

손의 인체측정자료를 활용한 손잡이 설계 방법 개발 및 적용

Development and Application of a Grip Design Method using Hand Anthropometric Data

이원섭, 정기효, 유희천

포항공과대학교 기계산업공학부

Abstract

작업의 능률을 향상시키고 사용 편의성을 제고하는 인간공학적 제품을 개발하기 위해서는 동작, 힘 사용, 그리고 신체형상과 같은 인체의 특징을 분석하여 설계에 반영하는 것이 중요하다. 인체치수를 활용하는 것은 인간공학적 제품 설계의 대표적인 방법이며, 이와 관련된 많은 연구들이 추진되고 있다. 본 연구에서는 인간공학적 손잡이를 설계하기 위해 편 손의 인체치수를 활용하여 손잡이 크기 및 형상을 설계하는 체계적인 방법을 개발하였다. 인간공학적 손잡이 설계 방법은 (1) 손잡이 파지특성 분석, (2) 손잡이 설계변수 및 관련 인체변수 선정, (3) 인간공학적 손잡이 설계공식 개발, 그리고 (4) 제품 설계 적용의 4 단계 절차로 구성된다. 먼저, 손잡이 파지특성 분석 단계에서는 제품과 손이 접촉되는 부분의 특징과 손이 취하는 형태의 특징을 도출한다. 분석된 손잡이 파지특성은 손잡이의 설계변수 및 관련 인체변수 선정에 활용된다. 그리고 손잡이 파지특성과 인체변수를 종합하여 손잡이 설계를 위한 설계공식을 개발한다. 마지막으로 설계공식에 따라 제품을 설계한다. 개발된 인간공학적 손잡이 설계 방법은 청소기 손잡이에 적용하여 설계 및 평가되었다. 본 연구에서 개발한 손잡이 설계 방법은 다양한 유형의 손잡이 설계에 활용될 수 있을 것이다.

1. 서론

대부분의 도구 및 제품들(예: 산업장비, 전자제품, 스포츠 용품, 주방 기구)은 손을 사용하여 조작되므로 손을 편하게 하고 작업 능률을 향상시키는 인간공학적인 형상으로 설계될 필요가 있다. 최근, 인간중심의

제품설계가 중요해지면서 동작, 힘 사용, 그리고 신체형상과 같은 인체의 특징을 설계에 반영한 인간공학적 설계 concept의 제품이 많이 출시되고 있다. 이러한 인간공학적 제품은 작업의 능률을 향상시키고 오류를 줄여 업무의 효율을 높인다(Yeow, P.H.P.와 Sen, R.N., 2003). 또한 편리한 조작, 용이한 신체 동작, 그리고 적절한 힘 사용을 가능하게 하여 감성적인 만족도를 높여줄 수 있다. 예를 들어, 운동선수의 발 형상에 최적으로 설계된 신발을 신거나 몸에 잘 맞는 운동복을 착용한 경우 운동능력과 경기력이 향상되는 결과를 보인다. 또한 OXO International 사는 Good Grips라는 브랜드로 누구나 쉽고 편하게 사용할 수 있는 유니버설 디자인 concept의 다양한 주방도구들을 개발하여 시장에서 성공하였으며, 여러 차례 디자인 상을 수상하기도 하였다.

기존 연구는 인체치수자료를 제품(예: 의복, 신발, 장갑) 설계에 적용하기 위한 방법론 개발이나 실제 제품을 설계한 사례에 대하여 주로 연구되고 있다. 인체의 크기나 형상을 제품에 반영하기 위하여 주로 인체치수자료(예: Size Korea, US Army)를 활용한다. 인체치수자료를 활용하여 제품을 설계한 예를 들면, José et al.(2005)은 14개의 발 계측점을 사용하여 발 길이 관련 인체변수들을 측정하고 이를 활용하여 맞춤형 신발을 제작하는 연구를 수행하였다. 이외에도 의복, 특수복, 그리고 장갑 등의 의류 관련 제품을 제작하기 위해 인체치수자료를 많이 활용하고 있으며, 인체치수자료는 작업공간 설계에도 활용되고 있다(정기효 외, 2007).

