

육군용 화생방보호의 개발을 위한 기초 실태 조사

Investigation of current conditions for the development of military CBR clothing

이옥경¹⁾ · 엄란이²⁾ · 이예진*

충남대학교 의류학과 강사¹⁾ · 제주대학교 패션의류학과 조교수²⁾ · 충남대학교 의류학과 교수*

Lee, Okkyung¹⁾ · Eom, Rani²⁾ · Lee, Yejin*

Department of Clothing and Textiles, Chungnam National University¹⁾*

Department of Fashion & Textiles, Jeju National University²⁾

Abstract

This study aimed to investigate the problems of military chemical, biological, and radioactive (CBR) clothing through a survey of the current conditions, and provide basic data for the development of new CBR clothing with improved functionality. A survey of 209 men in their twenties who had experience wearing CBR clothing was conducted by evaluating questionnaire items including appearance satisfaction, wearing convenience, fit suitability, and ease of movement. The most dissatisfying parts of the top and bottom were the hood and the hem of the pants. The most uncomfortable movements when wearing the top and bottom were arm and shoulder movements and knee movements. During combat training, the body part with the poorest fit was the face. When developing new CBR clothing, an overall style with a connected top and bottom was preferred, as well as the combination of a jacket and hood. Velcro was the most preferred method of fastening the pockets, sleeves, pants, and hood.

Keywords: Military CBR clothing, 20s men, Survey, Wearer's needs

I. 서론

최근 다양한 재난과 위험이 대형·복합화 되면서 안전한 삶을 보장하기 위한 재난 예방과 대응 관련 기술의 개발이 절실한 실정이다. 특히, 2020년 COVID-19 이후 전 세계적으로 유해 물질로부터 인체를 보호하는 개인보호구(PPE; Personal Protective Equipment)에 대한 관심이 급증하고 있는 실정이다. 즉, 유해물질에 저항성을 가지는 보호복에 대한 수요가 화학, 의약, 보건 위생 등 각종 산업 분야를 비롯해 군사 용도에 이르기까지 다방면에 걸쳐 요구되고 있다(김한일 외, 2019). 따라서 화공산업 현장에

서의 화학적 보호복, 바이러스 노출환경에서의 의료용 방호복, 화염과 유독가스의 화재 현장에서의 소방 방화복에서 경찰용, 군사용에 이르기까지 다양한 보호복을 대상으로 연구가 진행되고 있다. 또한, 단순 보호에서 나아가 착용자 관점의 제품이 될 수 있도록 인간공학적 제품 개발 연구도 증가하고 있는 추세이다. 그러나 국내의 경우 국외에 비해 보호복 관련 연구가 현저히 적은 실정이며, 군사 목적의 유해화학물질에 대해 보호성능을 갖춘 화생방 보호의 연구는 군 기밀이라는 특성 때문에 타 보호복에 비해 더욱 연구가 미비한 실정이다. 화생방 전투 상황에서 개인을 보호하기 위한 무기체계는 화생방보호의, 방독

* Corresponding author: Lee, Yejin
Tel: +82-42-821-6824, Fax: +82-42-821-8887
E-mail: yejin@cnu.ac.kr

면, 보호장갑, 보호덧신 등으로 구성되며, 이 중 화생방보호의는 방독면과 함께 개인보호체계의 핵심 무기 체계로써 화학·생물학 작용제 및 방사능으로부터 손, 발을 제외한 신체 모든 부위를 보호할 수 있는 매우 중요한 수단이다(허미라, 임종선, 2015). 하지만 현재 우리 군에서 운용 중인 화생방보호의는 장기간 착용 시 병사의 열적 피로도를 유발하고, 무거운 중량과 큰 부피감으로 인해 착용감이 낮은 편이며, 세탁 불가로 인한 운영상의 어려움 등 여러 문제점을 가지고 있다. 게다가, 아직까지 3차원 형상인 인체의 움직임에 대응하지 못해 작전 수행 시 신체적 활동 제한을 유발하여 병사의 업무수행 능력 및 전투력 저하가 심화되고 있는 실정이다(김혜정 외, 2011; 이광연, 2017; 이성환 외, 2013; 전홍주, 마정목, 2019). 그러므로 화생방보호의는 설계 단계 시 유해물질로부터의 방호성과 착탈의 용이성, 착용감, 동작적합성, 사이즈 적합성, 세탁성 등을 갖추어야 한다. 미국 NIJ(National Institute of Justice)의 지침서에서도 화생방보호의 선택 시 유기물에 대한 방호성능, 방호내구성, 중량, 착용감, 세탁성, 크기, 형태 등 12가지를 고려해야 한다고 하였다(강재성 외, 2012; NIJ, 2002). 그럼에도 불구하고 화생방보호의를 대상으로 한 지금까지의 연구는 대부분 화생방 보호성능 향상, 소재의 경량화, 세탁성 개선 등 소재 중심으로 이루어졌다. Maddah(2016)는 고분자막과 탄소 섬유를 동시에 적용한 소재를 통해 오염 지역에서 안전성과 내구성을 높인 화생방보호의를 개발하였으며, 이광연(2017)은 탄소나노튜브 소재를 적용한 화생방보호의의 방호원리 및 발전 방향에 대해 연구하였고, 김혜정 외(2011)는 화생방보호의 재질에 따른 취약 요소를 분석하여 병사의 전투 효율성에 어떠한 차이를 가져오는가를 연구하여 발전 방향을 제시하였다. 한편, 강재성 외(2012)는 미래병사체계 응용연구와 연계해 화생방보호의 신규 소재의 선택적 접근 방안을 제시하였다. 그러나 착용감과 동작적합성을 증진시키기 위한 화생방보호의의 패턴 설계도나 세부 디자인 연구는 앞서 언급했듯이 아직까지 거의 없는 실정이다. 따라서 활동편의성, 착용감 중점의 화생방보호의 제품 개발을 위한 기초 정보가 시급함을 알 수 있었다.

이에 본 연구에서는 현재 육군에 제공되고 있는 화생방보호의를 6개월 이내 착용한 경험이 있는 20대 남성을 대상으로 전반적인 착용실태를 파악하고, 화생방보호의 착용 후 동작 시 불편한 점과 개선 요구 사항을 분석하여 동작적합성 및 쾌적성이 우수한 화생방보호의를 개발 시 중점을 두어야 하는 기초 요소를 파악하고자 하였다.

II. 이론적 배경

1. 화생방보호의 디자인

화생방보호의는 개인의 생존성 보장을 위해 화생작용제로부터 피부를 보호하는 개인 보호장비로 [그림 1]에서 보는 바와 같이 보호의, 보호장갑, 전투화 덮개(보호덧신)로 구성된다. 이때, 보호의는 상의와 하의 분리형이면서 외피와 내피 두 겹으로 구성되고, 보호장갑은 천장갑과 고무장갑 두 종류가 있다.

