

# Analysis of Korean Facial Measurements for Sizing System of Face Wearable Products: Focusing on Mask Design

Baekhee Lee<sup>1</sup>, Nahyeon Lee<sup>1</sup>, Younggeun Choi<sup>1</sup>, Eunjin Jeon<sup>2</sup>, Kwangae Park<sup>1</sup>, Boyoung Park<sup>3</sup>,  
Wonsup Lee<sup>4</sup>, Hee-Eun Kim<sup>2</sup>, Jeongrae Lee<sup>5</sup>, Junghee Won<sup>5</sup>, Hyoseon Kim<sup>5</sup>, Younghyun Kim<sup>5</sup>, and  
Heecheon You<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial and Management Engineering, Pohang University of Science and Technology (POSTECH),  
Pohang, 37673

<sup>2</sup>Department of Clothing and Textiles, Kyungpook National University, Daegu, 41566

<sup>3</sup>R&D Research Team, Humanopia, Co., Pohang, 37668

<sup>4</sup>Industrial Design Engineering, Delft University of Technology, Delft, Nederland

<sup>5</sup>Research Park, LG Household & Health Care, Daejeon, 34114

## ABSTRACT

**Objective:** The present study is to analyze Korean facial dimensions and select facial key dimension candidates for establishing a sizing system of face wearable products such as dust mask and oxygen mask. **Background:** An anthropometric sizing system accommodating different facial characteristics of the target population can contribute to improving usability of the face wearable product. **Method:** Facial key dimension candidates were selected by correlation analysis among 19 facial dimensions. Korean facial sizes measured by KATS (2004, 2010) and Lee et al. (2013) were compared to Chinese facial sizes measured by Du et al. (2008) to each facial key dimension candidate. **Results:** Face length, bitragion breadth, bitragion-subnasale arc, and bitragion-pronasale arc were selected as facial key dimension candidates. The face length of Korean was 6.6 mm longer compared to that for Chinese; the bitragion-subnasale arc 17.4 mm shorter. **Conclusion:** The present study proposed four facial key dimensions for Korean face wearable product sizing systems. Found that Korean have longer face length and lower cheekbones compared to Chinese. **Application:** The facial key dimension and corresponding analysis result can be applied to design for sizing system of Korean facial wearable products.

Keywords: Face wearable product, Facial measurement, Sizing system, Key dimension, Mask

## 1. Introduction

방독면, 황사마스크, 산소마스크와 같은 안면착용제품(face wearable product)은 설계대상인구(target population)의 안면 특성(예: 안면 크기, 형상)에 적합하게 설계하는 것이 중요하다. 예를 들면, 조종사 안면 형상에 적합하게 설계된 산소마스크(oxygen mask)는 조종사 코와 입에 적절하게 밀착되어 다양한 조종 및 위급상황(예: 고도 비행, 감압, 화재, 가스누설, 비상 탈출간 돌풍 등)에서 산소 누설을 방지함으로써 조종사 안전에 기여할 수 있다(Lee et al., 2013).

안면착용제품 사용자의 안면 특성 분석을 위하여 설계대상인구의 국가, 연령, 성별 등의 인구학적(demographical) 정보와 함께 안면변수의 수치 정보를

제공하는 안면측정자료(facial anthropometric data)가 활용되고 있다. 기존 안면측정연구는 군용 및 산업용 호흡기와 보호구 설계를 목적으로 수행되어 왔다(Lee et al., 2012). 예를 들면, 미공군(US Air Force)은 1967 ~ 1968년 2,420명의 남성을 대상으로 전체 182개 치수 중 48개의 안면 치수를 포함하여 측정하였고(Churchill et al., 1977), 현 미국 조종사 산소마스크인 MBU-12/P를 포함한 미국의 호흡기 설계 및 평가에 활용하고 있다(Alexander et al., 1979; Zhuang and Bradtmiller, 2005). 국내의 경우, 1979년부터 Size Korea 사업을 통해 한국인 안면 치수 정보가 수집되고 있는데, 가장 최근 사업은 2010년 일반인 848명(남 438명, 여 410명)에 대해 45개의 안면 치수를 측정하였다(KATS, 2010).

