한국의류산업학회지
제23권 제1호, 2021
<연구논문>

pISSN 1229-2060
eISSN 2287-5743
Fashion & Text. Res. J.
Vol. 23, No. 1, pp.118-128(2021)
https://doi.org/10.5805/SFTI.2021.23.1.118

인간공학적 육군 비행재킷의 개발 및 평가

최희은† · 최경미[1)]
동서울대학교 산학협력단
[1)]동서울대학교 패션디자인과

Development and Evaluation of the Korean Army's Ergonomic Flight Jacket

Hee Eun Choi† and Kueng-mi Choi[1)]
Dong-seoul University Industry-Academic Cooperation Foundation; Sungnam, Korea
[1)]Dept. of Fashion Design, Dong-seoul University; Sungnam, Korea

Abstract: This study used a preliminary survey to help develop an ergonomic flight jacket that is suitable for the working environment and mission performance. The results are as follows. The ergonomic sleeve pattern was designed with a forward 165° incline that considers a shoulder joint direction suitable for the motion; in addition, a closely design opening provided warmth and safety from fire. As a result of the dimensional suit¬ability, pilots evaluated that sleeve length and total length of the developed flight jacket were a little long ($p<.01$), while flight engineers and crew evaluated that those of the developed flight jacket were appropriate ($p<.01$). Pilots evaluated that chest circumference and waist circumference were large ($p<.05$), while flight engineers and crews evaluated that those of the developed flight jacket were appropriate. The evaluation of the motion suitability indicated that pilots, flight engineers and crew found the developed flight jacket more comfortable than the current flight jacket ($p<.05$, $p<.01$, $p<.001$). The evaluation of the usability of pockets and penholders indicated that pilots, flight engineers and crew found the developed jacket easier to use ($p<.01$). The flight engineers and crew evaluated that the appearance of the developed flight jacket was better than the current flight jacket ($p<.05$). The results of this study show that the difference of environment and mission performance has a significant influence on evaluation; therefore, it is necessary to develop separate military uniforms that included a winter flight jacket to reflect the needs of each group.

Key words: 비행재킷 (flight jacket), 치수적합성 (dimensional suitability), 동작적합성 (motion suitability), 사용편의성 (usability), 외관만족도 (appearance satisfaction)

1. 서 론

특수복은 외부 환경으로부터 착용자의 안전을 지켜주는 보호 기능이 있는 의복을 의미하며 많은 연구자들에 의해 보호복의 의미로 주로 사용되어 왔다(Hong, 2002; Hong, 2004; Jung & Kwon, 2004). 하지만 연구자에 따라 특수복을 기능복을 포함한 광의로 사용하기도 하는데, Han and Nam(2008)은 개발 목적에 따라 보호복과 기능복으로 구분하고 이 두 가지를 모두 특수복이라 명명했다(as cited in Choi, 2020). 그런 점에서 현 육군 항공 탑승자가 임무 시 규정복으로 착용해야하는 비행재킷은 저온환경과 폭발의 위험으로부터 신체의 안전을 지키기 위한 보호성과 임무의 효율성을 위한 운동 기능성이 함께 수반되어야 하므로 특수복이라 볼 수 있다. 하지만 육군 비행재킷의 사전 실태 조사 연구(Choi & Choi, 2020)에서 사계절 모두 착용하는 현 비행재킷은 홑겹으로 동계기간에 착용하기에는 보온성이 떨어져 조종사는 규정복이 아닌 가죽점퍼를 착용하거나, 기관사와 승무원은 다른 군 방한복을 추가로 착용하고 있었으며 이러한 레이어링 착장 습관으로 인해 현 비행재킷의 치수적합성과 동작적합성에 대한 개선 요구가 있었다. 또한, 비행재킷을 착용하는 조종사와 기관사, 승무원의 임무 동작은 대부분이 팔과 어깨를 주로 사용하는 동작들이 많으나, 현 비행재킷의 소매는 임무 수행에 적합하지 않아, 소매의 활동성을 증대하기 위한 기능적 소매 패턴으로의 개선이 요구되었다.

팔을 위로 올리는 동작은 겨드랑 부위의 체표가 매우 커지므로 이에 대한 동작 여유분을 고려하여 소매 패턴이 설계되어야 한다(Koike, 1997). Lee(2012)는 육군 전투복 개발 연구에서 절개 고젯을 삽입했으며, Lee(2016)는 공군 전투기 조종사

†Corresponding author; Hee Eun Choi
Tel. +82-31-607-3100, Fax. +82-31-607-3007
E-mail: bthexpert@snu.ac.kr
© 2021 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 비행복 개발에서 비절개 형태의 고젯으로 활동분에 대한 여유를 소매 패턴 설계에 적용했다. 또한, Im and Park(2017)은 스포츠 클라이밍 웨어의 기능성 소매 패턴 연구에서 소매산을 낮추고 암홀을 정리하면서 기능적 소매의 외관을 개선하였다. 이렇듯, 기능적 소매 패턴과 관련된 선행 연구는 겨드랑 활동분과 소매산 요소에만 초점이 맞추어져 있으며, 팔의 방향성을 소매 패턴에 적용한 연구는 드물다. 또한, 비행재킷은 군인들이 근무 중에 착용하는 군복으로서 형태 안정성 또한 확보되어야 하므로 이에 대한 고려도 소매 패턴 설계 시 이루어져야 한다.

최근 특수복 관련 평가 연구(Kim and Lee, 2016; Lee et al., 2016)에서 주요 동작에 따른 모의작업 프로토콜을 개발하여 동작적합성 평가에 활용하였다. 하지만 비행재킷은 특수한 상황에서 착용되는 군복으로 실제 착용 환경에서 임무 동작을 수행하면서 평가하는 것이 보다 정확할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 사전실태조사 결과를 토대로 현 비행재킷의 문제점으로 제기되어온 치수적합성과 동작적합성에 초점을 맞추어 근무 환경, 임무 동작, 디자인 선호도가 반영된 인간공학적인 비행재킷을 개발하였으며, 조종사와 기관사, 승무원들이 실제 근무 환경인 항공기에서 임무 동작을 수행하면서 현 비행재킷과 연구 개발한 비행재킷의 치수적합성과 동작적합성, 사용편의성, 외관만족도를 비교·평가함으로써 연구용 비행재킷의 개선 정도를 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 비행재킷 개발

2019년 8월 16일부터 2019년 9월 25일까지 비행재킷을 착용하는 조종사 107인, 기관사와 승무원 36인을 대상으로 실시한 설문조사를 토대로 비행재킷의 근무 환경과 임무 동작, 디자인 선호도가 반영된 1차 연구용 비행재킷을 개발하였다. 2019년 12월에 1차 개발된 연구용 비행재킷에 대한 착용 평가 후, 개선점을 보완하여 2020년 7월에 2차 개발된 연구용 비행재킷에 대한 최종 착용 평가를 실시하였다. 본 연구는 2차로 개발된 연구용 비행재킷과 현 비행재킷에 대한 치수적합성과 동작적합성, 사용편의성, 외관만족도에 대한 평가 결과이다.

