

구급대원용 개인보호복 개발을 위한 기초연구

노유민¹·남윤자^{2*}·이혜린³·김태한⁴·김주현⁵·신상도⁶

¹서울대학교 의류학과

²서울대학교 의류학과/서울대학교 생활과학연구소

³서울대학교 의류학과

⁴서울특별시 보라매병원 응급의학과

⁵인제대학교 서울백병원 응급의학과

⁶서울대학교병원 응급의학과

Fundamental research for the development of personal
 protective equipment for emergency medical technicians

Yoo-Min No¹·Yun-Ja Nam^{2*}·Hye-Rin Lee³·Tae-Han Kim⁴

Chu-Hyun Kim⁵·Sang-Do Shin⁶

¹Department of Textiles, Merchandising and Fashion Design, Seoul National University

²Department of Textiles, Merchandising and Fashion Design, Seoul National
 University/Research Institute of Human Ecology, Seoul National University

³Department of Textiles, Merchandising and Fashion Design, Seoul National University

⁴Department of Emergency Medicine, Seoul Metropolitan Government Seoul National
 University Boramae Medical Center

⁵Department of Emergency Medicine, Inje University College of Medicine and Seoul
 Paik Hospital

⁶Department of Emergency Medicine, Seoul National University College of Medicine and
 Seoul National University Hospital

Received January 23, 2018 Revised February 27, 2018 Accepted April 15, 2018

*Correspondence to Yun-Ja Nam

Department of Textiles, Merchandising and Fashion Design, Seoul National University/Research Institute of
 Human Ecology, Seoul National University, 1, Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, 08826, Republic of Korea

Tel: +82-2-880-8768 Fax: +82-2-875-8359 E-mail: yunja.snu@hanmail.net, yunja@snu.ac.kr

연구는 국민안전처 소방안전 및 119 구조·구급기술연구개발사업(NEMA-차세대-2014-54)의 연구비 지원으로 수행되
 었습니다.

=Abstract =

Purpose: The purpose of this study was to provide basic data for the development of personal protective equipment (PPE) for emergency medical technicians (EMTs) during chemical, biological, radiological, nuclear, and explosive situations.

Methods: Body measurements were obtained for adults aged from 20 to 59 years from the data in the 6th Size Korea national sizing survey. These data were compared to the sizes of protective clothing currently available in the market. In-depth interviews with active paramedics with experiences of wearing PPE were conducted.

Results: Most of the imported protective clothing turned out to be unfit for Korean adults. This showed the urgent need for developing appropriately sized protective clothing for Korean emergency technicians. In total, 55.0% of the respondents indicated that the current protective clothing is unsafe, and 71.0% requested the clothing to have level C protective performance. Regarding the design, many people wanted hooded all-in-one type of clothing.

Conclusion: Considering these requirements, most of the wearers wanted their protective clothing to be fundamentally protective of their body, be available in various sizes with adjustable parts, and easy to wear and take off. They also wanted the clothing to be secure in clear sight, while not revealing any parts of their body and not interfere with their ability to communicate with others.

Keywords: Chemical, biological, radiological, nuclear, and explosive (CBRNE), Personal protective equipment (PPE), Size, Functional clothing

I. 서 론

CBRNE (chemical, biological, radiological, nuclear and explosive) 상황은 화생방 및 핵물질에 의해 야기되는 재난을 의미하며 9·11 세계무역센터(World Trade Center, WTC) 테러, 탄저균 편지 및 세계 곳곳에서 일어나는 연쇄폭발테러 등 가장적국이나 테러집단에 의해 정치적 목적으로 유발되는 사건뿐만 아니라 불특정 민간인을 대상으로 한 테러 등을 말한다[1]. 또한 일상생활이나 산업현장에서 발생하는 유독화학물질의 유출, 병원균 및 원전 핵 물질 누출 등에 의해 각종 재난 상황이 발생한다. 이러한 재난 상황에서 발생한 환자에 대한 인명 구조 및 응급처치 시 구급대원의 2차 오염을 방지하기 위해 개인보호장비는 반드시 필요하다.

국내에서는 CBRNE 특수재난상황 발생 시 중앙 119 구조단의 세부 출동 절차 및 제반 조치 사항,

행동지침과 역할 등을 화생방 테러·사고 대응매뉴얼을 통해 규정하고 있으며 지침 내에서 CBRNE 특수재난 발생 시 추가적으로 수행하여야 할 처치 사항에 필요한 CBRNE 대응 소요 장비들을 구체적으로 명시하고 있다. 재난 상황 발생 시 반드시 보호복, 공기호흡기, 불침투성 장갑과 장화 등을 기본적으로 착용해야 한다고 명시되어 있으며, 구역별로 착용해야 하는 보호복의 등급 또한 정리되어 있다. 주로 준오염지역(warm zone) 및 안전지역(cold zone)에서 활동하는 구급대원의 경우 B급 또는 C급 보호복을 착용하여야 한다<Fig. 1>[2].

미국 산업 안전 보건청(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)[3]은 ‘General description and discussion of the levels of protection and protective gear’에서 보호 정도에 따라 개인보호장비를 level A~D의 4가지 단계로 규정하고 있다. 그 내용을 보면 다음과 같다. Level A는 가장 높은 보호 수준을 가진 장비로 노출된 위험 물질이 가장 심한 단계의 위

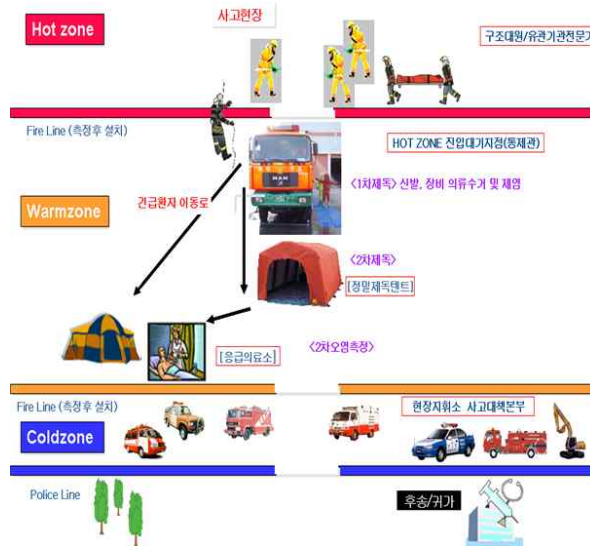


Fig. 1. CBRNE response team field activity overview [2].