한국인 안면 특성을 수용하기 위한 안면착용제품 설계를 위해서 한국인 안면측정자료 기반의 치수체계

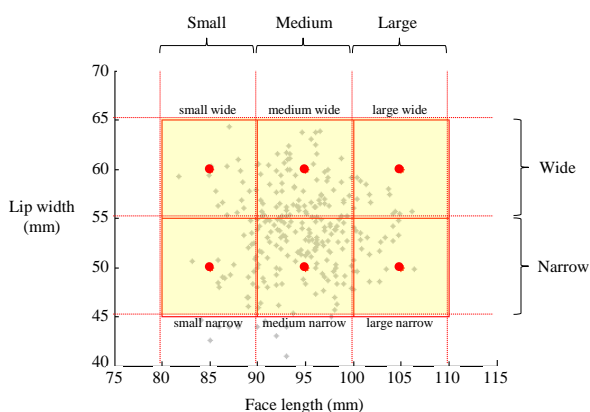
(sizing system) 수립이 필요하다. 기존 치수체계 연구들(Kwon et al., 2009; Laing et al., 1999; McCulloch et al., 1998; Moon, 2002; Robinette and Annis, 1986; Rosenblad-Wallin, 1987; Zheng et al., 2007)은 제품의 중요변수를 선정하고 지정된 인구 수용비율(예: 95%)을 만족하는 격자를 생성하였다. 중요변수(key dimension)는 유관 인체변수와의 상관성(correlation) 또는 대표성(representativeness)이 높은 1 ~ 5개 소수로 선정되고 있다(Kwon et al., 2004; McCulloch et al., 1998; Rosenblad-Wallin, 1987). 예를 들면, Lee et al. (2011)은 한국인 조종사 336명을 대상으로 안면크기를 측정 및 분석하여 입술너비(lip width)와 얼굴수직길이 (face length)를 안면중요변수로 선정하고, Figure 1과 같이 97.1%를 수용하는 6개 치수의 한국인 산소마스크 치수체계를 제안하였다.

본 연구는 한국인 안면착용제품의 치수체계 수립을 위하여 안면착용제품 설계유관 안면변수를 분석하고 안면중요변수 후보를 선정하였다. 안면변수 19개 간의 상관성을 분석하여 선정된 4가지 안면중요변수 후보에 대하여 한국인 안면 특성이 중국인과 비교되었다.

## 2. Method

### 2.1 Facial anthropometric data

본 연구는 안면특성 분석을 위하여 KATS (2004), KATS (2010), 그리고 Lee et al. (2013)이 측정한 한국인 안면측정자료를 사용하였고, 안면특성 비교를 위하여 Du et al. (2008)이 측정한 중국인 안면측정자료를



**Figure 1.** Korean pilot oxygen mask sizing system ( $n = 336$ ; key dimensions: face length and lip width; accommodation percentage = 97.1%; adapted from Lee et al., 2013b)

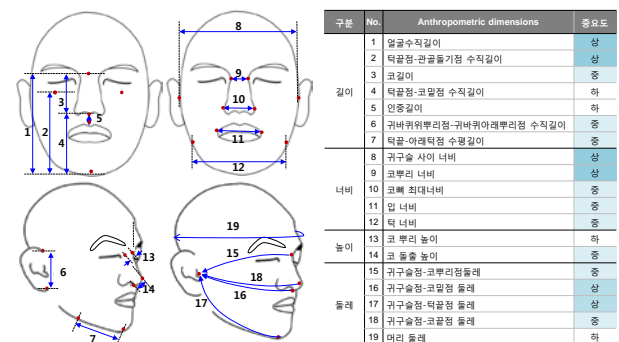
사용하였다. KATS (2004)와 KATS (2010) 안면측정자료는 5,188명(남: 2,585명, 여: 2,603명; 7 ~ 92세)과 4,605명(남: 2,343명, 여: 2,262명; 7 ~ 69세)에 대한 40개와 45개의 안면변수에 대해 3D로 측정된 수치 정보를 제공한다. Lee et al. (2013) 안면측정자료는 336명(남: 278명, 여: 58명; 20 ~ 43세)에 대한 22개 안면변수에 대해 직접과 3D로 측정된 수치 정보를 제공한다. Du et al. (2008) 안면측정자료는 3,000명(남: 2,026명, 여: 974명; 18 ~ 66세)에 대한 20개 안면변수에 대해 직접 측정된 수치 정보를 제공한다.

