상황 관리에 미치는 영향 검증 결과는 표 14에서 보는 바와 같다. 위협과 과실 관리(TEM)가 비정상/비상상황 관리를 설명하는 설명력 정도는 R²=.730으로 나타나 73.0%의 설명력이 확인되었고, F=493.922로 나타나 유의수준 α=.001에서 회귀모형이 적합한 것으로 나타났다. 위협과 과실 관리(β=.854, p<.001)는 비정상/비상상황 관리에 유의미한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 결론적으로 위협과 과실 관리(TEM)가 비정상/비상상황 관리에 미치는 영향에서 가설 3-1은 채택되었다.

4-7 연구가설 4의 검증

비기술적 핵심역량과 비정상/비상상황 관리의 관계에서 위협과 과실 관리의 매개효과를 검증하기 위하여 SPSS Macro(Model 4)를 통해 부트스트래핑을 실시하였고, 그 결과는 표 15와 같다.

부트스트래핑 방법은 매개(간접)효과 계수에 대한 95% 신

표 15. 비기술적 핵심역량과 비정상/비상상황 관리의 관계에서 위협과 과실 관리의 매개효과 검증

Table 15. Verification of the mediated effect of TEM between non-technical core competencies and Abnormal/Emergency situation management.

Route	Effect	Boot SE	95% trust range	
			LLCI	ULCI
COM→TEM→ABN/EMER Man	-.0259	.0327	-.0855	.0458
LTW→TEM→ABN/EMER Man	.1158	.0440	.0410	.2097
PSD→TEM→ABN/EMER Man	-.0010	.0313	-.0633	.0636
SAW→TEM→ABN/EMER Man	.1942	.0545	.0931	.3080
WLM→TEM→ABN/EMER Man	.1107	.0422	.0351	.1996

SE; standard error

뢰구간을 산출하는데, 이 신뢰구간이 0을 포함하지 않으면 매개효과가 .05 수준에서 통계적으로 유의하다고 결론내릴 수 있다[13]. 본 연구에서는 부트스트랩 표본의 수를 5,000개로 설정하여 검증하였으며, 95% 신뢰구간에서 매개효과 계수의 상한값과 하한값을 구하였다.

먼저, 의사소통(COM)→위협과 과실 관리→비정상/비상상황 관리 경로는 간접 효과계수는 -.0259이었으며, 하한값 -.0855, 상한값 .0458로 0이 신뢰구간에 포함되어 매개효과가 유의미하지 않아 가설 4-1은 기각되었다.

리더쉽과 팀워크(LTW)→위협과 과실 관리→비정상/비상상황 관리 경로는 간접 효과계수는 .1158이었으며, 하한값 .0410, 상한값 .2097로 0이 신뢰구간에 포함되지 않아 매개효과가 유의미하여 가설 4-2는 채택되었다.

문제해결 및 의사결정(PSD)→위협과 과실 관리→비정상/비상상황 관리 경로는 간접 효과계수는 -.0010이었으며, 하한값 -.0633, 상한값 .0636으로 0이 신뢰구간에 포함되어 매개효과가 유의미하지 않은 것으로 나타났으며 가설 4-3은 기각되었다.

상황판단(SAW)→위협과 과실 관리→비정상/비상상황 관리 경로는 간접 효과계수는 .1942이었으며, 하한값 .0931, 상한값 .3080으로 0이 신뢰구간에 포함되지 않아 매개효과가 유의미하여 가설 4-4는 채택되었다.

다음으로, 업무부하 관리(WLM)→위협과 과실 관리→비정상/비상상황 관리 경로는 간접 효과계수는 .1107이었으며, 하한값 .0351, 상한값 .1996으로 0이 신뢰구간에 포함되지 않아 매개효과가 유의미한 것으로 나타났으며 가설 4-5는 채택되었다.

