

## 論文

## 대한민국 공군 조종사의 일일 활동량에 관한 연구

임정구\*

## A Study on the Korean Air Force Pilot's Daily Activities

Jeongku Lim\*

## ABSTRACT

Pilots' fatigue is one of the most serious threat to flying safety. Fatigue is influenced by many factors like sleep deprivation, daily activities, aging, stress, etc. This study was designed to investigate military pilots' daily activities. 20 pilots' daily activity was monitored by activity monitor, Fitbit®, and the survey about sleep time and flight time was conducted. They placed Fitbit® on their waist for 5 days. During flight, they removed Fitbit® that had been used for checking their steps and walking distances. It was found that the average sleep time is 6.7 hours for fighter pilots. It was a little shorter than average sleep time for adults, 8 hours. Average steps per day was 6,838 which is more than sedentary worker's but less than active worker's. Their daily activities were not as high as we had expected. But their sleep time was very short. Flight surgeons should recommend them to take a rest and get sleep during rest period.

**Key Words** : Military Pilot(군조종사), Sleep(수면), Activities(활동량), Fatigue(피로)

## 1. 서 론

기계와 달리 인간은 일과 휴식을 조화롭게 계획하여 과도한 피로의 누적으로 업무 효율이 저하되지 않도록 주의해야 한다. 조종사에게 피로는 업무 효율을 저하시킬 뿐만 아니라 항공안전에 잠정적 저해 요소로써 매우 중요하다. 피로와 항공안전에 관한 자료를 보면 Kirsch는 민항 항공기 사고의 4~7%는 피로에 의한 것으로 추정하였다[1]. 미 항공안전단에서는 부분적으로는 미 공군 A급 항공기 사고의 7.8%가 피로와 연관되어 있다고 하였다[2]. A급 사고는 사고에 사망자가 있거나 2백만불 이상의 피해가 있는 경우이다.

또한 1974년부터 1992년 사이 미 공군 야간 임무 A급 사고의 25%가 피로에 의한 것이었고 1977년과 1990년 미 해군 A급 사고의 12.2%가 승무원의 피로에 의한 것으로 추정되었다[3].

이러한 피로의 원인으로 많은 요인이 있을 수 있다. Hawkins는 비행 피로에 관하여 4가지 측면을 고려해야 한다고 강조하였는데 첫째는 비행 피로가 불충분한 휴식 때문에 야기되고 둘째는 피로의 여러 가지 다양한 증상들은 생체리듬의 부조화와 관련되어 나타나며 셋째는 과도한 육체적 활동과 깊은 관련이 있고 마지막으로 경미한 육체적 활동이라도 시험이라든가 과도한 정신력을 사용하여야 하는 인지작업에서는 피로가 야기된다고 하였다[4].

불충분한 휴식에서 가장 중요한 것이 수면일 것이다. Wright와 McGown은 조종사의 비행 중 졸음이 대부분 장거리 비행 중 순항 기간에 발생하며 주간에 비하여 야간에 9배 이상 많았다고 보고하였다[5]. 한 연구에서 87%의 조종사들이 5

2013년 06월 01일 접수 ~ 2013년 09월 23일 심사완료  
논문심사일 (2013.06.07, 1차), (2013.09.11, 2차)

\* 공군 항공우주의료원

연락처, E-mail : amekorea@gmail.com

충북 청원군 남일면 쌍수리 사서함 21호

초 이상의 졸음을 적어도 한번 이상 경험하였고 평균적으로 조종사는 비행 마지막 90분 안에 6번의 졸음을 경험한 보고도 있었다[6]. NASA에서 진행된 설문에서 답변한 조종사의 80%는 이따금 비행 중 깜박 졸았던 사실을 시인하였다[7].

