Original Article

전투기 조종사의 공중급유 임무 시 인적요인 분석을 통한 위험요인 연구

구 본 언

공군항공안전단

A Study on Risk Factors by Analyzing Human Factors during Air Refueling Missions for Fighter Pilots

BonEan Koo, Ph.D.

Republic of Korea Air Force Aviation Safety Agency, Seoul, Korea

Received: November 16, 2020

Revised: December 8, 2020

Accepted: December 12, 2020

Corresponding Author

BonEan Koo

Republic of Korea Air Force Aviation Safety Agency, Yeouidaebang-ro 22-gil, Dongjak-gu, Seoul 07056, Korea

Tel: +82-2-827-7737

E-mail: miragegu@naver.com

ORCID

<https://orcid.org/0000-0002-1348-1101>

ABSTRACT With the operation of the KC-330 MRTT (Multi Role Tanker Transport), which had been fielded in 2019, the ROKAF (Republic of Korea Air Force) has given fighter pilots a new mission of air refueling. As a result, fighter pilots are more likely to be exposed to risks they have never faced before, and it is necessary to look at the risk factors associated with human factors in air refueling missions. Therefore, in this study, an analysis using the HFACS (Human Factors Analysis and Classification System) model was performed for fighter pilots with air refueling qualifications. This study tried to prevent hazard in advance by discriminating the risk factors according to the human factors related to the fighter pilot during the air refueling mission.

Keywords: Risk factors, Fuel oils, Pilots

1. 서 론

공중급유의 개념이 최초로 도입된 시기는 1920년대로, 세계 2차 대전 이후인 1930년대에 이르러서야 이에 대한 연구가 본격적으로 시작되었다. 역사적으로 공중급유 적용의 첫 공식 사례는 Fig. 1에서 보이는 것처럼 1923년 미 육군 항공서비스(U.S Army Air Service)의 두 항공기가 호스를 연결해 75갤런의 급유를 성공시킨 사례이다[1].

현대전에서 공중 전력에 의한 신속한 공격은 전장 상황을 주도하는 핵심이며, 이 중심에는 공중급유기의 역할이 큰 몫을 차지하고 있다. 이는 이라크 자유작전(Operation Iraq Freedom)에 참가한 항공기의 급유비율을 보더라도 충분히 가늠할 수 있다. 당

시 항공기지에서의 급유량이 195백만 갤런인데 비해 공중급유는 417백만 갤런에 달할 정도로 공중에서의 급유가 압도적이었다. 이러한 수치결과는 적 표적공격을 위한 장시간 비행에 많았던 당시 상황에서 항속거리를 증대시켜 신속한 공중공격을 가능하게 했던 공중급유기의 역할이 얼마나 중요했는지 잘 설명해 주는 대목이다.

현재 공식적으로 공중급유기를 보유한 국가는 32개국이며, 한국공군도 전투기의 체공시간 향상과 장거리 수송 임무 향상을 위해 KC-330 MRTT (Multi Role Tanker Transport) 다목적 공중급유기를 2019년에 전력화하여 운용하고 있다. 이에 따라 전투기 조종사는 공중급유라는 새로운 임무를 수행하게 되었으며, 안전운용을 위한 노력이 필요하게 되었다.

본 연구에서는 미 공군 공중급유기의 비행 중 급유사고 자료 검토와 HFACS (Human Factors Analysis and Classification System, 인적요인 분석 및 분류 시스템) 모델을 활용하여 전투기 조종사의 공중급유 임무 시 위험요인을 식별하고 감소방안을 마련하여 공중급유 시 최상의 임무를 수행할 수 있도록 하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 사전조사 - 공중급유기 사고 현황

KC-135 공중급유기는 1957년 보잉사에 의해 최초로 제작되었으며, 총 735대가 제작되어 운영되었다. 2017년 미 공군 연감 자료 기준으로 약 398대가 운영 중이며, 세계에서 가장 많이 생산되어 운영된 공중급유기로서 공중급유 사고에 대한 데이터가 풍부하므로 분석결과에 대한 신뢰성 역시 높다. 본 연구에서도 AFIT (Air Force Institute of Technology, 미 공군 과학기술 연구소)에서 분석한 KC-135 공중급유 사고자료를 참고하였다. 1978~1988년 사이에 발생한 \$10,000 이상인 급유기 및 피급유

기 손상 발생 건수를 분석한 결과 총 279건으로 조사되었으며[3], 원인별 사고 발생 건수는 다음과 같다.

Fig. 2에서 나타난 것처럼 피급유기 조종사 에러 152건, 급유기 조종사 에러 1건, 급유통제사 에러 38건, 붐(Boom) 결함 34건, 리셉터클(소켓) 결함 14건, 기타 정비 결함 29건, 미확인 원인이 11건으로 분석되었다.

참고적으로 용어에 대해 설명은 다음과 같다.

- 붐(Boom): 급유기 후방 동체에 설치된 Flying boom (급유 봉)
- 리셉터클(소켓): 급유를 받는 항공기의 연료 주유구

279건의 사고 중 피급유기 조종사 에러에 의한 사고가 54%로 과반이 넘는 것으로 분석되었고, 구체적 원인으로는 조종사가 야기하는 항공기 흔들림, 공중급유 안전지역 이탈, 과도한 항공기 접근율, 붐(Boom) 위치 판단 실수 등으로 나타났다.

또한, 급유방식에 따른 사고 발생 건수에 대해서 살펴본 결과 아래 Fig. 3과 같이 나타났다.

Boom 방식에 의한 사고 발생 건수는 230건(82%), Drogue (급유 호스) 방식에 의한 사고 발생 건수는 49건(18%)을 차지하는 것으로 분석되었다. 급유방식과 항공승무원의 에러 발생 건수는 아래 Table 1과 같다.

급유방식에 상관없이 피급유기 조종사에 의한 에러가 50% 정도 발생하는 것으로 조사되었다.

Fig. 1. Captain Lowell Smith and Lieutenant John P. Richter receiving the first mid-air refueling on June 27, 1923 [2].

Fig. 2. Number of accidents by cause.

Fig. 3. Number of accidents by air refueling method.

Table 1. Number of errors by air crew

Boom 방식	Drogue (급유호스) 방식

사고 건수: 230건(82%)	사고 건수: 49건(18%)
항공승무원 에러	항공승무원 에러
166건(72%)	25건(51%)
피급유기 조종사: 128건(56%)	피급유기 조종사: 24건(49%)
급유통제사: 37건(16%)	급유통제사: 1건(2%)
급유기 조종사: 1건(0.4%)	급유기 조종사: -

또한, 대한민국공군의 공중급유 임무 중 비정상 사례에 대한 분석결과를 살펴보면 공중급유 훈련을 처음으로 실시한 2011년 이후 2019년 7월까지 총 8건의 비정상 사례가 발생하였으며[4], 이중 7건이 항공승무원에 의한 것으로 분석되었다. 다만 이 자료에서는 명확하게 전투기 조종사에 의한 비정상 사례인지는 알 수가 없었다.