2.2. 비행재킷 평가

2.2.1. 착용 대상

연구용 비행재킷에 대한 착용 평가 대상은 조종사 7인, 기관사와 승무원 7인의 남성으로 연구대상자의 인체치수 정보는 Table 1과 같다. 연구대상자의 인체치수는 차세대 국방섬유 기술개발 협력사업(Korea Federation of Textile Industries, 2013)에서 측정한 군인 1,430명과 제7차 한국인 인체치수 조사사업(Korean Agency For Technology And Standards, 2015)에서 측정한 군인 641명을 포함한 총 2,071명 중, 가슴둘레와 키의 최다빈도 구간인 가슴둘레 100 cm(97.5～102.4 cm), 키 173 cm (169.1 cm~173.9 cm)에 속한다.

Table 1. Demographics of respondents (N = 7)

	Pilots		Flight engineers & crew	
	Mean	*S.D.*	Mean	*S.D.*
Age (year)	31.3	3.9	25.9	4.7
Stature (cm)	172.8	2.3	173.2	2.1
Weight (kg)	70.0	2.2	73.7	3.1
Neck circumference (cm)	36.9	1.3	37.5	1.6
Chest circumference (cm)	98.9	4.2	99.4	3.9
Waist circumference (cm)	82.1	3.4	81.7	4.5
Hip circumference (cm)	95.9	0.9	97.3	4.0
Posterior shoulder length (cm)	44.0	0.4	45.0	1.2

2.2.2. 착용 의복

1차 연구용 비행재킷은 실태조사에서 나온 디자인 선호도 결과를 반영하여 점퍼형과 사파리형을 함께 개발했으나, 1차 착용 평가를 통해 현재 보급되고 있는 투피스 비행복의 길이에 맞는 사파리형을 최종적으로 채택하여 이를 개선하였다. 따라서 본 연구에서는 최종적으로 개발된 사파리형의 비행재킷과 현재 착용 중인 점퍼형의 비행재킷에 대한 착용 평가이며, 착용 방법은 규정 착장 방식대로 투피스 비행복 위에 비행재킷 내피와 외피를 함께 착용하였다.

Fig. 1은 현 비행재킷과 연구용 비행재킷에 대한 착장 사진이다.

2.2.3. 치수적합성 평가

치수적합성에 대한 평가는 각 의복 부위별 여유에 대해 선행 연구(Jeong, 2014; Lee, 2016)에서 사용한 7점 척도로 평가하였다. 신체 부위별 치수적합성은 목둘레, 앞품, 뒤품, 가슴둘레, 허리둘레, 밑단둘레, 진동둘레, 소매둘레, 팔꿈치둘레, 소매부리둘레, 칼라높이, 어깨가쪽사이길이, 소매길이, 상의길이, 총 14항목에 대한 여유 정도를 7점 척도로 평가하였다. 7점 척도의 의미는 1점이 매우 작다/매우 짧다, 2점이 작다/짧다, 3점이 조금 작다/조금 짧다, 4점이 알맞다, 5점이 조금 크다/조금

A current flight jacket A developed flight jacket

Fig. 1. A current flight jacket and a developed flight jacket.

2.2.4. 동작적합성 평가

동작적합성 평가는 일반 동작과 임무 동작으로 구분하여 진행되었다. 임무 시 진행하는 동작에 대한 정확한 평가를 위하여 실제 항공기를 탑승하여 임무를 진행하면서 평가하였다. 일반 동작에 대한 동작적합성 평가 문항은 선행 연구(Han et al., 2016; Jeong, 2014; Lee et al., 2012)에서 사용된 자세를 참고로 선 자세 1개, 목 관절 동작 1개, 어깨관절 동작 5개, 팔꿉관절 동작 1개, 허리관절 동작 1개로, 총 9개의 일반 동작 자세를 선정하였으며 선정된 동작은 Table 2와 같다. 동작적합성 평가 동작은 사전 조사(Choi & Choi, 2020)를 통해 얻은 임무 동작으로, 조종사는 항공기 승하차, 항공기 출입구 개폐, 안전벨트 착용, 항공계기판 조작 동작이 있으며, 기관사와 승무원은 항공기 점검, 항공기 충전, 훅업, 화물 이동, 산불 진화 동작이 있다. Table 3은 조종사와 기관사, 승무원의 임무 동작을 나타내고 있다. 동작적합성 평가 방법은 선정 동작을 취한 뒤, 의복 부위별로 느끼는 불편함을 불편 정도에 따라 7점 척도로 평가하게 하였으며, 의복 부위는 목, 어깨, 가슴, 겨드랑이, 등, 허리, 팔꿈치, 손목으로 각 동작 시 연관 있는 부위로 한정하였다. 7점 척도의 의미는 1점이 매우 불편하다, 2점이 불편하다, 3점이 조금 불편하다, 4점이 보통이다, 5점이 조금 편하다, 6점이 편하다, 7점이 매우 편하다이다.

2.2.5. 사용편의성 평가

사용편의성 평가는 6개의 주머니, 볼펜 홀더, 허리와 밑단, 소매단의 조임에 대한 사용편의성 평가이다. 사용편의성 평가는 선행 연구(Choi, 2020; Lee, 2016)를 참고로 7점 척도로 평가하게 하였으며 7점 척도의 의미는 1점이 매우 불편하다, 2점이 불편하다, 3점이 조금 불편하다, 4점이 보통이다, 5점이 조금 편하다, 6점이 편하다, 7점이 매우 편하다이다.

2.2.6. 외관만족도 평가

외관만족도 평가는 현 비행재킷과 연구용 비행재킷에 대한 전체적인 외관에 대한 만족도 평가이다. 외관만족도 평가는 선행 연구(Choi, 2020; Lee, 2016)를 참고로 7점 척도로 평가하게 하였으며 7점 척도의 의미는 1점이 전혀 만족하지 않는다, 2점이 만족하지 않는다, 3점이 조금 만족하지 않는다, 4점이 만족한다, 5점이 조금 만족한다, 6점이 만족한다, 7점이 매우 만족한다이다.

3. 결과 및 논의

3.1. 비행재킷 개발 결과

3.1.1. 디자인

디자인 개선은 사전에 진행된 실태조사 항목 중 디자인 선호도 결과를 바탕으로 이루어졌다. 최종 연구용 비행재킷은 투피스 규정복 착용을 위해 사파리 재킷 형태로 채택하였으며 칼라는 보온을 위해 스탠드칼라로 변경하였다. 주머니는 생환조끼를 착용한 후에도 주머니의 사용이 가능하도록 비행재킷의 겉면에 위치하도록 하였으며 주머니의 개수에 대한 선호가 높았던 점을 감안하여 가슴 주머니, 소매 주머니, 허리 주머니, 총 6개의 주머니를 부착했다. 좁은 조종실의 구조물의 걸림을 최소화하기 위해 왼쪽 소매 주머니에는 내장 볼펜 홀더를 삽입했다. 주머니의 크기는 조종사가 소지하는 수첩과 개인 소지품