험성을 가질 때 가능한 최대의 보호를 목표로 하며, 양압환기가 가능한 스쿠바(SCBA) 장비가 포함 된 캡슐형 슈트 및 장갑 등을 말한다. Level B는 Level A와 비슷한 수준의 호흡기를 포함한 보호복이며 피부에 대한 보호는 level A에 비해 다소 약하다. Level C는 보호 가능한 위험 물질의 농도 및 종류가 알려져 있으며 level A나 B와 같이 스쿠바에 의한 호흡이 아닌 필터가 달린 별도의 공기 정화기를 통해 호흡기로 전파 가능한 오

염 물질을 차단하고 오염된 공기를 배출 할 수 있도록 호흡이 가능한 상태를 말한다. 마지막으로 level D는 최소한의 보호를 위한 장비이며 안면부에 마스크와 고글 만 착용하기 때문에 오염된 물질이 호흡기로 전달될 때 정화시킬 수 있는 장치가 없다. 그렇기 때문에 호흡기나 액체에 의한 피해가 없는 것으로 알려진 물질에 대한 노출 상황에서만 사용이 가능하다. <Fig. 2>는 각 레벨 별 보호복의 예시를 보여준다.



Fig. 2. Personal protective equipment by level [4].

Kim과 Lee[5]는 중동호흡기증후군과 같이 예측이 어려운 감염병 발병 시 병원에서 감염 의심자 및 확진자를 접촉해야 하는 간호사를 대상으로 level C 등급에 해당하는 PPE에 대한 지식, 태도 및 인식 등에 대해 연구하였으며, June과 Choi[6]는 간호사의 중동호흡기증후군 감염 실태와 감염 관리 인식에 대한 연구에서 의료진이 질병의 유행 시기 동안 감염의 위험이 매우 높으며 이를 예방하기 위한 안전한 환경은 확보되어 있지 않다고 하였다.

이와 같이 사고 발생 시 구급대원 및 의료진들의 보호를 위한 개인보호장비의 중요성에 대한 연구들이 진행되고 있으며, 국내에서도 2015년 발생한 중동호흡기증후군(메르스) 사태를 통해 재난 상황 발생 시 의료진을 보호하고 효과적인 구조 및 의료 작업이 가능 한 개인보호복에 대한 필요성이 대두되고 있다.

현재 시판중인 보호복은 대다수의 제품이 키와 가슴둘레만으로 사이즈를 구분하고 있으며 대부분 체구가 큰 서구권에서 개발되어 한국인의 체형에 맞지 않는 문제를 가진다[7]. 또한 현장에서 보호복 착용 시 험착 또는 감김으로 인한 산업재해가 발생하는 것으로 나타나고 있어 보호복의 형태 및 사이즈는 매우 중요한 요소이다. 그러나 대부분의 보호복이 일회용이며 수요의 한계 때문에 이러한 부분이 간과되고 있다.

또한 상하일체형 디자인의 경우 살 부위의 형태 및 사이즈에 따라 문제점이 많이 발견되고 있다. 살 부위의 부피가 크거나 그 높이에 따라 착용자가 걷거나 계단을 오르는 등의 기본동작조차 수행하기 불편하게 한다. 소방관의 개인보호복 착용 시 하체 ROM을 분석한 연구에 따르면, 보호복의 엉덩이 부위가 불편하고 가랑이 높이가 낮을 경우 다리 동작을 불안정하게 만들 수 있으며 움직이는 동안 신체 균형을 방해하고 낙상과 미끄러짐의 위험을 증가시킨다고 하였다[8].

본 연구는 화생방 및 핵 물질에 의해 야기되는 CBRNE 특수 재난 현장에서 구급대원들에게 필요한 개인보호장비인 PPE를 개발하기에 앞서 필요한 자료 수집을 위한 기초연구이다. 이러한 사항을 종합해 보았을 때, 국내 구급대원을 위한 개인 보호복 개발이 시급해 보인다. 또한 개인보호복을 개발하기에 앞서 구급대원들의 체형분석 및 작업 환경에 대해 연구할 필요가 있다.

II. 연구방법

1. 국내 구급대원 표준 체형 분석

국내 구급대원이라는 특정한 대상에 대한 연구이므로 연구대상에 대한 분석이 필요하다. 착용 대상인 구급대원의 인체측정학적 자료를 바탕으로 보호복의 패턴개발이 이루어져야 하므로 이러한 분석은 매우 중요하다. 이를 위해 서울소방재난본부로부터 제공 받은 현역 구급대원 현황자료[9]를 바탕으로 현직 구급대원 및 활동복에 대한 정보를 파악하였다. 현재 활동 중인 구급대원의 연령, 성별, 자격, 착용하는 활동복 상하의 사이즈 등의 정보를 얻었다(N=1212). 연령대와 성별 비 등을 통해 개발하고자 하는 보호복의 기준사이즈를 설정하였다. 활동복의 경우 보호복 내부에 꼭 착용하게 되는 의복인 만큼 이에 대한 자료 역시 요구되었다.

해당 자료를 바탕으로 제6차 Size Korea 인체 측정사업(Korean Agency for Technology and Standards, KATS)[10] 결과를 활용하여 현역 구급대원의 연령대에 해당하는 성인 남·여의 치수 정보를 얻고, 제6차 사이즈코리아 성인 남·여의 인체치수 분석을 통해 각 성별의 대표 평균체형을 선정하였다.

