Original Article

https://doi.org/10.12985/ksaa.2023.31.2.018
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

조종사 경력별 공간정위상실(SD) 회복 차이 분석을 통한 효율적인 훈련방안에 대한 연구

김세준*, 조영진**

A Study on Efficient Training Methods by Analyzing Differences in Spatial Disorientation Recovery according to Pilot Experience

Se-Jun Kim*, Young-Jin Cho**

ABSTRACT

According to the results of a survey by Boeing, LOC-I (Loss of Control in Flight) was the highest in the number of deaths by fatality accident category in the past 10 years from 2012 to 2021, and the number of deaths worldwide due to LOC-I accidents was 757. It turned out to be the biggest cause of aircraft fatalities, with a figure close to twice the sum of UNK (Unknown or Undetermined), which is the 2nd place, and CFIT (Controlled Flight Into or Toward Terrain), which is the 3rd place. This study set six scenarios related to spatial disorientation that may occur during sensory-dependent flight targeting student pilots and instructor pilots at domestic designated specialized educational institutions using flight simulation training equipment, and in each scenario, the pilot's. The need for SDRT (Spatial Disorientation Recovery Training) is verified by analyzing the flight experience and recovery ability by qualification, and SDRT is repeatedly performed to verify and present the training cycle and time.

Key Words : Spatial Disorientation(공간정위상실), Illusion in Flight(비행착각), Flight Simulator (모의비행훈련장치), UPRT(비정상 자세 예방 및 회복훈련)

Ⅰ. 서 론

1.1 연구개요

2018년 9월 16일 경남 합천의 이착륙장에서 이륙한 HL-C000기는 같은 동호회 회원과 함께 경남지역을 비행한 후 공주비행장으로 향하는 비행을 계획하였다. 순조롭게 경남지역의 비행을 마친 후, 조종사는 기수를 공주로 돌렸으며, 공주로 향하던 HL-C000기는 완주지역에서 구름과 조우하였다. 구름을 회피하기 위해 9,500피트로 상승하며 구름층을 뚫고 낮은 고도로 내려가면 구름을 회피할 수 있으리라 판단하고 기수를 낮춰 운중비행을 시도하였다. 운중 비행이 지속되자 조종사는 빠르게 구름을 벗어나고자 더 빠른 강하를 시도했던 것으로 보이며, 이에 따라 사고기의 속도도 점점 빨라졌다. 이때 조종사는 항공기의 자세, 속도 및 고도에 대한 감각을 잃는 공간정위상실(SD; Spatial Disorientation) 상태가 된 것으로 추정된다. 조종사는 비행기가 오른쪽으로 기울며 빠르게 강하하고 있음에도 기체의 자세를 제대로 파악하지 못하고 결국 추락하여 사망하였다.

Received: 30. May. 2023, Revised: 07. Jun. 2023,
Accepted: 08. Jun. 2023
* 한서대학교 비행교육원 비행조교수
연락저자 E-mail : junkim0118@naver.com
연락저자 주소 : 충남 태안군 남면 곰섬로 236-49
** 한서대학교 헬리콥터조종학과 부교수

이처럼 조종사는 인체 평형기관의 감각에 의지하여 비행하려 한다. 이러한 감각을 이용하여 몸의 위치나 자세를 능동적으로 결정하며, 공간적으로 자기의 위치와 방향을 지각한다. 우리가 일상생활에서 경험할 수 없는 여러 가지 형태의 가속도에서 외부의 참조물을 확인할 수 없는 경우 우리 인체의 평형기관은 정확한 자세나 방향을 인지하지 못하고 감각을 잃게 된다. 또한, 시각과 관련하여 비행 중 착각을 일으키는 현상도 존재하며 대부분 조종사는 비행하는 동안 인지하든 아니면 인지하지 못하든 다양한 형태의 착각을 경험하게 된다. 이러한 현상은 인간이라면 누구에게나 일어나는 정상적인 생리반응으로 조종사는 이러한 환경에서 정확하고 적절한 조작을 하지 못한다면 위험한 상태에 직면하게 된다.

