

Analysis and Typology of Hand Dimensions and Morphological Indices in Obese Middle-Aged Women

Su-Joung Cha*

*Associate Professor, Dept. of Fashion & Clothing, Mokpo National University, Mokpo, Korea

[Abstract]

This study aimed to analyze the hand dimensions and morphological indices of obese middle-aged women and to classify hand shapes in order to provide fundamental data for the design of hand-related products. The study subjects were obese middle-aged women based on three-dimensional anthropometric data from the 8th Size Korea survey. Analyses were conducted on hand-related measurements and morphological indices. The results showed that the hand morphology of obese middle-aged women was characterized predominantly by thickness- and volume-oriented features. Age-related differences were observed not in the overall hand structure but rather in localized changes at the finger level. Factor analysis identified five underlying components of hand morphology: hand size and thickness, hand structure and proportion, finger length, hand volume and three-dimensionality, and finger length ratios. Based on these factors, hand shapes were classified into four types: size-thickness emphasized type, finger length emphasized type, proportion-length ratio emphasized type, and three-dimensional proportion emphasized type. These findings indicate that the hand morphology of obese middle-aged women is not defined by a single size dimension but by a complex structure integrating thickness, length, proportion, volume, and three-dimensionality. Furthermore, the results suggest the need for a multidimensional, morphology-based customized design approach rather than a simple length-based sizing system in the development of gloves and wearable products.

▶ **Key words:** Hand dimensions, Morphological Indices, Obese Middle-Aged Women, Hand Typology, Anthropometric Analysis

[요 약]

본 연구는 중년 비만 여성의 손 치수와 형태지수를 분석하고, 손 형태를 유형화함으로써 손 관련 제품 설계를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 연구대상은 중년 비만 여성으로, 사이즈코리아 제8차 인체측정조사의 3차원 데이터를 활용하여 손 관련 치수와 형태지수에 대한 분석을 실시하였다. 연구결과, 중년 비만 여성의 손 형태는 전반적으로 굵기 및 볼륨 중심의 특성이 두드러졌으며, 연령에 따른 변화는 손 전체 구조보다는 손가락의 부분적 변화로 나타났다. 손 형태 구성요인은 손의 크기·굵기, 손 구조·비례, 손가락 길이, 손의 체적·입체성, 손가락 길이비 등이 추출되었고, 손 형태는 크기·굵기 강조형 손, 손가락 길이 강조형 손, 비례·길이비 강조형 손, 입체·비례 강조형 손의 4개 유형으로 분류되었다. 중년 비만 여성의 손 형태는 단일한 크기 차원이 아닌 굵기, 길이, 비례, 체적 및 입체성의 복합적인 구조로 구성됨을 알 수 있다. 또한, 장갑 및 웨어러블 제품 설계에서 형태 기반의 다차원적 맞춤 설계 접근이 필요함을 알 수 있다.

▶ **주제어:** 손 치수, 형태지수, 비만 중년 여성, 손 형태 유형화, 인체계측 분석

- First Author: Su-Joung Cha, Corresponding Author: Su-Joung Cha
- Su-Joung Cha (carollain@mnu.ac.kr), Dept. of Fashion & Clothing, Mokpo National University
- Received: 2026. 04. 14, Revised: 2026. 06. 03, Accepted: 2026. 06. 04.

I. Introduction

인체 형태에 대한 이해는 의류 및 제품 설계에서 착용 적합성과 기능성을 향상시키기 위한 핵심 요소로 인식되고 있다. 특히, 손은 다양한 작업 수행과 상호작용의 중심이 되는 신체 부위로, 장갑, 웨어러블 디바이스 및 산업용 보호 장비 설계에서 중요한 인체공학적 기준으로 활용된다. 최근에는 생체인식 및 디지털 인체 모델링 기술의 발전과 함께 손의 형태 정보가 개인 식별 및 기능 평가의 주요 지표로 활용되고 있다[1].

손 형태는 단순한 길이나 둘레와 같은 단일 치수로 설명되기 어려우며, 손가락 길이 비율, 너비와 길이 비, 두께 및 체적, 그리고 손바닥 구조 등 다양한 요소가 복합적으로 작용하는 다차원적 구조를 가진다. 특히, 기하학적 형태 분석 연구에서는 손의 형태 변이가 손가락 배열과 축 방향의 변형에 의해 결정되며, 크기와 형태 간의 상관관계는 상대적으로 낮은 것으로 보고되어 형태 자체의 독립적인 분석 필요성이 강조되고 있다[2]. 또한, 손 형태는 개인의 생리적 특성뿐 아니라 기능적 수행과도 밀접한 관련이 있다. 손의 길이, 너비, 두께 등의 형태적 지표는 악력 및 집기력과 유의한 상관관계를 가지며[3], 스포츠 수행 능력이나 작업 효율성에도 영향을 미치는 것으로 나타났다[4]. 이러한 결과는 손 형태 분석이 단순한 형태 기술을 넘어 기능적 의미를 지닌다는 점을 나타낸다.

기존 손 형태 연구는 주로 특정 연령대 또는 일반 성인을 대상으로 수행되어 왔으며, 체형 특성을 고려한 연구는 제한적으로 이루어졌다. 특히, 비만은 신체 전반의 형태 변화뿐 아니라 손과 같은 국소 부위의 둘레, 두께 및 체적 변화에도 영향을 미치는 주요 요인으로 알려져 있다. 손 부위의 형태 변화는 장갑, 웨어러블 디바이스, 의료·산업용 보호장비 등의 착용 적합성과 조작성에 직접적인 영향을 미칠 수 있으나, 현재의 제품 설계 및 치수 체계는 일반 성인 평균 치수를 중심으로 이루어져 있어 비만 집단의 형태적 특성을 충분히 반영하지 못하는 한계가 있다. 특히 중년 여성은 연령 증가와 함께 체지방 분포 및 연부조직 특성이 변화하는 시기로, 손 부위에서도 둘레 증가, 두께감 및 입체성 변화가 나타날 가능성이 높다. 체형(somatotype)과 손 유형 간의 관계를 분석한 연구에서는 신체 유형에 따라 손 형태가 유의하게 달라질 수 있다고 하였다[5].

또한, 손 형태는 유전적 요인과 개체 간 변이의 영향을 동시에 받으며, 정상 집단 내에서도 다양한 형태적 변이가 존재한다는 점에 오래 전부터 보고되어 왔다[6]. 그러나 이

러한 변이를 체계적으로 유형화하고, 구조적 특성으로 해석하는 연구는 여전히 부족한 실정이다.

최근에는 센서 기반 측정 및 이미지 분석 기술을 활용하여 손 형태를 분류하고 인식하는 연구가 증가하고 있으며, 손 형태 분류는 생체인식, 로봇공학 및 사용자 맞춤형 인터페이스 설계에서 중요한 요소로 활용되고 있다[7]. 이러한 흐름은 손 형태를 정량적으로 분석하고 유형화하는 연구의 중요성을 더욱 부각시키고 있다. 따라서 중년 비만 여성과 같이 특정 체형 특성을 가진 집단을 대상으로 손 형태를 다차원적으로 분석하고 유형화함으로써, 기존 치수 체계에서 반영되지 못한 형태적 특성을 규명할 필요가 있다. 이는 장갑 및 웨어러블 제품의 착용 적합성 향상뿐 아니라 사용자 맞춤형 제품 설계와 인체공학적 치수 체계 구축을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

손 형태 관련 선행 연구는 크게 세 가지 방향으로 이루어져 왔다. 첫째, 형태 변이 및 구조 분석 연구로, 기하학적 형태측정(geometric morphometry)을 활용한 연구에서는 손의 형태가 손가락 배열과 축 방향 변형에 의해 설명되며, 성별에 따른 형태 차이가 존재하는 것으로 나타났다[2]. 이러한 연구는 손 형태가 단순한 크기가 아닌 구조적 특성으로 이해되어야 함을 의미한다. 둘째, 기능적 연관성 연구로, 손의 길이, 너비, 두께 등의 치수는 악력 및 집기력과 유의한 상관관계를 가지며[3], 운동 수행 능력과도 관련이 있는 것으로 나타났다[4]. 이는 손 형태가 기능적 성능을 설명하는 중요한 변수임을 의미한다. 셋째, 형태 분류 및 응용 연구로, 손의 윤곽 및 형상을 기반으로 개인을 식별하거나 형태를 분류하는 연구에서는 기하학적 특징과 형태 기반 접근이 주요 방법으로 활용되고 있으며[8], 센서 기반 손 형태 분류 연구에서도 다양한 자세 조건에서 형태 인식이 가능함이 보고되었다[7]. 한편, 체형과 손 형태 간의 관계를 분석한 연구에서는 신체 유형에 따라 손 형태가 유의한 차이를 보이며, 이는 전신 체형과 국소 형태 간의 연관성이 있음을 나타낸다[5]. 그러나 기존 연구는 특정 연령 또는 일반 집단을 중심으로 하고 있으며, 단일 치수 중심으로 분석이 이루어졌다. 특히, 중년 비만 여성 집단을 대상으로 한 연구는 매우 부족한 실정이다.

이에 본 연구는 사이즈코리아 제8차 인체측정 데이터 중 3차원 자료를 활용하여 중년 비만 여성의 손 관련 치수와 형태지수를 분석하고, 손 형태의 구조적 특성을 유형화하고자 한다. 이를 위해 첫째, 손 관련 치수 및 형태지수의 특성을 분석하고, 둘째, 요인분석을 통해 손 형태의 구성요인을 도출하며, 셋째, 군집분석을 통해 손 형태 유형을 분류하고 유형별 특성을 비교·분석하고자 한다. 이를 통해

중년 비만 여성의 손 형태를 이해하고, 장갑 및 웨어러블 제품 설계를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. Theoretical Background

1. Structural Variability and Morphological Indices of the Human Hand

인체 형태는 다양한 요인에 의해 형성되는 복합적인 변이 구조를 가진다. 개인 간, 집단 간, 그리고 연령, 성별 등 다양한 생물학적 요인과 환경적 요인의 영향을 받아 나타난다. 인체 형태를 체계적으로 이해하기 위해 인체계측학(anthropometry)과 형태측정학(morphometrics)이 활용된다[9]. 형태측정학은 인체의 크기뿐 아니라 형태와 구조를 정량적으로 분석하는 방법으로, 신체 부위 간 비례 관계와 형태적 차이를 설명하는 데 중요한 역할을 한다[10].