2. 인적요인 분석 모델의 수립 및 발전

항공기 사고조사의 분석결과에서 가장 큰 원인으로 나타나는 것이 인적오류이며[5], 많은 항공사고에 있어서 인적오류에 기인한 사고가 전체의 70~80%를 차지한다[6]. 항공교통사고의 형태에 의한 추세연구에 의하면 기계적인 실수로 기인한 사고는 과거 40년 동안 현저하게 감소하여 왔으나, 인적오류에 기인한 사고들은 상대적으로 현저히 낮은 감소율을 보였다[7].

항공기 사고와 관련된 사고의 가장 큰 원인은 인적오류이나 이에 대한 제거는 거의 불가능한 것으로 간주되므로, 이와 관련된 연구는 점차적으로 오류의 최소화로 변화하고 있다. 이 같은 인적 오류의 분석은 크게 정량적 분석과 정성적 분석으로 구분한다. 정량적 분석은 특정 직무에서 인적오류 발생확률을 구하는 기법이다. 인적오류를 확률적으로 제시하나 사고 원인에 대한 설명을 제

시하지 못하므로 실제 발생한 사건의 재발 방지를 위한 대응방안의 도출에 부적합하다. 이를 보완한 정성적 분석은 실제 전개 과정을 심층적으로 분석하므로 인적오류 분류, 원인 규명, 대응방안 수립 등이 가능하다.

최근에 증점적으로 연구되고 사용되는 분야는 정성적 분석 중 작업자의 인지과정을 고려한 분석방법이다. 항공과 관련된 시스템은 대부분의 물리적·반복적 작업이 자동화되어 조종사나 관제사 등 항공공사자가 행위자 역할에서 의사결정을 통한 문제 해결의 직무를 수행하는 정보처리자로 역할이 변화되었다. 이에 따라 인간의 의사결정과정을 고려한 오류분석 기법의 중요성이 증대되고 있고 2세대 분석기법인 Swiss Cheese 모델이나 HFACS 모델 등이 인적오류 분석을 위해 사용되고 있다[8].

본 연구에서는 공중급유기 운용에 있어서 인적요인에 의한 위험요인으로 어떤 항목들이 있는지를 알아보기 위하여 HFACS 모델을 활용하였다.

HFACS 모델을 사용한 이유는 본 모델은 수천 가지의 인적요인을 포함하는 수백 가지 사고 보고서를 분석하여 개발되고 개선된 모델이며, 원래 군용 항공기에 사용하기 위하여 고안되었으며, 민간 항공분야에도 효과가 있는 것으로 나타나 NTSB 사고조사의 인적요인 분석 기법으로도 사용되고 있기 때문이다.

Fig. 4. DoD HFACS model (from DoD, 2005) [9].

앞에서 제시한 HFACS 모델은 1997년에 Shappell과 Wiegmann에 의해 만들어졌으며, 미 해군 안전센터에서 채택하여 사용 중에 있다. 또한, 미 육군 및 해군에서도 비행사고의 인적 요인에 대한 조사 및 분석 기법으로 활용하고 있다.

미 국방부(DoD, Department of Defense) HFACS 모델은 Fig. 4와 같이 4개의 수준과 20개의 발생 원인으로 구성되어 있으며, 세부적으로 148개 항목으로 분류되어 있다[9].

각각의 수준은 Reason의 “Swiss Cheese” 모델에 포함된 4개 수준 중 하나에 해당한다[10].

첫 번째, 불안전 행위(Acts)는 실수와 위반으로 분류된다. 실수는 의도한 결과를 달성하지 못한 개인의 정신적 또는 신체적 활동을 나타내며 기량(6개 항목), 판단 및 결심(6개 항목), 지각(1개 항목) 등이 발생 원인으로 분류된다. 반면 위반(3개 항목)은 규칙 및 규정을 고의적으로 무시한 것을 의미한다.

두 번째, 불안정한 행위의 전제조건(Preconditions)은 환경요인, 개인의 상태, 개인적인 요인으로 분류한다. 환경요인은 물리적 환경(11개 항목)과 기술적 환경(8개 항목)으로, 개인의 상태는 인지 요인(8개 항목), 심리-행동 요인(15개 항목), 생리적 상태(17개 항목), 신체/심적 제한(5개 항목), 지각 요소(11개 항목)로, 개인적인 요인은 협조/의사소통/계획 요인(12개 항목)과 자기 관리(6개 항목)로 분류한다.

세 번째, 감독(Supervision)에 의한 원인은 부적절한 감독(6개 항목), 부적절한 계획 운영(7개 항목), 문제점 수정 실패(2개 항목), 감독자 위반(4개 항목)으로 분류한다.

네 번째, 조직 영향(Organizational Influences)은 자원/획득 관리(9개 항목), 조직 분위기(5개 항목), 조직 운영(6개 항목)으로 분류한다.

III. 결 과

한국공군에서 공중급유 자격을 획득·유지하고 있는 F-15 및 F-16 전투기 조종사 25명을 대상으로 2주간 설문 및 인터뷰를 병행하여 HFACS 모델을 활용한 경험 분석을 실시하였다. 참여자들은 본 연구의 목적에 대해 충분히 설명을 들은 후 설문지 작성에 동의하였으며, 본 연구는 임상연구윤리위원회의 승인을 받았다 (INHA University IRB, 2020-12-014). 설문조사에 대한 중간값을 배제하기 위하여 위험요인 관련 정도를 4점 척도(많음 4점, 보통 3점, 적음 2점, 없음 1점)로 진행하였으며, 분석 Tool은 SPSS 19 통계 소프트웨어를 활용하였다.

1. 일반사항

설문양식은 Appndex 1과 같으며 설문 및 인터뷰에 응한 공중급유자격 보유 조종사 25명 중 계급별 응답자 비율은 영관급이 6명(24%), 대위가 19명(76%)을 차지하고 있었으며, 비행 경력은 3~5년이 5명(20%), 6~9년이 13명(52%), 10~15년이 5명(20%), 16년 이상이 2명(8%)을 차지하고 있었다. 또한, 4기 리더급(비행

임무 시 전투기 4대를 통제할 수 있는 조종사이며, 교관 조종사 바로 아래의 조종 능력을 보유한 조종사) 이상의 조종사가 공중급유 자격 보유자의 88%를 차지하고 있어 비행경험이 풍부한 조종사들이 공중급유 자격을 보유하고 임무를 수행하고 있는 것을 알 수 있었다.

공중급유 자격을 최초 획득한 연도는 5년 이내인 조종사가 23명(92%)에 달했으며, 이 중 3년 이내에 공중급유 자격을 획득한 조종사는 14명(56%)으로 최근에 공중급유 자격을 획득 및 유지하고 있는 것으로 나타났다. 참고로 공중급유 자격 유지를 위해서는 6개월에 1회 이상 공중급유 훈련을 수행해야만 한다.

