

기능성 제품 설계를 위한 성인 남성의 손 관련 치수 및 형상 분석

전 은 경[†]

울산대학교 생활과학부 의류학전공

Analysis on Measurements and Shapes of Adult Male Hands for Functional Product Design

Eunkyung Jeon[†]

Dept. of Clothing and Textiles, University of Ulsan

Received April 14, 2021; Revised (August 1, 2021; August 17, 2021); Accepted August 23, 2021

Abstract

Today, functional gloves must allow the wearer to perform many kinds of delicate work while protecting the hands from hazardous materials. In this study, multiple analyses of 3D hand measurements were performed to provide information on the hand size and shape required for the design of functional gloves for adult men. Size and shape characteristics were identified from 19 different hand measurements, and three factors were collected through factor analysis. The aggregated factor score was used to classify men's hand shapes into three types. These types showed different distribution patterns according to age, indicating a significant distribution difference between hand type and age group. Discriminant analysis extracted nine items that highly contributed to determining hand type. However, since the data provided by Size Korea have some limitations in fully representing hand shape, sampling additional types of hand measurements and using consistent conditions and methods are required for more accurate analysis.

Key words: Hand's shape, Hand's dimension, 3D measurements, Size Korea; 손 형상, 손 항목, 3차원 측정 치수, 사이즈코리아

I. 서 론

인체 골격은 256개의 크고 작은 뼈가 모여 인간의 형상을 이루고 활동을 가능하게 한다. 골격 중에서도 손은 인체 부위 중 가장 다양하고 섬세한 일의 수행이 가능한 데 이는 전체 뼈의 무려 25%에 해당하는 54개

의 뼈가 작은 양손을 형성하기 때문이다. 그러므로 인간의 능력을 극대화하는 손을 보호함과 동시에, 능력 확장을 위한 노력을 지속하여야 함은 지극히 당연하다. 그러나 인체 여러 부위의 다양하고 전문적인 연구에도 불구하고 손 관련 연구가 부족한 것은 안타까운 상황이라 할 수 있다.

산업의 발달, 여가생활의 증가 등의 시대적 상황은 손을 보호하고 조력하기 위한 제품을 절실히 요구하고 있다. 소방, 용접, 원자력, 사격, 조종 등 산업·군사 현장에서나 라이딩, 야구, 미식축구, 골프, 스키·보드

[†]Corresponding author

E-mail: ekjeon@ulsan.ac.kr

본 연구는 2019년 울산대학교 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

등의 스포츠 상황, 게임, 가상현실 등의 IT 상황 등 다양한 환경과 상황에서 장갑 및 손 관련 의류제품은 손을 보호함과 동시에 요구되는 섬세하고 민첩한 동작의 수행을 보조할 수 있다. 그러나 시판 장갑이나 손에 착용하는 여러 보호구는 착용 불편감과 부적합으로 인해 손 작업의 수행을 저해하기도 하는데 이러한 이유로 필요성에도 불구하고 종종 기피 제품이 되고 있다. 특수 환경뿐만 아니라 일상에서도 키보드 타이핑, 폰, 탭, 랩탑 등의 터치스크린 등, 손, 특히 손가락의 섬세한 동작이 점점 더 요구되고 있다. 스마트폰을 가장 많이 이용하는 장소는 교통수단, 가정, 실외 장소의 순으로(Park et al., 2012) 외부에서의 이용이 실내 못지 않은 수준이다. 손의 보호를 요하는 상황뿐만 아니라 지하철 역사 등의 전자지도 기기, 현금자동인출기(ATM), 키오스크(kiosk) 기기, 극장 등의 자동발권기 등(“터치스크린 [Touch screen]”, 2011), 곳곳에 터치스크린 형식의 장비가 구축되어 팬데믹 상황 등 간접 터치를 요구하는 상황에서도 손 및 손가락 형상을 적용한 맞춤새가 우수한 장갑 착용은 오히려 손 동작의 기능을 저해할 수 있다.

제품 설계에서 손 적합의 중요성에도 불구하고 손 관련 형상 및 치수에 관한 연구 수준은 매우 저조하다. 손이나 장갑의 치수 관련 연구로는 Jeon et al.(2004)의 학령 아동의 손 치수 분석을 시작으로 10여 년 동안 청소년(Kim & Chun, 2014), 성인(Jang & Kwon, 2013; Kim & Kee, 2012; Kwon et al., 2019; Kwon et al., 2005) 들을 대상으로 분석한 연구들이 있으며 최근에는 소방공무원(Kwon et al., 2019) 등 기능성 장갑에 관한 연구도 확인되고 있다. 그러나 인체 타 부위와 비교하면 현격히 적은 수의 연구로 인체에서 가장 기민한 동작을 요구하는 손과 장갑의 연구가 부족한 것은 장갑 등, 손에 착용하는 의류제품이 손의 활동을 저해한다는 인식으로 연구의 필요성을 경감시키는 경향이 있는 것으로 사료된다. 여러 작업 및 여가 환경에서 다양한 장갑이 요구되는 시점을 감안할 때 이러한 기능성 장갑의 착용 빈도가 가장 높을 것으로 예상되는 성인 남성의 정확한 손 측정 정보를 제시하는 것은 차후 손 연구와 장갑 설계를 위한 유용한 정보로 활용될 수 있다. 이에 본 연구는 손 관련 한국인 인체치수조사 현황을 분석하고 장갑 등 손 관련 제품 설계에 요구되는 최적의 치수 분석을 통하여 한국 남성 장갑류 설계에 요구되는 실질적인 정보를 제공하는 데 그 목적을 두었다.

