기능성과 보온성 향상을 위한 공군 정비파카 개발 및 평가

이성지¹⁾ · 최영림²⁾ · 남윤자³⁾

¹⁾서울대학교 의류학과

²⁾대구대학교 패션디자인학과/조형예술연구소

³⁾서울대학교 의류학과/생활과학연구소

Development and Evaluation of Air Force Mechanic Parka to Enhance the Functions and Insulation

Sung-Ji Lee¹⁾, Young-Lim Choi²⁾, and Yun-Ja Nam³⁾

¹⁾Dept. of Clothing & Textiles, Seoul National University; Seoul, Korea

²⁾Dept. of Fashion Design/Art & Design Institute, Daegu University; Daegu, Korea

³⁾Dept. of Clothing & Textiles/Research Institute of Human Ecology, Seoul National University; Seoul, Korea

Abstract : This study was designed to develop air force mechanic parka, evaluate it, and ultimately provide functionally superior parka to the air force. The development process was 1) conducting a survey, 2) identifying problems and shortcomings of currently-supplied parkas, and 3) improving the design, pattern and materials. The newly-developed parkas were evaluated in terms of their ease of fit, clothing mobility, and insulation. Ease of fit was evaluated by subjects' sensory tests, and clothing mobility was by fitness-for-motion tests and range-of-motion tests using a Goniometer. Evaluation on insulation was conducted by thermal manikins. Findings of this study were as follows: 1. In the subjective evaluation on clothing mobility, new parkas were considered to have sufficient ease of fit while previous ones scored much lower, confirming the improvement of the new version. 2. Both subjective tests and ROM measurements on fitness for motion verified the superiority of the new parkas. 3. Insulation tests found that although insulation capability of newly-developed parkas was at a similar level to those of the previous ones, their insulation capability per unit weight was superior, demonstrating that new parkas were better at blocking heat conduction. When making changes in parka patterns and designs to enhance the mobility, it was necessary to maintain the insulation function. The new parkas developed by this study was verified to be superior to the previous ones in their insulation and clothing mobility.

Key words: air force aircraft mechanic(공군정비사), air force mechanic parka(공군정비파카), clothing mobility(동작 적합성), insulation(보온성), thermal manikin(썬열마네킨)

1. 서 론

방한복은 보온과 관련한 보호복으로 활동성과 기타 기능적인 측면을 복합적으로 동시에 만족해야 하는 의복이다. 특히 군사용의 경우 각종 임무수행을 원활하게 할 수 있는 활동성과 군인의 신체보호가 주요한 목적으로 이를 충족할 수 있는 방한복 개발이 요구되고 있다. 의복의 활동성은 대체로 방호성이 증가함에 따라 감소하는 경향이 있기 때문에(Watkins, 1984/2003) 군사용 방한복을 개발할 때에는 작업환경 조건에 적합한 보온성과 함께 작업동작을 용이하게 하는 활동성에 대한 고려가 필요하다. Kim et al.(1990)은 군복의 기능성 평가에 대한 연구에서 군복은 보호의 기능을 최대한으로 유지하면서 동작기능성도 우수하여 인체의 쾌적성을 유지해야 하기 때문에 의복

구성의 접근이 다른 의복보다도 체계적이며 과학적으로 이루어져야 한다고 지적하고 있다.

최근 국방부는 전투력 향상을 위한 피복 개혁사업을 추진하고 있으며, 신형 전투복 및 기능성 방한복 등에 대한 개발을 진행하고 있다(New Combat Uniform, 2010). 공군에서도 군복의 기능성 향상을 위한 피복 개혁사업이 이루어지고 있으며, 특히 항공기를 다루는 특수한 작업적 특성이 고려되어야 하는 공군 정비파카에 대한 개선 또한 필요한 실정이다. 현재 국내에서의 군복과 관련된 연구는 군복의 소재 패턴 디자인 개발(Jin & Hwang, 2006) 및 군복이나 군장의 디자인 개발에 관한 연구(Kwon & Ha, 2006)와 같이 군복의 디자인 개발을 목적으로 한 연구들이 있으며, 군복의 기능성 평가에 관한 연구에는 인체 착용실험을 통한 생리적 반응을 측정하고 활동성에 대한 관능평가를 실시한 연구(Kim et al., 1990)와 외관평가 및 동작적응성 평가를 실시하여 군복의 활동성을 평가한 연구(Choe et al., 2003; Lee et al., 1999)가 있다. 그러나 이러한 연구들

Corresponding author; Young-Lim Choi
Tel. +82-53-850-6827, Fax. +82-53-850-6829
E-mail: orangebk@daegu.ac.kr

은 주로 육군 전투복을 중심으로 이루어져왔으며, 정비사용 방한복의 기능성을 향상시키기 위한 연구는 미비하다.

따라서 본 연구에서는 설문조사를 통하여 공군 정비사들이 겨울철 정비 작업 시 착용하는 공군 정비파카의 문제점을 분석하여 활동성과 보온성이 높은 정비파카를 개발하였다. 개발 정비파카는 기존 정비파카와의 비교평가를 통해 활동성과 보온성에 대한 기능성 평가가 이루어졌다. 본 연구는 공군 정비사들의 신체를 효과적으로 보호하고 작업 능력을 증진시킬 수 있는 정비파카를 개발하고 이에 대한 평가 자료를 제공함으로써 공군의 의생활 개선에 기여하고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 공군 정비파카 개발

본 연구에서는 2010년 4월 12일부터 2010년 4월 19일까지 공군 정비파카를 착용하는 군인들을 대상으로 실시한 착용실태 조사를 토대로 공군 정비파카의 환경특성 및 작업 특성을 분석하고 기존 정비파카의 문제점을 개선하였다. 설문지는 총 60문항이며 공군 정비파카의 착용현황, 사용자 특성, 근무지 및 작업 특성, 정비파카 착용습관, 지급방식 및 사용성, 여유성, 동작용이성, 착용감에 대하여 평가하도록 구성되었다.

