

국내 민간항공사 조종사들의 비기술적 훈련 도입을 위한 사례연구: Startle 및 Surprise 비상상황 훈련 사례를 중심으로

황재갑¹, 윤한영^{2*}

¹서울지방항공청, ²한서대학교 항공융합학부

The Case Study of Startle and Surprise Emergency Flight Training for Introduction of Non-Technical Flight Training to Commercial Airline Pilots in Korea

Jae-Kab Hwang¹, Han-Young Yoon^{2*}

¹Department of Aviation Safety, Seoul Regional Office of Aviation

²Division of Comprehensive Aviation Studies, Hanseo University

요약 자동화된 운항 시스템 도입으로 항공안전은 크게 개선되었지만, 운항을 직접 담당하는 항공기 조종사에게는 새로운 도전이 생겼다. 항공운항 관점에서의 조종사의 스트레스를 Startle과 Surprise 구분할 수 있다. Startle을 총소리 같이 갑작스럽거나 위협적인 자극에 대한 짧고 강한 생리적인 반응이며, Surprise는 자신의 예상을 빚나가는 예기치 못한 사건에 대한 인지-감정적 반응이다. Martin 등이 실시한 Startle 효과 실험(2012년)에서 조종사는 Startle 상태에서 반응 지연과 심박 수 증가 등 생리적인 반응을 확인하였고, Rahim의 Startle/Surprise 실험(2020년)에서 사전 계획된 비상조치훈련은 조종사의 호흡수와 맥박수의 변화가 없으나, 비계획된 상황과 항공기가 복잡할수록 호흡 수와 심박 수가 증가되었다는 사실을 확인하였다. 이 실험 결과를 바탕으로 국내 조종사 훈련에서도 기술적 능력을 전달에만 집중하는 것이 아닌 비기술적 능력에 대한 고려가 필요하며, 법령에 의한 기계화된 단순 반복적인 훈련 항목보다는 항공사의 상황을 고려한 비정형화된 다양한 비상조치 훈련의 도입이 필요하다고 하겠다.

Abstract The introduction of automated flight systems has greatly improved aviation safety, but aircraft pilots continue to face new challenges. The pilot's stress from an aeronautical perspective can be distinguished by the 'Startle and Surprise' responses. 'Startle' is a short, strong physiological response to sudden or threatening stimuli such as unexpected gunfire. 'Surprise' is a cognitive-emotional response to an event that goes beyond one's expectations. In Martin et al.'s (2012) Startle Effect Experiment, the pilot identified physiological responses in the 'Startle' state, including delayed response and increased heart rate. In the Rahim (2020) Startle/Surprise experiment, the pilot's breathing rate and pulse rate did not change due to pre-planned emergency training. On the other hand, it was confirmed that the pilot's respiratory and heart rate were greatly increased due to the complicated aircraft and unplanned emergencies. Based on the results of these experiments, domestic pilots need to be trained to handle non-technical and various unexpected emergencies that could arise in an aircraft, rather than be just put through courses for enhancing technical capabilities or simple repetitive training as required by aviation law.

Keywords : Surprise, Startle, Pilot training, Cognitive-emotional response, Pilot's respiratory rate

*Corresponding Author : Han-Young Yoon(Hanseo University)

email: zeno61@hanmail.net

Received March 12, 2021

Accepted April 2, 2021

Revised April 1, 2021

Published April 30, 2021

1. 서론

1.1 연구의 배경

항공운송산업은 다른 교통수단에 비하여 사고율은 비교적 낮으나, 인명 피해를 포함한 그 치명성은 어느 교통수단 보다 높은 파급력을 가지고 있다는 양면성을 가지고 있다.

세계 제2차 대전 이후 항공운송산업은 이러한 사고의 치명성을 극복하기 위하여 백업시스템 형태로 항공기를 발전시켰고, 인간의 실수를 최소화하는 환경을 조성할 목적으로 지상근접경보시스템, 항공충돌방지시스템, 헤드업디스플레이, 전자비행백 및 GPS(Global Positioning System) 등 안전강화장치의 도입하였다. 승무원자원관리, 위험·오류관리, 피로위험관리시스템과 같은 인적오류 방지를 위한 다양한 방안 적용을 통해, 현재의 항공안전 관리시스템은 타 교통 분야 시스템과 비교하여 매우 안정적으로 운영되고 있다고 평가할 수 있다. 하지만 이렇게 신뢰성이 높은 환경에서도 왜 항공기 사고는 여전히 발생하는 것일까? 지난 수십 년 동안 수집된 사고데이터를 통해 매년 항공기 사고의 약 70-80%가 조종사의 인적 과실이란 사실을 일관적으로 나타낸다는 것에 주목하였다[1]. 실제로 자동화된 운항 시스템 도입으로 항공안전은 크게 개선되었지만, 운항을 직접 담당하는 항공기 조종사에게는 두 가지 새로운 도전이 발생되었다. 우선, 장시간 자동비행 중 갑자기 수동비행으로 전환하여 비행해야 하는 전환의 어려움과[2] 비행의 전(全)과정의 명확성을 저하시켜 Automation Surprise(자동화 놀람)으로 발전시킬 수 있는 상황인식의 어려움이다[3].