Boeing 社의 조사 결과에 의하면 2012년부터 2021년까지 최근 10년간 사망사고 범주별 사망자는 비행 중 조종 능력 상실(LOC-Ⅰ; Loss of Control in Flight)이 가장 높으며, 비행 중 조종 능력 상실(LOC-Ⅰ)사고로 인한 전 세계 사망자 수는 757명으로 인명 사고 2위인 원인불명 또는 미정(UNK; Unknown or Undetermined)과 3위인 조종상태에서 지상충돌(CFIT; Controlled Flight Into or Toward Terrain)의 합의 약 2배에 가까운 수치를 보여 항공기 인명 사고의 가장 큰 원인으로 밝혀졌다(Boeing, 2022). 이렇듯 비행 중 조종 능력 상실(LOC-Ⅰ)로 인한 사고의 사망자가 가장 많은 비중을 차지하자, 국제민간항공기구(ICAO; International Civil Aviation Organization)에서는 2019년 3월부터 의무적으로 비정상 자세 예방 및 회복훈련(UPRT; Upset Prevention and Recovery Training)을 도입하여 실행하도록 체약국에 권고하고 있으며, 비정상 자세 예방 및 회복훈련은 비정상 자세로 인한 비행 중 조종 능력 상실(LOC-Ⅰ)사고를 예방하기 위해 조종사의 위협 및 에러의 식별 능력을 훈련한다.

국내 민간항공사에서는 이러한 지침을 근거로 매년 기종별 정기 훈련과정 또는 정기 SPOT 비행훈련 등에서 비정상 자세 예방 및 회복훈련을 실시하며, 3년 주기로 비정상 자세 예방 및 회복훈련의 모든 훈련 요소를 훈련한다. 대한민국 공군에서는 공중근무자 비행 환경 적응 교육훈련을 시행하고 있으며, 매 3년을 주기로 공간정위상실과 관련된 훈련을 수행하고 있다. 조종사 자격증명 교육과정에서 학생조종사가 받게 되는 비정상 자세와 관련한 교육은 비정상 자세 회복훈련(Unusual Attitude Recovery Training)이 있다. 그러나 학생조종사에게 경험을 제공하는 수준으로 전문적인 교육을 제공하지는 않으며 교육 중 비정상 자세로 전환되는 과정이 인체 평형기관이나 시각의 착각으로 자연스럽게 변화하는 것이 아니라 교관조종사가 인위적으로 항공기를 비정상 자세로 변화하고 학생조종사가 회복하는 조작을 수행한다.

1.2 연구 방법

따라서 본 연구는 모의비행훈련장치를 활용하여 국내 지정 전문 교육기관의 학생조종사와 교관조종사를 대상으로 감각에 의존한 비행 중에 발생할 수 있는 공간정위상실과 관련된 6종류[1]의 시나리오를 설정하고 각각의 시나리오에서 조종사의 비행경력 및 자격별 회복 능력을 분석하여 공간정위상실 회복훈련(SDRT; Spatial Disorientation Recovery Training)의 필요성을 검증하고, 공간정위상실 회복훈련을 반복 수행하여 훈련 주기 및 시간 등을 검증하고 제시하고자 한다.

단, 본 연구에서는 연구 대상자들에게 모의비행훈련장치를 이용한 공간정위상실 체감의 만족도를 설문하여 분석한 내용을 서술하였으며, 분석한 내용을 바탕으로 보완점을 찾고 검증실험을 거친 후 훈련 주기 및 시간을 제시하도록 하겠다.

Ⅱ. 이론적 고찰

2.1 비행착각의 정의

일반적으로 비행착각을 의미하는 항공 용어는 공간정위상실이다. 미연방항공청(FAA; Federal Aviation Administration)에서는 공간정위상실에 대해 “시각, 전정, 평형기관 등의 물리적 감각에서 생기는 오류로 인해 조종사가 비행 상황을 실제와 다르게 인지하는 상태”라고 정의하고 있다(FAA, 2016). 공간정위상실에서 정위란 “생물체가 몸의 위치나 자세를 능동적으로 정하는 것”이라 정의한다. 공간정위란 어떠한 공간에서 생물체가 몸의 위치나 자세를 능동적으로 정하는 것이고, 공간정위상실이란 그 능력을 상실한 것이다. 사람들은 직접 눈으로 본 것이 정확하다고 항상 생각하지만, 가끔은 사실과 다름을 알고 당황했었던 경험이 있을 것이다. 이러한 착각은 인간이라면 생리적 특성에서

1) ① 기수 상승 착각(Pitch up Illusion), ② 기수 하강 착각(Pitch down Illusion), ③ 전향성 착각(Coriolis Illusion), ④ 경사(기울어짐) 착각(The Leans), ⑤ 수평 착각(False Horizon), ⑥ 전이성 착각(Vection Illusion).