2.2. 공군 정비파카의 여유량 평가

여유량 평가는 피험자 관능평가로 실시되었다. 피험자는 한국 성인 남성의 기성복 치수규격(Korean Agency for Technology and Standards, 2004)에 따라 상의 사이즈 100에 해당되는 가슴둘레가 97.5~102.5 cm 구간의 20~30대 남성 5인으로 선정하였다. 피험자의 신체 정보는 Table 1과 같다.

실험복은 현재 착용하고 있는 기존 정비파카와 본 연구에서 개발한 정비파카로 구성되었다. 피험자는 정비파카 착장 시, 실제 공군 정비사들의 착장 방식과 동일하게 동정비복을 착용하고 그 위에 정비파카를 착용하도록 하였다. 여유량 평가 문항은 정비사들이 활동성에 가장 크게 영향을 받는 가슴둘레, 윗

Table 1. Physical characteristic analysis of the subjects (N=5)

	M	SD
Age (year)	28.4	0.5
Stature (cm)	175.0	2.9
Weight (kg)	73.2	4.1
Chest Circumference(cm)	100.5	5.7
Waist Circumference (cm)	83.9	1.9
Hip Circumference (cm)	100.8	1.3
Arm Length (cm)	57.2	2.1
Cervicale to Wrist Length (cm)	79.4	2.2
Neck Circumference (cm)	39.8	2.8
BMI	23.9	0.8

Table 2. Experiment plans for the testing clothes

Testing clothes	Wearing experiment plans
A1	Conventional mechanic parka(C.P) + Winter mechanic uniform(W.U)
B1	Proposed mechanic parka(P.P) + Winter mechanic uniform(W.U)
A2	Conventional mechanic parka(C.P) + Training uniform(T.U)
B2	Proposed mechanic parka(P.P) + Training uniform(T.U)

팔둘레, 팔꿈치둘레, 목둘레 등을 중심으로 이루어졌으며, 길이와 전반적인 여유량에 대한 문항을 포함하여 총 10개의 문항으로 구성되었다. 피험자들은 각 문항에 대하여 매우 낮다, 매우 짧다, 매우 작다는 1점, 낮다, 짧다, 작다는 2점, 적당하다는 3점, 높다, 길다, 크다는 4점, 매우 높다, 매우 길다, 매우 크다는 5점으로 평가하였다.

2.3. 공군 정비파카의 활동성 평가

공군 정비파카의 활동성 평가를 위한 실험복의 착의구성은 Table 2와 같다. 실험복 A1, B1은 실제 착장과 동일하게 동정비복을 착용한 후에 그 위에 기존 정비파카와 개발 정비파카를 착용하도록 하였고, 실험복 A2, B2는 동정비복에 의한 활동성의 제약을 통제하기 위하여 동정비복 대신 활동의 구속이 거의 없는 트레이닝복을 착용하고 그 위에 정비파카를 착용하도록 하였다.

활동성을 평가하기 위한 방법으로 동작적합성 평가와 관절 각도 측정이 실시되었다. 동작적합성 평가는 전반적인 움직임에 대한 평가와 신체부위별 동작적합성에 대한 평가로 이루어졌다. 전반적인 움직임에 대한 평가는 평소 정비파카 착장 시 느끼는 주관적인 감각을 측정하였으며 신체부위별 동작적합성 평가는 선정된 5인의 피험자가 실험복을 착용한 상태에서 동작을 실시하고, 각 동작에 대한 기능성을 평가하도록 하였다. 신체부위별 동작적합성 평가를 위한 동작은 ASTM F1154-88(American Society for Testing and Materials, 1988)에서 제시된 동작을 기본으로 하여 정비 작업시 이루어지는 동작을 추가로 선정하여 구성하였다(Figure 1). 피험자는 각각의 항목에 대한 움직임의 정도를 매우 편하다, 편하다, 보통이다, 불편하다, 매우 불편하다는 5점 척도로 평가하였다.

관절각도 측정은 Kim(2003)와 Huck(1988)에서 제시된 동작을 기본으로 하여 신체 각 부위의 내전/외전, 굴곡/신전을 측정하였고, 선정된 동작은 Figure 2와 같다. 측정도구로는 고니오미터(Goniometer)가 사용되었다.

2.4. 공군 정비파카의 보온성 평가

본 연구에서 개발된 공군 정비파카와 기존 정비파카의 보온성을 써멀 마네킹을 사용하여 평가하였다. 실험 시 공군 정비파카의 실제 착용 환경과 비슷한 환경을 조성하기 위하여 모든

1		Stand erect
2		Move head right and left return, move head back and forth return
3		Raise arms at an angle of 90°
4		Bend elbows at an angle of 90°
5		Extend arms overhead
6		Extend arms overhead then bend elbows
7		Reach arms across the chest completely to the opposite sides
8		Bend the body
9		Twist the torso left and return, twist the torso right and return
10		Spread legs to the full extent
11		Kneel on left knee
12		Sit and spread out arms and legs horizontally
13		Sit in a chair then stand
14		Squat and raise arms

Fig. 1. Clothing mobility evaluation posture.

실험은 인공기후실에서 실시되었다. 실험환경은 공군 비행장이 위치한 수원, 광주, 서산 등 14지역의 12월에서 2월까지의 최저 평균 기온을 반영하여 -12.8°C로 설정하였다. 실험복은 실제 착용 상태에 가까운 결과를 얻기 위하여 실제의 착용과 동일하게 속옷, 양말, 티셔츠, 동정비복을 착용시킨 후, 본 연구의 실험복을 착용시켰다. 셔말 마네킹은 한국 성인 남자 표준 사이즈(체표면적: 1.7 m², 신장: 170 cm)로 제작된 Newton type(Measurement Technology NW)이며 마네킹의 각 구간별 표면온도는 Aschoff(1970)의 인체의 평균 피부온을 적용하여 세팅하였다(Table 3).