손은 27개의 뼈와 다수의 관절로 이루어진 복잡한 구조를 가지며, 길이, 너비, 두께, 비례, 체적 등 다양한 형태 요소가 결합된 다차원적 구조를 형성한다[11]. 손 형태는 단순한 치수뿐 아니라 상대적 비율과 구조적 관계 등에 의해 결정되며, 동일한 크기의 손이라도 형태적 특성이 다르게 나타날 수 있다. 실제로 손 형태 변이 연구에서는 손가락 배열, 축 방향 변형, 비례 구조 등의 차이에 따라 다양한 형태적 유형이 존재하는 것으로 나타났다[12].

형태지수(Morphometrics indices)는 복합적 형태 특성을 정량적으로 표현하기 위한 지표로, 길이비, 너비비, 둘레비, 체적비 등 상대적 비율을 통해 인체의 구조적 특성을 설명한다. 전통적인 형태 측정에서는 길이, 너비, 면적, 비율 등의 지표를 활용하여 크기와 형태를 동시에 분석하며, 이러한 지수는 서로 상관된 지수들 사이의 구조적 관계를 파악하는 데 유용하다[10]. 특히 형태지수는 절대 치수의 영향을 상대적으로 배제하고 비례와 형태의 특성을 강조할 수 있다는 점에서 인체 형태 분석에서 중요한 도구로 활용된다.

인체 형태 변이는 유전적 요인뿐 아니라 연령, 성별, 인종 등 다양한 요인의 영향을 받으며, 동일 집단 내에서도 형태적 다양성이 존재한다[13]. 특히, 비만은 단순한 체중 증가를 넘어 피하지방층의 축적과 연부조직의 변화 등을 통해 신체 각 부위의 형태와 구조에 영향을 미치는 요인으로 알려져 있다. 손 부위 역시 지방조직과 연부조직의 분포 변화에 따라 손등 및 손바닥의 두께 증가, 둘레 증가, 체적 증가 등의 형태 변화가 나타날 수 있으며, 이러한 변화는 손의 입체성 및 비례 구조에도 영향을 미칠 가능성이

있다. 또한, 손은 다수의 관절과 연부조직이 밀집된 구조로 이루어져 있어 체지방 증가에 따른 조직 변화가 외형적 형태 특성에 상대적으로 직접 반영될 수 있는 부위이다.

특히 중년 여성은 연령 증가와 함께 체지방률 증가, 근육량 감소 및 체지방 재분포 현상이 나타나는 시기로 알려져 있으며, 폐경 전후의 호르몬 변화 또한 연부조직 특성 변화에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 변화는 손 부위에서도 두께감, 체적, 비례 구조 등의 형태적 차이로 나타날 가능성이 있다. 따라서 중년 비만 여성의 손 형태는 일반 성인 집단과 다른 구조적 특성을 가질 가능성이 있으며, 이에 대한 독립적 분석이 필요하다.

2. The Relationship Between Hand Morphology, Functional Characteristics, and Body Type

손 형태는 단순한 외형적 특성에 그치지 않고, 기능적 수행능력 및 신체 특성과 밀접한 관련을 가진다. 특히 손의 길이, 너비, 둘레, 두께와 같은 형태적 요소는 악력, 조작 능력, 작업 효율성 등 다양한 기능적 특성과 유의한 상관관계를 가지는 것으로 보고되었다. 손둘레, 손길이, 전완둘레와 같은 인체 변수는 악력을 예측하는 주요 요인으로 작용하며, 손의 크기가 클수록 더 높은 악력을 발휘하는 경향이 나타난다[14].

또한, 손 형태는 단순히 힘과 같은 물리적 기능뿐 아니라 작업 수행 능력과도 밀접하게 관련되어 있다. 손의 길이, 손바닥 길이, 손가락 비례 등은 세밀한 작업 수행 능력과 직접적인 관련이 있으며, 특히 손바닥 길이는 작업 수행 능력과 높은 상관관계를 가지는 주요 변수 중 하나이다[15].

손 형태는 체형 및 신체 구성과도 밀접한 관련을 가진다. 신장, 체중, BMI, 체지방률 등 다양한 신체 지표는 손의 크기뿐 아니라 기능적 능력에도 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 특히 BMI와 체지방 관련 지표는 악력과 유의한 상관관계를 가지는 주요 요인으로 나타났다[16]. 즉, 체형이 단순히 신체 외형에 영향을 미치는 것을 넘어 손의 형태 및 기능적 특성에도 영향을 미친다는 점을 보여준다. 연령도 손의 형태와 기능 변화에 중요한 요인으로 연령이 증가함에 따라 인체 치수와 근육량이 감소하고 악력 또한 감소하는 경향이 있으며, 이는 손의 형태적 특성과 밀접하게 연관된다[17]. 이와 같이 손 형태는 기능적 수행 능력, 신체 구조, 체형 및 연령과 상호작용하는 복합적 특성을 가진다. 특히 비만과 연령 증가는 손의 둘레, 두께, 체적 및 연부조직 특성 변화와 관련될 가능성이 있으며, 이러한 구조적 변화는 장갑 및 웨어러블 디바이스의 착용 적합성, 조작성 및 인체공학적 설계에도 영향을 미칠 수 있다. 따

라서 특정 체형 집단의 손 형태를 다차원적으로 분석하고 유형화하는 연구는 제품 설계 및 사용자 맞춤형 치수 체계 구축 측면에서 중요한 의미를 가진다.

최근 연구에서는 손의 형태적 특성이 제품 사용성과 밀접하게 연결된다는 점을 강조하고 있으며, 손 형태에 따른 장갑, 도구, 웨어러블 디바이스 등의 설계에서 중요한 변수로 작용한다. 손의 크기와 형태가 작업 수행 능력 및 장비 사용 효율성에 영향을 미친다는 점은 인체공학적 설계에서 형태 기반 접근의 필요성을 뒷받침한다[18].

III. Study Methods

1. Research Subjects

본 연구는 사이크로리아 제8차 한국인 인체치수조사 자료 중 3차원 계측자료를 활용하였다[19]. 40~59세 중년 여성 데이터를 추출한 후, 세계보건기구(WHO) 아시아태평양 기준과 대한비만학회의 비만 판정 기준에 따라 체질량지수(BMI) 25kg/m^2 이상을 비만으로 정의하여 대상자를 선별하였다. BMI는 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나누어 산출하였으며, 최종 분석대상은 총 165명이었다. 또한, 연령별 특성을 비교하기 위하여 연구대상을 40대와 50대로 구분하였다.

2. Analysis Items and Morphological Indices

분석항목은 손 형태를 분석하기 위하여 길이 14항목, 너비 8항목, 둘레 15항목, 두께 2항목, 기타 2항목 등 총 41항목으로 구성되었다<Table 1>. 손 분석을 위한 형태지수는 손 전체 형태지수, 손가락 길이 비례 지수, 손가락 굵기 지수로 구분하였다. 첫째, 손 전체 형태지수는 손의 세장 정도, 전반적인 볼륨 특성, 통통한 정도, 입체적 두께감 및 손바닥 비율을 나타내는 지수로, 손세장지수, 손볼륨지수, 손체적지수, 손입체지수, 손바닥비율지수로 구성하였다. 손세장지수는 손의 가늘고 긴 정도를 나타내는 지수로, 손길이를 손너비로 나누어 계산한다. 손세장지수 값이 클수록 손은 길고 상대적으로 좁은 형태를 의미한다. 손볼륨지수는 손의 전반적인 볼륨 특성을 나타내는 지수로, 손둘레를 손길이로 나누어 계산한다. 손볼륨지수 값이 클수록 손둘레가 크고 손은 상대적으로 두껍고 통통한 형태를 의미한다. 손체적지수는 손의 통통한 정도를 나타내는 지수로, 손둘레를 손너비로 나누어 계산하였다. 손체적지수 값이 클수록 손너비에 비해 손둘레가 커 손이 전반적으로 볼륨감 있는 형태임을 의미한다. 손입체지수는 손의 입체적 두께감을 나타내는 지수로, 손두께(2/3지점)를 손너비

로 나누어 계산하였다. 손입체지수 값이 클수록 손의 두께가 두껍고 너비에 비해 입체감이 큰 형태를 의미한다. 손바닥비율지수는 손 전체에서 손바닥이 차지하는 비율을 나타내는 지수로, 손바닥길이를 손길이로 나누어 계산하였다. 손바닥비율지수 값이 클수록 손 전체 길이에 비해 손바닥이 상대적으로 긴 형태를 의미한다.