일반적으로 조종사가 개입이 필요한 상황은 자동화 시스템으로는 처리될 수 없는 복잡하고 신속한 판단과 의사결정이 요구되는 상황이다. 2009년에 발생한 Air France

447편 사고(피토관이 결빙되어 자동비행이 풀리고, 부기장이 조종관을 당겨 실속 진입 추락)와 Colgan Air 3407편(실속경고에 따른 기장의 대응 오류로 추락)사고 조사를 담당했던 조사관들은 조종사가 Surprise 나 Startle 상태에서 비상상황에 대한 대응능력이 현저히 저하된다는 사실과 함께 항공사에게 Surprise / Startle 상태에서 비상상황을 대응할 수 있는 시나리오 훈련 개발·적용을 권고하였다[4]. 본 연구에서는 조종사의 기술적 능력보다는 감정 통제 등 비기술적 능력의 중요성을 바탕으로 Surprise나 Startle 상태에서의 조종사 대응과 관련된 최근 연구 결과를 근거로 하여 국내 조종사 훈련에 대한 정책적 시사점을 제시하고자 하였다.

2. 본론

2.1 Startle 및 Surprise 정의

조종사가 비행 중 본인이 받은 훈련과는 상반되는 조작을 하는 주된 이유는 상황에 대한 감정적인 반응을 관리하지 못하기 때문이다. 인간의 뇌는 Fig 1과 같이 기능적으로 크게 3가지로 분류할 수 있다. 전두엽은 모든 감각을 통해 획득한 정보를 입력하고, 각종 지령을 인간 뇌(Human brain)에 전달하는 역할을 하며, 인간 뇌는 지식 저장고와 모든 동물 중 인간만이 갖고 있는 뇌의 기능인 상황을 관찰하고 해결책을 마련하여 행동할 수 있게 하는 판단 기능을 가진다.

반면에 동물 뇌(Chimp Brain)라고도 지칭되는 스트레스 대응 뇌는 생존을 위해 본능적으로 행동하는 기능을 가진다. 예를 들면, 호랑이가 인간에게 돌진해 오면 누구나 상황인식 없이 본능적으로 도망가게 된다. 인간의 이런 행동은 바로 동물 뇌가 작동하기 때문이다. 동물 뇌

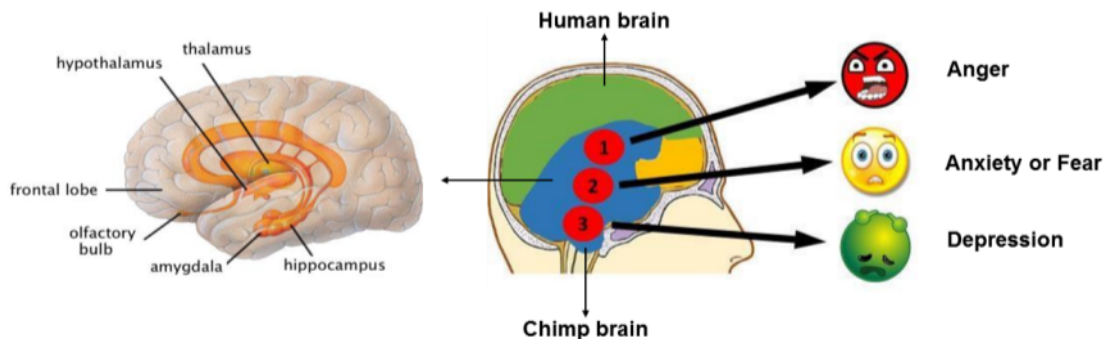


Fig. 1. Functional Classification of Brain (Sims, 2017)

극(Stimulus)을 인지·해석하여, 평가한 후 행동을 선택하고 실행하는 과정으로 전(全)과정이 구성되어 있다.

Fig 2의 개념적 모델에서 평가는 빠르고 자동적인 방식(Fast appraisal)과 느리고 지식기반 처리 방식(Slow appraisal)으로 구분 된다. 이러한 2 가지 평가 과정들이 2장 1절에서 설명한 뇌의 기능 설명에서 동물 뇌와 인간 뇌의 기능적 특징과 결부되어 설명할 수 있다. 즉 빠르고 자동적인 방식은 스트레스 뇌라고 하는 동물 뇌가 작동하는 것이고, 지식기반 처리방식은 판단기능을 가진 인간 뇌가 작동하는 것이다.

다음으로 행동 선택(Selection and Execution of Action)은 의사결정 단계로 한 가지 가설을 평가하고 선택하는 과정이 아닌, 여러 가설 생성과 테스트의 연속적인 과정을 통해 최적이라고 판단되는 대안을 선택한다[9]. Surprise가 없는 상태에서 Startle만 발생한다면, Fig 2에 제시된 바와 같이 개념적 모델의 좌측 과정만 활성화 되지만, 순간적으로 설명할 수 없는 정보를 발견하게 되면 오른쪽 영역도 동시에 활성화 되는 것이다.