이러한 화생방보호의는 현재 신체 보호라는 목적에 주요 초점을 두고 있어 착용감에 대한 고려는 부족한 실정으로 착용 후 작전을 수행 시 신체적 활동 제한으로 인해 임무수행 효율을 감소시키고 있다. 또한, 외부환경 조건 및 활동을 고려하지 않고 하나의 아이템을 모든 상황에서 착용하고 있어 다양한 문제점이 발생하고 있다. 구체적으로 살펴보면, 보호의의 무게와 부피 및 통기성 부족으로 인해 열 압박(heat stress) 또는 체열 축적(heat build-up)이 발생하고, 보호의 앞 팔 부분의 형태와 전투화 덮개(보호덧신)로 인한 민첩성 저하 문제 및 보호장갑 착용에 따른 손작업의 정교성 저하 등이 발생한다고 언급되고 있다(이성환 외, 2013). 이는 모두 화생방보호의 착용에서 오는 불편함으로 이를 해결하기 위해서는 디자인, 소재, 사이즈 등의 다각도적인 측면에서의 해결방안 모색이 시급한 것으로 사료된다.



[그림 1] 화생방보호의 기본 구성

<출처> 이성환 외, 2013. p.105

2. 화생방보호의 사이즈 체계

화생방보호의는 군수품 측면에서 보면 피복류의 물자에 해당한다(육군본부, 2012). 이러한 피복류 물자는 장병 신장에 따라 <표 1>에서 보는 바와 같이 특 1호에서 6호까지 총 7개의 크기로 구분되며(육군 교육사령부, 2013), 신장에 따른 보급비율을 살펴보면 3호와 4호의 보급률이 가장 높은 것을 알 수 있다. 그러나 화생방보호의는 폴리에스테르의 고분자 물질 소재로 이루어져 있기 때문에 자외선 등 빛에 노출 시 재질변화가 쉽게 일어나고, 대기환경에 노출이 되면 보호의 방호능력이 저하된다(김혜정 외, 2011). 따라서 화생방보호의는 밀봉 포장되고, 다른 피복류 물자와 다르게 평시에 개인 지급되지 않으며, 소대 및 중대단위로 통합하여 보관하고 있는 실정이다. 그로 인해 부대에서는 모든 장병들의 신체 사이즈에 적합한 화생방보호의를 보유하는데 어려움이 있고, 장병들은 자신의 신체 사이즈에 적합하지 않은 보호의를 착용하는 경우가 빈번하게 발생하게 되며, 이는 전투수행능력 저하로 이어져 문제점을 발생시키고 있다(전홍주, 마정목, 2019). 따라서 화생방보호의의 전투수행능력을 최대화하기 위해서는 현 20대 남성의 신체 사이즈와 분포도를 고려하여 적절한 보호의의 지급이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

3. 화생방보호의 소재

화생방보호의 소재는 크게 불침투성, 침투성, 반침투성, 선택투과성 개념으로 구성되고, 가장 많이 사용하고 있는 침투성/반침투성 소재는 일반적으로 외피와 내피로 구분된다(강재성 외, 2012).

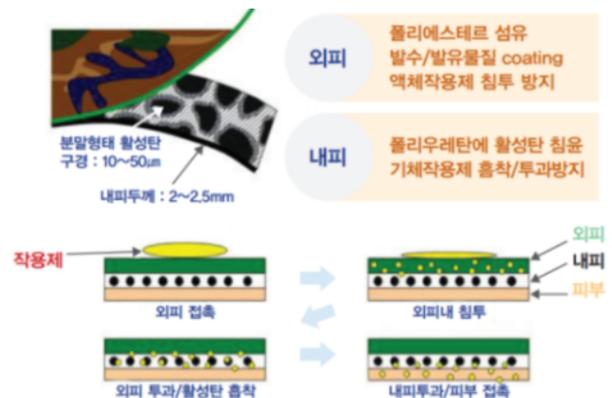
[그림 2]에서 보는 바와 같이, 외피는 폴리에스테르와 면 재질로 이루어져 있으며, 액체 상태의 작용제에 대한 1차적 방호를 위해 발수·발유처리가 되어 있고, 내피는 외

피를 통과하여 침투하는 작용제를 방호하기 위해 활성탄 분말이 폴리우레탄폼(Polyurethane Foam)에 도포되어 있다. 즉, 액체상태의 화학적 용제가 발수·발유 처리된 외피 표면에 최초로 접촉하면 일부 액체작용제가 외피로 흡수되고, 흡수된 액체작용제는 내피로 투과하게 된다. 이때, 내피에 불규칙하게 분포되어 있는 분말형 활성탄이 투과한 작용제를 흡착하여 작용제로부터 신체를 보호하는 것이다(허미라, 임종선, 2015). 흡착제로 사용하는 분말형 활성탄은 부피와 중량이 크게 하여 사용편의성이 낮고, 세탁이 어려워 재사용이 불가능하다는 단점과 열피로도가 매우 높은 단점을 갖게 된다. 따라서 이를 개선하기 위한 해결책으로 새로운 소재 개발이 활발하게 진행되고 있다.

III. 연구 방법

1. 조사 대상자 및 조사 방법

본 연구의 설문 방법은 전문 설문 기관을 통해 자료를



[그림 2] 현용 화생방보호의 구성 및 방호 원리
 <출처> 허미라, 임종선, 2015. p.109

<표 1> 화생방보호의 사이즈 체계

구분	화생방보호의 사이즈	신장(cm)	보급비율(%)
1	특1호	190 이상	0.3
2	1호	185 이상 190 미만	2.7
3	2호	180 이상 185 미만	12.2
4	3호	175 이상 180 미만	28.3
5	4호	170 이상 175 미만	33.6
6	5호	165 이상 170 미만	19.5
7	6호	165 미만	3.4

수집하였다. 조사 대상자는 현직 군인 또는 6개월 이내 육군 화생방보호의 착용 경험이 있을 뿐만 아니라 화생방보호의 착용 후 훈련에 참여한 경험이 있고, 화생방 훈련 시 본인의 신체 사이즈에 맞는 호수의 화생방보호의를 착용했던 20대 남성이었다. 조사 대상자를 20대로 한정하는 이유는 2010년 이후 육군에서 제공하고 있는 동일한 화생방보호의를 착용한 경험이 있는 대상자를 선정하기 위함이었다. 설문은 2021년 5월 3주간 실시하였으며, 응답 완료 210부 중 데이터 누락이 있는 것을 제외한 209부를 분석에 사용하였다.

2. 설문 내용

설문 문항은 화생방보호의를 비롯한 보호복과 관련된 선행연구(강재성 외, 2012; 권주희 외, 2012; 김한일 외, 2019; 방창훈, 권정숙, 2020; 방창훈 외, 2014; 이아람 외, 2016; 전홍주, 마정목, 2019)를 참고하여 본 연구에 맞도

록 수정 보완하여 구성하였다. 구체적으로 인구통계학적 특성 관련 6문항, 화생방보호의 외관 만족도와 주머니 크기 및 상·하의 길이 선호도 관련 5문항, 화생방보호의 부위별 만족도 관련 2문항, 화생방보호의 및 기타 제품 착용 후 동작성과 만족도 관련 9문항, 신형 화생방보호의 개발 관련 15문항으로 구성하였다. 다만, 현재 병과와 훈련 활동에 상관없이 동일한 화생방보호의를 착용하고, 소재도 한 가지라는 군 관련 전문가의 의견을 반영하여 이에 대한 문항은 고려하지 않았다.

3. 분석 방법

분석은 IBM SPSS Statistics 24.0을 사용하여 기술통계분석과 빈도분석, 다중응답 분석을 시행하였고, 화생방보호의 착용 횟수, 군 근무경력, 사이즈 만족도에 따른 차이를 볼 수 있는 문항에 대해서는 ANOVA분석을 실시하였다.