김 등은 규칙적인 운동을 하는 그룹이 피로자각 증상이 유의하게 낮다고 보고한바 있다[8]. 또한 이 등은 운동이 부족할 경우 불면과 능률 저하가 초래되고 근육조직이 위축되는 반면 지방 축적으로 몸이 비대해지고 그 결과 운동을 더욱 기피하는 악순환이 반복되어 체력저하와 피로에 대한 내성의 저하를 초래함으로써 이를 예방하기 위해 항공기 승무원은 규칙적 운동과 항공신체적 성 유지에 더욱 노력해야 한다고 주장하였다[4]. 정 등의 연구에서도 규칙적 운동과 스트레스가 피로와 유의한 연관성이 있는 것으로 조사되었다[9]. 즉, 규칙적인 운동을 하는 경우 피로감을 적게 느꼈다.

이러한 조종사들의 수면, 신체 활동량의 측정은 항공안전측면에서 매우 중요하다. 저자는 최근 개발된 동작감지기인 Fitbit®<sup>1)</sup>을 이용하여 객관적인 방법으로 조종사들의 일일 활동량을 측정하고자 이번 연구를 진행하였다. 설문지 방법은 일정 기간의 자료를 회상에 의존하여 기록하는 방법으로 그 오차가 클 수 있다.

## 2. 대상 및 방법

조종사들의 수면 시간을 조사하기 위하여 비행단 2곳의 총 20명의 전투기 조종사를 대상으로 수면 시간과 일과 중 활동을 측정하기 위해 동작감지기인 Fitbit®을 허리에 착용시켰다(Fig. 1). 조종사들의 연령, 성별, 키, 몸무게, 일일 수면 시간, 그리고 비행시간 등은 설문지를 통하여 조사하였다. Fitbit®은 월요일부터 금요일 까지 오전 8시부터 오후 5시까지 착용하고 주말에 인터넷을 통하여 자료를 전송하였다. 비행 중에는 Fitbit®을 제거하여 보관하였다가 비행이 종료되면 다시 착용 하도록 하였다. Fitbit®에서 측정 가능한 항목은 보행수, 보행 거리, 소모 열량, 그리고 수면

중 활동 등이다. 이번 연구에서 사용한 측정 항목은 보행수와 보행거리이다. 수면 중 활동 측정은 조종사를 매우 번거롭게 할 수 있어 별도로 시행하지 않았다. 실험 참가자들은 연구 참여 전 연구에 대하여 충분히 설명을 듣고 서면 동의서를 작성한 후 시작하였다. 약물 복용이나 침습적 의료 행위가 포함되어 있지 않아 윤리위원회 승인은 별도로 받지 않았다.



Fig. 1 Activity monitor, Fitbit®

Fig. 1은 Fitbit®의 외형을 보여준다. 집게처럼 제작되어 호주머니나 벨트위에 가볍게 꼽아서 사용할 수 있도록 되어 있다. 조종사들의 경우 허리에 있는 조종복 벨트에 Fitbit®을 꽂아 측정하였다. 원래 손목이나 가슴, 바지 주머니 등에 꽂아서 사용할 수 있지만 조건을 통일하기 위해 허리에 차기로 하였다. 상단에 보이는 단추를 누르면 보행수, 소모 칼로리, 거리 등을 볼 수 있다. Fig. 2는 Fitbit®을 허리에 착용한 모습이나 조종사들은 조종복에 바지 주머니가 없어 허리에 통일하여 착용하였다.

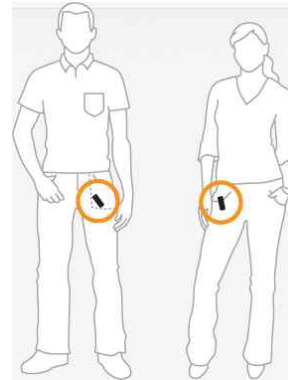


Fig. 2 Fitbit® that was placed on the waist.

