

Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2021.29.3.076>
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

AHP 기법을 활용한 비행 훈련생의 피로도 인식

전승준*, 최진국**, 이준혁***

A Study on Fatigue Perception of Flight Trainees Using Analytic Hierarchy Process Technique

Seung Joon Jeon*, Jin-Kook Choi**, Jun Hyuk Lee***

ABSTRACT

The importance of human factors has been emphasized for pilots because most of aviation accidents have been caused by the human factors of pilots. Human factors issues such as fatigue affecting flight safety are needed to be educated to student pilots who have less experience in flight training. In order to prevent aviation accidents caused by human factors, the management of stress, fatigue, and obsessive-compulsive disorder which increase psychological harmful factors of student pilots, is essential for aviation safety. The management of fatigue is required as a part of safety management system following the guidance of leading aviation authorities. The purpose of this article was to investigate the factors of fatigue at each stage by classifying it into before, during, and after flight training to manage the fatigue of students pilots. Then, the factors of relatively high fatigue were analyzed by using the AHP process to provide factors related fatigue affecting pilot training.

Key Words : AHP(계층적분석), Fatigue(피로), Flight Trainee(비행 훈련생), Flight Training(비행교육), Flight Operation(항공운항)

1. 서 론

대서양을 횡단하여 세계 신기록을 세운 린드버그는 대서양 횡단 시에 피로로 인하여 강하하는 등의 매우 위험한 순간들이 있었다(Petras, 2017). 항공기 조종사에게 피로는 초조함, 인내력 부족, 의사소통 능력 저하, 망각, 반응시간 지연, 주의력 및 상황인식 감소, 고착, 기억력 감소 등의 증상을 초래하며, 수행 능력의

현저한 감소를 가져오게 한다(Kim, 2013). 항공기 조종사의 피로는 안전 비행에 영향을 미치며, 피로 관련 대책이 요구된다(Lee et al., 2019).

현재는 COVID-19로 인하여 항공 수요가 주춤하고 있으나, 2021년 1월 기준으로 세계 항공화물 운송수요는 코로나19 이전으로 회복하고 있다(Koh, 2021). 또한 코로나19 백신접종과 치료제 보급 이후 항공 수요가 급등하는 것과 코로나19 이후 시대의 국제적 경쟁력을 유지하기 위해 대비할 필요가 있다(Kim, 2021). 미국 델타항공은 앞으로 되살아날 항공 수요에 대비하여 항공기 조종사들의 운항 훈련을 실시할 예정이다(Hwang, 2021). 따라서 항공기 조종사의 안정된 수급에 대한 준비가 요구된다. 앞으로 국내 비행훈련이 꾸준히 증가할 것으로 예상하며, 장래 승객을 수송할 비행 훈련생들의 위험 관리능력 배양이 항공 사고 예방의 중요한 사안

Received: 06. Jul. 2021, Revised: 02. Sep. 2021,
Accepted: 23. Sep. 2021

* 가톨릭관동대학교 항공운항학과 교수

** 한국교통대학교 항공운항학과 교수

연락처 E-mail : safeskyleader@gmail.com

연락처 주소 : 충청북도 충주시 대학로 50

*** (주)가디언즈항공 비행교관

이다(Sul, 2011).

항공 사고의 대부분이 항공기 조종사의 인적 요인으로 발생하였으며, 피로는 항공기 조종사에게 음주와 유사한 결과를 초래할 수 있으므로 피로를 적극적으로 관리를 하여야 한다(Choi and Jeon, 2019). 국제민간항공기구(ICAO: International Civil Aviation Organization)는 항공기 조종사의 피로 위험이 항공 안전에 있어 중요함을 인식하여 전 세계의 체약국들이 피로 관리를 안전 관리시스템의 차원에서 적극적으로 실시하도록 하고 있다(Lee, 2017). 따라서 피로는 비행 훈련생들을 포함하여 모든 항공기 조종사들의 피로 관리가 요구된다.

본 연구의 목적은 사각지대에 있는 비행 훈련생의 피로 관리를 위해 비행 교육 전, 중, 후에 인터뷰를 통해 각 단계의 피로 요인을 조사한 후, AHP(analytic hierarchy process) 기법을 이용해서 피로도가 높은 요인을 제시하고자 한다.