〈표 2〉 조사대상자의 인구통계학적 특성

N=209(%)

	변인	빈도(명)	백분율(%)
거주 지역	서울	51	24.4
	광역시	53	25.4
	경기	58	27.8
	충청	13	6.2
	강원	2	1.0
	전라	14	6.7
	경상	17	8.1
	세종	1	0.5
화생방보호의 착용 횟수	1회	47	22.5
	2회	56	26.8
	3회	45	21.5
	4회	16	7.7
	5회 이상	45	21.5
화생방보호의 착용 사이즈	1호 (신장 185~190cm)	20	9.6
	2호 (신장 180~185cm)	37	17.7
	3호 (신장 175~180cm)	62	29.7
	4호 (신장 170~175cm)	66	31.6
	5호 (신장 165~170cm)	19	9.1
	6호 (신장 165cm 이하)	5	2.4
화생방보호의 사이즈 만족 여부	만족	68	32.5
	불만족	141	67.5
군복무 기간	1년 이하	15	7.2
	1~5년	188	90.0
	5~10년	5	2.4
	10~15년	1	0.5
화생방보호의 착용 시 불편함을 느낀 경험 유무	있음	185	88.5
	없음	24	11.5

IV. 결과 및 논의

1. 조사 대상자의 인구통계학적 특성

조사 대상자의 인구통계학적 특성은 <표 2>와 같았다. 조사 대상자는 총 209명으로 대상자의 거주 지역은 서울 51명(24.4%), 광역시 53명(25.4%), 경기도 58명(27.8%), 충청 13명(6.2%), 강원 2명(1.0%), 전라 14명(6.7%), 경상 17명(8.1%), 세종 1명(0.5%)으로 수도권의 비율이 높았다.

1년에 화재보호의를 착용한 횟수는 1회 47명(22.5%), 2회 56명(26.8%), 3회 45명(21.5%), 4회 16명(7.7%), 5회 이상 45명(21.5%)으로 육군 생활 동안 화재보호의 착용 횟수는 높지 않음을 알 수 있었다. 그리고 착용했던 화재보호의 사이즈는 4호 66명(31.6%), 3호 62명(29.7%), 2호 37명(17.7%), 1호 20명(9.6%), 5호 19명(9.1%), 6호 5명(2.4%) 순으로 3, 4호의 비율이 높은 것으로 조사되었다. 또한, 착용했던 화재보호의 사이즈가 잘 맞았는가에 대해서는 ‘그렇다’ 68명(32.5%), ‘그렇지 않다’ 141명(67.5%)으로 나타나 사이즈 만족도가 낮은 것으로 나타났다. 이는 실제 화재방 훈련 시 본인의 신체 사이즈에 맞는 호수의 화재보호의가 제공되어도 현재 화재보호의의 사이즈 체계가 단순히 신장에 의해 분류되어 있기 때문에 사이즈 적합성이 낮은 것으로 파악된다. 이를 통해, 새로운 사이즈 체계 수립과 적합한 패턴 설계가 필요함을 확인할 수 있었다.

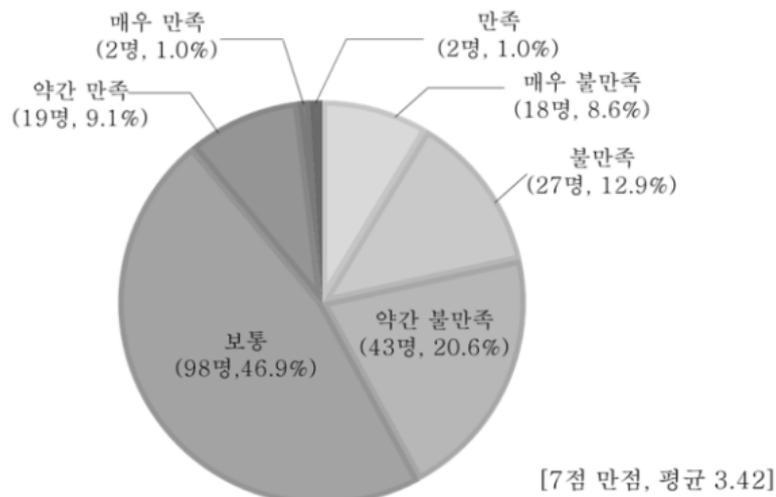
한편, 군 근무경력은 1~5년이 188명(90.0%)로 가장

높게 나타났으며, 그 다음으로 1년 미만 15명(7.2%), 5~10년 5명(2.4%), 10~15년 1명(0.5%)이었다. 마지막으로 화재보호의 착용 시 불편함을 느껴본 적이 있는가에 대해서는 ‘그렇다’ 185명(88.5%), ‘그렇지 않다’ 24명(11.5%)으로 나타나 불편함의 원인을 찾아 개선할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

2. 화재보호의 외관 만족도와 주머니 크기 및 상·하의 길이 선호도

화재보호의 외관 만족도 관련 설문 결과는 [그림 3]에 나타내었다. 화재보호의의 전체적인 외관에 대한 만족도는 보통 98명(46.9%), 약간 불만족 43명(20.6%), 불만족 27명(12.9%), 약간 만족 19명(9.1%), 매우 불만족 18명(8.6%), 만족 2명(1.0%), 매우 만족 2명(1.0%) 순으로 나타났다. 즉, 외관 만족도는 대체로 불만족스러운 것으로 파악되었다.

상·하의 주머니 크기와 전체적인 길이감에 대한 선호도 조사 결과는 <표 3>에 나타내었다. 상의와 하의 주머니 크기 모두 ‘적당하다’가 각각 139명(66.5%), 140명(67.0%)으로 가장 높은 비율을 차지하여 주머니 크기에 대해서는 대부분 적당하다고 느끼는 것을 알 수 있었다. 상의 길이감에 대해서는 허리와 엉덩이 중간 높이가(136명, 65.1%)를 가장 선호하는 것으로 나타났고, 하의는 발목보다 아래(89명, 42.6%)를 선호하는 비율이 가장 높은 것으로 파악되었다.



[그림 3] 화재보호의 외관 만족도

〈표 3〉 상·하의 주머니 크기와 전체 길이감에 대한 외관 만족도

N=209(%)

	변인	빈도(명)	백분율(%)
상의 주머니 사이즈	매우 작다	8	3.8
	작다	45	21.5
	적합하다	139	66.5
	크다	14	6.7
	매우 크다	3	1.4
하의 주머니 사이즈	매우 작다	10	4.8
	작다	40	19.1
	적합하다	140	67.0
	크다	17	8.1
	매우 크다	2	1.0
상의 길이	허리 높이	45	21.5
	허리와 엉덩이 중간 높이	136	65.1
	엉덩이 높이	28	13.4
하의 길이	발목	47	22.5
	발목 위	58	27.8
	발목 아래	89	42.6
	발등	15	7.2