나타나는 일상적인 것으로, 누구나 겪을 수 있고 이러한 현상이 비행 중에 나타날 때 비행착각이라고 한다. 비행착각을 겪는 조종사는 착각에 의한 잘못된 판단을 하게 되며 이를 착오라 한다. 착오라는 것은 “착각으로 인하여 잘못함”,“부주의로 인하여 생기는 추리의 오류”, “법률적으로 사람의 인식과 사실이 일치하지 않고 어긋나는 일”로 정의된다(탁희서, 2015). 따라서 착오는 착각으로 일어난 잘못된 것으로 정의 할 수 있다. 또한, 감각착오(Sensory Illusion)는 한 개 이상의 균형감각으로부터의 방향 정보 충돌로 인해 발생하는 착오를 말한다(HDTA, 2000).

2.2 비행착각 사고사례

비행착각으로 인한 사고는 매년 꾸준히 발생하고 있으며 조종사에 따라서 비행착각에 대한 인식의 정도나 기준이 달라 비행착각과 관련된 사고 발생률을 정확하게 파악하기는 매우 어렵다. 강요한(2020)의 선행연구에 따르면 조종사 252명 중 92%인 230명이 비행 중 비행착각을 경험한 적이 있다고 응답하였다. 실제로 많은 조종사가 비행착각을 경험하고 있으며, 항공기 사고와 인명 사고의 주요 원인 중 하나이다. 미연방교통안전위원회(NTSB; Natinal Transportation Safety Board)에 따르면 2011년부터 2020년까지 최근 10년간 공간정위상실과 관련한 사고는 21건으로 매년 꾸준하게 일어나고 있다. Fig. 1과 같이 2016년을 제외하고 매년 1건 이상의 비행착각 관련 사고사례가 있는 것으로 파악된다.

2015년부터 2020년까지 미국에서 발생한 대표적인 사고사례는, 2020년 4월 09일 사우스캐롤라이나주 마운트 플레즌트에서 학생 조종사와 교관조종사는 야간비행 중 공항의 활주로에 착륙하여 다시 이륙하는 과정에서 야간에 어두운 환경의 시야 확보에 실패하며 공간정위상실을 경험하고 활주로 주변의 나무와의 거리를 착각하여 나무와 충돌하였고 야간의 맹점으로 인한 공간정위상실에 빠진 것으로 추정하였다.

2019년 4월 15일 알래스카주 놈에서 시계 야외비행을 하던 조종사가 급격한 기상악화와 함께 계기비행기상조건이 되었으며, 조종사는 비행경로를 확인하기 위하여 항공기의 GPS 장비에 시현된 항적을 확인하며 수평비행을 한다고 판단하였으나 추락하였다. 미연방교통안전위원회의 GPS 항적 분석 결과 비행기는 지상 600ft 상공에서 직진 수평비행을 하였으며, 더 높은 고도로 상승하기 위해 상승 선회를 시도한 후 급격하게 하강한 것으로 나타났다. 갑작스러운 계기비행기상조건에서 조종사는 급하게 계기와 밖에 외부 참조물을 번갈아 가며 보기 위해 고개를 움직이며 공간정위상실에 빠진 것으로 추정했다.

공간정위상실에 의한 사고는 국내의 경우 공군에서도 많이 발생하고 있다. Fig. 2와 같이 2000년부터 2020년까지 공군의 인명 사고 건수를 보면 기체결함 19건, 조류 충돌 3건, 지상 충돌 6건, 공중 충돌 3건, 조종능력상실 4건, 공간정위상실 5건, 기타 2건으로 공간정위상실로 인한 사고가 적지 않게 일어나고 있는 것으로 판단된다.