4-8 EBT 전·후 비교 분석

EBT 적용 전과 후에 비기술적인 핵심역량과 비정상/비상상황 관리, 위협과 과실 관리 차이를 비교 분석한 결과는 표 16과 같다. 분석결과 비기술적인 핵심역량인 의사소통, 리더쉽과 팀워크, 문제해결 및 의사결정, 상황판단, 업무부하 관리와 비정상/비상상황 관리, 위협과 과실 관리 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

표 16. EBT 전·후 비교 분석

Table 16. Before EBT. Post-comparative analysis.

Dependant variables	Period	N	Mean	SD	t	p
COM	Before	185	3.18	0.49	-24.484***	.000
	After	185	4.19	0.47		
LTW	Before	185	3.25	0.51	-21.721***	.000
	After	185	4.21	0.51		
PSD	Before	185	3.28	0.52	-21.659***	.000
	After	185	4.25	0.51		
SAW	Before	185	3.30	0.56	-22.741***	.000
	After	185	4.32	0.47		
WLM	Before	185	3.16	0.55	-23.721***	.000
	After	185	4.22	0.46		
ABN/EMER	Before	185	3.26	0.54	-22.307***	.000
	After	185	4.37	0.47		
TEM	Before	185	3.23	0.50	-24.606***	.000
	After	185	4.26	0.47		

***p<.001, N; number, SD; standard deviation

표 17. 연구가설 검증 정리

Table 17. Summary of research hypothesis verification.

Division	Research hypothesis	Accept
Research hypothesis 1: Nontechnical core competencies→ABN/EMER		
Hypothesis 1-1	Communication core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.	N
Hypothesis 1-2	Leadership & teamwork core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.	N
Hypothesis 1-3	Problem solving & decision making core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.	N
Hypothesis 1-4	Situation awareness core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.	Y
Hypothesis 1-5	Workload management core competency will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.	Y
Research hypothesis 2: Nontechnical core competencies→TEM		
Hypothesis 2-1	Communication core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).	N
Hypothesis 2-2	Leadership & teamwork core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).	Y
Hypothesis 2-3	Problem solving & decision making core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).	N
Hypothesis 2-4	Situation awareness core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).	Y
Hypothesis 2-5	Workload management core competency will have a positive(+) influence on threat & error management (TEM).	Y
Research hypothesis 3: TEM→ABN/EMER management		
Hypothesis 3-1	Threat & error management (TEM) will have a positive(+) influence on abnormal/emergency situation management.	Y
Research hypothesis 4: Mediated effect of TEM between Nontechnical core competencies and ABN/EMER management		
Hypothesis 4-1	Threat and error management (TEM) will mediate between communication core competency and abnormal/emergency situation management.	N
Hypothesis 4-2	Threat and error management (TEM) will mediate between leadership & teamwork core competency and abnormal/emergency situation management.	Y
Hypothesis 4-3	Threat and error management(TEM) will mediate between problem solving & decision making core competency and abnormal/emergency situation management.	N
Hypothesis 4-4	Threat and error management (TEM) will mediate between situation awareness core competency and abnormal/emergency situation management.	Y
Hypothesis 4-5	Threat and error management (TEM) will mediate between workload management core competency and abnormal/emergency situation management.	Y

V. 결론

본 연구는 EBT 훈련 프로그램을 도입하여 수행하고 있는 국내 항공사에서 EBT 수행 전과 후 운항승무원의 핵심역량 중 기술적인 핵심역량의 향상 정도와 그 결과 비정상상황에 조우하였을 때 위협과 과실을 어떻게 관리하여 운항 본연의 목적인 안전을 확보하고 증진할 수 있는지, 그리고, 훈련 및 평가 단계의 만족도 조사를 통해

훈련 프로그램을 개선 발전시킬 방안을 도출하기 위한 것이다. EBT 훈련 프로그램 수행 이전에 이미 항공사의 운항승무원들에게 익숙한 TEM을 매개변수로 취하여 EBT의 비기술적인 핵심역량 개발과 향상이 TEM 향상으로 이어지고, 그 결과 비정상/비상상황 관리 능력이 증대되어 안전을 증진시켜 준다는 가설을 검증한 결과를 정리하면 표 17과 같다.