II. 본 론

2.1 이론적 고찰

ICAO는 Doc. 9966(Manual for the Oversight of Fatigue Management Approaches)을 통해서 피로와 관련된 안전 위험관리체계를 수립하여 적절한 각성상태에서 비행 임무를 수행할 수 있도록 경험 및 과학적 원리·지식에 근거하여 피로 관련 안전 위험요소를 지속적으로 감시하고 관리하기 위해 피로 위험관리시스템(FMRS)을 실행하도록 하고 있다(ICAO, 2012).

국내의 선행연구에서도 비행 훈련생의 비행 적성이나 성적에 초점을 두고, 이러한 요인들이 비행 교육 결과에 어떠한 영향을 미치는지에 대해서 연구를 해왔다. Park(2019)은 비행 훈련생의 비행 적성에 따라 비행 교육 성취도가 다르게 나타난다고 하였으며, Yoon(2014)은 어떠한 성격을 가진 사람이 비행 교육에 좋은 성취도를 보이는가에 대해 연구하였다. 저자는 적성 뿐만 아니라, 비행훈련 당시 신체적 상태 또한 비행 성취도에 영향을 끼친다고 생각하였다.

비행 성취도 평가 분석이 필요한 만큼 비행 훈련생이 교육에 있어 신체적, 정신적 피로를 대비하기 위해 비행 교육 중 피로를 느끼는 원인 분석에 대한 고찰의 필요성을 느끼고, 본 연구를 진행하였다.

2.2 연구 방법과 설문지 구성

비행 훈련생의 비행 교육 관련 피로도 분석을 위한 원인을 조사하기 위해 201명의 비행 훈련생을 대상으로 설문 조사를 하였다. 설문에 있어 비행 훈련생이라 함은, 조종사면장을 취득하기 위해 입과하여 교육을 받고 있는 항공기 조종사들을 말한다. 교관 조종사와 학생조종사 62명과 인터뷰를 통하여 요인을 정리하여 설문 문항을 도출하였다. 문항의 구성은 제1계층과 제2계층으로 나누었으며, 각각 계층에 따라 비행 훈련생이 피로도를 느낄 수 있는 항목을 합리적 기준이 될 수 있게 변형 및 추가하여 일반적 특성 2문항, 제1계층에 관한 비교 문항 3문항, 제2계층에 관한 비교 문항 9문항, 총 14문항으로 구성하여 설문지를 작성하였다.

2.3 자료 분석 방법

응답자의 설문을 바탕으로 AHP 기법의 솔루션인 Expert Choice 2002 프로그램을 이용하여 분석에 활용하였다. 이를 통해 회수된 설문지의 비일관성 비율(in consistency rate)을 측정하여 0.1 이하인 설문지는 재조사를 진행하였다. 이때 사용되는 분석 방법으로는 각 평가 요소의 상위계층에 있는 평가 요소와 하위 평가 요소들과의 상대적 피로도 및 가중치를 분석할 수 있는 쌍대 비교(pairwise comparison) 분석 방법 위주로 수행하였다. AHP 구조는 Fig. 1과 같다.

2.4 비행 교육 단계별 특징

비행 교육 단계별 특징은 아래와 같다(Aviation Safety Act. Attached Table 4, 2021).

2.4.1 자가용 조종사

자가용 조종사 교육 단계는 조종사가 되기 위한 기초 과정으로서 시계 비행 상태에서 교육이 이루어지며,

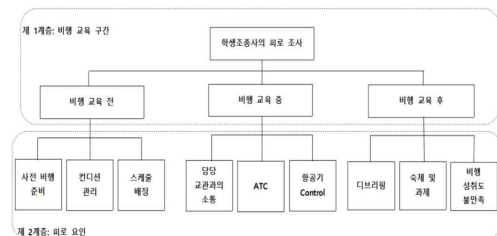


Fig. 1. AHP structure of fatigue for student pilots

기초 공중조작, 장주 이착륙, 야외 비행 훈련, 비정상 및 비상절차 훈련을 숙달하여 목적지 공항까지 단독으로 비행할 수 있도록 능력을 배양하는 데 기초가 되는 교육 단계이다. 자가용 조종사 면허를 취득하기 위한 총 비행 시간은 전문교육기관 기준으로 최소 35시간의 비행시간 중 단독비행 10시간(단독 야외 비행 시 5시간 포함)이 필요하며, 학과교육은 180시간을 이수하여야 한다.