### 2.2 Selection of Facial key dimension candidates

안면착용제품의 치수체계 중요변수 후보는 Figure 2에 나타난 것과 같은 19가지 안면변수들간의 상관분석(correlation analysis)과 회귀분석(regression analysis)을 통하여 선정되었다. 조종사 산소마스크와 황사마스크 설계 경험이 있는 안면착용제품 전문가 5명이 4가지 안면측정자료(KATS, 2004, 2010; Lee et al., 2013; Du et al., 2008)의 안면변수들과 추가적으로 중요하다고 평가되는 안면변수들을 고려하여 19가지 안면변수(길이: 7, 너비: 5, 높이: 2, 둘레: 5)를 선정하고 중요도(상, 중, 하)를 평가하였다. 안면중요변수 후보는 Lee et al. (2013) 안면측정자료를 사용하여 19가지 안면변수들간의 상관분석을 통한 Pearson correlation  $r$ 을, 2가지 후보 쌍은 회귀분석을 통한 adjusted  $R^2$ 를 참고하여 선정되었다. 안면중요변수 후보별 범위가 4가지 안면측정자료(KATS, 2004, 2010; Lee et al., 2013; Du et al., 2008)별로 비교 분석되었다.

### 2.3 Comparison of Korean and Chinese facial sizes

한국인과 중국인의 9가지 안면변수에 대한 차이 비교 분석되었다. 본 연구는 Lee et al. (2013)과 Du et al.



**Figure 2.** Facial key dimension candidates (importance: low, medium, high) and for facial wearable product design

(2008) 안면측정자료를 사용하여 공통으로 측정된 9가지 안면변수(얼굴수직길이, 코길이, 코뿌리너비, 입너비, 턱너비, 코돌출높이, 귀구슬점-코밑점둘레, 귀구슬점-턱끝점둘레, 머리둘레)에 대한 한국인과 중국인의 작은 얼굴(2.5<sup>th</sup> %ile), 중간 얼굴(50<sup>th</sup> %ile), 큰 얼굴(97.5<sup>th</sup> %ile) 크기를 비교 분석하였다.

### 3. Results

#### 3.1 Facial key dimension candidates

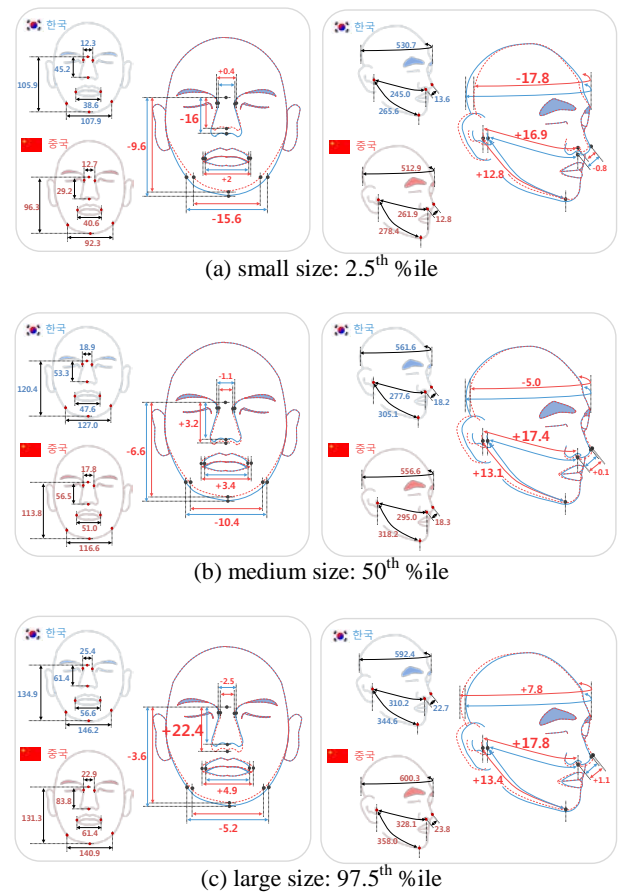
안면중요변수 후보로는 길이, 너비, 그리고 둘레 측면의 상관성이 높은 얼굴수직길이(face length), 귀구슬사이너비(bitragion breadth), 귀구슬점-코밑점둘레(bitragion-subnasale arc), 그리고 귀구슬점-코끝점둘레(bitragion-pronasale arc)의 4가지 안면변수가 선정되었다. Table 1은 안면중요변수 후보와 안면변수간의 *r*값을 나타내며, 안면변수별 대표 안면중요변수 후보들은 안면변수별 최대 *r*값과 0.1 미만으로 차이가 나는 경우 녹색배경으로 표시되었다. 길이측면에서는 5가지 안면변수 중 안면변수별 대표 안면중요변수 후보가 4가지로 선정된 얼굴수직길이, 너비측면에서는 5가지 중 5가지로 선정된 귀구슬사이너비가, 둘레측면에서는 3가지 중 3가지로 선정된 귀구슬점-코밑점둘레와 귀구슬점-코끝점둘레가 안면중요변수 후보로 각각 선정되었다. 한편, 높이측면에서는 높이측면의 안면중요변수 후보가 없으나 2가지 중 2가지로 선정된 얼굴수직길이와 귀구슬점-코밑점둘레 또는 귀구슬점-코끝점둘레가 안면중요변수 후보로 선정될 수 있다.