실증검증 결과 16개의 연구가설 중 9개는 채택되었고 7개의 가설은 기각되었다. 본 연구의 가설검증을 통해 도출한 유의미한 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 상황판단(SAW)과 업무부하 관리(WLM) 핵심역량은 비정상/비상상황 관리에 직접적으로 유의미한 정(+)의 결과를 나타냈다. 한편 의사소통(COM), 리더쉽과 팀워크(LTW), 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량은 직접적으로 영향을 미치지 않아 기각되었다. 이는 비정상/비상상황 관리를 위해서는 비행 중 상황판단(SAW)의 중요성을 의미하며 비정상/비상상황 발생 시 운항승무원 간의 원활한 의사소통(COM), 리더쉽과 팀워크(LTW) 핵심역량 개발 및 향상의 중요성을 간접적으로 증명하는 것을 의미한다.

이 통계분석 결과를 통해 볼 때 조종실 내에서 리더쉽을 적절히 활용하여 비정상/비상상황 관리를 위해 보다 원활한 의사소통을 이끌어 낼 수 있는 역량 개발 및 향상이 필요할 것으로 보인다.

연구자의 예상과 다르게 국내 항공사 운항승무원 설문 결과에서 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량이 직접적으로 비정상/비상상황 관리에 영향을 미치지 않는 분석결과가 나왔는데, 이는 국내 운항승무원들의 약한 핵심역량 부분이며 비정상/비상상황에 적절히 대응하기 위해 향상해야 한다. 그 방안으로는 선진항공사에서 1992년부터 도입하여 활용하고 있는 표준화된 의사결정 도구가 조속히 국내의 항공사에도 필요함을 증명하는 것이라고 볼 수 있다.

둘째, 리더쉽과 팀워크(LTW), 상황판단(SAW), 업무부하 관리(WLM) 핵심역량은 TEM에 직접적으로 유의미한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 한편 의사소통(COM), 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량은 직접적으로 영향을 미치지 않아 기각되었다. 이는 TEM을 위해서는 리더쉽과 팀워크(LTW)가 무엇보다 중요함을 의미하며 비행 중 운항승무원뿐만 아니라 객실승무원들 간의 팀워크도 중요한 역할을 하고, 적절한 상황판단에 따른 조종실 내의 업무분담을 통한 TEM의 중요성을 직접적으로 증명하는 것을 의미한다.

이 통계분석 결과를 통해 볼 때 가설 1-1과 가설 1-3에서 의사소통(COM), 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량이 비정상/비상상황 관리에 미치는 영향과 같이 TEM에도 똑같은 설문 분석결과를 나타내고 있다. TEM을 위해서는 조종실 내에서 실질적인 위협과 과실 관리를 위한 적극적이고 능동적인 의사소통이 필요하고 이를 이끌어 낼 수 있는 역량 개발 및 향상이 필요할 것으로 보인다.

문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량이 위협과 과실 관리

(TEM)에 직접적으로 영향을 미치지 않는 결과가 나왔는데, 이는 TEM을 위한 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량을 강화해야 하며 이를 위해 항공사 내에서 모든 운항승무원들이 같은 의사결정 도구를 활용하도록 하는 표준절차의 필요성을 다시 한번 증명하는 것이라고 할 수 있다.

셋째, TEM은 비정상/비상상황 관리에 유의미한 정(+의) 영향을 미치는 것으로 나타나서 가설은 채택되었다.

넷째, 비기술적 핵심역량과 비정상/비상상황 관리의 관계에서 TEM의 매개효과에 관한 가설검증에서는 리더쉽과 팀워크(LTW), 상황판단(SAW), 업무부하 관리(WLM) 핵심역량의 매개효과가 유의미한 정(+의) 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 결과를 연구가설 1과 연관 지어 해석하면 TEM은 리더쉽과 팀워크(LTW)와 비정상/비상상황 관리 사이에 완전매개효과 형태를 보이고 있다. 반면, TEM은 상황판단(SAW), 업무부하 관리(WLM)와 비정상/비상상황 관리 사이에 부분매개효과 형태를 보이고 있다.