2.4.2 계기비행증명

시계비행 조건을 충족하지 못하는 기상 환경에서 항공기에 장착된 계기만을 활용하여 안전하게 목적지 공항까지 운항할 수 있는 데, 필요한 지식과 비행 기술을 교육하는 단계이다. 계기비행증명을 취득하기 위해서는 자가용 또는 사업용 조종사 면허가 필요하며, 70시간의 학과 교육과 40시간의 계기비행, 기장으로서 50시간의 야외 비행시간이 필요하다.

2.4.3 사업용 조종사

사업용 조종사 교육 단계는 직업 조종사로서 항공기 운송사업 및 사용사업에 사용하는 항공기를 조종할 수 있는 자격을 부여받음과 동시에 보수를 받고 비행할 수 있는 권한을 부여받기 위한 면허를 취득하는 과정이다. 사업용 조종사 면허 취득을 위하여 330시간의 학과교육이 필요하며, 전문교육기관의 경우 150시간의 비행시간이 필요하다.

2.4.4 조종교육증명

조종교육증명은 사업용 조종사 면허까지 취득을 위하여 학습한 항공 지식과 비행 기술을 기초로 비행 훈련생을 가르치는 교수 능력을 배양하는 교육 단계이다. 조종교육증명을 취득하기 위해서는 135시간의 학과교육과 25시간의 비행 실습을 교관석(항공기 우측석)에서 진행하여야 한다.

2.4.5 First Solo

자가용 조종사 교육 단계에 포함된 단독비행 과정으로 교관 조종사 없이 항공기를 안전하게 이착륙을 할 수 있는 능력을 습득하기 위한 교육 단계이다.

III. 연구 결과

3.1 조사대상자의 일반적 특성

조사대상자의 일반적 특성에 대해 알아보기 위하여 빈도분석을 실시한 결과는 Table 1과 같다.

3.2 AHP 분석 결과

3.2.1 상위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위

상위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 2와 같다. 분석 결과, '비행 교육 후'(0.349), '비행 교육 중'(0.335), '비행 교육 전'(0.317) 순으로 피로도를 부여했으며, CR값이 0.1보다 낮아 일관성이 확보된 것으로 나타났다.

성별에 따른 상위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 3과 같다. 분석 결과, 비행 교육 중/후에서 차이를 보였다. 남성의 경우, 비행 교

Table 1. Sampled respondents

구분		빈도(N)	퍼센트(%)
성별	남자	159	79.1
	여자	42	20.9
비행 교육 단계	계기비행	32	15.9
	사업용조종사	32	15.9
	자가용조종사	37	18.4
	비행교관	31	15.4
	First solo	69	34.3
합계		201	100.0

Table 2. Relative fatigue & priority for 1st level

평가 분야	피로도	순위
비행 교육 전	.317	3
비행 교육 중	.335	2
비행 교육 후	.349	1
CR	.000	

Table 3. Relative fatigue & priority for 1st level by gender

평가 분야	남성		여성	
	피로도	순위	피로도	순위
비행 교육 전	.319	3	.308	3
비행 교육 중	.330	2	.351	1
비행 교육 후	.351	1	.341	2
CR	.000		.000	

육 후, 여성의 경우는 비행 교육 중에 피로를 가장 많이 느끼는 것으로 나타났다.

비행 교육 단계에 따른 상위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 4와 같다. 분석 결과 계기비행, 사업용 조종사, first solo 단계는 동일한 순위로 나타났으나, 자가용 조종사 및 비행교관 교육 단계에서는 순위의 차이를 보였다. 비행 훈련생들 대부분이 비행 교육 후에 많은 피로를 느끼는 것으로 분석되었으며 비행교관 교육 단계의 경우, 항공기 control과 비행 교육 모두를 동시에 수행해야 하기 때문에 상대적으로 비행 교육 전·후보다 work load가 높아 비행 교육 중에 많은 피로를 느끼는 것을 알 수 있다.

3.2.2 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위

3.2.2.1 비행 교육 전의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위

비행 교육 전의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 5와 같다. 분석 결과, CR 값이 0.1보다 낮아 일관성이 확보된 것으로 나타났다.

