

최 인 려 교수지도
박사학위청구논문

의복구성 실습용 작업대의 효율적
작업 한계면과 높이에 관한 연구

2005

성신여자대학교 대학원
의류학과
방 혜 경

의복구성 실습용 작업대의 효율적 작업 한계면과 높이에 관한 연구

최 인 려 교수지도

이 논문을 박사학위논문으로 제출함

2004년 11월

성신여자대학교 대학원
의류학과
방혜경

인 준 서

방혜경의 박사학위논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

성신여자대학교 대학원

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 끊임없는 충고와 세심한 지도로 이끌어 주신 최인려 교수님께 깊은 존경과 감사를 드립니다. 18년이란 긴 시간 동안 학문적 지도뿐 아니라 인생의 선배님으로 늘 격려해주시고 이끌어주신 은혜를 깊이 간직하겠습니다.

부족한 제 논문을 받으시고 바쁘신 시간 중에도 아낌없는 조언과 많은 지도를 해주신 서미아 교수님, 한명숙 교수님, 이명희 교수님, 임영문 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

또한 제 논문에 관심과 지도를 보내주신 이순홍 교수님, 심화진 교수님, 양취경 교수님, 이승희 교수님과 여러 선배님들, 동료, 후배님들께도 감사의 마음을 전합니다.

오늘이 있기까지 늘 사랑과 이해로 저를 돌봐 주시는 양가 어머님과 이 논문이 결실을 맺기까지 항상 저의 든든한 버팀목이 되어준 남편에게 사랑과 감사를 드립니다. 늘 바쁜 엄마를 이해하고 사랑해 주는 저의 작은 천사들, 나경과 혜령에게도 감사와 사랑을 전하고 싶습니다.

끝으로 저에게 늘 도전할 수 있는 용기와 꿈을 가질 수 있도록 해주신 아버지 영전에 이 논문을 바칩니다.

논문개요

각 대학의 실험, 실습실의 작업대들은 사용 학생들의 신체 치수에 적합하게 제작되어진 것이 아니며 특별히 규격화되어 정해진 규정도 없는 상태로 일반적인 강의용 책상의 높이와 같은 작업대가 그대로 사용되는 경우가 많은 실정이다. 학과의 특성 상 실습이 많은 의류학과 의 경우 의복구성실에서 사용되는 작업대는 사용 학생들의 신체 치수와 상당히 부적합하여 사용상 불편을 겪고 있는 실정이다.

본 연구에서는 의복구성실 입식 작업대의 불편한 점을 개선하고 일의 집중도를 높여주고 피로를 감소시킬 수 있는, 인체 측정학적으로 적합한 작업대 제작에 도움이 되고자 의류 전공학생들의 키와 키에 대한 신체의 비율을 이용하여 보다 효율적이고 적절한 작업 공간 한계면과 작업대 높이의 범위를 제시하는 것에 그 목적을 두고 있다.

작업 한계면과 작업대 높이를 산정하기 위하여 연구 대상자들의 키, 어깨 높이, 팔꿈치 높이, 손목 높이, 손끝 높이를 직접 측정하여 키에 대한 신체의 비율을 계산 하였다. 연구 대상자들의 가장 많은 수를 포함하는 최단 구간인 5th%ile과 95th%ile의 자료를 사용하여 각각의 원의 방정식을 구하고 두 원의 방정식을 연립 계산하여 작업 한계면에 대한 결과를 얻었다. 또한 팔꿈치 높이를 기준으로 작업면 높이를 산정한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 작업 한계면은 97.92cm 높이 아래에서는 95th%ile의 원의 방정식에 의하여 최대 도달 한계면이 한정되고, 97.92cm 보다 위의 높이에서는 5th%ile의 원의 방정식에 의하여 최대 도달 한계면이 한정된

다. 또한 실습실 내의 모든 작업도구는 68.36cm 아래에 위치해서는 안 된다. 68.36cm 보다 아래에 위치하는 경우 작업자는 비정상적인 자세로 도구를 취급하게 된다.

2. 작업대의 높이는 연구 대상자의 5th%ile의 경우 102.11cm, 95th%은 116.55cm가 적절한 높이로 나타났다. 그러므로 작업대는 102~117cm 사이를 가변적으로 움직이는 작업대의 높이가 가장 적합하다는 결론을 얻었다. 본 연구에서 작업대 높이 산정 시, 사용자의 신발 높이를 2.5cm 로 정하여 포함시켜 산정하였다.

3. 현재 각 대학에서 사용되고 있는 작업대 높이는 73~81cm 범위로 사용 학생들의 신체 치수에 비하여 지나치게 낮아 신체 여러 부위의 통증과 피로의 누적으로 능률이 저하되는 문제점이 있다고 볼 수 있다. 더불어 작업 동기를 저하시키고 작업의 실수를 유발시킨다 하겠다. 국민 표준체위 값으로 산정한 작업면 높이는 99.5~111.7cm 로 현재 사용되고 있는 작업대의 높이가 국민 표준체위의 작업대 높이보다도 현저히 낮음으로 더욱 문제가 된다고 생각된다.

4. 작업대 위 수평선상에 위치하게 될 도구들은 58.42cm 이내에 위치하여야 한다. 작업대 상의 수평 한계면은 5th%ile의 원의 방정식의 범위 내로 제한되기 때문이다.

5. 각 대학의 작업대는 일반적으로 2명이 한 작업대를 사용하고 있는 실정이다. 작업 공간에서 적절한 최소 이격 거리가 120cm이므로 2명이 사용하는 작업대의 크기는 최소 240cm는 요구 된다. 그런데 현재 사용되고 있는 작업대의 가로 길이가 가장 긴 경우에도 228cm이므로 사용자 간의 심리적 불편함과 육체적 피로를 유발 시킬 수 있으므로 개선이 요구된다.