안면중요변수 2가지 쌍의 후보로는 얼굴수직길이와 귀구슬점-코끝점둘레 쌍이 선정되었다. 얼굴수직길이,

귀구슬사이너비, 귀구슬점-코밑점둘레, 그리고 귀구슬점-코끝점둘레의 2가지 조합의 6가지( $4C_2$ ) 쌍과 나머지 15가지 안면변수와의 평균 adjusted *R*<sup>2</sup>값은 얼굴수직길이와 귀구슬-코끝점둘레 쌍이 0.315로 가장 높게 나타났다.

#### 3.2 Korean vs. Chinese facial characteristics

한국인 안면은 중국인 안면보다 얼굴크기에 따라 얼굴길이는 3.6 ~ 9.6 mm 정도 작고 턱둘레는 5.2 ~ 15.6 mm 정도 작으며 얼굴중간둘레는 16.9 ~ 17.8 mm 정도 큰 것으로 나타났다(Figure 3). 한국인 2.5<sup>th</sup> %ile 안면은 중국인보다 얼굴수직길이는 9.6 mm 크고, 턱너비는 15.6 mm 크고, 귀구슬점-코밑점둘레는 16.9 mm 작은 것으로 나타났다(Figure 3.a). 한국인 50<sup>th</sup> %ile 안면은 중국인보다 얼굴수직길이는 6.6 mm 크고, 턱너비는 10.4 mm 크고, 귀구슬점-코밑점둘레는 17.4 mm 작은 것으로 나타났다(Figure 3.b). 한국인 97.5<sup>th</sup> %ile 안면은 중국인보다 얼굴수직길이는 3.6 mm 크고, 턱너비는 5.2



**Table 1.** Pearson correlation *r* between facial dimensions and key dimension candidates (red font: *r* > 0.7, orange font: *r* = 0.3 ~ 0.7, yellow font: *r* < 0.3; green background: |maximum *r* – corresponding *r*| in each facial dimension < 0.1)

Dimension type	Face dimension	중요도	Key dimension candidate			
			1. 얼굴수직길이	8. 귀구슬사이너비	16. 귀구슬점-코밑점둘레	18. 귀구슬점-코끝점둘레
길이	2. 턱끝점-관공돌기점 수직길이	상	0.815	0.404	0.577	0.390
	3. 코길이	중	0.671	0.324	0.332	0.393
	4. 턱끝점-코밑점 수직길이	하	0.845	0.362	0.332	0.343
	5. 안중길이	중	0.315	0.137	0.149	0.145
높이	6. 귀바퀴위부리점-귀바퀴아래부리점수직길이	중	0.131	-0.002	0.127	0.389
	13. 코 뿌리 높이	하	0.313	0.395	0.305	0.351
둘레	14. 코 돌출 높이	중	0.311	0.111	0.131	0.313
	18. 머리 둘레	하	0.312	0.421	0.369	0.383
너비	15. 귀구슬점-코뿌리점둘레	중	0.477	0.510	0.798	0.819
	17. 귀구슬점-턱끝점 둘레	중	0.529	0.706	0.821	0.817
	13. 코뿌리 너비	중	0.396	0.383	0.349	0.371
너비	10. 코뼈 최대너비	하	0.433	0.501	0.466	0.495
	11. 입 너비	중	0.335	0.428	0.440	0.449
	12. 턱 너비	중	0.248	0.651	0.546	0.504
	7. 턱끝-아래턱점 수평길이	중	0.257	0.378	0.252	0.100