Table 4. Relative fatigue & priority for 1st level by flight course

평가 분야	First solo		자가용 조종사		계기 비행		사업용 조종사		비행 교관	
	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위
비행교육 전	.307	3	.327	2	.319	3	.303	3	.337	2
비행교육 중	.341	2	.319	3	.328	2	.338	2	.343	1
비행교육 후	.352	1	.354	1	.353	1	.359	1	.352	3
CR	.000		.000		.000		.000		.000	

Table 5. Relative fatigue & priority for 2nd level before flight training

평가 분야	피로도	순위
사전비행 준비	.301	3
컨디션 관리	.304	2
스케줄 배정	.394	1
CR	.000	

성별에 따른 비행 교육 전의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 6과 같다. 분석 결과, 남성과 여성에서 차이를 보였다. 비행 스케줄의 시간대, 배정받은 시간 등에서 부담을 느끼는 것으로 이해할 수 있다. 남성과 여성 모두 피로도를 살펴보면 2순위와 3순위의 차이가 미미한 것으로 나타났다. 비행 교육 전에는 스케줄 배정에 대한 피로가 가장 뚜렷한 것을 알 수 있다.

비행 교육 단계에 따른 비행 교육 전의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 7과 같다. 분석 결과, 사업용 조종사, 자가용 조종사, first solo 단계가 동일한 순위로 나타났으나, 계기비행 및 비행교관 교육 단계에서 차이를 보였다. First solo, 자가용/사업용 조종사 교육 단계는 시계비행 교육 단계로써 사전비행 준비가 후순위에 위치한 반면, 계기비행 교육 단계의 경우 사전비행 준비의 순위가 가장 높게 나타나, 비행 전 철저한 비행 계획 분석이 필요한 만큼 비행 훈련생의 부담이 높게 나타난 것으로 판단된다.

Table 6. Relative fatigue & priority for 2nd level by gender before flight training

평가 분야	남성		여성	
	피로도	순위	피로도	순위
사전비행 준비	.302	3	.297	2
컨디션 관리	.309	2	.286	3
스케줄 배정	.388	1	.416	1
CR	.000		.000	

Table 7. Relative fatigue & priority for 2nd level by flight course before flight training

평가 분야	First solo		자가용 조종사		계기 비행		사업용 조종사		비행 교관	
	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위
사전비행 준비	.305	3	.279	3	.391	1	.219	3	.327	2
컨디션 관리	.330	2	.288	2	.271	3	.359	2	.246	3
스케줄 배정	.366	1	.434	1	.339	2	.423	1	.427	1
CR	.001		.001		.000		.005		.000	

3.2.2.2 비행 교육 중의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위

비행 교육 중의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 8과 같다. 분석 결과, CR 값이 0.1보다 낮아 일관성이 확보된 것으로 나타났다. 성별 및 비행 교육 단계에 따른 비행 교육 중의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 9 및 10과 같이 동일한 순위로 나타났다.

Table 8. Relative fatigue & priority for 2nd level during flight training

평가분야	피로도	순위
담당 교관과의 소통	.197	3
ATC	.264	2
항공기 control	.538	1
CR	.001	

Table 9. Relative fatigue & priority for 2nd level by gender during flight training

평가 분야	남성		여성	
	피로도	순위	피로도	순위
담당 교관과의 소통	.199	3	.192	3
ATC	.261	2	.279	2
항공기 control	.541	1	.529	1
CR	.000		.008	

Table 10. Relative fatigue & priority for 2nd level by flight course during flight training

평가 분야	First solo		자가용 조종사		계기 비행		사업용 조종사		비행 교관	
	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위
담당 교관과의 소통	.216	3	.191	3	.203	3	.168	3	.189	3
ATC	.279	2	.253	2	.286	2	.258	2	.232	2
항공기 control	.506	1	.556	1	.512	1	.573	1	.579	1
CR	.000		.000		.000		.005		.001	

3.2.2.3 비행 교육 후의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위

비행 교육 후의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 11과 같다. 분석 결과, CR 값이 0.1보다 낮아 일관성이 확보된 것으로 나타났다. 성별, 비행 교육 단계에 따른 비행 교육 후의 하위요인에 대한 상대적 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 12 및 13과 동일하게 나타났다.