목 차

논문개요

I. 서론.....	1
II.이론적배경.....	4
1. 인간공학과 인체측정학의 이론.....	4
2. 작업공간과 작업면 높이.....	17
III.연구방법.....	24
1. 인체측정 방법.....	24
2. 작업대 측정 방법.....	25
3. 작업 한계면 산출 방법.....	26
4. 작업면 높이 산정 방법.....	28
IV.연구결과 및 고찰.....	29
1. 적합한 작업 한계면.....	29
2. 효율적 작업대 높이.....	38
3. 국민 표준체위와의 비교.....	42
V. 결론 및 제언.....	47

참고문헌

ABSTRACT

List of Table

Table 1. Recommendations for seated work–surface height for various types of task.....	19
Table 2. KS G 2010–Table for Educational Institutions(cm)...	20
Table 3. Recommended standing work–surface heights for three types of task.....	22
Table 4. Standard distance of measured parts on body.....	24
Table 5. Multiplication factors for percentile calculation.....	27
Table 6. Statistics and percentiles of measured parts on body (cm).....	29
Table 7. Height on part of body(cm).....	31
Table 8. Length on part of arm(cm).....	31
Table 9. Real measured values body size on elbow height (cm).....	38
Table10. Recommended work desk height for standing work (cm).....	39
Table11. Dimensions of work desks which are used in universities(cm).....	40
Table12. Comparison of real measured values and statistics for Korean national standard body size(cm).....	42
Table13. Necessary values for circle's equation on Korean national standard body size(cm).....	43

List of Figure

Figure1. Recommended work surface height for standing work.....	21
Figure2. Body dimensions.....	25
Figure3. Maximum reach limits by an arc that is located at the shoulder center-of-rotation.....	26
Figure4. Link lengths of body segments by proportion of stature.....	30
Figure5. Coordination of maximum reach limits on 5th percentile.....	33
Figure6. Coordination of maximum reach limits on 95th percentile.....	34
Figure7. The "no trunk flexion" reach envelope by simultaneous solution of the 5th percentile and 95th percentile reach limits.....	35
Figure8. The "no trunk flexion" reach envelope of the 5th percentile and 95th percentile reach limits on real measured values and statistics for Korean national standard body size.....	44
Figure9. Shoulder height and arm length on real measured values and Korean national standard body size.....	45
Figure10. Comparison between real measured values and Korean national standard body size on work surface height...	46

I. 서론

작업 공간의 설계 시 작업 공간 한계면은 디자인 대상물의 특성이거나 사용자 측면을 고려하여 작성되어야 하는 것이 기본이다. 이는 곧 작업 공간이 인간공학적으로 설계되어야 한다는 의미로, 인간공학적으로 설계된 작업대는 일의 집중도를 높여주고 피로를 줄이며 사고율을 감소시킨다. 이 설계의 기본은 인체측정학(anthropometry)적 설계로, 인체의 자연적 크기에 적합한 방식으로 작업대를 설계하는 것이다. 그러나 문제는 작업자들의 신체 치수가 작업장별, 작업 유형별로 다양하여 일률적인 지침이나 수치를 제시하고 적용하기에는 어려움이 있다는 점이다.

특히, 각 대학의 실험, 실습실의 경우 대부분 실험이나 실습의 종류가 사용 학생들의 신체적 조건을 고려하여 설계되기보다는 일반 강의실의 책상 높이와 같은 작업대와 의자 그대로 사용되고 있는 실정이라 볼 수 있다. 문재호 등¹⁾의 연구에 따르면 자신의 체격에 맞지 않는 책상과 의자를 장시간 사용 할 경우 신체에 막대한 지장을 초래하여 척추 측만증 및 척추 전·후만증 등의 주요 원인이 될 가능성이 높다고 보고하고 있다. 학과의 특성 상 실습이 많은 의류학과의 경우, 의복구성실에서 사용되는 재단·제도용 작업대는 학생들의 신체 치수와 부적합하여 능률적인 실습 교육이 이루어지기 힘든 상황이다. 뿐만 아니라 각 대학의 의복구성실의 작업대들은 대부분 처음 의복구성실이 조성될

1) 문재호 외, “한국 여고생의 척추변형에 대한 조사,” *대한재활의학회지*, 19(4),1995, pp. 846~852.

당시 구매되어 현재까지 사용되고 있는 형편이므로 학생들의 신체 발달에 비하여도 현저히 뒤쳐진다고 볼 수 있다.

현재까지 선행된 연구들을 살펴보면 학생용 책상과 의자에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있어 박수찬 등²⁾, 송수만과 백남원³⁾, 정화식⁴⁾ 등이 학생들의 체격 향상과 체형 특성에 따라 학생용 책상 및 의자에 대한 한국 산업규격인, KS G 2010에 대한 적절한 개정이 필요함을 강조하고 있다. 그러나 대부분의 선행 연구들은 학생(초·중·고등학교)들이 사용하는 책상과 의자에 대한 연구들에 국한되어 있어 앉은 작업 상태에 대한 결과들만이 보고 되고 있는 실정이다. 지순덕과 김채복⁵⁾의 연구에서는 작업대 높이에 대한 평가가 보고 되어 있으나 이는 중학교 학생용 작업대에 국한되어 있다. 또한 한국 산업규격에도 중·고등학생을 위한 피복 실습대에 대한 규정인 KS G 4014와 초·중·고등학생용 이과용 실습대 규정인 KS G 4012, 공예용 실습대 규정인 KS G 4015만이 명시되어 있을 뿐 대학의 실험·실습용 입식 작업대에 대한 규격의 제시는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 의복구성실에서 사용되고 있는 입식 작업대의 작업상 불편한 점을 개선하고자 의류학 전공 학생들의 키와 키에 대한 신체의 비율을 이용하여 원의 방정식의 교점을 구하는 방법을 토대로 보다 효율적이고 적절한 작업 공간 한계면을 설정 할 수 있는 방법과 적절한 작업면 높이의 범위를 제시하고자 한다. 또한 현재 사용되고

