

[Original Article]

Anthropometric study of the head for the development of firefighting hoods for firefighters

Da Wun Jeong, Mina Jang, Chae-Ryung Kwon,
Dong-Eun Kim[†] and In Seong Lee

Dept. of Fashion Industry, Ewha Womans University, Korea

소방공무원의 방화두건 제작을 위한 머리 치수 연구

정다운 · 장미나 · 권채령 · 김동은[†] · 이인성
이화여자대학교 의류산업학과

Abstract

Firefighting hoods protect the head, face, and neck areas of officials while they perform firefighting services. The purpose of this study is to investigate the head size of Korean firefighting officials in order to establish the dimensions necessary to construct firefighting hoods. A total of 98 male firefighting officials participated in this study and 11 body dimensions, necessary for the construction of firefighting hoods, were measured. The data collected from the firefighting officials were compared to the general adult male data from the Size Korea national anthropometric study. The heights, weights, head circumferences, head heights, and bitracion arcs of the firefighters were significantly larger than those of general adult males, which shows that firefighting officials generally have larger body and head sizes than general adult males. Based on the results of Pearson's correlation coefficients, head circumference and head height were judged to be the important measurements for the construction of the firefighting hoods. Thus, these two measurements were chosen as the basic dimensions of the cross tabulation analysis. As a result, head circumferences of 57.00~60.99cm and head heights of 23.00~25.99 cm were found to be important measurement ranges among the firefighters. This study is expected to be used as the basis for the creation of firefighting hoods that help to ensure the safe rescue activities for firefighting officials.

Keywords: firefighter(소방관), firefighting hood(방화두건), size(사이즈), anthropometry(인체측정)

Received July 25, 2017
Revised August 23, 2017
Accepted August 28, 2017

[†] Corresponding author
(dekim@ewha.ac.kr)

ORCID
Da Wun Jeong
<http://orcid.org/0000-0002-1522-6702>
Mina Jang
<http://orcid.org/0000-0001-6839-258X>
Chae-Ryung Kwon
<http://orcid.org/0000-0002-7190-7027>
Dong-Eun Kim
<http://orcid.org/0000-0003-1431-9736>
Inseong Lee
<http://orcid.org/0000-0002-4409-9845>

This research was supported
by Disaster-Safety Platform
Technology Development
Program of the National
Research Foundation of
Korea(NRF) funded by the
Ministry of Science,
ICT & Future Planning
(2015M3C8A7A02027382)

I. Introduction

국민안전처 국가화재정보센터(National Fire Data System [NFDS], n.d.)에 따르면 2015년 한 해 동안 전국에서 발생한 화재건수는 44,435건이었으며, 그에 따라 사망 253명, 부상 1,837명, 총 2,090명의 인명피해가 발생하였다(NFDS, n.d.). 2010년 이전 화재건수는 47,000건 이상이었던 것에 반해, 2010년 이후 화재건수는 44,000건 이하로 감소하였지만, 아직도 수많은 인명피해와 재산피해가 발생하고 있다.

있다. 이러한 화재현장에서 인명피해와 재산피해를 최소화하기 위해 소방관들이 구조 활동을 하는데, 이때 화염과 고온의 수증기, 여러 가지 위험 물질로부터 소방관의 신체를 보호하기 위해 착용하는 의복이 소방복이다.

2001년 발생한 흥제동 주택화재사고에서 방수복 정도의 기능성밖에 지니지 못한 소방복 때문에 6명의 소방관이 참사를 당한 사건이 있었다(Lee, 2001; Lee, 2011). 이 사건을 계기로 소방복이 방수복에서 방화복으로 지급되는 등(Lee, 2011) 방화복의 중요성이 대두되었다. 화재건수와 그에 따른 인명피해 및 재산피해는 해가 바뀌어도 끊임없이 일어나고 있고(NFDS, n.d.), 이때 일어나는 화염 및 화기에 의한 사건사고 역시 화재 진압 시 소방관들에게는 불가피한 상황이다.

머리부위의 안전을 위해 소방모와 소방두건을 착용하는데, 그 중 소방용 방화두건(이하 “방화두건”)은 화재진압, 구조 활동 시 화재, 구조현장에서 화염분출이나 위험물질의 폭발로부터 소방공무원의 목과 안면부위를 보호하는 것을 목적으로 한다(Korea Fire Institute, 2014). 방화두건을 도입하고 난 후, 뉴욕의 1,000건의 화상 발생에서 부상율이 감소하였는데, 구체적으로 귀는 60%, 목은 54%, 머리 전체는 46%가 감소하였다(Prezant, Malley, Barker, Guerth, & Kelly, 2001). 그러나 국민안전처의 2014년도 기준 소방장비 총괄 통계에 따르면 개인안전장비 중 방화복은 노후율이 43.5%, 방화두건의 경우 부족율은 11.3%로 나타나(Ministry of Public Safety and Security, 2015), 소방공무원의 개인안전장비의 보유율의 증가가 더 필요한 것으로 나타났다.

소방공무원은 생명과 직결되는 화학적, 물리적인 위험 속에서 직무를 수행하고 있으며, 소방공무원을 안전하게 보호하기 위한 소방복 관련 연구는 매우 중요하다. 그러나 방화복에 관한 연구와 일반적인 두건 및 후드 제작을 위하여 한국인의 머리 및 어깨 형태를 분석한 연구는 꾸준히 이루어져 오고 있으나, 소방공무원의 방화두건 제작을 위한 머리 치수에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 남성 소방공무원을 대상으로 머리 치수를 측정, 분석하여 우리나라 소방공무원들의 두상에 적합한 우수한 맞춤형의 방화두건 개발을 위한 기초자료를 제시하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 방화두건 제작에 중

요한 측정항목을 선정하여 소방공무원들을 대상으로 직접측정에 의해 신체측정을 실시하였다. 또한, 사이즈 코리아(Size Korea, 2010) 제6차 한국인 인체치수 조사사업 데이터와의 측정치 차이를 비교하여 소방공무원의 머리 치수와 일반 성인남성의 머리 치수를 비교하여 소방공무원 머리 치수의 특징을 분석하였다.