Table 11. Relative fatigue & priority for 2nd level after flight training

평가 분야	피로도	순위
디브리핑	.157	3
숙제 및 과제	.247	2
비행 성취도 불만족	.595	1
CR	.002	

Table 12. Relative fatigue & priority for 2nd level by gender after flight training

평가 분야	남성		여성	
	피로도	순위	피로도	순위
디브리핑	.153	3	.175	3
숙제 및 과제	.252	2	.231	2
비행 성취도 불만족	.595	1	.594	1
CR	.002		.004	

Table 13. Relative fatigue & priority for 2nd level by flight course after flight training

평가 분야	First solo		자가용 조종사		계기 비행		사업용 조종사		비행 교관	
	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위
디브리핑	.153	3	.140	3	.158	3	.161	3	.187	3
숙제 및 과제	.258	2	.263	2	.233	2	.212	2	.258	2
비행 성취도 불만족	.589	1	.597	1	.609	1	.628	1	.554	1
CR	.003		.001		.001		.009		.001	

3.2.2.4 종합중요도 및 우선순위

상위요인을 고려한 하위요인에 대한 종합중요도 및 우선순위를 살펴보면 Table 14와 같다.

성별에 따른 종합 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 15와 같다. 분석 결과 1위에서 3위까지는 같은 결과 응답을 하였으나, 4위부터는 차이를 보였다. 특히 여성이 남성보다 ATC와의 교신에 많은 피로감을 느끼는 것으로 나타난 것은 항공기 control에 체력적 부담으로 인한 연쇄 작용이 원인으로 판단된다.

비행 교육 단계에 따른 종합 피로도 및 우선순위를 살펴보면 Table 16과 같다. 분석 결과, 1위, 2위는 동일했으나, 그 외 평가 분야에서는 차이를 보였다. 조종 교육증명 단계 비행 훈련생들은 항공기 control 부분

Table 14. Overall fatigue and priority

평가 분야	피로도	순위
사전비행 준비	.095	5
컨디션 관리	.096	4
스케줄 배정	.125	3
담당 교관과의 소통	.066	8
ATC	.088	6
항공기 control	.180	2
디브리핑	.055	9
숙제 및 과제	.086	7
비행 성취도 불만족	.208	1

Table 15. Overall fatigue and priority by gender

평가 분야	남성		여성	
	피로도	순위	피로도	순위
사전비행 준비	.096	5	.092	5
컨디션 관리	.099	4	.088	6
스케줄 배정	.124	3	.128	3
담당 교관과의 소통	.066	8	.067	8
ATC	.086	7	.098	4
항공기 control	.179	2	.186	2
디브리핑	.054	9	.060	9
숙제 및 과제	.088	6	.079	7
비행 성취도 불만족	.209	1	.202	1

Table 16. Overall fatigue and priority by flight course

평가 분야	First solo		자가용 조종사		계기 비행		사업용 조종사		비행 교관	
	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위	피로도	순위
사전비행 준비	.094	6	.091	6	.125	3	.066	7	.110	4
컨디션 관리	.101	4	.094	4	.086	6	.109	4	.083	5
스케줄 배정	.112	3	.142	3	.108	4	.128	3	.114	3
담당 교관과의 소통	.073	8	.061	8	.066	8	.057	9	.065	8
ATC	.095	5	.081	7	.094	5	.087	5	.079	7
항공기 control	.172	2	.177	2	.168	2	.194	2	.198	1
디브리핑	.054	9	.050	9	.056	9	.058	8	.060	9
숙제 및 과제	.091	7	.093	5	.082	7	.076	6	.083	6
비행 성취도 불만족	.208	1	.212	1	.215	1	.225	1	.178	2

에 가장 많은 피로를 느끼는 것으로 나타난 것은 앞서 말한 바와 같이 교육과 비행을 동시에 수행해야 하기 때문에 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다.

IV. 결론

본 연구는 비행 훈련생의 피로 관리를 위해 비행 교육 전, 중, 후로 분류하여 인터뷰를 통해 각 단계의 피로 요인을 확인 후 AHP 기법을 이용하여 상대적으로 피로도가 높은 요인을 분석하였다.

종합 피로도 1위는 비행 성취도 불만족, 2위는 항공기 control, 3위는 스케줄 배정이 자리했다. 비행 훈련생은 다른 요소들보다 본인의 performance에 가장 많은 신경을 쓰고 있고, 원하는 목표에 도달하지 못하는 경우, 상당한 피로감을 느끼는 것을 알 수 있다. 또한 performance와 관련된 항목인 항공기 control도 비행 훈련생의 피로감 형성에 높은 순위에 있는 것으로 알 수 있었고, 비행 교육에 임할 때, 비행 교육에 대한 결과에 많은 관심과 노력을 기울이고 있다는 것을

알 수 있었다.