공중급유 임무 시 비정상 사례를 경험한 적이 있는지에 대한 질문에 응답자 중 2명(8%)이 ‘그렇다’라고 하였으며, 3명(12%)이 ‘경험할 뻔했다’라고 응답하여 응답자의 약 20%는 위험에 직면한 것으로 나타났다.

또한, 비정상 사례 발생 원인이 어디에 있는지를 조사한 결과 17명(68%)이 ‘전투기 조종사’라고 응답하였으며, 8명(32%)이 ‘급유통제사’에게 원인이 있다고 응답하여 장비나 정비 결함보다 승무원에 의한 인적요인으로 인식하는 경향이 있었다.

구체적인 분석을 위하여 SPSS 통계 프로그램을 사용하여 HFACS 모델의 4개 수준별 위험요인 발생 원인이 상대적으로 높게 나타난 항목들을 분석하였다.

2. ‘불안전 행위(Acts)’ 요인 분석결과

‘불안전 행위’에 있어서 위험요인 발생 원인으로 Table 2와 같이 전체 16개 항목 중 5개 항목이 상대적으로 높게 나타났다.

Table 2. Act factors analysis result

대분류	구 분			위험요인 정도
	중분류	소분류	세부항목	
불안전 행위	실수	기량	부주의한 조작	1.75
			Checklist 실수	1.56
			절차 실수	1.69
			과(過)/소(小) 조작	2.75
			육안 탐색 실패	2.19
			부적절한 AGSM (Anti-G Straining Maneuver)	1.19
		판단 및 결심	위험평가 잘못	1.94
			임무 우선순위 선정 잘못	1.81
			대응조치 - 서두름	2.31
			대응조치 - 지연	2.44
	위반	지각	위험 주의/경고 무시	1.94
			결심 잘못	1.94
			잘못 지각	2.06
			위반 - 위험평가 후	1.88
			위반 - 일반화 또는 만연된	1.81
			위반 - 군기/기강 부족	1.75

Table 3. Precondition factors analysis result

구 분				위험요인 정도
대분류	중분류	소분류	세부항목	
불안전 행위의 전제조건	환경요인	물리적 환경	시야제한 - 기상상태	2.94
			시야제한 - lcing/window fog 등	2.44
			시야제한 - 좌석 내 먼지/연기 등	2.06
			진동	2.19
			돌풍	2.50
			열/온도 - 추움	1.81
			열/온도 - 더움	1.81
			비행 중 기동력(maneuvering forces)	1.56
			타 항공기/물체의 빛	2.00
			소음	1.69
		기술적 환경	특수지역/조건(너무 밝거나 어두움)	2.06
			좌석 구조 및 편리성	1.50
			계기/인지 feedback system	1.88
			시야 제한	2.00
			Control 및 S/W 설계	1.63
			자동화	1.69
			비인체공학적인 활동 공간	1.75
			개인장비 방해	1.50
			의사소통 장비	1.75
	개인의 상태	인지요인(Cognitive)	부주의(Inattention)	2.25
			주의고착(Channelized attention)	2.14
			임무포화	2.31
			혼란(Confusion)	2.14
			과거 부정적 습관/영향	1.88
			방해(Distraction)	2.06
			지형/위치 착각(상실)	2.25
			Checklist 회방	1.75
		심리-행동 요인	과거 성격 장애	1.63
			과거 심리 장애	1.88
			과거 심리 문제	1.88
			감정 상태	1.94
			개인 스타일	1.94
			과신(Overconfidence)	2.00
			압박감	1.88
			자만(Complacency)	1.94
			너무 과감/공격적(Overaggressive)	1.88
			성공에 대한 과도한 집착	2.00
	생리적 상태		조기 귀환/임무완수	1.94
			정보반영 부족(Response set)	1.81
			불충분한 동기	1.81
			잘못된(Misplaced) 동기	1.88
			동기 소멸	1.81
			G 영향(G-LOC 등)	1.50
			약물 복용	1.63
			질병/부상 - 비행 전	1.81
			질병/부상 - 비행 중	1.69
			신체(인체공학적) 능력 제한	1.50

Table 3. Continued

구 분				위험요인 정도
대분류	중분류	소분류	세부항목	
불안전 행위의 전제조건	개인의 상태	생리적 상태	갑작스런 무능력/의식상실	1.56
			피로 - 신체(탈진)	2.13
			피로 - 정신적/심적	2.25
			생체리듬 파괴	1.94
			멀미	2.06
			미배출 가스(Gas) 장애	2.06
			비활동 가스(Gas) 장애	1.88
			저산소증	1.94
			과호흡	1.94
			시야/눈 적응	2.00
			탈수증	1.94
			신체적 업무 포화/과부하	2.13
		신체/심적 제한	학습 능력/속도(Rate)	1.81
			기억 능력/착오(Lapse)	1.88
			인체/신체적 제한	1.69
			운동신경계 기능/협조 혹은 시간 부족	1.75
			기술/절차 지식	1.75
			착각(Illusion) - 운동기관	1.56
			착각(Illusion) - 전정기관	1.63
		지각 요소	착각(Illusion) - 시각	1.69
			상태/조건 잘못 인지	1.94
			계기 판독/해독 잘못	1.81
			예상 착오	2.00
			청각 정보/단서	2.00
			공간정위상실(SD) - Type 1(미인지)	1.94
			공간정위상실(SD) - Type 2(인지)	2.06
			공간정위상실(SD) - Type 3(무능력)	1.94
			순간적인 왜곡(Distortion)	1.88
		개인적 요인	협조/의사소통/계획요인	2.00
			승무원/편조 리더십	2.04
			상호 Cross-check	1.88
			권한 위임	1.81
			권위(계급/자격) 차이	1.81
			자기주장 부족	1.94
			주요(Critical)정보 의사소통/제공	2.00
			표준/적절한 용어 사용	2.00
			이의제기 및 대답(Reply)	1.88
			임무 계획	1.75
			임무 브리핑	1.94
			임무 진행 중 재계획	1.81
			잘못된/부적절한 의사전달	1.81
		자기 관리	신체건강 상태	1.88
			음주	1.94
			약물/보충제 복용 및 자기 처방	1.81
			영양상태(Nutrition)	1.75
			부적절한 휴식	1.88
			미 보고된 결격사유 의 의학 상태	1.88

「기량」 항목의 「과(過)/소(小) 조작」이 2.75점으로 위험요인 정도가 가장 높은 것으로 분석되었으며, 「항공기 내·외부 상황에 대한 육안 탐색 실패」가 2.19점으로 나타났다.

「판단 및 결심」 항목에서는 「상황에 맞는 조치가 지연되는 행위」가 2.44점, 「상황에 맞는 조치를 위해 너무 서두르는 행위」가 2.31점으로 분석되었다. 「지각」 항목에서는 「착각(SD, 인지 잘못)에 의한 행동/조치의 실패」가 2.06점으로 분석되었으며, [실수 요인]에서 위험요인 정도가 높은 것으로 분석되었다.