2.3 사례 연구 #1 (Martin et al., 2012)

호주의 Griffith University 연구진(Martin et al., 2012)은 조종사가 착륙을 위한 최종접근에서 조종사에게 스트레스를 야기하는 심각한 이벤트(Critical event)를 자극변수로 설정하였고, 본 상황을 토대로 Startle 상황을 실험하였다[10]. 본 연구는 조종사가 Startle 상태에서 반응 지연과 생리적인 반응을 보여 주기 위한 의도로 실시된 연구였다. 연구 표본은 해당기종의 형식증명 등 유효한 자격증명을 소지한 18명의 민간항공사 조종사들을 대상으로 하였다.

그룹을 결심고도(200피트)보다 100피트 아래에 설정해 두어 접근 중, 활주로가 보이지 않는 상태로 설정해 두고, 수동으로 두 번의 계기착륙 접근(Instrument Landing System Approach)을 실시하다가 결심고도(Decision Height, 200피트) 위에서 착륙실패(Missed Approach) 조작을 실시하도록 실험을 설계하였다.

1차 접근(Approach 1)에서 자극(화물 화재 경보 벨과 동시에 요란한 굉음)을 결심고도 40피트 위에서 발생하도록 상황을 설정하고, 2차 접근에서는 아무런 자극을 하지 않았다.

Table 1. Startle Experiment Results (Martin et al., 2012)

| Stimulus Altitude (AGL) | Approach 1 | Approach 2 |
|-------------------------|---|--|
| | Minimum altitude on Go-Around with Stimulus | Minimum altitude on Go-Around without Stimulus |
| 240 | 170 | 170 |
| 240 | 170 | 140 |
| 240 | 170 | 190 |
| 240 | 160 | 110 |
| 240 | 160 | 170 |
| 240 | 150 | 180 |
| 240 | 150 | 160 |
| 240 | 150 | 170 |
| 240 | 150 | 170 |
| 240 | 140 | 170 |
| 240 | 140 | 160 |
| 240 | 200 | 170 |
| 240 | 220 | 160 |
| 240 | 86 | 140 |
| 240 | 66 | 150 |
| 240 | 56 | 180 |
| 240 | 0 (Landed) | 150 |
| 240 | 0 (Landed) | 190 |

실험결과와 Table 1에 제시되어 있다. 약 1/3 (n=5)은 정상적으로 수행하였고, 1/3(n=6)이 약간의 지연 반응을 보였으며, 1/3(n=7)이 잘못된 반응 조작을 하였음을 보여주었다. 특히, 세 번째 그룹(n=7)의 조종사 중 두 명은 그냥 착륙하는 등 충동적인 반응을 보였고, 세 명의 조종사가 실제 활주로를 확인하기 위해 100피트 이하까지 계속 강하였고, 피실험자들 중 2명은 지상접근경보시스템(EGPWS, Electronic Ground Proximity Warning System) 음성경고인 "Pull Up, Pull Up" 을 지시까지도 받았다. 연구진은 자극이 조종사에게 미친 영향을 심박수와 아드레날린 증가 등 생리적인 반응을 통해서 측정하였다. 총 18명의 참가자 중 대부분(n=14)은 심박수 상승 등 생리적인 반응을 나타냈으며, 이중 일부는(n=11)은 혼란과 결정 장애까지도 나타냈다. 본 실험을 통해서 연구진은 최근 몇 년 동안 발생한 비행 중 조종통제불능(LOC: Loss of Control) 사고의 직접적인 원인들 중 하나가 Startle 자극이 될 수 있다고 언급하였다[8].

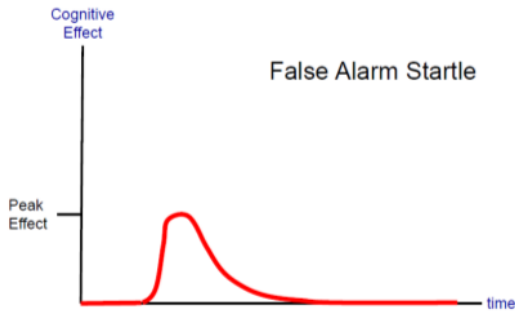


Fig. 3. False Alarm Startle and Pilot's Cognitive Effect

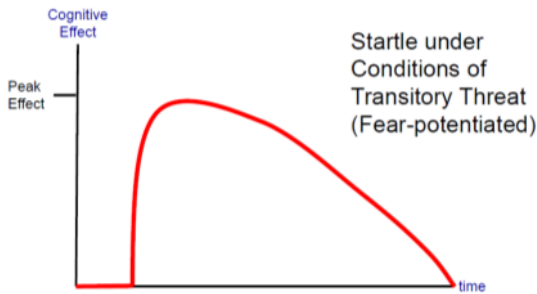


Fig. 4. Transitory Threat and Pilot's Cognitive Effect

Startle 상태에 대한 연구는 앞서 언급한 대로지각순환 모델을 기반으로 발전 및 적용되었다. Startle 연구 초기단계에서는 Startle 상태 경험을 위해 실험실에서 모의비행장치가 아닌 알람 또는 충격적인 사진을 사용하였다. 이러한 실험들을 통하여, 강한 Startle 뒤에 최대 30 초까지 피실험자의 인지 및 행동 장애가 지속될 수 있다는 것을 발견하였고, 이러한 정보 처리 능력의 감소는 조종사의 의사 결정, 문제 해결 및 상황 인식과 같은 것에 중요한 영향을 미친다는 사실을 알 수 있게 되었다.[10] Martin et al. (2012) 연구에서도 초기 Startle 실험 결과와 유사하게 참가자의 약 1/3이 Startle 상태에서 상당한 능력 감소를 나타냈다(Fig 3 및 Fig 4 참조).