II. 연구방법 및 절차

본 연구의 대상은 기능성 장갑류 등 손 관련 기능성 제품의 수요가 가장 많을 것으로 예측되는 성장이 완료된 20대 이상의 성인 남성이다. 분석 데이터로 Size Korea의 한국인 인체치수조사 자료를 사용하였다. 손 관련 항목을 검토한 결과, 손 측정 항목수가 가장 많은 것으로 확인된 제6차 3차원 측정 데이터(Korean Agency for Technology and Standards [KATS], 2010)의 20~69세 남자 데이터를 사용하였다(Table 1). 분석에 사용된 손 관련 항목은 3차원 측정 19개 항목으로 각 측정 항목에 대한 코드를 손(hand: H)과 손가락(finger: F), 길이(length: L), 너비(breadth: B), 둘레(circumference: C) 등의 약자와 손가락 및 마디의 순서대로 번호를 부여하고 조합하여 항목의 기호를 제시하였다(Table 2). 1,056명의 성인 남성 데이터 중 결측치가 있는 케이스와 극단치를 제외하고 총 920명의 케이스를 분석에 사용하였다. 사용된 통계분석은 손 관련 각 항목의 요인 분석 및 요인점수를 이용한 K-평균 군집분석, 각 항목과 연령층 간의 일원분산분석 및 다중비교분석, 교차 분석 및 판별분석으로 SPSS Ver. 26.0을 이용하여 분석하였다.

III. 연구결과 및 고찰

1. 한국인 인체치수조사사업의 손 관련 측정 항목 고찰

1979년, 제1차 한국인 인체치수조사(KATS, 1979)를 시작으로 2015년 제7차 조사에 이르기까지(KATS, 2015) 손 관련 측정 항목의 치수 조사 동향을 분석하였다. 각 조사 차수마다 측정 방법, 측정 항목이 상이한 것을 확

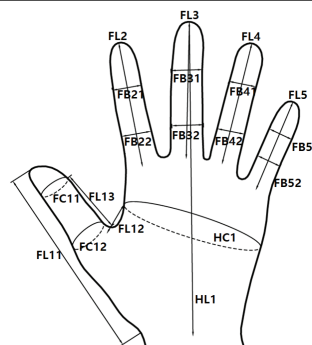
Table 1. Age distribution of research subjects

Unit: Person

Age group	Cases	Percentage (%)
20's	214	23.3
30's	196	21.3
40's	170	18.5
50's	182	19.8
60's	158	17.2
Total	920	100.0

Table 2. Dimension of hand measurements

Dimension	Finger					Hand
	1st	2nd	3rd	4th	5th	
Length	FL11	FL2	FL3	FL4	FL5	HL1
	FL12					
	FL13					
Breadth		FB21	FB31	FB41	FB51	
		FB22	FB32	FB42	FB52	
Circumference	FC11					HC1
	FC12					



인할 수 있었다. 1차(KATS, 1979) 조사에서는 사진 수화법, 2차(KATS, 1986), 3차(KATS, 1992), 4차(KATS, 1997), 5차(KATS, 2003)와 7차(KATS, 2015) 조사에서는 마틴식 측정기를 이용한 직접측정법, 6차(KATS, 2010) 조사에서는 3차원 촬영기를 사용하여 측정된 것으로 보고되고 있다. 1~7차 조사 중 손 관련 총 측정 항목은 31개 항목으로 1992년 3차 조사에서 가장 적은 5개 항목이 측정되었으며 2010년에서 2012년에 시행된 6차 3D 측정에서 가장 많은 19개 항목이 측정되었다(Table 3).

3차와 5차 조사 보고서에서만 측정 항목의 국·영문 용어 표기를 제시하고 있는데 이는 손 관련 총 조사 항목인 31개 항목 중 14개 항목에 불과하다. 동일 부위의 명칭 또한 차수에 따라 상이한 용어를 제시하는 경우가 발견되었으며 명칭의 표기 없이 부위와 측정 방법 등의 설명을 약식 표기로 제시된 것이 대부분이었다. 이러한 명칭을 공식화된 기준 없이 연구자가 표준화하기에는 무리가 있다고 판단되어 일관된 방법으로 손의 부위 명칭과 측정 항목(길이, 너비, 두께, 둘레, 그립 등)을 조합하여 <Fig. 1>과 같이 코드로 제시하였다. 향후 손 관련 표준 용어의 설계 또한 시급히 구축되어야 할 연구 분야로 판단된다.

5차에서 7차까지의 한국인 인체치수조사에서 측정된 국부 항목을 손 관련 항목과 비교할 때 머리 관련 항목은 11~45개, 발 관련 항목은 6~40개인데 비해 손 관련 항목은 차수에 따라 최소 5개에서 최대 19개이며 평균 12항목에 불과하여, 인체 중 가장 섬세한 제품 설계가 요구됨에도 불구하고 그동안 손 관련 형상이나 크기 관련 조사 및 연구가 소외된 이유를 확인할 수 있다. 더욱이 모든 차수의 인체치수조사에서 측정된 31개

항목 중 공통으로 측정된 항목은 손길이(HL1), 1개 항목 뿐이며 손바닥길이(HL2), 손너비(HB1), 손두께(HD1)의 3개 항목만이 7개 조사 중 6개 조사에서 측정된 것으로 확인되었다. 단일 조사에서만 측정된 항목이 19개 항목이나 되어 각 한국인 인체치수조사에서 손 측정 항목의 불일치가 매우 심각한 것을 알 수 있다. 장갑류 설계에 필요한 5개 손가락의 길이를 모두 측정할 인체치수조사는 1979년 1차 조사에 국한되었으며 이후 5개 손가락 길이 중 1개(2차, 4차), 또는 4개(6차)의 손가락 길이만을 측정하여 5개 손가락이 모두 포함되지 않은 데이터로는 모든 손가락의 치수 적합성이 확보된 장갑 설계가 가능하지 않았을 것으로 판단된다. 한국인 인체치수조사의 차수마다 측정 항목의 상이한 데이터 정보로는 손 관련 부위의 수직적 동향을 추정하여 비교, 분석할 수 없으므로 손의 성장 경향이나 사이즈 변천 등을 파악하는데 장애요인이 된다. 본 연구에서는 공개된 Size Korea 원자료(raw data) 중 가장 많은 손 관련 항목 및 손가락 측정 항목을 보유하고 있는 6차 한국인 인체치수조사의 손 관련 항목의 데이터를 분석 자료로 사용하였다.