3. 화생방보호의 부위별 만족도 평가

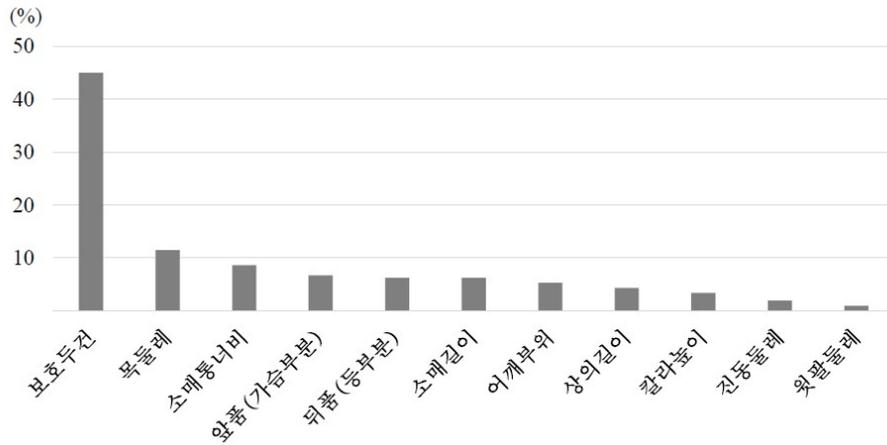
[그림 4]와 [그림 5]에서 보는 바와 같이, 상의에서 가장 불만족스러운 부분은 보호두건 94명(45.0%), 목둘레 24명(11.5%), 소매통너비 18명(8.6%), 앞폭 14명(6.7%), 뒤폭 13명(6.2%), 소매길이 13명(6.2%), 어깨 부위 11명(5.3%), 상의길이 9명(4.3%), 칼라높이 7명(3.3%), 진동둘레 4명(1.9%), 윗팔둘레 2명(1.0%) 순으로 나타났다. 하의에서 가장 불만족스러운 부분은 바지 밑단둘레 38명(18.2%), 바지통 34명(16.3%)과 허리둘레 33명(15.8%), 바지길이 32명(15.3%), 허벅지둘레 18명(8.6%), 밑위길이 17명(8.1%), 엉덩이둘레와 앞허리높이 16명(7.7%), 뒤허리높이 3명(1.4%), 종아리둘레 2명(1.0%) 순으로 나타났다. 이를 통해 상의에서 가장 불만족스러운 부분은 보호두건 부분이고, 하의에서 가장 불만족스러운 부분은 바지밑단둘레임을 알 수 있었다.

4. 화생방보호의 착용 후 동작적합성 및 만족도 평가

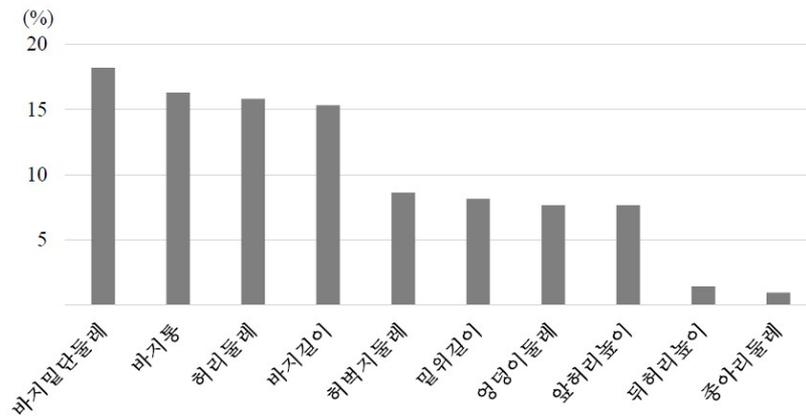
화생방보호의 착용 후 동작적합성 평가는 군 관련 전문가의 자문을 받아 대표 동작으로 팔 벌려 높이 뛰기, 쪼그려 뛰기, 제자리 걷기로 선정하였고, 설문 시 이에 대한 동작에 따른 만족도를 조사하였다. [그림 6]에서 보는 바와 같이, 상의에 대한 동작 만족도는 ‘보통이다’ 82명(39.2%), ‘약간 불만족한다’ 72명(34.4%),

‘불만족한다’ 28명(13.4%), ‘매우 불만족한다’ 17명(8.1%) 순으로 나타났으며, ‘만족한다’와 ‘매우 만족한다’에 대한 응답률은 0%였다. 하의는 ‘보통이다’ 97명(46.4%), ‘약간 불만족한다’ 60명(28.7%), ‘불만족한다’ 26명(12.4%), ‘매우 불만족한다’ 17명(8.1%)으로 나타났으며, 상의와 동일하게 ‘만족한다’와 ‘매우 만족한다’라고 응답한 조사 대상자는 한 명도 없는 것으로 파악되었다. 즉, 화생방보호의 상·하의를 착용한 후 동작을 했을 때 만족도 평가에서 만족율은 모두 5% 이내로 동작 시 많은 불편함을 느끼는 것을 알 수 있었다. 보호두건, 보호장갑, 보호덧신의 경우도 ‘보통이다’의 응답률이 각각 92명(44.0%), 95명(45.5%), 87명(41.6%)으로 가장 높았으며, ‘약간 만족한다’의 응답률은 19명(9.1%), 24명(11.5%), 18명(8.7%)으로 약 10% 정도였고, ‘만족한다’와 ‘매우 만족한다’에 대한 응답률은 0%로 나타났다. 이를 통해 화생방보호의 상·하의와 기타제품(보호두건, 보호장갑, 보호덧신)을 착용한 후 동작을 할 때 만족도가 대체로 낮아 동작 대응 활동성에 어려움을 느끼는 것을 알 수 있었다.

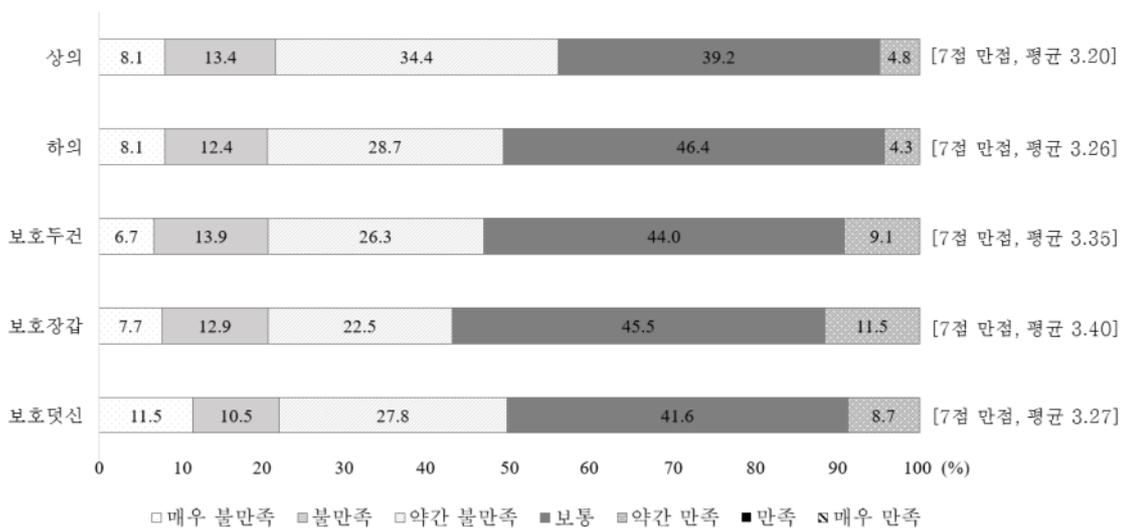
다음으로 앞서 언급했듯이 본인이 착용했던 화생방 보호의의 사이즈가 자신에게 잘 맞았는가에 대해 살펴본 결과, 불만족이 만족에 비해 두 배 이상 높은 비율로 나타나, 사이즈 적합성에 따른 동작 시 느끼는 만족도에 차이가 있는가를 살펴보기 위해 *t-test*를 실시한 결