보온성 평가 실험은 다음과 같은 단계로 진행되었다. 먼저 셔말 마네킹의 구간별 평균 피부온을 설정하고 가열한 후 20분간 안정화를 시켰다. 다음 단계로 셔말마네킹에 의복을 착용시킨 후 셔말 마네킹의 열류량과 피부 표면 온도를 일정하게 유지시키도록 20분간 안정화 시켰다. 그 후 30분간의 안정한 상태에서 열저항 값을 측정하였다. 일정 시간 동안의 표면온도를 유지하기 위해서 사용되는 전력 소비량을 측정하여 열저항(Rct) 값을 아래 식 <Formula 1>으로 구하였다. 의복의 보온력을 나타내는 단위인 clo는 <Formula 2>에 의해서 계산되었다.

1. shoulder flexion/extension
2. shoulder adduction/abduction
3. shoulder Horizontal flexion/extension

1 2 3
4. Elbow flexion
5. trunk lateral flexion
6. truck flexion/extension (standing)
7. truck flexion/extension (sitting)

4 5 6 7
8. hip adduction
9. hip flexion/extension (knee)
10. neck flexion/extension
11. neck adduction/abduction

8 9 10 11

Fig. 2. Range of motion measurements.

Table 3. The mean skin temperature of the human body

Body part	Temperature (°C)
face	33.0
head	33.0
chest	34.0
shoulders	34.0
stomach	34.0
back	34.0
L hip	31.0
R hip	31.0
L upper arm	33.0
R upper are	33.0
L forearm	29.0
R forearm	29.0
L hand	25.0
R hand	25.0
L thigh	27.0
R thigh	27.0
L calf	27.0
R calf	27.0
L foot	25.0
R foot	25.0

$$R_{ct} = \frac{T_{skin} - T_{amb}}{Q/A}$$

<Formula 1>

R_{ct} : thermal resistance ($m^2 \cdot ^\circ C/W$)

T_{skin} : zone average temperature ($^\circ C$)

T_{amb} : ambient temperature ($^\circ C$)

Q/A : area weighted heat flux (W/m^2)

$$I_{clo}, clo = 6.45 \times R_{ct}$$

<Formula 2>

6.45: I_{clo}, clo 변환 물리적 상수

2.5. 자료분석

본 연구에서는 자료 분석을 위해 통계분석 프로그램인 SPSS 12.0(SPSS Korea Datasolution Inc.)을 사용하였으며 실험복

Table 4. The summary of the proposed air force mechanic parka

Design Element	Problem	Improvement
Design	Pocket Pocket usability is reduced because pocket size is not appropriate for articles being kept in the pocket. Outer pocket type is not suitable for waterproof clothes.	Pocket size was improved to be appropriate for the type and size of objects kept in pocket and inner pocket was added. Cut pocket opening and add lining in the inside to make the pockets more suitable for waterproof clothes.
	Built-in Hood Lack of hood size adjustment makes it difficult to secure field of vision.	Accessory is added to the backside of the hood to make it easier to adjust the hood size.
	Collar Design of cutting the outer collar to fit the built-in hood is not suitable for waterproof clothes.	Design is changed to have the built-in hood fit inside the underside of the outer collar.
	Reflective Tape Visibility is reduced because reflective tapes are not visible from the side.	Location of the reflective tape so that they are visible from the side.
Pattern	Collar Low collar height reduces thermokeeping abilities.	Collar height is increased 1cm to increase covering surface and thermokeeping abilities.
	Body Small neck size led to tightening in the neck when wearing the parka. Long body length makes it uncomfortable to sit or spread the legs.	Neck size is increased 8cm to improve neck activity. Parka length is reduced 9cm to improve motion-suitability of the leg and hip regions.
	Sleeve Sleeves are not activity-friendly. Sleeve arm was wide with no adjusting device, making it uncomfortable to work in.	Sleeves are changed to a 3-piece raglan sleeve to enhance activity. Rubber band was inserted in the sleeve arm so that sleeves can be pulled up when working.
	Outer Shell Material is too thin, reducing durability and thermokeeping abilities.	Use more durable water-repellent, vapor-permeable material.
Material	Filling Filling in body and sleeves are same, reducing arm activity.	Reduce filling in the sleeves by 2oz. compared to the body to enhance arm activity.
	Cotton-material strings attached to the bottom girth and built-in hood have low usability because of friction.	Change string to elastic nylon to improve durability and usability.
Subsidiary Materials	Fastening Device When strings are tightened, the strings hang loose, making them not suitable for mechanic work.	Safety is improved by making sure the ends of the strings do not hang low.
	Front zipper is short and fragile, reducing portability and activity.	Front zipper is changed to a stronger, two-way zipper to improve portability and activity.

간의 유의차를 검정하기 위하여 t-test를 실시하였다.

3. 연구 결과

3.1. 공군 정비파카 개발 결과

기존 공군 정비파카에 대한 실태 조사 결과를 토대로 정비 파카의 디자인, 패턴, 소재 등에 대한 개선이 이루어졌다(Table 4).

3.1.1. 디자인

디자인의 개선은 정비작업의 효율성을 높이기 위한 사용성을 증진시키는 측면에서 이루어졌다. 주머니의 크기는 정비작업의 현대화에 의하여 PDA 및 펜과 같은 도구를 수납할 수 있는 주머니를 추가하여 사용성을 증대시켰다. 공군 정비파카에 부착된 내장형 후드는 착용시 원활한 시야확보를 위해 사이즈 조절이 가능하도록 비조 기능을 추가하였다. 기존 정비파카에서는 반사테이프가 앞, 뒤에만 부착되어있어 측면에서 보이지 않으므로, 가시성을 높이기 위해 측면에서도 반사테이프가 보일 수 있도록 위치를 변경하였다. 기존 정비파카의 몸판의 주머니가 아웃포켓 형태이기 때문에 비가 오는 야외 환경에 노출될 경우 물이 고이는 문제점이 있었다. 따라서 주머니 입구를 절개하여 안쪽에 안감을 넣은 형태로 개선하였다. 기존 정비파카의 칼라는 내장형 후드를 접어서 넣을 수 있도록 겹칼라가 윗 칼라와 밑칼라로 나뉘어있으며 지퍼를 부착한 주머니 형태로 구성되었다. 하지만 이러한 형태는 외부의 물이 유입될 경우 고이게 되므로 방수복에 적합하지 않은 구조이다. 따라서 내장형 후드를 칼라의 밑에서 접어 겹칼라와 속칼라의 사이에 넣을 수 있는 구조로 변경하여 방수복에 적합한 디자인으로 개선하였다.