2. 손 관련 항목의 연령대별 치수 차이 분석

제6차 3차원 측정데이터(KATS, 2010)의 20~69세 남자를 대상으로 손 관련 19개 항목에 대하여 연령대별로 치수 차이를 검정하기 위하여 일원분산분석 및 Duncan's test에 의한 다중비교검정을 실시하였다(Table 4). 검정 결과 모든 항목에서 연령대에 따른 유의차를 나타냈으며 다중비교검정 결과 연령대에 따른 변화 추이를 확인할 수 있었다. 손길이(HL) 및 손가락의

Table 3. Hand measurement dimensions in previous record of Size Korea

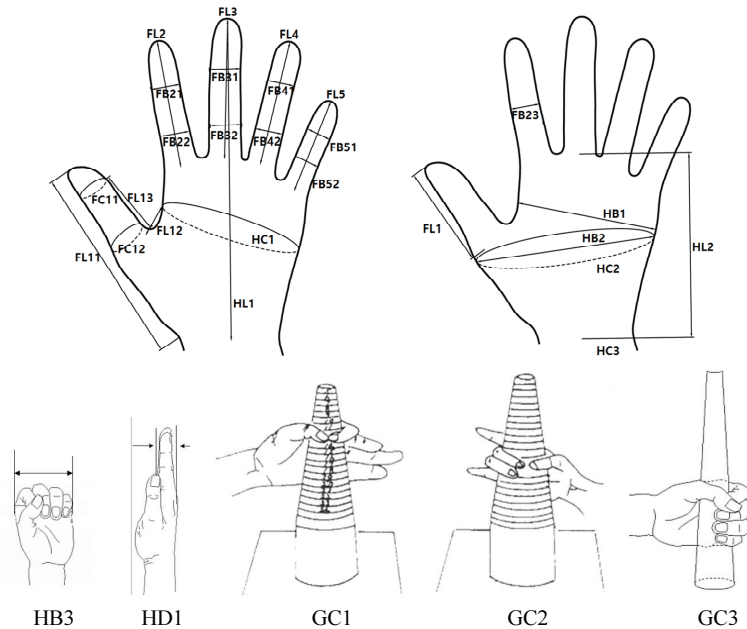
Order		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th
Year		1979	1986	1992	1997	2003– 2004	2010– 2012	2015
Method		Photography	Martin	Martin	Martin	Martin	3D	Martin
1	HL1	○	○	○	○	○	○	○
2	HL2	○	○	○	○	○		○
3	HB1	○	○	○	○	○		○
4	HB2	○	○		○			
5	HB3					○		
6	HD1	○	○	○	○	○		○
7	HC1			○	○	○	○	○
8	HC2				○			
9	HC3	○	○		○	○		○
10	FL1	○						
11	FL11						○	
12	FL12						○	
13	FL13						○	
14	FL2	○	○			○	○	○
15	FL3	○			○		○	
16	FL4	○					○	
17	FL5	○					○	
18	FB21					○	○	○
19	FB22						○	
20	FB23					○		○
21	FB31						○	
22	FB32						○	
23	FB41						○	
24	FB42						○	
25	FB51						○	
26	FB52						○	
27	FC11						○	
28	FC12						○	
29	GC1		○					
30	GC2		○					
31	GC3					○		○
<i>N</i>		11	9	5	9	12	19	9

H: Hand, F: Finger, L: Length, B: Breadth, C: Circumference, D: Depth, G: Grip

길이(FL)를 나타내는 8개 항목에서는 20, 30대 남성의 치수가 유의적으로 가장 크게, 50, 60대 남성의 치수가 유의적으로 가장 작게 나타났다. 40대 남성의 치수는 중간 치수에 속하였으며 특히 5개 항목에서는 20, 30대 남성뿐만 아니라 50, 60대 남성과도 유의차를 나타

내는 유일한 중간 치수로 나타나 이러한 연령대의 차이를 장갑 설계에 반영할 필요가 있다고 판단된다.

이에 반해 손둘레(HC) 및 손가락의 둘레(FC)를 나타내는 7개 항목과 손가락의 둘째마디너비(FB)를 나타내는 4개 항목 등 총 11개 항목은 20, 30대 남성의 치



H: Hand, F: Finger, L: Length, B: Breadth, C: Circumference, D: Depth, G: Grip

Fig. 1. Dimension code of hand measurements in Size Korea.

Table 4. One-way ANOVA of hand measurements by age group

Unit: mm

Age group	20's	30's	40's	50's	60's	F-value
HL1	188.482 (B)	190.605 (A)	188.253 (B)	185.148 (C)	184.044 (C)	18.185***
FL2	79.157 (A)	77.649 (B)	76.176 (C)	74.879 (D)	73.842 (D)	26.864***
FL3	88.697 (A)	87.421 (B)	85.247 (C)	83.484 (D)	82.310 (D)	37.435***
FL4	80.893 (A)	80.062 (A)	78.953 (B)	78.115 (B)	76.519 (C)	18.668***
FL5	58.964 (A)	58.770 (A)	58.029 (AB)	57.099 (B)	57.241 (B)	6.417***
FL11	107.986 (A)	109.356 (A)	108.765 (AB)	107.555 (BC)	107.266 (C)	3.515**
FL12	30.324 (A)	29.801 (A)	28.688 (B)	27.297 (C)	25.608 (D)	30.203***
FL13	48.555 (A)	47.744 (A)	45.606 (B)	44.687 (C)	43.063 (D)	54.162***
HC1	199.616 (C)	201.480 (B)	204.600 (A)	203.665 (A)	205.272 (A)	13.290***
FC11	44.087 (D)	46.305 (C)	48.959 (B)	49.242 (B)	50.563 (A)	76.142***
FC12	59.495 (D)	60.996 (C)	63.100 (B)	63.313 (B)	64.449 (A)	48.200***
FB21	14.626 (C)	15.135 (C)	16.129 (B)	16.275 (B)	16.633 (A)	112.836***
FB31	14.922 (D)	15.371 (C)	16.318 (B)	16.374 (B)	16.639 (A)	80.117***
FB41	14.337 (C)	14.745 (B)	15.629 (A)	15.665 (A)	15.816 (A)	60.629***
FB51	12.895 (D)	13.316 (C)	14.188 (AB)	14.121 (B)	14.443 (A)	49.348***
FB22	18.371 (C)	19.137 (B)	20.165 (A)	20.264 (A)	20.519 (A)	53.797***
FB32	17.594 (D)	18.205 (C)	18.865 (B)	19.033 (AB)	19.354 (A)	26.614***
FB42	16.950 (C)	17.561 (B)	17.982 (A)	17.885 (A)	17.994 (A)	16.831***
FB52	15.067 (C)	15.493 (B)	16.280 (A)	16.382 (A)	16.481 (A)	38.020***
N (=920)	214	196	170	182	158	

** $p < .005$, *** $p < .001$

The groups as the result of Duncan's test are listed in the order of A>B>C>D.