Table 2. General motions for motion suitability evaluation

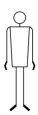
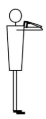
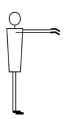
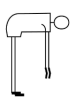
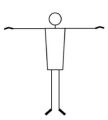
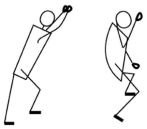
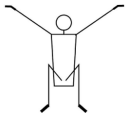
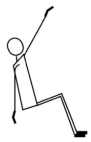
No.	Posture		No.	Posture	
1	Stand erect		6	Elbow flexion	
2	Neck rotation		7	Shoulder extension	
3	Arm forward 90°		8	Horizontal shoulder adduction 90°	
4	Shoulder flexion 180°		9	Torso flexion	
5	Horizontal shoulder abduction 90°				

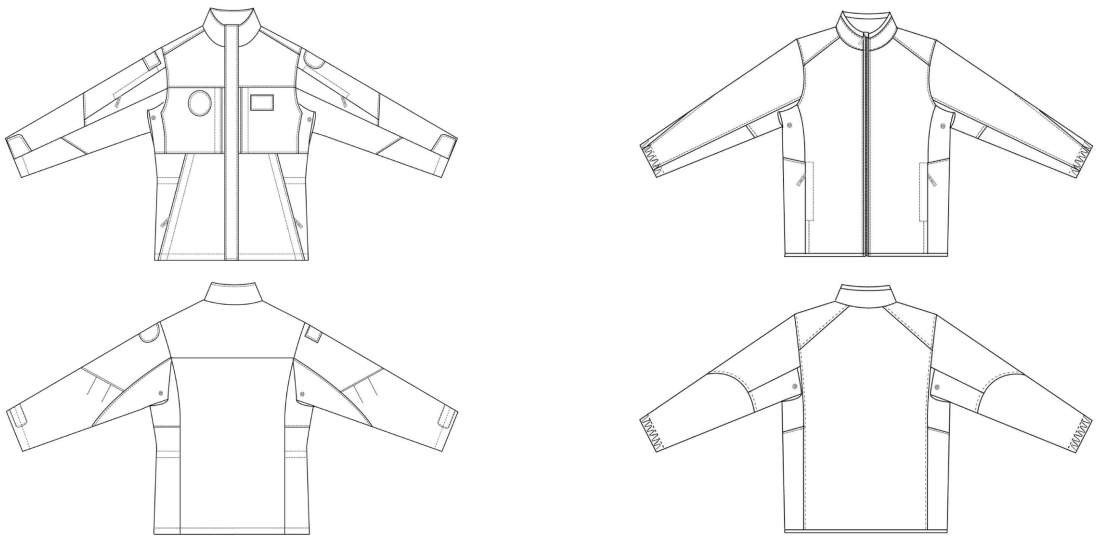
Table 3. Mission motions for motion suitability evaluation

	No.	Motion		No.	Motion	
Pilot	1	Getting on & off		3	Twisting towards back side to fasten a seat belt	
	2	Opening & closing the aircraft's door (Horizontal shoulder abduction 135°)		4	Raising arms forward to control flight devices (shoulder flexion 165°)	
	No.	Motion		No.	Motion	
Flight engineer & crew	1	Inspecting the aircraft		4	Pushing freight	
	2	Charging the aircraft		5	Putting out a fire	
	3	Hooking up				

이 들어갈 수 있는 크기로 설계되었으며, 여밈은 현 비행재킷의 벨크로 대신, 보관이 용이한 지퍼 여밈 형태로 변경했다. 내피의 경우, 플리스 소재의 스탠드칼라 형태로, 소매 패턴은 비행재킷 외피와 동일한 방식으로 제작하였다. 1차 연구용 비행재킷의 착의 평가 시, 현 비행재킷의 허리 밑단의 조임 형태에 익숙하여 허리 조임 스트링을 추가로 원했으며, 앞뒤 밑단 차이를 없애고, 겨드랑 통풍구의 지퍼 여밈을 봉제형 아일렛 통풍구로의 변경을 희망하여 이에 대한 디자인 수정이 있었다.

최종적으로 개발된 연구용 비행재킷의 도식화는 Fig. 2와 같다.

3.1.2. 패턴



A developed outshell　　A developed softshell

Fig. 2. Developed flight jackets.

패턴 설계는 사전 조사를 통해 얻은 근무 환경과 임무 동작이 고려된 기능적인 소매 패턴 설계에 초점이 맞추어져 있다. 사전 조사 결과, 조종사와 기관사, 승무원의 임무 동작 시 팔과 어깨를 사용하는 동작이 많았다. 조종사는 조종석에서는 계기판을 조작하기 위해 팔을 앞으로 뻗는 동작이 있었으며 기관사와 승무원은 항공기 점검, 훅업 등 대부분의 임무 동작에서 팔을 앞으로 165° 기울인 자세를 취했다. 따라서 임무 수행 시 주로 사용하는 어깨 각도를 고려하여 165° 어깨 관절 사용에 적합한 소매 패턴을 개발하였다. 팔을 앞으로 165° 들었을 때 겨드랑 부위에 당김이 없도록 활동분을 부여하였으며, 겨드랑 부위의 활동분은 팔을 앞으로 165° 든 3차원 형상에서 겨드랑 부위와 관련된 소매안쪽길이선과 몸판의 옆선을 구획하여 정자세 대비 각 구간의 체표 길이 변화율을 분석하여 도출하였다. 패턴 설계 방식은 소매 패턴의 소매안쪽길이 연장선과 몸판의 겨드랑점과 연결된 선이 몸판의 옆선과 앞 방향으로 165°를 이루도록 배치한 뒤, 몸판의 겨드랑점과 소매의 겨드랑점 간격이 겨드랑 부위의 활동분(9.5 cm)을 유지하도록 위치를 조정했다. 그 후, 소매 디자인선을 그려주어 최종 소매 패턴을 획득하였다. 이와 같은 방식은 방향성 있는 소매 패턴 설계를 가능하게 하며, 겨드랑 부위의 봉제선을 없애므로써 봉제선으로 인한 이물감을 최소화할 수 있다는 점에서 유용하다고 볼 수 있다. 또한 비행재킷은 제복의 기능이 있는 군복으로서 형태안정성도 확보해야하므로 팔을 60° 올린 상태의 소매를 설계하여 바로선자세에서도 외관이 우수하도록 설계하였다.

현 비행재킷의 가슴둘레 치수는 121.0 cm로 사전 조사에서 레이어링 착장 방식으로 인해 가슴둘레 여유분이 작다고 평가되어 레이어링 착장 여유분을 고려한 127.0 cm를 연구용 비행재킷의 가슴둘레로 설정하였고, 상의 길이는 현재 규정으로 착용하는 투피스 상의길이(72.5 cm)를 덮을 수 있도록 3.0 cm 연장한 75.5 cm를 적용하였다. 밑단 둘레는 현 비행재킷이 립조직의 고무단이지만 연구용 비행재킷은 스트링 조임 형태로 조종사들이 항공기를 승하차하거나, 기관사와 승무원들이 항공기 점검을 할 때 다리를 벌리는 전신 임무 동작을 감안하여 밑단을 늘려주었으며, 필요에 따라 조임 장치를 조절하여 착용할 수 있게 하였다. 소매길이는 군인의 팔길이 평균 치수인 58.0 cm에서 3.5 cm의 커프스 조임단에 대한 여유를 부여하였으며 칼라의 높이는 기존이 셔츠칼라 형태로 스탠드 분량이 3.3 cm였으나, 보온성 확보와 화염으로부터의 안전을 위하여 칼라높이를 8.0 cm로 하고 칼라각도를 1.0 cm 위로 회전시켜 개구부를 밀착 설계하였다.

