

## 호흡보호구 선정을 위한 3차원 머리 인체측정학적 데이터의 분석

박정근\* · 김세동 · 조현민

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

## An Analysis of Three-Dimensional Head Anthropometric Data to Select Respirators for Korean Users

Jung-Keun Park\* · Se-Dong Kim · Hyoun-Min Cho

Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency

### ABSTRACT

**Objectives:** This was to examine and explore the elements of Size Korea 6th 3D head anthropometric database and to provide basic information for the selection of respirators in Korea.

**Methods:** This was a pilot study for the first year of work in a two-year-project initiated at KOSHA in 2021. 3D head dimensions data were obtained from the Size Korea Center managing the Size Korea 6th 3D national anthropometry survey databases. The 3D head dimensions data, including 45 dimensions, were used in line with ISO standards (e.g., ISO/TS 16976-2) for examinations, comparisons, statistical analyses, etc.

**Results:** A total of 3,088 subjects were finally determined in this study. The main features were: Male subjects were 52.5%; the highest age group was 15-29 at 36.7%; unhealthy weight group based on BMI was 31.7%; and survey area was the capital region. For the 6th 3D head dimensions data with 45 items, the means and standard deviations for 'Face length' were  $115.9 \pm 7.5$  cm for males and  $107.3 \pm 6.9$  cm for females respectively while those for 'Face width' item were not available since there was no such item in the data. Numerous findings were discussed accordingly.

**Conclusions:** This study showed that there were likely requirements for improvements in the 6th 3D head anthropometric data as follows: Standardization of Korean and English terms; addition of head dimensions items missed in the Size Korea survey; and reliability of generalizability for subjects, suggesting that the study results can be used for further studies or improvement of respirator selection in Korea.

**Key words:** 3D anthropometric data, head dimensions, respirators, respirator selection, Size Korea

### I. 서 론


호흡보호구 또는 마스크는 호흡기관을 포함한 건강 위험을 보호하는 도구이다. 호흡보호구는 2020년 초부터 시작된 코로나-19 대유행에서 전세계적으로 감염예방의 주요 수단 중 하나이며, 백신이 개발된 이후 지금까지도 일상생활에서 필수적으로 사용되는 도구가 되면서


서 호흡보호구의 선정에 관심이 증가 되고 있다.


호흡보호구의 사용자 규모는 상황과 조건에 따라 다르겠지만 코로나-19 대유행과 같은 특수한 경우에는 국가별 인구로 추정할 수 있을 것이다. 국내 마스크의 연간 소비량은 73억개로 보고되었으며(KBS, 2021), 주당 생산량은 7,862만개(연간 약 40억개)로 보고된 바 있다(MFDS, 2021b).

\*Corresponding author: Jung-Keun Park, Tel: 052-703-0882, E-mail: ergo.jkpark@gmail.com  
Occupational Safety and Health Research Institute, Korea Occupational Safety and Health Agency, 400 Jongga-Ro, Joong-Gu, Ulsan, Korea 44429

Received: December 1, 2021, Revised: December 18, 2021, Accepted: December 29, 2021

 Jung-Keun Park <http://orcid.org/0000-0001-8103-4680>

 Se-Dong Kim <http://orcid.org/0000-0001-8691-3545>

 Hyoun-Min Cho <http://orcid.org/0000-0003-4529-9846>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

호흡보호구의 종류는 용도에 따라 일반용, 산업용, 특수용으로 구분할 수 있다. 우리나라에서 일반 시민용 마스크는 약사법, 식품의약품분야 시험검사 등에 관한 법률, 물가안정에 관한 법률에 따라 제품의 생산, 시험, 수급 등이 이루어지고 있고(MFDS, 2020, 2021a), 산업용 호흡보호구는 산업안전보건법에 따라 사업장에서 적격품 선정, 지급, 관리 등이 이루어지고 있다(KOSHA, 2020b). 특수용은 소방용, 군사용 등이 있다. 그러나 어떤 종류나 용도이든 호흡보호구의 선정과정에서 필요한 기준이나 정보가 없거나 부족하다. 호흡보호구의 선정에 필요한 요소는 가격, 품질, 크기 등일 것이다. 가격이나 품질 요소는 법규에 규정되어 있어 관리되고 있으나 크기 요소는 그렇지 못하고 있다. 호흡보호구의 크기 및 형태는 밀착 성능(fit performance)에 영향을 주며, 밀착 성능에 따라 착용자의 건강과 생명까지에 영향을 미치는데 국내에는 밀착도 검사(Fit test)에 관한 법규가 없다. 가이드라인 또는 기술지침 수준으로 정보가 제공되고 있지만(NIFDSE, 2019; KOSHA, 2020a), 지침에 따른 교육이나 이행은 한계가 있으므로 밀착도 검사의 법제화가 필요하다.

밀착도 검사는 호흡보호구가 착용자의 얼굴에 어느 정도 밀착되는지 확인하기 위한 검사를 말한다(KOSHA, 2020a). 호흡보호구 밀착도 검사의 필요성에 대해 다수의 연구가 발표되었다(Zhuang et al., 2007; Chen et al., 2009; Han et al., 2017; Phee et al., 2019; Seo et al., 2020a; Yoon, 2021). 호흡보호구의 선정과정에서 착용자의 얼굴 형태와 크기에 관한 논란도 있었다(Prak et al., 2021). 밀착도 검사를 하더라도 착용자의 머리 인체측정 데이터의 특성을 고려하지 않을 경우 호흡보호구의 밀착 성능이 제한되기 때문이다.