-
- 2) 박수찬, 김진호, 김철중, “학생용 책상 및 의자 설계를 위한 선호높이와 불편 인식 범위에 관한 연구,” *대한 인간공학회지*, 14(2), 1995, pp. 41~50.
 - 3) 송수만, 백남원, “일부 초·중·고등학교 학생들의 책상과 의자 사용에 대한 인간 공학적 조사 연구,” *대한보건협회지*, 16(2), 1990, pp. 111~123.
 - 4) 정화식, “조절 가능한 학생용 책상과 의자의 인간공학적 설계 및 평가,” *대한 인간공학회지*, 20(1), 2001, pp. 15~29.
 - 5) 지순덕, 김채복, “신체 특성을 고려한 중학교 학생용 작업대 높이에 대한 평가,” *한국기술교육학회지*, 3(2), 2003, pp. 93~106.

있는 작업대 높이를 측정하여 불합리적인 점을 파악하고 대다수의 사용 학생들에게 적합한 작업대의 높이를 제안하고자 한다. 본 연구에서 제시하는 방법론을 이용하여 산정된 작업 한계면과 작업면의 높이를 의복구성실의 입식 작업대 제작에 적용하면 인체 공학적으로 적합한 작업대가 제작 될 수 있을 것이다. 더불어 본 연구에서 제시되는 방법론은 사용자들의 기본 신체치수만 확보된다면, 다양한 작업장에 대한 효율적 작업 공간 설계의 지침이 될 수 있을 것이다.

II. 이론적 배경

1. 인간공학과 인체측정학의 이론

1) 인간공학

인간공학은 Human Factors 또는 Ergonomics라고 표기한다. Human Factors는 미국을 중심으로 사용되고 있다. 미국의 초기 인간공학은 심리학의 일부로 생각되어져 Engineering Psychology로 불리다가, Human Engineering으로 불려졌다. 이후 인간요소의 중요성이 인식되면서 Human Factors Engineering으로 바뀌었으며 현재는 Human Factors로 불려지고 있다.⁶⁾

Ergonomics는 희랍어인 ergon(work)과 nomos(laws)의 합성어로 작업의 법칙(law of work)이라는 뜻으로 말 그대로 해석하자면 작업을 연구하는 학문이다.

인간공학은 일과 일상생활에서 사용하는 제품, 장치, 설비, 절차 및 환경 등이 어떻게 상호 작용을 하는가에 초점을 둔다. 즉 인간공학은 인간과 사물의 설계가 인간에게 미치는 영향에 중점을 둔다.

인간공학에는 두 가지 중요 목적이 있다. 첫째는 일과 활동을 수행하는 효능과 효율을 향상시키려는 것으로, 사용 편의성의 증대, 오류 감소, 생산성 향상을 포함한다. 두 번째 목적은 바람직한 인간 가치를

6) 심부자, *피복 인간공학*, (서울 : 교문사, 1996), p. 21.

향상 시키고자하는 것으로 안전성의 개선, 피로와 스트레스 감소, 쾌적감 증가, 사용자의 수용성의 향상, 작업 만족도의 증대, 그리고 생활의 질적 개선 등이 포함된다.7)

주된 접근 방법으로는 사물의 설계와 그것의 사용 절차, 환경에 인간의 능력, 한계, 특징 등에 관한 정보를 체계적으로 적용하는 것이다. 인간공학의 중심이 되는 주제는 작업의 환경과 조건, 설계를 인간에게 최적화 하는 것이라 할 수 있다.

인간공학의 초점, 목적, 접근 방법의 필수 요소를 조합하여 인간공학을 정의하면 다음과 같다. ‘인간공학은 인간의 행동, 능력, 한계, 특성 등에 관한 정보를 발견하고 이를 도구, 기계, 시스템, 과제, 작업, 환경의 설계에 적용하므로 인간이 생산적이고 안전하며 쾌적하고 효과적으로 이용할 수 있도록 하는 것이다.’ 8)

(1) 인간공학의 역사

인간공학 분야의 발달은 기술의 발달과 관계가 있다. 미국에서 1911년에 Fredrick W. Taylor가 「과학적 관리법의 원리」라는 책을 낸 것이 인간공학의 시작이라고 볼 수 있을 것이다.

초기 인간공학의 절실한 필요성을 느끼고 있는 곳은 미국 육·해·공군이였다. 육군에서는 쿼터마스터 기후 연구소(Quartermaster Climate Research Lab)에 의하여 남녀 군인의 인체측정을 했는데, 이 데이터를 기초로 극한 지역의 복장, 철모 등의 설계를 하였다.9)

7) M. S. Sanders and E. J. McCormick, *Human Factors in Engineering and Design*, 7th ed. (N.Y : McGraw-Hill, 1993), p. 4.

8) Ibid., p.5.

9) 권영국, *산업인간공학*, (서울: 형설출판사, 1996), p. 24.

1945년 미국 공군과 해군에 의해서 공학심리(engineering psychology)연구소가 설립되었다. 1949년 영국에서 Ergonomics Research Society (현재 Ergonomics Society)가 설립되고, 「Applied Experimental Psychology : Human Factors in Engineering Design」(Chapanis, Gamer and Morgan, 1949)이라는 인간공학 관련 책자가 처음 출간되었다.

1959년 국제 인간공학 협회(IEA)가 세계 여러 나라에 있는 인간공학학회를 연결시키기 위하여 조직되었고, 그 후 3년마다 국제회의가 세계 각처에서 개최 되고 있다.¹⁰⁾

1960년대 까지 미국의 인간공학은 군수 공업 단지에 집중되어 있었으나 우주 진출에 대한 경쟁이 시작되고 유인 우주선이 발사되면서 인간공학은 우주 계획의 중요 부분이 되었다.