3. '불안전한 행위의 전제조건(Preconditions)' 요인 분석결과

「불안전 행위의 전제조건」에 있어서 위험요인 발생 원인으로 Table 3과 같이 전체 93개 항목 중 10개 항목이 타 항목에 비해 상대적으로 높게 나타났다.

[환경 요인]을 살펴보면, 「물리적 환경」 항목에서는 「시정/구름/연기 등에 의한 시야 방해」가 2.94점으로 상대적으로 위험요인 정도가 높게 분석되었다. 「결빙/안개로 인한 Canopy Window 시야」가 2.44점으로 두 번째로 위험요인 정도가 높았으며, 「돌풍에 의한 임무수행 능력 저하」가 2.5점, 「진동 강도/지속시간이 시력 또는 방향감각 유지에 영향을 미치는 요인」이 2.19점으로 분석되었다.

[개인의 상태] 요인에서는 「인지 요인」의 「개인의 능력과 인지력을 초과하는 정보 제공 및 업무로 주어진 시간 내에 처리해야 될 임무가 포화 상태」인 경우가 2.31점 상대적으로 높게 나타났으며,

「자신감, 지루함 등으로 비행 집중 및 상황파악 소홀」과 「현재 자신이 알고 있는 위치가 실제 위치와 다르게 인지하는 지형/위치 착각(상실)」이 각각 2.25점으로 분석되었다. 「생리적 상태」에서는 「짧은 수면시간과 정신적 활동으로 신체가 충분히 회복하지 못한 상태에서의 비행으로 정신적/심적으로 피로한 상태」가 2.25점으로 분석되었고, 「임무 중 초과시간 및 과도한 업무량으로 피로가 발생한 상태」와 「개인의 능력을 벗어나 제한된 시간 내에 수행해야 할 업무 과다 상태」가 2.13점으로 각각 분석되었다.

[개인적인 요인]의 「협조/의사소통/계획 요인」의 12개 항목과 「자기 관리」의 6개 항목은 위험요인 발생 원인이 낮은 것으로 급유임무를 수행하는 전투기 조종사들은 응답하였다.

4. '감독(Supervision)' 요인 분석결과

「감독」에 있어서 위험요인 발생 원인으로 Table 4와 같이 전체 19개 항목 중 1개 항목에서 상대적으로 높게 나타났으며, [부적절한 계획 운영] 요인에서 「감독관의 임무나 비행 상황에 대한 기량이나 숙련도 부족을 미 고려한 운영」이 2.13점으로 상대적으로 높게 분석되었다.

Table 4. Supervision factors analysis result

구 분				위험요인
대분류	중분류	소분류	세부항목	정도
감독	부적절한 감독	-	부적절한 리더십/감독/감시	1.94
			감독 - 타인의 영향(Modeling)	1.88
		-	감독 - 정책	1.75
			감독 - 성격 충돌/갈등	2.00
			감독 - Feedback 부족	1.75
			부대 훈련 이슈/프로그램	1.81
			능력을 초과한 임무 지시	1.81
			승무원/편조 구성	1.94
			최근 임무경험 부족	1.75
			총 임무경험 부족	1.75
	부적절한 계획 운영	-	기량(숙련도)	2.13
			위험평가 - 공식적인	1.69
			불필요한 위험요소(Hazard)	1.88
			인가	
			개인 관리	2.00
			비행/운영 관리	1.94
			감독 - 규정 수립	1.75
			감독 - 비공식적인 정책	1.75
			위반 지시	1.53
			현재운영 효과성 확인	1.69

Table 5. Organizational influences factors analysis result

구 분				위험요인
대분류	중분류	소분류	세부항목	정도
조직 영향	자원/획득 관리	-	ATC 자원	1.88
			비행장 자원	1.75
			운영자 지원	1.81
			획득 정책/설계 과정	1.69
			소모 정책	1.63
			신규채용/선발 정책	1.69
			인원 자원	1.81
			정보 자원/지원	1.81
			재정 자원/지원	1.56
	조직 분위기	-	부대/조직의 가치/문화	1.88
			평가/진급/승급	1.88
			장비 획득	1.81
			부대 임무/항공기/장비 변화 또는 해편	1.75
			조직 구조	1.69
	조직 운영(Process)	-	운영 Tempo/workload	2.13
			프로그램 및 정책 위험	1.69
			평가	
			절차 지침서/간행물	1.81
			조직 훈련 이슈/프로그램	1.88
			정책(Doctrine)	1.81
			프로그램 감독/관리	1.69

5. ‘조직 영향(Organizational Influences)’요인 분석결과

‘조직 영향’에 있어서 위험요인 발생 원인으로 Table 5에서 보이는 것처럼 전체 20개 항목 중 [조직 운영] 요인의 ‘작업부하, 추가 임무, 비 작업일 교육 등의 추가적인 업무 운영 Tempo/Workload’ 1개 항목이 2.13점으로 상대적으로 높게 나타났다.

IV. 고 찰

본 연구는 공중급유 임무를 수행하는 전투기 조종사를 대상으로 인적요인 분석을 통하여 위험요인을 사전에 발굴하여 비행사고를 예방하는데 목적이 있다.

앞에서 분석한 결과를 살펴보면 도출된 요인별 위험요인은 총 17개 항목이며, 이에 대한 감소방안으로 다음과 같은 방법들을 제시하고자 한다.

‘불안전 행위’ 요인에 있어서 위험요인을 감소시키기 위한 방안으로 첫째, 명확한 판단/결심을 위한 절차 및 지침서를 제공하여 임무 단계별로 임무 요원의 조작 통일이 가능하도록 해야 한다. 둘째, 훈련 시 발생한 다양한 실패에 대하여 통합 브리핑을 통하여 실패에 대한 원인 파악 및 훈련절차에 대한 개선/보완을 통해 지침서에 반영해야 한다. 셋째, 사건(event) 발생 시의 임무 영상을 활용한 발생원인 토론과 HFACS 모델을 활용한 원인분석을 통하여 그 결과를 관련 요원들에게 피드백 하는 것이 필요하다.

‘불안전 행위 전제조건’ 요인에 있어서 위험요인 감소를 위한 방안은 첫째, 전투기 조종사는 급유기 조종사 및 급유통제사와의 지속적인 CRM (Crew Resource Management, 조종실 내 승무원 간 협력의 필요성을 이해하고, 승무원들이 지니고 있는 능력의 한계, 조직의 성과를 향상시키기 위한 의사소통, 의사 결정, 갈등 관리 및 인적 오류 관리에 대한 지식과 기술을 교육하여 항공 안전과 직무 성과를 향상시키려는 것)을 통한 적극적 조언이 필요하며 상호 간의 이해 및 공감대 향상을 위한 토론의 장이 활성화되고 정례화될 수 있는 제도가 마련되어야 한다. 둘째, 급유훈련 시간 조정을 통한 임무 집중력 향상 및 훈련 비행 시간 감소를 통해 임무 포화를 감소시켜 주어야 한다. 셋째, 새로운 임무 환경에 따른 지침서의 명확한 기술 및 숙지를 위한 철저한 브리핑이 필요하다. 넷째, 시뮬레이터 프로그램 업데이트를 통한 다양한 환경(돌풍, 진동 등) 구현을 통해 훈련할 수 있도록 정책적 지원이 필요하다. 다섯째, 정신적/육체적 피로로 인한 생체리듬 회복을 위하여 적절한 스케줄 관리가 필요하다.