인체측정은 국내·외 다양한 산업에서 인체측정 데이터의 특성 정보를 획득하기 위해 이루어지고 있다. 국가기술표준원은 ‘한국인 인체측정조사 사업(Size Korea)’을 실시해 왔으며, 1979년 제1차부터 2015년 제7차까지 5~7년 주기로 이루어졌고, 제8차가 2020년부터 시작되어 2021년에 종료되었다. Size Korea가 진행되면서 3차원(three dimensions, 3D) 인체형상 데이터도 측정되었다. 일본, 유럽 및 미국에 이어 우리나라도 2003-2004년 및 2010-2013년에 진행된 Size Korea 제5차와 제6차 조사에서 3D인체 측정을 실시하였다

(KATS, 2010; Size Korea Center, 2021). 이렇게 마련된 Size Korea 인체측정학적 정보는 한국형 산업제품 개발에 지원될 뿐만 아니라 한국인 인체형상 모형을 이용하여 3D 기반 제품이나 서비스 개발 및 보급에 지원되고 있다(Size Korea Center, 2021). 그러나 국민 인체치수조사 보급사업의 일환으로 제공된 자료 중에서 호흡보호구 관련 디자인이나 제품 개발 등에 관한 사례는 없었다.

우리나라는 호흡보호구의 선정 업무뿐만 아니라 제품의 생산, 검인증, 기준의 제·개정 등 업무에서 얼굴 형태 및 사이즈에 관한 연구자료가 부족하다. 보건용 마스크의 검인증용 마스크 크기 가이드라인이 권장되고 있지만(NIFDSE, 2019), 머리 크기에 대한 국가표준급 정보를 반영한 기준이 없다. 밀착도 검사가 아직 법제화되지 않은 상황이므로 법규 마련 전에 호흡보호구 선정 업무를 개선하기 위한 연구가 필요하며, 머리 인체측정학적 데이터를 탐색하는 연구도 필요하다.

따라서 이 연구의 목적은 Size Korea 제6차 3D머리 측정 조사 자료를 확보하여 머리 인체측정학적 데이터를 살펴보면서 데이터의 구성요소 특징을 파악하는 예비연구(pilot study)를 수행함으로써 호흡보호구의 선정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 내용

이 연구는 2021년도 산업안전보건연구원에서 수행된 연구과제의 일부이며, 초기 단계에서 연구대상자 선정, 자료 수집 범위 및 내용, 통계분석 방법 등을 결정하기 위해 자료를 탐색하는 예비연구이었다. 주요 연구내용은 호흡보호구의 밀착도 검사 관련 문헌조사, 머리 인체측정학적 자료 수집 및 통계분석이었다.

연구대상은 Size Korea 제6차 3D머리측정 조사에 참여한 한국인으로서 2010년 848명, 2011년 1,238명, 2012년 1,228명, 2013년 1,464명으로 모두 4,778명이었다(Size Korea Center, 2021). 연구대상자 중 3D 머리측정 사이즈 데이터가 누락된 경우 제외되었으며, 원자료(3D형상 자료)가 없거나 품질 이상으로 3D머리측정에 활용할 수 없는 경우 연구대상에서 제외되었다.

## 2. 연구 방법

### 1) 문헌조사

호흡보호구의 선정 및 밀착도 검사와 관련된 규정과 지침의 현황, 밀착도 검사의 필요성, 검사 실태 등에 관한 문헌을 조사하였다. 호흡보호구의 선정, 기준 제·개정, 검인증 업무 등 다양한 분야에서 다루는 머리 인체 측정학적 정보를 파악하였으며, 국내·외 표준이나 가이드라인도 조사하였다.

### 2) 머리 인체측정학적 자료 수집 및 검토

머리 인체측정학적 자료는 Size Korea 데이터베이스(Size Korea DB)를 이용하였다. Size Korea DB는 국가기술표준원의 주관하에 한국의류시험연구원이 운영하는 사이즈코리아센터(Size Korea Center)가 관리하고 있다. Size Korea DB 중 3D머리측정 조사 자료는 Size Korea 제1차~제7차 조사 중 제5차와 제6차 조사 자료에 포함되어 있다. Size Korea 제8차 조사 자료는 아직 접근할 수 없어 수집할 수 없었다. 제5차 및 제6차 3D머리측정 조사 자료는 사이즈코리아센터 웹사이트에서 직접 다운로드하였다.

Size Korea 제6차 3D머리측정 조사 자료는 보고서와 머리측정 데이터 DB로 구분되며, 보고서는 Size Korea 조사의 개요, 방법, 결과, 부록 등 정보를 포함하고 있다. 머리측정 데이터 DB는 3D머리측정 데이터(얼굴수직길이 등 45항목)와 직접측정 데이터(키, 몸무게 등 21항목)로 구성되어 있다. 성과 연령 정보는 공통으로 포함되어 있다. 3D머리측정 데이터는 3D 인체측정학적 방법(예, 머리 스캐너 이용)으로 측정되었고, 직접측정 데이터는 참여자마다 3D 인체측정 직후 동일장소에서 전통적인 인체측정학적 방법(예, MARTIN식 계측자 이용)으로 측정되었다(Size Korea Center, 2021).