Table 1. Analysis Items

Div.	Item	Div.	Item
Length (14)	Hand length	Breadth (8)	Finger digit V distal interphalangeal joint breadth
	Finger digit I length		Finger digit II proximal interphalangeal joint breadth
	Finger digit II length		Finger digit III proximal interphalangeal joint breadth
	Finger digit III length		Finger digit IV proximal interphalangeal joint breadth
	Finger digit IV length		Finger digit V proximal interphalangeal joint breadth
	Finger digit V length	Circumference (15)	Finger digit I interphalangeal joint circumference
	Finger digit I tip to radial styloid length		Finger digit II distal interphalangeal joint circumference
	Finger digit I base to wrist length		Finger digit III distal interphalangeal joint circumference
	Finger digit II base to wrist length		Finger digit IV distal interphalangeal joint circumference
	Palm length perpendicular		Finger digit V distal interphalangeal joint circumference
	Finger digit IV base to wrist length		Finger digit II proximal interphalangeal joint circumference
	Finger digit V base to wrist length		Finger digit III proximal interphalangeal joint circumference
	Finger digit I base to finger digit II length		Finger digit IV proximal interphalangeal joint circumference
	Hand breadth (Metacarpals)		Finger digit V proximal interphalangeal joint circumference
	Hand thickness (Metacarpal)		Finger digit I base circumference
	Hand thickness (2/3 palm length)		Finger digit II base circumference
	Weight		Finger digit III base circumference
	Stature		Finger digit IV base circumference
Breadth (2)	Finger digit II distal interphalangeal joint breadth		Finger digit V base circumference
	Finger digit III distal interphalangeal joint breadth		Hand circumference
	Finger digit IV distal interphalangeal joint breadth		

둘째, 손가락 길이 비례 지수는 손 전체에 대한 손가락의 상대적 길이와 손가락 간 길이 비율을 나타내는 지수로, 검지 길이비, 중지 길이비, 2D:4D 길이비, 3D:4D 길이비로 구성하였다. 검지 길이비는 손 전체 대비 검지손가락의 상대적 길이를 나타내는 지수로, 검지손가락길이를 손길로 나누어 계산하였다. 검지 길이비 값이 클수록 손 전체에 비해 검지손가락이 상대적으로 긴 형태를 의미한다. 중지 길이비는 손 전체 대비 중지의 상대적 길이를 나타내는 지수로, 중지손가락길이를 손길로 나누어 계산하였다. 중지 길이비 값이 클수록 손 전체에 비해 중지가 상대적으로 긴 형태를 의미한다. 2D:4D 길이비는 검지손가락과 중지손가락의 상대적 길이 비율을 나타내는 지수로, 검지손가락길이를 반지손가락길로 나누어 계산하였다. 2D:4D 길이비 값이 클수록 반지손가락에 비해 검지손가락이 상대적으로 긴 형태를 의미한다. 3D:4D 길이비는 중지손가락과 반지손가락의 상대적 길이 비율을 나타내는 지수로, 중지손가락길이를 반지손가락길로 나누어 계산하였다. 3D:4D 길이비 값이 클수록 반지손가락에 비해 중지손가락이 상대적으로 긴 형태를 의미한다.

Table 2. Morphological Indices

Div.	Morphological indices	Calculation formula	Definition
Overall hand shape	Hand slenderness index	Hand length/Hand breadth	Degree of hand slenderness
	Hand volume index	Hand circumference/Hand length	Overall hand volume characteristics
	Hand mass index	Hand circumference/Hand breadth	Degree of hand fullness
	Hand thickness index	Hand circumference (2/3point)/Hand breadth	Three-dimensional thickness of the hand
	Palm length ratio	Palm length perpendicular/Hand length	Proportion of the palm in the overall hand
Finger length proportion	Digit II length ratio	Finger digit II length/Hand length	Relative length of the index finger to overall hand length
	Digit III length ratio	Finger digit III length/Hand length	Relative length of the middle finger to overall hand length
	2D:4D length ratio	Finger digit II length/Finger digit IV length	Relative length ratio of the index finger to the ring finger
	3D:4D length ratio	Finger digit III length/Finger digit IV length	Relative length ratio of the middle finger to the ring finger
Finger thickness	Digit II thickness index	Finger digit II proximal interphalangeal joint circumference/Finger digit II length	Indicates the thickness of the index finger relative to its length

Digit III thickness index	Finger digit III proximal interphalangeal joint circumference/Finger digit III length	Indicates the thickness of the middle finger relative to its length
Digit IV thickness index	Finger digit IV proximal interphalangeal joint circumference/Finger digit IV length	Indicates the thickness of the ring finger relative to its length

셋째, 손가락 굵기 지수는 손가락 길이에 대한 손가락의 굵기 정도를 나타내는 지수로, 검지굵기지수, 중지굵기지수, 반지손가락 굵기지수로 구성하였다. 검지 굵기지수는 검지손가락의 길이 대비 굵기를 나타내는 지수로, 검지손가락중간마디둘레를 검지손가락길로 나누어 계산하였다. 검지 굵기지수 값이 클수록 검지손가락의 길이에 비해 굵기가 큰 형태를 의미한다. 중지 굵기지수는 중지의 길이 대비 굵기를 나타내는 지수로, 중지중간마디둘레를 중지손가락길로 나누어 계산하였다. 중지손가락 굵기지수 값이 클수록 중지손가락의 길이에 비해 굵기가 큰 형태를 의미한다. 반지손가락 굵기지수는 반지손가락의 길이 대비 굵기를 나타내는 지수로, 반지손가락중간마디둘레를 반지손가락길로 나누어 계산하였다. 반지손가락 굵기지수 값이 클수록 반지손가락의 길이에 비해 굵기가 큰 형태를 의미한다<Table 2>.

3. Data Analysis

본 연구에서는 중년 비만 여성의 손 형태 특성을 분석하고 유형화하기 위해 IBM SPSS 29.0 program을 사용하여 분석을 실시하였다. 첫째, 연구대상의 일반적 특성을 파악하기 위하여 빈도분석과 기술통계분석을 실시하였다. 각 측정항목과 형태지수에 대하여 평균, 표준편차, 최소값, 최대값을 산출하여 분포 특성을 확인하였다. 둘째, 손 형태를 반영하는 주요 변수를 도출하기 위하여 형태지수를 활용한 요인분석을 실시하였다. 이때, 전체 측정항목 중 절대치수 변수는 제외하고 손의 비례 및 형태 특성을 반영할 수 있는 형태지수를 중심으로 분석에 활용하였다. 또, 초기 분석 과정에서 공통성 및 요인적재량이 낮은 변수는 제외하였다. 주성분분석(principal component analysis)을 적용하였으며, 요인회전은 직각회전 방식인 Varimax를 사용하였다. 요인의 추출 기준은 고유값(Eigen value) 1.0 이상으로 설정하였고, 요인적재량은 0.5 이상을 기준으로 해석하였다. 또한, 표본의 적합성을 검증하기 위하여 KMO(Kaiser-Meyer-Olkin) 측도와 Bartlett의 구형성 검정을 실시하였다. 셋째, 도출된 요인점수를 활용하여 손 형태 유형을 분류하기 위해 군집분석을 실시하였다. 군집

수의 결정을 위하여 계층적 군집분석(Hierarchical cluster analysis)을 실시하고 덴드로그램(dendrogram)과 군집화 계수의 변화 양상을 검토하였다. 이후 군집 수를 3개에서 5개까지 변화시키며 K-means 군집분석을 반복 실시한 결과, 4개 군집에서 각 군집의 형태적 특성이 가장 명확하게 구분되고 군집 간 해석 가능성이 비교적 높게 나타났다. 또한, 각 군집의 사례 수 분포와 요인별 특성 차이를 종합적으로 고려하여 최종적으로 4개의 손 형태 유형을 도출하였다. 넷째, 도출된 손 형태 유형 간 특성을 비교하기 위하여 일원분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며, 사후검정은 Duncan의 다중범위검정을 이용하여 집단 간 차이를 확인하였다. 다섯째, 연령에 따른 차이를 분석하기 위하여 40대와 50대 집단 간 평균 차이를 독립 표본 t-test를 통해 검증하였다.

IV. Results

1. General Characteristics of the Hands of Obese Middle-Aged Women

연구대상자의 평균 연령은 47.35세였으며, 평균 키는 159.06cm, 평균 몸무게는 71.84kg이었다. 체질량지수(BMI)는 평균 28.35kg/m²로 나타났다. 손 관련 치수를 살펴보면, 손직선길이는 평균 16.96cm, 손바닥직선길이는 평균 9.94cm로 나타났으며, 손둘레는 평균 18.56cm, 손두께는 평균 2.89cm, 손두께(2/3 지점)는 평균 4.01cm로 분석되었다. 손가락직선길이에서는 엄지손가락직선길이가 평균 4.62cm, 검지손가락직선길이가 6.34cm, 중지손가락직선길이가 7.05cm, 반지손가락직선길이가 6.51cm, 새끼손가락직선길이가 4.90cm로 나타났다. 손목 기준 길이 항목에서는 손목가쪽-엄지손가락손끝길이가 평균 10.01cm, 손목중심-엄지손가락길이가 7.32cm, 손목중심-검지손가락길이가 9.86cm, 손목중심-반지손가락길이가 9.61cm, 손목중심-새끼손가락길이가 8.93cm로 나타났다. 손가락 마디 너비를 살펴보면, 끝마디너비는 검지손가락끝마디너비 1.59cm, 중지손가락끝마디너비 1.60cm, 반지손가락끝마디너비 1.51cm, 새끼손가락끝마디너비 1.40cm였으며, 중간마디너비는 검지손가락중간마디너비 1.83cm, 중지손가락중간마디너비 1.85cm, 반지손가락중간마디너비 1.77cm, 새끼손가락중간마디너비 1.56cm로 나타났다. 또한, 중간마디둘레는 검지손가락중간마디둘레 5.89cm, 중지손가락중간마디둘레 6.01cm, 반지손가락중간마디둘레 5.69cm, 새끼손가락중간마디둘레 4.84cm였으며, 손너비는 평균 8.18cm로 나타났다<Table 3>.