1차 연구용 비행재킷의 착의 평가에 근거하여 2차 연구용 비행재킷의 패턴과 디자인의 수정이 이루어졌다. 2차 연구용 비행재킷의 앞·뒤 밑단 차이를 없앴으며, 허리 조임을 별도로 원하여 허리스트링 조임을 추가하여 위치를 재조정했다. 그 외 소매조임 조절탭의 길이와 폭을 조절하기 편하게 크기를 키웠으며, 외부에서는 스탠드칼라 형태로 착용하나, 기내에서는 셔츠칼라처럼 넘겨 착용하는 습관으로 인해 지퍼 상단 위치를 칼라끝이 아닌, 앞목점 아래 1.0 cm에서부터 부착하고 칼라를 오픈했을 때 몸판 벨크로가 보이지 않도록 벨크로의 위치를 가슴요크선 위치로 수정하였다. 내피는 뒤판에서 활동성을 위해 사용된 스트레치 소재의 절개선이 보이지 않게 허리 절개선을 앞으로 3.0 cm 이동하였고, 늘어짐을 방지하기 위해 1.2 cm 다트 분량을 주었다. 소매의 경우에도 팔꿉 위치에 있는 보강천의 절개선 위치를 맞추기 위하여 디자인 선의 위치를 이동하였다. 연구용 비행재킷의 최종 패턴은 Fig. 3이며 최종 패턴 치수는 Table 4와 같다. 소매길이의 경우 외피의 어깨를 드롭하면서 생

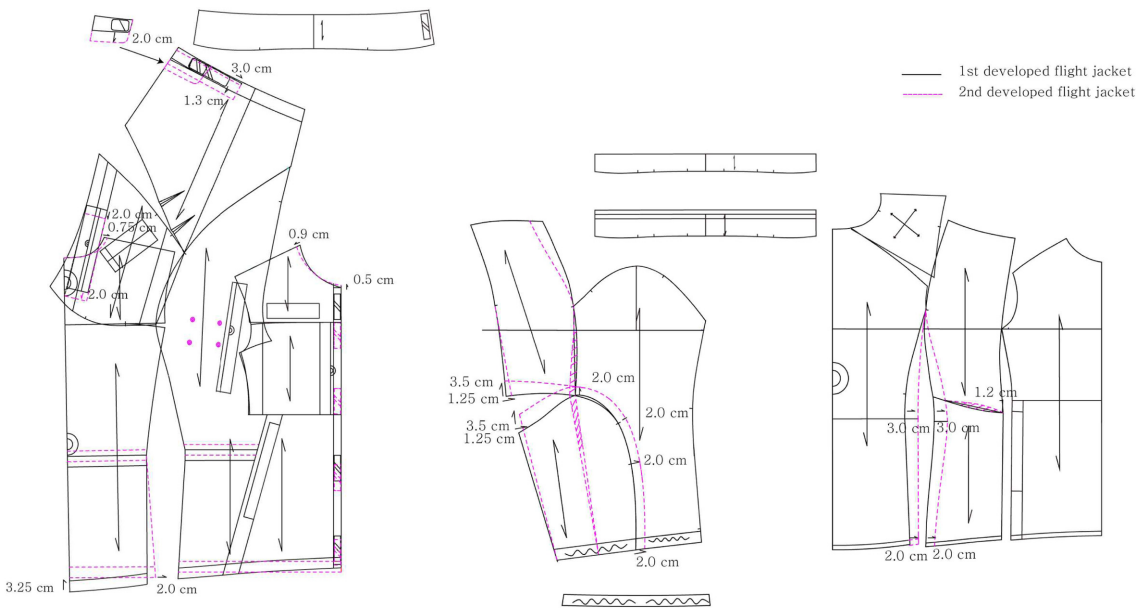


Fig. 3. The pattern of developed flight jackets.

Table 4. The product size of developed flight jackets

	A developed outshell	A eeveloped softshell
Chest circumference	127.0	118.0
Bottom circumference	119.5	108.0
Sleeve circumference	46.0	46.0
Cuffs circumference	33.0	25.7(33.0)
Total length	75.5	72.5
Sleeve length	61.5	63.5
Collar height	8.0	5.0

( ): Length when the rubber hem is extended as much as possible

긴 어깨길이의 차이만큼 소매길이의 차이가 발생되었으나, 화장길이는 동일하다.

3.2. 비행재킷 평가 결과

3.2.1. 치수적합성 평가

현 비행재킷에 대한 조종사와 기관사, 승무원의 치수적합성 평가 결과, 팔꿈치둘레와 상의길이 항목에서 유의미한 차이를 보였다(p<.05). 기관사와 승무원은 조종사보다 현 비행재킷의 상의길이에 대한 치수적합성을 더 낮게 평가하였는데 이는 사전 실태 조사(Choi & Choi, 2020)에서 사파리 형태를 선호했던 디자인 선호 결과와 일치한다. 또한 동작 범위가 조종사보다 더 크므로, 소매 부위의 치수적합성을 더 낮게 평가한 것으로 보인다. 연구용 비행재킷에 대한 조종사와 기관사, 승무원의 치수적합성 평가 결과, 허리둘레와 칼라높이, 상의길이 항목에서 유의미한 차이를 보였다(p<.01). 연구용 비행재킷의 형태가 사파리 형태의 스탠드칼라이므로, 더 많은 저온 환경에 노출되고 있는 기관사와 승무원들의 연구용 비행재킷에 대한 만족도가 더 높은 것으로 보인다.

현 비행재킷과 연구용 비행재킷에 대한 치수적합성 평가 결과, 조종사는 목둘레, 가슴둘레, 허리둘레, 팔꿈치둘레, 어깨가쪽사이길이, 뒤품 항목이 p<.05 수준에서, 상의길이, 소매길이 항목이 p<.01 수준에서 유의미한 차이를 보였다. 사전실태조사에서 사파리 형태를 선호했던 기관사와 승무원은 현 비행재킷의 소매길이와 상의길이가 짧은 반면, 연구용 비행재킷의 길이 항목은 적당하다고 평가했지만(p<.01), 조종사는 현 비행재킷의 소매길이와 상의길이가 조금 짧은 반면, 연구용 비행재킷의 소매길이와 상의길이가 조금 길다고 평가하였다(p<.01). 또한, 기관사와 승무원은 현 비행재킷의 가슴둘레, 허리둘레, 밑단둘레를 모두 적당하다고 평가하였는데 립조직 밑단 형태를 더 선호하는 조종사는 현 비행재킷의 허리둘레와 밑단둘레이 적당하며 사파리 형태의 연구용 비행재킷의 둘레는 크다고 평가하였다. 이를 통해 조종사의 현 비행재킷의 점퍼 형태에 대한 선호와 임무 중 추위에 노출되는 정도에 따라 사파리 형태의 연구용 비행재킷의 치수적합성 평가 결과는 상이함을 알 수 있다. 하지만 조종사도 연구용 비행재킷의 위팔둘레, 겨드랑둘레, 팔꿈치둘레, 손목둘레, 어깨가쪽사이길이, 앞품, 뒤품이 현 비행재킷보다 적당하다고 평가하여 팔 동작과 관련된 부위의 치수 개선이 이루어졌다고 볼 수 있다.

