

통기성 향상을 위한 하계비행복 설계 및 착용쾌적성 평가

전은진¹⁾ · 박세권²⁾ · 하지현³⁾ · 김희은³⁾ · 유희천¹⁾

1) 포항공과대학교 산업경영공학과

2) 공군사관학교 시스템공학과

3) 경북대학교 의류학과

I. 서론

비행복은 조종사들이 전투 비행 환경 및 일상 근무 환경에서 착용하는 의복으로서 착용 쾌적성 향상을 위해 조종사들의 인체생리적 특성을 고려하여 설계될 필요가 있다. 비행복은 사고 시 발생할 수 있는 cockpit내의 화염으로부터 조종사의 신체를 보호할 수 있도록 방염 섬유(meta aramid)로 제작되고 있으며(국방규격: KDC 8415-1022-9, 2009), 일반적으로 소재를 방염처리 할 경우 촉감 저하, 내마모성 약화, 공기 투과도 저하 등이 발생하게 된다(이효진, 지주원, 2006). 비행복은 비행 환경 특성 및 비행 작업 특성 그리고 착용하는 조종사들이 느끼는 의복내 착용쾌적성 등을 고려하여 설계되어야 하며 특히, 착용자의 신체적 특성을 고려해 설계된 의복은 착용쾌적성 및 동작성을 향상시킴으로써 업무 효율을 향상시킬 수 있다(조자영 외, 2008).

통기성이 향상된 하계비행복 설계를 위해서는 현 비행복 착용시 조종사들이 느끼는 열적스트레스 및 착용쾌적성에 대한 연구가 필요하다. 현재 한국에서 착용되고 있는 비행복은 동·하계의 구분 없이 한 종류의 소재로 제작되고 있어, 여름철에는 통기성과 흡습성, 겨울철에는 보온성의 개선이 필요하다. 선행연구로 Ducharme(2006)는 헬리콥터 조종사가 비행복 착용시 느끼는 불쾌감과 열 스트레스를 조사하기 위하여 인체생리반응과 열적 쾌적감을 연구하였으며, Turpin Legendre & Meyer(2007)는 보호복의 통기성 유무에 따른 작업수행시의 인체생리반응과 주관적 반응을 연구하였다. 김희은 외(2006)는 방염복의 형태 개선이 인체생리반응 및 주관적 감각에 미치는 효과를 연구하였으나, 현 조종사들이 착용하고 있는 비행복에 대한 착용쾌적성 관련 연구는 미비한 실정으로 열적 스트레스를 감소를 위한 설계 개선과 더불어 착용쾌적성 향상을 위한 연구가 필요하다.

기존 한국 공군 비행복은 착용 시 조종사들의 인체 생리적 특성을 고려하지 않고 제작되어 통기성 및 흡수성 측면에서 불편함이 있는 것으로 파악되었다. 전은진(2011)은 기존 비행복의 착용쾌적성에 대해 공군 전투기 조종사 563명을 대상으로 보온성, 흡수성, 통기성, 내구성, 촉감 등 총 5개 문항에 대해 5점 척도로 설문(예: '맞음새가 좋습니까?' 라는 질문에 1점 = 전혀 그렇지 않다, 2점 = 그렇지 않다, 3점 = 보통, 4점 = 그렇다, 5점 = 매우 그렇다)한 결과, 통기성에서 2점이하로 응답한 비율이 77%로 기존 비행복은 통기성이 좋지 않아 착용시 조종사의 인체 생리적인 부담이 클것으로 사료된다. 통기성 관련 문제점 개선을 위해서는 동, 하계비행복 소재의 차등 적용 및 통기구 삽입 등과 같은 설계 개선이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 통기성 향상을 위한 하계비행복을 설계한 후 피부온, 의복내 온습도, 발한량, 주관적감각등을 통한 착용쾌적성 평가를 실시하여 개발 하계비행복의 인체생리학 측면의 개선 효과를 검증하고자 한다.