**Figure 3.** Korean and Chinese facial dimension comparison (blue line: Korean, red line: Chinese; unit: mm)

mm 크고, 귀구슬점-코밑점둘레는 17.8 mm 작은 것으로 나타났다(Figure 3.c).

### 3.3 Key facial dimension range comparison among facial anthropometric data

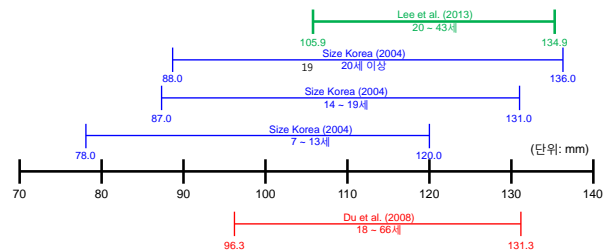
안면측정자료간 중요안면변수의 2.5<sup>th</sup> %ile ~ 97.5<sup>th</sup> %ile 범위는 18 ~ 20세 이상을 기준으로 최대 얼굴수직길이는 17.9 mm, 귀구슬사이너비는 22.0 mm, 그리고 귀구슬점-코밑점둘레는 62.3 mm만큼 차이났다. Table 2는 안면측정자료별 연령에 따른 표본 수와 성별 비율을 보여준다. 예를 들면, KATS (2004) 안면측정자료는 얼굴수직길이와 귀구슬사이너비에 대해 약 1:1의 성별로 구성되어 있다. 얼굴수직길이는 18 ~ 20세 이상을 기준으로 KATS (2004) 범위(88.0 ~ 136.0 mm)에 Lee et al. (2013) 범위(105.9 ~ 134.9 mm)와 Du et al. (2008) 범위(96.3 ~ 131.3 mm)가 포함되며, Lee et al. (2013)의 2.5<sup>th</sup> %ile이 KATS (2004)보다 17.9 mm만큼 컸다. 귀구슬사이너비는 18 ~ 20세 이상을 기준으로 KATS (2004)의 범위(117.0 ~ 170.0 mm)가 가장 넓었으며, KATS (2010)의 2.5<sup>th</sup> %ile이 KATS (2004)보다 22.0 mm 컸다. 귀구슬점-코밑점둘레는 KATS (2010)의 범위(261.0 ~ 372.5 mm)가 Lee et al. (2013)의 범위(245.0 ~ 310.2 mm)보다 약 2배정도 넓었으며, KATS (2010)의 97.5<sup>th</sup> %ile이 Lee et al. (2013)보다 62.3 mm만큼 컸다. 한편, 귀구슬점-코끝점둘레는 Lee et al. (2013)만 측정하여 비교될 수 없었으며 235.5 ~ 321.4 mm의 범위를 보였다.

## 4. Discussion

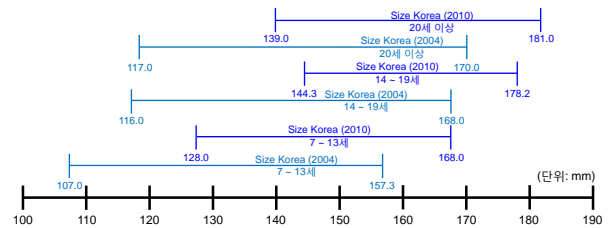
본 연구는 안면착용제품 치수체계 수립에 적용될 수 있는 안면중요변수 후보를 선정하였다. 안면착용제품 전문가에 의해 선정된 19가지 안면착용제품 유관 안면변수들에 대해 상관분석을 통하여 길이 측면에서는 얼굴수직길이, 너비측면에서는 귀구슬사이너비, 둘레측면에서는 귀구슬점-코밑점둘레 또는 귀구슬점-코끝점둘레의 4가지가 선정되었다. 얼굴수직길이는 다른 안면변수들과 상관성의 평균( $r = 0.417$ )이 가장 높은 것으로 나타나 통계적으로 대표 안면중요변수가 될 수 있다. 귀구슬점-코밑점둘레와 귀구슬점-코끝점둘레는 높은 상관성( $r = 0.980$ )을 보여 안면착용제품 특성에 적합하게 선정되어 사용될 수 있다. 한편, 2가지 안면중요변수 사용 시 얼굴수직길이와 귀구슬점-코끝점둘레 쌍이 다른