II. Background

1. Anthropometric studies on head

다양한 산업계에서 머리와 얼굴 부위에 관련된 제품설계를 위하여 머리 치수와 형상에 대한 정보를 필요로 하고 있으며(Choi, Kim, & Nam, 2010), 여러 학문 분야에서 머리 사이즈 및 형태 분석에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. Ahn and Suh(2004)는 밀착형 모자 제작을 위하여 한국인 성인 여자의 머리형태를 U자형, 역삼각형, 타원형의 3가지 유형으로 분류하였다. Choi et al.(2010)의 연구에서는 머리와 얼굴 부위에 관련된 산업계에서 활용할 수 있는 정보를 제공하고자, 2005년 머리형상 측정조사의 측정치를 기준으로 한국 성인남성 머리의 유형을 분류하여 각 유형에 따른 특성을 제시하고 있다. 요인분석에 의하여 두께, 너비, 수직길이, 코길이, 코너비와 입너비로 분류된 5가지 요인을 제시하였으며, 3차원 컴퓨터 영상 촬영을 실시해 세부적인 대표치를 산정하였다. Kim, Kim, Yi, and Park(2005)의 연구에서는 3차원 프로그램을 사용하여 머리 관련 25개의 측정치의 값을 추출해 연령대별 통계분석을 실시하였다. 그 결과, 20대의 경우, 머리마루-귀구슬수직길이, 눈동자사이너비가 가장 크고, 연령이 증가하면서 감소하였고, 코뿌리-코 밑길이와 입너비는 나이가 증가함에 따라 커지고 있음을 알 수 있었다. 머리지수치에 의하면 한국 성인은 짧은 머리형에 속하며, 머리너비에 비해 얼굴너비가 연령대가 높아질수록 커졌다. 또한 머리두께너비 지수를 제외한 모든 지수치가 연령에 따라 유의한 차이가 나타나, 머리에 부착되는 남녀공용의 제품을 제작할 경우에는 연령별 변화에 유의하여야 하는 것으로 결론지었다. 2차원 측정을 통해서 형태 분류를 하고, 이를 통해 주된 요인을 추출하여 3차원 측정자료를 이용하여 그 형태를 시각적으로 제시한 Lee(2004)의 연구에서는 4개 유형이 추출되어, 머리의 앞뒤형

태를 나타내는 값이 크게 나타난 ‘짱구형’, 머리두께는 작으면서 너비도 작고, 수직길이는 길게 나타난 ‘장두형’이 있고, 너비항목은 유형 4보다는 작지만 유형 1, 2보다는 크고 머리 수직길이는 작게 나타나서, 머리 윗부분이 약간 납작하고, 머리 좌우형태는 약간 큰 ‘표준형’으로 나타났다. 유형 4는 너비, 두께, 수직거리등의 거의 모든 항목에서 가장 큰 값을 나타내어 ‘대두형’으로 분류되었다. Sohn and Shin(2011)의 연구에서는 머리의 치수 외에 어깨의 형태까지 고려하여 후드 패턴 설계를 하였으며, 머리 및 목, 어깨관련 신체치수를 제시하여 어깨의 기울기, 머리의 크기 및 형태, 그리고 목 부위를 포함한 머리 길이 요인으로 분류하였다. 이렇게 얻어진 요인 항목으로 군집분석을 실시한 결과, 3가지 유형으로 나뉘어졌다. 유형 1은 어깨 경사도가 가장 커서 치진 어깨이며, 머리 크기가 크며, 목 부위를 포함한 머리 길이가 짧은 유형이고, 유형 2는 목 부위를 포함한 머리 길이가 가장 긴 유형, 그리고 유형 3은 솟은 어깨에 속하며, 머리 둘레도 작으며, 목 부위를 포함한 머리수직길이 및 젖힌 목 길이가 작은 유형으로 나타났으며, 이는 인체적합도가 높은 후드패턴설계를 위한 기초자료가 된다고 하였다.

KS 모자의 치수(Korean Agency for Technology and Standards [KATS], 2009) 규격은 모자의 제품 치수 설정과 소비자의 상품 선택에 기본이 되는 호칭 및 기본 신체치수를 제시하고 있다. 특히 피트성이 필요한 모자류와 치수 조절이 가능한 모자류로 분류하여 연령별, 성별로 나누어 호칭과 분포율을 제시하고, 상위 3개 치수를 표시하였다. 피트성이 필요한 모자류에서 남자 13세 이상은 56(21.4%), 57(24.4%), 58(17.4%)의 호칭에서 가장 높은 분포율을 보였고, 여자 13세 이상은 54(23.2%), 55(27.9%), 56(19.3%)의 호칭에서 가장 높은 분포율을 보였다. 치수조절이 가능한 모자류에서는 남녀 13세 이상 모두 M과 L 호칭에서 가장 높은 분포율을 보였는데, 남자는 M사이즈 5.3%, L사이즈 23.3%, 여자는 M사이즈 22.3%, L사이즈 23.2%의 분포율을 나타냈다. 이와 같은 KS모자 치수 규격은 일반 모자 제품의 제작 시의 치수 기준이 됨을 알 수 있다. Lee and Do(2003)의 연구에서는 합리적인 사이즈 체계를 설정하기 위해 국내 시판 중인 13개 모자 업체를 대상으로 치수표기 방법 및 치

수 규격체계를 비교분석하였다. 모자 제작 시 현재 사용하고 있는 측정 부위와 필요하다고 생각되는 측정 부위를 조사한 결과, 업체에서 사용하고 있는 측정 부위는 모든 업체가 머리둘레라고 답하였고, 필요하다고 생각되는 측정 부위는 머리높이 항목의 추가를 요구하여, 모자 제작 시 필요한 머리측정부위로 머리둘레와 더불어 머리높이를 중요한 항목으로 인지하는 것으로 나타났다.