인간의 손은 동작 특성이 다양하고 형상과 길이의 변화가 크므로, 손의 편 자세에서 측정된 인체측정자료를 제품 파지 자세의 손에 그대로 적용하여 제품을 설계하기에는 무리가

있다. 의복이나 신발과 같이 동작에 따라 신체의 형상이 크게 변하지 않는 부위에 대한 제품은 인체 치수자료를 설계에 적용하는 것이 비교적 간단한 편이다. 하지만 손잡이와 같이 손을 사용하는 제품의 경우, 손의 동작 특성이 매우 다양하기 때문에 손의 인체치수자료를 제품 설계에 반영하는 것이 쉽지 않다. 기존 연구나 기업의 제품 개발에서는 손을 사용하는 제품의 적정 크기를 도출하기 위해 손을 편 자세에서 측정된 인체측정자료를 제품 설계에 활용하고 있다. 하지만 손의 동작 특성이 다양하고 동작에 따른 손의 형상이 변화하기 때문에 손을 편 자세의 인체측정자료를 활용하여 설계된 제품은 손에 잘 맞지 않을 수 있다.

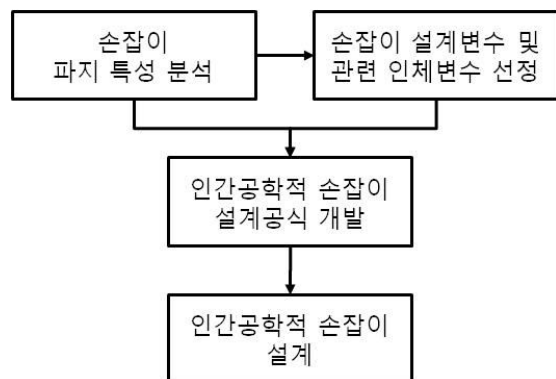
과지감이 좋고 사용하기 편한 손잡이를 디자인하기 위해서는 손의 인체치수뿐만 아니라 과지자세의 손 내부 공간 형상 특성을 반영하는 것이 중요하다. 과지감이 좋은 손잡이는 손 크기에 적합하고 과지 자세에서의 손 내부 공간 형상과 유사한 특징이 있다. 손의 크기에 적합하기 위해서는 손의 인체치수를 손잡이 설계에 반영할 필요가 있으며, 손의 내부 공간의 형상과 유사한 손잡이 형상 설계를 위해서는 손 내부의 형상을 정확하게 추정해내는 것이 필요하다. Fransson and Winkel (1991), Oh and Radwin(1993), 그리고 Kong and Lowe(2005)는 실험을 통하여 최대 힘을 발휘할 수 있는 원기둥의 적정 크기는 지름(남성: 5~6, 여성: 4~5 cm)임을 제시하였다. 하지만 과지감이 좋은 손잡이 설계를 위해서는 지름이 동일한 원기둥이 아닌 손이 과지되는 부위별로 크기가 다른 손잡이로 설계될 필요가 있다. 또한 손 내부의 공간 형상을 추정하고 이를 설계에 반영하기 위한 기존 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 손의 인체치수자료를 활용하여 과지자세에서의 손 내부 공간 크기와 형상에 맞는 손잡이의 적정 크기 및 형상을 설계하는 방법을 개발하고 이를 진공청소기의 손잡이 설계에 적용하였다. 본 연구에서는 과지 자세일 때의 손의 내부 공간의 특성(예: 손 내부 공간 크기, 손 내부 공간 형상)을 파악하기 위하여 손을 편 자세에서 측정된 인체치수자료를 활용하였다. 과지 자세의 손 내부 공간 크기를 도출하기 위하여 편 손 자세의 인체치수에 비하여 과지 자세를 취할 때 변화하는 손 길이를 측정하였다. 손의 내부 공간 형상을 설계에 반영하기 위해서는 손가락의 과지 위치별 손잡이의 크기를 다르게 설계하여 손 내부 공간 형상에 잘 맞고

과지감이 상승되도록 하였다. 손의 내부 공간의 크기와 형상 분석을 통해 개발된 손잡이 설계 방법은 청소기 손잡이에 적용하여 설계되고 평가되었다.