3.1.2. 패턴

패턴은 정비작업 시 인체의 움직임을 원활하게 하도록 활동

Table 5. The comparison of product sizes between the conventional and proposed mechanic parka (unit:cm)

	Conventional mechanic parka	Proposed mechanic parka
Chest circumference	124	124
Waist circumference	124	118
Bottom circumference	124	114
Sleeve circumference	54	56
Edge of a sleeve circumference	35	36(27*)
Total length	85	76
Neck to cuff	87	88
Neck circumference	50	58
Collar length-front	9	10
Collar length-back	9	9
Hood length	37	37
Hood width	27	27

* Finished circumference with elastic band.

성 측면에서 개선되었다. 정비작업은 팔의 움직임이 많을 뿐만 아니라 앉고 서는 몸통의 움직임이 많은 업무로 정비파카 패턴 개선 시 이에 대한 고려가 필요하다. 개발 정비파카의 경우 기존 정비파카 보다 상의 길이를 9 cm 짧게 하여 다리와 몸을 굽히거나 펼 때 발생하는 움직임에 대한 제약을 최소화하였다. 활동성을 증가시키기 위해 기존의 셋인 슬리브를 라글란 슬리브로 변경하였으며, 소매통은 2 cm 늘어 팔의 활동성을 증대시켰다. 반면 작업 시 소매부리둘레 작업동작을 저해할 수 있기 때문에 팔꿈치둘레와 소매부리둘레의 치수는 줄이고 팔의 굽은 형태를 반영한 3장 래글런 소매로 설계하여 팔 동작을 원활하게 할 수 있도록 제작하였다. 기존 정비파카는 목둘레가 작게 설정되어 의복 착용시 목이 조이는 현상이 있었으므로 목둘레의 치수를 8 cm 크게 하였고, 칼라의 높이를 1 cm 늘어 얼굴

Fig. 3. The pattern comparison between the conventional and the proposed parka.

을 덮는 피복면적을 증가시켜 보온성을 높였다. 정비파카는 동 정비복과 함께 착용되기 때문에 기본 여유량은 이를 고려하여 설정되었다. 가슴둘레는 기존 정비파카와 동일하게 124 cm를 유지하였으나 허리와 밑단둘레는 각각 6 cm와 10 cm를 줄여 전체적으로 피트되는 실루엣으로 수정하여 정비작업 시 움직임을 방해할 수 있는 불필요한 여유분을 제거하였다. 정비파카의 제품치수는 Table 5에 제시되었고, 패턴은 Figure 3에 나타났다.

3.1.3. 소재

기존 정비파카의 소재는 폴리에스테르 100%의 투습방수 소재이다. 설문 조사 결과, 기존의 정비파카의 소재의 내구성에 대한 불만족이 높았다. 따라서 내구성 증진을 위해 기존 소재에 비해 인열 강도와 세탁 강도가 높은 투습방수 소재를 선정하였다. 정비작업 시 작업의 효율성을 높이기 위하여 소매에 삽입되는 충전재의 양을 몸판에 비해 2온스 적게 투입하여 팔의 활동성을 증대시켰다.

3.1.4. 부자재 및 봉제형태

기존 정비파카의 내장형 후드와 파카의 밑단에 부착된 면 소재의 스트링은 마찰이 심해 사용이 불편하고 내구성이 떨어지며, 스트링을 조일 경우 스트링이 밖으로 늘어져 기계를 다루는 정비작업에 부적합한 것으로 나타났다. 따라서 스트링을 신축성이 있는 나일론 소재로 변경하여 내구성과 사용성을 증대시켰고, 스트링의 끝부분이 밖으로 늘어지지 않도록 개선하여 작업 시 안전성을 증대시켰다. 여밈에 사용되는 지퍼는 양방향 지퍼(two-way zipper)로 교체하여 착탈의 시 편리성을 높이고 작업 시 다리와 엉덩이 부위의 활동성을 증대시키도록 제작되었다. 봉제형태는 방수기능을 위해 기존파카와 동일한 심실링(seamsealing) 방식으로 이루어졌다.

3.2. 공군 정비파카의 여유량 평가 결과

정비파카의 여유량 평가 결과를 살펴보면, 전반적으로 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 착용감이 우수한 것으로 평가되었다(Table 6).

T-test결과, 목둘레 부위에서 유의한 차이를 보였는데, 개발 정비파카는 목둘레의 여유량이 적당하다고 평가되었지만 기존 정비파카는 매우 작다고 평가되어, 목부위 여유량이 크게 개선되었음을 알 수 있다.

패턴의 치수를 비교하였을 때, 기존 정비파카와 개발 정비파카의 여유량이 크게 차이가 없었지만 관능평가에서 피험자들이 개발 정비파카의 여유량이 기존 정비파카에 비해 더 적당하다고 느낀 것은 패턴의 입체적인 설계에 따른 착용감 개선 때문인 것으로 여겨진다.

3.3. 공군 정비파카의 활동성 평가 결과

3.3.1. 동작적합성 평가 결과

동작적합성 평가는 의복 착용 시 전반적인 움직임에 대한 평가(Table 7)와 신체 부위별 동작적합성에 대한 평가(Table 8)로 실시되었다.