구급대원을 대상으로 한 연구이므로 구급대원

의 체형 데이터를 기본으로 연구를 진행하는 것이 최적화 된 방법임을 인식하였으나 현직 구급대원의 인체를 측정하여 분석한 연구는 이루어지지 않았으며, 구급대원의 경우 여타 일부 직종과는 달리 채용 시 신체 조건에 대한 제한이 없다. 총리령 제1259호 「소방공무원임용령 시행규칙」의 제23조(응시자격 등의 기준)의 [별표5] 「소방공무원 채용시험 신체조건표」 [11]에서 그 기준을 제시하고 있다. 체격은 양팔과 양다리가 완전하며, 가슴·배·입·구강 및 내장의 질환이 없어야 하고, 운동신경이 발달하고 신경 및 신체에 각종 질환의 후유증으로 인한 기능상 장애가 없어야 한다고 명시하고 있다. 시력, 색각, 청력 및 혈압을 제외하고 인체 치수로 인한 채용의 제한이 없기 때문에 일반 국민의 체형을 대표하는 Size Korea 인체측정사업의 체형 자료가 대표성을 가질 수 있을 것이다.

현재 시판 중인 보호복의 사이즈 구성이 가슴둘레와 키를 기준으로 하고 있기 때문에 기존 보호복과의 비교를 위해 각 성별의 가슴둘레(여성의 경우 젖가슴둘레)와 키를 분석하여 평균값을 찾도록 하였다.

2. 현직 구급대원을 대상으로 한 심층면접

개인보호복에 대한 인식 및 개발 요구사항 수집

을 위해 심층면접을 진행하였다. 심층면접은 서울 및 경기 지역에서 근무하며 실제 현장에서 보호복 착용 경험이 있는 구급대원 또는 응급구조사 20명을 대상으로 2015년 11월 중 진행되었다. 심층면접은 서울·경기 지역 소방서 및 병원의 협조를 얻어 진행되었다. 남·여 총 20명을 대상으로 진행하였으며 실제 활동 중인 구급대원의 성별 비를 고려하여 피험자를 모집하였다(남성=13명, 여성=7명). 설문에 참여한 피험자 모두 1급, 2급 응급구조사 자격 또는 간호사 자격증을 가지고 있으며 보호복 착용 경험이 있었다. 이들은 설문 전 설문의 목적 및 비밀 보장에 대한 내용을 확인하고 개인인적사항 수집과 설문내용 녹취에 모두 동의하였다. 설문은 각 개인 당 25분~40분가량 소요되었으며 실험자와 피험자가 1:1로 구성되어 질문지를 풀어나가며 면접 중 필요한 추가 질문 및 답변을 할 수 있도록 하였다.

심층면접지는 개인보호복 착용 일반 현황, 개인 보호복 착용 시 구급업무 수행 능력에 대한 영향, 개인보호복 개발 시 요구사항 등에 관한 총 50문항으로 구성되었다<Table 1>. 면접 대상자의 간단한 인적사항 및 키, 몸무게, 가슴둘레, 몸통세로둘레 등 간단한 인체정보 또한 수집하며 실제 보호복을 다 회 착용해 본 경험이 있는 대원들 위주로 면접을 진행하였다. 대상자의 업무 특성 상 연구

Table 1. In-depth interview questions

Categories	Questions	Number of questions (include sub-questions)
General status of personal protective equipment	Questions regarding the experience of wearing personal protective clothing during work	13
Influence on ability to perform emergency services when wearing personal protective equipment	Questions regarding the level of protection of protective clothing, the wearing of protective clothing, and the convenience of performing emergency services	32
Requirements for developing personal protective equipment	Questions regarding Free response to preferred designs and colors, enhancements, or add-ons	5

자가 직접 대상자의 근무지를 방문하여 심층 면접을 진행하였다. 심층면접에 들어가기 전 각 레벨 별 보호복에 관해 자세히 설명하였으며 모든 대상자가 각 레벨 별 보호복에 대해 인지하고 있었다. 본 심층 면접을 통해 기존 제품의 문제점과 새로운 보호복에 대한 요구 성능을 파악할 수 있었다.

이며 30~39세가 57.4%(696명)로 가장 많은 비중을 차지하고, 그 다음은 21.8%(264명)에 해당하는 20~29세이며 40~49세가 18.2%(221명), 50~59세가 2.6%(31명)의 비율을 보였다<Table 2>. 성비의 경우 남성이 84.7%(1027명), 여성이 15.3%(185명)의 비율로 남성 대원이 대부분임을 확인할 수 있었다.

III. 결 과

1. 국내 구급대원 표준체형 분석

2015년 서울소방재난본부 구급대원 현황자료 [9]에 따르면 현직 구급대원의 연령대는 20~59세

남성대원은 M(95), L(100), XL(105) 사이즈의 상의(전체착용비율의 90.0%, 934명)와 30~34 사이즈 하의(전체착용비율의 86.8%, 891명)를 가장 많이 착용하고 있으며, 여성대원의 경우 M(55)와 L(66) 사이즈의 상의(전체착용비율의 77.8%, 144명)와 27~29 사이즈 하의(전체착용비율의 75.1%, 139명)를 가장 많이 착용하고 있었다<Table 3>.

Table 2. Age distribution of paramedics

Age group	N (%)
20~29	264 (21.8)
30~39	696 (57.4)
40~49	221 (18.2)
50~59	31 (2.6)

*Seoul Metropolitan Fire & Disaster Headquarters, 2015 [11]

Table 3. Uniform size distribution of paramedics

Top				Bottom			
Male Size	N (%)	Female size	N (%)	Male size	N (%)	Female size	N (%)
S (90)	42 (4.1)	S (44)	11 (5.9)	28	16 (1.6)	25	3 (1.6)
M (95)	326 (31.7)	M (55)	89 (48.1)	29	41 (4.0)	26	15 (8.1)
L (100)	414 (40.3)	L (66)	55 (29.7)	30	146 (14.2)	27	43 (23.2)
XL (105)	194 (18.9)	XL (77)	27 (14.6)	31	160 (15.6)	28	60 (32.4)
2XL (110)	40 (3.9)	2XL (88)	3 (1.6)	32	273 (26.6)	29	36 (19.5)
3XL (115)	9 (0.9)			33	171 (16.7)	30	15 (8.1)
4XL (120)	2 (0.2)			34	141 (13.7)	31	7 (3.8)
				35	35 (3.4)	32	5 (2.7)
				36	26 (2.5)	33	1 (0.5)
				37	6 (0.6)		
				38	9 (0.9)		
				40	1 (0.1)		
				41	2 (0.2)		