[그림 4] 상의에서 불만족스러운 부위



[그림 5] 하의에서 불만족스러운 부위



[그림 6] 화생방보호의 및 기타 제품 착용 시 동작적합성 만족도

과, <표 4>에서 보는 바와 같이 통계적으로 유의미한 차이가 발생하였다. 그러나 화생방보호의 상·하의, 보호두건, 보호장갑, 보호덧신 모두 자신에게 잘 맞는 사이즈를 착용한 조사 대상자의 경우, 그렇지 못한 대상자에 비해 점수가 높았지만, 그 값은 ‘보통’인 4점보다 낮은 점수였다. 전홍주, 마정목(2015)의 연구에서도 20개 부대를 대상으로 각 부대별 화생방보호의 보유율과 지급기준을 조사한 결과, 본인의 사이즈에 맞지 않는 보호의를 입는 경우가 빈번하게 발생한다고 언급하며, 이는 전투 수행 능력 저하로 이어져 문제가 될 수 있다고 하였다. 따라서 동작편의성을 향상시키는 디자인 개발은 시급함을 알 수 있었다.

한편, 화생방보호의 착용 횟수에 따라 화생방보호의 착용 후 동작 시 만족도의 차이는 <표 5>에 나타내었다. 화생방보호의 상·하의, 보호두건, 보호장갑, 보호덧신 5가지 아이템에 대해 분석을 실시하였는데, 통계적으로 유의미한 차이가 발생한 아이템은 화생방보호의 상·하의와 보호덧신이었다. 이 아이템들은 화생방보호의를 착용한 횟수가 증가할수록 훈련 동작 시 만족도가 낮아졌다. 이를 통해 화생방보호의를 착용한 횟수가 많을수록 동작성 평가에서 불만족도가 더 높은 것을 알 수 있었다. 즉, 1년에 1~3회 정도만 착용하고 느낀 화생방보호의 불편함은 제품의 문제와 함께 익숙하지 않

은 낮은 조건도 변인으로 작용할 수 있으나, 4~5회 이상 횟수가 증가할수록 동작 만족도가 더욱 낮아지는 결과를 통해 화생방보호의의 디자인 및 패턴 설계 연구가 새롭게 시도되어야 함을 의미한다. 다만, 보호두건과 보호장갑은 착용 횟수에 따른 유의미한 차이가 없었는데, 이는 이마와 손가락의 촉각 명확도를 나타내는 2점 접촉 역치가 다른 부위에 비해 작아 착용 횟수에 상관 없이 불만족에 순응된 것으로 판단된다.

마지막으로 화생방보호의 상·하의를 착용한 후 동작 시 어느 부위에서의 동작이 가장 불편한가에 대한 설문 결과는 [그림 7]에 정리하였다. 상의에서는 팔 동작(75명, 35.9%) 시 가장 큰 불편함을 느낀다고 하였고, 어깨 동작(50명, 23.9%)과 목 동작(32명, 15.3%)에서도 많은 불편함을 느끼는 것으로 나타났다. 하의에서는 무릎 동작(59명, 28.2%)이 가장 높은 비율을 차지하였고, 엉덩이 동작(52명, 24.9%)과 허리 동작(31명, 14.8%) 시에도 많은 불편함을 느끼는 것으로 파악되었다.

한편, 화생방보호의를 착용한 후 전투 훈련 시 만족도가 가장 낮았던 신체 부위에 대해 살펴본 결과[그림 8], 가장 낮은 만족도를 나타낸 신체 부위는 얼굴(68명, 32.5%)로 나타났으며, 팔(23명, 11.0%)과 어깨(20명, 9.6%)도 불만족도가 높았다. 또한, [그림 9]에서 보는 바와 같이 열감, 습윤감, 압박감이 가장 많이 느껴진

<표 4> 화생방보호의 적합 사이즈 착용에 따른 동작 시 느끼는 만족도

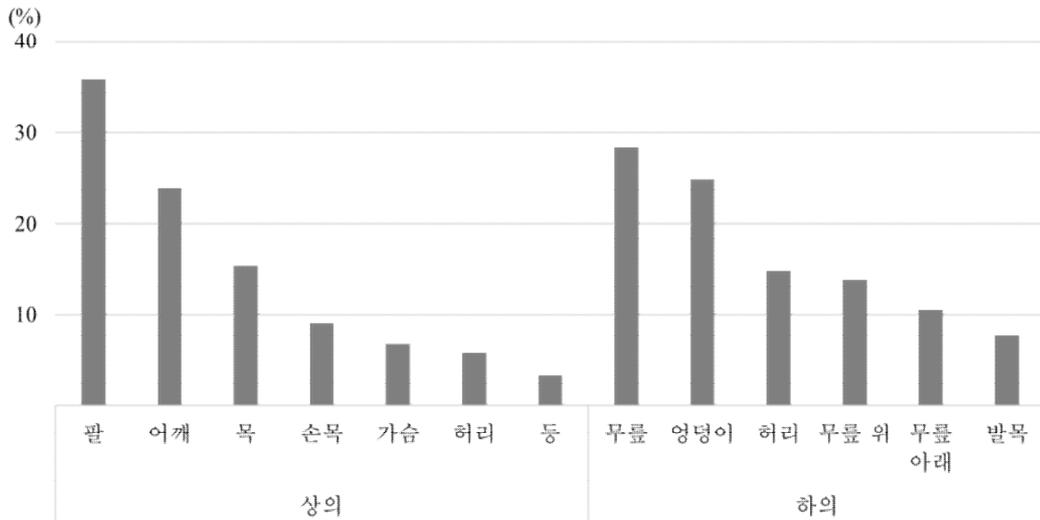
변인	평균 (표준편차)		F
	적합 사이즈 착용	부적합 사이즈 착용	
상의	3.47(.84)	2.63(1.12)	12.431***
하의	3.47(.87)	2.84(1.15)	7.963***
보호두건	3.58(.86)	2.87(1.22)	13.812***
보호장갑	3.56(.98)	3.07(1.24)	4.501**
보호덧신	3.43(1.07)	2.9 (1.29)	2.936**