수가 유의적으로 가장 작게, 60대 남성의 치수가 유의적으로 가장 크게 나타났다. 40대 남성의 치수는 중간 치수에 속하였으며 50대 남성의 치수는 항목에 따라 다른 집단과 유의적인 차이를 나타내며 40대, 또는 50대와 유의차가 없이 같은 치수 집단에 속하였다.

즉 젊은 연령 집단의 손과 손가락은 가늘고 길며 노화가 진행될수록 손이 두꺼워져 손과 손가락둘레, 손가락너비 등이 증가하는 것으로 판단되며 이러한 경향은 손 관련 제품 설계 시 사용자 집단의 연령층에 따라 다른 치수를 적용할 필요가 있음을 시사한다.

3. 손 관련 항목의 구조요인 분석

요인분석은 유사한 특성을 가진 변수들을 변수 간의 상관관계를 이용하여 같은 요인으로 집약시키는 방법이다. 인체 항목에 적용하였을 때 다수 항목의 정보를 요약하고 동질적이거나 상호 독립적인 항목을 정의하는 데 유용하여 인체치수를 분석하는 연구에서 빈번히 사용되고 있다(Moon & Jeon, 2019). 손은 인체에서 크기는 작지만 가장 많은 뼈로 구성된 부위로 치수 적합성이 민감하게 요구되는 특성상 그 구조요인을 파악할 필요가 있음에도 아직 각각의 손 관련 항목 및 구조요인에 대한 특성 정보는 부족하다.

본 연구에서는 제6차 한국인 인체치수조사3차원 데이터(KATS, 2010) 중 20~60대 한국인 성인 남자의 손 관련 19개 측정 항목에 대하여 요인분석을 시행하였다. 요인추출 방법은 주성분 모형으로 고유값(Eigenvalue)이 1.000 이상인 요인을 기준으로 추출하였으며 추출을 위해 Varimax 직교 방법에 따른 반복 회전을 시행하였다. 회전 행렬을 통하여 집약된 요인은 3개 요인으로 이들 요인이 설명할 수 있는 총 분산은 70.0%이다(Table 5). KMO 측도 및 Bartlett의 구형성 검정을 통하여 요인분석의 적합성을 확인한 결과, .855의 KMO 측도로 결과되어 표본 적합도가 우수한 것을 알 수 있으며 Bartlett의 구형성 검정 결과 또한 .000의 유의확률을 나타내어 측정변수 간의 상관계수 행렬이 단위 행렬이 아니며 본 분석의 통계 결과가 유효함을 알 수 있었다.

가장 높은 적재량으로 집약된 요인 1의 고유값은 7.091로 37.3%의 설명력을 나타냈다. 주요인인 요인 1에는 손둘레(HC), 둘째손가락에서 마지막 다섯째 손가락의 너비(FB)와 첫째손가락둘레(FC) 등 11개 항

Table 5. Factor analysis of hand dimensions

Dimension	Factor loading		
	1	2	3
FC12	.873	-.008	-.025
FB31	.844	-.013	-.166
FB22	.812	-.013	.037
FB21	.808	.006	-.218
FB41	.797	.025	-.166
FB51	.794	.084	-.159
FB52	.792	.062	-.123
HC1	.778	.356	-.112
FB32	.777	-.096	.113
FB42	.752	.009	.108
FC11	.661	-.055	-.363
FL3	-.086	.905	.029
FL4	-.043	.900	.024
FL2	-.092	.883	-.017
HL1	.218	.841	.236
FL5	.035	.820	-.127
FL11	.248	.719	.190
FL12	-.180	.039	.836
FL13	-.206	.538	.581
Eigenvalue	7.091	4.748	1.460
Variance (%)	37.3	25.0	7.7
Accumulative variance (%)	37.3	62.3	70.0
KMO's measure			.855
Significance level of Bartlett test			.000

목이 포함되어 손과 손가락의 부피에 관여하는 수평 항목이 포함되었으며 손과 손가락의 수평적 치수 특징에 관여하는 요인으로 정의할 수 있다. 두 번째 요인의 고유값은 4.748에 해당하였으며 전체 항목의 25.0%를 설명하고 있다. 이 두 항목의 누적 설명력은 62.3%로 요인 1과 요인 2가 손의 구조를 설명하는데 큰 비중을 차지하는 것으로 판단할 수 있다. 손길이(HL)와 둘째에서 다섯째손가락의 길이(FL), 첫째손가락에서 손목에 이르는 길이(FL11) 등, 6개 항목이 포함되어 손과 손가락의 수직적 치수 특성에 관여하는 요인으로 정의할 수 있다. 마지막 셋째 요인에는 첫째손가락 시작 부분에서 둘째손가락 시작 부분에 이르는 길이(FL12)와 첫째손가락 시작 부분에서 손가락 끝에서

1 cm 내려온 길이(FL13)의 2개 항목만이 집약되었으며 고유값은 1.460으로 전체 항목의 7.7%만을 설명하고 있다. 2개 항목 중 첫째손가락 시작 부분에서 손가락 끝에서 1cm 내려온 길이(FL13) 항목은 요인 2에 .538, 요인 3에 .581의 적재값을 보이는 등 두 요인에 비등한 적재값을 보여 요인 3에 실질적으로 집약된 항목은 첫째손가락 시작 부분에서 둘째손가락 시작 부분에 이르는 길이(FL12)가 유일하며 이 부분은 손, 손가락의 수평 특성이나 수직 특성에 포함되지 않는 고유 항목임을 알 수 있었다. 요인분석에서는 적재값이 상대적으로 낮거나 2개 이상의 요인에서 적재값이 근소한 차이를 나타내는 항목들을 제외하는 것이 후속 분석에서 발생할 수 있는 다중공선성에 의한 오류를 예방하고 집중 타당성 및 판별 타당성을 확보하는 방편으로 종종 권장되기도 한다. 그러나 항목 특성에 대한 심도 있는 고찰 없이 통계적 추천만을 고수하는 것은 오히려 결과의 영역별 전문적인 가치를 상실하게 할 우려가 있다. 본 연구에서는 두 요인에서 유사한 적재값을 보였음에도 불구하고 유일하게 첫째손가락의 길이 특성을 나타내는 첫째손가락 시작 부분에서 손등 쪽에 이르는 첫째손가락 길이(FL13) 항목을 제외하지 않고 함께 사용하였다.