연구팀은 제6차 3D머리측정 데이터를 중심으로 검토·비교하였다. 검토·비교는 머리측정 기준점(landmark) 확인, 머리측정 항목 확인, 제5차와 제6차의 머리측정 항목 및 용어 비교, ISO 7250-1과 ISO/TS 16976-2의 머리측정 용어와 비교 등이 포함되었다(KATS, 2004, 2010, 2012; ISO, 2008, 2015). 머리측정 항목 및 용어의 비교는 국·영문 또는 3D측정과 직접측정 항목에 대해 각각 다양한 조합으로 이루어졌으나 국제 표준, Size Korea 제5차 및 제6차 DB를 중심으로 실시하였다. 제6차 3D머리측정 조사 보고서에서 누락된 머리측정 항목의 영문명칭은 제5차 보고서의 해당 영문

명칭을 준용하였다.

### 3) 자료 관리 및 분석

수집된 데이터는 3D 머리측정 항목의 종류, 항목 수, 3D 머리형상 원자료 등을 확인 후 산업안전보건연구원 생체역학실험실 PC에 보관하면서 통계분석을 수행하였다. 본 연구는 연구결과와의 비교성을 향상 시키고자 하였다. 예를 들어, Size Korea 제6차 3D머리측정조사 데이터의 머리측정 기준점은 28개의 항목으로 구성되어 있으나 본 연구는 ISO/TS 16976-2의 표기 방식을 따라 18개 항목(예, 좌우측 머리측정 기준점의 경우 1개 항목으로 간소화)으로 정리하였다. 머리측정 기준점 등 표에 작성되는 명칭은 영문 알파벳순으로 정리하였다.

제6차 3D머리측정 데이터를 관리할 때 ISO/TS 16976-2에서 중요하게 다루는 머리측정 항목[예, '얼굴 수직길이(Menton Sellion length 또는 Face length)', '얼굴너비(Bizygomatic breadth 또는 Face width)]를 중심으로 구성요소(항목의 종류와 용어, 데이터 크기와 범위 등)의 특징을 살펴보고자 하였다. 기술통계분석은 연구대상자의 성, 연령, 체질량지수(body mass index, BMI) 등 일반적 특징, 남녀 각각 얼굴사이즈 데이터의 평균, 표준편차, 최소값, 최대값, 백분위수(5th, 25th, 50th, 75th, 95th)를 포함하였다. 통계분석은 SAS Windows 9.4(SAS Institute Inc., Cary, USA)를 이용하였다.

## III. 결 과

### 1. 일반사항

이 연구의 최종 연구대상자는 Size Korea 제6차 3D 머리측정 조사에 참여한 총 3,088 명이였다(Table 1). 연구대상자의 남자는 52.5%, 여자 47.5%이었고, 남녀 연령 평균과 표준편차는 각각  $34.0 \pm 17.9$ 세,  $35.4 \pm 18.0$ 세이었고, 키  $169.6 \pm 68.9$  cm,  $158.1 \pm 56.3$  cm, 몸무게  $66.3 \pm 11.4$  kg,  $55.5 \pm 8.3$  kg이었다. 연령그룹, BMI, 조사연도 및 조사지역에 따른 분포는 Table 1과 같았다.

### 2. 머리측정 기준점

머리측정 기준점은 Table 2와 같았으며, 18개 항목이었다. 코방울가점(Alare 또는 Wings of nose)처럼 두 가지 명칭을 가진 기준점이 있으며, 머리 양측에 기

**Table 1.** General characteristics of subjects in this study (N= 3,088 persons)

Variable	Subject(%)*	Remarks
Gender	Male	1,620(52.5)
	Female	1,468(47.5)
Age (Year)	<15	336(10.9)
	15-29	1,135(36.7)
	30-44	599(19.4)
	45-69	1,018(33.0)
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>†</sup>	<18.5	281(9.1) Underweight
	18.5-24.9	2,110(68.3) Healthy weight
	25-<30	617(20.0) Overweight
	≥30	80(2.6) Obesity
Survey year (Year)	2010	846(27.4) Age: 20-39
	2012	1,213(39.3) Age: 40-69
	2013	1,029(33.3) Age: 13-18
Total	3,088(100.0)	

\*Among 4,778 participants in the Size Korea 6th 3D Head Measurement Survey, those without head dimensions, without 3D image data, or with 3D image data in quality deficiency were excluded; †Body Mass Index(WHO, 2021).

**Table 2.** List of landmarks (N= 3,088 persons)

Landmark*	Landmark positioning
Alare(wings of nose)	Left and right
Cheilion	Left and right
Chin(menton <sup>†</sup> )	
Ectocanthus	Left and right
Endocanthus(nasal root point)	Left and right
Euryon	Left and right
Glabella	
Gonion(gonial angle)	Left and right
Lateral neck	Left and right
Occiput	
Otobasion	Left and right
Pronasale	
Pupil	Left and right
Sellion	
Stomion	
Subnasale	
Tragion	Left and right
Vertex(top of head)	

\*Terms were specified in line with the corresponding terms in ISO/TS 16976-2 or Size Korea 5<sup>th</sup> Head Measurement Survey data(KATS, 2004; ISO, 2015); †Review required.

준점 위치 표기가 가능한 기준점일 경우 좌우측을 구분하여 명칭을 표기할 수 있음을 나타냈다.