2. Firefighter protective clothing

우리나라 소방관에게 맞는 방화복 치수개발을 위한 연구로는, 상의 12개, 하의 14개의 치수체계를 구축한 Han, Nam, and Choi(2009)의 연구와 3차원 동작분석을 실시하여 기존 상의 및 소매 패턴에 치수를 수정, 보완한 Han(2009)의 연구가 있다. Han et al. (2009)의 연구에서는 제5차 한국인 인체치수 조사사업 3차원 측정치를 바탕으로 상의는 가슴둘레와 목뒤 손목안쪽길이를, 하의는 허리둘레와 살높이를 기준치수로 선정하여 기존 방화복에서 나타났던 치수 체계의 수보다 6~7개가 더 많아져 치수의 세분화를 시켰다. Han(2009)의 연구에서는 팔 동작에 영향을 미치는 동작범위를 파악한 후, 관절각이 가장 큰 동작의 결과들을 산출하여 전체적인 소매형태와 길이, 암홀과 고깃의 형태를 반영했으며, 엄지손가락의 관절각을 통해 신속한 탈착이 용이하게 하였다. 그리고 기존의 소방복의 소매패턴과는 달리 두 장 소매로 구성하고, 팔꿈치 부분을 입체화하여 움직임이 편하도록 하는 것과 같이 의복으로 인한 동작 제한을 최소화하고, 작업능률을 향상시키기 위해 동작범위를 파악한 연구로 인간공학적인 방화복 소매패턴을 개발하였다. 이와 같이 소방용 방화복 맞춤세 및 사이즈 개선을 위한 연구는 이루어졌으나, 소방용 방화두건의 치수에 관한 연구는 미비한 실정이다.

소방방재청의 소방용 규격서(Korea Fire Institute, 2014)에 따르면 방화두건은 주로 아라미트계 섬유·PBI계 섬유로 만들어진 수축 가능한 직물로 제작되며, 화재현장에서 열로부터 소방공무원의 머리, 목, 안면 부위를 보호할 수 있는 형태로 만들어진다(Fig. 1). KFI규정에 따르면(Korea Fire Institute, 2014) 방화두건은 목 부분을 포함한 가슴상단 부분까지 감싸도록 제작되어야 하며, 헬멧 착용 시 정수리 부분의 뭉침(겹



<Fig. 1> An example of firefighting hoods
From: Bristol Uniforms. (n.d).
<http://www.bristoluniforms.com>

침)현상이 없어야 한다. 또한 안면용 구멍으로 머리를 통과시킬 수 있어야 하며, 공기호흡기의 착용 및 기타 소방장비의 사용에 지장을 주지 않도록 제작되어야 한다고 명시되어 있다. 이와 같이 두건의 구조 및 형태, 봉제에 관한 규격은 제시되어 있으나, 방화두건사이즈에 관한 구체적 규격은 제시되어 있지 않다. 한국 소방용 방화복에 대한 만족도 조사 연구결과, 진화 작업 시 주로 부상을 당하는 신체 부위는 손과 방화두건과 관련된 목, 얼굴 부위가 응답 전체의 70.8%로 나타났으며, 방화복 개선요구사항에 대해서는 치수의 세분화가 36.4%로 높게 나타난 것을 살펴볼 때(Han, Nam, & Choi, 2008), 소방공무원의 인체 측정을 기반으로 사이즈 분석을 통한 두건 개발이 필요할 것으로 사료된다.

III. Methods

1. Participants

방화두건 제작을 위한 인체측정은 서울, 경기, 인천, 충남, 부산 지역에서 근무 중인 현직 소방공무원을 대상으로 하였다. 연구대상의 성별은 남성으로, An (2015)의 선행연구에서 소방공무원 10명 중 9명 이상이 남성인 점을 고려하여 남성을 선정하였으며 연령대는 20대 10명, 30대 40명, 40대 28명, 50대 20명으로 총 98명을 대상으로 하였다. 측정기간은 2015년 11월 19일부터 12월 24일까지였다.

2. Measurement items

방화두건 제작 시 고려해야 할 두상의 부위별 치수

를 측정하기 위해 측정항목을 Size Korea 제6차 인체 치수조사 사업 보고서(Size Korea, 2010)의 직접 측정과 3차원 형상 측정 항목을 참고하여 선정하였다. 측정 부위는 두상과 목, 안면부위를 덮는 방화두건의 형태를 고려하여 머리 마루점부터 어깨선까지로 설정하였는데, 이는 방화두건의 착용감과 안전성에 영향을 주는 부위로 사료된다. 두상 측정을 위하여 의자에 바르게 앉아 정면을 바라보는 자세를 취하도록 하였으며, <Table 1>과 같이 머리수직길이(head height), 머리마루점 눈살 수직길이(glabella to top of head), 머리마루점 코밑 수직길이(subnasale to top of head), 눈초리사이 너비(right ectocanthion to left ectocanthion distance), 머리둘레(head circumference), 눈살뒤통수길이(sagittal arc of head), 귀구슬사이 머리위길이(bitrag-

<Table 1> Measurement location

Measurement items		
	English	Korean
*A	*Head height	머리수직길이
B	Glabella to top of head	머리마루점 눈살 수직길이
C	Subnasale to top of head	머리마루점 코밑 수직길이
D	Right ectocanthion to left ectocanthion distance	눈초리사이 너비
*E	*Head circumference	머리둘레
*F	*Sagittal arc of head	눈살뒤통수길이
*G	*Bitragion arc	귀구슬사이 머리위길이
H	Right lateral neck-vertex-left lateral neck	목옆사이 머리위 길이
I	Menton-vertex-menton	턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레

* Indicates measurements used from Size Korea data for comparison with firefighter data

gion arc), 목옆사이 머리위 길이(right lateral neck-vertex-left lateral neck), 턱끝점-머리마루-턱끝점둘레(menton-vertex-menton)의 머리관련부위인 9개와 키(height)와 몸무게(weight)를 포함한 총 11개 항목을 측정항목으로 선정하였다. 측정도구로는 마틴(Martin)식 측정자와 줄자를 사용하였다. 소방 공무원 데이터와 비교분석하기 위하여 제 6차 한국인 인체치수조사사업의 직접측정 데이터와 3차원 인체형상데이터 중 소방공무원과 같은 연령대인 20세에서 59세 남성 2471명의 머리측정 데이터를 사용하였다. 제 6차 한국인 인체치수조사사업 직접측정 2,471명은 20대 843명(34.12%), 30대 891명(36.06%), 40대 435명(17.60%), 50대 302명(12.22%)의 분포를 보이고 있다.