각 요인으로부터 추출된 요인점수의 연령대별 차이를 일원분산분석 및 Duncan's test에 의한 다중비교 검정을 실시한 결과<Table 6>, 모든 요인에서 $p < .001$ 의 유의적인 차이를 보이며 <Table 4>에서 제시된 손관련 항목의 연령대별 치수 분석과 일치되는 결과를 나타냈다. 손의 수평치수요인인 요인 1은 60대 > 50, 40대 > 30대 > 20대의 순으로 유의적인 차이를 보이며 분류되었다. 손의 수직치수요인인 요인 2는 20, 30대 > 40대 > 50, 60대의 순으로 유의적인 차이를 보이며 분류되었다. 첫째 손가락에서 둘째손가락에 이르는 특성인 요인 3은 20, 30대 > 40대 > 50대 > 60대의 순으로 유

의적인 차이를 보이며 분류되었다. 대부분의 성인 장갑의 패턴이 엄지와 다른 네 손가락을 구분하여 설계되는 것을 감안할 때 요인 3의 이러한 연령대별 차이는 장갑 사용자의 특성을 반영하는 데 유효한 정보가 될 수 있다.

4. 손 형상 및 크기 특성의 군집화

한국인 남성의 손 관련 치수로부터 손 형상 및 크기 특성을 유형화하기 위하여 군집분석을 실시하였다. 인체치수의 군집화에는 치수 항목의 요인분석으로부터 계산된 요인점수를 변수로 투입하여 군집 유형을 분류하는 것이 일반적이다. 그러나 요인점수는 각 항목의 특성이 희석되는 단점이 있고 때로는 유형 분류에 영향을 미치는 개별 항목의 중요성을 놓치는 결과를 낳기도 한다. 손 형상의 요인분석 결과, 2개 요인에 60%가 넘는 설명력을 보이며 집약하였는데 군집 분류에 투입되는 변수들이 동일 비중으로 분석되는 것을 감안할 때 3개 요인점수의 동일 비중 투여가 왜곡된 유형 분류로 결과될 우려가 있다. 더욱이 요인점수는 가공된 표준 점수로서 치수 항목의 원점수와는 현격히 다른 점수체계를 나타내므로 제품 개발 자료로 사용하는 데는 무리가 있어 유효한 분석 결과로 제시되어도 제품 개발에 실제로 사용되는 사례를 찾아보기 힘들다(Moon & Jeon, 2019). 이에 본 연구에서는 19개 손 항목 중 손둘레와 손가락아래둘레, 너비 항목 5항목, 손 및 손가락길이 항목 5항목, 첫째손가락과 둘째손가락의 형상에 관계된 길이 항목 2항목 등 장갑류 설계에 중요한 항목을 변수로 하여 군집분석을 실시하였다. 군집 간의 차이가 가장 유의한 군집 유형을 도출하고자 2~4개의 군집 수를 정하여 K-평균 군집분석을 실시한 후, 각 요인에 대하여 추출된 군집 간의 차이 검정을 위한 일원분산분석으로 검토한 결과, K-평균

Table 6. One-way ANOVA result of factor scores by age group

Factor \ Age group	20's	30's	40's	50's	60's	F-value
1	-.735 (D)	-.285 (C)	.356 (B)	.354 (B)	.558 (A)	74.260***
2	.341 (A)	.253 (A)	-.020 (B)	-.280 (C)	-.432 (C)	22.175***
3	.313 (A)	.329 (A)	.007 (B)	-.226 (C)	-.579 (D)	29.351***
N (=920)	214	196	170	182	158	

*** $p < .001$

The groups as the result of Duncan's test are listed in the order of A>B>C>D.

군집분석에서 결과된 3, 4개의 군집 분류는 모든 항목에서 $p < .001$ 수준의 군집별 유의차가 나타났다. 유의한 분류 분석으로 결과된 3개 및 4개 군집 분류를 대상으로 각 군집 간의 Duncan's test에 의한 다중비교를 시행하였으며 다중비교 결과 모든 항목에서 유의한 차이로 다른 집단을 형성한 3개 군집을 최종 선정하였다. 3개 군집 유형에 대하여 각 항목과 요인별 일원분산분석 및 Duncan's test 결과<Table 7>와 각 군집의 요인별 분포 형태<Fig. 2>를 제시하였으며 각 군집에 대한 성인 남성의 연령대별 교차분석<Table 8>을 실시하여 연령대에 따른 군집의 분포도 함께 비교, 분석하였다.

3개 군집은 모든 요인과 요인에 속한 각 항목에서 군집 간에 $p < .001$ 수준 이상의 매우 높은 유의차가 나타났으며 각 요인에서 뚜렷한 크기의 차이를 보여 각 집단의 유형 분류가 적절한 것을 알 수 있다. 첫 번째 군집

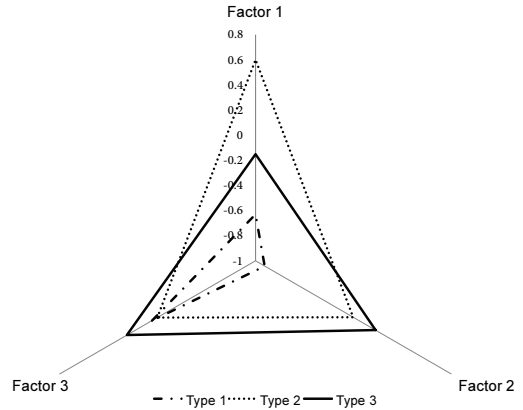


Fig. 2. Distribution chart of factor scores by cluster group.