2. 인간공학적 손잡이 설계 방법

본 연구에서는 인간공학적 손잡이를 설계하기 위하여 손잡이의 과지특성을 분석하고 편 손의 인체치수를 활용하여 과지자세에서의 손잡이 크기 및 형상을 설계하는 체계적인 방법을 개발하였다. 인간공학적 손잡이 설계를 위한 첫 번째 단계에서는 손잡이의 과지특성을 분석하여 제품과 손이 접촉되는 부분의 특징과 손이 취하는 형태의 특징을 도출한다. 두 번째로는 손잡이 과지특성 분석 결과를 토대로 손잡이의 설계변수와 관련된 인체변수를 선정한다. 세 번째는 분석된 손잡이 과지특성과 인체변수를 종합하여 손잡이 설계를 위한 설계공식을 개발한다. 마지막으로 설계공식에 따라 제품을 설계한다(그림 1 참조).

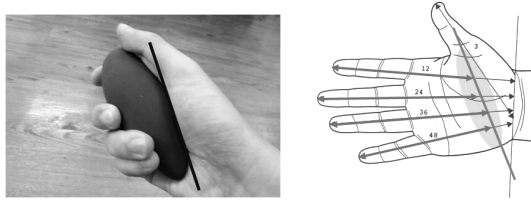


[그림 1] 인간공학적 손잡이 설계 절차

2.1 손잡이 과지 특성 분석

인간공학적 손잡이 설계를 위해 손잡이의 과지특성(예: 과지되는 손잡이 부위, 과지되는 손부위, 과지 자세)을 분석한다. 손잡이의 과지특성을 분석하기 위하여 지름이 다른 원기둥(지름: 3, 4 cm; 길이: 10 cm)의 과지 자세를 관찰한다. 손잡이를 과지할 때의 일반적인 특성은 다음과 같다. (1) 손가락은 대부분 원기둥에 접촉하지만 손바닥은 일부분만 원기둥에 접촉한다(그림 2.a 참조). (2) 손바닥과 손가락이 굽혀지면서 편 손에 대비하여 길이가 줄어든다(그림 2.b 참조). 그리고, (3) 원기둥의 지름이 작으면 손으로 원기둥을 전부 감싸면서 과지할 수 있지만, 원기둥의 지름이 크면 과지되지 않는

부분(여분)이 생긴다(그림 2.c 참조). 이러한 파지특성은 손잡이 설계변수 관련 인체변수를 선정하거나 설계공식을 개발할 때 활용된다.



(a) 손의 파지 부위



(b) 손가락과 손바닥 길이 감소



(c) 파지 여분

[그림 2] 손잡이 파지 특성

2.2 손잡이 설계변수 및 인체변수 설정

손잡이 설계를 위해 손잡이 설계변수를 정의하고 관련된 인체변수를 선정한다. 본 연구에서는 손잡이를 설계하기 위하여 손잡이 설계변수를 손잡이의 길이(handle length; HL)와 손잡이의 둘레길이(handle circumference; HC)로 정의하였다(그림 3 참조). 손잡이 길이(HL)와 관련된 인체변수로는 손너비(hand width; HW)를, 손잡이 둘레길이(HC)와 관련된 인체변수로는 손목주름에서 손가락 끝까지의 직선길이(wrist crease to finger tip; WCFT)를 활용한다. 특히 손잡이 둘레 길이의 경우, 손잡이 파지특성 분석을 통해 파악된 손바닥 접촉 면적 길이(그림 2.a 참조)와 손을 굽힘으로써 길이가 줄어드는 것(그림 2.b 참조)을 WCFT에 적용해야 한다. WCFT 길이의 감소율을 파악하기 위해서는 먼저, 손이 파지되는 곳까지의 직선길이(posture edge to finger tip; PEFT)를 측정하여 WCFT 대비 줄어드는 비율(R1)을 도출한다(그림 2.a 참조). 마지막으로, 손가락과 손바닥을 파지자세만큼 굽혔을 때의 내부 길이를 측정하여 PEFT가 줄어드는 비율(R2)을 도출한다(그림 2.b 참조).

즉, 손잡이 둘레길이는 손의 인체변수인 WCFT에 R1과 R2를 곱하여 길이가 줄어든 값(reduced WCFT; r-WCFT)을 활용하게 된다(식1 참조).