개발 정비파카는 동정비복을 착용했을 때와 트레이닝복을 착용했을 때 모두 기존 정비파카에 비해 동작적합성이 높은 것으로 나타났다. A1(C.P+W.U), B1(P.P+W.U)와 A2(C.P+T.U), B2(P.P+T.U)를 각각 t-test한 결과, A1, B1 그룹은 겨드랑이, 몸통, 전반적 움직임에서 B1이 A1에 비해 유의하게 높은 평가를 받았다. A2, B2 그룹은 겨드랑이, 몸통, 전반적 움직임에서 유의한 차이를 보였고, 파카길리와 벨크로 부착시 움직임에서 추가적으로 유의한 차이를 보이고 있어, B2가 A2에 비해 활동성이 높은 것으로 평가되었다. A1, B1 그룹에서 유의한 차이를 보이지 않은 항목이 A2, B2 그룹 비교에서 유의한 차이를 보

Table 6. The survey results for the ease comparison

(N=5)

Item	Conventional mechanic parka		Proposed mechanic parka		t-value
	M	SD	M	SD	
Collar Height is appropriate	3.0	1.6	3.4	0.5	0.54
Neck circumference is appropriate	1.4	0.5	3.0	0.0	6.53**
Shoulder length is appropriate	3.0	0.0	3.0	0.0	-
Parka's is appropriate	2.8	0.4	3.2	0.4	1.41
Parka's length is appropriate	3.4	0.9	2.8	0.4	-1.34
Armscye circumference is appropriate	3.0	0.7	3.0	0.0	0.00
Upper arm circumference is appropriate	3.0	0.0	3.0	0.0	-
Elbow circumference is appropriate	2.6	0.5	3.0	0.7	1.00
Wrist circumference is appropriate	2.8	0.4	3.2	0.4	1.41
Sleeve length is appropriate	2.4	0.5	3.0	0.0	2.45
Hood size is appropriate	2.8	0.4	2.8	0.4	0.00
The overall parka size is appropriate	2.8	0.8	3.0	0.0	0.54

1~5 scale 1:too low, too short, too small, 3:appropriate 5:too high, too long, too large.

*p< 0.05, **p< 0.01, ***p< 0.001

Table 7. The comprehensive evaluation results for the clothing mobility

(N=5)

Item	A1		B1		t-value	A2		B2		t-value
	(C.P+W.U)		(P.P+W.U)			(C.P+T.U)		(P.P+T.U)		
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
Freedom of movement of arms	2.6	0.9	3.2	0.8	1.10	3.8	0.4	4.4	0.9	1.34
Freedom of spreading arms	2.2	0.4	3.2	0.8	2.36*	2.8	0.4	4.2	0.8	3.30*
Freedom of bending torso	2.6	0.5	3.4	0.5	2.31	3.0	0.7	4.0	0.7	2.24
Freedom of movement of Chest	3.2	0.8	3.8	0.4	1.41	3.4	0.5	3.8	0.4	1.27
Freedom of movement of upper arms	3.2	0.8	3.4	0.9	0.37	3.4	0.9	4.0	1.0	1.00
Freedom of movement of elbow	2.6	1.3	3.0	0.7	0.59	3.0	1.0	4.0	0.7	1.83
Fitness of parka length	3.2	1.1	3.8	0.8	0.97	2.0	0.0	4.4	0.5	9.80**
Freedom of movement of neck	1.0	0.0	3.4	0.9	6.00**	2.0	1.2	4.0	0.7	3.16*
Freedom of neck movement when zip up and fasten velcro	2.8	0.8	4.0	0.0	3.21	2.2	0.8	4.0	0.7	3.67**
Freedom of movement comprehensively	2.2	0.8	3.8	0.4	3.77**	2.4	0.5	4.4	0.5	5.77***

1~5 scale "1" indicates the poorest possible rating. "5" indicates the best possible rating.

*p< 0.05, **p< 0.01, ***p< 0.001

이는 것은 정비파카 안에 착용한 의복에 의한 영향으로 여겨진다. 즉 동정비복을 입은 상태인 A1, B1이 동정비복의 영향을 배제하고 실험한 A2, B2에 비해서 활동성의 차이가 크지 않다고 나타난 것은 정비파카 자체에 의한 차이보다는 동정비복에 의한 활동의 제약이 발생했기 때문으로 볼 수 있다.

신체 부위별 동작적합성 평가 결과(Table 8)에서는 A1(C.P+W.U)과 B1(P.P+W.U)을 비교했을 때 자세 2의 목 부위, 자세 4의 팔 부위, 자세 6의 팔꿈치, 자세 11에서 B1이 A1에 비해 활동하기 편하다고 평가되었다. A2(C.P+T.U), B2(P.P+T.U)를 비교한 결과, 자세 2의 목 부위, 자세 4의 팔 부위, 자세 8의 엉덩이와 등 부위, 자세 9의 허리 부위, 자세 11, 자세 13, 자세 14의 어깨와 엉덩이 부위에서 B2가 A2에 비해 동작적합성이 유의하게 높은 것으로 나타났다. 따라서 두 그룹 모두 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 우수한 활동성을 보이고 있음을 알 수 있다. 이 결과는 소매의 패턴과 파카 길이에 대한 수정이 파카의 활동성 증진에 영향을 주었기 때문에 나타난 결과로 볼 수 있다.

3.3.2. 관절각도 측정 평가 결과

활동성 평가를 위한 관절각도(ROM) 측정 결과는 Table 9와 같다. 실험복 A1(C.P+W.U), B1(P.P+W.U), A2(C.P+T.U), B2(P.P+T.U)를 비교한 결과를 비교한 결과, 실험복 B2가 가장 높은 값을 보이고 있으며, B1, A2, A1 순서로 높게 나타났다. 이는 정비파카 내부에 착용한 의복의 종류와 관계없이 모든 경우에서 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 높은 값을 나타내어 활동성이 개선되었음을 알 수 있다.