### 3. 머리측정 항목

머리측정 항목은 Table 3과 같았으며, 45개 항목으로 구성되었다. 머리측정 항목 중 관용어(common term)가 있는 경우 괄호에 표기하였으며, Size Korea 제5차 3D머리측정 조사 보고서의 해당 영문용어를 참조하도록 하였다. ISO/TS 16976-2에서 중요하게 다루는 머리측정 항목 중 ‘얼굴수직길이(Menton Sellion length 또는 Face length)’항목은 Table 3에 포함되어 있으나 ‘얼굴너비(Bizygomatic breadth 또는 Face width)’항목은 없었다.

**Table 3.** List of head dimensions (N= 3,088 persons)

Dimension(common term)*	Terms described in Size Korea 5th Survey report
Biectocanthus breadth	Biocular breadth
Bigonial breadth(jaw width)	
Bilateral-neck vertex arc	
Binasal-root-point breadth	Interocular breadth
Bitragion breadth	Intertragion breadth
Bitragion chin arc	
Bitragion coronal arc	Bitragion arc
Bitragion sellion arc	
Bitragion subnasale arc	
Ectocanthus occiput breadth, L	Ectocanthus to wall
Ectocanthus occiput breadth, R	Ectocanthus to wall
Ectocanthus tragion breadth	Ectocanthus to tragion
Glabella occiput breadth(head length)	
Glabella vertex occiput arc	Sagittal arc of head
Head breadth	
Head circumference	
Interotobasion-superius breadth	
Interpupillary distance	Interpupillary breadth
Lip length	
Menton occiput breadth	Menton to wall
Menton sellion length(face length)	
Menton subnasale length	
Nose breadth	Nasal breadth
Nose protrusion	Nose height
Otobasion-superius sellion breadth	Otobasion superius to sellion
Pronasale occiput breadth	Pronasale to wall
Pronasale sellion length <sup>†</sup>	Subnasale-sellion length
Sellion occiput breadth	Sellion to wall

**Table 3.** Continued (N= 3,088 persons)

Dimension(common term)*	Terms described in Size Korea 5th Survey report
Stomion occiput breadth	
Subnasale sellion length(nose length)	
Tragion glabella breadth	Tragion to glabella
Tragion occiput breadth, L	Tragion to wall
Tragion occiput breadth, R	Tragion to wall
Tragion stomion length	Tragion to stomion
Vertex ectocanthus length, L	Ectocanthus to top of head
Vertex ectocanthus length, R	Ectocanthus to top of head
Vertex glabella length	Glabella to top of head
Vertex gonion length	Gonial angle to top of head
Vertex menton length(head height)	
Vertex pronasale length	Pronasale to top of head
Vertex sellion length	Sellion to top of head
Vertex stomion length	Stomion to top of head
Vertex subnasale length	Subnasale to top of head
Vertex tragion length, L	Tragion to top of head
Vertex tragion length, R	Tragion to top of head

\*Terms were specified in line with the corresponding terms in ISO/TS 16976-2 or Size Korea 5<sup>th</sup> Head Measurement Survey data(KATS, 2004; ISO, 2015); †To be a vertical length which is different from Subnasale-sellion length.

#### 4. 머리측정 데이터

45가지 머리측정 항목 각각의 인체측정학적 데이터에 대한 기술통계분석 결과가 산출되었다. 남자 연구대상자는 1,620명이 참여하였고, 각 항목에 따라 참여자 수, 평균, 표준편차, 최소값, 최대값, 백분위수(5th, 25th, 50th, 75th, 95th)는 Table 4와 같았다. 여자 연구대상자는 1,468명이 참여하였으며, 마찬가지로 항목별 기술통계분석 결과는 Table 5와 같았다.

머리측정 항목 중 '얼굴수직길이(Menton Sellion length 또는 Face length)' 항목의 평균과 표준편차는 남녀 각각  $115.9 \pm 7.5$  cm,  $107.3 \pm 6.9$  cm로 나타났으며, 최소값, 최대값 및 백분위수는 각각 Table 4 및 Table 5와 같았다. 그러나 '얼굴너비(Bizygomatic breadth 또는 Face width)' 항목의 통계 데이터는 산출할 수 없었다.

## IV. 고 찰

### 1. Size Korea 3D머리측정 조사

Size Korea 3D머리측정 데이터는 제1차부터 제7차 중 제5차와 제6차의 3D측정 조사 DB의 일부로 포함되

**Table 4.** Anthropometric data for head dimensions in male subjects

(N= 1,620 persons)