3. Data analysis

머리의 치수의 분석을 위하여 SPSS WIN19.0을 사용하여 통계처리 하였으며, 머리 부위 측정치의 기초 통계량을 구하였고, 소방공무원과 제6차 한국인 인체치수 조사사업 보고서(Size Korea, 2010)와의 측정치 차이를 분석하기 위해 Welch's *t*-test를 시행하였다. 비교 항목은 본 연구의 연구항목 11개 중 한국인 인체치수 조사 직접측정항목 중 공통항목 6개를 추출하여 분석에 사용하였다. 각 측정항목 간의 관계를 파악하기 위해 상관관계 분석을 시행하였으며, 치수체계 범위 설정을 위해 교차분석을 실시하였다.

IV. Results and Discussion

1. Percentile information

방화두건 설계에 필요한 소방공무원들의 인체 측정항목 11개에 대한 측정치의 평균, 표준편차, 백분위수를 구한 기술통계량은 <Table 2>와 같다. 대부분의 항목은 총 인원수가 98명이었으며 소방공무원의 근무에 방해가 되지 않는 선에서 인체 측정을 하는 과정에서 일부 항목은 측정을 못하는 경우도 있어 총 인원이 97명인 항목도 있었다. 소방공무원 평균 연령은 40.08세이며, 평균 키는 174.62cm, 평균 몸무게는 74.55kg이었다. 제6차 한국인 인체치수 조사사업 보고서(Size Korea, 2010) 데이터의(이하 'Size Korea'라고 명칭함) 20~59세의 성인남성 2,471명의 평균 연령은 35.30세이며, 평균 키는 171.40cm, 평균 몸무게는 71.64kg

이었다(Table 3).

양 극단인 1st percentile과 99th percentile을 제외하고, 6개의 공통 항목에 대하여 소방공무원과 일반 성인남성의 백분위 값을 비교하였다. 몸무게의 경우 5th percentile에서 소방공무원이 일반 성인남성보다 4.10cm 더 컸다가 50th percentile에서 1.4cm, 95th에서 5.6cm 크게 나타나 백분위수가 높아지면서 그 차가 적어졌다가 다시 커지는 경향이 나타났다. 키의 경우, 백분위수 높아지면서 그 차가 점점 작아지는 경향이 나타났다. 5th percentile에서 소방공무원이 일반 성인남성보다 6.6cm 키가 컸다가 50th percentile에서 2.5cm, 90th percentile에서 1.9cm, 95th에서 3.75cm 큰 경향이 나타났다.

머리둘레의 백분위수가 높아져도 등 간격을 유지하는 것으로 나타났다. 구체적으로 5th percentile에서 소방공무원의 머리둘레가 1.30cm 컸으며, 50th percentile에서는 1.05cm 크고, 95th percentile에서 1.11cm 큰 것으로 보였다. 머리길이의 경우, 백분위수가 작을 때는 소방공무원이 일반 성인남성보다 작았다가 그 차가 점점 커지면서 소방공무원이 더 길이가 커지는 것으로 보였다. 즉, 5th percentile에서는 소방공무원이 일반 성인남성보다 0.20cm 작았으며, 50th percentile에서 0.40cm 컸고, 95th percentile에서 0.61cm 큰 것으로 나타났다. 귀구슬사이 머리위길이의 경우, 등간격을 유지하는 것으로 나타났다. 5th percentile에서 소방공무원이 2.20cm 컸으며, 50th percentile에서 2.80cm, 95th에서 percentile 2.50cm 큰 것으로 나타났다. 눈살뒤통수길이 경우 등간격을 유지하는 것으로 나타났다. 구체적으로 5th percentile에서 소방공무원이 일반 성인남성보다 5.30cm, 50th percentile에서 5.40cm, 95th percentile에서 5.18cm 작은 것으로 나타났다.

소방공무원 측정치의 평균과 Size Korea의 측정 평균을 소방공무원과 Size Korea의 데이터 크기의 차이가 큰 것을 고려하여 이에 적합한 Welch's *t*-test로 비교하였다. 20대 전반부터 50대 후반의 공통측정항목 6개에 대하여 항목별 평균의 차이를 Welch's *t*-test한 결과는 <Table 4>와 같다. 비교 항목은 본 연구의 연구항목 11개 중 한국인 인체치수 조사 직접측정항목 중 공통항목 6개를 추출하여 비교하였다. 그 결과, $p < .05$ 수준에서 모든 항목에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

전반적으로 눈살뒤통수길이를 제외한 5개의 항목

에서 소방공무원의 머리관련 치수가 일반 성인남성보다 큰 것으로 나타났다. 구체적으로 키와 몸무게 모두 소방공무원의 치수가 키는 3.22cm, 몸무게는 2.91kg의 차이로 일반 성인남성보다 큰 것을 알 수

있었다. 두건 제작 시 기본 부위인 머리둘레의 경우, 소방공무원의 평균치는 58.31cm였으며, Size Korea에서는 57.21cm로 나타났으나 소방공무원이 일반 남성보다 머리둘레가 1.1cm 더 큰 것으로 나타났다. 전면

<Table 2> Percentile of the firefighter dataset

(Unit: cm or kg)