동정비복을 입고 정비파카를 착용한 A1, B1에 대한 t-test 결과를 살펴보면, B1이 A1에 비해 전반적으로 높은 값을 보이고 있지만, 팔꿈치굴곡과 엉덩이외전을 제외한 다른 항목에서는 유의한 차이를 보이고 있지 않다. 개발 정비파카는 소매가

입체패턴으로 제작되어 팔의 움직임이 용이하고, 파카의 길이가 짧아져 다리와 엉덩이의 움직임을 방해하지 않기 때문에 팔꿈치와 엉덩이외전에서 활동성이 증대된 것으로 보인다.

트레이닝복을 입고 정비파카를 착용한 A2, B2에 대한 t-test 결과를 살펴보면 어깨굴곡, 어깨수평굴곡, 팔꿈치굴곡, 엉덩이외전, 엉덩이굴곡, 목외전에서 B2가 A2에 비해 유의하게 높은 것으로 나타났다. 이는 소매 패턴의 입체적인 구성과 파카의 길이에 의한 활동성의 증대뿐만 아니라 칼라 및 목 부위의 여유량의 증가로 어깨, 목, 팔 부위의 활동성이 크게 증대됐기 때문인 것으로 보인다. A1, B1 그룹에 비해 A2, B2 그룹이 더 많은 항목에서 유의한 차이를 보인 것은 동작적합성 결과에서와 마찬가지로 파카 내부에 착용한 동정비복의 영향으로 볼 수 있다. A1, B1의 경우 동정비복으로 인한 활동의 제약이 더 컸기 때문에 실험복의 활동성 평가에 영향을 주어 개발 정비파카의 활동성 개선이 크게 이루어지지 않은 것으로 보인다. 따라서 외부에 착용하는 파카의 패턴이 개선되었다더라도 내부에 착용하는 정비복에 대한 개선이 이루어지지 않은 이상, 활동성의 개선이 크게 느껴지지 않을 것으로 예상된다. 따라서 정비파카의 개선과 동시에 동정비복에 대한 개선이 추후에 진행되어야 할 것이다.

3.4. 보온성 평가 결과

공군 정비파카의 열저항(Rct)값을 측정한 결과를 살펴보면, 기존 정비파카는 $0.286 \text{ m}^2 \text{ C/W}$ 로 측정되었고 개발 정비파카는 $0.281 \text{ m}^2 \text{ C/W}$ 로 나타났다. 따라서 기존 정비파카가 개발 정비파카에 비해 열저항 값이 $0.005 \text{ m}^2 \text{ C/W}$ 높게 측정되었고, 거의 비슷한 수준의 열저항을 보이는 것을 알 수 있다. Figure 4는 마네킹의 부위별 열저항 값을 비교한 결과이다. 팔과 어깨, 엉덩이 부분에서는 기존 정비파카가 개발 정비파카에 비해 높은 열저항 값을 나타냈지만, 가슴, 배, 등에서는 개발 정비파카

Table 8. The evaluation results of the clothing mobility for individual body parts

(N=5)

Posture	Body part	A1 (C.P+W.U)		B1 (P.P+W.U)		t-value	A2 (C.P+T.U)		B2 (P.P+T.U)		t-value
		M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
1. Stand erect	-	2.6	0.9	3.6	0.6	2.13	3.0	0.7	4.4	0.5	3.50
2. Move head right and left return, move head back and forth return	Neck	1.4	0.6	3.6	0.9	4.69**	1.8	0.4	3.6	0.9	4.03*
3. Raise arms at an angle of 90°	Shoulder	2.8	0.8	3.6	0.6	1.79	3.2	0.8	4.4	0.9	2.19
	Arm	2.0	0.7	2.8	0.8	1.63	3.4	0.5	4.0	0.7	1.50
4. Bend elbows at an angle of 90°	Arm	1.4	0.6	2.4	0.6	2.88*	2.8	0.8	4.2	0.8	2.65*
5. Extend arms overhead	Shoulder	2.2	1.1	3.6	0.9	2.21	2.8	0.8	3.8	0.8	1.89
6. Extend arms overhead then bend elbows	Elbow	1.6	0.6	2.8	0.8	2.68*	2.4	0.9	3.4	0.9	1.77
7. Reach arms across chest completely to opposite sides	Shoulder	2.6	0.9	3.2	0.5	1.34	3.2	0.4	4.2	0.8	2.36
8. Bend the body	Hip	3.2	0.5	3.8	0.5	2.12	2.4	0.5	4.6	0.5	6.35***
	Back	2.4	0.9	3.2	0.8	1.46	2.6	0.5	4.2	0.8	3.58**
9. Twist the torso left and return, twist the torso right and return	Waist	3.8	0.5	4.0	0.7	0.54	3.2	1.1	4.8	0.4	3.02*
10. Spread legs to the full extent	Leg	2.6	0.9	3.8	0.8	2.19	1.8	1.3	4.8	0.4	4.87**
11. Kneel on left knee	-	2.4	0.9	3.6	0.6	2.56*	2.4	0.9	4.6	0.5	4.69**
12. Sit and spread arms and legs out horizontally	Shoulder	2.6	1.1	3.4	0.9	1.23	2.8	0.8	3.8	0.8	1.89
	Arm	2.0	0.7	2.6	0.6	1.50	2.6	0.5	3.6	0.9	2.13
	Waist	3.0	0.7	3.4	0.6	1.00	2.6	0.5	3.6	1.1	1.77
13. Sit in a chair then stand	-	3.2	0.8	3.8	0.5	1.41	3.0	0.7	4.6	0.5	4.00**
14. Squat and raise arms	Shoulder	2.2	1.1	3.2	0.8	1.62	2.0	1.2	3.6	0.9	2.36*
	Hip	3.2	0.8	3.8	0.8	1.13	2.0	1.0	4.2	0.8	3.77**

1~5 scale "1" indicates the poorest possible rating. "5" indicates the best possible rating.