2017년 발행된 공군 비행사고 현황자료 분석 결과, 공군에서는 지난 10년간 총 32명의 조종사가 비행 사고로 순직하였으며, 사고 원인 별로는 22명의 조종사가 공간정위상실로, 6명의 조종사가 조종 과실로, 2명의 조종사가 중력에 의한 의식상실(G-LOC)로, 나머지 2명의 조종사가 기타 항공기 결함으로 인해 임무 중 순직하였고 이 중 순직 조종사의 60%를 차지하는 공간정위상실에 의한 비행 사고에서 조종사 중 단 한 명도 비상 탈출을 위한 사출 레버를 당기지 않았으며, 기타 사고와 달리 100% 조종사들의 순직으로 귀결되었다(강요한, 2020).

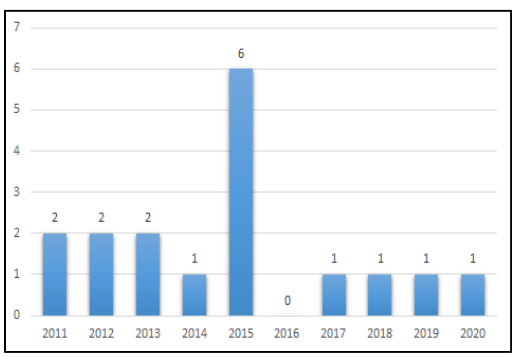

Fig. 1. Number of accident cases by year

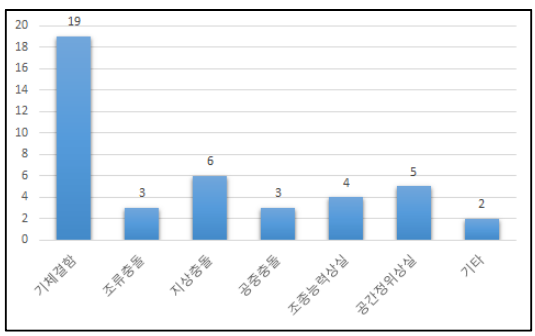

Fig. 2. Type and number of fatal accidents in the Air Force (2000~2020)

2000년도 이후의 대표적인 공간정위상실 국내 사고 사례를 살펴보면, 2010년 강릉에 있는 공군 제18전투비행단 소속 F-5E와 F-5F 전투기 2대가 전투 기동훈련을 위해 강릉기지를 이륙하고 5분 만에 대관령면 황병산에 추락하였으며 이 사고로 조종사 3명이 순직하였다. 공군 사고조사단에 따르면 사고기는 편대 이륙을 인가받고 직진 상승 비행 중 정상 장주를 이탈하여 우선회하며 운중에 진입하였고 이후 좌선회와 함께 급격한 강하를 하면서 추락하였다고 보고하였다. 사고 조사 결과 조종사는 전향성 착각에 진입하여 비정상 자세를 인지하지 못한 것으로 추정하였다.

2018년 대구에 있는 공군 제11전투비행단 소속 F-15K 전투기 1대는 공중 기동훈련을 하고 기지로 복귀하던 중 칠곡 유학산에 추락하였으며 이 사고로 전투기에 타고 있던 조종사 2명 모두 순직하였다. 공군 사고조사단에 따르면 당시 사고기는 운중에서 착륙 최종경로에 진입을 위해 선회하던 중 안전고도 이하로 강하하며 칠곡군에 있는 유학산에 추락했으며, 조종사는 운중에서 전방기와 안전거리 확보에 집중하다 깊은 강하 자세로 강하되고 있다는 것을 인지하지 못하고 강하각 조절 시기를 놓쳤다고 보고하였다.