Startle 자극에 대한 반응은 매우 빠르게 일어난다. 첫 번째 징후는 14 밀리초 안에 일어나는데, 반응 부위는 뇌의 변연 부위 편도체의 중심으로 보인다. 여기에서 Startle 반응을 유도함과 동시에 인지 처리를 위해 감각 피질에도 상황이 전달된다. 여기에서 초기 아밀달란은 빠른 분석을 통해 자극으로부터 멀어지는 역반응을 주는 동시에 자극의 원천도 동시에 파악을 진행하게 한다. 보편적으로 사람들은 실제 위협이 존재할 것이라고 생각하는 곳에서 Startle 자극을 받으면, 그 강도는 더욱 더 강

해진다는 사실을 발견했다. 이것을 공포가 내재된 놀렘 (Fear Potentiated Startle)이라고 하는데, Fig 4와 같이 치명성이 상존하는 공중에서의 조종사들이 잠재적으로 실제 위협보다 더 심각하게 상황을 받아들일 수 있는 가능성이 있다고 할 수 있다.

2.4 사례 연구 #2 (Rahim, 2020)

Rahim(2020)은 조종사가 Startle 및 Surprise 상태에서 항공기 등급에 따른 운영 능력, 활력징후(호흡수, 심박수 등), 심리적 부담감 등에 대한 변화를 측정하였다[11].

연구의 대상이 된 표본 집단은 단발엔진 항공기 (Cessna 172SP)와 다발엔진 항공기(Baron 58)를 모두 운용할 수 있는 40명의 조종사(남자 36명, 여자 4명)를 모집하여 각 기종에 적합한 비행 훈련장치(FTD, Flight Training Device)를 이용하여, 계기착륙을 하는 동안 사전 계획된 총 6개 비상상황 별 시나리오를 적용하여 심박수, 호흡수 등을 측정하였고, 조종사가 스스로 인지하는 심리적 그리고 육체적 피로도를 측정할 수 있도록 만들어진 NASA -TLX 설문지를 이용하여 측정하였다.

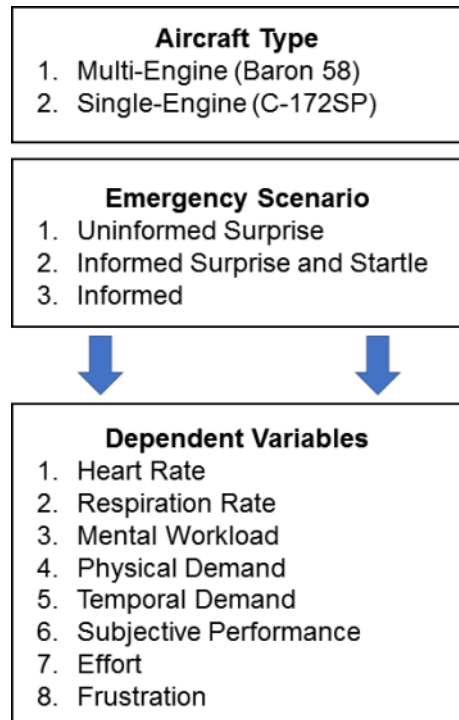


Fig. 5. Startle/ Surprise Research Design (Rahim, 2020)

NASA Task Load Index

Hart and Staveland's NASA Task Load Index (TLX) method assesses work load on five 7-point scales. Increments of high, medium and low estimates for each point result in 21 gradations on the scales.

| Name | Task | Date |
|--|------|------|
| Mental Demand How mentally demanding was the task? | | |
| | | |
| Physical Demand How physically demanding was the task? | | |
| | | |
| Temporal Demand How hurried or rushed was the pace of the task? | | |
| | | |

Fig. 6. Sample of NASA-TLX Survey Sheet

Rahim(2020) 연구에 따르면 Startle과 Surprise 상황에서 항공기종류 그리고 사전에 계획된 Startle 과 Surprise 상황 여부에 따라 조종사의 심박수, 호흡수, 심리적 부담감 및 육체적 부담감(피로도)에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다[12].

호흡수와 심박수는 사전 계획된(Informed) 비상상황에서는 거의 변화가 없었으나, 예기치 않은 갑작스런(Uninformed) 비상상황에서는 매우 높게 나타났다.