연구가설 1, 연구가설 2와 연구가설 4에서 기각된 부분을 복합적으로 해석하면 연구가설 1에서는 의사소통(COM), 리더쉽과 팀워크(LTW)와 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량이 기각되었고, 연구가설 2에서는 의사소통(COM)과 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량이 기각되었으며, 연구가설 4에서도 의사소통(COM)과 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량이 기각되었다. 이 기각된 핵심역량 부분이 설문 대상자들의 약한 핵심역량이며, 이 부분의 핵심역량을 개발 및 향상하여 TEM을 통한 비정상/비상상황 대처능력을 증진해야 한다. 국내 항공사의 운항승무원들의 설문조사 내용을 통계 분석한 결과 공통되게 약하게 나온 핵심역량이 의사소통(COM)과 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량이다. 이 약한 핵심역량 강화를 위한 구체적인 방안으로 조종실 내에서 적극적으로 능동적인 의사소통이 필요하고 이를 이끌어 낼 수 있는 리더쉽의 개발 및 강화가 필요할 것으로 보인다.

그리고, 다시 한번 힘주어 강조하자면 문제해결 및 의사결정(PSD) 핵심역량을 강화하기 위한 효과적인 방법으로 선진 항공사에서 채택하여 활용하고 있는 표준화된 의사결정 도구 활용의 장점에 관심을 기울여야 한다.

또한, EBT의 비기술적인 핵심역량을 강화하고 TEM을 통해 비정상/비상상황 관리 및 대처능력을 향상하여 안전 증진을 이루기 위해서는 사후 위협요인(reactive hazard)보다 사전 위협요인(proactive hazard)을 찾아내고 관리하는 것이 앞으로 발생할 수 있는 사고 또는 준사고를 줄일 수 있는 방안이라고 할 수 있다. 현재 국내의 LCC에서 수행하고 있는 EBT 소개 단계, Mixed EBT 단계와 FSC의 Baseline EBT를 발전시켜 Enhanced EBT로 넘어가기 위해서는 그 회사 운항 환경 특성에 최적화하여 적용할 사전 위협요인(proactive hazard)에 대한 자료 수집을 통해 훈련 시나리오를 개발하는 것이 중요하다. 이렇게 개발된 시나리오를 활용한 시나리오기반훈련의 효과를 극대화하여 운항 안전을 확보하여야 한다. 사전 위협요인에 대한 자료 수집을 위해서는 항공안전 자율보고제도가

활성화될 수 있도록 회사 내에 안전문화와 공정문화의 정착이 뒷받침되어야 할 것이다[14].

다섯째, EBT 전과 후에 비기술적인 핵심역량의 차이를 비교 분석한 결과를 보면, 5가지 비기술적인 핵심역량 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 모든 역량에 대해 EBT 적용 전보다 적용 후가 높음을 보였다.

EBT의 비기술적인 핵심역량과 비정상/비상상황 간에 TEM의 매개효과 분석결과와 항공사 비행시간과 EBT 프로그램에 대한 만족도 조사결과를 살펴보면 직급과 항공사에 상관없이 EBT 후의 핵심역량이 EBT 전의 핵심역량과 비교하여 통계적으로 유의하게 향상되었으며 만족도 또한 높게 조사되었다.

특히 비행경력이 적은 운항승무원들의 만족도가 상대적으로 높게 나온 것을 보면 EBT 프로그램을 통한 안전 증진 효과는 통계적으로 유의미하게 크다고 볼 수 있다. 따라서 EBT 프로그램의 확대 수행은 우리나라의 항공안전 증진에 큰 역할을 할 것으로 보인다. 운항승무원의 정기훈련 프로그램을 개선하는 EBT의 시행은 조종사의 초기훈련, 자격부여, 기종전환과 항공사의 모든 훈련 등 조종사 경력 전반에 걸쳐 적용하는 포괄적인 개념인 CBTA 시행의 초석이 될 것이다. 이를 위해 국가기관과 항공사 간의 긴밀한 업무 협업을 통하여 항공안전 증진 솔루션이라는 시너지 효과를 볼 수 있는 방안을 모색하여야 하겠다.