1980년대 미국 내의 인간공학은 군사와 우주 분야를 넘어서 적용 범위가 확대되었다. 산업체들은 작업장 및 제품의 설계에서 인간공학의 중요성과 기여도를 인식하기에 이르렀다.

컴퓨터 혁명은 인간공학이 대중적 관심을 얻도록 가속화 시켰다. 1980년 초기에는 1979년 Three Mile Island 원자력 발전소의 사건 이후 원자력 산업에서 인간공학의 역할이 예리한 관심사가 되었다. 미국의 핵 규제협회(Nuclear Regulatory Commission)는 모든 원자력 제어실은 인간공학적 검열을 실시하라고 명령하였다.

인간공학이 급속한 성장을 보이며 관여하기 시작한 또 다른 분야는 제품 책임 또는 제조물 책임(Product Liability)에 대한 소송 분야였다.¹¹⁾

인간공학이 확대될 영역으로는 의료 기구의 설계와 노인용 제품과

10) Ibid., p. 25.

11) Ibid., p. 26.

시설의 설계에 관한 분야들을 들 수 있다. 인간공학은 생활과 노동의 질의 개선에 기여하고, 생산성과 안전성의 문제를 넘어서 만족, 행복, 위엄과 같은 보다 무형적 기준을 포괄하는 문제에 기여하게 될 것이다.

우리나라의 경우, 1982년에 설립된 대한 인간공학회는 현재 500여 명 이상의 회원을 가지고 있으며, 산업공학과, 의상학과, 산업디자인학과, 공군사관학교 등의 교수들과 학생 그리고 여러 기업체와 연구소의 회원들로 구성되어 있다.

선진국에 비해 30여년을 뒤졌으나 앞으로 우리나라에서의 인간공학은 선진국에서의 예와 비슷한 양상으로 전개되어 나가고 발전할 것으로 생각된다.

(2) 인간공학 연구 방법

인간공학은 대부분 경험 과학이다. 인간공학의 중심 접근 기법은 인간의 능력과 행동에 관한 정보를 인간이 사용하는 물건, 설비, 절차, 환경의 설계에 적절히 응용하는 것이다. 인간공학의 연구에서는 인간을 피검자(Subject)로 사용하므로 여기에 초점을 맞추기로 한다. 그러나 인간공학 연구가 모두 인간 피검자만을 다루는 것은 아니다.

인간공학 연구는 일반적으로 세 유형, 즉 조사 연구, 실험 연구, 평가 연구로 나눈다.¹²⁾ 실제로는 명확하게 이 중 하나에만 국한되는 경우는 드물고, 대개는 특정 요소가 한 가지 이상의 연구 유형과 관련된다.

12) M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op. cit., p. 24.

조사 연구(Descriptive Study)는 집단의 속성에 관한 특성을 연구한다. 조사 연구는 인간공학에서는 설계 결정의 기본이 되는 여러 가지 기초 자료를 제공하기 때문에 매우 중요하다. 또한 해결 방안을 제시하기에 앞서서 문제의 크기와 범위를 평가하기 위해서도 조사 연구를 수행한다.¹³⁾

실험 연구(Experimental Research)는 어떤 변수가 행동에 미치는 영향을 시험하는 것이 목적이다. 실험연구에서 일반적인 관심의 대상은 한 변수가 행동에 미치는 영향과 그 영향의 방향이다.¹⁴⁾

평가 연구(Evaluation Research)는 '어떤 것'의 영향 평가가 목적이라는 점에서는 실험 연구와 유사 하지만, 이 때의 '어떤 것'은 대개 시스템이나 제품이다. 평가 연구는 실험 연구보다 일반적이고 포괄적이다. 시스템이나 제품을 평가할 때는 그 목표와 비교하는데, 의도한 결과와 의도하지 않았던 결과를 동시에 평가해야 한다. 평가 연구에서는 대부분 편익-비용 분석을 한다. 이 평가 연구는 인간공학 전문가들이 자신이나 타인의 설계의 '양부(良否)'를 평가하고 수집한 정보에 기초하여 개량을 제안하는 영역이다.¹⁵⁾

인간공학의 궁극적 목적은 작업자의 특정한 잠재력을 극대화 할 수 있는 방법을 모색하는 것이다. 그러므로 인간공학은 인체의 치수와 밀접한 관계를 갖고 있다. 인체에 적합한 공간이나 장비가 제공되기 위해서는 인체측정 자료가 필요하다. 현대의 인체측정학은 인간공학의 일부로 인식되어 상업 제품이나 설비, 차량, 의복 등을 디자인하고 설계하는 데에 필수적인 고려 요소가 되고 있다.

13) Ibid.

14) C. D. Wickens, S. E. Gordon and Yili Liu, *An Introduction to Human Factors Engineering* (N. Y. : Logman, 1996), p. 15.

15) M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op. cit., p. 25.

2) 인체측정학

인체측정학은 인체의 물리적 조형과 부피 그리고 근력과 관련한 속성을 측정하고 응용하는 과학이다. 또는 개인이나 집단에 있어 인체 측정에 관한 차이점에 대하여 연구하는 과학을 인체측정학이라 한다.

인체측정학의 어원을 살펴보면 인간을 의미하는 'Anthropos' 그리고 측정 혹은 치수와 관계있는 'Metrikos'의 합성어이다. 인체공학적인 인체측정학의 주 연구 대상은 인체의 크기, 비례, 운동성, 힘 등의 인체를 물리적으로 규명하는 요소들이다.¹⁶⁾

인체측정학은 지질학등과 같이 역사 과학(Historical Science)의 성격을 띠고 있다. 이것은 대륙이 눈에 띄지 않게 천천히 움직이는 것처럼 인간도 시간이 지나면서 서서히 변하기 때문이다. 인체측정 조사는 일종의 역사적 활동으로서 새로운 조사에서 얻어진 자료는 항상 이전의 자료와 비교되며, 이로써 인간의 미시적 진화(Microevolution)를 추적하고 예견할 수 있다.