특히 단발 보다는 다발항공기로 접근 할 때가 평균 심장박동수가 높게 나왔다. 아울러 심리적 및 육체적 피로도와 관련한 설문에서(Fig 6, NASA- TLX), 조종사들은 예기치 않은 갑작스런 비상상황보다 사전에 계획된 비상상황을 직면했을 때, 상대적으로 심리적 및 육체적 피로도가 덜 하다고 인식하는 것으로 파악되었다[9].

Rahim(2020) 연구결과에서도 사전 계획된 비상훈련 보다는 갑작스런 비상상황에서 운용능력이 현저히 저하

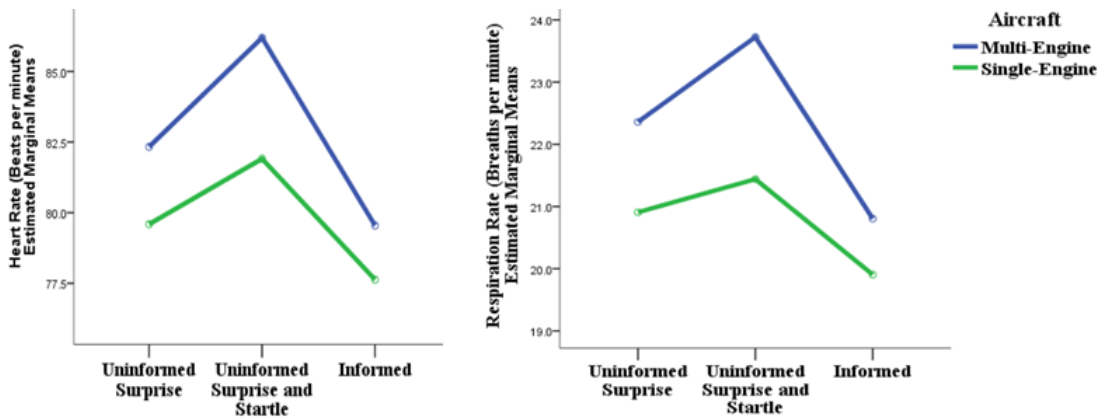


Fig. 7. Differences of Heart Rates and Respiration Rates according to Emergency (Rahim, 2020)

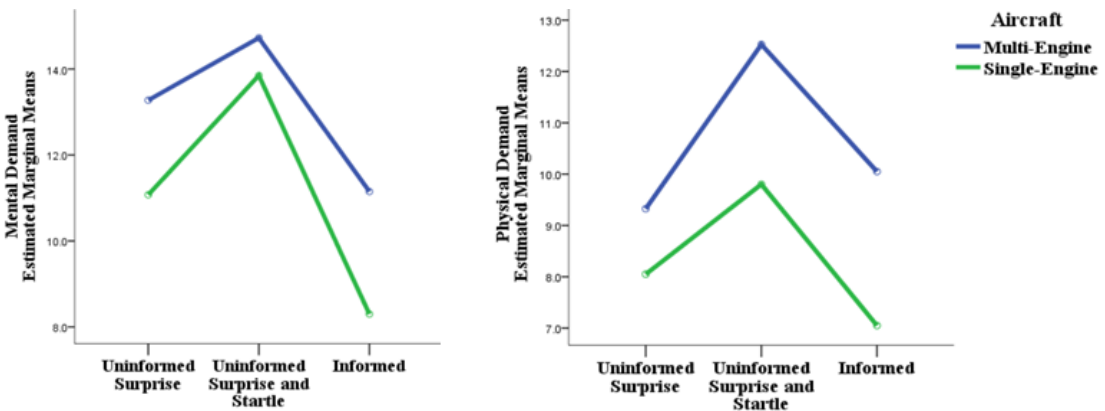


Fig. 8. Differences of Mental and Physical Demand (Fatigue) according to Emergency (Rahim, 2020)

되었으며, 항공기가 복잡(단발보다는 다발 항공기)할수록 심장 박동수 및 호흡수가 급격히 증가된다는 사실도 판명되었다.

조종사가 Startle 또는 Surprise에 빠지는 것은 항공기 시스템의 신뢰성에서 기인된다. 최신항공기를 운용하

는 조종사들은 자신도 모르는 사이에 정상 상태에 대한 막연한 기대감을 갖게 되는데, 이로 인해 쉽게 Startle 또는 Surprise에 빠지게 된다. 일반적으로 항공기는 매일 매년 동일하게 작동되고 실제 오작동에 노출될 확률은 미미하다. 이런 이유로 조종사들은 항공기 정상 작동에

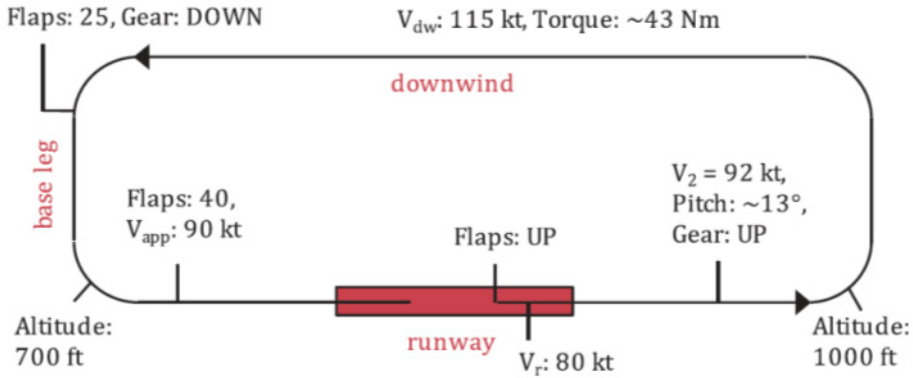


Fig. 9. Standard Traffic Pattern at RWY 18C in Schiphol Airport (Landaman et al., 2020)