* Seoul Metropolitan Fire & Disaster Headquarters, 2015 [11]

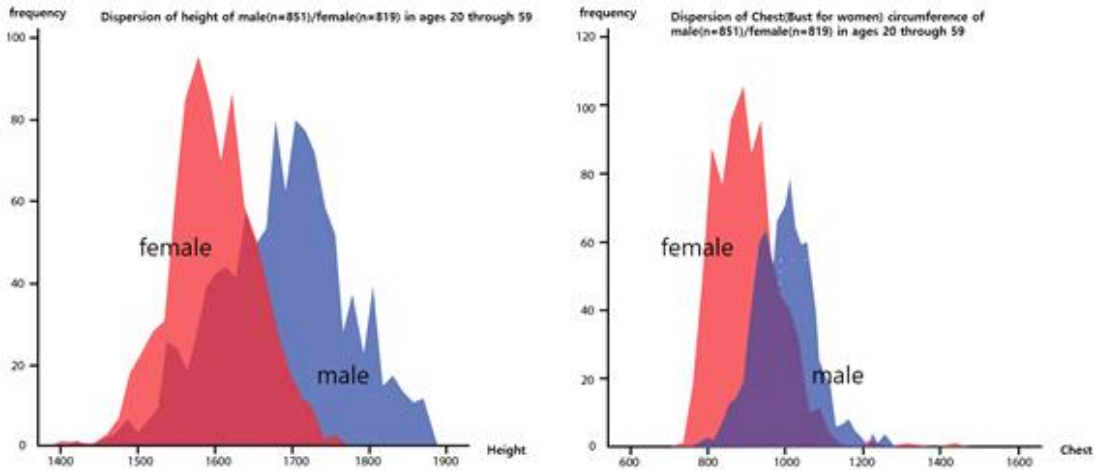


Fig. 3. Dispersion of height and chest (bust for female) circumference of male (n=851) and female (n=819) in ages from 20 to 59.

각 사이즈 별 활동복에 대한 정확한 치수는 공개 되지 않았다.

<Fig. 3>은 20~59세 한국 성인 남성과 여성의 키와 가슴둘레(여성의 경우 젖가슴둘레) 분포를 보여준다. 남성과 여성의 사이즈 분포에 대한 차이는 있으나 겹치는 값 또한 존재하였다. 이는 추후 보호복 개발 시 사이즈체계를 정립하는 자료가 될 수 있을 것이다. 현재 시판 중인 보호복의 사이즈 구성이 가슴둘레와 키를 기준으로 하고 있기 때문에 기존 보호복과의 비교를 위해 각 성별의 가슴둘레와 키를 분석하여 평균값을 찾으려 하였다. 본 연구에서는 남성의 평균을 기준사이즈로 하여 추후 개발 될 보호복 시작품 제작에 활용하

도록 하였다.

한국인 20~59세 남성과 여성의 키와 가슴둘레(젖가슴둘레)의 백분위수를 <Table 4>에 제시하였다[Table 4]. <Table 5>는 보호복 제조업체 두 곳에서 제공하는 보호복 사이즈 표와 한국 성인 남성과 여성의 평균인체치수를 보여준다[Table 5][12,13]. 남성 평균의 경우 가슴둘레와 키 모두 R사의 M사이즈와 D사의 MD 사이즈에 속한다. 여성 평균의 경우 R사의 XS 사이즈에 키가 적합하며 가슴둘레는 S 사이즈에 적합한 것을 보였다. D사의 경우 가장 작은 사이즈인 SM 사이즈에 가슴둘레만 해당할 뿐 한국 여성 평균 키를 커버하는 제품은 보이지 않았다. 또한 여성 평균이 두 업체의 가장

Table 4. Percentile of height and chest (bust for female) circumference of male (n=851) and female (n=819) in ages 20 through 59

Gender	Region	Mean	SD	Percentile (mm)								
				1%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	99%
Male	Height	1702.0	65.1	1546.1	1590.0	1614.0	1658.2	1705.0	1743.7	1786.7	1810.0	1841.8
	Chest circumference	973.9	68.2	814.0	869.6	890.0	928.0	970.0	1019.0	1056.8	1084.0	1171.9
Female	Height	1585.8	54.3	1458.4	1496.0	1517.0	1550.0	1585.0	1624.0	1655.0	1676.0	1713.6
	Bust circumference	877.9	60.4	761.0	787.0	803.2	835.0	872.0	913.7	960.0	984.8	1049.7

Table 5. Size chart of major protective clothing manufacturers and average body measurements of Korean adult male and female

Manufacturer	Size (unit: cm)											
	XS		S		M		L		XL		XXL	
R	Chest	Height	Chest	Height	Chest	Height	Chest	Height	Chest	Height	Chest	Height
	79-88	150-164	88-96	164-170	96-104	170-176	104-112	176-182	112-124	182-188	124-136	188-194
D	SM		MD		LG		XL		2XL		3XL	
	84-92	162-170	92-100	168-176	100-108	174-182	108-116	180-188	116-124	186-194	124-132	192-200
average body measurements of Korean adult male: Chest circumference 97.3/Height 170.2						average body measurements of Korean adult Female: Bust circumference 87.7/Height 158.5						

작은 사이즈 군에 해당하기 때문에 이보다 작은 사이즈를 갖는 한국 여성들에게 적합한 사이즈는 부족하였다.