** $p < .01$, *** $p < .001$

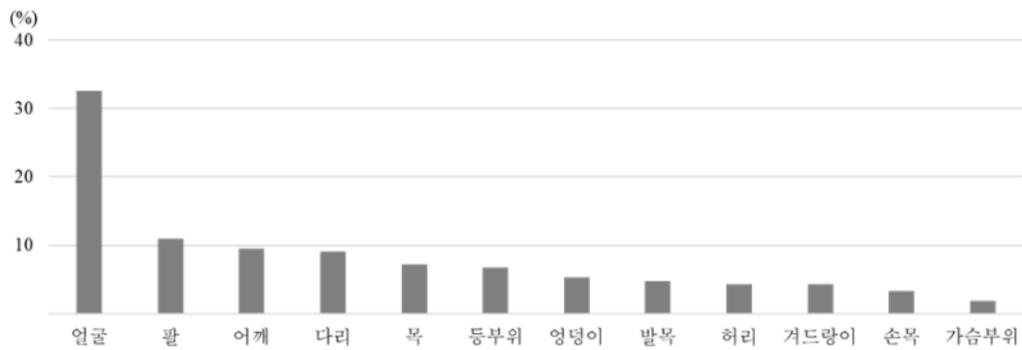
<표 5> 화생방보호의 착용 횟수에 따른 동작 시 만족도

	1회	2회	3회	4회	5회 이상	F
상의	3.43(.85) ^b	3.09(1.16) ^b	3.58(.72) ^b	2.84(1.00) ^a	2.81(1.22) ^a	4.545**
하의	3.53(.84) ^b	3.44(.81) ^b	3.47(.82) ^b	3.07(1.22) ^a	2.96(.16) ^a	3.068*
보호두건	3.51(.91) ^a	3.07(1.17) ^a	3.60(1.07) ^a	3.25(1.00) ^a	3.31(.95) ^a	2.003
보호장갑	3.66(.82) ^a	3.18(1.25) ^a	3.67(.98) ^a	3.25(1.13) ^a	3.20(1.16) ^a	2.426
보호덧신	3.57(.90) ^b	3.49(.97) ^b	3.31(1.40) ^b	3.20(1.27) ^b	2.82(1.27) ^a	3.024*

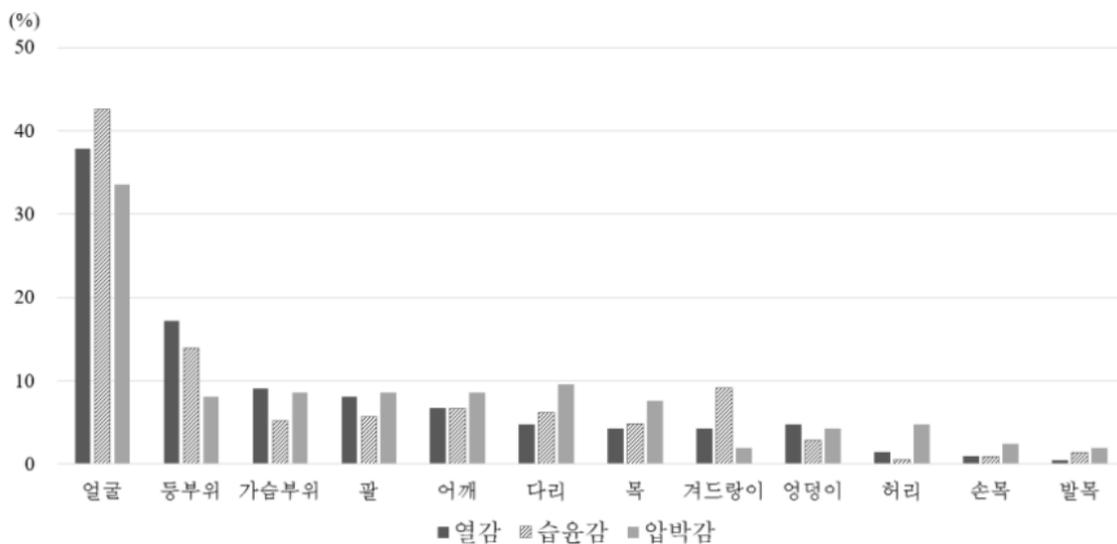
* $p < .05$, ** $p < .01$, Duncan test results (a<b)



[그림 7] 화생보호의 착용 후 동작 시 가장 불편한 동작 부위



[그림 8] 화생보호의 착용 후 전투 훈련 시 만족도가 낮은 신체 부위



[그림 9] 화생보호의 착용 후 전투 훈련 시 열감, 습윤감, 압박감이 가장 많이 느껴진 부위

부위에 대해 분석한 결과, 열감은 얼굴 79명(37.8%)과 등 36명(17.2%)에서 가장 많이 느껴지는 것으로 조사되었으며, 습윤감도 얼굴(89명, 42.6%)과 등(29명, 13.9%) 부위에서 많이 느끼는 것으로 나타났다. 압박감 역시 얼굴(70명, 33.5%) 부위에서 가장 많이 느끼는 것으로 파악되었다. 즉, 열감, 습윤감, 압박감을 가장 많이 느낀 신체 부위는 모두 얼굴임을 알 수 있었다.

5. 새로운 화생방보호의 개발 선호 요구도

새로운 화생방보호의 개발을 위한 디자인 및 부위별 부자재 선호도 분석 결과는 <표 6>에 제시하였다. 구체적으로 살펴보면, 선호하는 화생방보호의의 스타일은 상·하의 일체형(Overall type)이 113명(54.1%)으로 상·하의 분리형(Jacket+pants) 96명(45.9%)보다 더 많은 것으로 나타났으며, 상의와 후드의 형태 또한 상의와 후드 결합형이 142명(67.9%)으로 상의와 후드 분리형 67명(32.1%)보다 높은 비율을 차지했다. 화생방보호의 상·하의에 있는 주머니의 덮개처리 방법으로는 벨크로(84명, 40.2%)를 가장 선호하는 것으로 나타났고, 그

다음으로는 지퍼 68명(32.5%), 스냅 39명(18.7%), 일반 단추 18명(8.6%) 순으로 응답하였다. 소매와 바지 끝부분 처리 방법에 대해서는 모두 벨크로를 가장 선호하였으며, 고무밴드와 립(Rib)처리 방법도 응답률이 높았으나, 끈으로 처리하는 방법에 대한 선호도는 낮은 것으로 파악되었다. 후드 여밈 처리 방법에 대해서는 벨크로 114명(54.5%), 고무밴드 66명(31.6%), 끈 29명(13.9%) 순으로 나타나, 화생방보호의의 주머니의 덮개 처리, 소매 끝부분, 바지 끝부분, 후드 부분의 여밈 처리 방법으로 작동이 용이한 벨크로를 가장 선호함을 알 수 있었다. 즉, 벨크로는 일반적인 여밈 처리 방법으로 화생방보호의에서도 유용하게 사용될 것으로 판단된다. 다만, 여기서 더 나아가 벨크로의 형태와 크기, 주요 동작에 방해되지 않는 위치 선정 등 기능성 향상을 위한 방안이 필요하다고 생각한다.

화생방보호의를 착용한 후 동작 시 쾌적성 및 동작 적합성 향상과 열적 피로도 감소를 위한 내의와 기타 서스펜더, 지퍼의 필요 유무에 대해 분석한 결과는 [그림 10]과 같았다. 먼저, 화생방보호의와 전투복 안에 착용하는 내의 개발의 필요성 유무에 대해 조사한 결과, ‘필

<표 6> 새로운 화생방보호의 디자인 및 부위별 부자재 선호도

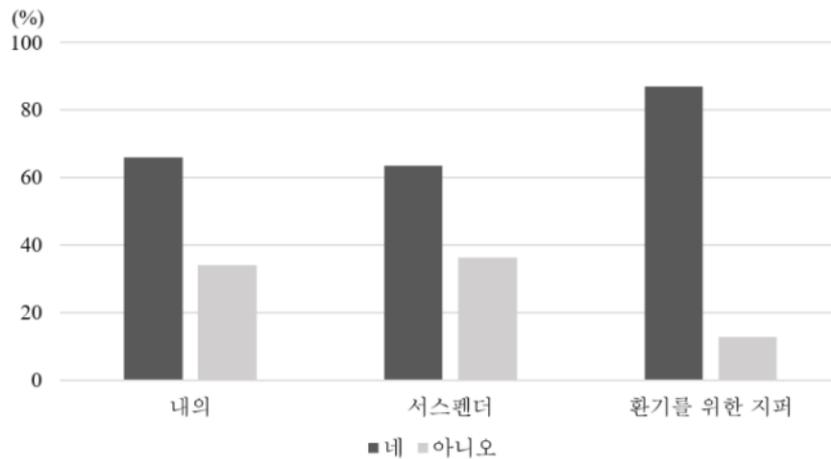
N=209(%)