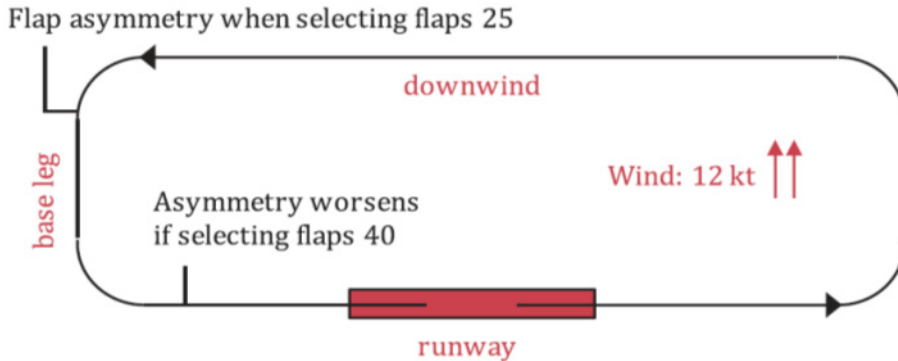


Fig. 10. Emergency Event in FLAP (Flap asymmetry) (Landaman et al., 2020)

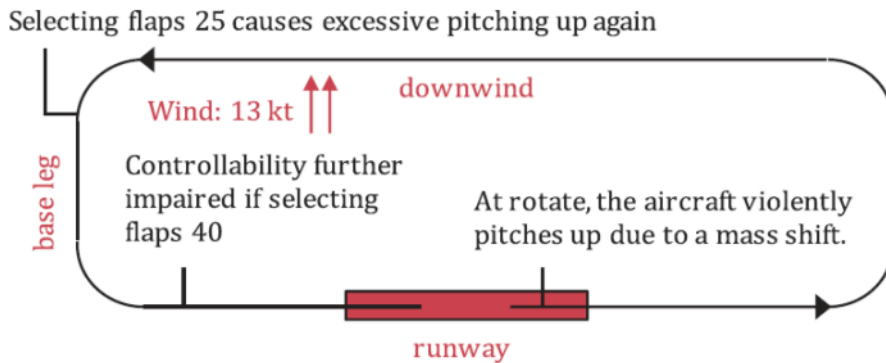


Fig. 11. Emergency Event in FLAP (Excessive pitching up) (Landaman et al., 2020)

대한 막연한 기대를 갖고, 비상 발생 시 정확한 상황인식에 따른 대처가 미흡해진다.

실제로 자동화된 최신형 항공기를 운영하는 조종사가 상대적으로 경미한 비상상황에서도 Startle 또는 Surprise 상태를 경험했던 것으로 연구를 통해 분석되었다[13].

2.5 사례 연구 #3 (Landman et al., 2020)

네덜란드의 Delft University 연구진은 조종사들을 대상으로 실시한 Startle 및 Surprise 훈련의 효과성을 측정하는 연구결과를 발표하였다. 연구진은 실험군(항공기 운항 중 비상상황 시나리오에 따라 Startle 및 Surprise 훈련을 받은 조종사)과 비교군(정상적인 상황) 조종사들의 대응능력을 비교분석하였다. 이를 위해 네덜란드 스키 폴공항 RWY 18C 장주비행 코스에서 Startle 및 Surprise 훈련 효과성 실험을 설계하였다[14].

Landman et al.(2020)은 총 24명 조종사들을 대상으로(실험군 12명, 대조군 12명) Startle 및 Surprise 훈련의 효과성을 측정하였다. 실험을 위한 항공기 기종은 24명의 피실험자들 모두가 운항실습과정에서 비행훈련을 받은 경험이 있는 일반 항공기(General Aviation)를 선택하였으며(Piper PA-34 Seneca III), 다음의 Fig 10부터 Fig 12까지 Startle 및 Surprise 비상상황을 설정하여 실험하였다.

Fig 10은 항공기 장주비행 과정에서 base leg 진입 시 좌측 및 우측 날개의 플랩이 동일하게 전개되지 않는 고장(비상상황)이다. Fig 11은 플랩을 전개 시 항공기의 상승각이 비정상적으로 증가하는 고장(비상상황)이며, 마지막으로 Fig 12는 이륙 직후 조류 충돌로 인해 항공기의 실속이 발생한 Startle 및 Surprise 비상상황이다.