Parts	N	Mean	S.D.	Min.	Max.	Percentile								
						1 st	5 th	10 th	25 th	50 th	75 th	90 th	95 th	99 th
Height	98	174.62	4.89	165.00	188.00	165.00	167.90	169.00	171.00	174.00	177.25	181.10	185.05	188.00
Weight	97	74.55	10.45	57.00	120.00	57.00	61.00	62.00	68.00	72.00	80.00	88.40	95.00	120.00
Head height	98	23.93	1.30	20.40	27.70	20.40	21.70	21.90	23.20	23.90	24.80	25.50	25.81	27.70
Glabella to top of head	98	10.88	1.42	7.70	14.20	7.70	8.79	8.90	9.80	10.90	11.90	12.90	13.40	14.20
Subnasale to top of head	98	16.92	1.70	10.00	19.80	10.00	13.90	15.00	15.70	17.10	18.20	18.92	19.61	19.80
Right ectocanthion to left ectocanthion distance	97	10.80	0.65	9.40	12.30	9.40	9.79	9.90	10.35	10.70	11.25	11.70	12.10	12.30
Head circumference	98	58.31	1.48	55.00	62.00	55.00	56.00	56.39	57.00	58.25	59.33	60.02	60.81	62.00
Sagital arc of head	98	30.14	1.61	27.00	35.00	27.00	27.50	28.48	29.00	30.00	31.13	32.00	33.03	35.00
Bitrignon arc	98	39.68	1.59	36.00	47.00	36.00	37.00	37.50	39.00	40.00	41.00	41.50	42.00	47.00
Right lateral neck-vertex-left lateral neck	98	66.44	2.20	59.50	72.00	59.50	63.00	63.95	65.00	66.45	68.00	69.50	70.00	72.00
Menton-vertex-menton	98	72.00	2.37	66.60	78.00	66.60	67.98	68.79	70.48	72.00	73.50	75.02	76.31	78.00

Shading indicates measurements used from Size Korea data for comparison with firefighter data

<Table 3> Percentile of the Size Korea dataset

(Unit: cm or kg)

Parts	N	Mean	S.D.	Min.	Max.	Percentile								
						1 st	5 th	10 th	25 th	50 th	75 th	90 th	95 th	99 th
Height	2,471	171.40	6.13	150.00	192.80	156.97	161.30	163.50	167.20	171.50	175.70	179.20	181.30	185.63
Weight	2,471	71.64	10.32	43.40	151.10	51.87	56.90	59.60	64.40	70.60	77.70	84.90	89.40	100.61
Head height	2,471	23.53	0.99	20.20	26.60	21.30	21.90	22.30	22.90	23.50	24.20	24.80	25.20	25.80
Head circumference	2,471	57.21	1.51	51.70	63.40	53.80	54.70	55.30	56.20	57.20	58.20	59.10	59.70	60.90
Sagital arc of head	2,471	35.48	1.65	29.90	41.10	31.77	32.80	33.32	34.30	35.40	36.60	37.50	38.20	39.40
Bitrignon arc	2,471	37.14	1.47	32.20	45.70	33.80	34.80	35.30	36.20	37.20	38.10	39.10	39.50	40.50

<Table 4> Measurement difference between firefighters and general adult men (Unit: cm or kg)

Parts	Firefighter (n=98)		Size Korea (n=2471)		t-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
Height	174.62	4.89	171.40	6.13	26.40***
Weight	74.55	10.45	71.64	10.32	7.42**
Head height	23.93	1.30	23.53	0.99	14.43**
Head circumference	58.31	1.48	57.21	1.51	49.82***
Sagital arc of head	30.14	1.61	35.48	1.65	991.71***
Bitragion arc	39.68	1.59	37.14	1.47	281.18***

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

Note: Firefighter weight (n=97)

의 머리 형태 파악에 필요한 머리마루점을 기점으로 한 머리수직길이는 소방공무원이 23.93cm, Size Korea는 23.53cm인 0.4cm 차이로 소방공무원의 측정치가 다소 컸으나, 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 머리의 좌우형태를 파악할 수 있는 귀구슬사이 머리위길이는 소방공무원의 경우 39.68cm, Size Korea의 경우 37.14cm로 2.54cm의 차이로 소방공무원이 더 큰 것으로 나타났다. 이를 통해 소방공무원과 일반 성인남성과의 인체치수 차이가 유의미한 것을 알 수 있었고, 대부분의 항목에서 소방공무원의 측정치가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 소방공무원의 직업특성상 일반 성인남성보다 체격이 큰 사람들이 많이 있기 때문인 것으로 해석된다. 이 결과로 볼 때, 방화두건 제작 시 일반 성인남성의 머리 측정차로 방화두건을 제작한다면 방화두건 맞음새에 문제점이 있을 것으로 사료되며, 소방공무원 머리 측정자료의 중요성을 시사한다.

머리의 전후 형태를 파악할 수 있는 눈살뒤통수길이는 소방공무원의 경우 30.14cm였으며, Size Korea에서는 35.48cm로 본 연구결과의 눈살뒤통수길이 평균값이 Size Korea에 비해 5.34cm 더 작게 나타났다. 이와 같은 큰 차이의 결과가 소방공무원 머리 측정 시 눈살뒤통수길이의 부정확한 측정에 의한 것인지를 검토하기 위하여 다른 연구문헌을 참고하였다. Lee

and Do(2003)의 연구에서 남자 대학생 214명의 눈살점-머리마루점-뒤통수길이 평균을 29.9cm로, Song and Yang(2010)의 연구에서는 20~59세 남자 1,536명의 눈살뒤통수돌출길이의 평균을 29.98cm로 보고하고 있었다. 반면에 Choi et al.(2010)의 연구에서는 18세 이상 성인 남성 760명의 눈살뒤통수돌출점길이의 평균이 38.2cm인 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 볼 때, 눈살뒤통수길이의 측정 결과가 연구에 따라 다를 수 있어 결과 해석에 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다.

그 외 Size Korea에서 측정되지 않은 부위 중에서 방화두건 제작 시 소방공무원의 머리 및 얼굴의 형태를 파악할 수 있는 부위로 머리마루점 눈살 수직길이는 10.88cm, 머리마루점 코밑 수직길이는 16.92cm, 눈초리사이 너비는 10.80cm, 목옆사이 머리위 길이는 66.44cm, 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레는 72.00cm로 나타났다.

2. Correlation analysis

방화두건 제작에 필요한 항목은 가능한 한 많은 부위를 대표할 수 있는, 통계적으로 상관이 높은 항목이 선정되어야 한다. 이에 따라 본 연구에서 측정된 11개의 항목 간의 상관관계를 분석한 결과는 <Table 5>와 같다. 11개의 측정항목의 상관계수는 대체로 중 이하의 상관관계를 나타내고 있다.