**Table 2.** Sample sizes of facial anthropometric data by key facial dimension and age with gender ratio (gray: no data)

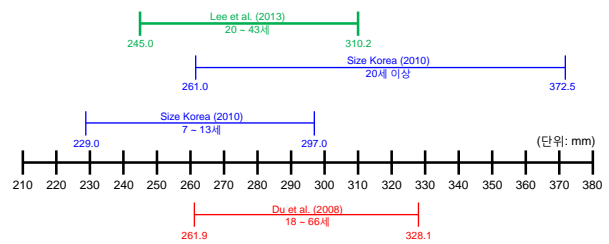
Anthropometric data	Age	Sample size (n)				Gender ratio (M:F)
		얼굴수직길이	귀구슬사이너비	귀구슬점-코밑점둘레	귀구슬점-코끝점둘레	
KATS(2004) 3D 계측	7 - 13	710	710	-	-	355:355 (≒ 1:1)
	14 - 19	819	819	-	-	406:414 (≒ 1:1)
	20 ≤	3,609	3,609	-	-	1,797:1,812 (≒ 1:1)
KATS(2010) 3D 계측	7 - 13	-	1,438	**1,231	-	**708:730 (≒ 1:1) **608:623 (≒ 1:1)
	14 - 19	-	1,083	-	-	574:509 (≒ 1:1)
	20 ≤	-	2,057	2,057	-	1,042:1,015 (≒ 1:1)
Lee et al. (2013)	20 - 43	336	336	336	336	278:58
Du et al. (2008)	18 - 66	3,000	-	3,000	-	2026:974



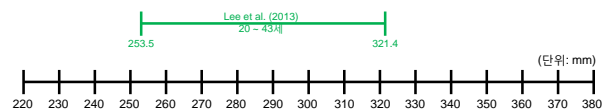
(a) face length



(b) bitrignon breadth



(c) bitrignon-subnasale arc



(d) bitrignon-pronasale arc

**Figure 4.** Key facial dimension range by facial anthropometric data (left bar: 2.5<sup>th</sup> %ile, right bar: 97.5<sup>th</sup> %ile; green line: Lee et al., 2013, blue line: KATS, 2010, sky blue line: KATS, 2004, red line: Du et al., 2008; unit: mm)

안면변수들과의 평균 adjusted  $R^2(0.315)$ 가 가장 높은 것으로 파악되었다. 따라서, 안면착용제품의 치수체계 수립 시 통계적으로 대표성이 우수한 본 연구의 안면중요변수 후보 및 후보 쌍이 적용될 수 있으나, 안면착용제품의 특성(예: 사용성, 치수측정용이성 등)도 함께 고려하여 안면중요변수를 선정하는 것이 제안된다.

한국인은 중국인보다 얼굴 크기에 관계없이 얼굴이 길고 중간 둘레가 작은 것으로 나타났다. 한국인의 얼굴수직길이는 중국인보다 3.6 ~ 9.6 mm 크고, 귀구슬점-코밑점둘레는 16.9 ~ 17.4 mm 작은 것으로 분석되었다. 얼굴수직길이는 코뿌리점(sellion)으로부터 턱끝점(menton)까지의 수직길이로서 한국인은 중국인보다 상대적으로 이마를 제외한 얼굴 길이가 긴 것으로 파악되었다. 귀구슬점-코밑점둘레는 귀구슬점(bitragion)으로부터 광대뼈(cheekbone)를 지나 코밑점(subnasale)을 지나는 둘레로서 중국인은 한국인보다 상대적으로 광대뼈가 튀어나온 것으로 추정될 수 있다.