II. 연구방법 및 결과

1. 하계비행복 설계

본 연구에서는 조종사 인터뷰를 통한 비행환경 분석 및 의복의 통기성 관련 선행연구 조사하여 상하일체형 비행복에서 통기구의 삽입이 가장 적절한 위치를 조사하였다. 조종사들은 비행시 밀폐된 cockpit내에서 비행장비를 착용한 상태에서 임무를 수행하고, 직사광선으로 인한 열적 스트레스 및 땀으로 인한 불편감을 경험하게 되므로 열과 수분을 효율적으로 배출하여 의복 착용시의 불편감을 최소화하기 위한 의복 설계가 필요하다. 본 연구에서는 비행환경 분석, 통기성 관련 선행연구 조사, 의류학 전문가들의 조언을 토대로 통기구 위치를 선정하였다. 선정된 4개 부위(어깨, 겨드랑이, 무릎, 등)의 통기구를 적용한 하계비행복 패턴을 설계를 적용한 하계비행복 패턴을 설계하였다(그림 1).

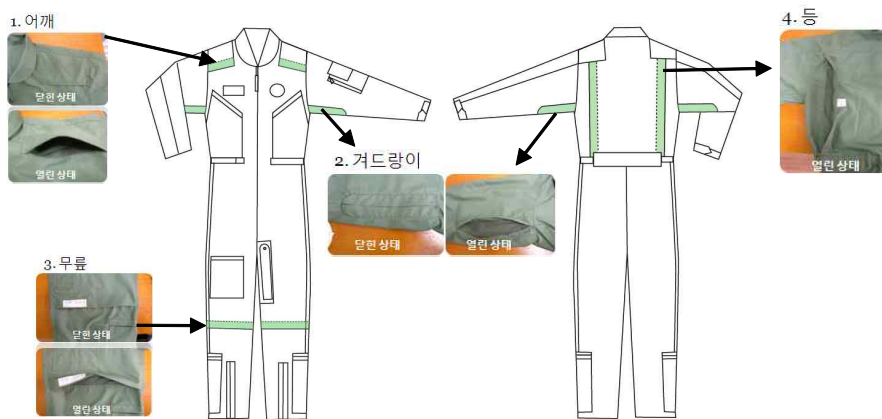


그림 1. 하계비행복 도식화 및 통기구 형태

2. 착용쾌적성 평가 방법

1) 피험자 및 실험복

피험자는 기존비행복의 치수체계 중 인구수용율이 높은 것으로 파악된(전은진, 2011) 사이즈(M90중, M95대, M100대)에 속하는 20대 남성 7명이며, 사이즈별 피험자의 신장과 가슴둘레 범위는 M90중(신장: 168cm~172cm, 가슴둘레: 88cm~92cm), M95대(신장: 173cm~178cm, 가슴둘레: 93cm~97cm), M100대(신장: 173cm~177cm, 가슴둘레: 98cm~102cm)와 같다. 평가에 사용된 비행복은 동일한 소재의 기존 비행복과 하계비행복 2종으로 총 14벌의 비행복을 공군본부로부터 제공 받아 사용하였으며, 실제 비행시에 착용하는 헬멧도 함께 착용하였다.

2) 평가 항목 및 평가방법

착용쾌적성 평가 항목은 객관적 평가(피부온, 의복내 기후, 전체발한량, 국소발한량, 체열 측정)와 주관적 평가(온열감, 습윤감, 쾌적감, 피로감)로 구성되었다. 착용쾌적성 평가를 위한 평가 항목별 센서의 부착은 의복내 기후(4개 부위), 피부온(5개 부위), 국소발한량(4개 부위)이며, 전체발한량은 실험전후의 체중 차이를 이용하여 파악하였다. 센서 부착 위치와 항목은 그림 2와 같다. 피부온은 LT-8A (Gram Corporation, Japan)을 이용하였으며, Hardy