Table 5. The results of dimensional suitability (N = 7)

Item	Pilots			Flight engineers & crew			Pilots vs. Flight engineers & crew	
	C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	*t*-value	C.M(*SD*)	D.M.(*SD*)	*t*-value	C.M. *t*-value	D.M. *t*-value
Neck circumference	3.3(0.8)	4.1(0.4)	–2.52*	3.1(0.9)	3.9(1.2)	–1.37	0.28	0.60
Chest circumference	3.3(0.8)	4.6(0.8)	–3.58*	3.3(1.0)	4.0(0.0)	–1.99	0.00	1.92
Waist circumference	3.9(0.4)	4.7(0.5)	–3.29*	3.6(0.5)	4.0(0.0)	–2.12	1.55	3.87**
Bottom circumference	4.1(1.3)	4.7(0.8)	–0.88	3.4(1.1)	4.3(0.5)	–2.12	1.18	1.44
Upper arm circumference	3.3(0.8)	4.1(0.4)	–2.12	3.0(1.2)	4.0(0.0)	–2.29	0.55	1.00
Armscye circumference	2.7(1.3)	3.9(0.4)	–2.25	2.9(1.3)	3.7(0.5)	–2.12	–0.16	1.00
Elbow circumference	3.3(0.5)	4.3(0.5)	–3.24*	2.0(1.2)	4.0(0.0)	–4.58**	3.06*	1.55
Wrist circumference	3.9(0.4)	4.3(0.8)	–1.44	3.6(0.8)	4.0(0.0)	–1.44	0.79	1.00
Posterior shoulder length	3.0(0.8)	4.0(0.0)	–3.24*	3.4(0.8)	4.0(0.0)	–1.92	–1.16	-
Front interscye fold	3.1(1.2)	4.0(0.0)	–1.87	3.3(0.8)	3.9(0.4)	–1.92	–0.55	1.00
Back interscye fold	3.3(0.8)	4.0(0.0)	–2.50*	3.4(0.8)	4.0(0.0)	–1.92	–0.55	0.28
Collar height	3.9(0.4)	4.0(0.6)	–0.55	3.7(1.1)	3.9(0.9)	–0.55	0.35	4.38**
Total length	3.6(0.8)	5.1(0.7)	–4.26**	2.4(1.0)	4.0(0.0)	–4.26**	3.36*	2.83*
Sleeve length	3.3(1.4)	4.7(0.5)	–3.87**	2.0(0.6)	4.1(0.4)	–8.22***	2.12	0.42

*p<.05 ,**p<.01 , ***p<.001, scale 1: too short (small) 4: appropriate, 7: too long (large)
C.M.: The mean of a current flight jacket, D.M. : The mean of a developed flight jacket

3.2.2. 동작적합성 평가

현 비행재킷에 대한 조종사와 기관사, 승무원의 일반 자세 동작적합성 평가 결과, 팔을 180° 위로 올리는 동작 시 진동 부위, 팔꿈 관절을 접는 동작 시 소매 부위, 몸통 숙이기 동작 시 진동 부위에서 기관사와 승무원이 조종사보다 현 비행재킷이 더 불편하다고 평가하였다(p<.05). 화물 공수, 산불 진화 등 어깨 관절 사용 범위가 더 큰 임무 동작이 많은 기관사와 승무원은 현 비행재킷 소매의 진동 부위 및 팔꿈 관절 부위가 임무 진행 시 적합하지 않다고 여기고 있었다.

연구용 비행재킷에 대한 조종사와 기관사, 승무원의 일반 자세 동작적합성 평가 결과, 바로 선 자세, 팔을 90° 앞으로 올리는 동작, 어깨를 뒤로 젖히는 동작에서 기관사와 승무원이 조종사보다 연구용 비행재킷의 소매가 더 편하다고 평가하였다(p<.05). 기관사와 승무원은 립조직의 허리 조임 형태인 현 비행재킷은 바로 선 자세에서도 불편함을 느꼈다면 사파리 형태의 연구용 비행재킷은 그 불편함이 해소되었고, 기능적인 소매 패턴 설계로 연구용 비행재킷의 소매 부위가 더 편하다고 평가하였다.

현 비행재킷과 연구용 비행재킷의 일반 자세에 대한 동작적합성 평가 결과, 조종사는 모든 항목에서 현 비행재킷 보다 연구용 비행재킷의 동작에 대한 부위별 동작적합성이 더 우수하

Table 6. The results of general motion suitability (N = 7)