2.3 비행착각 회복훈련 사례

2.3.1 국제기준(ICAO)

국제민간항공기구(ICAO)에서는 인명 사고의 가장 큰 비율을 차지하고 있는 비행 중 조종 능력 상실(LOC-I)을 예방하기 위해 2011년부터 미연방항공청(FAA)의 항공 규칙 제정 위원회(ARC; Aviation Rule making Committee)에 효과적인 훈련방안 개발을 의뢰하여, 2014년 「Doc. 10011 - Manual on Aeroplane upset prevention and recovery training」을 발간하였다. 여기에서 항공기의 비정상 자세, 예방 및 회복에 대하여 언급하며 체약국의 민간항공사에 비정상 자세 예방 및 회복훈련을 권고하고 있다. 「Doc. 10011」에서 정의하고 있는 항공기의 비정상 상황(Aeroplane Upset)은 “정상적인 노선 비행이나 훈련에서 경험할 수 있는 파라미터를 초과하는 의도치 않은 비정상적인 비행 상황”이다. 또한, 비정상 자세(Upset)는 “항공기의 상승각이 25° 또는 하강각이 10° 초과, 선회각이 45° 초과하여 항공기의 속도가 정상적이지 않은 상태”로 정의된다. 이러한 비정상 자세는 의도한 비행경로에서 벗어날 것이고, 이는 곧 비행 중 조종 능력 상실(LOC-I)로 이어지고 치명적인 사고로 연계된다. 이러한 사고를 예방하기 위해 「Doc. 10011」은 비정상 자세 예방 및 회복훈련에 대한 지침을 제공하고 있다. 「Doc. 10011」의 구성은 6개의 장으로 구분되어 있으며, 1장 소개에는 용어의 정의, 개요 및 적용을 다루며 2장 훈련프로그램 요구조건에는 비정상 자세 회복훈련 설계 및 구성요소를 설명하고 있다. 3장 훈련에는 학과, 실기훈련 및 모의비행훈련장치의 제조사 권장 사항 등에 관한 내용을 다루고 있으며, 4장 훈련 장비 요구사항에는 실속, 시나리오 베이스 훈련, 교관훈련 등에 필요한 모의비행훈련장치의 필요 사항이 제시되어 있다. 5장 교관훈련에는 교관의 자격 및 교관 능력 기반(competency-based) 훈련프로그램을 설명하고 있으며, 6장 규정 감독에서는 훈련철학, 위험관리, 품질보증(QA; Quality Assurance) 및 안전관리 시스템(SMS; Safety Management System), 프로그램 인가 및 운영에 관한 내용을 다루고 있다.

2.3.2 국내기준

국내는 「고정익 항공기를 위한 운항기술기준(이하 운항기술기준) 8.4.8.54」에서 비정상 자세 예방 및 회복훈련에 관한 내용을 다루고 있으며 그 내용을 살펴보면 운항증명 소지자는 해당 항공기 형식에 대해 비정상 자세 예방 및 회복훈련을 위한 훈련프로그램을 수립하여 실시하여야 하며, 프로그램의 표준화된 비정상 자세 예방 및 회복훈련 적용 지식 및 기량, 훈련 브리핑, 디브리핑 및 성취도 평가 능력, 모의비행장치의 운영 능력 및 디브리핑 자료의 활용, 실수에 대한 효과적인 원인 규명과 교정 방법, 교관의 수준 및 적합성에 대한 종합적인 평가를 적용한 교관 표준화 관리를 지속해서 하여야 한다고 명시되어 있다.

2.3.3 국내 항공사

국제민간항공기구(ICAO)의 권고와 국내 「운항기술기준」에 따라 국내의 민간항공사도 비정상 자세 예방 및 회복훈련을 시행하고 있다. 대한항공의 경우 2020년부터 훈련을 시작하였으며, 1983년 개원한 인천 운항 훈련센터에서 자체적으로 보유하고 있는 모의비행장치(Flight Simulator)를 활용하여 초기 훈련과 정기 훈련으로 나누어 훈련하고 있다. 초기 훈련은 기종별 양성훈련과정에서 실시하고 정기 훈련은 매년 기종별 정기 훈련과정 또는 정기 SPOT 비행훈련 등에서 실시하며, 매 3년 주기로 비정상 자세 예방 및 회복훈련의 모든 훈련 요소를 훈련한다. 훈련의 내용은 「운항기술기준」에 명시되어 있는 모든 항목을 수행하며 교관 임

용 훈련의 경우 국제민간항공기구(ICAO)의 「Doc. 10011」에서 명시하는 세부 훈련내용을 모두 수행하고 있다. 아시아나항공도 서울 강서구 본사 내에 있는 교육 훈련동에서 모의비행장치(Flight Simulator)를 활용하여 2020년부터 비정상 자세 예방 및 회복훈련을 수행 중이다. 또한, 김포국제공항 화물 청사 내에 있는 CAE 社에서도 2017년부터 비정상 자세 예방 및 회복훈련을 준비하여 교관을 양성하고, 모의비행장치를 활용하여 2021년부터 자체적으로 모의비행장치(Flight Simulator)를 보유하고 있지 않은 민간항공사를 대상으로 비정상 자세 예방 및 회복훈련을 시행하고 있다.