‘감독’ 요인의 위험요인 감소를 위한 방안으로는 두 가지 정도를 제시하고자 한다. 첫째, 감독관의 임무나 비행 상황에 대한 숙련도 및 기량 함양을 위한 지속적 교육이 필요하다. 둘째, 공중급유 임무와 관련 있는 국제표준절차(U.S. ATP 3.3.4.2. / NATO Standard ATP-3.3.4.2, 3.3.4.5, 3.3.4.6, 3.3.4.7등)를 검토하고 자료를 제공하여 활용하도록 해야 한다.

‘조직 영향’ 요인에 대한 위험요인 감소방안으로는 첫째, 임무 수행에 영향을 미칠 수 있는 추가적 임무나 비 비행일 교육 등이

진행되지 않도록 규정 내에 명문화해야 할 것이다. 둘째, 잠재적 위험에 대한 적절하고 충분한 평가를 위해 전문가를 양성하여 숙련도를 높여야 한다. 셋째, 불필요한 위험을 수용 또는 허가하는 잘못된 정책이나 개념을 바로잡기 위해 조직에 대한 안전/공정문화 수준 분석 및 피드백을 수행하고 교육을 통해 안전/공정문화 수준을 높일 필요가 있다.

결론적으로 살펴보면, 본 연구를 통하여 전투기 조종사들이 느끼는 공중급유 임무 중 발생할 수 있는 위험요인을 개략적으로 예상할 수 있었으며, 공중급유 임무를 수행하는 해당 부대에서는 위에서 제시한 위험요인 감소방안들을 임무에 참고하여 운영한다면 도움이 될 것이다.

추후에 오랜 기간의 운영을 통하여 공중급유 시 발생하는 사건과 관련한 다양한 데이터가 축적된다면 실제적인 인적요인 분석을 통하여 세부적인 위험요인을 도출할 수 있을 것이며, 해당 부대의 운영 노후우 축적으로 더 나은 위험요인 감소방안을 찾아낼 수 있을 것이라 생각한다. 공중급유 임무 시 발생할 수 있는 위험요인들은 단시간에 해결할 수 있는 사항이 아니라는 것을 인식하고, 장기적인 관점으로 접근하여 앞에서 제시한 감소방안 요구사항을 반영하고 이와 더불어 한국공군에서 사용 중인 다양한 안전관리 기법을 적용한다면 보다 효과적으로 위험요인을 관리할 수 있을 것이다.

CONFLICTS OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

ORCID

BonEan Koo, <https://orcid.org/0000-0002-1348-1101>

REFERENCES

1. Waishek J. Derivation of the Dynamics Equations for Receiver Aircraft in Aerial Refueling, Master degree thesis, University of Texas at Arlington. 2007.
2. <https://dornlife.com>
3. Air Force Institute of Technology. Analysis of The Causes of Inflight Refueling Mishaps with The KC-135. 1989.
4. 000 Air Refueling Squadron. Air Refueling Accident Casebook. 2019.
5. Kim YK, Kim CY, Choi YC. A Study on the Detailed Classification and Empirical Analysis of Human Error. Journal of the Korea Society for Aviation and Aeronautics 2002;10(1): 9-20.
6. Shappell SA, Wiegmann DA. U.S. Naval Aviation Mishaps 1977-92: Differences between Single- and Dual-piloted Aircraft, Aviation, Space, and Environmental Medicine

- 1996:67.
7. **Shappell SA, Wiegmann DA.** *U.S. Naval Aviation Mishaps 1977-92: Differences between Single- and Dual-piloted Aircraft, Aviation, Space, and Environmental Medicine* 1996:67.
 8. **Ham DH.** *Overview and Application of Accident Investigation Analysis Techniques. The National Safety & Health Week Seminar.* 2019:3-25.
 9. **Oncu Mehment.** *An analysis of human causal factors in Unmanned Aerial Vehicle (UAV) accidents. NAVAL Postgraduate School.* 2014.
 10. **Douglas A. Wiegmann and Scott A. Shappell.** *A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis.* 2003.

Appendix 1

안녕하십니까?

본 체크리스트 항목들은 공중급유 시 발생할 수 있는 위험을 사전에 예방하기 위하여 어떤 요소들이 위험에 영향을 주는지 알아보기 위한 것이며, 항공우주전투발전단(舊 연구분석평가단)의 CRM 개선방안 연구 후속조치의 일환으로 항공안전단에서 진행하는 연구입니다.

체크리스트 결과는 연구의 목적으로만 사용되며 안전업무 개선의 목적 이외에 어떠한 다른 용도로 사용하지 않는다는 것을 약속합니다. 본인의 임무활동과 경험을 바탕으로 HFACS 차트의 모든 항목에 정확하게 응답해 주시면 공중급유 관련 안전업무 개선에 많은 도움이 될 것입니다.

연구 조사에 협조해 주셔서 감사합니다.

※ 다음은 귀하의 정보에 대한 질문입니다. 해당되는 곳에 표시해 주십시오.

1. 귀하의 계급은 어떻게 되십니까? ()

- ① 영관급 ② 대위 ③ 중위 ④ 소위

2. 귀하의 근무 경력은 어떻게 되십니까? ()

- ① 3년 미만 ② 3~5년 ③ 6~9년 ④ 10~15년 ⑤ 16년 이상

3. 귀하의 비행 자격은 어떻게 되십니까? ()

- ① 교관 ② 4기 리더 ③ 2기 리더 ④ 요기

4. 귀하의 공중급유 자격 최초 획득 기간은 어떻게 되십니까? ()

- ① 3년 미만 ② 3~5년 ③ 6~9년 ④ 10년 이상

5. 귀하는 공중급유 임무 시 사고를 경험한 적이 있습니까? ()

- ① 그렇다. ② 그렇지 않다. ③ 경험할 뻔 했다.

5-1. [‘그렇다’고 응답한 경우] 원인이 어디에 있다고 생각하십니까? ()

- ① 급유기 조종사 ② 피급유기 조종사 ③ 급유통제사 ④ 장비 결함 ⑤ 정비 결함 ⑥ 기타

HFACS 세부 Flow Chart/분류

※ 본인의 임무활동과 경험을 바탕으로 공중급유 시 위험요인 관련 정도를 빠짐없이 체크해 주시기 바랍니다.