Dimension(common term)	Subject	Mean	SD	Min	Max	Percentile				
						5th	25th	50th	75th	95th
Biectocanthus breadth	1033	103.4	6.7	81	126	92	99	104	108	115
Bigonial breadth(jaw width)	1605	128.0	10.8	90	161	110	121	129	135	146
Bilateral-neck vertex arc	1033	639.0	24.1	561	711	599	623	639	655	679
Binasal-root-point breadth	1605	36.1	7.7	21	59	26	30	34	43	49
Bitragion breadth	1605	163.3	9.3	134	203	150	157	163	169	180
Bitragion chin arc	1033	343.0	30.2	277	445	307	323	336	353	410
Bitragion coronal arc	1604	376.9	23.6	294	466	335	363	377	390	416
Bitragion sellion arc	1033	294.7	23.7	248	463	267	279	289	302	345
Bitragion subnasale arc	1033	307.6	28.4	255	402	276	289	300	315	373
Ectocanthus occiput breadth, L	1604	174.5	8.7	148	204	161	169	174	180	190
Ectocanthus occiput breadth, R	1604	174.5	9.2	147	207	160	168	174	180	190
Ectocanthus tragion breadth	1033	79.2	12.1	52	126	64	72	76	82	106
Glabella occiput breadth(head length)	1605	194.6	9.2	165	229	180	188	194	201	210
Glabella vertex occiput arc	1604	336.7	49.8	252	497	280	297	316	389	421
Head breadth	1605	165.4	8.8	136	192	150	160	166	171	179
Head circumference	1605	586.0	21.5	520	696	554	571	584	599	622
Interotobasion-superius breadth	1605	151.4	20.1	102	189	117	131	159	167	176

Table 4. Continued

(N= 1,620 persons)

Dimension(common term)	Subject	Mean	SD	Min	Max	Percentile				
						5th	25th	50th	75th	95th
Interpupillary distance	1604	69.5	5.4	53	90	61	66	70	73	78
Lip length	1605	49.8	8.8	26	78	37	43	49	57	64
Menton occiput breadth	1033	180.8	13.1	141	223	160	172	180	190	203
Menton sellion length(face length)	1604	115.9	7.5	92	143	103	111	116	121	128
Menton subnasale length	1033	63.8	5.9	44	91	55	60	64	67	74
Nose breadth	1604	36.5	3.4	25	56	31	34	36	39	42
Nose protrusion	1033	13.6	2.3	6	23	10	12	14	15	17
Otobasion-superius sellion breadth	1033	92.5	8.1	65	120	79	87	93	98	105
Pronasale occiput breadth	1033	207.8	8.9	179	237	193	202	208	214	223
Pronasale sellion length	1033	37.4	3.7	27	50	31	35	37	40	44
Sellion occiput breadth	1033	188.2	7.3	164	212	177	183	188	193	200
Stomion occiput breadth	1604	196.5	11.2	154	237	178	189	197	204	215
Subnasale sellion length(nose length)	1605	53.2	4.0	41	68	47	51	53	56	60
Tragion glabella breadth	1033	98.7	12.3	70	136	82	91	97	105	124
Tragion occiput breadth, L	1604	95.6	12.0	53	124	69	91	97	104	111
Tragion occiput breadth, R	1604	95.7	12.2	48	130	69	91	97	104	112
Tragion stomion length	1033	144.4	13.8	118	191	129	136	141	147	177
Vertex ectocanthus length, L	1604	120.3	9.3	89	148	105	114	120	126	135
Vertex ectocanthus length, R	1604	121.8	9.2	89	148	107	116	122	128	137
Vertex glabella length	1033	96.2	10.8	64	133	79	89	96	103	115
Vertex gonion length	1033	202.8	14.3	170	260	181	191	202	214	226
Vertex menton length(head height)	1604	234.1	12.7	180	274	213	227	235	242	254
Vertex pronasale length	1033	156.1	11.2	117	187	138	148	156	163	174
Vertex sellion length	1033	118.7	10.0	82	151	103	112	119	125	135
Vertex stomion length	1604	194.1	11.4	147	229	175	187	195	202	212
Vertex Subnasale length	1033	171.4	10.6	131	205	154	164	172	178	189
Vertex Tragion length, L	1604	135.3	10.1	90	169	116	130	136	142	150
Vertex Tragion length, R	1604	136.7	9.5	103	166	119	131	138	143	151

Table 5. Anthropometric data for head dimensions in female subjects

(N= 1,468 persons)

Dimension(common term)	Subject	Mean	SD	Min	Max	Percentile				
						5th	25th	50th	75th	95th
Biectocanthus breadth	1007	99.2	6.5	76	126	89	95	99	104	109
Bigonial breadth(jaw width)	1463	121.4	10.8	80	166	104	114	122	129	137
Bilateral-neck vertex arc	1007	615.4	19.2	563	685	584	602	615	628	648
Binasal-root-point breadth	1463	35.5	6.7	22	54	27	30	34	42	47
Bitragion breadth	1463	152.5	7.9	129	191	140	147	152	158	166
Bitragion chin arc	1007	311.6	16.0	272	414	288	301	311	320	337
Bitragion coronal arc	1463	367.4	17.8	302	489	339	357	367	377	395

Table 5. Continued

(N= 1,468 persons)