References

- [1] Flight International, Storm scrambled A340 airspeed data, pp. 16, 9-15 April 2013. Retrieved from <https://www.flightglobal.com>
- [2] ICAO, *Manual of evidence based-training*, 1st edition, International Civil Aviation Organization, Canada, DOC 9995 AN/497, 2013.
- [3] EASA, *Evidence-based and competency-based training*, European Aviation Safety Agency, Germany, RMT. 0599 -Issue 1, 2016.
- [4] IATA, *Evidence-based training implementation guide*, 1st edition, 2013.
- [5] IATA, *Competency-based training and assessment (CBTA) expansion within aviation system*, White Paper, 2024.
- [6] ICAO, *Manual on human performance (HP) for regulators*, DOC 10151, 1st edition, 2021.
- [7] IATA, *Competency assessment and evaluation for pilots, instructors and evaluators*, 2nd edition, 2023.
- [8] IATA, *Evidence-based training implementation guide*, 2nd edition, 2024.
- [9] H. -K. Kim, "A study on efficient evidence-based training (EBT) application method (Focusing on approved training

organization for pilot),” *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 27, No. 1, pp. 23-35, Feb. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.12673/jant.2023.27.1.23>

[10] J. -K. Bang, M. -H. Jang, and G. -Y. Lee, “Study on improving airlines safety management through enhancing training program for air transport pilots,” *Journal of the Aviation Management Society of Korea*, Vol. 14, No. 3, pp. 47-60, Jun. 2016. Retrieved from <http://www.amsok.or.kr>

[11] J. -Y. Jung, “A study on the determinants of pilot competency to improve work management in the civilian pilot transition course,” *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 26, No. 3, pp. 136-143, Jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.12673/jant.2022.26.3.136>

[12] R. B. Kline, *Principles and practice of structural equation modeling*, 4th ed. New York, NY: Guilford Publications, 2015.

[13] K. J. Preacher, and A. F. Hayes, “SPSS and SAS procedures for estimating indirect effects in simple mediation models,” *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, Vol. 36, No. 4, pp. 717-731, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.3758/BF03206553>

[14] H. -D. Kim, and Y. -C. Choi, “A study culture’s effect on safety behavior of airline flight crews in Korea,” *Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 27, No. 6, pp. 746-754, Dec. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.12673/jant.2023.26.6.746>

한 삼 승 (Sam-Seung Han)



1997년 1월 ~ 2007년 4월 : 대한항공 운항승무원
 2007년 5월 ~ 2020년 3월 : 에티하드항공 운항승무원
 2021년 4월 ~ 2024년 3월 : 한서대학교 비행교육원 비행교관
 2022년 3월 ~ 2024년 2월 : 한서대학교 대학원 항공운항관리학과 석사과정
 2024년 8월 ~ 현재 : 한국항공대학교 비행교육원 교육품질관리팀장
 ※ 관심분야 : 항공운항, 항공사고조사, FOQA, 항공기상, UAM

김 현 덕 (Hyeon-Deok Kim)



1997년 3월 ~ 2020년 2월 : 대한항공 B777 기장, 안전보안실 사고조사관
 2020년 3월 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공운항학과 교수
 2022년 6월 ~ 현재 : 국토교통부 항공철도사고조사위원회 항공분야 자문위원
 ※ 관심분야 : Flight data analysis, 항공사고조사, 비행안전

김 규 왕 (Kyu-Wang Kim)



1993년 6월 ~ 2022년 3월 : 대한항공 운항승무원
 2020년 4월 ~ 2022년 4월 : 한국민간조종사협회 회장
 2021년 1월 ~ 2022년 12월 : 항공기상청 자문위원
 2019년 3월 ~ 현재 : 한서대학교 운항학과 교수
 ※ 관심분야 : 항공운항, 비행교육, LOSA, 항공기상, UAM