에는 920명 중 284명(30.9%)이 분포하였으며, 요인 1, 2, 3 특성 항목이 모두 작은 유형으로 손과 손가락길이

Table 7. One-way ANOVA of factor scores by cluster group

Factor \ Type	1	2	3	F-value
1	-.630 (C)	.601 (A)	-.151 (B)	172.416***
2	-.916 (C)	-.102 (B)	.102 (A)	750.276***
3	-.049 (B)	-.097 (B)	.183 (A)	6.633**
N (=920)	284	366	270	

** $p < .005$, *** $p < .001$

The groups as the result of Duncan's test are listed in the order of A>B>C>D.

Table 8. Crosstabs of age groups by hand type clusters

Unit: Person (%)

Age group	Frequency	Cluster group			Total
		1	2	3	
20's	Actual	77 (8.4)	42 (4.6)	95 (10.3)	214 (23.3)
	Expected	66.1	85.1	62.8	214.0
30's	Actual	50 (5.4)	56 (6.1)	90 (9.8)	196 (21.3)
	Expected	60.5	78.0	57.5	196.0
40's	Actual	44 (4.8)	86 (9.3)	40 (4.3)	170 (18.5)
	Expected	52.5	67.6	49.9	170.0
50's	Actual	60 (6.5)	89 (9.7)	33 (3.6)	182 (19.8)
	Expected	56.2	72.4	53.4	182.0
60's	Actual	53 (5.8)	93 (10.1)	12 (1.3)	158 (17.2)
	Expected	48.8	62.9	46.4	158.0
Total		284 (30.9)	366 (39.8)	270 (29.3)	920 (100.0)

$\chi^2=127.007***$, *** $p < .001$

☐ : Actual frequency is larger than expected frequency.

가 짧고 손과 손가락의 너비, 둘레도 작으며 첫째손가락과 둘째손가락 사이도 짧은 유형으로 남성 중 상대적으로 작은 손과 손가락을 형성하는 유형이라 할 수 있다. 이 군집은 청년층(20대)과 중·노년층(50, 60대)에서는 기대 빈도에 비해 실제 빈도가 다소 높은 분포를, 장년층(30, 40대)에서는 기대 빈도에 비해 다소 낮은 실제 빈도를 나타냈으나 특정 연령층에 치우치지 않고 비교적 고른 분포를 보여 모든 연령층에서 나타나는 유형으로 판단할 수 있다.

두 번째 군집은 세 군집 중 가장 많은 366명(39.8%)이 분포하였으며, 손과 손가락의 너비, 둘레 항목인 요인 1의 특성이 가장 우세하고 손과 손가락길이인 요인 2 특성은 군집 1보다는 크고 군집 3보다는 작은 중간 집단에 속하였다. 요인 3에 속한 첫째손가락 시작 부분에서 둘째손가락 시작 부분에 이르는 길이(FL13)와 첫째손가락 시작 부분에서 둘째손가락 끝에서 1 cm 내려온 길이(FL12)의 2개 항목은 작은 군집 유형으로 손과 손가락이 굵고 두툼하지만, 손과 손가락의 길이나 엄지와 검지 사이가 길지 않은 유형으로 판단할 수 있다. 40, 50, 60대 성인 남성층에서 기대 빈도보다 높은 실제 빈도 분포를 나타내어 중·노년층에서 두드러지게 분포하는 유형으로 판단할 수 있다. 20, 30대 연령층에서는 기대 빈도에 비해 낮은 실제 빈도를 나타냈으며 특히 20대 청년층에서는 기대빈도(85.1명)의 반이 되지 않는 42명만이 분포하여 성장기 청년층에게서는 분포가 적은 유형이라 판단할 수 있다.

세 번째 군집에는 920명 중 270명(29.3%)이 분포하여 세 군집 유형 중 가장 적은 수가 분포한 유형이다. 요인 1 특성의 항목인 손과 손가락의 너비, 둘레 항목은 유형 1보다는 크지만, 유형 2보다는 작은 중간 크기이며 손과 손가락길이를 포함한 요인 2 특성 항목은 가장 큰 유형이다. 요인 3에 속한 손등 쪽의 첫째손가락 길이(FL13)와 첫째손가락 시작 부분에서 둘째손가락

끝에서 1 cm 내려온 길이(FL12)의 2개 항목도 세 군집 중 가장 크게 나타나 손과 손가락이 가늘고 긴 슬림한 손 유형으로 판단할 수 있다. 이 군집은 20, 30대 청·장년층에서는 기대 빈도에 비해 월등히 높은 실제 빈도 분포를, 40, 50, 60대 중·노년층에서는 기대 빈도보다 낮은 실제 빈도 분포를 보였다. 특히 60대 성인 남성층에서는 기대 빈도(46.4명)에 비해 현격히 낮은 실제 빈도(12명)를 보여 노년층에서는 거의 분포되지 않는 손 유형으로 판단할 수 있다. 3개 손 유형의 항목별 치수를 반영한 각각의 이미지와 중합도를 <Fig. 3>과 같이 제시하였다.

요약하면 K-평균 군집분석에 의한 3개 군집 유형은 모든 연령층에 고루 분포된 작은 손 유형(군집 1), 중·노년층에 많이 분포하는 손가락이 짧고 두툼한 손 유형(군집 2), 청·장년층에 많이 분포하는 손과 손가락이 길고 가는 손 유형(군집 3)으로 정의할 수 있다. 이러한 연령대별 분포 경향의 유의한 차이는 손 관련 제품의 사용자 연령층에 따라 제품 설계 시 연령층에 따라 반영되는 치수를 달리해야 함을 시사한다.

5. 집단 분류를 위한 판별 요인추출

본 연구에서는 도출된 군집을 분류하는 유효한 항목을 역추적하기 위하여 요인분석을 통해 집약되었던 19개 손 항목을 독립변수로, 3개 군집 소속을 종속변수로 설정하여 판별분석을 시행하였다. 집단 특성을 가장 잘 판별할 수 있는 판별함수를 도출하기 위하여 Wilks의 람다가 최소가 되게 하는 단계적 선택 방법을 사용하였으며 각 항목의 진입과 제거를 반복한 결과, 11회의 반복 분석을 통해 10개의 손 관련 항목이 진입, 1개의 손 관련 항목이 제거되었다. 최종 2개의 판별함수와 손 관련 3개 군집을 분류하는 유효한 항목으로 진입된 9개 항목과 판별분석 결과는 <Table 9>와 같다.