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Fig. 4. The measured insulation resistance values.

가 더 높은 값을 나타내어 부위별 열저항 값에 차이가 있음을 알 수 있다.

팔과 어깨의 열저항 값이 기존 정비파카에 비해 개발 정비

파카가 낮게 측정된 것은 패턴 제작 시 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 목둘레와 칼라의 둘레가 더 넓게 설정되어 목의 개구로 빠져나가는 공기의 양이 더 많은데 원인이 있다고

Table 9. The measured results for the range of motion

(N=5)
(unit:°)

Item	A1 (C.P+W.U)		B1 (P.P+W.U)		t-value	A2 (C.P+T.U)		B2 (P.P+T.U)		t-value
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
1.Shoulder flexion	150.8	25.5	166.6	9.2	1.30	163.0	15.7	184.0	7.7	2.69*
2.Shoulder adduction	134.8	22.8	156	21.3	1.52	143.4	25.4	173.8	17.4	2.21
3.Shoulder flexion	119.4	10.9	121.6	10.3	0.33	117.0	8.9	132.2	11.6	2.32*
4.Elbow flexion	116.4	9.1	129	6.1	2.58*	125.0	9.0	147.2	5.0	4.82**
5.Trunk lateral flexion	33.4	9.2	42.4	15.1	1.14	36.2	8.2	40.6	11.8	0.69
6.trunk flexion(standing)	100.6	17.4	108.6	27.3	0.55	103.4	17.8	111.4	18.4	0.70
7.trunk flexion(sitting)	34.8	6.1	43.2	14.4	1.20	34.0	8.5	47.4	13.1	1.92
8.hip adduction	77.2	14.2	104	7.4	3.74*	79.6	14.3	109.0	8.5	3.96**
9.hip flexion	83.6	11.9	90	12.6	0.82	81.0	10.0	108.2	2.0	5.97**
10 neck flexion(front)	41.8	7.4	48.8	1.8	2.05	46.8	6.9	54.4	3.8	2.16
neck flexion(back)	53.2	13.7	57.8	14.2	0.52	58.8	9.1	67.4	9.1	1.50
11.neck adduction	32.4	5.7	39	7.4	1.58	33.8	2.9	42.6	6.6	2.73*

*p< 0.05, **p< 0.01, ***p< 0.001

볼 수 있다. 또한 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 파카의 길이가 짧아져 엉덩이 부위를 덮는 피복면적이 적어졌기 때문에 개발 정비파카의 보온력이 더 낮게 측정된 것으로 생각된다. 개발 정비파카는 팔의 충전재를 몸에 비해 2온스 적게 넣어 정비 시 팔의 움직임을 용이하게 하였지만, 이로 인하여 팔의 보온성이 떨어지는 결과가 초래되었다. 개발 정비파카의 목과 칼라의 변형 및 파카의 길이와 소매의 변형은 활동성을 높이기 위해 개선된 것이었지만 이러한 변화는 그 부위의 보온성이 낮아지는 원인으로 작용하였다. 개발 정비파카는 기존 정비파카에 비해 구간부에서의 보온력이 크게 상승한 것으로 나타났는데, 두 실험복의 가슴에서의 여유량이 동일하기 때문에 공기층에 의한 차이보다는 파카에 삽입된 충전재의 두께에 의한 차이로 보인다. 개발 정비파카의 경우, 활동성을 높이기 위한 디자인과 패턴의 변경으로 팔과 엉덩이 부분의 보온력이 낮아졌지만, 상대적으로 구간부의 보온력이 크게 상승하여 평균 보온력의 차이가 거의 없으며, 실제 착용 시 비슷한 보온성능을 보일 것으로 예상된다.

실험복의 열저항 값을 clo값으로 환산한 결과, 기존 정비파카는 1.845 clo로, 개발 정비파카는 1.812 clo로 측정되었다. 따라서 기존 정비파카가 개발 정비파카에 비해 0.033 clo 높은 보온력을 보였지만, 거의 비슷한 보온성을 가지고 있다고 볼 수 있다. 측정된 의복의 보온력 수준을 알아보기 위해 ISO 11079(2007)와 비교하였다. ISO 11079는 인체 활동에 따른 대사율을 3단계로 구분해서 각각의 활동에 따라 요구되는 보온력을 제시하였으며, 환경온도가 -10°C에서 가벼운 활동시에 요구되는 보온력을 약 1.5 clo 수준에서 제시하고 있다. 이와 비교했을 때, 기존 정비파카와 개발 정비파카의 보온력은 1.8clo 이상의 값을 보여 충분한 보온력을 가지고 있다고 볼 수 있다.

Fig. 5. The comparison of thermal insulation capacity per unit weight.

Figure 5는 각 실험복의 열적 효과를 비교하기 위해 정비파카의 무게에 대한 보온력(clo/kg)을 나타낸 것이다.

기존 정비파카의 무게를 측정한 결과 1.044 kg으로 측정되었고, 개발 정비파카의 무게는 0.866 kg으로 측정되어 기존 정비파카가 개발 정비파카에 비해 0.177 kg 무거운 것으로 나타났다. 단위 무게당 보온력을 계산한 결과, 기존 정비파카는 1.768 clo/kg으로, 개발 정비파카는 2.092 clo/kg으로 측정되어, 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 높게 나타났다. 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 단위 무게당 보온력이 높게 나타난 것은 기존 정비파카와 개발 정비파카가 비슷한 보온력을 갖지만 개발 정비파카의 중량이 더 가볍기 때문에 같은 중량에서 열차단 효과가 더욱 크다고 할 수 있다.