Landman et al.(2020)이 제시한 비교분석 결과는 다음과 같다. 첫째, Startle 및 Surprise 뿐만 아니라 심리 상태까지 모두 비교분석한 결과 실험군과 대조군은 비교 분석 항목이었던 비행스킬, 상황판단 그리고 의사결정 모든 분야에서 통계적으로 무차별한 것으로 분석되었다.

다시 말해서, Startle 및 Surprise 훈련을 받은 실험군은, 비록 갑작스런 비상상황을 맞이할 지라도, 정상적인 조종사 표본집단과 비행스킬, 상황판단 능력 및 의사결정 능력에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았던 것이다. 이러한 분석 결과는 국내 민간항공사들이 조종사들을 대상으로 한 Startle 및 Surprise 훈련의 효과성에 대한 명확한 기준과 판단이 서지 않은 상황에서 많은 시사점을 준다.

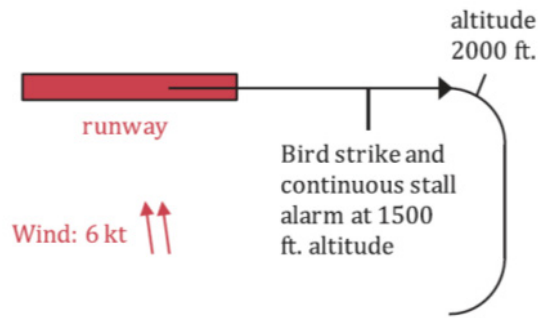


Fig. 12. Emergency Event after Take-off (Stall)

첫째, 조종사들이 항공기 운항 중 예측불확실성 또는 변동성을 효과적으로 관리할 수 있는 Startle 및 Surprise 운항 훈련이 반드시 필요하다는 점이다[15]. 둘째, 국내 민간항공사들은 비상상황 발생 시 조종사의 즉각적인 상황판단에 따른 체계적인 의사결정능력을 향상하는 다양한 교육훈련 프로그램을 시행 중이며 그 효과성 또한 학계 및 산업계에서 입증된 상태이다[16]. 하지만, Startle 및 Surprise 비상상황은 조종사의 상황판단능력 또는 의사결정능력을 저해할지 모른다. 따라서 해외에서는 이미 Startle 및 Surprise 비상상황을 가정한 문제해결능력을 향상하는 조종사 훈련 프로그램들이 시행 중이며, 국내 항공사들도 훈련체계에 반영할 필요가 있을 것이다.

3. 결론

본 연구는 조종사의 Startle 또는 Surprise 관련 해외 사례연구를 통해서 국내 민간항공사 조종사들을 대상으로 비기술적 운항훈련인 Startle 및 Surprise 비상상황 훈련의 도입을 제안하고자 하였다.

항공사에서 조종사의 비행훈련 과정은 단순히 조종기술만을 익히는 것은 아니라 종합적인 상황인식을 통해 올바른 의사결정과 판단력을 기르는 과정이라 할 수 있다[16]. 일반적으로 성취도가 높고, 배움에 대한 동기부여가 확실한 조종사 훈련생의 경우, 조작을 잘못 하고 있다고 인식되는 경우 초기에는 분노가 형성되다가, 불안으로 발전되면서 동물 뇌가 작동되어 최악의 경우를 가정하게 된다. 예를 들면, 조종사 훈련생이 수동으로 착륙 접근 중 Above Glide Slope 상에 위치하게 되었다면, 조종사 훈련생은 스트레스 상황에 놓이게 된다. 내가 이 모든 것을 잘못하고 있다고 생각하면서 감정적인 반응을

작동시켜 불안으로 발전시키고, 자신을 실패자로 인식할 수 있다. 사실, 조종사는 이번 착륙접근이 잘못된 것일 뿐 실패자가 되는 것은 아니다. 교관은 이런 조종사의 감정적인 반응을 다스려야 한다. 해외 항공사처럼 조종사가 사물의 실체를 판단하지 않고, 있는 그대로를 받아들이는 상황인식에 대한 학습이 있어야 하나 국내 항공사 조종사 교육훈련에서는 간과되고 있다.

집중해 여유를 가져야 한다고 강조 하는 것보다 지금 동물 뇌가 작동되고 있으니, 감정적인 반응 일으키지 말라고 하는 교육훈련 하는 것이 더욱 효과적이라 하겠다. 국내 조종사 교육에서 기술적 능력을 전달에만 집중하는 것이 아닌 비기술적 능력에 대한 고려와 연구가 필요하다고 하겠다.

다음으로 현재 국내 민간항공사에서 실시되고 있는 단순 반복적인 조종사의 비상조치 훈련은 향후 개선이 필요하다고 할 것이다. Rahim (2020) 연구에서 알 수 있듯이 사전 계획된 비상훈련은 호흡수와 맥박수의 변화가 없으며, 비상 상황 조치능력이 비계획된 상황보다 월등하였음을 상기할 때, 국내 항공안전법의 법령에 의한 단순 반복적인 정기 훈련보다는 항공사의 상황을 고려한 비정형화된 다양한 비상조치를 대응하는 훈련 도입이 필요하다 하겠다. 이를 위해 조종사의 의무 훈련 항목을 없애고 항공사 자율 훈련 도입이 필요하다 하겠다.