## 3. 결 과

조종사의 평균 연령은  $27 \pm 1.3$ 세였으며, 남성 18명, 여성 2명이었다. KF-16 조종사가 13명,

1) 미국의 Fitbit 회사에서 개발한 동작 감지기이며 한번의 충전으로 1주 이상 기록이 가능하고 보행수, 보행거리, 계단 오르내림, 수면 시간, 칼로리 소모, 수면 중 활동량, 그리고 활동량의 시간대별 분석이 가능

F-5 조종사가 7명이었다. 조종사들의 키는  $174.7 \pm 6\text{cm}$  이었으며, 몸무게는  $72.2 \pm 10\text{kg}$ 였다. 계급은 대위 8명, 중위 12명 이었다.

### 1. 비행시간

조종사들은 1주간 평균  $161.7 \pm 102.9$ 분을 비행

표 1. 1주간 조종사의 비행 및 수면 기록

(단위: 분)

순번	총 비행 시간(1주)	총 수면 시간(1주)	최소 수면 시간(1일)	1회 최장 비행시간
1	353	2,315	310	180
2	160	2,290	415	80
3	441	2,140	405	191
4	80	2,170	340	80
5	160	2,080	380	80
6	70	2,100	420	70
7	60	2,310	360	60
8	70	1,920	450	70
9	190	1,920	395	100
10	140	2,280	410	70
11	60	2,280	380	60
12	60	2,040	390	60
13	60	2,040	360	60
14	125	2,265	390	65
15	200	1,950	360	60
16	130	2,000	390	70
평균	161.7	1,936.9	372.8	87.8
표준 편차	102.9	81.7	54.8	42.5

하였다. 즉 평균 2시간 40분을 비행한 것이다. 1주간 최소 비행시간은 60분에서 최장 441분까지 다양하였다. 1회 최장 비행 시간은  $87.8 \pm 42.5$ 분이었다. 1회에 최소 60분에서 최장 191분을 비행하였다. 표 1.은 조종사들의 총 비행시간, 총 수면 시간, 1일 최소 수면 시간, 그리고 1회 최장 비행 시간에 대한 결과를 보여준다.

### 2. 수면 시간

대상자 20명중 월요일부터 금요일 까지 수면 시간을 정확하게 기록해준 16명의 5일간 수면 시간은 평균  $1,936.9 \pm 581.7$  분이였다. 최대 2,315분

에서 최소 1,920분이였다. 1,920분의 경우 일일 평균수면시간으로 환산하면 6.4시간(6시간 24분) 이였다. 5일간 최소 수면 일의 평균은  $372.8 \pm 54.8$  분이였다. 최소 1일 수면 시간은 310분에서 최대 450분이였다. 310분의 수면 시간은 5시간 10분 수면으로 비상대기 후 이 조종사는 다음날 off 하였다.

표 2. 요일별 보행수

순번	월	화	수	목	금
1	4,455	8,681	5,878	13,625	7,227
2	2,135	7,650	4,322	9,949	6,339
3	5,459	6,532	5,460	5,898	4,911
4	5,848	8,620	6,117	3,481	4,064
5	2,118	11,169	15,224	14,798	5,982
6	3,858	3,084	645	5,691	1,474
7	2,919	5,149	5,319	108	3,348
8	9,335	4,780	10,449	3,977	6,310
9	2,728	14,263	16,238	12,225	9,386
10	6,816	5,423	6,229	7,195	482
11	7,325	11,100	13,719	7,253	8,440
12	4,175	5,655	6,275	7,492	2,830
13	4,489	10,550	10,025	10,139	3,850
14	4,640	9,305	14,079	6,224	7,722
평균	4,735.7	7,997.2	8,569.9	7,718.2	5,168.9
표준 편차	2,077.8	3,101.0	4,728.7	4,078.3	2,631.2

### 3. 일평균 이동 거리

Fitbit®을 이용하여 월요일부터 금요일까지 일과 중에 측정한 자료는 20명중 14명이 성공적으로 기록되었다. 6명의 자료는 5일간 기록이 완성되지 않아 자료 분석에서 제외하였다. 이들의 일일 평균 보행수는  $6,838 \pm 3,711.7$  보였고 평균 이동거리는  $5 \pm 2.8\text{km}$  였다. 각 요일별로 정리해 보면 표 2와 Fig. 3과 같다.