인체측정 자료는 시스템, 생산품, 기계 그리고 도구 등이 사용자에게 적합하도록 일반적인 설계의 표준을 만들 수 있게 해준다. 우리의 신체를 올바르게 파악하는 일은 산업제품 설계에 있어서 가장 중요한 기초 자료가 된다. 인체측정 자료의 기본 응용 영역은 운송 기기, 작업 공간, 주거 공간, 설비, 제품, 도구, 의류, 보호 용구, 노약자 및 장애인 시설 등 매우 광범위하여 거의 모든 산업 제품의 개발에 걸쳐져 있다.

지금까지의 인체측정 자료는 주로 인체의 모식도에 치수를 기입하는 다이어그램과 도표의 형태를 취하고 있다. 우리나라에서는 1979년도부터 공업진흥청 한국표준과학 연구원의 주도로 5년에 1회씩 국민 표

16) 이재환, *인체와 산업디자인*, (서울: 조형사, 1996), p. 7.

준체위 조사라는 제목으로 인체 측정을 실시하고 있고 이 자료가 국내 인체측정 자료의 기본이 되고 있다. 2003년부터 2004년에 걸쳐 산업자원부 기술표준원에서 Size Korea라는 제목 아래 제5차 한국인 인체 치수 조사 사업을 진행하고 있다.

(1) 인체측정학의 역사

인류는 오래 전부터 인체규격에 많은 관심을 가지고 있었다. 이 분야의 개척자는 벨기에의 수학자 퀘틀레트(Quetlet)이며, 1890년 「인체측정(Anthropometrie)」이 발간됨으로써 이 분야의 창시자뿐만 아니라 인체측정이라는 용어를 처음 만든 사람이 되었다.¹⁷⁾

원천적 의미의 인체측정학은 이미 200년 이상의 역사를 가지고 있으며 과거에는 주로 인간의 종족이나 민족을 구분하거나 범인의 식별, 의학적 진단 등에 이용되어 왔다. 그러나 대체로 19세기까지의 인체측정 자료는 단순히 인류학적, 생리학적 성격을 띠고 있는 것이었으며, 산업공학이나 디자인에 응용하기 위한 체계적인 자료는 아니었다.

인체측정학의 발달은 인간공학과 거의 맥락을 같이하며 그 자료의 축적은 인간공학 연구의 기본 토대를 마련해 주었다. 인체측정학도 산업혁명과 제 2차 세계대전을 거쳐 보다 더 많은 필요성을 갖게 되었고, 특히 2차 대전을 전후하여서는 적극적인 군사적 요구에 의해 비행기 조종대(Cockpit)와 비행복을 개발하는데 중추적 역할을 하는 등 많은 발전이 있었다.

17) Ibid.

(2) 인체측정 방법

인체측정 방법에는 직접 측정법(Direct Methods)과 간접 측정법(Indirect Methods)으로 나뉜다. 직접 측정법에는 피측정자의 신체나 의복의 표면을 재는 접촉법(Contact Methods)과 측정 장소에서 바로 광학장비의 측정치를 눈으로 확인하는 광학법(Optical Methods)이 포함되고 간접측정법은 기본적으로 신체가 발산하거나 반사하는 전자기파 또는 음파를 기록하는 방식이다.¹⁸⁾

최근에는 컴퓨터나 반도체의 기술적 진보와 화상 처리 과정과 알고리즘(algorithm)의 축적에 대한 진보와 함께 3차원 측정 방법이 발달되고 있다.¹⁹⁾

가) 직접 측정법

직접 측정법은 오류의 가능성이 높으므로 세계적인 표준 방식을 정하기 위해 많은 연구들이 있어왔다. 가장 대표적인 방법으로 Martin식 인체 측정법이 있으며 국제적 표준이 되는 측정 도구인 Martin식 인체 측정기와 피하 지방계, 각도계, 체중계 그 외 보조 용구를 사용하여 측정하는 방법이다.²⁰⁾

나) 간접 측정법

간접 측정법은 인체의 복잡한 형상을 파악할 수 있는 방법으로 최근에는 간접 측정법의 연구가 활발해져 인체의 자동 측정 시스템의 개발과 패턴 메이킹 및 의복 제작과정의 과학적 접근을 위한 기

18) 이재환, Op. cit., p. 10.

19) 이영숙, “체형 연구를 위한 3차원 인체 측정 방법의 유용성,” *한국생활환경학회 춘계 학술 발표지*, 1997, p. 56.

20) 이순원 외. *의복체형학*, (서울 : 교학연구사, 2002), p. 47.

초 연구로 활용되고 있다.²¹⁾

간접 측정법에는 입체 사진법(Stereophotogrammetry), 실루엣터(Silhouetter)법, 모아레(Moirë)법, Multiplex Projector를 이용한 방법, Color Tape 투영법, Cytographometer에 의한 방법 등이 있다.²²⁾

다) 3차원 측정법

3차원 인체 측정 방법은 인체에 접촉 없이 광학적 특성을 이용하여 인체의 3차원 형상 정보를 얻어 내는 방법이다. 일반적으로 3차원 인체 측정기는 레이저(laser)측정 방식과 White Light 투사 방식으로 나눌 수 있으며, 기본 원리는 광선 투사 거리와 투사 각도를 이용한 광 삼각방식(optical triangulation)에 의하여 3차원 좌표를 구하는 것이다.²³⁾

(3) 인체 측정학과 개인 공간

개인공간이란 개인 신체 주변에 가까운 영역이라 정의될 수 있을 것이다. Argyle(1975)의 보고서에 따르면 아랍계의 사람들은 유럽이나 북미 사람들에 비해 훨씬 더 가깝게 대화하고 생활한다고 기술하고 있고 라틴계의 미국인들과 아시아인들은 위의 집단과 비교하여 중간정도의 개인 생활공간을 가지고 생활한다고 언급하고 있다. 개인 공간 침범으로 인한 스트레스의 정도는 내용에 따라 그 정도가 달라질 것이

21) Ibid., p. 60.