키는 머리둘레, 목옆사이 머리위 길이, 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레와 평균 $r=.481$ 정도의 상관을 보이고 있어, 어느 정도 영향을 끼치는 것으로 나타났으며, 몸무게와는 $r=.535$ 로 중 이상의 상관이 있었다. 몸무게는 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레와 $r=.730$ 으로 높은 상관을 보였고, 눈초리 사이너비, 머리둘레는 $r=.53$ 이상으로 중 이상의 상관을 나타내, 몸무게가 증가함에 따라 둘레와 관련된 항목이 커짐을 알 수 있었다. 머리수직길이는 머리마루점 눈살 수직길이, 머리마루점 코밑 수직길이와 $r=.45$ 이상으로 머리마루와 관련된 수직길이 항목과 관련이 있는 것으로 나타났다.

머리마루점 눈살 수직길이는 머리마루점 코밑 수직길이와 $r=.79$ 로 높은 상관을 보이고 있어, 머리마루점 눈살 수직길이가 길어짐에 따라 머리마루점 코밑 수직길이도 길어짐을 알 수 있었고, 그 외의 항목

<Table 5> Correlation analysis of firefighter measurement items

	Height	Weight	Head height	Glabella to top of head	Subnasale to top of head	Right ectocanthion to left ectocanthion distance	Head circumference	Sagittal arc of head	Bitragion arc	Right lateral neck-vertex-left lateral neck	Menton-vertex-menton
Height	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Weight	.535**	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Head height	.073	.109	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Glabella to top of head	.234*	.131	.592**	1	.	.	.	.	.	.	.
Subnasale to top of head	.254*	.188	.445**	.798**	1	.	.	.	.	.	.
Right ectocanthion to left ectocanthion distance	.273**	.533**	.101	.146	.098	1	.	.	.	.	.
Head circumference	.483**	.545**	.285**	.280**	.255*	.487**	1	.	.	.	.
Sagittal arc of head	.146	-.023	.260**	.218*	.214*	.050	.383**	1	.	.	.
Bitragion arc	.374**	.387**	.317**	.355**	.423**	.240*	.480**	.318**	1	.	.
Right lateral neck-vertex-left lateral neck	.491**	.195	.103	.069	.130	.139	.312**	.183	.394**	1	.
Menton-vertex-menton	.470**	.730**	.367**	.328**	.369**	.406**	.668**	.211*	.672**	.262**	1

* $p < .05$, ** $p < .01$

과는 $r = .35$ 이하로 상관이 비교적 낮은 것으로 나타났다. 눈초리사이 너비는 머리둘레, 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레와 평균 $r = .45$ 정도의 상관을 보이고 있어, 전체적인 머리크기와 상관이 있는 것을 알 수 있었고, 머리수직길이, 머리마루점 눈살 수직길이, 머리마루점 코밑 수직길이와 같은 길이 항목과는 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

머리둘레는 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레와 $r = .66$ 이상으로 비교적 높은 상관을 보이고 있으며, 머리둘레가 커짐에 따라 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레의 항목이 커짐을 알 수 있다. 귀구슬사이 머리위길이는 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레와 $r = .67$ 의 상관관계를 보였고, 머리수직길이, 머리마루점 눈살 수직길이, 머리

마루점 코밑 수직길이, 눈초리사이너비 등 머리수직 길이와 얼굴의 수평너비와는 관련이 없는 것으로 나타났다. 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레는 모든 항목과 유의한 관계가 있는 것으로 나타났고, 몸무게와 $r = .73$ 이상으로 높은 상관관계를 나타냈다.

대부분의 항목에서 다른 항목과의 유의한 관계가 있는 것으로 나타났고, 두건 제작을 위하여 머리둘레와 머리수직길이와 가장 중요한 항목으로 판단되는 데, 이 2개 항목의 상관관계는 비교적 낮은 편이었다 ($r = .285$). 따라서 안면부를 감싸며 목을 덮는 형태인 방화두건 특성상 둘레와 수직크기를 대표할 수 있는 항목으로 머리둘레와 머리수직길이를 교차분석의 기본치수부위로 선정하였다.

3. Cross tabulation analysis

방화두건은 수축 가능한 직물로 제작되기 때문에, 사이즈가 세분화되기 보다는 한 가지 사이즈로 제작 되어 판매되는 것이 일반적이다. 한 가지 사이즈로 폭 넓은 소방공무원의 머리 사이즈에 잘 맞는 두건을 개발하기 위하여 가장 높은 출현율을 보이는 머리 치수를 두건 개발 시 고려하는 것이 중요하다. 따라서 머리 둘레와 머리수직길이 간의 교차분석을 실시하여 가장 높은 분포율을 보이는 구간을 조사하였다(Table 6).

소방공무원의 머리둘레 치수구간을 2cm로 설정하고, 머리수직길이 치수구간을 1.5cm로 설정하여 교차분석을 실시하였다. 그 결과, 7개의 구간에서 출현율 5% 이상의 높은 분포율을 보였다. 머리둘레의 경우, 57.00~58.99cm 구간이 가장 높은 분포율(44.9%)을 보

였으며, 59.00~60.99cm 구간에서 두 번째로 높은 분포율(31.60%)을 보였다. 머리수직길이의 경우, 23.00~24.49cm 구간이 가장 높은 분포율(44.0%)을 보였으며, 24.50~25.99cm 구간에서 두 번째로 높은 분포율(28.0%)을 보였다. 머리둘레와 머리수직길이를 조합하여 출현율을 살펴본 결과 머리둘레 57.00~58.99 cm와 머리수직길이 23.00~24.49cm 구간에서 22.4%로 가장 높은 분포율을 보였고, 두 번째로는 머리둘레 59.00~60.99cm와 머리수직길이 23.00~24.49cm 구간이었으며, 14.3%의 분포율을 보였다.