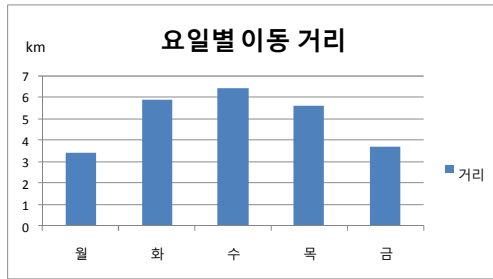


Fig. 3 Walking distance during weekday.

#### 4. 고 찰

연구에 참여한 조종사들의 1주 비행시간은 평균 2시간 40분 정도에 해당되었다. 한국 공군의 개인 비행탑승 기준은 저등급 조종사(요기/부조종사 및 조종사 개인 비행기량관리에[IPQC, Individual Pilot Quality Control] 의거 선정)의 경우 주 1~2회(1.5회 기준)으로 되어 있다. 최소 2주 3회 이상 탑승하며 단, 비행순기 및 조종사 개인 비행기량관리에 의거 지휘관 재량 하 추가 탑승을 활성화 하도록 명시되어 있다[10]. 교관 및 4기 리더(지휘조종사)는 최소 월 1회, 2기 리더는 월 2회 이상 해당위치 비행하도록 명시하고 있다. 한국 공군에서는 피로를 고려한 제한 기준 이라기보다는 기량 유지를 위한 최소한의 비행 기준을 제시하고 있다. 비행 전 휴식 시간이 미 공군처럼 12시간의 휴식을 보장하도록 한국 공군에서도 규정에 명시되어 있었다. 미 공군 규정에 비행시간의 기준은 기종 별로 큰 차이를 보이지는 않았다[11]. 표 3.에 미 공군의 최대 비행임무 기간에 대한 예시를 하였다.

정 등이 조사한 바에 의하면 2005년 전투기 조종사의 평균 수면 시간은 6.7시간이었다. 하루에 7~8시간인 경우가 전체의 67.9%를 차지하였다[9]. 2002년에 장 등이 보고한 조종사가 일일 7~8시간의 수면 비율은 57%[12]였으나 이번 연구에서 평균 6.4시간으로 나타났다. 이는 과거 조종사들의 수면 시간보다 다소 짧아진 것으로 비행안전과 피로도 측면에서 매우 중요한 사안이라 할 수 있다. 한 조종사는 비상대기 근무로 5시간 10분 수면 한 날도 있었지만 다음날 off 하였다.

표 3. 미 공군 비행임무 기간

Aircraft Type	Basic Aircrew	Augmented Aircrew
Single Control Aircraft	12	NA
Fighter, Attack or Trainer(Dual Control)	12	16
Bomber, Reconnaissance, Electronic Warfare, or Battle Management(Dual Control)	16	24
Tanker/Transport(includes T-39 and T-43)	16	NA
Tanker/Transport(Sleeping Provisions)(includes T-39 and R-43)	16	24
Rotary Wing(without Auto Flight Control System)	12	14
Rotary Wing(with Auto Flight Control System)	14	18
Utility	12	18
Unmanned Aircraft System(Single Control)	12	NA
Unmanned Aircraft System(Dual Control)	16	NA