2.3.4 대한민국 공군

비행착각 회복훈련에 관한 국내의 훈련사례는 항공우주의료원의 공중근무자 비행 환경 적응 교육훈련과 민·관 조종사들 비행착각 훈련이 대표적이다. 충청북도 청주시 상당구 공군사관학교 성무기지 내 위치한 항공우주의료원은 1949년 10월에 설립되었으며, 공간지각 상실 체험장비, 기내 감압 장비, 중력가속도 테스트 장비, 야간 시각훈련 장비 등 총 634억 원 규모의 장비를 갖추고 있고 년 2,800여 명을 훈련하고 있다. 우리 군에서는 조종사를 대상으로 공중근무자 비행 환경 적응 교육훈련을 시행하고 있으며, 매 3년을 주기로 공간정위상실과 관련된 훈련을 수행하고 있다. 교육과정은 초급과정, 보수과정, 관리자과정 등으로 분류되어 있으며, 초급과정은 5일, 보수과정은 2일, 관리자 보수과정은 1일의 교육 기간이 소요된다. 또한, 초급과 보수과정의 유효기간은 3년이며, 관리자 보수과정의 유효기간은 5년이다. 또한, 민·관 조종사들의 비행착각 훈련을 지원하기 위해, 국토교통부로부터 2016년 10월 26일부터 비행착각 훈련과정을 인가받고 개설하여 운영 중이다. 비행착각 훈련은 비행기와 헬리콥터로 구분되어 각각 2일간 진행되며 고공저압환경, 비행착각 경험 및 극복, 야간시각 훈련에 대한 이론과 체험을 통한 적응훈련을 받게 된다.

2.3.5 공간정위상실 회복훈련 해외사례

가장 대표적인 공간정위상실 회복훈련의 해외사례는 미국 데이토나비치에 있는 Embry-Riddle 항공대학이다. 대학 내 공간정위상실 연구소에서 학생들에게 비행 중에 발생할 수 있는 공간정위상실을 경험할 기회를 제공한다. 보유하고 있는 훈련 장비는 Fig. 3과 같은 모션 시뮬레이터와 VR 컴퓨터 스테이션이다.

Fig. 3. Motion simulator and VR computer station

Force Dynamics 401 모션 시뮬레이터의 경우 피치(PItch), 롤(Roll) 및 360° 요(Yaw)를 구현하고 실제 가속도를 제공하여 공간정위상실을 경험한다.

그 외에 미국의 ETC 社나 오스트리아의 ASMT 社 등 공간정위상실 모의비행훈련장치를 개발하고 판매하는 업체에서 다양한 기상 및 비행 조건, 항공기 계기 및 엔진 고장 시나리오, 비정상 자세 예방 및 회복훈련 등이 가능한 프로그램을 제시하고 있다.

Ⅲ. 연구설계

3.1 연구 대상 및 목적

본 연구는 국내 지정 전문 교육기관의 학생조종사와 교관조종사를 대상으로 모의비행훈련장치를 이용하여 조종사가 비행 중 경험할 수 있는 공간정위상실 중 5종류를 선별하여 하나의 훈련으로 연결한 복합시나리오를 설정하여 실험하였다. 실험이 종료된 후 모의비행훈련장치의 공간정위상실의 체감 효과에 관한 설문을 하였다. 설문의 대상을 자격, 경력으로 나누고 집단별 체감 효과의 차이를 분석하여 가장 이상적인 시나리오를 제시하고자 했다. 비행 자격별 분류의 경우 계기한정 자격 보유를 기준으로 분류하였다. 비행경력의 경우 비행을 시작하여 기본적인 비행 능력 및 계기판독 능력을 갖추고는 있지만, 단독비행을 수행하지 못한 학생조종사, 단독비행을 수행한 학생조종사와 교관 경력을 가지고 있는 교관조종사로 분류하였다. 설문의 내용은 Table 1과 같으며, 시나리오별 체감 효과에 대해 ①전혀 아니다, ②아니다, ③약간 아니다, ④보통이다, ⑤약간 그렇다, ⑥그렇다, ⑦매우 그렇다 의 7점 척도로 설문하였다.