1. 불안전 행위

대분류	중분류	소분류	구분 세부항목	관련 정도			
				많음	보통	적음	없음
불안전 행위	실수	기량	무의식적으로 원하지 않는 계기 혹은 제어장치(Control/ Switch) 사용. 개인이 인지할 수도 있고, 못할 수도 있음. 임무에 필요한 Checklist 사용 실패. 순서(Sequence), 사용방법(Technique), 제어장치(Control/ Switch)를 잘못 사용. 이것은 자동화계통 시스템 등의 실수 유발 가능 불필요하게 조종 및 계통(System)을 과 조작 또는 소 조작. 항공기 내·외부 상황을 육안으로 탐색하는 것을 실패. AGSM을 부적절, 불충분, 시간계산 잘못, 하지 않음 등으로 신경순환계에 악영향 초래.				
		판단 및 결심	임무진행 과정/조치와 이것의 평가와 관련된 잘못된 평가가 적절하지 않아 잘못된 결정 초래. 당장 급한 임무/조치가 있음에도 불구하고 잘못 선정. 상황에 맞는 조치를 너무 서두름. 상황에 맞는 조치를 너무 지연. 위험상황을 지시하는 주의/경고를 인지하였으나 무시. 결함이나 조치과정과 관련된 위험을 부적절하게 평가하여 잘못된 의사결정.				
	위반	지각	착각(공간정위상실, 잘못 인지 등) 상황에서 행동/조치의 실패.				
		-	개인, 편조, 승무원간 위반된 절차를 인지하고도 따르지 않음. 규정/절차에 미 포함된 일반적인 내용 위반은 여기에 대부분 해당. 어떤 상황에서 적극적으로 위험평가를 하지 않고 부대/조직의 절차 또는 정책에 의해 위반. 개인/승무원/편조가 의도적으로 규정 절차 또는 정책 위반. 이것은 조직보다는 개인에서 발생하고, 통상 “예외적 위반”이라 불림.				

2. 불안전 행위의 전제조건

대분류	중분류	소분류	구분	관련 정도			
			세부항목	많음	보통	적음	없음
불안전 행위의 전제조건	환경 요인	물리적 환경	기상상태(시정, 구름, 연기, 바람/돌풍 등)로 시야 방해. 결빙 또는 안개가 Canopy/Window에 생겨 시야 방해. 좌석 내 혹은 탑재/작업공간에 먼지나 연기로 시야 방해. 진동의 강도 혹은 지속시간이 시력 또는 방향감각 유지에 영향. 돌풍 중/후에 임무수행 능력 저하. 저온에 노출. 고온에 노출. 1초 이상의 가속력에 의해 부상 초래로 임무 수행에 방해. 타 항공기/물체 불빛이 존재여부, 형태, 강도 혹은 위치에 의한 방해. 임무 수행에 필요한 정보 획득과 관계없는 직/간접적인 소리 먼지, 눈(Snow), 물, 재, 혹은 다른 것들이 시력에 영향을 미침.				
		기술적 환경	좌석 및 조임(벨트) 설계, 사출 System, 좌석의 편리함, 충격완화 장치 등의 효과성. 부적절한 계기의 설계, 신뢰성, 불빛, 위치, 기호(symbology), 크기. 여기에는 NVD, HUD, HMDS, 음성이나 진동으로 상황인식 및 경보를 하는 System도 포함. 조명시스템, Windshield/Windscreen/Canopy 설계(반사, 눈부심 등도 포함), 혹은 다른 장애물이 시야 확보를 방해. Control과 S/W의 위치, 모양, 크기, 설계, 신뢰성, 조명, 기타요인이 부적절. 자동 System의 디자인, 기능, 신뢰성, 사용법, 기호, 논리 또는 기타 요인이 부적절. 임무 요구나 안전한 임무수행, 개인의 안전에 적합하지 않은 활동 공간(Workspace). 개인 장비들이 임무 수행에 방해. 임무 요구를 지원할 수 있는 통신 장비가 부적합하거나 이용 불가능. 이것은 전자적 또는 물리적 결함도 포함. 의사소통은 음성, Data, Multi-Sensory도 포함 가능.				
	개인의 상태	인식(Cognitive) 요인	안전 및 자신에 자신감. 지루함 등으로 비행집중 및 상황파악 소홀(반복되는 임무, 당장 정보를 활용할 준비나 상황이 아닐 때 주로 발생). 제한된 주변 환경/상황에 너무 몰두하여 상대적으로 우선순위가 동등하거나 높은 것, 당장 해야 하는 것을 보지 못함. 이것은 한 곳에 너무 깊게 몰두하여 전체적인 상황을 미 인식. 개인의 능력과 인지력을 초과하는 정보 제공 및 업무로 주어진 시간 내에 처리해야 될 임무가 포함. 당황, 확신 부족, 혹은 방향감각 상실 등으로 인해 요구 또는 상황에 맞는 조치를 제대로(순서에 맞게/응집력 있게) 못함. 현재 기종/System 운영시 이전 기종에 적용된 잘못된 습관/작동법이 임무수행 능력 저하나 불안정한 상황 초래. 주변 환경 및 신경을 자극하는 요소들로 인해 집중력 저하 및 주의 경계 소홀 초래. 현재 자신이 알고 있는 위치가 실제 위치와 다르게 인지. 고도로 자동화/어려운 임무 수행 시 어떤 정보/사건의 방해에 의해 본래의 임무 수행 및 step (절차) 간과 결과 초래.				