질병 예방과 건강 증진의 목적을 달성하기 위해 신체활동량을 정확히 측정, 평가해서 증재해주는 것이 중요하다[13]. 이를 위해 주관적 방법으로 관찰하거나 설문지를 작성할 수 있으나 과학적이지 못하여 객관적으로 신체 활동량을 평가해 주는 많은 제품이 소개되어 왔다. 우리가 흔히 동작감지기라고 하는 것에는 보수계, 액티칼, 액티그래프 등 다양한 것이 있다. 액티칼은 압전 현상을 이용한 동작감지기로 크기가 작고 가볍다. 액티그래프는 작고 가벼운 기구로 액티칼과 유사하나 한 면에서의 움직임만을 감지한다. 이번 연구에서 사용한 Fitbit®은 동작감지기의 하나로 보행수, 칼로리 소모량, 계단 오르기, 수면 중 행동 분석, 이동 거리 등을 측정 할 수 있다. 충전하여 허리나 손목 등에 착용이 가능하고 수면 중에는 착용자의 움직임을 기록해 준다. 한번 충전으로 수일간 사용이 가능하고 충전 시에 자료는 인터넷을 통해 홈페이지에 전송된다. 사용자는 인터넷에 접속하거나 스마트폰을 이용해 자

신의 체중, 운동량, 칼로리 소모 등을 모니터링 할 수 있다.

조종사들의 일평균 보행수는 6,838보였다. 이는 이 등이 경찰을 대상으로 시행한 연구와 비교해 보면 매우 흥미롭다[14]. 교대 경찰의 주간 근무일, 야간 근무일, 휴일의 보행수는 평균 9,812보, 10,888보, 그리고 6,551보였다. 하등은 40대 중년 남성의 업무 형태에 따른 1일 평균 보행수를 비교하였는데, 활동성 업무자는 21,327보, 좌업성 업무자는 4,977보를 보였다[15]. 조종사들의 보행수는 일과중에만 기록한 것을 감안하더라도 활동성 업무 중년 남성 평균 수치보다는 매우 낮은 수치를 보였고 주간 근무일 경찰보다도 다소 낮았다. 그러나 육체적 업무부하 외에 정신적 업무 부하를 함께 고려해야 하기 때문에 좀 더 과학적 분석이 요구된다.

조종사들의 보행수는 요일별로 차이를 보였다(표 2). 가장 보행수가 많았던 요일은 수요일이었고 월요일이 4,735보로 가장 적었다. 그리고 금요일이 5,169보로 두 번째로 적었다. 이는 주말 후와 주말 전에 행정 업무가 다소 많다는 점이 이유일 것으로 추정된다. 주중에는 주로 수요일에 전투체육 활동을 하여 보행수가 많았을 것으로 추정된다.

이 연구에서 다양한 기종의 조종사를 선택해서 전투기, 수송기, 헬기 조종사를 비교하지 못한 것은 한계로 남는다. 또한 대상자가 중도 탈락하거나 1주간의 실험을 성공적으로 끝마치지 못해 분석된 자료에서 제외되었던 점도 아쉬운 부분이다. 또한 멀리 항공우주의료원에서 원거리에 위치하고 있는 비행단에서 진행된 실험이라 조종사들의 1주간 신체활동 측정과 관측에 애로사항이 있었다. 일주일 동안 하루라도 측정이 안 된 자료는 분석이 불가하였다.

조종사의 피로도와 일일 활동량을 정확하게 측정하기 위해서는 보다 대규모 연구가 필요할 것으로 생각된다. 다만, 작전 참여, 잦은 일과 변동 등으로 좀 더 많은 공군 조종사의 참여가 어려운 현실을 연구 디자인 시에 충분히 고려하여야 하겠다. 또한 수면시간을 정확하게 측정하기 위해서 Fitbit®에 포함된 수면 측정 기능을 사용하고 공군에서 최근 개발하여 사용하는 K-ORM(Korea Operation Risk Management)과의 관련성을 연구할 수 있겠다[16]. 이는 미 공군의 체계를 한국 비행환경에 맞도록 변형한 것으로서 이를 통한 조종사들의 피로도와 스트레스 관리를 좀 더 발전시켜야 할 것이다.