22) 권영국, Op. cit., p. 100.

23) 남윤자, 최경미, “3차원 인체측정 기술의 의류산업에의 활용,” *섬유기술과 산업*, 6(34), 2002, p. 218.

다.²⁴⁾

개인공간은 무엇인가를 디자인함에 있어서 순수한 치수측정은 물론 추가적으로 중요한 고려대상이 된다. 특히 작업 공간 디자인에서 개인 공간의 적절한 확보는 개인의 기분의 안락함 및 육체적 피로도와 불편함의 감소를 통해 작업의 능률 및 작업 결과물의 질적 향상을 가져오에 있어 필수적인 조건이 될 것이다.

(4) 인체 측정학 자료의 활용

인체 측정 자료를 해석하고 적용의 단계로 옮기기 위해서 가장 기초가 되는 것이 백분위수(percentiles)를 이해하고 백분위수에 의해 정리 표시된 값과, 통계적인 분포와의 상관관계와 의미를 명확히 이해하는 것이다.

일반적으로 인체 측정학에서 수집되거나 측정된 자료는 모집단의 크기가 커짐에 따라 정규분포를 따른다고 가정한다. 백분위수의 정의에 따르면 여러 사람들을 키의 크기 순으로 정렬했을 때, n%의 사람들이란 n백분위수보다 그 크기가 작은 것을 의미한다. 백분위수를 사용할 때 이론적으로 가장 좋은 방법은 주어진 데이터 집단에 대하여 1백분위수부터 100백분위수까지 값을 세분화하여 사용 하고 디자인에 적용하는 것이다. 그러나 이러한 접근 방법은 종종 비용적인 면과 활용적인 면에서 상당한 낭비와 비효율성을 초래하곤 한다. Bittner²⁵⁾, Robinette과 McConvill²⁶⁾, Pheasant²⁷⁾ 등 이미 많은 선행 연구자들

24) M. Argyle, *Bodily Communication* (London : Methuen, 1975) : R. S. Brider, *Introduction to Ergonomics* (N.Y : McGraw-Hill,1995), p. 91. 재인용.

25) A. C. Bittner, *Reduction in User Population as the Result of Imposed Anthropometric Limits : Monte Carlo Estimation* (Point Magu : Naval Missile Center,1974) : M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op. cit., p. 422. 재인용.

이 특별한 경우(특수 목적이나 특수 집단만을 위한 설계 등)를 제외하고는 5th%ile과 95th%ile를 아래 위의 상한선으로 설정하는 것이 가장 적절하다고 밝히고 있다. 그 이유를 살펴보면 다음과 같다. 인체 측정학에서 어떤 종류의 데이터가 제공되었을 때, 그 데이터의 90%라 함은 5th%ile과 95th%ile 사이에 있는 데이터들을 의미한다. 그러나 수학적으로 90%라 함은 2nd%ile과 92th%ile 사이에 있는 데이터들이나 3th%ile과 93th%ile 사이의 데이터들로 같은 의미를 내포하게 된다. 그러나 모집단이 정규분포를 따른다고 하면, 모집단에 대하여 같은 의미를 가지는 90%의 범위 중에서 5th%ile과 95th%ile 사이의 범위가 가장 많은 데이터를 포함하는 최단 구간이 된다. 그러므로 작업 공간의 설계에 있어 5th%ile과 95th%ile 사이에 있는 값들을 기준으로 하는 것이 일반적이다.

인체 측정 자료를 설계에 응용할 때에는 극단적 개인용 설계, 가변적 설계, 평균설계와 같은 일반적 원리가 적용된다.²⁶⁾

극단적 개인용 설계에서는 설계 특징이 최대 집단치가 모든 사람에게 맞는 것이면 이 수치를 사용하여 설계하는 것이 적절한 전략일 수 있다. 예를 들면 문틀의 높이, 지지 장치의 강도 등이 있다. 한편 최소 집단 치로 설계하는 것이 적절한 전략일 때도 있는데, 제어 버튼과 조작자 사이의 거리, 제어 장치 조작에 필요한 힘 등은 최소치를 모든 사람들에게 맞추어야 하기 때문이다.

가변적 설계는 사용자 개인에게 맞추어 조정하도록 설계할 수 있는

26) K. Robinette, J. McConville, "An alternative to percentile models." *SAE Tech. Paper Series No. 810217* (Warrendale : Society of Automotive Engineers, 1981) : M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op. cit., p. 422. 재인용.

27) S. Pheasant, *Bodyspace : Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*, 2nd ed.,(London : Taylor & Francis, 1996), p.17.

28) M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op. cit., p. 420.

것이 있다. 이러한 설비의 설계에서는 일반적으로 관련 집단 측정치의 여성의 5th%ile 및 남성의 95th%ile 범위에서 조정하도록 하는 것이 실질적이다.

평균 설계는 극단적 설계가 부적절 하거나 가변적 설계가 비현실적인 작업의 경우 사용하게 된다. 그러나 평균치에 맞추어 설계 시에는 상황을 주의하여 검토하여야 하며, 단순히 쉬운 방법이기 때문에 선택하는 경우에는 유의하여야 한다.