비행 교육 전, 중, 후를 비교하였을 때는 비행 교육 후의 피로도가 응답률 34%로 가장 높은 것으로 나타났다. 그 다음은 응답률 33%로 비행 교육 중, 31%의 응답률로서 비행 교육 전의 피로도가 뒤를 따랐다. First solo, 자가용 조종사, 계기비행, 사업용 조종사 교육 단계 모두 비행 교육 후에서 가장 많은 피로를 느낀다고 응답한 반면, 조종교육증명 교육 단계 비행 훈련생들은 비행 교육 중에 가장 많은 피로를 느낀다고 응답하였다.

비행 교육 전에서는 스케줄 배정, 컨디션 관리, 사전 비행 준비 순으로 피로도가 나타났다. 비행 훈련생들은 본인이 배정받은 비행 교육 스케줄에 따라 비행 교육이 진행된다. 비행 교육 스케줄은 여러 상황을 고려하여 짜여진 만큼 수정하기가 쉽지 않으므로 비행 훈련생들은 이 스케줄에 맞춰 교육을 진행해야 한다. 오전 일찍 시작하는 비행 교육, 오후 늦게 끝나는 비행 교육 등 스케줄에 따라 비행 훈련생이 겪는 상황이 다르고, 개인 여가시간 활용 등의 이유로 비행 교육 시간대에 대한 선호도도 다르기에 스케줄 배정에 피로감을 느끼고 있다. 컨디션 관리 및 사전비행 준비에 대해 살펴보면 컨디션 관리가 0.096, 사전비행 준비는 0.095로 0.001의 피로도 차이를 보이고 있는데 이 둘의 순위 차이가 유의미하다고 볼 수는 없다. 결국 비행 훈련생은 비행 교육 전에는 스케줄 배정에 가장 큰 피로감을 느끼는 것을 알 수 있다.

비행 교육 중에서는 항공기 control, ATC, 담당 교관과의 의사소통 순으로 피로도가 나타났다. 비행 교육 중 항목에서는 항공기 control에 대한 피로도가 압도적으로 높고, 비행 교육에 대한 전체 피로도 순위에서도 2위를 차지했다. 비행 훈련생은 비행 교육 내내 항공기 control을 전담한다. 이륙, 기동, 접근, 착륙 단계까지 안전에 위협이 되는 상황이 발생하지 않는 이상 모두 비행 훈련생이 항공기를 제어하기 때문에, 가장 많은 피로도를 느끼는 것으로 응답 결과가 나타났다. 비행 교육의 목적 또한 고도, 속도, 자세 등 항공기를 능숙하게 control하는 것에 집중되어 있으므로 비행 훈련생이 항공기 control에 가장 많은 신경을 쏟는 것은 당연하다.

비행 교육 후에는 비행 성취도 불만족, 숙제 및 과제, 디브리핑 순으로 피로도가 나타났다. 각 교육 단계를 통틀어 전체 피로도 1위는 비행 성취도 불만족(피로도 0.208)으로 나타났다. 비행 훈련생은 비행 교육 이후에 본인이 생각한 목표에 이르지 못하면 가장 많은

피로감을 느낀다고 응답했다. 비행 교육 후에 다른 항목(숙제 및 과제, 디브리핑)보다도 훨씬 압도적인 응답을 했는데, 이는 비행 훈련생들이 비행 교육 목표를 이루고자 하는 의지가 크고 확실하여 그러질 못하였을 때 많은 피로감을 느낀다고 생각할 수 있다.