2. Continued 1

대분류	중분류	소분류	구분	관련 정도			
			세부항목	많음	보통	적음	없음
불안전 행위의 전제조건	개인의 상태	심리-행동 요인	<p>전문가가 개인의 성격 장애를 진단/처방한 경우.</p> <p>전문가가 개인의 심리적 장애를 진단/처방한 경우.</p> <p>전문가가 개인의 심리적 문제를 진단/처방한 경우.</p> <p>너무 긍정적인/부정적인 감정 상태가 임무에 악영향 초래.</p> <p>다른 사람과의 인간관계의 형태가 안전에 부적절.</p> <p>예) 권위적, 너무 보수적, 충동적, 독불장군적(invulnerable), 너무 나약 등.</p> <p>자신이나 항공기 장비/능력을 너무 과대평가.</p> <p>어떤 압박 요인으로 인해 고의적으로 잘못된 조치나 한계를 초과하는 장비 등 사용.</p> <p>개인의 지나친 자신감 또는 “자신이 모든 것을 할 수 있다”는 생각으로 인해 주의집중 감소.</p> <p>임무수행 방식이 너무 지나침(Excessive).</p> <p>성공에 집착하여 다른 임무관련 요인들을 배제.</p> <p>개인적인 이유로 조기 임무완수를 하고자 함. 이것은 필요한 절차 생략, 잘못된 판단 등을 유발.</p> <p>다른 정보가 있음에도 불구하고 이것을 반영하지 않고 어떤 조치의 진행과정에 쉽게 수행.</p> <p>임무를 완수/성공해야 한다는 열의 부족/불명확.</p> <p>개인/부대가 임무의 주요 목표를 개인의 목표 달성에 놓음.</p> <p>높은 임무요구 및 운영 Tempo 등으로 개인이 요구를 충족하기 어려운 상황에서 동기가 소진되어 인식력과 임무능력 감소 초래.</p>				
		생리적 상태	<p>가속력에 의해 G-LOC, Breakout, 혹은 다른 신경계통에 영향을 미침.</p> <p>임무수행을 상당한 영향을 줄 정도의 약물 복용.</p> <p>특히 전문가의 처방 없이 복용 시 문제 발생 가능성 증가.</p> <p>비행 탑승 전에 신체적 질병/부상 혹은 불편한 상태. 여기에는 시력, 인공장구(prosthetic) 등도 포함.</p> <p>비행 탑승 후 임무 중에 발생한 질병/부상. 이것은 주변 환경, Cockpit (독성 노출 등), 기동 등에 의해 발생.</p> <p>근력(힘)/민첩성 부족, 신장/팔/다리 길이 작음, 기타 신체 부분의 제한으로 항공기 조작 등에 문제 발생.</p> <p>G-LOC 상황이 아닌 상태에서 갑자기 무능력 발생이나 인지능력 상실.</p> <p>임무 중 초과시간 및 과도한 업무량으로 피로 발생.</p> <p>이것은 장시간 또는 상대적 심한 신체활동, 보통 사람의 신체피로 기준 등 고려.</p> <p>장시간 제한된/짧은 수면시간과 과도한 신체적/정신적 활동으로 신체가 충분히 회복하지 못한 상태에서 비행.</p> <p>신체 바이올리듬이 방해를 받음.</p> <p>이것은 주로 야간근무, 여러 시간대 비행(Jet Leg, Shift Leg) 등이 주요 원인임.</p> <p>비행 멀리로 인해 임무수행 능력 감소.</p> <p>증상은 메스꺼움, 땀, 홍조, 착각, 두통, 복통, 추위감, 구토 등이 있음.</p> <p>중이(中耳), 공동(空洞) 치아, 복부 등에 가스가 신체적 고통 및 정신집중 방해.</p> <p>중이에 발생시 SD(공간정위상실) 발생 가능.</p> <p>혈관 내에 비 활동성 가스 발생.</p> <p>이것은 질식, 중추신경계, 근육 등의 현상 발생 가능.</p> <p>산소 공급 부족으로 신체의 기능 저하.</p> <p>과호흡으로 신체의 기능 저하.</p> <p>암순응 속도(rate)에 의해 문제점 발생.</p> <p>예) NVG 착용/미착용 전환.</p> <p>과도한 수분 배출, 좌석 내 온도, 수분 미 섭취 등으로 탈수 현상 발생.</p> <p>개인이 능력을 벗어나 제한된 시간 내에 수행해야 할 업무 과다.</p>				

2. Continued 2

대분류	중분류	소분류	구분	관련 정도			
			세부항목	많음	보통	적음	없음
불안전 행위의 전제조건	개인의 상태	신체/심적 제한	<p>새로 습득한 정보/내용이 실제 행동/생각 및 임무에 요구되는 조건과 불일치.</p> <p>임무에 필요한 과거에 배우거나 경험한 내용을 기억하지 못하거나 기억하는데 시간이 많이 걸림.</p> <p>신체 크기, 체력, 민첩성, 기동성 혹은 다른 신체요인들의 문제점으로 임무 달성이 어려움.</p> <p>임무에 운동신경계간의 기능/협조, 방향감각, 시간조절 등의 장애.</p> <p>임무를 수행하는 절차나 수행방법 등을 알지 못함.</p> <p>이것은 교육 및 훈련 경험보다 개인의 정보획득/학습 능력과 관련 있음.</p>				
		지각 요인	<p>인대(Ligament), 근육, 관절에 있는 체성감각의 자극들이 잘못된 방향, 움직임, 가속도를 인지하여 능력 저하 초래.</p> <p>전정기관의 반규관과 이석기관에 자극으로 잘못된 방향, 움직임, 가속도를 인지하여 능력 저하 초래.</p> <p>시각적 자극으로 인해 잘못된 방향, 움직임, 가속도를 인지하여 능력 저하 초래.</p> <p>고도, 분리간격, 속도, 접근율, 육지/바다, 항공기 위치 등을 잘못 인지하거나 판단.</p> <p>계기 지시치를 제대로 읽지 못하거나, 확인하였지만 잘못 해석/판단</p> <p>생각/믿음이 너무 확고하여 잘못 인지(예, 지형착오 등)</p> <p>정확하게 듣기는 하였지만 오해하거나 방향감각을 상실.</p> <p>이것은 부정확한 해석 및 잘못 판단에 의한 임무수행 저하도 포함.</p> <p>항공기의 위치, 움직임, 혹은 자세를 정확하게 인지 못함.</p> <p>Type 1 (Unrecognized)은 자세, 위치, 속도, 움직임의 방향이나 가속도 중 하나 아니면 모두를 개인이 인식하고 있는 것과 실체가 다름. 이때는 대처방법을 몰라 항공기 통제가 안 됨.</p> <p>항공기의 위치, 움직임, 혹은 자세를 정확하게 인지 못함.</p> <p>Type 2 (Recognized)는 전정기관, 청각기관, 촉감, 고유 감각 혹은 운동기관 중 하나 또는 여러 개의 기관들이 착각을 인지. 이것은 항공기 통제가 가능.</p> <p>항공기의 위치, 움직임, 혹은 자세를 정확하게 인지 못함.</p> <p>Type 3 (Incapacitating)은 Type 2에서 발생한 감각 시스템들에 심한 혼란/충돌이 발생하여 항공기 또는 시스템을 제어할 수 없음.</p> <p>어느 한순간(시간의 제한 포함)에 잘못 결정/판단("fight or flight"라 불림). 이것은 반복적으로 발생할 수도 있음.</p>				