Size Korea의 머리둘레와 머리수직길이를 소방공무원과 동일한 간격으로 치수구간을 설정하고, 교차분석을 실시하였다(Table 7). 그 결과, 7개의 구간에서 출현율 5% 이상의 높은 분포율을 보였다. 머리둘

<Table 6> Cross tabulation analysis of head height and head circumference (Firefighters) n(%)

		Head circumference(cm)							Total
		51.00~52.99	53.00~54.99	55.00~56.99	57.00~58.99	59.00~60.99	61.00~62.99	63.00~65.99	
Head height (cm)	20.00~21.49	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(2.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(2.0)
	21.50~29.99	0(0.0)	0(0.0)	8(8.2)	9(9.2)	3(3.1)	0(0.0)	0(0.0)	20(20.0)
	23.00~24.49	0(0.0)	0(0.0)	7(7.1)	22(22.4)	14(14.3)	1(1.0)	0(0.0)	44(44.0)
	24.50~25.99	0(0.0)	0(0.0)	3(3.1)	12(12.2)	10(10.2)	3(3.1)	0(0.0)	28(28.0)
	26.00~27.49	0(0.0)	0(0.0)	1(1.0)	1(1.0)	2(2.0)	0(0.0)	0(0.0)	4(4.0)
Total		0(0.0)	0(0.0)	19(19.4)	44(44.9)	31(31.6)	4(4.1)	0(0.0)	98(100.0)

Shading indicates the high frequency of over 5%

<Table 7> Cross tabulation analysis of head height and head circumference(Size Korea) n(%)

		Head circumference(cm)							Total
		51.00~52.99	53.00~54.99	55.00~56.99	57.00~58.99	59.00~60.99	61.00~62.99	63.00~65.99	
Head height (cm)	20.00~21.49	3(0.1)	14(0.6)	16(0.6)	13(0.5)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	46(46.0)
	21.50~22.99	2(0.1)	84(3.4)	278(11.3)	239(9.7)	35(1.4)	1(0.0)	0(0.0)	639(25.9)
	23.00~24.49	0(0.0)	58(2.3)	496(20.1)	647(26.2)	146(5.9)	6(0.2)	0(0.0)	1,353(54.8)
	24.50~25.99	0(0.0)	9(0.4)	79(3.2)	228(9.2)	85(3.4)	12(0.5)	2(0.1)	415(16.8)
	26.00~27.49	0(0.0)	0(0.0)	1(0.0)	8(0.3)	7(0.3)	2(0.1)	0(0.0)	18(0.7)
Total		5(0.2)	165(6.7)	870(35.2)	1,135(45.9)	273(11.0)	21(0.8)	2(0.1)	2,471(100.0)

Shading indicates the high frequency of over 5%

례의 경우, 소방공무원과 동일한 57.00~58.99cm 구간이 가장 높은 분포율(45.9%)을 보였으며, 두 번째로 높은 분포율을 보인 구간은 소방공무원의 59.00~60.99cm 구간보다 작은 55.00~56.99cm(35.2%) 구간이었다. 머리수직길이의 경우도 소방공무원과 동일한 23.00~24.49cm 구간이 가장 높은 분포율(54.8%)을 보였으며, 두 번째로 높은 분포율을 보인 구간은 소방공무원의 24.50~25.99cm 구간보다 작은 21.50~22.99cm 구간에서 두 번째로 높은 분포율(25.9%)을 보였다. 머리둘레와 머리수직길이를 조합하여 출현율을 살펴 본 결과, 머리둘레 57.00~58.99cm와 머리수직길이 23.00~24.49cm 구간에서 22.4%, 머리둘레 55.00~56.99cm와 머리수직길이 23.00c~24.49cm 구간에서 20.1%로 높은 분포율을 나타냈다.

소방공무원과 일반 성인남성 교차분석을 종합적으로 살펴본 결과, 최고 출현율 구간은 머리둘레 57.00~58.99cm와 머리수직길이 23.00~24.49cm 구간으로 동일하지만, 소방공무원이 일반 남성보다 측정치가 더 큰 구간에 더 많이 분포하는 것으로 나타났다. 결과적으로 방화두건 개발 시 머리둘레 57.00~60.99cm, 머리수직길이 23.00~25.99cm이 가장 중요한 범위라고 해석된다.

V. Conclusion

본 연구는 남성 소방공무원을 대상으로 머리 치수를 측정, 분석하여 우리나라 소방공무원들의 두상에 적합한 우수한 맞춤새의 방화두건 개발을 위한 기초 자료를 제시하였다. 이에 따라 소방공무원들의 머리 치수를 직접 측정하였으며, 제 6차 한국인 인체치수 조사사업 데이터와의 측정치 차이를 비교하였다. 방화두건 제작을 위해 현직 남성 소방공무원 98명을 대상으로 방화두건에 제작에 중요하다고 판단되는 머리관련부위 9개 항목과 키, 몸무게를 포함한 총 11개 항목을 직접 측정하였다. 본 연구의 연구항목 11개 중 한국인 인체치수 조사 직접측정항목 중 공통항목 6개를 추출하여 평균의 차이를 분석한 결과, 모든 항목에서 유의차가 나타났다. 키, 몸무게, 머리둘레, 귀구슬머리위길이, 머리수직길이는 사이즈코리아의 인체 평균치수에 비해 소방공무원의 인체치수가 더 크게 나타났다. 이는 소방공무원의 직업특성상 체격이 큰

사람들이 많이 있기 때문인 것으로 해석된다. 또한 방화두건 제작 시 소방공무원의 머리 및 얼굴의 형태를 파악할 수 있는 부위로 머리마루점 눈살 수직길이, 머리마루점 코밑 수직길이, 눈초리사이 너비, 목옆사이 머리위 길이, 턱끝점-머리마루-턱끝점 둘레, 눈살뒤통수길이의 평균을 파악할 수 있었다.

KS 모자의 치수(KATS, 2009)에서는 모자의 치수 기본 신체 부위로 머리둘레만을 제시하고 있으나, 머리둘레 항목뿐 아니라, 다른 부위도 방화두건 치수 설정 시 중요하게 고려되어야 할 것이다. 따라서 방화두건 제작에 필요한 항목을 선정하기 위하여 피어슨의 상관계수를 분석하였다. 그 결과, 대부분의 항목에서 항목 간에 유의한 관계가 있는 것으로 나타났다. 두건제작을 위하여 머리둘레와 머리수직길이 가장 중요한 항목으로 판단되었는데, 이와 같은 결과는 Lee and Do(2003)의 연구에서 모자 업체가 머리둘레와 함께 머리높이를 모자 제작 시 필요한 측정 부위라고 언급한 것과 일치하는 결과이다. 따라서 안면부를 감싸며 목을 덮는 형태인 방화두건 특성상 둘레와 수직 크기를 대표할 수 있는 항목으로 머리둘레와 머리수직길이를 교차분석의 기본치수부위로 선정하였다.