No.	Posture	Clothing	Pilots			Flight engineers & crew			Pilots vs. flight engineers & crew	
			C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	*t*-value	C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	*t*-value	C.M. *t*-value	D.M. *t*-value
1	Stand erect	-	4.4(1.5)	5.9(1.1)	–2.71*	3.6(1.0)	6.7(0.5)	–7.78***	2.12	–3.29*
2	Neck rotation	Neck	4.3(2.3)	5.6(1.0)	–1.89	3.9(1.9)	5.4(1.0)	–2.01	0.37	0.28
3	Arm forward 90°	Shoulder	3.1(1.7)	5.7(1.1)	–6.97***	2.6(1.5)	6.1(0.9)	–6.25**	0.66	–1.16
		Bodice(back)	2.9(2.0)	5.6(1.3)	–4.48**	2.7(1.7)	6.0(1.2)	–4.40**	0.28	–0.75
		Armhole	3.0(2.2)	5.4(1.4)	–3.23*	2.0(1.5)	5.7(1.4)	–5.20**	1.62	–0.42
		Sleeve	3.9(2.1)	5.7(1.1)	–3.36*	2.4(1.3)	6.4(0.8)	–6.11**	1.51	–2.50*
4	Shoulder flexion 180°	Shoulder	3.1(1.6)	5.4(1.1)	–4.38**	2.1(1.1)	5.7(1.1)	–6.76**	1.38	–0.47
		Bodice(back)	3.1(1.6)	5.7(1.1)	–4.87**	2.3(1.4)	6.2(1.1)	–6.11**	1.87	–1.33
		Armhole	3.3(2.1)	5.4(1.4)	–3.38*	1.7(1.1)	5.7(1.4)	–6.48**	2.57*	–0.42
		Sleeve	3.7(2.3)	5.6(1.0)	–2.77*	2.0(1.2)	6.0(1.0)	–6.93***	1.77	–1.16
5	Horizontal shoulder abduction 90°	Shoulder	4.0(2.2)	5.6(1.0)	–2.42	2.4(1.1)	6.1(1.1)	–13.00***	1.81	–1.19
		Armhole	3.9(2.2)	5.4(1.4)	–2.42	2.4(1.3)	6.0(1.2)	–5.21**	1.70	–1.00
		Sleeve	3.7(2.3)	5.6(1.3)	–3.36*	2.6(1.5)	6.4(0.8)	–5.23**	1.06	–2.12
6	Elbow flexion	Shoulder	3.6(2.2)	5.7(1.1)	–3.20*	2.7(1.9)	6.3(0.8)	–5.50**	1.44	–1.55
		Bodice(back)	3.7(2.6)	5.7(1.1)	–2.76*	2.9(1.9)	5.3(1.6)	–3.38*	1.22	0.66
		Armhole	3.7(2.1)	5.4(1.4)	–2.52*	2.7(2.0)	5.6(1.3)	–3.45*	1.62	–0.28
		Sleeve	4.1(2.4)	5.4(1.5)	–2.27	2.0(1.2)	6.0(1.0)	–7.48***	2.50*	–0.88
7	Shoulder extension	Shoulder	3.9(2.0)	5.4(1.3)	–2.98*	2.9(1.7)	6.4(0.8)	–5.50**	1.87	–2.29
		Bodice(bront)	2.9(1.9)	5.1(1.1)	–5.43**	2.3(1.9)	6.0(1.0)	–4.04**	0.70	–1.44
		Armhole	3.9(2.0)	5.3(1.6)	–2.50*	2.6(1.7)	6.1(0.9)	–4.75**	2.12	–1.55
		Sleeve	4.1(2.0)	5.7(1.1)	–2.98*	2.7(1.1)	6.6(0.5)	–7.59***	1.64	–2.52*
8	Horizontal shoulder adduction 90°	Shoulder	2.9(1.2)	5.3(1.4)	–5.05**	2.7(1.7)	5.9(1.1)	–5.68**	0.24	–0.88
		Bodice(back)	3.0(1.9)	5.0(1.3)	–4.10**	3.6(1.6)	6.1(0.9)	–3.29*	–1.19	–1.92
		Armhole	3.3(2.1)	5.4(1.4)	–3.20*	2.6(1.7)	5.7(1.3)	–4.96**	1.70	–0.55
		Sleeve	4.4(2.1)	5.9(1.1)	–2.71*	2.6(1.1)	5.9(0.9)	–5.42**	1.84	0.00
9	Torso flexion	Shoulder	3.3(1.1)	5.9(1.1)	–8.65***	2.4(1.7)	5.4(1.3)	–4.86**	1.69	0.81
		Bodice(back)	2.4(1.6)	5.6(1.1)	–12.05***	2.6(1.9)	5.1(1.6)	–3.17*	–0.24	0.55
		Armhole	4.1(2.0)	5.6(1.3)	–3.33*	2.0(1.8)	5.0(1.5)	–4.86*	3.04*	0.83
		Sleeve	3.9(1.3)	5.9(1.1)	–9.17***	2.4(1.6)	5.4(1.4)	–5.20*	1.83	0.63

*p<.05 ,**p<.01 , ***p<.001, scale 1: very uncomfortable, 4: average, 7: very comfortable
C.M.: mean of a current flight jacket, D.M.: mean of a developed flight jacket

다고 평가하였다. 현 비행재킷은 셔츠칼라이므로, 연구용 비행재킷의 스탠드칼라보다는 목 관절 사용이 편할 것이라 예상되었으나, 수치적으로 연구용 비행재킷의 칼라가 더 좋게 평가된 것은 플리스 소재의 내피 소재가 피부에 닿아 목을 돌릴 때 뻣뻣한 외피 소재의 느낌을 감소시켰기 때문인 것으로 판단된다. 특히, 팔을 180° 위로 올리는 동작에서 현 비행재킷 보다 연구용 비행재킷이 어깨, 뒤품, 진동둘레, 소매둘레에서 5.4점 이상의 점수를 받은 것은 기능적 소매 패턴 설계로 인해 착용

Table 7. The results of mission motion suitability by pilots (N = 7)

No.	Posture	Clothing	Pilot		*t*-value
			C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	
1	Getting on & off	Shoulder	3.4(1.6)	5.9(1.1)	–4.25**
		Bodice(back)	3.0(1.8)	5.7(1.3)	–4.21**
		Armhole	2.9(1.9)	5.6(1.1)	–4.21**
		Sleeve	3.7(2.1)	5.9(1.1)	–3.87**
2	Opening & Closing the aircraft's door (Horizontal Shoulder Abduction 135°)	Shoulder	3.4(1.1)	5.7(1.1)	–8.00***
		Bodice(back)	4.3(1.6)	5.9(1.1)	–3.27**
		Armhole	0.7(1.3)	5.6(1.3)	–3.65**
		Sleeve	3.0(1.4)	5.9(0.9)	–7.07***
3	Twisting towards back side to fasten a seat belt	Shoulder	3.1(1.1)	5.4(1.0)	–4.82**
		Bodice(back)	3.3(1.8)	5.3(1.1)	–2.22
		Armhole	3.1(0.9)	5.7(1.1)	–6.97***
		Sleeve	3.4(1.4)	6.0(0.8)	–6.00**
4	Raising arms forward to control flight devices (Shoulder Flexion 165°)	Shoulder	3.0(1.3)	5.4(1.1)	–3.23*
		Bodice(back)	3.9(1.5)	5.7(1.1)	–4.04**
		Armhole	3.1(1.9)	5.6(1.3)	–4.25**
		Sleeve	3.3(1.5)	5.7(1.1)	–5.67**

*p<.05, **p<.01 ***p<.001, scale 1: very uncomfortable, 4: average, 7: very comfortable
C.M.: mean of a current flight jacket, D.M.: mean of a developed flight jacket

Table 8. The results of mission motion suitability by flight engineers and crew (N = 7)

No.	Motion	Clothing	Flight engineers & crew		*t*-value
			C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	
1	Inspecting	Shoulder	2.7(1.6)	5.6(1.3)	–2.97*
		Bodice(back)	3.0(1.3)	6.0(1.0)	–3.97**
		Armhole	2.3(1.9)	5.0(0.8)	–4.00**
		Sleeve	2.4(1.0)	5.4(1.0)	–5.61**
2	Charging the aircraft	Shoulder	3.1(1.9)	5.0(1.2)	–3.36*
		Bodice(back)	2.4(1.5)	5.4(1.0)	–3.97**
		Armhole	2.3(1.5)	5.0(1.2)	–3.63*
		Sleeve	2.3(1.6)	5.6(1.1)	–3.68*
3	Hooking up	Shoulder	1.7(0.5)	5.4(1.3)	–6.57**
		Bodice(back)	2.1(1.2)	5.7(1.5)	–5.50**
		Armhole	1.7(1.1)	5.0(1.2)	–5.42**
		Sleeve	1.6(1.0)	5.3(0.8)	–7.12***
4	Pushing freight	Shoulder	2.7(1.1)	5.3(1.3)	–3.75**
		Bodice(back)	2.6(1.4)	5.1(1.2)	–3.42*
		Armhole	2.7(1.8)	5.4(1.4)	–3.36*
		Sleeve	2.1(1.5)	5.4(1.0)	–4.83**
5	Putting out a fire	Shoulder	2.4(0.8)	5.4(1.1)	–5.61**
		Bodice(back)	2.6(1.5)	5.4(1.3)	–3.45*
		Armhole	2.0(1.4)	5.3(1.4)	–4.83**
		Sleeve	2.0(1.2)	5.1(1.2)	–3.79**