본 연구에서 사용된 안면측정자료들의 수치들은 동일한 안면변수에 대해서도 상당히 상이한 것으로 파악되었다. 본 연구는 한국인 안면 특성 분석을 위해 KATS (2004), KATS (2010), Lee et al. (2013)를, 중국인 안면 특성 분석을 위해 Du et al. (2008) 안면측정자료를 선정하여 사용하였다. 귀구슬점-코밑점둘레의 경우 KATS (2010)의 20세 이상 평균 수치(295.3 mm)는 Lee et al. (2013)의 수치(277.6 mm)보다 17.7 mm만큼 작은 것으로 나타났다. 또한, 귀구슬사이너비의 경우 동일한 Size Korea 인체측정사업인 KATS (2004)의 평균 수치(145.9 mm)와 KATS (2010)의 수치(153.4 mm)가 7.5 mm만큼 차이 나는 것으로 나타났다. 안면측정자료간의 상이한 수치 차이는 측정 절차, 안면변수 측정 참조점(landmark), 시대적 성장(secular trend), 측정대상자의 인구학적 특성(예: 모집지역)의 차이 등에 의해서 발생할 수 있다.

## Acknowledgements

The present research was jointly supported by LG Household & Health Care and Mid-career Researcher Program through National Research Foundation (NRF) grant funded by the Ministry of Education, Science and Technology (MEST) (NRF-2015R1A2A2A03005486).

## References

- Alexander, M., McConville, J. T., and Tebbetts, I., Anthropometric Sizing, Fit-Testing, and Evaluation of the MBU-12/P Oral-Nasal Oxygen Mask, Wright-Patterson Air Force Base, OH: Aerospace Medical Research Laboratory, 1979.
- Churchill, E., Kikta, P., and Churchill, T., The AMRL Anthropometric Data Bank Library: Volumes I-V, Wright-Patterson Air Force Base, OH: Aerospace Medical Research Laboratory, 1977.
- Du, L., Zhuang, Z., Guan, H., Xing, J., Tang, X., Wang, L., Wang, Z., Wang, H., Liu, Y., Su, W., Benson, S., Gallagher, S., Visusi, D., and Chen, W., Head-and-face anthropometric survey of Chinese workers, *Ann. Occup. Hyg.*, 52(8), 773-782, 2008.
- Korean Agency for Technology and Standards (KATS), The Report on the 5th Size-Korea (Korean Body Measurement and Investigation). Seoul, Korea: Size Korea, Ministry of Knowledge Economy, 2004.
- Korean Agency for Technology and Standards (KATS), The Report on the 6th Size-Korea (Korean Body Measurement and Investigation). Seoul, Korea: Size Korea, Ministry of Knowledge Economy, 2010.
- Kwon, O., Jung, K., Sun, M., You, H., and Kim, H., Determination and application of key dimensions for a glove sizing system by analyzing the relationships between hand anthropometric variables, In *Proceedings of the 2004 Spring Conference of the Ergonomics Society of Korea*, 2004.
- Kwon, O., Jung, K., You, H., Kim, H., Determination of key dimensions for a glove sizing system by analyzing the relationships between hand dimensions, *Applied Ergonomics*, 40, 762-766, 2009.
- Laing, R.M., Holland, E.J., Wilson, C.A., Niven, B.E., Development of sizing systems for protective clothing for the adult male, *Ergonomics*, 42, 1249-1257, 1999.
- Lee, B., Lee, W., Jeong, J., Jeon, E., Son, D., Park, S., Jung, D., Kim, H., and You, H., An improvement in the sizing system of oxygen masks for Korean pilots, In *Proceedings of the 2011 Fall Conference of Ergonomics Society of Korea*, 2011.
- Lee, W., Jung, D., Park, S., Kim, H., and You, H., Facial anthropometric surveys and respiratory design: A literature review and future works, In *Proceedings of the 2012 Fall Conference of Ergonomics Society of Korea*, 2012.
- Lee, W., Jeong, J., Park, J., Jeon, E., Kim, H., Jung, D., Park, S., and You, H., Analysis of the facial measurements of Korean Air Force pilots for oxygen mask design, *Ergonomics*, 56(9), 1451-1464, 2013.
- McCulloch, C.E., Paal, B., Ashdown, S.P., An optimization approach to apparel sizing, *Journal of the Operational Research Society*, 49, 492-499, 1998.
- Moon, M.O., A study on the sizing system for clothes of lower body: females from 19 to 24 years old, *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 26, 1036-1042, 2002.
- Robinette, K.M., Annis, J.F., A Nine-Size System for Chemical Defense Gloves, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1986.
- Rosenblad-Wallin, E., An anthropometric study as the basis for sizing anatomically designed mittens, *Applied Ergonomics*, 18, 329-333,

1987.