[그림 3] 손잡이 설계변수

$$r\text{-WCFT} = \text{WCFT} \times R1 \times R2 \quad (\text{식1})$$

$$\text{Where, } R1 = \text{WCFT} \div \text{PEFT}$$

$$R2 = \text{banded PEFT} \div \text{PEFT}$$

2.3 손잡이 설계 공식 개발

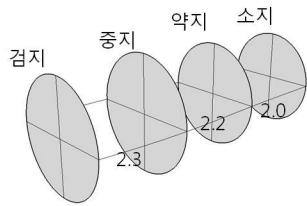
파악된 손잡이 파지특성과 손잡이 설계변수별 관련 인체치수를 활용하여 손잡이 길이와 손잡이 둘레길이를 결정하는 설계공식을 개발한다. 먼저, 손잡이 길이(HL)는 손너비(HW)에 여분의 길이(handle length clearance; HLC)를 더함으로써 도출된다(식 2.a 참조). 손잡이 둘레길이(HC)는 길이가 감소된 WCFT (r-WCFT; 식 1 참조)에 여분의 길이(handle circumference clearance; HCC)를 더함으로써 도출된다(식 2.b 참조).

$$(a) \text{HL} = \text{HW} + \text{HLC} \quad (\text{식2})$$

$$(b) \text{HC} = r\text{-WCFT} + \text{HLC}$$

2.4 손잡이 설계 개발

개발된 설계공식을 적용하여 각 손가락이 파지되는 손잡이 부위의 둘레길이를 도출하고 손잡이 설계에 적용한다. 손잡이 설계를 위하여 설계공식을 적용하여 손가락별 손잡이 둘레길이를 도출하고, 이를 활용하여 4개의 원(파지특성이 다른 엄지 제외)을 생성한다. 이때, 생성된 4개의 원 간의 간격은 Size Korea의 손가락의 너비(검지: 2.0 cm, 중지: 2.0 cm, 약지: 1.9 cm, 소지: 1.7 cm)와 손가락 사이의 간격(0.3 cm)을 고려하여 2.0 ~ 2.3 cm 간격으로 배치하였다(그림 4 참조).



[그림 4] 손잡이 둘레길이를 적용한 손잡이 설계

도출되었다(표 1 참조).



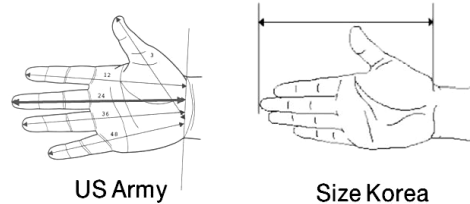
[그림 5] 시중 손잡이의 형상 유형

3. 설계 적용 및 평가 사례

3.1 손잡이 설계 사례

3.1.1 손 크기 추정

개발된 손잡이 설계 방법은 가정용 진공청소기 사용자의 손 인체치수 특성과 청소기 손잡이의 사용 특성을 고려하여 청소기의 손잡이 설계에 적용하였다. 진공청소기의 손잡이 설계를 위하여 먼저 청소기의 손잡이 특성과 파지특성을 분석하였다. 분석 결과, 시중의 청소기 손잡이들은 앞쪽이 굵은 형상, 가운데가 굵은 형상, 그리고 뒤쪽이 굵은 형상으로 구분되었으며(그림 5 참조), 청소기 손잡이를 파지하였을 때 파지되지 않는 부분(HCC)은 약 2 cm인 것으로 파악되었다(그림 2.c 참조). 손잡이의 길이(HL)는 한국인 95thile 남성의 손너비인 9 cm에 손잡이 여분 길이 3 cm를 합하여 12 cm로 정의하였다. 손잡이의 적정 둘레길이 도출을 위해서는 청소기를 주로 사용하는 30 ~ 40대의 남성과 여성의 비율을 25:75로 가중평균한 손 크기를 사용하였다. 하지만 한국인 인체치수자료인 Size Korea에는 손잡이 둘레길이 파악에 활용하고자 하는 WCFT의 측정자료가 부재하기 때문에 WCFT의 측정자료가 있는 US Army자료를 활용하였다. US Army의 WCFT를 활용하기 위하여, US Army와 Size Korea에서 공통적으로 측정한 손 직선길이(그림 6 참조)의 차이 비율(남: 95%, 여: 98%)을 도출하고, 이를 US Army의 WCFT에 적용하여 한국인 손의 WCFT를 추정하였다(표1 참조). 추정된 30 ~ 40대 한국인 손의 WCFT의 길이 감소율인 R1과 R2(그림 4; 식1 참조)를 도출하기 위하여 3명을 대상으로 길이 변화를 측정하였다. 측정 결과 R1은 WCFT 대비 평균 83% (검지: 75%, 중지: 84%, 약지: 85%, 소지: 86%) 감소하였고, R2는 PEFT 대비 평균 68% (검지: 64%, 중지: 68%, 약지: 67%, 소지: 72%) 감소하였다. R1과 R2를 앞서 추정된 한국인 손의 WCFT에 곱하여 각 손가락별 r-WCFT가