2. 현직구급대원을 대상으로 한PPE에 대한 인식 및 개발 요구사항 수집을 위한 심층면접

1) 대상자의 일반적 특성

심층면접에 참여한 대상자의 일반적인 특성은 <Table 6>와 같다. 총 참여인원 20명 중 남자가 65.0%(13명), 여자는 35.0%(7명)였고, 평균 연령은 30.85세로 20~29세가 35.0%(7명), 30~39세

가 65.0%(13명)였다. 80.0%(16명)의 응답자가 1급 응급구조사 자격증을 소지하였으며, 15.0%(3명)가 2급 응급구조사 자격증, 10.0%(2명)가 간호사 자격증을 소지하였다. 이 중 1명의 대상자가 1급 응급구조사와 간호사 자격증 모두를 보유하고 있었다. 또한 참여한 모든 대상자가 레벨에 관계 없이 보호복을 착용 한 경험이 있다고 응답하였다.

2) 개인보호복 착용 일반 현황

개인 보호복 착용에 대한 일반적인 현황을 살펴 보면, 응답자들은 근무기간동안 평균 6.8회의 보호복 착용 경험이 있었으며 최소 2회에서 최대 30회까지 다양했다. 착용 시간의 경우 평균 63.5분으로 응답자의 55.0%(11명)가 1회 착용 시 60~90

Table 6. General characteristics of respondents (N=20)

Characteristics	Category	n	(%)
Gender	Male	13	65.0
	Female	7	35.0
Age(year) (30.85±7.85)	20~29	7	35.0
	30~39	13	65.0
Working years (4.67±6.33)	1~5	12	60.0
	6~11	8	40.0
Certificate	1 st level emergency medical technician	16	80.0
	2 nd level emergency medical technician	3	15.0
	Nurse	2	10.0
*PPE wearing experience		20	100.0

*PPE: Personal protective equipment

분 간 착용한다고 응답하였다. 이때 구급대원은 출동 전 보호복 착용 시부터 환자 이송 후 탈의 시까지의 시간이라고 답하였으며, 병원에서 근무하는 응급구조사의 경우 감염 또는 감염의심환자를 접촉할 때 마다 교체하여 착용한다고 응답하였다. 보호복 내부에는 모두 활동복 또는 근무복을 착용하며 일반적으로 보급되는 상하일체형 level D 보호복의 경우 착탈의 시 평균 6.52분이 소요된다고 응답하였다<Table 7>.

3) 개인보호복 착용 시 구급업무 수행 능력에 대한 영향

첫째로 본인이 착용했던 개인보호복의 방호수준에 대하여 인지하고 있었는지를 묻는 문항에 대해 응답자 85.0%가 알고 있다고 응답하였다. 대부

분의 응답자가 D급을 착용했다고 답하였으며, 모든 응답자가 개인보호복 착용이 구급업무 수행에 영향으로 주었다고 응답하였다.

개인보호복 착용이 업무 수행에 준 영향에 대해서 긍정적으로는 심리적 안정감을 주며 업무 수행에 집중하도록 도움을 준다고 각 35.0%, 10.0%가 답하였다. 또한 숨기속도 저하 등 응급 처치가 불편했다는 응답이 70.0%, 마스크로 인한 의사소통 불편이 50.0%로 나타났다. 기타 의견으로는 다수가 시민들의 불편한 시선 및 민원 발생, 시야 방해, 더위 등을 답하였다<Table 8>.

현재 PPE의 안정성에 대한 생각을 묻는 문항에선 55.0%의 응답자가 안전하지 않다고 답하였으며 35.0%가 보통, 15.0%가 안전함이라고 답하였

Table 7. General status of wearing personal protective equipment (PPE)

Variable	Responses	
Wearing experiences	20 (100%)	
Total number of wearing (mean=6.8)	1~9	15 (75.0%)
	>10	5 (25.0%)
Wearing time per incident (mean=63.5min)	<60 min	7 (35.0%)
	60 min~90 min	11 (55.0%)
	>90 min	2 (10.0%)
Clothing worn underneath PPE	Uniform	
Clothing/devices worn on top of PPE	None, Vital signs monitor, Wireless set, Raincoat etc.	
Time of wear and take off (mean=6.52min)	1 min~9 min	14 (70.0%)
	>9 min	6 (30.0%)

Table 8. The effect of wearing personal protective equipment on the performance of work

Variable	N (%)
Psychological stability	7 (35.0)
Concentration on duty	2 (10.0)
Communication difficulties	10 (50.0)
Performing emergency service difficulties	14 (70.0)
Hindrance to patient transfer and entering/exiting vehicles	9 (45.0)
Others	6 (30.0)

Table 9. How safe do you think PPE is now?

Variables	N (%)
Very unsafe	4 (20.0)
Unsafe	6 (30.0)
Average	7 (35.0)
Safe	3 (15.0)
Very Safe	0 (0.0)

고 매우 안전함에 답한 응답자는 없었다<Table 9>. 안전하다고 생각한 이유로는 외부와의 직접적인 접촉을 어느 정도 막아주어 감염을 차단해주고, 실제 출동한 이송 대원 중 중동호흡기증후군(메르스) 감염자가 발생하지 않았으며, 보호복이 주는 심리적인 안정감이 있기 때문이라고 답하였다. 안전하지 않다고 생각한 이유로는 제품 상태 및 밀폐성 저하에 따른 보호복 성능 의심, 안정성이 확보되지 않은 D급 보호복의 착용, 노출된 안면부를 통한 공기 중 감염에 의한 위험, 보호복 안정성에 대한 교육 부족, 환자를 이동시키거나 술기 시 찢어지는 보호복, 너무 얇고 내구성이 좋아 보이지 않음, 사이즈가 맞지 않아 완벽한 보호가 힘들어 보임, D급은 최소한의 보호만 해주는 것 같아 불안하다는 등의 응답이 있었다.

구급활동 시 개인보호복을 착용할 필요가 있는지에 대한 질문에 1명을 제외한 모든 응답자가 필요하다고 응답하였다. 필요하지 않다고 답한 응답자는 실제 현장 활동 중 환자 이송 건수가 거의 없

어 평상시에는 불필요하다고 기술하였다. 이는 CBRNE 상황을 가장하지 않았을 때에 대한 답변으로 예상되며, 해당 상황 발생 시에는 개인보호복이 필요하다는 것을 알 수 있었다.