4. 결론 및 제언

본 연구는 기존 정비파카의 문제점을 개선하고, 개발된 정비파카와 기존 정비파카를 비교 평가하여 기능적으로 우수한 정비파카를 제공하는데 목적이 있다. 공군 정비파카의 개발은 공군 정비파카를 착용하는 군인들을 대상으로 실시한 착용실태 조사를 토대로 문제점을 분석한 후 디자인 및 패턴, 소재에 대한 개선이 이루어졌다. 정비파카의 비교 평가 실험은 여유량, 활동성, 보온성에 대하여 실시되었다. 여유량은 피험자 관능평가를 통해 이루어졌고, 활동성 평가는 동작적합성 평가와 관절 각도 측정을 통해 이루어졌다. 정비파카의 보온성은 셔벌 마네킹 실험을 통해 평가되었다.

개발 정비파카는 기존 정비파카에 비해 여유량이 개선되어 착용감이 높아졌으며, 활동성이 더욱 증대된 것으로 나타났다. 정비파카는 동정비복과 함께 착용되기 때문에 여유량 설정은 이를 고려하여 이루어졌으므로 기존 정비파카와 개발 정비파카의 여유량이 큰 차이를 보이지 않았지만 패턴의 입체적이 설계에 따른 착용감의 증가가 이루어진 것을 알 수 있다. 활동성 평가는 동정비복에 의한 의복의 구속을 통제하기 위하여 동정비복과 정비파카를 착용한 실험과 트레이닝복과 정비파카를 착용한 실험으로 실시되었다. 실험결과, 동정비복과 파카를 착용한 실험복 A1(C.P+W.U), B1(P.P+W.U)과 트레이닝복과 파카를 착용한 실험복 A2(C.P+T.U), B2(P.P+T.U)의 결과에서 모두 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 활동성이 유의하게 높은 것으로 나타났다. 하지만 A1, B1 그룹에 비해 A2, B2 그룹의 차이가 더 크게 나타났는데, 이는 동정비복에 의한 활동의 구속이 발생하였기 때문이라고 볼 수 있다. 따라서 정비파카뿐만 아니라 함께 착용되는 의복에 대한 평가와 개선이 동시에 이루어져야 한다는 것을 알 수 있다.

정비파카의 보온성 평가 결과에서 기존 정비파카와 개발 정비파카의 보온성이 비슷한 것으로 나타났지만 단위 무게당 보온력을 비교했을 때 개발 정비파카가 더 높은 수치를 나타냈다. 따라서 개발 정비파카는 기존 정비파카와 비슷한 보온성을 가지지만 중량이 더 가벼워 착용감이 우수하다고 할 수 있다. 셔벌마네킹의 부위별 열저항을 측정한 결과에서 개발 정비파카가 기존 정비파카에 비해 팔과 엉덩이 부위에서 열저항이 낮은 것으로 측정되었다. 이는 정비파카의 활동성을 높이기 위하여 길이를 짧게 하고 목부위를 넓게 한 결과로 판단되었다. 동작적합성 개선을 위한 패턴 변형과 동시에 보온성 향상을 위한 기능의 추가가 필요함을 알 수 있다.

본 연구는 활동성과 보온성 평가를 위한 실험설계를 통하여 기존 정비파카와 개발 정비파카를 비교 평가하였기 때문에 실제 환경에서 착용하는 것과 차이가 있을 수 있다. 따라서 추후에 군대 시험 착용을 통한 현장 평가가 이루어져 더 구체적으로 평가되어 보완되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 지식경제부(대한민국)가 조성한 산업원천기술개발사업(10035526, 맞춤형산형 섬유제품 PLM 시스템 개발)의 지원을 받아 수행하였습니다.

References

- American Society for Testing and Materials. (1988). ASTM F1154-88 Standard practices for qualitatively evaluating the comfort, fit, function and integrity of chemical-protective suit ensembles. PA: Author.
- Aschoff, J. (1970). Circadian rhythm of activity and body temperature. In Hardy, D., Gagge, A. P. & Stolwick, J. A. (Eds.), *Physiological and behavioral temperature regulation* (pp.905 ~919). Springfield, IL: C. Thomas.
- Choe, J. S., Choe, H. S., Lee, G. M. (2003). A Study on the Functional Development of Army's Combat Uniforms. *Journal of the Korean Society of Costume*, 53(5), 141-153.
- Huck, J. (1988). Protective clothing systems: A technique for evaluating restriction of wearer mobility. *Applied Ergonomics*, 19(3), 185-190.
- International Organization for Standardization. (2007). *ISO TR 11079 : Ergonomics of the thermal environment Determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) and local cooling effects*. Geneva: Author.
- Jin, S. M., & Hwang, J. Y. (2006). A Study on the Camouflage Pattern for the Korean Arm forces Uniform. *The bulletin of Korean Society of Basic Design & Art*, 7(3), 511-522.
- Kim, K. H., Kim, Y. M., Kim, H. Y., Ahn, T. Y., Lee, S. A., Choi, K. H., Hong, K. H., Hwang, S. Y. (1990). A Study on the Functional Design Process and Performance Evaluation of Army's Training Wear. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 14(2), 104-116.
- Kim, Y. H. (2003). Comparison of Range-of-motion test methods for measuring Clothing Mobility. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 27(12), 1374-1380.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2004). KS K 0050-Sizing Systems for male Adult's Garments. Seoul: Author.
- Kwon, S. H., & Ha, J. S. (2006). A Study on Modern Military Uniform Design. *Journal of the Korean Society of Costume*, 56(9), 143-156.
- Lee, K. J., Cho, C., Lee, S. J. (1999). A Study on the Actual Conditions of ROD Army BDU. *Journal of the Korean Society of Costume*, 45, 121-131.
- 'New Combat Uniform'. (2010, December 21). Newstown. Retrieved March 2, 2011, from <http://www.newstown.co.kr>
- Watkins, Susan M. (2003). *Clothing* (H. S. Choi, Trans.). Seoul: Ewha Womans University Press. (Original work published 1984)

(2011년 3월 25일 접수/2011년 6월 4일 1차 수정/
2011년 9월 29일 2차 수정/2011년 9월 29일 게재확정)