소방두건이 소방공무원의 다양한 머리 크기와 형태에 폭 넓게 적용될 수 있도록 가장 높은 출현율을 보이는 머리 치수를 조사하기 위하여, 머리둘레와 머리수직길이간의 교차분석을 실시하였다. 그 결과, 소방공무원이 일반 남성보다 측정치가 더 큰 구간에 더 많이 분포하는 것으로 나타났으며, 방화두건 개발 시 머리둘레 57.00~60.99cm, 머리수직길이 23.00~25.99cm 이 가장 중요한 범위로 나타났다.

본 연구는 소방공무원의 신체치수를 분석하여 인체적합성을 높인 방화두건 제작에 필요한 치수를 제시하였다. 이에 본 연구는 소방공무원의 안전한 구조 활동을 위해 맞춤새가 향상된 방화두건 제작을 위한 기초자료로 사용될 것으로 기대된다. 또한 본 연구의 결과는 소방공무원의 머리 보호에 필수적인 소방헬멧 개발에도 적용할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구는 연구의 범위가 소방공무원의 머리 치수 분석으로 한정되었다는 한계점이 있다. 후속연구로는 방화두건 제품 사이즈 분석과 소방공무원의 머리 치수 분석 결과를 적용한 방화두건 치수체계 개발에 대한 연구가 필요할 것이다.

References

- Ahn, Y.-S., & Suh, M.-A. (2004). A study on the head type of Korean women's for headgear pattern making. *The Research Journal of the Costume Culture*, 12(6), 1021-1030.
- An, K. H. (2015). *A study on analysis of job-related physical and mental symptoms, post traumatic stress of firefighters*. Unpublished master's thesis, Mokwon University, Daejeon, Korea.
- Bristol Uniforms (n.d.). Compatible PPE/helmets/hoods. Retrieved July 7, 2017, from <http://www.bristoluniforms.com/ppe-hoods-helmets>
- Choi, Y.-L., Kim, J.-S., & Nam, Y.-J. (2010). Classification of head shape and 3-dimensional analysis for Korean men. *Fashion & Textile Research Journal*, 12(6), 812-820.
- Han, S.-A. (2009). *The development of the sizing system for structural firefighting protective clothing and new coat patterns using 3D motion analysis*. Unpublished doctoral dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea.
- Han, S.-A., Nam, Y.-J., & Choi, Y.-L. (2008). A survey of Korean firefighters regarding their satisfaction with protective clothing. *Journal of the Korean Society of Costume*, 58(9), 166-175.
- Han, S. A., Nam, Y. J., & Choi, Y. L. (2009). Sizing system development of Korean structural firefighting protective clothing. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 33(5), 827-839.
- Kim, H. S., Kim, J. S., Yi, K.-H., & Park, S.-J. (2005). An anthropometric study on the Korean adult head for the development of 3D craniofacial shape. *Family and Environment Research*, 43(6), 13-25.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2009). *Sizing systems for hat* (Standard NO. KS K 0059). Retrieved July 7, 2016, from <https://standard.go.kr/KSCI>
- Korea Fire Institute. (2014). 소방용 방화두건의 KFI 인정기준 [Firefighting hood KFI recognition standard]. Retrieved July 7, 2016, from http://www.kfi.or.kr/home/brd/brd230/brd230_Type2_Lis.do?board_seq=40&search_con2=50&cat_seq=50
- Lee, D. Y. (2011, December 16). 방화복·호흡기가 모자라...돌러입으며 불끄는 소방관 [A shortage of firefighting suit and air respirator...Firefighters extinguishing a fire while wearing a firefighting suit and air respirator by turns]. *The Dong-A Ilbo*, Retrieved July 7, 2016, from <http://news.donga.com/3/all/20111216/42652648/1>
- Lee, J. H. (2004). Analysis of head shape of college students for the headgears. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 28(1), 182-188.
- Lee, J.-H., & Do, W.-H. (2003). Study on the sizing system of head gears. *Korean Journal of Human Ecology*, 12(4), 571-578.
- Lee, Y. S. (2001, March 4). 홍제동 화재사건 소방관 6명 순직 [Six firemen died on the job in Hong-Jae Dong fire case]. *KBS*, Retrieved July 7, 2016, from <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=167063>
- Ministry of Public Safety and Security. (2015). 2015년 소방행정자료 및 통계 [2015 Firefighting administration data and statistics]. Retrieved July 4, 2017, from http://www.mps.go.kr/home/policy/statistics/statisticsData/?boardId=bbs_000000000000042&mode=view&cntId=18&category=&pageIdx=1&searchCondition=all&searchKeyword=소방
- National Fire Data System. (n.d.). Fire statistics status. *Ministry of Public Safety and Security*, Retrieved March 06, 2016, from http://www.nfds.go.kr/fr_base_0001.jsf
- Prezant, D. J., Malley, K. S., Barker, R. L., Guerth, C., & Kelly, K. J. (2001). Thermal protective uniforms and hoods: Impact of design modifications and water content on burn prevention in New York City firefighters: Laboratory and field results. *Injury Prevention*, 7(1), 43-49. doi:10.1136/ip.7.suppl_1.i43
- Size Korea. (2010). 제 6차 한국인 인체치수 3차원형상측정 조사사업 [The 6th Size Korea 3D anthropometric study]. Retrieved February 08, 2016, from https://sizekorea.kats.go.kr/03_report/6th.asp

Sohn, H.-S., & Shin, J.-H. (2011). Body-type study for hood pattern: Focusing on the shoulder and shape of the head. *Journal of the Korean Fashion & Costume Design Association*, 13(1), 37-46.

Song, Y.-W., & Yang, W.-H. (2010). Half-mask interface prototype design using Korean face anthropometric data. *Journal of the Korea Safety Management & Science*, 12(4), 87-92.