필요한 개인보호복의 방호수준을 묻는 질문에서는 71.0%의 응답자가 C급 보호복이 필요하다고 응답하였다. 구급 업무 수행에 지장을 초래할 보호복 레벨을 묻는 질문에서는 75.0%가 A레벨, 80.0%가 B레벨 이라고 답하여 레벨 B 이상의 보호복은 구급업무 수행이 거의 불가능한 것으로 예상되었다<Table 10>.

각 레벨 별 예상되는 불편사항을 보면 레벨이 높을수록 거의 모든 항목에서 불편이 예상되었으며 C와 D레벨에서는 응답에 대한 빈도수가 줄어들었다. 그러나 섬세한 활동 수행에 관한 항목에서는 D레벨에서 70.0%, C레벨에서 90.0%가 불편함을 느낄 것으로 예상한다고 응답 하였으며 기타 의견으로는 차량 운전, 더위 등에 대한 불편을 예상하였다.

Table 10. Level of PPE that may interfere with the performance of emergency services

Variables	N (%)
Level A	15 (75.0)
Level B	16 (80.0)
Level C	9 (45.0)
Level D	8 (40.0)

4) 개인보호복 개발 시 요구사항

착용자가 응급활동 시 불편을 느끼는 부위를 알아보기 위해 평상시 구급업무 수행 시 신체 움직임에 불편을 느끼는 부위에 대해 질의하였다. 응답자의 70.0%가 특별한 불편함이 없다고 답하였으나 일부 응답자는 좁은 구급 차량 내에서의 활동 제한으로 인해 다양한 부위에 대한 통증 또는 불편함을 가진다고 응답하였고 직업 특성 상 허리에 많은 부담을 가진다고 답하였다.

보호복 개발 시 선호하는 디자인을 묻는 문항에서는 다양한 답변이 도출되었다. 35.0%의 응답자가 상하일체후드형(호흡보호구 별도 장착) 디자인을 선호한다고 응답하였다. 그 이유로는 호흡보호구 없이 마스크와 고글을 별도로 착용하는 D급보다 안정성 및 편리함이 보장되고 착탈의가 용이하며 가장 익숙하고 자유로운 활동 및 시야가 확보 될 것 같다는 응답이었다. 상하일체캡슐형(헬멧-장화일체형)은 무겁고 움직임의 제약이 크며, 분리형은 감염방지효과가 크지 않다 등의 의견이 있었다. 상하일체캡슐형과 상하분리형은 각각 동일하게 25.0%의 응답을 보였다. 상하일체캡슐형

은 착용이 쉽고 착탈의 시간이 단축되며 비교적 안전할 것이라 판단되기 때문이라고 답하였으며, 상하분리형은 착탈의가 편하고 사람마다 팔과 다리의 길이 등이 다르기 때문에 상·하의 사이즈 구분이 가능하다는 이유 때문이었다. 마지막으로 15.0%의 응답자가 상하일체형(후드가 없는 형태)를 선호한다고 답하였는데 실제 착용 시 머리를 통해 열이 빠져나가지 못해 두통이 발생하였고 후드가 팔과 다리의 움직임을 불편하게 만드는 원인이라고 생각하기 때문이었다<Table 11>.

다음은 개인보호복 개발 시 선호하는 색상에 대한 의견이다<Table 12>. 80.0%의 응답자가 흰색을 선택하였는데 그 이유로는 오염물질 노출에 대한 시각적 확인이 쉬우며 무난하고 위화감을 주지 않아 외부 시선에 대한 부담이 없을 것 같다, 눈에 띄는 색 보다는 환자에게 안정감을 줄 수 있을 것 같다, 깨끗함의 상징이며 보호복으로 익숙한 색상이다 등의 의견이 있었다. 다른 응답으로는 기존 119 구급대원 활동복과 동일한 황색 계열, 안정감을 주는 녹색계열, 가시성이 좋은 형광색 등을 선호한다는 응답이 있었다.

Table 11. Preferred design for development of PPE for paramedics

Design	N (%)	Reasons
Capsule form (Assembled form of hard hood-top and bottom-boots)	5 (25.0)	*Easy to wear, reduction of donning and doffing time, ease of movement *consider to be relatively safe *More safe than Level D PPE *Ease of wearing and taking off
Overall with hood (PAPRs worn separately)	7 (35.0)	*Familiarity, free of movement and secure a clear view *Capsule form is Heavy, have movement restriction *Separate form is not effective to prevent infection *Headache caused by the inability to lose heat through the head
Overall without hood	3 (15.0)	*Securing visibility and easy to move by attaching other devices on head *Hood is thought to be the cause of discomfort in movement of arms and legs *Ease of wearing and taking off
Separate form of top and bottom	5 (25.0)	*The length of the arms and legs is different for each person, so it is necessary to distinguish the sizes of the top and bottom

Table 12. Preferred color for development of personal protective clothing for paramedics

Color	N (%)	Reasons
Red shades	0 (0.0)	—
Blue shades	0 (0.0)	—
Green shades	1 (5.0)	*Stability *Easy to visualize of contaminants such as bloods *Match existing images of paramedics *Easy and free of people's attention
White	16 (80.0)	*Stability *No social disharmony *Symbol of cleanliness *Familiarity
Black	0 (0.0)	—
Yellow shades	2 (10.0)	*High visibility *Similar to uniform of 119 paramedics
Others	1 (5.0)	*Fluorescent color-high visibility

5) 개인보호복에 대한 인식 및 개발 요구 사항 수집을 위한 심층면접 결과

현직 구급대원 및 응급구조사를 대상으로 한 개인보호복에 대한 인식 및 개발 요구사항 수집을 위한 심층면접의 결과를 정리하면 다음과 같다. 안면부의 경우 별도의 고글과 마스크 착용 후 노출되는 안면부에 대한 불안감, 고글의 김서림과 움직임 등으로 인한 시야확보 문제, 마스크 착용으로 인한 의사소통 불편, 얼굴 형태에 맞지 않는 고글 및 마스크 착용으로 인한 불편함과 밀폐력 저하 등의 문제점이 있었다. 손목은 허술한 고무줄 및 움직임에 따른 보호복 소매부위와 장갑의 분리로 인한 피부 노출, 땀으로 인한 장갑 착용의 어려움, 장갑을 보호복의 손목부위 위로 당겨 착용하면서 반복적인 장갑의 찢어짐 발생 등의 의견이 있었다. 보호복 사이즈 문제에 있어서는 개인 신체 사이즈와 무관하게 일괄 지급되는 사이즈, 작거나 크거나 모두 응급 구조 활동에 방해 됨, 팔·다리 길이가 적합하지 않음 등의 응답이 있었다. 마지막으로 원활하지 못한 보호복 수급, 착탈의 방법 및 보호복 안정성에 대한 교육 부족 등의 문제를 지적하였다. 이러한 심층면접 결과를

추후 구급대원을 위한 보호복 제작에 반영하도록 하고자 한다.