*p<.05, **p<.01 ***p<.001, scale 1: very uncomfortable, 4: average, 7: very comfortable
C.M.: mean of a current flight jacket, D.M.: mean of a developed flight jacket

Table 9. The results of usability for pockets, pen holder and fastenings (N = 7)

Usability		Pilots			Flight engineers & crew			Pilots vs. flight engineers & crew	
		C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	*t*-value	C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	*t*-value	C.M. *t*-value	D.M. *t*-value
Pockets	Left chest	3.1(1.3)	6.1(0.7)	–4.80**	3.7(1.3)	6.1(0.9)	–3.74*	–0.83	–0.28
	Right chest	-	6.0(0.6)	-	-	6.1(0.9)	-	-	0.00
	Left upper arm	3.9(0.4)	6.1(0.7)	–2.00	3.0(1.5)	6.1(0.9)	–4.69**	1.44	–1.45
	Right upper arm	-	5.1(1.6)	-	-	6.1(0.9)	-	-	–1.44
	Left waist	4.7(1.9)	5.3(1.4)	–1.22	2.9(1.2)	6.3(0.8)	–6.00**	2.04	–1.37
	Right waist	4.7(1.9)	5.6(1.4)	–1.22	2.9(1.2)	6.3(0.8)	–6.00**	2.04	–1.37
Pen holder		3.3(2.1)	6.1(1.2)	–3.71*	2.7(1.5)	6.3(0.8)	–6.25**	0.93	–0.26
Waist & bottom fastening		-	4.9(1.5)	-	-	6.0(1.2)	-	-	–2.25
Cuffs fastening		-	5.8(1.0)	-	-	6.4(0.5)	-	-	–1.55

*p<.05, **p<.01, scale 1: very uncomfortable, 4: average, 7: very comfortable
C.M.: mean of a current flight jacket, D.M.: mean of a developed flight jacket

Table 10. The results of appearance satisfaction (N = 7)

Appearance satisfaction	Pilots			Flight engineers & crew			Pilots vs. flight engineers & crew	
	C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	*t*-value	C.M.(*SD*)	D.M.(*SD*)	*t*-value	C.M. *t*-value	D.M. *t*-value
Overall appearance	4.6(1.3)	4.9(1.6)	-0.37	3.4(1.6)	5.7(1.0)	-2.73*	1.62	-1.22

*p<.05, **p<.01, scale 1: very dissatisfied, 4: average, 7: very satisfied
C.M.: mean of a current flight jacket, D.M.: mean of a developed flight jacket

감이 우수해졌음을 나타내고 있다.

현 비행재킷과 연구용 비행재킷의 임무 동작에 대한 동작적합성 평가 결과, 조종사와 기관사, 승무원은 모든 임무 동작에서 현 비행재킷 보다 연구용 비행재킷의 동작적합성이 더 우수하다는 결과를 얻었다(Table 7, Table 8).

3.2.3. 사용 편의성 평가

현 비행재킷과 연구용 비행재킷에 대한 주머니의 사용편의성 평가 결과는 Table 9와 같다. 조종사는 왼쪽 가슴 주머니 사용과 볼펜 사용성에서 기관사와 승무원은 모든 주머니와 볼펜의 사용성 평가에서 연구용 비행재킷을 우수하다고 평가하였다. 현 비행재킷이 안쪽 가슴 주머니를 바깥 가슴 주머니로 변경하고 크기를 확대하면서 사용성이 좋아진 것으로 보인다. 또한 내부 삽입 볼펜 홀더의 사용성이 외부로 노출되어 있는 현 비행재킷의 볼펜 홀더보다 더 편하다고 평가된 것은 홀더 사이즈를 0.5 cm 더 크게하고 볼펜 홀더 입구를 손목 사용 각도대로 기울여서 설계한 결과로 보인다. 한편, 허리조임과 밑단 형태가 상이하여 현 비행재킷과 연구용 비행재킷의 비교는 불가능하나, 연구용 비행재킷의 허리와 밑단 조임 사용성에서 조종사와 기관사가 각각 4.9점, 6.0점이며 소매단 조임 사용성에서 조종사와 기관사가 각각 5.8점, 6.4점으로 나와 편하게 느끼고 있음을 알 수 있었다.

3.2.4. 외관 만족도 평가

현 비행재킷과 연구용 비행재킷에 대한 외관만족도 평가 결과는 Table 10과 같다. 조종사는 평균값의 차이가 없었으나, 기관사와 승무원은 p<.05 수준에서 연구용 비행재킷의 외관을 더 우수하다고 평가하였다. 이는 근무 환경과 임무 수행에 따른 의복 형태에 대한 선호도 차이에 기인한 것으로 보인다.

4. 결 론

본 연구는 사전 실태 조사를 토대로 개발된, 근무 환경과 임무 수행에 적합한 인간공학적인 비행재킷의 치수적합성, 동작적합성, 사용편의성, 외관만족도의 개선 정도를 파악하기 위하여 실시한 착용평가로 그 결과는 다음과 같다.

1. 사전 조사 항목 중 디자인 선호도와 1차 착용평가 결과를 바탕으로 최종 연구용 비행재킷은 스탠드칼라의 사파리 재킷 형태로 채택하였다. 주머니는 생환조끼를 착용한 후에도 주머니의 사용이 가능하도록 비행재킷의 겉면에 위치하도록 하였으며 주머니는 가슴, 소매, 허리 부위에 각 2개씩, 총 6개의 주머니를 부착했다. 또한, 조종사는 좁은 조종실의 구조물의 걸림을 최소화하기 위해 왼쪽 소매 주머니에는 내장 볼펜 홀더를 삽입하고, 현 조종사와 기관사, 승무원이 소지하는 수첩과 개인소지품이 들어갈 수 있는 크기로 주머니 크기가 설계되었으며, 여밈은 보관이 용이한 지퍼 여밈 형태로 변경하였다.

2. 연구용 비행재킷은 레이어링 착장 여유분과 현재 규정으로 착용하는 투피스 상의길이를 고려하여 가슴둘레 127.0 cm,

상의길이 75.5 cm를 적용하였으며, 군복으로서의 형태안정성을 위해 팔을 60° 올린 상태의 소매산을 설계한 후, 근무 환경과 임무 동작을 고려하여 팔을 앞으로 165° 기울인 동작에 알맞은 활동성과 방향성이 고려된 소매 패턴을 설계하였다. 또한, 보온성 유지와 화염으로부터의 안전을 위하여 칼라높이를 8.0 cm로 하고, 칼라각도를 1.0 cm 위로 회전시켜 개구부를 밀착 설계하였다.