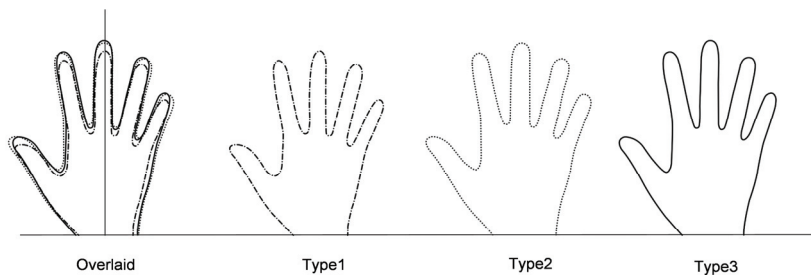


Fig. 3. Hand type images and overlaid image of 3 cluster group.

Table 9. Stepwise discriminant analysis of hand dimensions to determine clusters

Predictive variables	Input step	Wilks's Lambda	Predictive power of mode	Correlation between discriminant function and variable	
				1	2
HL1	1	.466***	.534	.863	-.037
HC1	2	.308***	.692	.464	.786
FL2	3	.272***	.728	.625	-.289
FC12	4	.260***	.740	.157	.788
FL13	5	.250***	.750		
FL5	6	.245***	.755	.565	-.185
FL11	7	.241***	.759	.690	.022
FL12	8	.238***	.762	.052	-.328
FL4	9	.235***	.765	.696	-.293
FC11	10	.233***	.767	.034	.609
FL13	11	.234***	.766		
Eigenvalue				1.537	.684
Variance (%)				69.2	30.8
Canonical correlation coefficient				.778	.637
χ^2				.234***	.594***

*** $p < .001$

단계적 판별분석에서 판별에 사용된 9개의 항목의 투입 순서는 손길이(HL1), 손둘레(HC1), 둘째손가락 길이(FL2), 첫째손가락의 아래둘레(FC12), 손등 쪽에서 측정된 첫째손가락의 첫째마디까지의 길이(FL13), 다섯째손가락길이(FL5), 첫째손가락에서 손목까지의 길이(FL11), 첫째손가락시작점에서 둘째손가락시작점길이(FL12), 넷째손가락길이(FL4), 첫째손가락의 윗둘레(FC11)의 순이며 마지막 단계에서 손등 쪽에서 측정된 첫째손가락의 첫째마디까지의 길이(FL13)가 제거되어 총 9개의 손 관련 변수가 3개 손 유형 군집을 판별하는 변수로 추출되었다.

투입 단계에서의 Wilks의 람다는 첫 변수(HL1) 진입만으로도 .500 이하의 낮은 람다값을 보였으며 손길이(HL1)와 손둘레(HC1) 두 항목의 투입만으로도 판별 예측력이 70%(.692)에 가까워 손길이와 손둘레가 손의 유형을 결정하는 매우 주요한 변수임을 알 수 있다. 나머지 6개 변수의 진입으로 예측력은 10% 이상 변화하지 않아서 진입된 두 항목의 판별능력을 판단할 수 있다.

판별함수는 두 개가 도출되었으며 모두 유의수준 $p < .001$ 수준에서 통계적으로 유의하였다. 두 함수의

고유값은 1.537, .684로 함수 1의 판별력(69.2%)이 함수 2의 판별력(30.8%)에 비해 우수한 것을 알 수 있다. 요약하면 군집분석에서 도출된 손 유형을 판별하는데 기여한 진입 항목은 <Table 9>에서 제시된 9개 항목이며 그 중 손길이와 손둘레가 손의 유형을 판별하는데 기여도가 가장 높은 항목임을 알 수 있다. 추출된 두 함수는 모두 통계적으로 유의하나 함수 1의 판별력이 우수한 것으로 나타났다.

IV. 결론 및 제언

손은 인체의 크기로는 작은 부위이지만 골격의 25%에 해당하는 많은 뼈가 작은 양손을 형성하는 데, 이로써 다른 인체 부위보다 다양하고 섬세한 일의 수행이 가능하다. 산업의 발달, 여가생활의 증가, 가상현실, 터치스크린 등의 IT 환경과 터치를 꺼리는 팬데믹 상황 등, 손을 보호하면서도 손의 능력을 확장할 수 있는 제품의 설계에 대한 이유는 광범위하고 절실하다. 이에 본 연구는 손 관련 한국인 인체치수조사 현황을 분석하고 장갑 등 손 관련 제품 설계에 요구되는 최적의 치수 분석을 통하여 한국 남성 장갑류 설계에 요구되

는 실질적인 정보를 제공하는 데 그 목적을 두었다. 이를 위해 제6차 한국인 인체치수조사(KATS, 2010)의 20~69세 성인 남성 920명의 손 관련 19개 3차원 측정 항목을 사용하여 다각적인 분석을 시도하였으며 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 손 관련 19개 항목에 대하여 연령대에 따른 치수 차이를 일원분산분석 및 Duncan's test에 의한 다중 비교검정을 통해 분석한 결과, 모든 항목에서 연령대에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타냈으며 손 및 손가락의 길이 등 길이 관련 항목에서는 20, 30대 남성의 치수가 가장 크게, 50, 60대 남성의 치수가 가장 작게 나타났으며 손 및 손둘레, 너비 등의 부피 항목에서는 20, 30대 남성의 치수가 가장 작게, 60대 남성의 치수가 가장 크게 나타났다. 40대 남성의 치수는 20, 30대 남성뿐만 아니라 50, 60대 남성과도 다른 중간 치수로 나타나 이러한 연령대의 차이를 장갑 설계에 반영할 필요가 있다고 판단된다. 즉 젊은 연령 집단의 손과 손가락은 가늘고 길며 노화가 진행될수록 손이 두꺼워져 손과 손가락둘레, 손가락너비 등이 증가하는 것으로 판단되며 이러한 경향은 손 관련 제품 설계 시 사용자 집단의 연령층에 따라 다른 치수를 적용할 필요가 있음을 시사한다.