Dimension(common term)	Subject	Mean	SD	Min	Max	Percentile				
						5th	25th	50th	75th	95th
Bitragion sellion arc	1007	273.2	22.0	236	696	253	264	272	280	291
Bitragion subnasale arc	1007	282.7	14.0	240	369	262	273	282	291	303
Ectocanthus occiput breadth, L	1463	171.5	9.0	141	208	158	166	171	177	186
Ectocanthus occiput breadth, R	1463	170.8	9.4	140	207	157	164	170	177	187
Ectocanthus tragion breadth	1007	70.7	6.3	50	111	61	66	71	74	81
Glabella occiput breadth(head length)	1463	188.1	9.4	160	229	175	182	187	193	204
Glabella vertex occiput arc	1463	319.7	41.4	258	499	277	290	301	356	397
Head breadth	1463	159.6	8.9	138	196	145	154	159	165	174
Head circumference	1463	563.6	18.9	512	663	535	551	562	575	596
Interotobasion-superius breadth	1463	146.4	17.1	102	182	116	131	152	159	168
Interpupillary distance	1463	67.5	4.7	50	84	60	64	68	71	75
Lip length	1463	46.1	7.9	27	71	35	40	44	53	59
Menton occiput breadth	1007	177.9	12.6	128	220	157	170	178	186	199
Menton sellion length(face length)	1462	107.3	6.9	90	131	96	103	107	112	119
Menton subnasale length	1007	59.4	5.2	44	77	51	56	60	63	68
Nose breadth	1462	33.0	3.2	23	47	28	31	33	35	38
Nose protrusion	1007	12.1	2.3	5	20	8	11	12	14	16
Otobasion-superius sellion breadth	1007	84.8	7.7	62	108	72	80	85	90	98
Pronasale occiput breadth	1007	200.9	8.6	164	233	187	195	201	206	215
Pronasale sellion length	1007	33.4	3.6	22	46	28	31	33	36	39
Sellion occiput breadth	1007	183.0	7.1	157	208	172	178	183	188	195
Stomion occiput breadth	1463	192.3	10.7	146	229	174	185	193	200	209
Subnasale sellion length(nose length)	1463	50.3	4.1	40	68	44	48	50	53	58
Tragion glabella breadth	1007	87.6	7.8	57	127	75	83	88	92	100
Tragion occiput breadth, L	1463	97.9	8.7	61	140	84	92	98	103	112
Tragion occiput breadth, R	1463	97.6	8.1	52	134	85	93	97	102	112
Tragion stomion length	1007	130.0	6.8	110	179	120	126	130	134	140
Vertex ectocanthus length, L	1463	114.3	8.5	90	139	101	108	114	120	129
Vertex ectocanthus length, R	1463	116.2	8.4	91	144	103	111	116	122	131
Vertex glabella length	1007	93.6	9.2	63	121	79	87	93	99	109
Vertex gonion length	1007	195.0	15.8	160	268	171	181	196	208	219
Vertex menton length(head height)	1462	219.7	13.0	177	257	196	212	221	229	239
Vertex pronasale length	1007	148.9	10.2	116	180	132	142	149	155	166
Vertex sellion length	1007	115.4	9.6	12	142	100	110	115	122	131
Vertex stomion length	1463	182.4	11.9	144	218	162	176	183	190	201
Vertex subnasale length	1007	164.9	9.7	134	196	149	159	165	171	182
Vertex tragion length, L	1463	133.1	7.8	105	156	120	128	133	139	146
Vertex tragion length, R	1463	134.6	7.9	111	157	121	130	135	140	148

어 있다. 제5차 3D머리측정 조사는 2005년에 1개 기관이 실시하였고, 전국에 걸쳐 조사 대상자 5,188명(8~75세)을 대상으로 머리부위 항목 40개를 측정하였다. 측정방법은 머리의 정면과 측면에서 사진 촬영하여 머리사이즈를 2D 소프트웨어로 측정하였다. 3D측정 직후 동일 조사대상자 5,188명(7~92세)을 대상으로 직접측정 방법을 이용하여 전신부위 항목 21개를 측정하였다(Size Korea Center, 2021). 제6차 3D머리측정 조사는 2010년-2013년동안 매년 정해진 4가지 연령그룹에 대하여 3개 기관이 수도권 조사대상자 4,778명(7-69세)을 대상으로 머리부위 항목 45개를 측정하였다. 측정방법은 머리 스캐너를 이용하였고 3D 소프트웨어로 머리사이즈를 측정하였다. 3D측정 직후 직접측정도 실시하였는데 동일 조사대상자 4,778명(7~69세)에 대해 전신부위 항목 21개를 측정하였다(Size Korea Center, 2021).

Size Korea 3D머리측정 조사에서 제5차와 제6차는 접근방식에서 일부 유사점이 있었지만 다양한 측면에서 차이가 있었다. 차이점은 조사기관, 조사기관의 참여수, 시기 및 기간, 조사대상자의 연령 및 지역 범위, 3D 측정 방법(머리스캔 장비 및 머리사이즈 측정 소프트웨어) 등이 포함된다. 제5차와 제6차의 조사 방법이나 내용의 차이는 각 조사 데이터의 대표성이나 조사 결과의 신뢰성 또는 타당성에 미치는 영향이 다를 것이나 대표성, 신뢰성 또는 타당성의 평가는 이 연구의 범위 밖이다. 추가적인 연구가 필요하다.

## 2. 머리측정 데이터의 국내 · 외 비교

ISO/TS 16976-2는 21가지 얼굴사이즈 항목을 호흡보호구의 표준항목으로 정하고 있으며, 그 중 10가지 항목은 주성분분석 검사 패널을 개발에 필수항목으로 사용된다(ISO, 2015). 그러므로 ISO/TS 16976-2의 21가지 항목은 적어도 Size Korea 제6차 3D머리측정 데이터 항목의 목록에 포함되는 것이 바람직하다. 만약 포함되지 않을 경우 새롭게 측정이 필요할 수 있다.