3. 치수적합성 평가 결과, 기관사와 승무원은 현 비행재킷의 소매길이와 상의길이가 짧은 반면, 연구용 비행재킷의 길이 항목은 적당하다고 평가하였지만(p<.01), 조종사는 현 비행재킷의 소매길이와 상의길이가 조금 짧은 반면, 연구용 비행재킷의 소매길이와 상의길이가 조금 길다고 평가하였다(p<.01). 또한 기관사와 승무원은 현 비행재킷의 가슴둘레, 허리둘레, 밑단둘레가 적당하다 평가하였는데 립조직 밑단의 점퍼 형태를 더 선호하는 조종사들은 현 비행재킷의 허리둘레와 밑단둘레가 적당하며 사파리 형태의 연구용 비행재킷의 둘레는 크다고 평가하였다. 하지만 조종사들도 연구용 비행재킷의 위팔둘레, 겨드랑둘레, 팔꿈치둘레, 손목둘레, 어깨가쪽사이길이, 앞품, 뒤품이 현 비행재킷보다 적당하다고 평가하여 팔 동작과 관련된 부위의 치수 개선이 이루어졌다고 볼 수 있다.

4. 일반 자세와 임무 자세에 대한 동작적합성 평가 결과, 조종사는 모든 항목에서 현 비행재킷 보다 연구용 비행재킷의 동작에 대한 부위별 동작적합성이 더 우수하다고 평가하여 기능적인 소매 패턴 설계로 인하여 연구용 비행재킷의 소매 활동성이 증대되었음을 알 수 있다. 단, 어깨 관절 사용 범위가 더 큰 임무 동작을 수행하는 기관사와 승무원이 조종사보다 소매와 진동 부위에서 현 비행재킷을 더 불편하게 평가하였으며(p<.05), 연구용 비행재킷의 소매가 더 편하다고 평가하여(p<.05), 기관사와 승무원이 기능적인 소매 패턴 설계에 대한 만족도가 높음을 알 수 있다.

5. 주머니와 볼펜의 사용성 평가에서 두 집단 모두 현 비행재킷 보다 연구용 비행재킷의 사용성이 더 우수하다고 평가하였다(p<.01). 현 비행재킷의 안쪽 가슴 주머니를 바깥 가슴 주머니로 변경하고 주머니의 크기를 확대하면서 주머니의 사용성이 좋아진 것으로 보이며 볼펜 홀더 입구를 손목 사용 각도대로 기울여서 설계한 결과로 보인다.

6. 현 비행재킷과 연구용 비행재킷에 대해 조종사는 외관만족도의 차이는 없었으나, 기관사와 승무원들은 연구용 비행재킷의 외관을 더 우수하다고 평가하여(p<.05), 사파리 형태를 선호하는 기관사와 승무원이 연구용 비행재킷에 대한 외관 만족도가 더 높음을 알 수 있다.

본 연구에서는 군인 치수 데이터를 기반으로 현재 규정 전투복인 투피스 비행복의 치수와 레이어링 여유분을 고려하여 연구용 비행재킷의 치수 설계가 이루어졌다. 또한, 동계기간 저온환경에 노출되는 조종사와 기관사, 승무원의 보온 유지를 위하여 내피를 추가 개발하고, 개구부인 스탠드칼라의 밀착 설계와 임무 동작을 반영한 기능적 소매 패턴 설계를 통해 연구용 비행재킷의 치수적합성과 동작적합성을 높이는 데 기여했다. 단, 조종사와 기관사, 승무원의 연구 비행재킷에 대한 치수적합성과 외관만족도 평가 결과에 차이가 있었던 점을 고려할 때 동일한 항공기 안에서 근무하지만 추위에 노출되는 정도와 임무 동작이 다른 두 집단의 요구를 반영한 의복 개발은 별도로 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한 비행재킷으로서 보온성 평가가 이루어져야하나, 평가시기에 COVID-19라는 환경적 제약으로 인해 보온성 평가를 진행하지 못한 점은 추후 동계 운용평가 때 보완되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 전력지원체계개발 민·군 기술협력사업 과제(18-전력지원-01)에 의해 연구되었음.

References

Choi, H. E. (2020). *Development of ergonomic jacket patterns for the Korean Army's tracked vehicle crew*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.

Choi, H. E., & Choi, K. M. (2020). A comparative study on preference of the Korean army's flight jacket according to working environment. *Fashion and Textile Research Journal*, *22*(6), 844-852. doi:10.5805/SFTI.2020.22.6.844

Han, H. S., Han, H. J., Cho, J. Y., & Koh, J. S. (2016). Satisfaction on fitness and motion suitability of Korean male military winter jacket. *Fashion and Textile Research Journal*, *18*(5), 685-694. doi:10.5805/SFTI.2019.21.6.776

Han, S. A., & Nam, Y. J. (2008). An exploratory study on domestic and international protective clothing standard - Focused on ISO, ASTM, CEN, KS. *Fashion and Textile Research Journal*, *10*(1), 92-100.

Hong, S. A. (2002). 3D anthropometry for the development of protective clothing systems. *Journal of Korean Living Environment system*, *9*(4), 321-326.

Hong, S. A. (2004). Application of standards and evaluation for the development of protective clothing systems. *Journal of Korean Living Environment system*, *11*(1), 1-14.

Im, G. B., & Park, J. H. (2017). A study on the functional sleeve pattern of sports climbing wear. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, *41*(4), 585-598. doi:10.5850/jksct.2017.41.4.585

Jeong, M. A. (2014). *Development of a pattern for military winter uniform tops considering size and motion appropriateness*. Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul.

Jung, K. S., & Kwon, M. S. (2004). Protective clothing. *Fiber Technology and Industry*, *8*(4), 421-431.

Kim, S. Y., & Lee, J. Y. (2016). Development of firefighting performance test drills while wearing personal protective equipment. *Fire Science & Engineering*, *30*(1), 138-148. doi:10.7731/KIFSE.2016.30.1.138

Korean Agency for Technology and Standards. (2015). *The 7th Size Korea 3D scan & measurement technology report*. Seoul: Government

Printing Office.

Koike, J. (1997). *Sleeve*(H. J. Lee, Trans.). Seoul: Yehaksa.

Korea Federation of Textile Industries. (2013). *차세대 국방섬유 기술개발 협력사업* [Next generation national defense fibers technology development project]. Gwacheon: Ministry of Trade, Industry and Energy.

Lee, A. L. (2016). *Development of a ROKAF fighter pilot's flight duty uniform*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.

Lee, H. H., Shin, S. R., Kim, Y. B., Park, S. J., & Lee, J. Y. (2016). Evaluation of mobility and physiological performance while wearing the present Korean navy summer uniform and prototype. *Journal of Korean Living Environment system*, *23*(6), 853-867. doi:10.21086/ksles.2016.12.23.6.853

Lee, J. H. (2012). *Development of evaluation standards and a pattern for combat uniforms according to combat training motions*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul.

Lee, S. J., Choi, Y. L., & Nam, Y. J. (2012). Development and evaluation of air force mechanic parka to enhance the functions and insulation. *Fashion & Textile Research Journal*, *14*(2), 294-303. doi:10.5805/KSCI.2012.14.2.294

(Received 2 December, 2020; 1st Revised 15 December, 2020; 2nd Revised 28 December, 2020; 3rd Revised 29 December, 2020; Accepted 31 December, 2020)