[그림 6] US Army(좌)와 Size Korea(우)의 손 직선길이

[표 1] US Army와 한국인의 WCFT (단위: cm)

손가락	US Army		한국인 (남:95%, 여:98% 감소)			r-WCFT
	남	여	남	여	통합(25:75)	
검지	18.5	17.0	17.6	16.6	16.9	9.0
중지	19.4	17.8	18.5	17.5	17.7	9.4
약지	18.4	16.8	17.6	16.5	16.8	8.9
소지	15.9	14.5	15.2	14.3	14.5	7.7

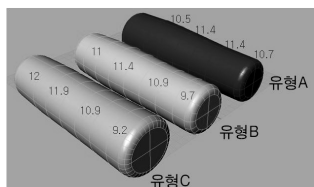
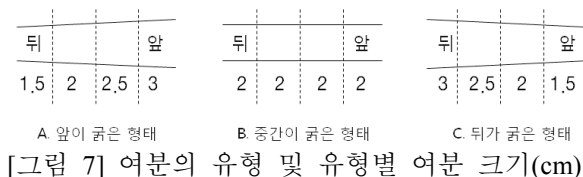
*r-WCFT: reduced wrist crease to finger tip

3.1.2 손잡이 설계 개발

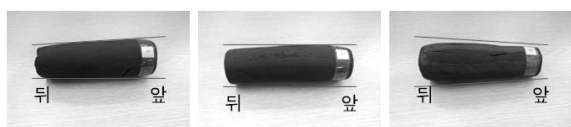
도출된 한국인 30 ~ 40대의 r-WCFT를 설계공식에 적용하여 손잡이를 설계하였다. 손잡이둘레길이는 설계공식에 따라 r-WCFT와 손잡이 둘레길이의 여분(HCC) 길이의 합으로 정의된다. 청소기 손잡이의 경우 측정을 통하여 HCC를 평균 2 cm로 정의하였으나, 손잡이 파지특성 분석을 통하여 파악된 청소기 손잡이 형태의 3가지 유형(앞쪽, 중간, 그리고 뒤쪽이 각각 굵은 형태)을 HCC에 적용하기 위하여 HCC의 유형(손잡이 형태 유형과 동일)을 3가지로 구분하였다 (표 2, 그림 7 참조). HCC의 3가지 유형에 따라 설계된 각 손잡이를 CAD로 제작하고 이를 Rapid Prototyping 장비와 polymer clay를 이용하여 프로토타입으로 제작하였다(그림 8 참조).

[표 2] 여분 유형별 손잡이 둘레길이 (단위: cm)

손가락 부위	여분 유형		
	유형A	유형B	유형C
검지 부위	10.5	11.0	12.0
중지 부위	11.4	11.4	11.9
약지 부위	11.4	10.9	10.9
소지 부위	10.7	9.7	9.2



(a) CAD prototype



(b) polymer clay prototype

[그림 8] 손잡이 유형별 프로토타입 제작

3.2 손잡이 평가

3.2.1 평가 방법

설계된 손잡이 프로토타입 3종의 비교 및 설계 적절성 평가를 위해 청소기 사용자를 대상으로 실험 평가를 수행하였다. 프로토타입 3종의 평가를 위하여 위해 35명의 주부(평균: 39.4세, 표준편차: 5.9세)를 대상으로 파지감의 주관적 만족도를 평가하였다. 개발된 프로토타입은 청소기 사용을 위한 손잡이므로 손잡이를 파지하고 실제 청소기를 사용할 때와 같은 동작을 취하게 하였다. 또한 프로토타입에 파지 부위를 표시하여 모든 실험참여자가 동일하게 프로토타입을 파지하도록 하였다. 평가척도는 7점(1점: 매우불만족, 4점: 보통, 7점: 매우만족)으로 하였으며 3가지 프로토타입의 만족도 순위를 매기도록 하였다. 만족도 순위는 순위별 가중치(1위: 3점, 2위: 2점, 3위: 1점)와 순위별 빈도수를 분석하였다.