ISO/TS 16976-2의 얼굴사이즈 항목 21개와 Size Korea 제6차 3D머리측정 데이터 항목 45가지를 비교하였으며, 비교 결과 Size Korea 제6차 목록에 없는 항목이 5가지이었다. 5가지 머리측정 항목은 ‘얼굴너비(Bizygomatic breadth 또는 Face width)’, ‘귀구슬 사이이마둘레(Bitragion frontal arc)’, ‘최대이마뼈너비(Maximum frontal breadth)’, ‘최소이마뼈너비(Minimum

frontal breadth)’ 및 ‘목둘레(Neck circumference)’ 이었다. 얼굴너비를 포함한 이들 5가지 항목은 Size Korea 제5차나 제6차 3D머리측정 데이터 목록에 없기 때문에 향후 Size Korea 조사를 실시할 때 추가하거나 필요할 경우 새롭게 마련해야 할 것이다.

연구대상자의 인종, 민족, 성과 연령 분포 등 차이가 있기 때문에 단순 비교하기 어렵지만 특정 항목에 대해 외국에서 보고한 머리측정 데이터와 비교하였다. Size Korea 제6차 3D머리측정 데이터의 45개 항목 중 얼굴수직길이의 평균과 표준편차는 남녀 각각  $115.9 \pm 7.5$  cm,  $107.3 \pm 6.9$  cm로 나타났고, 미국 노동자 남자와 여자의 경우 각각  $122.7 \pm 7.0$  cm,  $113.4 \pm 6.1$  cm이었으며(Zhuang & Bradtmiller, 2005), 중국 노동자 남자와 여자의 경우 각각  $117.3 \pm 5.6$  cm,  $110.3 \pm 7.2$  cm로 나타나(Du et al., 2008), 한국인의 얼굴수직길이는 미국과 중국 노동자의 얼굴수직길이보다 작은 것으로 나타났다.

## 3. 머리측정 데이터의 신뢰성

Size Korea 제6차 3D측정 데이터는 수도권 지역의 참여자로부터 측정된 데이터이다. 제6차 3D측정 조사에서 조사대상자를 수도권 거주자로 설계한 이유는 제5차 3D측정 조사 결과에서 지역에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었던 점(KATS, 2012), 3D 측정장비(예, 전신스캐너) 이동의 어려움, 그리고 3D측정 조사 관련 시간과 예산의 제한점 등 때문이었을 것이다.

머리사이즈 데이터의 신뢰성 및 타당성을 살펴보기 위해 제6차 3D머리측정 데이터와 제5차 3D머리측정 데이터를 비교하였다. 비교는 머리사이즈 항목의 수, 국문용어, 영문용어의 차이 유무를 중심으로 살펴보았다. 제6차 머리사이즈 항목은 45개이었고 제5차는 40개이었다. 국문용어의 경우 일부 용어에서 제5차와 제6차 차내 및 차간 차이가 발견되었다. 영문용어는 Size Korea 제5차와 제6차 보고서의 정보가 달라 비교할 수 없었으나, 검토되었던 문헌(Size Korea 보고서, 국제표준, 선행연구 포함)에 제시된 머리사이즈 항목에 관한 국문 또는 영문 각각의 용어 차이 문제점은 심각하였다(KATS, 2004, 2010; ISO, 2008, 2015; Seo et al., 2020b). 적어도 용어만이라도 표준화가 필요하며, 가능할 경우 용어사전을 마련하는 것이 중요하다고 판단한다. 국문 및 영문의 머리사이즈 항목과 기타 용어(예, 전문분야별 인체치수 측정 방법 및 내용상 용어)까



지 고려할 경우 용어의 차이는 크고 다양하므로 국가적 표준화가 필요한 실정이다.

#### 4. 연구의 제한점

Size Korea DB는 국가의 표준기관이 주관하여 구축된 것이며, 조사의 역사, 규모, 참여 조사기관의 전문성 등 여러 가지 특성상 데이터의 신뢰성이나 조사의 타당성을 일정 수준 이상으로 확보하기 위한 노력이 있었을 것이다. 이 연구도, 비록 Size Korea DB로부터 확보된 데이터를 이용하였지만, 연구 결과의 신뢰성을 향상시키고자 하였다. 예를 들면, Size Korea 제6차 3D머리 측정 데이터 중 머리측정 기준점, 용어 정의, 측정방법 등을 Size Korea 제5차 및 국제표준(예, ISO/TS 16976-2)의 해당 정보와 비교하였고, 연구결과의 비교성을 제고시키기 위해 가능한 한 표준화된 용어를 선택하고자 하였다.

한편, 이 연구에서 연구대상자는 지역이 수도권이었으며, 7-13세(2011년 조사 참가자) 및 19세 연령층이 누락되었으며, 호흡보호구 관련 머리측정 항목의 일부가 누락되었고, 비교 대상 문헌간 국문 또는 영문 각각의 용어 차이 문제점 등이 확인되었다.

### V. 결 론

한국인 머리 인체측정학적 데이터의 구성요소를 탐색적 접근 방법으로 살펴보았다. 머리측정 항목의 종류와 용어, 데이터의 크기 및 범위의 특징을 파악하여 호흡보호구의 선정을 위한 기초자료를 제공하고 Size Korea 제6차 3D머리측정 데이터를 검토·분석하였다.