이 연구는 국내 최초로 조종사의 일일 신체 활

동을 동작 감지기로 측정하였으며, 주관적 방법으로 자신의 수면 시간 그리고 비행시간을 기록하였다. 신체 활동에서는 고도의 피로도를 유발하는 정도는 아닌 것으로 평가되나 정신적 부하를 추가로 검토하여 일일 에너지 소비를 추정하는 것이 향후 필요할 것으로 사료된다.

## 5. 결 론

연구를 통하여 조종사들은 중간 정도의 신체 활동을 하고 있었다. 평균 보행수는 6,838보였고 평균 이동 거리는 5km였다. 일일 평균 수면 시간은 6.4시간으로 성인 수면 권장 시간 8시간 보다 부족하였다. 또한 2005년 조사된 평균 수면 시간 6.7시간 보다 짧아져 있었다. 수면 및 신체 활동은 인간의 피로도 관리에 매우 중요한 요소이다. 항공안전을 위한 군 조종사 피로도 관리를 위해 더욱 과학화 되고 체계화된 피로도 관리 프로그램이 필요하다고 사료된다. 이번 연구는 전투 조종사의 특성상 대규모 연구를 진행하지 못하였으며 향후 추가 연구 시에는 많은 수의 대상자가 참여할 수 있도록 장기간 연구가 필요하겠

## 참고문헌

- [1] Kirsch AD. Report on the statistical methods employed by the US Federal Aviation Administration in its cost/benefit analysis of the proposed flight crewmember duty period limitations, flight time limitations and rest requirements. Washington, DC; United States Federal Aviation Administration; 1996. Docket No: 28081.
- [2] Luna T. Fatigue in context: USAF mishap experience. [Abstract] Aviat Space Environ Med 2003;74:388.
- [3] Ramsey CS, McGlohn SE. Zolpidem as a fatigue countermeasure. Aviat Space Environ Med 1997;68:926-31.
- [4] 이용호. 항공우주의학개론. 서울: 한빛출판사. 1997;213-218.
- [5] Wright N, McGown A. Vigilance on the civil flight deck: incidence of sleepiness and sleep during long-haul flights and associated changes in physiological parameters. Ergonomics 2001;44:82-106.

- [6] Rosekind MR, Graeber RC, Dinges DF, Connell LJ, Rountree MS, Spinweber CL, et al. Crew factors inflight operations IX: effects of planned cockpit rest on crew performance and alertness in long-haul operations. Moffett Field, CA: NASA Ames Research Center; 1994; Report No: DOT/FAA/92/24.
- [7] Co EL, Gregory KB, Johnson JM, & Rosekind MR. Crew factors in flight operations XI: A survey of fatigue factors in regional airline operations. Moffett Field, CA: NASA Ames Research Center; 1999. Report No: NASA/TM-1999-208799.
- [8] 김석환, 윤계수. 연구직 근로자의 스트레스와 피로에 관한 조사. 대한산업의학회지 1998;10:105-115.
- [9] 정휘수, 신창현, 박성환. 일개 비행단 조종사의 피로와 관련된 요인. 항공의학. 2005;52:117-129.
- [10] 작사예규.3-102. 1-2-48-10.
- [11] Air force instruction 11-202 vol 3 page 63.
- [12] 장정숙, 김주형, 김희순, 조원정. 공군 조종사의 건강행위 관련요인 분석. 항공우주의학. 2002;12:19-27.
- [13] Casperson CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. Public Health Rep 1985;100:126-31.
- [14] 이선희, 박지선, 김은경. 교대근무 경찰의 1일 보행수, 활동량 및 활동계수의 평가. 한국영양학회지. 2007;40:576-583.
- [15] Ha MS, Lee JP, Kim SH, Yoon SM, Oh JK. Effect of Steps Per Day Associated with Occupational Style on Body Fat Index and Serum Lipid Levels in Middle Aged Men. Korea Sport Research. 2006;17:383-392.
- [16] 김대호. 비행대대용 K-ORM 소개. 항공우주의학회지 2012;22:8-9.