Table 3. General Characteristics

Item	Min	Max	Mean	S.D.	Skewness	Kurtosis
Age	40.00	59.00	47.35	5.50	.391	-1.07
Weight	55.60	114.30	71.84	9.77	1.196	2.446
Stature	147.30	172.58	159.06	5.24	.139	-.046
BMI	25.00	42.06	28.35	3.27	1.532	2.628
Hand length	15.32	18.81	16.96	.70	.195	-.188
Finger digit I length	3.58	5.74	4.62	.37	.002	.035
Finger digit II length	5.35	7.30	6.34	.43	-.047	-.418
Finger digit III length	6.02	8.14	7.05	.43	.070	-.333
Finger digit IV length	5.41	7.69	6.51	.42	.229	-.231
Finger digit V length	3.85	5.96	4.90	.43	.096	-.279
Finger digit I tip to radial styloid length	8.46	11.24	10.01	.60	-.248	-.576
Finger digit I base to wrist length	6.35	8.31	7.32	.44	.059	-.679
Finger digit II base to wrist length	8.94	10.91	9.86	.45	.246	-.480
Palm length perpendicular	8.97	11.02	9.94	.48	.271	-.668
Finger digit IV base to wrist length	8.62	10.73	9.61	.44	.232	-.508
Finger digit V base to wrist length	7.80	10.05	8.93	.48	.247	-.607
Finger digit I base to finger digit II length	4.17	5.77	4.94	.33	.065	-.153
Finger digit II distal interphalangeal joint breadth	1.37	1.96	1.59	.09	.300	.893
Finger digit III distal interphalangeal joint breadth	1.38	1.86	1.60	.09	.134	-.120
Finger digit IV distal interphalangeal joint breadth	1.26	1.79	1.51	.10	-.110	-.128
Finger digit V distal interphalangeal joint breadth	1.17	1.63	1.40	.09	.015	-4.11
Finger digit II proximal interphalangeal joint breadth	1.47	2.09	1.83	.10	-.171	.155
Finger digit III proximal interphalangeal joint breadth	1.49	2.14	1.85	.11	-.016	-.095
Finger digit IV proximal interphalangeal joint breadth	1.47	2.08	1.77	.11	.141	-.085
Finger digit V proximal interphalangeal joint breadth	1.31	1.86	1.56	.10	.164	-.354
Hand breadth	7.19	9.09	8.18	.37	.032	-.202

Finger digit I interphalangeal joint circumference	5.48	7.07	6.12	.30	.335	.087
Finger digit II distal interphalangeal joint circumference	4.26	5.70	4.88	.25	.262	.155
Finger digit III distal interphalangeal joint circumference	4.45	5.67	5.03	.25	.090	-.240
Finger digit IV distal interphalangeal joint circumference	3.81	5.45	4.68	.27	-.016	.143
Finger digit V distal interphalangeal joint circumference	3.51	4.80	4.09	.25	.173	-.284
Finger digit II proximal interphalangeal joint circumference	5.13	6.57	5.89	.28	-.055	-.391
Finger digit III proximal interphalangeal joint circumference	5.25	6.74	6.01	.30	.006	-.443
Finger digit IV proximal interphalangeal joint circumference	4.81	6.58	5.69	.32	.076	.004
Finger digit V proximal interphalangeal joint circumference	4.12	5.61	4.84	.28	.112	-.155
Finger digit I base circumference	6.22	8.08	6.96	.37	.391	.117
Finger digit II base circumference	5.60	7.86	6.59	.42	.184	-.135
Finger digit III base circumference	5.63	8.13	6.63	.48	.363	-.099
Finger digit IV base circumference	4.81	6.58	5.69	.32	.076	.004
Finger digit V base circumference	4.12	5.61	4.84	.28	.112	-.155
Hand circumference	17.42	21.80	18.56	.83	.148	-.127
Hand thickness	2.51	3.64	2.89	.18	.705	1.491
Hand thickness(2/3 point)	3.45	5.00	4.01	.25	.277	.664

형태지수의 기술통계 분석 결과, 손세장지수의 평균은 2.08, 손볼륨지수는 1.15, 손체적지수는 2.39, 손입체지수는 4.89, 손바닥비율지수는 0.59로 나타났다. 손가락 길이 비례 지수에서는 검지길이비(2D:4D)는 0.37, 중지길이비(3D:4D)는 0.25로 나타났다.

0.41, 검지반지길이비(2D:4D)는 0.98, 중지반지길이비(3D:4D)는 1.08로 분석되었다. 손가락 굵기 지수에서는 검지굵기지수의 평균이 0.93, 중지굵기지수는 0.85, 반지굵기지수는 0.88로 나타나 손가락 길이에 비해 굵기가 비교적 두드러지는 경향을 보였다. 또한, 형태지수의 왜도와 첨도는 전반적으로 허용 가능한 범위 내에 분포하여 분석에 적합한 수준으로 판단되었다. 구체적으로 왜도는 -.106 ~ .411, 첨도는 -.410 ~ .851의 범위를 보여 전반적으로 안정적인 분포를 나타냈다. 이에 따라 본 연구에서 산출한 손 형태지수는 정규성 가정을 충족하여 통계 분석에 적합한 것으로 판단되었다<Table 4>.

Table 4. General Characteristics of Morphological Indices

Item	Min	Max	Mean	S.D.	Skewness	Kurtosis
Hand slenderness index	1.90	2.37	2.08	.08	.273	.152
Hand volume index	1.02	1.26	1.15	.04	-.106	-.286
Hand mass index	2.30	2.47	2.39	.04	-.103	-.224
Hand thickness index	4.21	5.45	4.89	.22	.123	-.058
Palm length ratio	.54	.63	.59	.02	.308	-.113
Digit II length ratio	.33	.42	.37	.02	-.082	-.410
Digit III length ratio	.37	.46	.41	.02	-.314	-.110
2D:4D length ratio	.88	1.10	.98	.04	.263	.145
3D:4D length ratio	.97	1.19	1.08	.04	-.105	.851
Finger digit II thickness index	.79	1.11	.93	.06	.240	.466
Finger digit III thickness index	.74	1.03	.85	.05	.411	.698
Finger digit IV thickness index	.75	1.07	.88	.05	.351	.402

40~50대 중년 여성의 손 치수에 대한 연령별 차이를 분석한 결과, 40대와 50대 간에 몸무게, 키, 엄지기점-검지손가락길이에서 유의한 차이가 나타났다<Table 5>. 구체적으로 살펴보면, 몸무게는 40대가 50대보다 높은 값을 보였으며, 키 또한 40대가 더 큰 것으로 나타났다. 반면 BMI는 40대와 50대 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

손 관련 길이 항목에서는 대부분 연령집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 엄지기점-검지손가락길이는 40대가 50대보다 유의하게 큰 것으로 분석되었다. 검지손가락직선길이는 40대에서 다소 큰 경향을 보였으나 통계적으로 유

의한 차이는 나타나지 않았다. 또한, 손직선길이, 엄지손가락직선길이, 중지손가락직선길이, 반지손가락직선길이, 새끼손가락직선길이, 손목 기준 손가락 길이, 손바닥직선길이 등 대부분의 길이 항목에서도 연령집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 연령 증가에 따라 손의 전체 길이 관련 치수가 일관되게 감소한다고 보기보다는 일부 특정 길이 항목에서만 제한적인 차이가 나타남을 보여준다.

손가락 너비 항목에서는 끝마디너비와 중간마디너비 모두에서 40대와 50대 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 손가락 둘레 항목에서도 대부분 집단 간 차이가 유의하지 않았으며, 새끼손가락끝마디둘레는 50대가 다소 큰 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 반면 손바닥너비, 손둘레, 손두께, 손두께(2/3 지점) 역시 집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

즉, 40대는 몸무게와 키가 더 크고, 엄지기점-검지손가락길이에서 상대적으로 큰 값을 보였다. 반면 다른 대부분의 손 치수 항목에서는 연령집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 전반적으로 볼 때 40~50대 중년 여성의 손 치수는 연령에 따라 뚜렷한 전반적 차이를 보이기보다는 일부 세부 길이 항목에서만 제한적으로 차이가 나타나는 경향을 보였다. 이러한 결과는 연령 증가에 따라 손 형태가 일괄적으로 변화하기보다는 특정 손가락 부위와 일부 세부 치수에서 선택적으로 변화할 가능성이 있음을 시사한다.

Table 5. Comparison of Hand Measurements by Age Group

Item	40s	50s	t	p
Weight	73.08 (9.31)	69.53 (10.24)	2.255	.025*
Stature	160.17 (5.18)	157.01 (4.74)	3.852	<.001***
BMI	28.45 (3.01)	28.17 (3.74)	.512	.609
Hand length	17.02 (.69)	16.92 (.73)	.830	.408
Finger digit I length	4.65 (.36)	4.57 (.38)	1.397	.164
Finger digit II length	6.39 (.43)	6.26 (.42)	1.896	.060
Finger digit III length	7.07 (.43)	7.01 (.42)	.858	.392
Finger digit IV length	6.50 (.43)	6.51 (.41)	-.157	.875
Finger digit V length	4.91 (.44)	4.88 (.42)	.430	.668
Finger digit I tip to radial styloid length	10.02 (.59)	9.99 (.63)	.303	.762
Finger digit I base to wrist length	7.31 (.47)	7.35 (.38)	-.505	.614
Finger digit II base to wrist length	9.86 (.46)	9.86 (.44)	-.101	.920
Palm length perpendicular	9.95 (.49)	9.92 (.46)	.460	.646
Finger digit IV base to wrist length	9.63 (.45)	9.58 (.41)	.808	.420

Finger digit V base to wrist length	8.95 (.50)	8.89 (.45)	.773	.441
Finger digit I base to finger digit II length	5.00 (.31)	4.84 (.35)	2.906	.003**
Finger digit II distal interphalangeal joint breadth	1.58 (.08)	1.60 (.11)	-.934	.352
Finger digit III distal interphalangeal joint breadth	1.59 (.08)	1.60 (.10)	-.504	.615
Finger digit IV distal interphalangeal joint breadth	1.51 (.10)	1.50 (.10)	.451	.653
Finger digit V distal interphalangeal joint breadth	1.39 (.08)	1.41 (.11)	-1.502	.294
Finger digit II proximal interphalangeal joint breadth	1.84 (.11)	1.81 (.12)	1.407	.161
Finger digit III proximal interphalangeal joint breadth	1.85 (.11)	1.85 (.12)	-.026	.979
Finger digit IV proximal interphalangeal joint breadth	1.76 (.11)	1.78 (.12)	-.644	.521
Finger digit V proximal interphalangeal joint breadth	1.55 (.10)	1.57 (.11)	-.882	.379
Hand breadth	8.19 (.36)	8.16 (.39)	.482	.315
Finger digit I interphalangeal joint circumference	6.09 (.29)	6.17 (.31)	-1.644	.102
Finger digit II distal interphalangeal joint circumference	4.86 (.23)	4.92 (.27)	-1.431	.077
Finger digit III distal interphalangeal joint circumference	5.02 (.23)	5.06 (.27)	-1.104	.136
Finger digit IV distal interphalangeal joint circumference	4.68 (.27)	4.68 (.29)	-.043	.483
Finger digit V distal interphalangeal joint circumference	4.06 (.22)	4.14 (.29)	-1.916	.057
Finger digit II proximal interphalangeal joint circumference	5.88 (.27)	5.90 (.30)	-.302	.763
Finger digit III proximal interphalangeal joint circumference	6.00 (.30)	6.05 (.30)	-1.316	.190