2. Continued 3

대분류	중분류	소분류	구분	관련 정도			
			세부항목	많음	보통	적음	없음
불안전 행위의 전제조건	개인적인 요인	협조/의사소통/ 계획 요인	승무원/편조 간에 임무관련 정확한(공유된) 이해와 각자의 역할을 포함하기 위해 적절한 분위기 조성 실패. Cockpit 또는 편조 간 상호 Cross-Check (감시/감독)을 하지 못해 위험 인지/조언 부족. 한 사람에게 임무포화 상태가 발생하지 않도록 임무를 적절히 할당하지 않음. 승무원들 간에 계급/자격의 차이로 인해 임무수행 능력 저하. 이것은 필요 이상의 권위주의 혹은 그 반대의 경우도 해당. 주요한 정보 또는 해결방안을 적절히 완고하게 주장하지 않음. 주요한 정보들이 필요한 승무원에게 정확하고 시기적절하게 전달되지 않음. (간결한)용어, (명확한)수신호 등이 규정/절차 또는 훈련 시 사용되지 않는 것을 사용. 지시/명령 또는 관련 내용의 정확한 이해 여부를 확인하기 위해 상호 Feedback이나 확실한 승인/확인이 없음. 승무원/편조가 비행 전에 준비하고 계획해야 할 내용들이 적절히 이루어지지 않음. 승무원/편조에게 임무관련 정보나 지시가 부족하고 비상상황 발생 시에 대한 토의/내용 부족. 임무 시 변화된 주변 환경/내용에 대해 충분히 재평가 및 변화된 내용에 맞는 임무 재계획 실패. 의사소통된 정보가 이해할 수 없고, 잘못 해석되었거나, 무시됨.				
		자기 관리	전반적인 신체상태가 평소의 운동프로그램과 신체적인 활동을 고려 시 임무 요구 달성에 부적합. 잔여 또는 심각한 알코올 영향. 처방되지 않은 약물 복용. 여기에는 니코틴이나 카페인도 포함되면, 질병 치료/예방제인 화학적 약물, 체중관리, 심경변화, 수면제 등도 포함. 영양상태 및 잘못된 식사습관이 정상적인 뇌 활동 및 몸의 기능을 하는데 부적합. 적절한 휴식시간을 제공하였으나, 휴식을 취하지 않음. 현재 건강상태가 비행에 부적합함에도 불구하고 고의적으로 비행.				

3. 감독

구 분				관련 정도			
대분류	중분류	소분류	세부항목	많음	보통	적음	없음
감독	부적절한 감독	-	리더십, 감독/감시의 유용성, 능력, 자질, 적시성이 부족함. 동료나 감독관들의 표준절차 위반 및 부적절한 개인만의 방법/기술 등을 배워서 적용. 방침 또는 지침 부재/부족. 감독관과 개인이 “성격적 충돌”로 인해 어떤 판단/조치 시 위험한 실수 초래. 잠재적인 안전 문제를 초래할 수 있는 중요한 정보가 감독관이나 관리자에게 Feedback 미 제공. 1회 혹은 정기 훈련 프로그램, upgrade 프로그램, 전환(Transition) 프로그램, 기타 다른 부대 훈련이 불충분하거나 이용 불가.				
			부적절한 계획 운영				
			- 감독관/관리자가 탑재장비나 승무원의 능력/기량을 초과하는 임무 부여. 부여된 임무와 임무 scheduling/계획을 고려 시 승무원/편조 구성이 확실히 안전을 달성할 수 있는 구성이 부적절. 감독관이 안전한 임무 완수가 보장되지 않은 항공승무원을 특정한 상황 하에서 임무하도록 지시. 감독관이 능력/기량이 부족한 항공승무원을 특수 임무를 수행하도록 지시. 이것은 매우 드물게 발생. 감독관이 임무나 비행 상황에 대해 기량 또는 숙련도 부족 미 고려. 감독관이 임무와 관련된 위험요소 확인, 위험평가 Tool/프로그램을 충분히 활용하여 평가 미 실시. 감독관이 충분한 이유나 필요성이 부족한 상태에서 불필요한 위험을 부여. 미 자격자를 고의적으로 임무 부여도 여기에 해당.				
			문제점 수정 실패				
감독자 위반	-	-	감독관이 조종사/승무원의 위험한 또는 불안정한 행위를 확인 시 대상자 파악 및 적절한 대응조치/조언 미흡. 감독관이 위험한 상태/내용이 부대의 통제범위 안에 있도록 위험한 행동, 조건, 혹은 지침 수정 실패.				
			감독자 위반				
			- 조직 및 운영상 필요한 규정이 관련기관에 의해 규정으로 만들어지지 않음. 관련기관에 의해 적절히 수립된 규정이 아닌 비문서화 및 “비공식적” 정책을 갖고 운영. 부하에게 현재의 규정, 지침 혹은 기술적인 지침(guidance)을 위반하도록 지시. 감독관이 “현시점에 부적합한” 임무를 허가하거나 일반적인 업무/무기 시스템을 사용하여 훈련.				

4. 조직

구 분				관련 정도			
대분류	중분류	소분류	세부항목	많음	보통	적음	없음
감독	자원/획득 관리	-	부적절한 구역 감독, 경로 상 항법 지원, 관제사이 언어 장애 등의 문제 발생. 비행장에서 운영 중인 활주로, 유도로, 주기장, 관제기구 및 항법보조, 등화시스템 등의 자원이 부적절. 비행장 시설이 SD 유발 가능. 휴식 및 재충전을 위한 운영자 지원시설(식당, 운동장, 병원, 숙소 등)이 부족하거나 이용 불가. 항공기, 장비 혹은 군수지원품의 획득 및 진행 과정이 불충분하여 부적합한 자원 획득. 장비의 제거/소모하는 과정/절차가 부적합. 선발심사(Screen), 부서 투입, 전문가 배치 등이 부적절. 임무 달성에 필요한 관리자, 참모, 개인 자원이 불충분/부적합하게 배치. 안전한 비행계획에 필요한 기상, 운영 계획 자료 혹은 기타 필요 정보 이용 불가. 조직 및 비행 운영에 필요한 금전적 자원이 원활하게 지원 안 됨.				
			조직 분위기				
			조직 운영 (Process)				
			부대 지휘관의 명백한/암묵적인 행동, 말 혹은 태도가 부대/조직의 가치(문화)를 만들고, 이것은 압력 및 불안전 행동을 작용. 부적절한 평가, 진급, 승급이 이루어졌다고 개인이 느끼고 있다면 임무 수행 시 부적절한 영향을 미침. 항공기, 장비, 시스템 혹은 다른 장비가 너무 많거나 적을 경우 과도한/열등한 자신감 생성. 임무, 항공기, 장비 교환/변화 또는 부대 해체는 불안전 요인으로 작용. 지휘계통 또는 조직 구조/구성이 혼란 또는 절차화 되어 있지 않음. 운영 속도, workload, 추가적인 임무, 비 작업일 교육, 개인이나 부대의 추가적인 업무 등. 주요 프로그램, 운영, 획득 혹은 진행과정 상에 잠재적인 위험에 대해 부적절 및 불충분하게 평가. 지침, Checklist, 세부내용(그래픽 그림, 표, 차트 등), 기타 간행물들이 불충분/부적절하거나 내용이 맞지 않음. 최초/일회용 훈련 프로그램, 향상(Upgrade) 프로그램, 전환 프로그램 등이 부적절하거나 이용 불가. 조직 운영에 대한 정책, 철학, 개념이 잘못되어 있어, 불필요한 위험을 수용/허가 하도록 구성. 프로그램이 충분한 지원, 감독/감시 혹은 계획 없이 수행.				