변인	빈도(명)	백분율(%)	
상의와 하의 디자인	상·하의 일체형(Overall type)	113	54.1
	상·하의 분리형(Jacket+pants)	96	45.9
상의와 후드 디자인	결합형	142	67.9
	분리형	67	32.1
주머니 덮개 처리	벨크로	84	40.2
	지퍼	68	32.5
	스냅	39	18.7
	단추	18	8.6
소매 끝부분 처리	벨크로	78	37.3
	고무밴드	69	33.0
	립	50	23.9
	끈	12	5.7
바지 끝부분 처리	벨크로	78	37.3
	고무밴드	69	33.0
	립	50	23.9
	끈	12	5.7
후드 여밈 처리	벨크로	114	54.5
	고무밴드	66	31.6
	끈	29	13.9

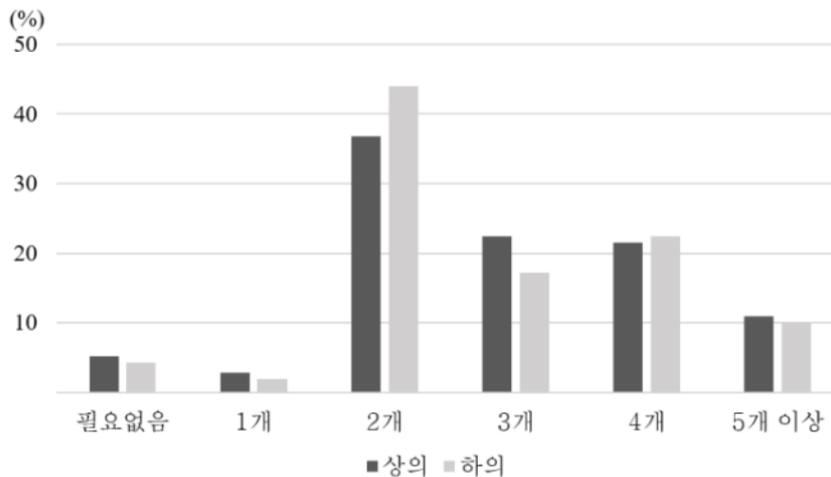
요하다' 138명(66.0%)으로 '필요하지 않다' 71명(34.0%)보다 훨씬 높은 것으로 나타났다. 그리고 화생방보호의가 분리형(Jacket+pants)으로 제작된다면 하의의 동작편의성을 위해 서스펜더가 필요한가에 대해서도 '필요하다'가 133명(63.6%)으로 '필요하지 않다' 76명(36.4%)보다 높은 비율을 차지했다. 마지막으로 훈련을 쉬는 동안 환기를 위해 화생방보호의에 지퍼가 필요한가에 대해 '필요하다' 182명(87.1%), '필요하지 않다' 27명(12.9%)으로 환기를 위한 지퍼가 매우 필요함을 알 수 있었다.

한편, 신개념 화생방보호의 개발 시 필요한 주머니의 개수 분석 결과는 [그림 11]과 같았다. 화생방보호의 상의에 필요한 주머니 개수는 '2개'가 77명(36.8%)으로 가장 높은 비율을 차지했고, 그 다음 '3개' 47명

(22.5%), '4개' 45명(21.5%), '5개 이상' 23명(11.0%), '필요없다' 11명(5.3%), '1개' 6명(2.9%) 순으로 나타났다. 하의에 필요한 주머니 개수 또한 '2개'가 92명(44.0%)로 가장 높게 나타났으며, '4개' 47명(22.5%), '3개' 36명(17.2%), '5개 이상' 21명(10.0%), '필요없다' 9명(4.3%), '1개' 4명(1.9%) 순이었다. 이를 통해 화생방보호의 상·하의에 필요한 주머니는 2~4개 정도임을 알 수 있었다. 또한, 화생방보호의 상·하의에 필요한 주머니의 위치는 어디인가에 대한 다중응답분석 결과를 <표 7>에 나타내었다. 그 결과, 주머니의 위치로는 상의의 경우 4번 (245명, 39.9%) 배 부위를 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 2번(218명, 35.5%)인 앞 가슴 부위에 대한 선호도도 매우 높았다. 하의는 1번 (250명, 40.1%)인 허벅지 측면 부위가 가장 높은 비율



[그림 10] 화생방보호의 기능성 개선을 위한 내의, 서스펜더, 지퍼의 필요 유무



[그림 11] 새로운 화생방보호의 개발 시 필요한 주머니 개수

을 차지했고, 2번(210명, 33.7%)인 허벅지 앞 부위가 높은 비율을 나타낸 것으로 조사되었다.

환기를 위한 지퍼의 위치로 가장 적합한 곳은 어디인가에 대해 살펴본 조사 결과는 <표 8>에서 보는 바와 같이 자켓 옆선인 4번이 81명(38.8%)으로 가장 높게 나타났고, 목 부위 1번 61명(29.2%), 소매 안쪽 3번도 52명(24.9%)으로 높은 비율을 차지했다. 이와 같은 결과는 화생방보호의를 착용하고 전투 훈련 시 열감과 습윤감을 가장 크게 느끼는 부위가 얼굴을 포함하여 목, 등, 어깨, 팔 등 대부분 상체로 조사된 것과 밀접한

관련이 있는 것으로 생각된다. 즉, 훈련 시 열감과 습윤감을 느끼는 부위에서 환기 지퍼가 필요하다고 인식한 것으로 파악된다.

V. 결론

본 연구는 최근 이슈가 되고 있는 기존 화생방보호의에 대한 실태 조사를 통해 문제점 및 현황을 파악하고, 기능성이 향상된 새로운 화생방보호의를 개발 시 활용할 기초

<표 7> 새로운 화생방보호의 개발 시 필요한 상·하의 주머니 위치

변인		빈도(명)	백분율(%)	
	상의 주머니 위치	1번(어깨)	14	2.3
		2번(앞가슴)	218	35.5
		3번(위팔)	137	22.3
		4번(배)	245	39.9
		전체	614	100
	하의 주머니 위치	1번(허벅지 측면)	250	40.1
		2번(허벅지 앞)	210	33.7
		3번(무릎 측면)	123	19.7
		4번(무릎 앞)	40	6.4
		전체	623	100

<표 8> 새로운 화생방보호의 개발 시 환기를 위한 지퍼의 적합 위치

변인		빈도(명)	백분율(%)	
	환기를 위한 지퍼 위치	1번(목)	61	29.2
		2번(소매 바깥쪽)	5	2.4
		3번(소매 안쪽)	52	24.9
		4번(옆선)	81	38.8
		5번(바지 바깥쪽)	8	3.8
		6번(바지 안쪽)	2	1.0
		전체	209	100

자료를 수집하고자 하였다.