최종 연구대상자는 3,088명이었으며, 연구대상자의 일반적 특징은 남자 52.5%, 가장 높은 분포의 연령그룹 15-39세 36.7%, 불건강 BMI(건강 체질량지수 범위 밖) 그룹 31.7%, 조사지역 모두 수도권 등으로 나타났다. 머리측정 항목은 45개이었으며, 얼굴수직길이의 평균과 표준편차는 남녀 각각  $115.9 \pm 7.5$  cm,  $107.3 \pm 6.9$  cm로 나타났으나 Size Korea 제6차 3D머리측정 조사에서 누락된 얼굴너비는 통계 데이터를 산출할 수 없었다. 더불어, Size Korea 3D머리측정 조사, 머리측정 데이터의 비교 및 신뢰성, 그리고 연구의 제한점도 고찰하였다.

이 연구를 통해 Size Korea 제6차 3D머리측정 데이터는 국·영문 용어의 표준화, 누락된 일부 머리측정

항목의 추가, 조사대상자의 대표성 보완을 통한 신뢰성 향상 등이 필요한 것으로 나타났다. 그러므로 이 연구의 결과를 향후 Size Korea 조사, 관련 정책 또는 연구에 반영시키며, 나아가 호흡보호구의 선정 개선과정에서 기초자료로 활용되도록 하는 것이 중요하다.

### 감사의 글

본 연구는 산업안전보건연구원의 자체연구과제로 수행한 결과입니다.

### References

- Chen W, Zhuang Z, Benson S, et al. New respirator fit test panels representing the current Chinese civilian workers. *Ann Occup Hyg* 2009;53(3):297-305
- Du L, Zhuang Z, Guan H, et al. Head-and-face anthropometric survey of Chinese workers. *Ann Occup Hyg* 2008;52(8):773-782(DOI:10.1093/annhyg/men056)
- Han DH, Kim HY, Jang YJ, et al., Study on fit performance survey for respirators and suggestions on fit test regulation(I). 2017-OSHRI-969; 2017
- International Organization for Standardization(ISO). Basic human body measurements for technological design - Part 1: Body measurement definitions and landmarks (ISO 7250-1); 2008
- International Organization for Standardization(ISO). Respiratory protective devices - Human factors- Part 2: Anthropometrics, Technical Specification (ISO/TS 16976-2); 2015
- Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA). Guideline for selection, use and management of RPD(KOSHA Guide H-82-2020); 2020a
- Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA). Occupational Safety and Health Act book; 2020b
- Korean Agency for Technology and Standards(KATS). The Report of 5<sup>th</sup> Korean anthropometric national survey (2<sup>nd</sup> Final report), KATS; 2004
- Korean Agency for Technology and Standards(KATS). The Report of 6<sup>th</sup> Korean 3D anthropometric national survey, KATS; 2010
- Korean Agency for Technology and Standards(KATS). The Report of Korean 3D anthropometric national survey for senior and older ageing group, KATS; 2012
- Korean Broadcasting System(KBS). 7.3 billion of mask consumed yearly, how to deal with?(KBS 9 O'clock

- News on 2021 Nov 18). [cited 2021 Dec 3]. Available from: URL: <https://news.kbs.co.kr/news/view>
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS). Action on emergency demand and supply adjustment for masks(MFDS Notice 2020-119); 2020. [cited 2021 Dec 3]. Available from: URL: <https://www.mfds.go.kr>
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS). Information on general regulations such as Act on tests in food and drug safety area, the pharmaceutical affairs Law, the price stabilization Act; 2021a. [cited 2021 Dec 3]. Available from: URL: <https://www.mfds.go.kr>
- Ministry of Food and Drug Safety(MFDS). Mask of 78.62 millions produced last week, the price kept in stabilization(Yonhap News released on 2021 Nov 17); 2021b. Available from: URL: <https://www.yna.co.kr>
- National Institute of Food and Drug Safety Evaluation (NIFDSE). Guidelines of standards for health mask (Guidance for frequently questions and answers); 2019
- Park JK, Kim SD, Cho HM. Establishment of face dimensions database for Korean labor population and improvement of RPD selection guidelines(I). 2021-OSHRI-752. ISBN 979-11-92138-17-6; 2021
- Phee YG, Kim SW, Aeh WS. Study on fit performance survey for respirators and suggestions on fit test regulation(II). 2019-OSHRI-1422; 2019
- Seo HK, Kang BK, Kwon YI. Fit testing for domestic N95 medical masks, J Korea Soc Occup Environ Hyg 2020a;30(2):124-133
- Seo HK, Kim JI, Kim H. Development of Korean head forms for respirator performance testing. Saf Health Work 2020b;11:71-79
- Size Korea Center. The report of anthropometric survey/ Standard anthropometry; 2021. [cited 2021 Nov 4]. Available from: URL: <http://sizekorea.kr>
- World Health Organization(WHO). Obesity and overweight; 2021. [cited 2021 Nov 20]. Available from: URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Yoon CS. Debates on particulates in air, bio-aerosols and mask. Annual meeting of KSRP, IL-San; 2021. Proceedings of KSRP 2021. p.9-24
- Zhuang Z & Bradtmiller B. Head-and-face anthropometric survey of US respirator users. J Occup Environ Hyg 2005;2:567-576 (DOI:10.1080/15459620500324727)
- Zhuang Z, Bradtmiller B, Shaffer RE. New respirator fit test panels representing the current U.S. civilian work force. J Occup Environ Hyg 2007;4:647-659

#### <저자정보>

박정근(선임연구위원), 김세동(연구위원), 조현민(연구위원)