Finger digit IV proximal interphalangeal joint circumference	5.66 (.31)	5.74 (.32)	-1.613	.109
Finger digit I base circumference	6.98 (.39)	6.92 (.32)	-1.497	.163
Finger digit II base circumference	6.61 (.42)	6.56 (.44)	.985	.276
Finger digit III base circumference	6.64 (.49)	6.64 (.48)	.597	.484
Finger digit IV base circumference	5.66 (.31)	5.74 (.32)	.041	.968
Finger digit V base circumference	4.81 (.27)	4.88 (.31)	-1.613	.113
Hand circumference	19.58 (.83)	19.54 (.84)	-1.497	.772
Hand thickness	2.91 (.19)	2.87 (.15)	.291	.246
Hand thickness(2/3 point)	4.02 (.26)	3.98 (.23)	1.165	.293

*** p < .001 ** p < .01 * p < .05

Table 6. Comparison of Hand Morphological Indices by Age Group

Index	40s	50s	t	p
Hand slenderness index	2.080 (.077)	2.077 (.087)	.275	.784
Hand volume index	1.151 (.042)	1.156 (.046)	-.616	.539
Hand mass index	2.392 (.035)	2.396 (.036)	-.722	.472
Hand thickness index	4.877 (.217)	4.918 (.214)	-1.163	.247
Palm length ratio	.585 (.018)	.586 (.014)	-.447	.655
Digit II length ratio	.376 (.019)	.370 (.016)	1.925	.056
Digit III length ratio	.415 (.018)	.414 (.014)	.457	.649
2D:4D length ratio	.983 (.044)	.961 (.043)	3.131	.002**
3D:4D length ratio	1.088 (.037)	1.077 (.038)	1.828	.069
Finger digit II thickness index	.924 (.058)	.945 (.055)	-2.273	.024*
Finger digit III thickness index	.849 (.052)	.865 (.044)	-1.986	.049*
Finger digit IV thickness index	.872 (.055)	.883 (.051)	-1.227	.222

*** p < .001 ** p < .01 * p < .05

40~50대 중년 비만 여성의 손 형태지수에 대한 연령별 차이를 분석한 결과, 40대와 50대 간에는 2D:4D 길이비, 검지손가락굵기지수, 중지손가락굵기지수에서 유의한 차이가 나타났다. 반면, 손세장지수, 손볼륨지수, 손체적지수, 손입체지수, 손바닥비율지수, 검지손가락길이비, 중지손가락길이비, 3D:4D 길이비 및 반지손가락굵기지수는 연령집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

손가락 길이와 관련된 지수에서는 2D:4D 길이비가 40대에서 50대보다 유의하게 크게 나타났다. 이는 40대가 50대에 비해 검지손가락의 상대적 길이 비율이 더 큰 경향을 보임을 의미한다. 반면, 검지손가락길이비, 중지손가락길이비 및 3D:4D 길이비는 연령집단 간 유의한 차이가 나타나지 않았다.

손가락 굵기와 관련된 지수에서는 검지손가락굵기지수와 중지손가락굵기지수가 모두 50대에서 40대보다 유의하게 크게 나타나, 50대의 검지와 중지가 길이에 비해 상대적으로 더 굵은 특성을 지니는 것으로 분석되었다. 그러나 반지손가락굵기지수는 연령집단 간 유의한 차이를 보이지 않았다.

또한, 손 전체의 형태를 반영하는 손세장지수, 손볼륨지수, 손체적지수, 손입체지수 및 손바닥비율지수는 모두 40대와 50대 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 중년 비만 여성의 손 전체적인 세장성, 볼륨감, 체적감, 입체감 및 손바닥 비율은 연령에 따라 뚜렷한 차이를 보이지 않지만, 일부 손가락의 상대적 비율과 굵기에서는 연령에 따른 변화가 나타날 수 있음을 의미한다<Table 6>.

즉, 40대는 2D:4D 길이비가 상대적으로 크게 나타난 반면, 50대는 검지와 중지의 굵기 지수가 상대적으로 크게 나타났다. 그러나 대부분의 손 형태지수에서는 연령집단 간 유의한 차이가 나타나지 않아, 중년 비만 여성의 손 형태는 연령에 따라 큰 변화보다는 일부 손가락의 비례 및 굵기 특성에서 제한적인 차이가 나타나는 것으로 해석된다.

2. Hand Shape Factors of Obese Middle-Aged Women

본 연구에서는 중년 비만 여성의 손 형태 특성을 구조적으로 파악하기 위하여 요인분석을 실시하였다. 요인분석에 앞서 변수 간 중복성과 해석의 명확성을 고려하여 일부 치수항목을 제외하고, 손의 형태적 특성을 대표할 수 있는 주요 치수항목과 형태지수 항목을 중심으로 분석에 포함하였다. 동일 부위에서 유사한 정보를 제공하는 다수의 치수항목을 모두 포함할 경우 변수 간 높은 상관관계로 인해 요인 구조의 왜곡 및 해석의 어려움이 발생할 수 있으므로, 본 연구에서는 손의 크기, 굵기, 길이, 비례 및 입체성 특성을 효과적으로 반영할 수 있는 대표 항목을 선정하여 요인분석을 실시하였다. 표본의 적합성을 검토한 결과, KMO 값은 요인분석에 적합한 수준으로 나타났으며, Bartlett의 구형성 검정 결과도 통계적으로 유의하게 나타나 변수 간 상관관계가 요인분석에 적합함을 확인하였다. 주성분 분석과 Varimax 회전을 적용한 결과, 고유값 1.0

이상을 기준으로 총 5개의 요인이 추출되었으며, 전체 설명력은 80.267%로 나타났다. 이는 본 연구에서 사용한 변수들이 중년 비만 여성의 손 형태를 설명하는 데 충분한 설명력을 가지고 있음을 의미한다.

구성요인을 살펴보면, 요인 1은 검지손가락중간마디너비, 중지손가락중간마디너비, 손안쪽가쪽직선길이, 검지손가락중간마디둘레, 중지손가락중간마디둘레, 손둘레, 손두께, 손두께(2/3 지점), 검지손가락끝마디너비 등의 항목으로 구성되어 손의 전반적인 크기와 굵기, 둘레 및 두께 특성을 반영하는 요인으로 해석되었다. 특히 해당 변수들은 손의 길이, 너비, 둘레와 같은 절대 치수 기반의 선형적 크기 특성을 중심으로 구성되어 있어 손 전체의 외형적 규모(size)를 설명하는 요인으로 판단되었다. 이에 요인 1을 ‘손의 크기·굵기’ 요인으로 명명하였으며, 전체 변량의 32.231%를 설명하였다.

요인 2는 손목중심-엄지손가락첫마디길이, 손목중심-검지손가락첫마디길이, 손바닥비율지수, 중지길이비 등의 항목으로 구성되어 손바닥과 손가락 간의 구조적 비례 및 길이 관계를 반영하는 요인으로 해석되었다. 요인 2는 ‘손 구조·비례’ 요인으로 명명하였으며, 전체 변량의 14.755%를 설명하였다.

요인 3은 엄지손가락직선길이, 중지손가락직선길이, 새끼손가락직선길이 등의 항목으로 구성되어 손가락의 절대적 길이 특성을 반영하는 요인으로 해석되었다. 요인 3은 ‘손가락 길이’ 요인으로 명명하였으며, 전체 변량의 13.204%를 설명하였다.

요인 4는 손체적지수와 손입체지수의 항목으로 구성되어 손의 체적과 입체적 두께감을 반영하는 요인으로 해석되었다. 해당 요인은 단순한 길이·둘레 차원이 아니라 손의 부피감(volume), 돌출 정도 및 3차원적 구조 특성을 반영한다는 점에서 요인 1과 차별된다. 즉, 동일한 손 크기를 가지더라도 지방 및 연부조직 분포에 따라 손의 입체감이나 체적감은 다르게 나타날 수 있으며, 요인 4는 이러한 3차원적 형태 특성을 설명하는 요인으로 판단되었다. 이에 요인 4를 ‘손의 체적·입체성’ 요인으로 명명하였으며, 전체 변량의 11.691%를 설명하였다.

요인 5는 2D:4D 길이비와 3D:4D 길이비의 항목으로 구성되어 손가락 간 상대적 길이비를 반영하는 요인으로 해석되었다. 요인 5는 ‘손가락 길이비’ 요인으로 명명하였으며, 전체 변량의 8.387%를 설명하였다<Table 7>.