IV. 고 찰

서울소방재난본부 구급대원 현황자료에 따른 현역 구급대원을 분석해 보면 연령대는 30대가 57.4%로 가장 많으며 84.7%가 남성대원이었다. 제6차 사이크로리아 측정 자료를 바탕으로 현역 구급대원의 연령대에 해당하는 20~59세 성인 남성과 여성의 키와 가슴둘레(여성의 경우 젖가슴둘레)의 분포를 비교하면 성별에 따른 차이는 있지만 겹치는 값 또한 존재하였다. 이는 보호복의 사이즈 체계를 구성하기 위한 자료가 될 수 있을 것이다. 시판 보호복의 사이즈 구성이 가슴둘레와 키를 기준으로 하고 있기 때문에 각 성별의 가슴둘레(여성의 경우 젖가슴둘레)와 키의 평균값을 구하였고 이를 비교하였다. 그 중 남성의 평균 사이즈를 기준으로 하여 추후 보호복 시제품 제작에 활용하고자 한다.

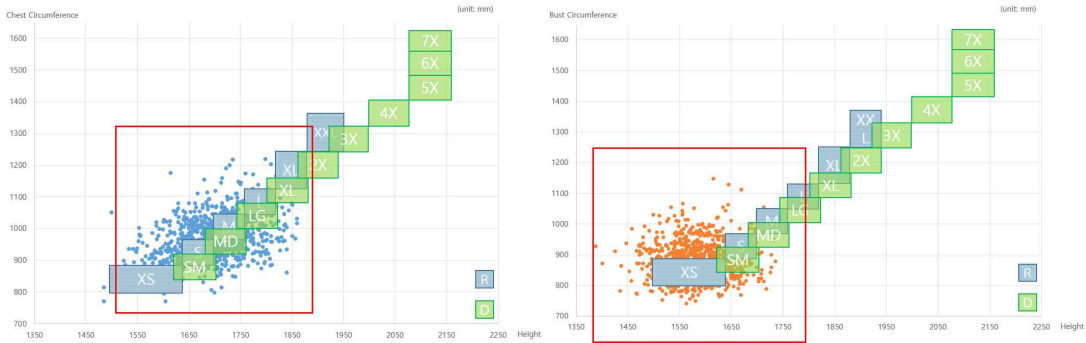


Fig. 4. Comparison between the size chart of major protective clothing manufacturers and the dispersion of Korean adult male(left) and female(right) body measurements.

<Fig. 4>는 주요 제조업체가 제공하는 보호복의 사이즈 표와 20~59세 한국 성인 남·여의 인체 치수 분포 비교를 보여준다[Fig. 4]. 현재 R사의 경우 XS~XXL, D사의 경우 SM~7XL 구간의 보호복을 생산 중이다[14, 15]. 한국인 20~59세 여성의 인체 치수 분포를 보면 키와 가슴둘레가 R사의 XS~M 사이즈 구간, D사의 SM~MD 사이즈 구간에 걸쳐 있으며, 남성의 경우와 마찬가지로 시판 중인 해외 업체의 보호복 치수를 벗어나는 사이즈를 가진 데이터가 많은 것을 확인할 수 있었다. 이는 한국인 남·여 구급대원에게 적합한 사이즈를 가지는 보호복 개발이 시급함을 보여준다.

해외 주요 제조업체의 보호복 사이즈와 한국 성인 남·여의 치수 분포를 비교하였을 때 기존 해외 제품에서 남·여 모두에게 적합한 사이즈를 찾기 어려우며, 특히 여성 평균의 경우 두 업체의 가장 작은 사이즈 범위에 포함되기 때문에 이보다 작은 여성을 위한 보호복은 찾기 어려웠다.

국내에서도 보호복의 생산이 이루어지고 있지만 대부분을 해외에서 수입해서 쓰고 있는 실정이다. 보호복은 일상적인 의복과 같이 항상 착용하는 것이 아니고 특정 상황 발생 시 관련된 인원이 착용하게 되기 때문에 수요의 한계가 있다. 그러한 이유로 다양한 사이즈의 생산 및 수입에 어려움이 있다. 그러나 사이즈의 이슈는 동작의 불

편함 및 착용 시 불안정을 가져오며 이는 오염물질에 대한 노출로 이어져 환자 발생 시 착용자의 적절한 응급 구조 활동을 방해하게 된다.

한국과 미국 여성의 인체 프로포션을 비교한 Yi와 Istook의 연구[14]에 따르면, 같은 목뒤높이를 가진 여성일지라도 한국인의 가슴높이가 미국여성보다 높으며, 한국인의 허리와 엉덩이 높이는 미국여성보다 낮다는 결과를 보여주었다. 이것은 움직임을 고려할 때 길이방향의 커버를 형태의 보호복에 있어 주요하게 고려해야 할 사항으로 보인다. 가슴높이와 엉덩이 높이가 다르다는 것은 몸통길이와 살 높이가 다른 것을 의미하며, 외국 체형에 맞춘 보호복을 착용한 구급대원이 환자의 가슴을 압박하거나 무릎을 굽힌 자세로 활동할 시 불편함을 가져올 수 있음을 예상할 수 있다.