둘째, 한국인 성인 남자의 손 관련 19개 측정 항목에 대하여 주성분 모형을 이용한 요인분석을 시행한 결과, 집약된 요인은 3개 요인으로 이들 요인이 설명할 수 있는 총 분산은 70.0%이었다. 추출된 3개의 요인은 손과 손가락의 너비, 두께 등, 수평치수요인, 손과 손가락의 길이 등 수직치수요인, 첫째손가락에서 손목에 이르는 길이와 둘째손가락의 시작 부위에 이르는 길이 등 첫째손가락에서 손목, 둘째손가락에의 관계에 의한 형상과 치수 요인으로 정의할 수 있다.

셋째, 손 관련 항목을 이용하여 K-평균 군집분석을 실시한 결과, 3개의 군집 유형으로 분류되었다. 3개의 군집 유형은 손 관련 모든 치수가 상대적으로 작은 손 유형, 손과 손가락의 길이에 비해 두께, 너비 등, 굵고 두툼한 손 유형, 길이는 긴 반면 너비, 두께는 비교적 슬림한 가늘고 긴 손 유형으로 분류되었으며 각 군집 유형의 분포는 청·장년층과 중·노년층에 따라 유의한 차이를 나타냈다.

넷째, 도출된 군집을 분류하는 유효한 항목을 역추적하기 위하여 판별분석을 실시한 결과, 2개의 판별 함수와 9개의 손 관련 항목이 군집분석에서 도출된 손

관련 3개 군집을 분류하는 유효한 항목으로 추출되었다.

이와 함께 본 연구에서는 손 관련 분석 항목 및 분석 자료를 선정하는 과정에서 1차에서 7차까지의 한국인 인체치수조사에서 제시된 손 관련 측정 항목을 비교, 분석하여 40여 년 인체치수조사의 흐름을 고찰하고 항목 선정의 수월성과 앞으로의 방향 제시를 시도하고자 하였다. 분석 과정에서 손 관련 측정 항목의 일관성이 부족한 선정과 타 부위에 비해 적은 항목 수, 장갑류의 제품 설계를 고려하지 않은 측정 항목 등의 문제점을 발견함으로써 향후 손 관련 인체치수조사에서 수정·보완이 요구되는 실질적인 정보를 제공하였다. 요인분석을 통해서도 첫째손가락의 연결 치수가 다른 네 손가락의 치수와 다른 요인으로 집약되는 양상을 확인하였으며 이는 기능성 장갑류의 설계에 첫째손가락의 독립된 정보가 요구됨을 파악할 수 있었다. 군집 분석을 통한 유형 분류에서는 사이즈의 대소 관계가 아닌 손의 길이와 부피, 첫째손가락의 연결 관계 등에 의한 유형 분류가 도출되어 이러한 결과를 적용한 표준 치수 규격의 설계가 필요함을 시사하였다. 본 연구에서 사용한 한국인 인체치수 데이터는 장갑 설계에 필수적인 5개 손가락의 모든 길이, 너비, 둘레 항목이 확보되지 않았으며 두께 항목이 측정되지 않아 본 연구결과를 일반화하는데 한계가 있음을 밝힌다. 차후 이러한 측정 항목이 확보된다면 보다 정확한 손 관련 제품 설계에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- Jang, S., & Kwon, Y. (2013). Study on the development of smart glove for smart-phone user. *Journal of Digital Interaction Design, 12*(1), 57-66. doi:10.21195/jidr.2013.12.1.005
- Jeon, E., Suk, E., & Park, S. (2004). The size and structural factors of the Korean elementary school girls' hands. *Korean Journal of Human Ecology, 13*(6), 1023-1029.
- Kim, H., & Chun, J. (2014). A study on hand growth of Korean adolescent boys from 14 to 19 years. *The Research Journal of the Costume Culture, 22*(5), 702-711. doi:10.7741/rjcc.2014.22.5.702
- Kim, S.-H., & Kee, D.-h. (2012). Classification and identification of Korean hand shapes based on anthropometric hand data analysis. *Journal of Korea Safety Management & Science, 14* (1), 75-85.
- Korean Agency for Technology and Standards. (1979). 1차 인체

- 치수조사 [1th Size Korea data]. *Size Korea*. Retrieved from <https://sizekorea.kr/page/report/7>
- Korean Agency for Technology and Standards. (1986). 2차 인체 치수조사 [2th Size Korea data]. *Size Korea*. Retrieved from <https://sizekorea.kr/page/report/6>
- Korean Agency for Technology and Standards. (1992). 3차 인체 치수조사 [3th Size Korea data]. *Size Korea*. Retrieved from <https://sizekorea.kr/page/report/5>
- Korean Agency for Technology and Standards. (1997). 4차 인체 치수조사 [4th Size Korea data]. *Size Korea*. Retrieved from <https://sizekorea.kr/page/report/4>
- Korean Agency for Technology and Standards. (2003). 5차 인체 치수조사 [5th Size Korea data]. *Size Korea*. Retrieved from <https://sizekorea.kr/page/report/3>
- Korean Agency for Technology and Standards. (2010). 6차 인체 치수조사 [6th Size Korea data]. *Size Korea*. Retrieved from <https://sizekorea.kr/page/report/2>
- Korean Agency for Technology and Standards. (2015). 7차 인체 치수조사 [7th Size Korea data]. *Size Korea*. Retrieved from <https://sizekorea.kr/page/report/1>
- Kwon, C.-R., Jang, M., Jeong, D. W., & Kim D.-E. (2019). Hand sizing study for development of firefighting gloves. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 43(3), 416–426. doi:10.5850/JKSCT.2019.43.3.416
- Kwon, M., Choi, I., Chung, G., & Yang, M. (2005). A study on establishment of glove size system and hand shape. *Journal of the Korean Society of Costume*, 55(6), 24–37.
- Moon, J., & Jeon, E. (2019). An analysis on 3D face measurements of Korean women for suitable facial sheet masks' size. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 43(6), 930–940. doi:10.5850/JKSCT.2019.43.6.930.
- Park, J. H., Kim, M. K., & Lee, J. H. (2012). *How smart IT changes future*. Seoul: The Electronic Times.
- 터치스크린 [Touch screen]. (2011, February 15). *NAVER 지식백과-용어로 보는 IT* [NAVER encyclopedia-IT in terms]. Retrieved from <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3571295&cid=59088&categoryId=59096>

전 은 경

울산대학교 생활과학부 의류학전공 교수