Table 1. Survey contents

1. 귀하의 성별은? ① 남성( ) ② 여성( )
2. 귀하의 연령은? ( ) 세
3. 귀하의 비행경력과 비행시간은?
( ) 년 ( ) 시간
4. 귀하께서 보유하고 계신 조종사 자격은 무엇입니까? ( )
5 시나리오별 체감 효과

1	피치 업/다운 착각을 체감했는가?
2	전향성 착각(Coriollis illusion)을 체감했는가?
3	기울어짐 착각(The leans)을 체감했는가?
4	경사구름 착각(False horizion)을 체감했는가?
5	Graveyard spiral 효과를 체감했는가?[2)]
6	전이성 착각(Vection illusion) 효과를 체감했는가?

3.2 자료 분석 방법

학생조종사와 교관조종사 총 66명을 대상으로 SPSS MAC 29.0.0.0을 활용하여 연구의 목적에 따라 통계처리를 진행하였다. 조사대상자를 비행 자격별, 경력별로 분류하였으며, 집단별 표본 수가 30 미만이기 때문에 kolmogorov-smirnov test와 Shapiro-wilk test를 활용하여 정규성 분석을 하였다. 측정된 결과가 정규성에 만족하지 못함에 따라 비행 자격별 비교의 경우, Mann-Whitney U test를 사용한 비모수 검정을 실행하였다. 또한, 비행 경력별 체감 효과를 비교 분석하기 위해 Kruskal-Wallis test를 사용한 비모수 검정을 하였다.

3.3 조사대상자 특성

조사대상자의 특성을 알아보기 위해 빈도분석을 실시한 결과는 Table 2와 같다. 성별은 남자가 58명(87.9%), 여자가 8명(12.1%)이었다. 자격별로 분류하면 계기한정을 보유하고 있는 조종사가 29명(43.9%), 계기한정을 보유하지 않은 조종사가 37명(56.1%)이었고, 경력별 분류는 단독비행을 수행하지 못한 조종사가 14명(21.2%), 단독비행을 수행한 조종사가 46명(69.7%), 교관조종사가 6명(9.1%)으로 조사되었다.

3.4 분석 결과

설문 항목별 전체 집단의 체감 효과는 Table 3과 같이 피치 업/다운의 경우 6.3점, 전향성 착각은 6.381점, 기울어짐 착각은 6.187점, 경사구름 착각은 5.781점, 전이성 착각은 5.35점으로 나타났다. 대부분의 실험 항목에서 높은 체감 효과를 받은 것으로 분석되었으며, 다른 착각에 비해 낮은 만족도를 받은 전이성 착각은 시나리오를 보완하고 개선하도록 하겠다.

비행 자격별 만족도 비교분석을 하기 위해 Mann-Whitney U test를 실시한 결과는 Table 4와 같다.

비교분석 결과 비행 자격별 집단 간 만족도의 차이(p<.05)가 없는 것으로 나타났다. 즉, 비행경력과 관계없이 모든 집단에서 비슷한 수준의 만족도를 나타냈다.

비행 경력별 만족도 비교분석을 하기 위해 Kruskal-Wallis test를 실시한 결과는 Table 5와 같다.

Table 2. Characteristics of the personality (N=66)

구분		빈도(명)	비율(%)
성별	남자	58	87.9%
	여자	8	12.1%
자격별 분류	계기한정 보유	29	43.9%
	계기한정 미보유	37	56.1%
경력별 분류	단독비행 미수행	14	21.2%
	단독비행 수행	46	69.7%
	교관	6	9.1%

Table 3. Sensitive effect by category (N=66)

설문항목	체감효과
피치 업/다운 착각을 체감했는가?	6.3
전향성 착각(Coriollis illusion)을 체감했는가?	6.381
기울어짐 착각(The leans)을 체감했는가?	6.187
경사구름 착각(False horizion)을 체감했는가?	5.781
전이성 착각(Vection illusion) 효과를 체감했는가?	5.35

Table 4. Mann-Whitney U test result (N=66)

설문항목	p
피치 업/다운 착각을 체감했는가?	.456
전향성 착각(Coriollis illusion)을 체감했는가?	.721
기울어짐 착각(The leans)을 체감했는가?	.656
경사구름 착각(False horizion)을 체감했는가?	.094
전이성 착각(Vection illusion) 효과를 체감했는가?	.527

2) 안전성 문제로 실험 미시행.