Table 7. Factor Analysis

Factor	Item	Factor loading				
		Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5
Hand size and thickness	Finger digit II proximal interphalangeal joint breadth	.857	-.078	.174	.014	.047
	Finger digit III proximal interphalangeal joint breadth	.903	-.080	.003	.007	-.102
	Hand breadth	.847	.286	.206	-.156	.087
	Finger digit II proximal interphalangeal joint circumference	.866	-.070	.220	.186	.009
	Finger digit III proximal interphalangeal joint circumference	.869	-.095	.112	.152	-.136
	Hand circumference	.847	.280	.244	.106	-.003
	Hand thickness	.513	.107	.060	.692	-.025
	Hand thickness (2/3point)	.665	.165	-.002	.639	.083
	Finger digit II distal interphalangeal joint breadth	.777	.022	.103	.019	-.130
	Finger digit I base to wrist length	.359	.642	.334	-.129	-.003
Hand structure and proportion	Finger digit II base to wrist length	.420	.653	.401	-.124	-.143
	Palm length ratio	-.145	.887	-.360	.065	-.132
	Digit III length ratio	.146	-.886	.363	-.063	.129
	Finger digit I length	.148	-.089	.728	-.101	.130
Finger length	Finger digit III length	.421	-.408	.720	-.158	.067
	Finger digit V length	.144	.039	.868	.085	-.174
Hand volume & 3dimensionality	Hand volume index	-.188	-.084	.061	.782	-.278
	Hand thickness index	-.132	.052	.229	-.806	-.122
Finger length ratio	2D:4D length ratio	-.153	.015	.129	-.005	.887
	3D:4D length ratio	-.007	-.359	-.155	-.084	.793
Eigenvalue		6.446	2.951	2.641	2.338	1.677
Explained variance(%)		32.231	14.755	13.204	11.691	8.387
Cumulative explained variance(%)		32.231	46.985	60.189	71.880	80.267

KMO = .842; Bartlett's test of sphericity: $\chi^2 = 1856.327$, df = 190, $p < .001$.

3. Types and Characteristics of Hand Shape in Obese Middle-Aged Women

중년 비만 여성의 손 형태에 대한 요인분석을 통해 추출된 5개 요인 점수를 이용하여 군집분석을 실시하였다. 먼저 군집 수 결정을 위하여 계층적 군집분석(Hierarchical cluster analysis)을 수행하고 덴드로그램의 결합 단계와 군집화 계수의 변화 양상을 검토하였다. 이후 군집 수를 3개에서 5개까지 변화시키며 K-평균 군집분석(K-means cluster analysis)을 반복 실시한 결과, 4개 군집에서 각 군집의 특성이 가장 명확하게 구분되고 군집 간 해석 가능성이 높게 나타났다. 특히 4개 군집은 손의 크기·굵기, 손가락 길이, 손 구조·비례, 손의 체적·입체성 및 손가락 길이비의 차이를 균형 있게 반영하는 것으로 판단되었다. 또한 군집 유형별 요인점수에 대한 일원변량분석 결과, 모든 요인에서 군집 간 차이가 통계적으로 유의하게 나타나($p < .001$) 군집 분류의 타당성을 확인할 수 있었다(Table 8)

Table 8. Cluster Analysis of Hand Shape Factors

Factor	Type 1 (n=48)	Type 2 (n=53)	Type 3 (n=45)	Type 4 (n=19)	F
Hand size & thickness	.74	-.16	-.83	.55	34.989 ***
Hand structure & proportion	-.40	-.62	.67	1.17	44.675 ***
Finger length	-.72	.83	-.19	-.03	33.328 ***
Hand volume & 3dimensionality	-.24	.20	-.39	.98	11.855 ***
Finger length ratio	.13	-.19	.46	-.90	10.908 ***

*** $p < .001$ ** $p < .01$ * $p < .05$

요인점수에 의해 분류된 중년 비만 여성의 손 형태 유형별 특성은 다음과 같다. 유형 1(n=48)은 다른 유형에 비해 손의 크기·굵기 요인의 점수가 높게 나타났고, 손가락 길이비 요인은 약간 높은 수준을 보였다. 반면 손 구조·비례 요인과 손가락 길이 요인은 모두 낮은 수준이었으며, 손의 체적·입체성 요인도 다소 낮게 나타났다. 즉, 유형 1은 손 전체의 크기와 굵기가 비교적 크지만, 손가락 길이와 구조적 비례 특성은 두드러지지 않는 유형이었다. 유형 1을 '크기·굵기 강조형 손'으로 명명하였다.

유형 2(n=53)는 다른 유형에 비해 손가락 길이 요인의 점수가 가장 높게 나타났으며, 손의 체적·입체성 요인도 약간 높은 수준을 보였다. 반면 손 구조·비례 요인은 가장 낮게 나타났고, 손의 크기·굵기 요인 역시 낮은 수준을 보였으며, 손가락 길이비 요인도 다소 낮았다. 즉, 유형 2는

손 전체의 볼륨이나 굵기는 크지 않지만, 손가락이 상대적으로 길고, 전반적으로 세장한 손 유형이었다. 유형 2를 '손가락 길이 강조형 손'으로 명명하였다.

유형 3(n=45)은 손 구조·비례 요인과 손가락 길이비 요인의 점수가 비교적 높게 나타났으나, 손의 크기·굵기 요인은 가장 낮았고, 손가락 길이 요인과 손의 체적·입체성 요인 역시 낮은 수준을 보였다. 즉, 유형 3은 손 전체의 크기나 체적은 크지 않지만, 손바닥과 손가락 간의 구조적 비례 특성과 손가락 간 상대적 길이비가 두드러지는 유형이었다. 유형 3을 '비례·길이비 강조형 손'으로 명명하였다.

유형 4(n=19)는 손 구조·비례 요인의 점수가 가장 높았고, 손의 체적·입체성 요인 역시 가장 높게 나타났으며, 손의 크기·굵기 요인도 비교적 높은 수준을 보였다. 반면 손가락 길이비 요인은 가장 낮았고, 손가락 길이 요인은 거의 평균 수준에 가까웠다. 즉, 유형 4는 손의 구조적 비례 특성과 함께 체적 및 입체성이 두드러지며, 전반적으로 두께감과 입체감이 강조되는 유형이었다. 유형 4를 '입체·비례 강조형 손'으로 명명하였다(Table 8)<Table 9>. 한편, 손 유형의 명칭은 개별 측정항목의 평균값에 근거한 것이 아니라, 요인분석을 통해 도출된 손의 크기·굵기, 손 구조·비례, 손가락 길이, 손의 체적·입체성 및 손가락 길이비 요인의 요인점수를 이용한 군집분석 결과를 기준으로 부여하였다.

Table 9. Summary of Hand Shape Types Based on Factor Scores

Type	Dominant characteristics	Type name
Type 1	High hand size & thickness	Large & Thick Type
Type 2	Long finger length	Long-finger Type
Type 3	High structural proportion and finger length ratio	Length ratio proportional finger-ratio type
Type 4	High hand volume and three-dimensionality	Three-dimensional proportional type

중년 비만 여성의 손 형태가 단순히 크기 차이에 의해서 구분되는 것이 아니라 손의 굵기와 볼륨, 손가락 길이, 손의 구조적 비례, 입체감 및 손가락 길이비의 복합적인 특성에 따라 서로 다른 유형으로 구분될 수 있음을 보여준다. 또한, 동일한 비만 중년 여성 집단 내에서도 손 형태의 다양성이 존재함을 확인할 수 있었다.

Table 10. Difference in Analysis Item and Indices by Hand Types

Factor	Item	Type1	Type2	Type3	Type4	F
Hand size & thickness	Finger digit II proximal interphalangeal joint breadth	1.79b	1.87a	1.83b	1.75c	9.690
		.087	.090	.105	.065	***
	Finger digit III proximal interphalangeal joint breadth	1.79b	1.92a	1.87a	1.74b	19.850
		.104	.093	.099	.090	***
	Hand breadth	7.93b	8.34a	8.17b	8.07b	6.049
		.415	.349	.360	.321	***
	Finger digit II proximal interphalangeal joint circumference	5.75b	5.99a	5.95a	5.57b	18.720
		.197	.220	.271	.191	***
	Finger digit III proximal interphalangeal joint circumference	5.82b	6.16a	6.06a	5.67b	22.897
		.233	.242	.270	.204	***
	Hand circumference	19.05b	19.73a	19.70a	19.10b	6.103
		.901	.728	.830	.699	***
	Hand thickness	2.79b	2.82b	2.99a	2.74b	24.185
		.100	.130	.169	.139	***
Hand structure & proportion	Finger digit I base to wrist length	7.08b	7.28b	7.31b	7.61a	5.331
		.413	.132	.438	.340	**
	Finger digit II base to wrist length	9.67	9.83	9.87	9.99	1.683
		.502	.457	.449	.389	
	Palm length ratio	.576c	.578bc	.586b	.603a	15.883
		.015	.015	.019	.013	***
	Digit III length ratio	.425a	.422a	.415a	.398b	15.796
		.015	.015	.015	.013	***
	Finger length	4.82a	4.59b	4.64ab	4.47b	3.094
		.249	.355	.371	.386	*
		7.17a	7.20a	7.04a	6.72b	7.228
	Finger digit III length	.476	.406	.408	.341	***
		5.19a	4.74b	4.94ab	4.79b	5.361
	Finger digit V length	.436	.436	.426	.283	**
Hand volume & 3dimensionality	Hand volume index	2.40b	2.37c	2.41a	2.37c	34.872
		.030	.029	.027	.026	***
	Hand thickness index	4.99b	5.02b	4.76b	5.08a	36.337
		.166	.170	.162	.189	***
Finger length ratio	2D:4D length ratio	.951b	.989a	.981a	.986ab	2.678
		.044	.044	.044	.044	*
	3D:4D length ratio	1.058b	1.092a	1.086a	1.079a	3.366
		.031	.037	.039	.029	*

*** p < .001 ** p < .01 * p < .05

중년 비만 여성의 손 형태 유형별 분석항목 및 지수의 특성을 살펴본 결과는 <Table 10>과 같다. 유형별 차이 분석에서는 요인분석과 군집분석을 통해 도출된 형태적 특성을 보다 구체적으로 해석하기 위하여 각 요인을 대표하는 주요 치수항목과 지수항목을 중심으로 비교하였다.