3.2.2 평가 결과

프로토타입의 파지감 만족도를 평가한 결과, 3가지 모두 파지감 측면에서 유사한 것으로 나타났다(표 3 참조). 프로토타입의 파지감 만족도의 평균점수는 앞쪽이 굵은 손잡이(유형A)가 4.5점(1.4), 중간이 굵은 손잡이(유형B)가 4.7점(1.4), 그리고 뒤쪽이 굵은 손잡이(유형C)가 4.3점(1.3)으로 나타났다.

그리고 평균순위는 만족도의 평균 순위를 나타낸 것으로, 앞쪽이 굵은 손잡이(유형A)가 2.0순위, 중간이 굵은 손잡이(유형B)가 2.03순위, 그리고 뒤쪽이 굵은 손잡이(유형C)가 1.97순위로 유사한 결과를 보였다. 가중점수는 순위별 빈도수에 순위별 가중치(1위: 3점, 2위: 2점, 3위: 1점)를 곱한 가중합으로 도출되며, 3개의 프로토타입이 각각 70점(유형A), 69점(유형B), 그리고 71점(유형C)으로 모두 유사한 결과를 보였다.

[표 3] 프로토타입 평가 결과

프로토타입	만족도 점수	평균 순위	순위별 빈도수	가중점수
유형A	4.5 (1.4)	2.00	1위: 11 2위: 13 3위: 11	70
유형B	4.7 (1.4)	2.03	1위: 10 2위: 14 3위: 11	69
유형C	4.3 (1.3)	1.97	1위: 14 2위: 8 3위: 13	71

4. 토의 및 결론

본 연구에서는 손잡이 설계를 위하여, 인체측정자료를 활용한 설계공식을 개발하고 손잡이의 적정 크기뿐만 아니라 형상을 설계하였다. 기존에는 주로 편 손의 인체측정 자료(예: 손길이, 손너비)만을 활용하여 손으로 파지하는 제품이나 손잡이의 설계치수를 결정하였다. 하지만 손은 동작에 따라 형태와 치수가 급격히 변하기 때문에 편 손의 길이만을 활용하여 손잡이를 설계하는 데는 무리가 있다. 따라서 본 연구에서는 편 손의 인체치수를 활용하여 파지 자세에서의 손의 내부 크기와 형상을 추정하는 설계공식을 개발하고 이를 활용하여 실제 손잡이 설계에 적용하였다.

본 연구에서는 한국인의 손에 맞는 손잡이를 설계하기 위하여 US Army의 손 인체측정자료를 활용하였다. Size Korea에는 손의 세부적인 인체측정자료가 부재하므로 3,987명(남자: 1,774, 여자: 2,213)에 대해 86개의 손 관련 인체변수들을 측정하여 US Army의 자료(Gorden, 1988)를 활용하였다. US Army의 인체측정자료를 활용하여 한국인의 다양한 손 관련 인체변수를 추정하기 위하여, 두 집단의 평균 손크기는 비례적으로 변화할 것으로

가정하고 두 인체측정자료에서 동일하게 측정된 손직선 길이의 비율을 활용하였다. 이러한 인체변수 추정 방법을 활용하면 한국인의 손 관련 다른 세부적인 인체변수들도 추정할 수 있으며, 이는 여러 연구에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 제품 사용 특성뿐만 아니라 파지특성을 반영하여 인간공학적 손잡이 형상을 설계하고자 하였다. 기존의 손잡이 크기 관련 연구는 주로 최적의 힘을 낼 수 있는 손잡이(power grip)의 크기(지름) 분석하였다. 또한 주로 원기둥 형상에 대하여 손잡이의 크기를 분석하였으며, 그 결과 최적의 힘을 낼 수 있는 손잡이는 지름이 4 ~ 6cm인 것으로 파악되었다. 하지만 본 연구의 설계방법을 적용한 청소기 손잡이의 경우, 최적의 힘보다는 장시간 편하게 파지하며 청소기를 자유롭게 조작할 수 있도록 하는 손잡이 파지가 중요하므로 기존 연구의 결과를 그대로 적용하기에는 무리가 있다. 따라서 청소기의 경우, 손에 잘 맞는 크기(지름 2 ~ 3cm)와 형상(원기둥이 아닌 손 부위별 파지를 고려한 형상)이 고려될 필요가 있으며, 본 연구에서 사용한 방법을 통하여 이에 대한 해결책을 제시할 수 있다.