References

- [1] C. D. Wickens, B. L. Hoey, B. F. Gore, A. Sebok, C. S. Koenicke, "Identifying black swans in NextGen: Predicting human performance in off-nominal conditions", *Human Factors*, Vol. 51, pp. 638-651, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720809349709>
- [2] J. S. Yeomans, L. Li., B. W. Scott, P. W. Frankland, "Tactile, acoustic and vestibular systems sum to elicit the startle reflex", *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 26, No. 1, pp.1-11, 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(01\)00057-4](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(01)00057-4)
- [3] R. J. de Boer, K. Hurts, "Automation surprise: Results of a field survey of Dutch pilots", *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, Vol. 7, pp.28-41, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1027/2192-0923/a000113>
- [4] N. A. Stanton, "Genotype and phenotype schemata and their role in distributed situation awareness in collaborative systems", *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Vol. 10, No. 1, pp. 43-68, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1080/14639220802045199>
- [5] S. M. Casner , R. W. Geven, K. T. Williams, "The effectiveness of airline pilot training for abnormal events", *Human Factors*, Vol. 55, pp. 477-485, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720812466893>
- [6] W. L. Martin, P. S. Murray, P. R. Bates, P. S. Y. Lee, "A flight simulator study of the impairment effects of startle on pilots during unexpected critical events", *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, Vol. 6, No. 1, pp.24-32, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1027/2192-0923/a000092>
- [7] A. Landman, E. L. Groen, M. M. van Paassen, A. W. Bronkhorst, M. Mulder, "The Influence of Surprise on Upset Recovery Performance in Airline Pilots", *The International Journal of Aerospace Psychology*, Vol. 27, No. 1, pp. 2-14, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1080/10508414.2017.1365610>
- [8] W. U. Meyer, R. Reisenzein, A. Schützwohl, "Toward a process analysis of emotions: The case of surprise", *Motivation and Emotion*, Vol. 21, pp.251-274, 1997.
DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1024422330338>
- [9] A. Landman, E. L. Groen, M. M. van Paassen, A. W. Bronkhorst, M. Mulder, "Dealing With Unexpected Events on the Flight Deck A Conceptual Model of Startle and Surprise", *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 59, No.8, pp. 1161-1172, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720817723428>
- [10] W. L. Martin, P. S. Murray, P. R. Bates, "The effects of startle on pilots during critical events: A case study analysis" *Proceedings of 30th EAAP Conference: Aviation Psychology & Applied Human Factors*, pp.387-394, 2012.
<http://hdl.handle.net/10072/54072>
- [11] D. A. Rahim "Evaluating Scenarios That Can Startle and Surprise Pilots", PhD Dissertations and Master's Theses, M.S. in Aeronautics, College of Aviation, Embry- Riddle Aeronautical University, 2020.
<https://commons.erau.edu/edt/510>
- [12] J. D. Lee, "Review of a pivotal human factors article: "Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse." *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 50, No. 3, pp.404-410.
DOI: <https://doi.org/10.1518/001872008X288547>
- [13] W. L. Martin, P. S. Murray, P. R. Bates, P. S. Y. Lee, "Fear-potentiated startle: A review from an aviation perspective", *International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 25, pp.97-107, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1080/10508414.2015.1128293>
- [14] A. Landman, E. L. Groen, M. M. van Paassen, A. W. Bronkhorst, M. Mulder, "The Effectiveness of a Mnemonic -Type Startle and Surprise Management Procedure for Pilots", *The International Journal of Aerospace Psychology*, Vol. 30, No. 3, pp.104-118, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1080/24721840.2020.1763798>

- [15] A. Landman, P. van Oorschot, M. M. van Paassen, Groen, A. W. Bronkhorst, M. Mulder, "Training pilots for unexpected events: A simulator study on the advantage of unpredictable and variable scenarios", *Human Factors*, Vol. 60, No. 6, pp.793-805.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0018720818779928>
- [16] S. R. Murray, "Deliberate decision making by aircraft pilots: A simple reminder to avoid decision making under panic", *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol. 7, No. 1, pp.83-100.
DOI: https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0701_5
-

황 재 갑(Jae-Kab Hwang)

[정회원]



- 2012년 2월 : 한국항공대학교 대학원 (운항관리학 석사)
- 1999년 10월 ~ 2018년 4월 : 국토교통부 항공운항과 외
- 2018년 4월 ~ 현재 : 서울지방항공청 항공안전과

- 2018년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 교통정책시스템공학과 박사과정

<관심분야>

항공운항, 항공정책, 안전감독

윤 한 영(Han-Young Yoon)

[정회원]



- 1988년 2월 ~ 1999년 6월 : 한국공항공사 재직
- 1999년 6월 ~ 2018년 3월 : 인천국제공항공사 재직
- 2004년 2월 : 한국항공대학교 경영대학원 (항공경영학석사)

- 2012년 2월 : 한국항공대학교 대학원 (경영학박사)
- 2018년 4월 ~ 현재 : 한서대학교 항공융합학부 부교수

<관심분야>

항공경영, 공항운영, 공항서비스