Table 5. Kruskal-Wallis result (N=66)

설문항목	Kruskal-Wallis H	p
피치 업/다운 착각을 체감했는가?	5.856	.054
전향성 착각(Coriollis illusion)을 체감했는가?	.123	.940
기울어짐 착각(The leans)을 체감했는가?	.186	.911
경사구름 착각(False horizion)을 체감했는가?	2.255	.324
전이성 착각(Vection illusion) 효과를 체감했는가?	1.543	.462

비교분석 결과 비행 경력별 집단 간 만족도의 차이(p<.05)가 없는 것으로 나타났으며 비행경력과 상관없이 모든 집단에서 비슷한 수준의 만족도를 나타냈다.

Ⅳ. 결 론

항공산업의 발전과 더불어 항공기는 더 빨리, 더 멀리 비행하기 위하여 발전하였다. 그러나 이러한 기술에 발전은 인간의 신체적 능력의 한계에 맞닿으며 조종사들의 생명을 위협하였다. 인체 평형기관의 감각에 의지하여 비행하려 할 때 조종사는 일상생활에서 경험할 수 없는 여러 가지 형태의 가속도에서 외부의 참조물을 확인할 수 없는 경우 우리 인체의 평형기관은 정확한 제세나 방향을 인지하지 못하고 감각을 잃게 된다. 따라서 본 연구는 모의비행훈련장치를 활용하여 조종사의 공간정위상실 회복능력을 실험하고, 그 데이터를 수집하였다. 수집한 데이터를 검증하여 최적의 공간정위상실 회복훈련 주기 및 방안을 제시하고자 하였다. 실험대상자에게 모의비행훈련장치의 공간정위상실 체감에 대한 설문 분석을 하였으며, 조종사의 경력이나 자격의 유무에 상관없이 실제 비행과 매우 비슷하게 공간정위상실을 경험하였다는 것을 알 수 있었다. 즉, 공간정위상실은 비행경력이나 자격에 상관없이 인간이라면 생리적 특성에 의해 누구나 겪을 수 있는 현상이라 할 수 있다. 이러한 사유로 인해 국제민간항공기구(ICAO)에서도 어떠한 형태로든 일어날 수 있는 비정상 자세에 대한 비정상 자세 예방 및 회복훈련을 개발하여 체약국에 훈련을 권고하고 있지만, 비행교육을 받는 학생조종사나 사용사업체, 교육기관 등 일반항공에서 재직 중인 조종사를 위한 공간정위상실 회복훈련은 없다. 따라서, 향후 이 모의비행훈련장치를 활용하여 연구 대상의 표본을 더 확보하고 지속적인 자료 축적과 분석을 통해 본 연구를 보완 발전하여 공간정위상실 회복훈련의 훈련 주기와 시간을 제시하도록 하겠다.

References

1. Boeing, “Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents”, 2022, p.13.
2. FAA, “Pilot’s Handbook of Aeronautical Knowledge”, 2016, p.17-6.
3. Tak, H.S., “A study on the prevention of the rotary-wing aircraft pilot’s spatial disorientation”, M.S. Thesis, Kongju National University, Gongju, February 2015.
4. Headquarters Department of The Army, “Aeromedical Training for Flight Personnel”, 2000, p.1.
5. Kang, Y. H. “Analysis on pilot’s experiences and effects of voice procedure under spatial disorientation”, M.S. Thesis, Seoul National University, Seoul, November 2019.
6. ICAO, “Doc 10011-Manual on Aeroplane Upset Prevention and Recovery Training”, 2014, p.10.
7. MOLIT, “Flight Safety Regulations for Aeroplanes”, 2022, pp.8-140-8-141.