먼저 손의 크기·굵기 요인의 경우, 검지손가락중간마디 너비는 유형 2가 가장 크고, 다음으로 유형 3, 유형 1, 유형 4의 순으로 나타났다. 중지손가락중간마디너비는 유형 2와 유형 3이 가장 크고, 다음으로 유형 1과 유형 4의 순으로 분석되었다. 손안쪽가쪽직선길이는 유형 2가 가장 크고, 다음으로 유형 3과 유형 4, 유형 1의 순으로 나타났다. 검지손가락중간마디둘레와 중지손가락중간마디둘레는 모두 유형 2와 유형 3이 가장 크고, 다음으로 유형 1과 유형 4의 순으로 나타났다. 손둘레 또한 유형 2와 유형 3이 상대적으로 큰 값을 보였으며, 유형 1과 유형 4는 비교적 낮은 수준을 나타냈다. 반면 손두께와 손두께(2/3 지점)는 모두 유형 3이 가장 크고, 나머지 유형 1, 유형 2, 유형 4는 상대적으로 낮은 수준을 보였다. 검지손가락끝마디너비는 유형 2가 가장 크고, 유형 3이 그 다음이었으며, 유형 1과 유형 4는 상대적으로 낮은 값을 나타냈다. 즉, 유형 2는 손의 너비와 둘레 관련 항목에서 전반적으로 높은 값을 보였으며, 유형 3 역시 일부 둘레 및 두께 항목에서 상대적으로 높은 특성을 나타냈다. 특히 유형 3은 손두께와 손체적지수가 상대적으로 높은 특성을 보여 손의 체적 특성이 비교적 강조되는 집단으로 해석된다. 반면 유형 4는 손의 너비와 둘레 관련 항목에서는 상대적으로 낮은 값을 보였으나, 손입체지수와 손바닥비율지수는 높게 나타나 입체적 구조 특성이 강조되는 경향을 보였다.

손 구조·비례 요인의 경우, 손목중심-엄지손가락첫마디 길이는 유형 4가 가장 크고, 다음으로 유형 1, 유형 2, 유형 3의 순으로 나타났다. 반면 손목중심-검지손가락첫마디 길이는 유형 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 손바닥 비율지수는 유형 4가 가장 크고, 다음으로 유형 3, 유형 2, 유형 1의 순으로 나타났다. 중지길이비는 유형 1, 유형 2, 유형 3이 유사하게 높은 값을 보였고, 유형 4가 가장 낮은 값을 나타냈다. 이는 유형 4가 손 전체 길이에 비해 손바닥의 비중이 크고, 상대적으로 손가락 길이 비중은 작은 구조를 갖는 유형임을 의미한다.

손가락 길이 요인의 경우, 엄지손가락직선길이는 유형 1이 가장 크고, 다음으로 유형 3, 유형 2와 유형 4의 순으로 나타났다. 중지손가락직선길이는 유형 1, 유형 2, 유형 3이 유사하게 큰 값을 보였으며, 유형 4가 가장 낮았다. 새끼손가락직선길이는 유형 1이 가장 크고, 유형 3이 그 다음이었으며, 유형 2와 유형 4는 상대적으로 낮은 값을 나타냈다. 따라서 유형 1은 일부 손가락 길이 항목에서 상대적으로 높은 값을 보여 비교적 손가락 길이 특성이 강조되는 경향을 보였으며, 유형 4는 손가락 길이가 상대적으로 짧은 경향을 보였다.

손의 체적·입체성 요인의 경우, 손체적지수는 유형 3이 가장 크고, 다음으로 유형 1, 유형 4와 유형 2의 순으로 나타났다. 반면 손입체지수는 유형 4가 가장 크고, 다음으로 유형 1과 유형 2, 유형 3의 순으로 분석되었다. 즉, 유형 3은 손의 전체 체적 특성이 상대적으로 높은 유형이며, 유형 4는 손의 입체감이 가장 큰 유형이었다(Fig. 1).

손가락 길이비 요인의 경우, 2D:4D 길이비는 유형 2와 유형 3이 가장 크고, 유형 4가 그 다음이었으며, 유형 1이 가장 낮은 값을 나타냈다. 3D:4D 길이비 역시 유형 2, 유형 3, 유형 4가 상대적으로 큰 값을 보였고, 유형 1이 가장 낮은 값을 나타냈다. 따라서 유형 1은 손가락 길이비 항목에서 상대적으로 낮은 값을 보이는 집단이며, 유형 2와 유형 3은 비교적 높은 손가락 길이비 특성을 가진 유형이었다.

유형 1은 손의 너비, 둘레 및 두께 등 크기·굵기 관련 요인점수가 높게 나타난 유형으로, 전반적으로 손의 외형적 규모와 굵기가 강조되는 특성을 보였다. 유형 2는 손가락 길이 요인점수가 가장 높게 나타나 상대적으로 손가락이 길고 세장한 형태 특성을 보였다. 유형 3은 손 구조·비례 요인과 손가락 길이비 요인이 상대적으로 높게 나타나 손바닥과 손가락 간의 비례 구조 및 손가락 간 상대적 길이 특성이 강조되는 유형으로 해석되었다. 유형 4는 손의 체적·입체성 요인과 손 구조·비례 요인이 높게 나타나 손의 입체감과 구조적 비례 특성이 두드러지는 유형으로 볼 수 있다. 이러한 결과는 중년 비만 여성의 손 형태가 단순한 크기 차이뿐 아니라 손가락 길이, 손바닥 구조, 손의 체적과 입체성, 손가락 길이비 등 복합적인 특성에 따라 서로 다른 유형으로 구분됨을 보여준다.

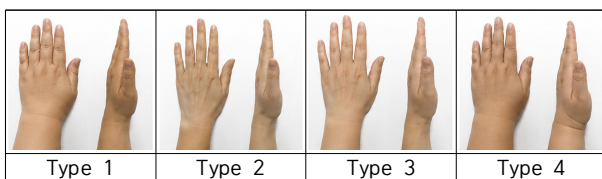


Fig. 1. Hand Morphology Types

Table 11. Distribution of Hand Types by Age Group

Age group	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Total
40s	26 (24.3%)	37 (34.6%)	32 (29.9%)	12 (11.2%)	107 (100.0%)
50s	22 (37.9%)	16 (27.6%)	13 (22.4%)	7 (12.1%)	58 (100.0%)

$$\chi^2 = 3.773, p = .287$$

연령집단에 따른 손 유형 분포를 분석한 결과는 <Table 11>과 같다. 분석 결과, 연령집단에 따라 손 유형 분포에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다($\chi^2=3.773$, $p=.287$). 40대에서는 유형 2의 비율이 34.6%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 유형 3(29.9%), 유형 1(24.3%), 유형 4(11.2%)의 순으로 분포하였다. 반면, 50대에서도 유형 1의 비율이 37.9%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 유형 2(27.6%), 유형 3(22.4%), 유형 4(12.1%)의 순으로 나타났다. 즉, 연령집단에 따라 유형별 분포 비율에는 일부 차이가 나타났으나, 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않아 연령에 따른 손 유형 분포의 차이가 뚜렷하다고 보기는 어려운 것으로 나타났다.

한편, 동일한 분석 방법으로 수행된 비만 중년 여성의 손 유형 분포에서는 연령집단에 따른 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다($\chi^2=15.674$, $p=.001$). 반면, 일반 중년 여성에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($\chi^2=3.773$, $p=.287$), 두 집단 간 연령에 따른 손 유형 분포 양상에 차이가 있음을 확인하였다.

V. Conclusion

본 연구는 중년 비만 여성의 손 치수와 형태지수를 분석하고, 연령에 따른 차이를 알아본 후, 손 형태의 구성요인을 도출하고 유형화함으로써 손 관련 제품 설계를 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 첫째, 중년 비만 여성의 손 형태는 전반적으로 '굵기 및 볼륨 중심' 특성이 두드러지는 경향을 보였다. 손가락 굽기지수가 길이비에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내 비만 체형에서 나타나는 체적 증가가 손 부위에서도 반영된 것으로 볼 수 있다. 손 관련 제품 설계 시 단순 길이보다 둘레와 두께 중심 설계 기준이 필요함을 알 수 있다.

둘째, 연령에 따른 변화는 손 전체 구조보다는 손가락의 부분적 변화로 나타났다. 40대는 손가락 길이 비중이 상대적으로 크고, 50대는 손가락 굽기지수가 증가하는 경향을 보였다. 이는 연령 증가에 따라 근골격 구조 변화보다는 지방 및 조직 두께의 변화가 더 크게 나타남을 알 수 있다. 즉, 손 형태는 연령에 따라 급격히 변형되기보다는 세부 비례 및 굽기 요소에서 선택적으로 변화된다.

셋째, 요인분석 결과, 손형태는 크기·굵기, 구조·비례, 손가락 길이, 체적·입체성, 길이비 등 5개 요인이 추출되었다. 이는 손 형태가 다차원적 구조로 구성됨을 나타낸다.

넷째, 중년 비만 여성의 손 유형은 크기·굵기 강조형, 손

가락 길이 강조형, 비례·길이비 강조형, 입체·비례 강조형 등 형태적 차별성을 명확히 나타냈다. 동일한 비만 집단 내에서도 손 형태가 균일하지 않고, 형태적 다양성이 존재하였다. 특히, 유형 2와 유형 3은 비만 집단에서도 단순히 두꺼운 손으로 일반화하기 어려움을 나타낸다.

다섯째, 연령집단에 따른 유형 분포는 통계적으로 유의미하지 않았으나, 40대에서는 손가락 길이 강조형(유형 2)의 비율이 가장 높게 나타났으며, 50대에서는 크기·굵기 강조형(유형 1)의 비율이 상대적으로 높게 나타났다. 이는 중년 비만 여성 집단 내에서도 연령에 따라 손 형태 특성에 일부 차이가 나타날 가능성을 시사한다. 그러나 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않아 연령에 따른 손 형태 유형의 차이가 뚜렷하다고 보기는 어려웠다.