(5) 인체 측정학과 인간의 진화

인체 측정학을 활용함에 있어 중요하게 고려해야 하는 사실은 사람은 진화하고 있어서 완성된 설계가 영원할 수는 없다는 것이다. 인간은 지난 150년 동안 많은 변화가 있었다라고 인류학자들은 주장한다. 예를 들어, 최근 증가하는 경향은 약해졌지만 미국과 영국의 국민들은 과거 150년 동안 매 10년마다 신장이 평균 1cm씩 증가했다고 하고 인종에 따라 그 증가율은 편차가 있다고 한다.²⁹⁾

인체 측정치는 나이, 성별, 종족에 따라 다르다. 연령의 경우 키와 관련된 치수는 일반적으로 10대 후반에서 20대 초반까지는 커지며 장년층에는 비교적 일정하고, 중년에서 노년에 이르면서 줄어든다.³⁰⁾ 일반적으로 직업에 따라서도 신체 치수에 차이가 생긴다. 직업적 차이가 생기는 것은 높이나 무게의 제약, 작업 중 육체적 활동의 양, 실제적 또는 사회학적 이유로 인한 적응자의 자가 선택(Self-selection) 등의 인자 때문이다.³¹⁾

29) R. S. Bridger, Op. cit., p. 93.

30) H.W. Stoudt, "The anthropometry of elderly," *Human Factors*, 23(1) (1981), pp. 29-37.

일반적으로 인체 측정학자들은 평균적 신체치수 또는 이상적인 신체 형태에 관한 개념은 점차 그 타당성을 잃어갈 것이라고 언급하고 있고 디자이너들은 사용자들 개개인 모두의 신체 치수가 틀리기 때문에 다양한 사용자들에 대한 설계를 항상 염두에 두어야 한다고 역설하고 있는 것이 최근의 동향이다.

또한 예전에는 인체측정학의 모든 연구 내용이 인류학자, 인체 해부학자 또는 인간 공학자들에게 한정된 영역이었으나 현재는 건축가나 실내 디자이너에게 보다 많이 이해되고 실제로 실내의 생활공간에 적용되어야 할 것이다.³²⁾ 이는 곧 생활공간 내에서의 일상적 작업이나 학교, 실험실, 작업장 등에서의 작업공간의 설계에 인체측정학의 자료가 적용되어야 함을 나타낸다.

31) M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op, cit., p. 416.

32) 임연웅, *디자인 인간공학*, (서울 : 미진사, 1994), p. 171.

2. 작업 공간과 작업면 높이

1) 작업 공간

인체의 측정 자료를 사용하여 작업 공간을 설계 시 고려하여야 할 요건이 ‘작업 공간 한계면(Work-space Envelope)’이다. 한계면(Envelope)이란 인간이 차지하는 공간이나 인간의 활동으로 미칠 수 있는 영역에 대하여 3차원적으로 형상화 시킨 것을 의미한다. 한계면 기법은 기능적 임무를 수행하는데 필요한 공간이나 공간 확보에 필요한 조건 등을 시각화 시켜준다.³³⁾

한계면의 개념에는 첫째 도달 한계면(Reach Envelope)과 둘째 허용 공간 한계면(Clearance Envelope)의 두 가지의 개념이 있다. 첫째, 도달 한계면은 일반적으로 5th%ile의 사람이 작업을 행할 때의 손끝의 운동이 이루는 공간면의 모음이다. 둘째, 허용 공간 한계면은 신체 주위를 둘러싸는 보자기와 같은 형태를 취하고 있으며 이 공간 내에는 구조물, 배선 혹은 기타 조정물을 배치하지 말아야하는 공간을 규정하고 있다.

기도형 등³⁴⁾은 관절의 움직임을 포함하는 3차원적 작업 공간에 대하여 그들의 연구에서 보여주고 있다. 이 연구에서 나타난 작업 공간은 상반신과 하반신의 분리되어진 작업공간을 보여주며, 하반신의 허용 공간 한계면은 발의 동작 범위를 기준으로 하여 작업공간을 나타내 준다.

33) M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op, cit., p. 424.

34) 기도형, 정의승, 정민근, “작업장 설계 및 평가를 위한 Reach Volume의 생성,” *대한인간공학회 학술대회 논문집*, 1권, pp. 18~27.

2) 작업면 높이 (Work-Surface Height)

작업으로 인하여 허리, 목, 어깨의 통증을 경험한 사람이라면 작업면의 높이가 때문에 이러한 통증이 유발된다는 것을 입증 할 수 있다. 작업면이 너무 낮으면 허리를 많이 구부려야 하고, 너무 높으면 어깨를 편안한 상태보다 더 올려야 하므로 어깨와 목이 불편하게 된다.

작업면 높이는 테이블, 데스크, 카운터 등의 상면과 바닥으로부터의 높이이다. 그러므로 작업 높이(Working Height)와는 구별되어야 한다. 작업 높이는 하는 일에 따라 달라진다. 글씨를 쓰거나 하는 작업과 같이 작업면 위에 놓고 하는 일은 작업면의 높이와 작업의 높이가 같게 된다.

(1) 앉은 작업면의 높이와 작업 유형

Ayoub(1973), Grandjean(1988), Human Factors Society (1988)에 의해 제시된 작업면 높이의 권장치를 다음 표 1.에 나타내었다.³⁵⁾

35) M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op. cit., p. 435.

Table1. Recommendations for seated work-surface height for various types of task

작업 유형 (앉은 자세)	남성		여성	
	in	cm	in	cm
미세 작업 (미세 조립) ¹	39.0~41.5	99~106	35.0~37.5	89~95
정밀 작업 (기계적조립) ¹	35.0~37.0	89~94	32.5~34.5	82~87
가벼운 조립 ¹	29.0~31.0	74~78	27.5~29.5	70~75
거친 작업이나 중간 작업 ¹	27.0~28.5	69~72	26.0~27.5	66~70
읽기와 쓰기 ²	29.0~31.0	74~78	27.5~29.0	70~74
타자 데스크 범위 ²	23.5~27.5	60~70	23.5~27.5	60~70
컴퓨터 키보드 사용 ³	23.0~28.0	58~71	23.0~28.0	58~71

Sources: ¹ Ayoub,1973; ² Grandjean,1988; ³ Human Factors Society,1988

미세 및 정밀 작업용 작업면은 팔꿈치 높이보다 15.5cm(6.2in) 높아야 하므로 작업면에서 팔을 쉴 수 있는 방도가 필요하다.