화생방보호의 외관 만족도 분석 결과, 만족도가 매우 낮은 것으로 나타났으나, 상·하의 주머니 크기는 적당하다고 느끼고 있었다. 상의에서 가장 불만족스러운 부분은 보호두건이었고, 하의에서는 바지밑단둘레, 바지통, 허리둘레, 바지길이의 불만족율이 높은 것으로 조사되었다. 한편, 상의 길이감에 대해서는 허리와 엉덩이 중간 높이, 하의 발목보다 아래를 선호하는 비율이 가장 높았다.

화생방보호의를 착용한 후 대표 동작 시 만족도에 대해 분석한 결과, 상·하의 모두 불만족의 비율이 매우 높아 동작 시 많은 불편함을 느끼는 것을 알 수 있었다. 상의에서 가장 불편함을 느끼는 동작은 팔 동작이었고, 하의의 경우 무릎 동작인 것으로 나타났다. 그 밖에도 기타 제품(보호두건, 보호장갑, 보호덧신)을 착용한 후 동작을 할 때에도 만족도가 대체로 낮아 활동성에 어려움을 느끼는 것을 알 수 있었다. 또한, 화생방보호 상·하의는 착용 횟수가 많을수록 불만족율이 높아 새롭게 개발할 필요가 있음을 확인하였다. 그리고 쾌적성 인자와 관련하여 전투 훈련 시 가장 낮은 만족도를 나타낸 신체 부위는 얼굴로 열감, 습윤감, 압박감을 크게 느꼈다.

한편, 새로운 화생방보호의 개발 시 선호하는 스타일은 상·하의 일체형(Overall type)이 상·하의 분리형(Jacket+pants)보다 약간 더 많았고, 상의와 후드는 결합되길 원하였다. 대부분의 여밈 처리 방법 모두 벨크로를 가장 선호하는 것으로 나타났고, 소매와 바지 끝부분은 고무밴드와 림(Rib)처리 방법도 응답률이 높았다. 뿐만 아니라, 새로운 화생방보호의는 전용 내의, 하의에 서스펜더, 열적 피로도 감소를 위한 지퍼가 필요하다고 응답하였다. 사실, 화생방보호의는 외부의 위험물질로부터 완벽하게 신체를 차단하는 것이 주목적으로 주머니가 없는 것이 효율적일 수 있지만, 신체 가장 바깥에 착용하고, 두 겹으로 구성되며, 안쪽에는 기능성 전투복과 내의가 있어 이중차단이 되므로 필수 물품들을 소지하기 위한 최소한의 주머니는 필요하다고 생각된다. 주머니의 개수는 상·하의 모두 2~4개 정도가 필요한 것으로 파악되었고, 위치로는 상의의 경우 좌우 배 부위를 가장 선호하는 것으로 나타났으며, 하의는 허벅지 측면 윗부분을 가장 선호하는 것으로 나타났다. 마찬가지로 지퍼도 유해물질 차단이라는 측면에서는 불합리하나, 착용자가 필요하다고 응답한 의미는 열적 스트레스에 대한 부담이 크다는 것이므로 이 위치에서 냉각 장치

삽입 등의 방안을 모색하는 것은 추후 개발 방향의 중요 초점이라고 판단된다.

결론적으로 현재 화생방보호의에 대한 불만족이 매우 크고, 개선 요구사항이 많기 때문에 개발이 시급함을 확인하였고, 상의는 보호두건을 중점적으로 하의는 전반적인 사이즈 문제에 초점을 맞추어 개선이 필요함을 알 수 있었다. 특히, 기존과는 다른 사이즈 스펙의 정립과 함께 신체 부위별 동작적합성 향상을 위한 적절한 방안 마련에 초점을 두어야 할 것으로 생각된다. 추가적인 개발 중점 요소로는 후드가 결합된 상·하의 일체형이면서, 팔과 어깨 및 무릎과 엉덩이 동작이 편안하며, 효율적인 여밈 처리의 위치와 형태, 상의에는 열적 피로도를 감소시킬 수 있는 방안이 포함되어야 함을 알 수 있었다.

본 연구는 최근 화생방보호의를 착용한 경험이 있는 대상자를 통해 현장의 목소리를 보다 상세히 조사하고, 나아가 현용 화생방보호의의 문제점을 토대로 해결 방안이 모색된 새로운 화생방보호의 개발 시 고려해야 하는 주요 요인을 파악했다는 데 의의가 있다. 다만, 화생방보호의의 착용 환경 및 군 활동을 동일하게 유지하지 않은 상황에서 착용한 경험을 토대로 설문 조사를 실시한 한계점이 있으나, 이를 기반으로 화생방보호의 프로토타입을 제작 후 다양한 착용 환경을 설정하여 착용평가를 실시하고자 하며, 피드백의 과정을 거쳐 최적의 제품을 개발하고자 한다.

주제어: 화생방보호의, 20대 남성, 설문조사, 착용자 요구도

REFERENCES

- 강재성, 서현관, 박현배, 류삼곤, 박상훈(2012). 화생방보호의 설계 개념 연구. *한국군사과학기술학회지*, 15(2), 193-200.
- 권주희, 이제선, 하가은, 권수애(2012). 소방복 속성의 중요도와 착용시 불편도 평가. *생활과학연구논총*, 16(2), 91-98.
- 김한일, 최익성, 박성우, 한요한, ... 민문홍(2019). 군사목적의 유해화학물질 제거용 보호복 소재 제조를 위한 섬유 후가공 처리. *한국염색가공학회지*, 31(1), 33-41.

- 김혜정, 진영호, 김문중, 박일수(2011). 화생방 보호의 재질의 발전방향. *국방과 기술*, 386, 96-101.
- 방창훈, 권정숙(2020). 소방훈련시 화학방호복 착용에 따른 동작만족도 연구. *한국화재소방학회*, 34(3), 110-115.
- 방창훈, 이준경, 허유섭, 박은주, 권정숙(2014). 현장 소방 활동 시 느끼는 소방복 착용만족도 조사. *기초과학지*, 31, 107-115.
- 육군 본부(2012). *군사용어사전*, 계통: 육군본부
- 육군 교육사령부(2013). *화생방 실무편람*, 대전: 육군 교육사령부
- 이광연(2017). 탄소나노튜브 화생방보호의소재 소개. *국방과 기술*, 457, 114-119.
- 이성환, 김성중, 장태원(2013). 화생방 보호장비 개발동향 신형보호의를 중심으로. *국방과 기술*, 407, 104-115.
- 이아람, 남윤자, 홍유화, 임소정, 임채근(2016). 공군 전투조종사 비행복 착용특성 및 만족도 조사. *한국의류학회지*, 40(4), 669-684.
- 전홍주, 마정목(2019). 신체크기를 고려한 화생방보호의 적정보급에 따른 전투수행능력 평가방법 연구. *한국군사학논집*, 75(1), 261-285.
- 허미라, 임종선(2015). 화생방보호의 방호성능평가 기법 및 기술 개발동향. *국방과 기술*, 439, 108-121.
- Maddah, B. (2016). Investigation of Various Kind Material Utilized in NBC Clothing. *Passive Defense Quarterly*, 7(1), 47-57.
- Guide, N. I. J. (2002). *Guide for the selection of personal protective equipment for emergency first responders*. Washington, DC: National Institute of Justice.

Received 17 December 2021;

1st Revised 17 January 2022;

Accepted 27 January 2022