Zheng, R., Yu, W., Fan, J., Development of a new chinese bra sizing system based on breast anthropometric measurements, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37, 697-705, 2007.

Zhuang, Z., and Bradtmiller, B., Head-and-face anthropometric survey of US respirator users, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 2(11), 567-576, 2005.

## Author listings

**Baekhee Lee:** x200won@postech.ac.kr

**Highest degree:** M.S., Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

**Position title:** Ph.D. candidate, Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

**Areas of interest:** Vehicle ergonomic, Clinical ergonomic, Ergonomic product design & development, Digital human modeling & simulation

**Nahyeon Lee:** dnnh1218@postech.ac.kr

**Highest degree:** B.S., Department of Industrial Design Engineering, KOREATECH

**Position title:** M.S. candidate, Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

**Areas of interest:** Ergonomic product design & development, User interface design & evaluation, Usability testing

**Younggeun Choi:** sidek@postech.ac.kr

**Highest degree:** M.S., Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

**Position title:** Ph.D. candidate, Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

**Areas of interest:** Ergonomic product design & development, Universal design, User experience design

**Eunjin Jeon:** slowjeon@hanmail.net

**Highest degree:** Ph.D., Clothing & Textile, Kyungpook National University

**Position title:** postdoc, Department of Clothing & Textile, Kyungpook National University

**Areas of interest:** Ergonomic pattern design, Pattern grading, User interface design & evaluation

**Kwangae Park:** liebpark@naver.com

**Highest degree:** Ph. D., Fashion Design, Sungkyunkwan University

**Position title:** postdoc, Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

**Areas of interest:** Ergonomic pattern design, Pattern grading, User interface design & evaluation

**Boyoung Park:** sarahpark87@humanopia.co.kr

**Highest degree:** M.S., Management of Technology, Hoseo University

**Position title:** Researcher, Humanopia, Co.

**Areas of interest:** Ergonomic product design & development, UI & UX design, Usability evaluation

**Wonsup Lee:** w.lee@tudelft.nl

**Highest degree:** Ph.D., Department of Industrial and management Engineering, POSTECH

**Position title:** postdoc, Faculty of Industrial Design Engineering, Delft University of Technology

**Areas of interest:** Ergonomic product design, 3D Anthropometry, Virtual fit analysis, Digital human modeling and simulation, Engineering design

**Hee-Eun Kim:** hekim@knu.ac.kr

**Highest degree:** Ph.D., Life and Human Environment, Nara women's university

**Position title:** Professor, Department of Clothing & Textile, Kyungpook National University

**Areas of interest:** Clothing Physiology, Clothing comfort, Clothing pattern

**Jeongrae Lee:** jrlee@lgcare.com

**Highest degree:** M.S., Department of Microbiology, Seoul National University

**Position title:** Team Manager, Research Park, LG H&H

**Areas of interest:** Household goods, Remarkable Product Development

**Junghee Won:** junghee@lgcare.com

**Highest degree:** M.S., Interdisciplinary of Nanoscience and Technology (Chemistry), Seoul National University

**Position title:** Principal Researcher, Research Park, LG H&H

**Areas of interest:** Household goods

**Hyoseon Kim:** hyoseon@lgcare.com

**Highest degree:** M.S., Department of Chemistry, Yonsei University

**Position title:** Principal Researcher, Research Park, LG H&H

**Areas of interest:** Household goods

**Younghyun Kim:** kimyounghyun@lgcare.com

**Highest degree:** M.S., Department of Chemical Engineering, KyungHee University

**Position title:** Senior Researcher, Research Park, LG H&H

**Areas of interest:** Household goods

**Heecheon You:** hcyou@postech.ac.kr

**Highest degree:** Ph.D., Industrial Engineering, Pennsylvania State University

**Position title:** Associate Professor, Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

**Areas of interest:** Ergonomic product design & development, User interface design & evaluation, Digital human modeling & simulation, Human performance & workload assessment, Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) prevention, Usability testing