본 연구에서 개발한 설계 방법을 활용하여 청소기 손잡이의 프로토타입 3종을 설계 및 제작하고 이를 평가하였다. 본 연구에서 제작한 프로토타입 3종은 파지감 만족도가 유사한 것으로 파악되었다. 이를 통하여 손잡이의 형태적 유형(앞쪽, 중간, 그리고 뒤쪽이 각각 굽음)이 파지감에 큰 영향을 미치지 않는다는 것으로 해석할 수 있다. 그리고 3가지 프로토타입 모두 7점 척도 중 평균 4.3 ~ 4.7점을 받은 것으로 미루어보아, 개발된 손잡이 설계방법을 좀 더 개선한다면 더욱 손에 잘 맞는 손잡이를 설계할 수 있을 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서는 기존의 청소기 손잡이 형상과 개발한 프로토타입간의 비교분석을 수행하지 않은 한계가 있으므로, 프로토타입의 설계 우수성을 검증하기 위해서는 다른 청소기 손잡이들과 파지감 만족도 및 청소 용이성 등을 비교하는 실험을 수행하는 것이 필요하다.

본 연구에서의 손잡이 설계 방법 개발을 위해 측정된 손가락별 손잡이 파지 비율과 길이 감소 비율을 보다 정확하게 측정하기 위한 체계적인 실험이 필요하다. 본 연구에서 측정된 WCFT의 길이 변화율인 R1과 R2를 파악하기 위하여는 길이의 변화량을 직접 측정하는 방법을 사용하여 정확도가 떨어질 수

있다. 따라서 추후에는 동작분석 시스템 등의 장비를 활용하여 WCFT의 길이가 변화하는 정도를 체계적으로 측정하는 방법이 활용된다면 보다 정확한 손잡이 설계치수를 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서 개발한 손잡이 설계 방법은 원기둥의 형태를 변형한 것에 국한되었으며, 파지 부위별(예: 손가락, 손바닥) 형상 특성을 고려한 손잡이 형상 설계를 위한 추후 연구가 필요하다. 본 연구에서는 기존연구들과 마찬가지로 원기둥을 기반으로 한 손잡이 설계 방법을 개발하였다. 하지만 파지감을 보다 좋게 하기 위해서는 원기둥형 손잡이가 아닌 손 부위별 형상에 적합한 형상의 손잡이로 설계될 필요가 있다. 이를 위하여, 파지하였을 때의 손 내부 형상의 특성을 파악하고 이를 설계에 반영하여 손잡이의 부위별로 형상 특성(예: 곡률)을 다르게 하는 손잡이 설계 방법을 개발하는 것이 중요하다. 이렇게 개발된 손잡이 설계 방법은 산업기구나 일상용품의 다양한 손잡이 설계에 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] 정기효, 권오채, 유희천 (2007). Design Structure Matrix를 활용한 인체측정학적 제품설계 방법. *대한인간공학회*, 26 (3), pp. 111~115.
- [2] Fransson, C., and Winkel, J. (1991). Hand strength: the influence of grip span and grip type. *Ergonomics*, 34 (7), pp. 881-892
- [3] Gordon, C. C., Bradtmiller, B., Churchill, T., Clauser, C., McConville, J., Tebbetts, I., and Walker, R. (1988). 1988 Anthropometric Survey of US Army Personnel: Methods and Summary Statistics (Technical Report NATICK/TR-89/044), US Army Natick Research Center: Natick, MA.
- [4] Kong, Y.-K., and Lowe, B.D. (2005). Evaluation of handle diameters and orientations in a maximum torque task. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35, pp. 1073-1084.
- [5] José G.H., Stella H., Alfons J., Roberto P., Beatriz N., Sandra A., Enrique A., & Juan C.G. (2005). The MORFO3D Foot Database, *Lecture Notes in Computer Science*.
- [6] Oh, S. and Radwin, R.G. (1993). Pistol grip power tool handle and trigger size effects on grip exertions and operator preference. *Human Factors*, 35 (3), pp. 551-569.
- [7] Yeow, P.H.P. and Sen, R.N. (2003). Quality,

productivity, occupational health and safety and cost effectiveness of ergonomic improvements in the test workstations of an electronic factory. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 32 (3), pp. 147-163.