본 연구 결과는 중년 비만 여성의 손 형태가 단일한 크기 차원이 아닌 굵기, 길이, 비례, 체적 및 입체성의 복합적인 구조로 구성됨을 보여주며, 장갑 및 웨어러블 제품 설계에서 기존의 단순 사이즈 체계를 보완할 필요가 있음을 알 수 있다. 특히, 유형별 손 형태 특성에 따라 요구되는 착용 적합성과 설계 기준이 상이하게 나타나므로 형태 기반 맞춤 설계 접근이 필요하다.

크기·굵기 강조형 손은 손둘레와 마디 둘레가 큰 특성을 나타내 설계 시 둘레와 너비를 기준으로 한 사이즈 확장이 요구되며, 관절 부위의 압박 및 움직임 제한을 최소화하기 위해 충분한 여유량 확보가 필요하다. 또한, 신축성이 있는 소재를 활용하여 착용 시 압박을 완화하는 설계가 효과적일 것으로 판단된다. 반면, 손가락 길이 강조형 손은 손가락 길이에 비해 굵기가 작고 세장한 형태를 나타내 손가락 길이를 기준으로 한 세분화된 사이즈 체계가 요구되며, 과도한 내부 공간으로 인한 미끄러짐 및 조작성 저하를 방지하기 위해 밀착형 설계가 필요하다.

비례·길이비 강조형 손은 손 전체 크기보다는 손바닥과 손가락 간의 비례 및 손가락 간 상대적 길이 차이가 두드러지는 특성을 나타내 표준화된 패턴보다는 비례 기반의 설계 접근이 요구된다. 특히, 손가락 간 길이 차이를 반영한 설계가 착용 적합성 향상에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 한편, 입체·비례 강조형 손은 손의 체적과 두께, 입체감이 큰 특성을 나타내 평면적 패턴이 아닌 3차원 입체 패턴 설계가 필수적이며, 손등과 손바닥의 곡면을 고려한 구조 설계가 필요하다. 또한, 두께 증가에 대응할 수 있는 충분한 내부 공간 확보와 함께 입체적 형태를 유지할 수 있는 소재 선택이 중요하다.

기존의 손길이 중심 사이즈 체계는 다양한 손 형태를 충분히 반영하는 데 한계가 있으며, 향후 장갑 및 웨어러블

제품 설계에서는 길이뿐 아니라 둘레, 비례, 체적을 함께 고려한 다차원적 사이즈 체계가 필요하다. 특히, 손가락 단위의 세부 설계와 관절 부위의 여유량 확보, 그리고 입체적 형태를 반영한 패턴 개발이 중요하며, 이는 착용감 향상과 기능성 개선에 직접적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

본 연구 결과는 웨어러블 디바이스 설계에도 중요한 시사점을 제공한다. 손가락 길이와 비례 차이는 센서 위치 정렬(sensor alignment) 및 입력 정확도에 영향을 미칠 수 있으며, 손의 두께와 체적은 압력 센서의 접촉 안정성 및 착용 압박감과 밀접한 관련이 있다. 따라서 단일 규격 기반의 설계보다는 사용자 손 형태 유형을 고려한 맞춤형 설계 접근이 필요하다.

추가적으로 일반 중년 여성 집단의 손 유형 분포를 분석한 결과, 일반 중년 여성에서는 연령집단에 따른 유형 분포 차이가 유의하지 않은 것으로 나타났으나, 비만 중년 여성에서는 유의한 차이가 나타났다. 이는 비만 집단에서 연령 증가에 따른 손 형태 변화 양상이 일반 중년 여성과 다르게 나타날 가능성을 시사한다. 그러나 본 연구에서는 일반 여성과 비만 여성의 손 치수, 형태지수 및 유형 특성에 대한 직접적인 비교 분석이 수행되지 않았으므로, 이러한 차이를 비만의 영향으로 단정하기에는 한계가 있다.

또한, 본 연구는 중년 비만 여성만을 대상으로 손 형태를 분석하였기 때문에, 본 연구에서 나타난 특성이 비만 집단에 특이적인 형태 변화인지 여부를 직접적으로 확인하는 데에는 한계가 있다. 즉, 비만이 아닌 중년 여성 또는 일반 성인 여성 집단과의 비교 분석이 이루어지지 않았으므로, 본 연구 결과는 '비만 여성 집단 내 손 형태의 구조적 다양성'을 중심으로 해석할 필요가 있다. 따라서 향후 연구에서는 비만 여부에 따른 비교 분석을 통해 비만이 손 형태에 미치는 영향을 보다 명확히 규명할 필요가 있다.

본 연구는 중년 비만 여성의 손 형태를 구조적으로 분석하였다는 점에서 의의가 있으나 연구대상이 40~50대 여성으로 한정되어 있어 다른 연령대나 집단으로 일반화하는 데는 한계가 있다. 또, 형태 분석에 초점을 맞추어 실제 제품에 대한 착용감이나 기능적 측면은 검증하지 못하였다. 따라서 향후 연구에서는 손 형태 유형별 특성을 반영한 장갑 및 웨어러블 제품 프로토타입을 개발하고, 착용 적합성, 압박감, 조작성 및 사용성 평가를 통해 형태 기반 맞춤 설계의 효과를 검증할 필요가 있다. 또한, 길이 중심의 기존 사이즈 체계를 보완할 수 있는 다차원적 손 치수 체계 개발 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] S. Li, & A. Jain, "Encyclopedia of biometrics(Second edition)," SpringerReference, 2015.
- [2] A. Ermolenko, "Patterns of variability of the shape of the human hand," *European Journal of Anatomy*, 27(3), 347-354, 2023. DOI: 10.52083/EJRV7551
- [3] J. Wen, J. Wang, Q. Xu, Y. Wei, L. Zhang, J. Ou, Q. Hong, C. Ji, X. Chi, & M. Tong, "Hand anthropometry and its relation to grip/pinch strength in children aged 5 to 13 years," *Journal of International Medical Research*, 48(12), 1-20, 2020. DOI: 10.1177/0300060520970768
- [4] A. Fallahi, & A. Jadidian, "The effect of hand dimensions, hand shape and some anthropometric characteristics on handgrip strength in male grip athletes and non-athletes," *Journal of Human Kinetics*, 29(1), 151-159, 2011. DOI: 10.2478/v10078-011-0049-2
- [5] R. Bakici, N. Sahin, S. Toy, & Z. Oner, "Investigation of the relationship between somatotypes and hand types in healthy young individuals," *Iranian Journal of Public Health*, 54(9), 1985-1995, 2025. DOI: 10.18502/ijph.v54i9.19865
- [6] G. Mendoza, "A study of digital variations of the human hand," *Proceedings of the Iowa Academy of Science*, 60(1), 687-699, 1953.
- [7] R. Fukui, M. Watanabe, M. Shimosaka, & T. Sato, "Hand shape classification in various pronation angles using a wearable wrist contour sensor," *Advanced Robotics*, 29(1), 3-11, 2014. DOI: 10.1080/01691864.2014.952337
- [8] I. Bakina, & L. Mestetskiy, "Hand shaperecognition from natural hand," *International Conference on Hand-Based Biometrics*, 17-18, Nov., 2011.
- [9] S. Pheasant & C. M. Haslegrave, *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*, 3rd ed., CRC Press, Boca Raton, 2005.
- [10] M. L. Zelditch, D. L. Swiderski, H. D. Sheets, & W. L. Fink, *Geometric Morphometrics for Biologists: A Primer*, 2nd ed., Academic Press, London, 2012.
- [11] M. Erdogan, K. Karacan, & S. Bilgic, "Correlation of hand preference with hand anthropometric measurements in university students," *International Journal of Morphology*, 43(2), 554-563, April, 2025. DOI: 10.4067/S0717-95022025000200554
- [12] V. Navarro, R. Godinho, D. Martinez, & D. Maidagan, "Exploring the utility of geometric morphometrics to analyse prehistoric hand stencils," *Scientific Reports*, 15(14), 6336, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-56889-3
- [13] H. Hussein, O. Mohamed, & R. Khedr, "Prediction of body weight and ethnicity using anthropomorphic measurements of the hand in two different populations," *Scientific Reports*, 16, 11609, 2026.
- [14] K. Li, D. Hewson, J. Duchene, & J. Hogrel, "Predicting maximal grip strength using hand circumference," *Manual Therapy*, 15(6), 579-585, December, 2010. DOI: 10.1016/j.math.2010.06.010
- [15] H. Mokhtarinia, S. Mokhtar, M. Vahdi, & S. Shokouhyan, "Investigation the relationships between anthropometric characteristics, grip strength, hand flexibility and hand performance in woodcarvers," *BMC Public Health*, 25, 3149, 2025. DOI: 10.1186/s12889-025-24232-8
- [16] B. Mahapatra, & B. Karri, "Prediction of hand grip strength using anthropometric indicators among older adults: Evidence from LASI data," *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 43, 284-292, September, 2025. DOI: 10.1016/j.jbmt.2025.05.018
- [17] N. Shalahim, S. Dawal, & K. Case, "The relationship between anthropometry and hand grip strength among elderly Malaysians," *International Journal of Industrial Ergonomics*, 50(8), 17-25, November, 2015. DOI: 10.1016/j.ergon.2015.09.006
- [18] Y. Kong, & D. Kim, "The relationship between hand anthropometrics, total grip strength and individual finger force for various handle shapes," *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 21(2), 187-192, June, 2015. DOI: 10.1080/10803548.2015.1029726
- [19] Korean Agency for Technology and Standards, *The 8th Size Korea Anthropometric Survey Report*, Ministry of Trade, Industry and Energy, Republic of Korea, 2022.

Authors



Su-Joung Cha received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Clothing and Textiles from Sookmyung Women's University, Korea, in 1996, 2005 and 2009, respectively. Dr. Cha joined the faculty of the Department of

Fashion and Clothing at Seowon University, Chungju, Korea, in 2017. She is currently a Professor in the Department of Fashion and Clothing, Mokpo National University. She is interested in human body, virtual 3D simulation, sewing technology and pattern making.