개인보호장비(personal protective equipment, PPE)는 재난 상황 발생 시 다양한 위험에서 착용자를 보호하기 위해 착용되는 일련의 장비 조합을 말하며 여기에는 호흡보호구, 보호복, 고글, 장갑, 덧신 혹은 특수신발 등이 포함된다. 이 중 보호복은 외부환경으로부터 착용자를 보호하기 위한 의복이며 단독으로 착용되지 않고 활동복 또는 근무복을 착용 후 인체의 가장 바깥쪽에 착용하게 되며, 기본적으로 외부 위험물질로부터 인체를 보호하는 목적을 가지고 있다. Shin 등[15]은 level C

에 해당하는 3M사의 Tychem C 보호복과 방독면 #6800을 구급대원이 착용하고 심폐소생술 시행 시 착용자의 동작을 분석하였다. 이 연구에서 개인보호장비 착용이 심폐소생술 시행 시 구급대원의 움직임을 방해하여 효율적인 응급처치를 어렵게 만들며, 이는 구급대원의 신체에 손상을 가할 수도 있다고 하였으며, 보호복이 응급처치에 필요한 적절한 자세를 취하는데 부적절하다고 하였다. Enrique 등[16]은 2개의 보호복의 착탈의 과정을 비교하였다. 이들은 몸 뒤쪽에 매듭이 있는 보호복의 경우 이를 스스로 푸는 것이 어려우며 헬멧 또는 고글이 시야를 감소시켰다고 지적하였다. 그러나 직업의 특성 상 응급구조활동 시 취하게 되는 특정 동작에 대한 수행능력을 요구하기 때문에 구급대원용 개인보호복 개발 시 보호의 역할과 함께 구급 업무 수행에 대한 동작편의성에 중점을 두어 개발할 필요가 있다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 실제 현장에서 응급구조활동을 펼치는 구급대원의 연령대에 해당하는 한국인의 신체측정학적 특징을 확인하고, 개인보호복에 대한 일반 현황, 개인보호복 착용 시 구급업무 수행 능력에 대한 영향 그리고 개인보호복 개발 시 요구사항 등 현장에서 적절하게 사용할 수 있는 구급대원용 보호복 개발을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

구급대원용 개인보호복 개발 시 요구사항을 정리하면 다음과 같다. 신체 노출이 되지 않고 완벽한 밀폐가 되며 공기를 통한 감염에 대한 우려가 없도록 개선된 고글과 마스크 또는 일체화 된 고글과 마스크를 가지는 보호복 등 신체 보호를 위한 기본 기능에 충실한 보호복, 다양한 사이즈를 가지고, 팔·다리·허리 등의 사이즈가 조절 가능

한 기능을 가지는 등 인체에 잘 맞는 보호복에 대한 요구가 있었다. 또한 착탈의 및 의사소통이 용이하고 더위가 해소 될 수 있는 제품, 시야 확보로 활동 시 걸림이 없고 2차 사고의 위험성을 줄이는 제품, 외부에 구급대원임을 알릴 수 있는 표식이 있는 보호복 등 다양한 의견이 도출되었다. 본 연구에서 얻어진 기초자료를 종합하여 추후 구급대원용 개인보호복 개발에 반영할 수 있어야 한다.

References

1. Kim TH, Park TW, Hong ES. Contrast analysis for CBRN attacks on educational research and best practices. *Journal of the Korean Society of Disaster Information*, 2009;5(1): 78-100.
2. National 119 Rescue Headquarter. CBRN terrorism and incident response manual. 2012. 16.
3. Occupational Safety and Health Standards. General description and discussion of the levels of protection and protective gear. Available at: https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=9767, 1994
4. L. KD. Hospital/Emergency Department Preparedness & Disaster Triage. School of nursing - Emergency management presentation. Available at: <https://www.slideshare.net/LKeithDowler/school-of-nursing-emergency-management-presentation>
5. Kim KN, Lee OC. Knowledge, attitudes and perceptions of nurses on personal protective equipment: Response to the middle east respiratory syndrome coronavirus. *J Korean*

- Acad Fundam Nurs 2016;23(4):402-10. <https://doi.org/10.7739/jkafn.2016.23.4.402>
6. June KJ, Choi ES. Infection control of hospital nurses: Cases of middle east respiratory syndrome. Korean Journal of Occupational Health Nursing 2016;25(1):1-8. <https://doi.org/10.5807/kjohn.2016.25.1.1>
 7. Shin DM, Kim SY, Shin SD, Kim CH, Kim TH, Kim KY et al. Effect of wearing personal protective equipment on cardiopulmonary resuscitation: Focusing on 119 emergency medical technicians. The Korean Journal of Emergency Medical Services 2015;19(3):19-32. <https://doi.org/10.14408/KJEMS.2015.19.3.019>
 8. Park HJ, Helen T, Madeline M. Impact of fire fighter gear on lower body range of motion. International Journal of Clothing Science and Technology 2014;27(2):315-34. <https://doi.org/10.1108/IJCST-01-2014-0011>
 9. Seoul Metropolitan Fire & Disaster Headquarters. Available at: <http://fire.seoul.go.kr/>
 10. Korean agency for technology and standards. Size Korea. Available at: http://sizekorea.kats.go.kr/03_report/6th.asp
 11. Ordinance of the Prime Minister 1259 『Fire officers appointment enforcement rule』. Available at: <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=181233&efYd=20160218#0000>
 12. Dupont. Available at: <http://www.dupont.com>
 13. Respirex. Available at: <http://www.respirexinternational.com/>
 14. Yi KH, Istook C. Comparison of 3D scanned anthropometric data between Korean and American adults by using ratios and indices. Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles 2008;32(6):959-67.
 15. Shin DM, Chung JH, Kim SY, Hong EJ, Kim KY, Han YT. A Study on the motion analysis of CPR on EMT who wearing PPE. The Korean Society of Safety 2015;30(5):74-9. <https://doi.org/10.14346/JKOSOS.2015.30.5.74>
 16. Casalino E, Astocondor E, Sanchez JC, Diaz-Santana DE, del Aguila C, Carrillo JP. Personal protective equipment for the Ebola virus disease: A comparison of 2 training programs. American Journal of Infection Control 2015;43:1281-7. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.07.007>