비행 교육의 효율성과 안전성을 위해서는 비행 훈련생의 피로감을 조절해주는 것이 필요하다. 비행 교육 전, 스케줄 배정에 있어서 비행 훈련생의 개인적 상황 및 스케줄을 반영하여 교육이 이루어지면 피로감 감소에 도움을 줄 것으로 판단된다. 또한 비행 중 항공기 control에 대한 부담을 줄이기 위해 비행 훈련생과 교관 조종사가 함께 PF(pilot flying), PM(pilot monitoring) 역할을 맡아 수행하는 것이 도움이 될 것이다. 비행 훈련생이 모든 조종을 하려 하지 말고, 주된 조종은 비행 훈련생이 하되, 보조적 조종(주파수 바꾸기, GPS 세팅, 플랩 조작 등)을 교관 조종사가 도와준다면 control에서 느끼는 피로감이 감소될 것이다. 비행 후에 교관 조종사가 비행 훈련생에게 알맞은 피드백을 준다면 비행 성취도 불만족에서 오는 피로가 감소할 것이라 사려된다. 비행 훈련생들은 디브리핑에 대한 피로도는 낮은 반면, 비행 성취도 불만족에 대한 피로도는 상당히 높다. 이는 비행 훈련생이 본인의 문제점 및 보완점에 대해 디브리핑을 통해 받아들이는 것은 문제가 없지만, 본인 스스로 성취도에 만족하지 못하였을 때, 피로감이 큼을 알려준다. 교관 조종사가 비행 훈련생에게 비행 교육 결과에 대해서만 피드백을 하지 말고, 더 나아가 비행 훈련생의 감정이나 마음가짐에 대해서도 피드백을 해주어 희망과 용기를 심어주는 것 또한 비행 훈련생이 피로감을 덜 느끼는 데 도움이 될 것이다.

변화하며 다양한 항공 환경에서 항공기 조종사의 피로는 불가피한 위험 요소이며 피로를 개인적인 영역에서 다루는 것에서 벗어나, 조직적인 차원에서 관리하는 것이 요구된다(Kim and Jang, 2019). 항공 조종 교육을 담당하는 항공 전문 교육기관에서는 피로를 관리하기 위해서 조직적인 노력이 필요하다. 향후 남성과 여성 학생조종사의 피로에 대한 차이와 해결방안에 대한 후속 연구가 진행된다면 피로에 대한 이해가 더욱 향상될 것으로 기대된다.

References

1. Petras, G, "Charles Lindbergh and the epic flight of the Spirit of St. Louis", USA TODAY,

- Mar. 30, 2017, <https://www.usatoday.com/pages/interactives/spirit-of-st-louis-anniversary/>
2. Kim, D. H., "How critical is the fatigue management for pilots in aviation safety? - A review, an investigation and some critical needs", *Korean Journal of Aerospace and Environmental Medicine*, 23(2), 2013, pp.31-37.
 3. Lee, J. S., Choi, J. K., Kang, M. J., and Jun, H. S., "Study of controlled rest in the cockpit", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 27(3), 2019, The Korean Society for Aviation and Aeronautics, pp. 106-111.
 4. Koh, B. J., "IATA-The needs for air cargo analysis", *Newsis*, Mar. 20, 2021, https://newsis.com/view/?id=NISX20210319_0001377130&cid=10414
 5. Kim, C. W., "Anticipating the rise of air demand after COVID", *Incheon Ilbo*, Mar. 18, 2021, <http://www.incheonilbo.com/news/articleView.html?idxno=1084540>
 6. Hwang, W. J., "Deltat airlines to shift pilots to active status", *Chosun Biz*, Jan. 26, 2021, https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2021/01/26/2021012602238.html
 7. Sul, E. S., "A study on the human factors influencing on the safety of the training flight", Master's Degree, Hanseo University, Taejeon, South Korea, Feb 2011.
 8. Jeon, S. J., and Choi, J. K., "The analysis of the major accidents caused by fatigue of pilot with TEM", *Journal of Convergence for Information Technology*, 9(12), 2019, pp.158-164.
 9. Lee, K. I., "A study of plans to improve the aviation regulations about pilot flight (duty) time limitations(based on FRMS)", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 25(1), 2017, pp.23-33.
 10. ICAO. "FRMS Manual for Regulators." ICAO Doc 9966, 2012, pp.1.1-4.25.
 11. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Aviation Safety Act, Attached Table 4", 2021.
 12. Park, H. H., "A study about effect of personality, aptitude and learning satisfaction of student pilots on flight training achievement", Master's Thesis, Hanseo University, Taejeon, South Korea, Feb. 2019.
 13. Yoon, Y. Y., Lee, S. W., and Park, S. K., "The effects of personality types of flight instructor and student pilot on the introductory flight training results", *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 23(4), 2015, pp.57-59.
 14. Kim, D. H., and Lee, J. R., "A study on application of fatigue risk management system for pilot to fly longer hours." *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 27(2), 2019, pp.47-53.