& Dubois의 7점법을 참고로 하여 5개 부위(어깨, 가슴, 상완, 대퇴, 하퇴)를 선정하여 센서를 부착시켜 1분 간격으로 연속 측정하였다. 의복내 기후는 Thermal Recorder(TR-72S, T&D Co., Japan)를 사용하여 4개 부위(머리, 어깨, 상완, 하퇴) 최내층의 온·습도를 1분 간격으로 연속 측정하였다. 전체발한량은 인체 천칭(Meter Toledo ID3, Germany)을 이용하여 실험 전후의 체중변화량을 측정하여 파악하였으며 국소발한량(SKD-2000 Perspiration Meter, Skinos Co. Ltd Japan)은 4개 부위(어깨, 상완, 하퇴, 등)에 3회 측정하였다. 체열촬영은 열화상 카메라(T-200, FLIR system, Sweden)를 사용하여 휴식기, 운동기, 회복기 후 3회 촬영하였으며, 주관적 감각의 평가 척도는 中橋美智子·吉田敬一(1998)의 내용을 참고로 수정한 것을 사용하여 실험전, 휴식기 후, 운동기 후, 회복기 후 4회 평가하였다.

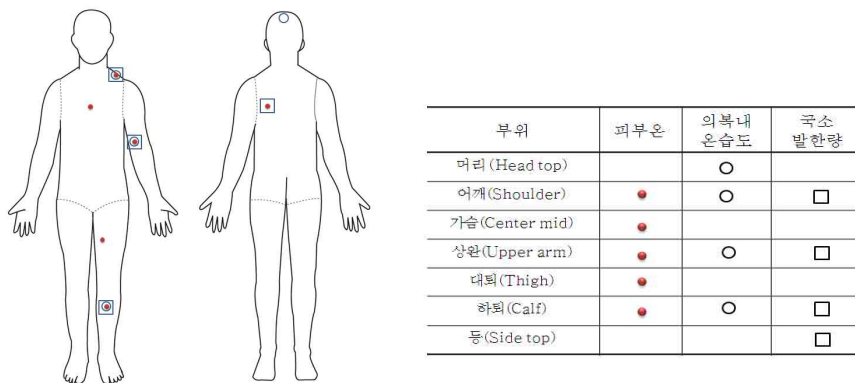


그림 2. 평가용 센서 부착 위치

착용쾌적성 평가는 인공기후실(26±1℃, 50±5%)에서 실시되었으며, 피험자는 실험시작 30분전 입실하여 실험복을 착용 한 후 센서를 부착하고 이후 휴식기(20분), 운동기(5km/h, 20분), 체열촬영 (10분 3회), 회복기(20분) 총 90분간 실험을 실시하였으며 구체적인 실험 프로토콜은 그림 3에 표시하였다.



그림 3. 실험 프로토콜

3. 착용쾌적성 평가 결과

피부온은 어깨(일반: 35.1℃, 하계: 34.8℃), 상완(일반: 34.5℃, 하계: 34.1℃), 하퇴(일반: 32.8℃, 하계: 32.3℃) 부위에서 하계비행복 착용시 어깨 0.3℃, 상완 0.4℃, 하퇴 0.5℃ 낮은 것으로 파악되었다. 의복내 온도는 운동기에 상완(일반: 33.1℃, 하계: 32.6℃), 하퇴(일반:

31.3℃, 하계: 30.3℃) 부위에서 일반비행복 대비 하계비행복이 각각 0.42℃, 0.91℃ 감소한 것으로 파악되었다. 의복내 습도는 회복기에 머리(일반: 92.9%, 하계: 85.2%), 어깨(일반: 88.8%, 하계: 82.9%), 하퇴(일반: 52.6%, 하계: 43.8%), 상완(일반: 57.3%, 하계: 52.0%) 부위에서 일반비행복 대비 하계비행복이 각각 머리 7.73%, 어깨 5.86%, 하퇴 8.73%, 상완 5.26% 감소한 것으로 나타났다. (그림 4). 발한량 측정 결과 전체발한량은 일반비행복 대비 하계비행복이 45.8g(10.9%) 감소하였으며, 국소발한량은 어깨(일반: 0.7g, 하계: 0.2g)와 상완(일반: 0.8g, 하계: 0.4g)에서 감소한 것으로 나타났다.

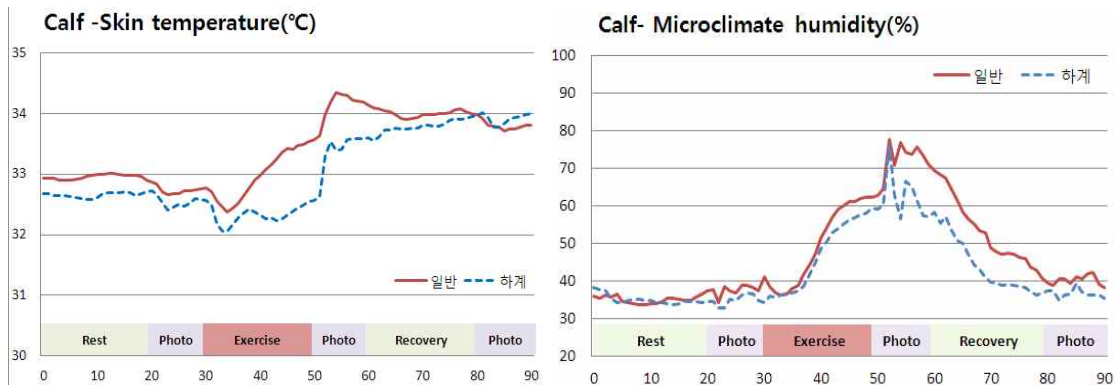


그림 4. 피부온, 의복내 습도 평가 결과(하퇴 부위)

III. 결론

본 연구에서는 통기성 향상을 위한 하계비행복을 설계한 후 피부온, 의복내 기후, 발한량, 주관적 감각 등의 측정을 통한 착용쾌적성 평가를 실시하여, 설계가 개선된 하계비행복의 인체생리학 측면에서의 효과를 검증하였다. 20대 남자 7명을 대상으로 한 착용실험에서 기존비행복 대비 하계비행복은 전체발한량 및 국소발한량이 감소하였으며, 하퇴부위에서 의복내 온도(0.91℃), 의복내 습도(8.73%), 피부온(0.5℃)이 감소한 것으로 나타나 하계비행복의 통기성 개선효과가 파악되었다. 본연구에서 개발한 하계비행복을 착용할 경우 비행시 조종사들의 열적 스트레스를 감소시켜 안전한 비행 및 업무수행 향상에 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

김희은, 정정립, 연수민 (2006). 방염복의 형태개선이 인체생리반응 및 주관적 감각에 미치는 효과, 한국의류산업학회지, 8(6). 727-732.

이효진, 지주원 (2006). 면 편성물의 방염처리에 의한 쾌적성 변화, 한국섬유공학회지, 43(2), 60-69.

전은진 (2011). *패턴설계와 치수체계 개선을 통한 인간공학적 비행복 설계*, 경북대학교 박사학위논문.

조자영, 정정립, 연수민, 장준호, 유희천, 김희은 (2008). 의복 개선 설계의 비용 대비 인간공학 효과 분석: 방염복의 평가 및 최적 설계 도출, 대한인간공학회, 27(4), 45-58.

Ducharme M. B. (2006). Heat stress of helicopter aircrew wearing immersion suit. *Industrial Health*, 44, 433- 440.

Turpin-Legendre E. and Meyer J. P. (2007) Comparison of physiological and subjective strains of two protective coveralls in two short physically simulated demanding tasks, *Applied Ergonomics*, 38, 249-252.

中橋美智子·吉田敬一 (1998). 新しい衣服衛生, 南江堂, 東京, 11-18.