우리나라의 경우 한국 공업규격 KS G 2010에 학생용 책상과 의자에 대한 규격을 정하여 놓고 있다. 이 규격에서 규정하는 책상 높이는 다음 표 2와 같다.

Table 2. KS G 2010– Tables for educational institutions (cm)

책상호수	책상높이	표준신장
0호	41	99미만
1호	44	99이상~106미만
2호	47	106이상~113미만
3호	50	113이상~120미만
4호	53	120이상~127미만
5호	56	127이상~134미만
6호	59	134이상~141미만
7호	62	141이상~148미만
8호	65	148이상~155미만
9호	68	155이상~162미만
10호	71	162이상~169미만
11호	74	169이상~176미만
12호	77	176이상

KS G 2010에 나타난 책상 높이에 대한 기준은 Ayoub, Grandjean, Human Factors Society 등의 연구에서와는 달리 키를 책상 높이의 기준으로 하고 있다.

송수만, 백남원³⁶⁾의 연구에서는 KS G 2010의 규격 책상과 의자가 사용 학생들의 신체 치수와 적합하지 않다고 보고하고 있으며, 키를 기준으로 규격을 정하는 것은 적합하지 않다고 보고하고 있다.

박수찬 등³⁷⁾의 연구에서는 선호하는 학생용 책상 높이가 앉은 팔꿈치 높이 보다 $0.29 \pm 2.03\text{cm}$ 높게 나타났다.

정화식³⁸⁾은 현재 전국의 초·중·고등학생들이 사용하고 있는 책상

36) 송수만, 백남원, Op. cit., pp. 111~123.

37) 박수찬, 김진호, 김철중, Op. cit., pp. 41~50.

과 의자 및 대학생들이 사용하고 있는 강의용 책상 등 교구의 경우 대부분 KS G 2010을 참조하거나 주문자의 자체 요구 지침에 의해 제작되는 실정이므로 학생들의 체격과 체형을 제대로 반영하지 못하고 있음을 문제점으로 제시하고 있다. 그의 연구에서는 사용자의 앉은 팔꿈치 높이에 맞추어 사용할 수 있는, 53~65cm 사이와 65~77cm사이의 조절 가능한 두 가지 종류의 책상이 제시되고 있다.

(2) 선 작업면 높이

선 작업자를 위한 작업면 높이의 결정에서 팔꿈치 높이와 실행 중인 작업의 종류 등 중요한 특징은 부분적으로 앉은 작업자의 경우와 같다. 정밀 작업, 경 작업, 중 작업에서 팔꿈치 높이와 권장 높이를 그림 1에서 보여준다.³⁹⁾

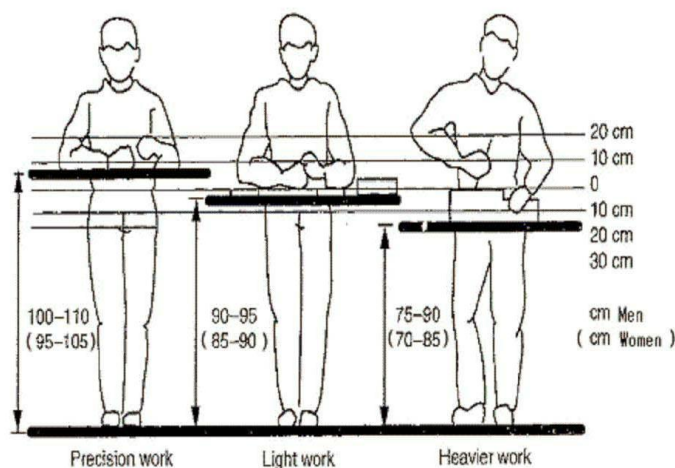


Figure 1. Recommended work surface height for standing work

수평 기준선 0은 팔꿈치 높이임.

유럽인의 평균 팔꿈치 높이는 남성:105cm(41.3in), 여성:98cm(38.6in)

(Source: Grandjean,1988)

38) 정화식, Op. cit., pp. 15~29.

39) M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op. cit., p. 435.

일반적으로 서서 사용하는 고정 높이 작업면은 가장 큰 사용자에게 맞도록 설계해야 한다. 작은 사용자에게는 발받침을 제공하여 적절한 높이가 되도록 할 수 있다. 그동안의 많은 연구들에서 작업면 높이에 관한 권장치가 많았지만, 주로 해당 집단의 팔꿈치 높이 분포에 의존한 것이다. 고정 및 가변 작업면 높이의 권장치를 표 3에 나타냈다.

Table 3. Recommended standing work-surface heights for three types of task⁴⁰⁾

작업 유형	성별	고정 높이		가변 높이	
		in	cm	in	cm
정밀 작업(팔꿈치 받침 사용)	남성	49.5	126	42.0~49.5	107~126
	여성	45.5	116	37.0~45.5	94~116
경작업	남성	42.0	107	34.5~42.0	88~107
	여성	38.0	96	32.0~38.0	81~96
중작업	남성	39.0	99	31.5~39.0	80~99
	여성	35.0	89	29.0~35.0	74~89

지순덕, 김채복⁴¹⁾은 그들의 연구에서 중학교 실험 작업대 높이를 경작업 실습 시 팔꿈치 높이에서 10~15cm 낮은 것을 선호한다고 보고하고 있으며, 팔꿈치 높이 외에 어깨 점~손끝 길이가 작업대의 높이를 결정하는데 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

김철홍⁴²⁾은 주방의 작업대 높이에 대한 그의 연구에서 작업대 설

40) Ibid., p. 437.

41) 지순덕, 김채복, Op. cit., pp. 93~106.

42) 김철홍, “가사활동에 따른 피로도 감소를 위한 입좌식 부엌가구의 개발에 관한 연구” *산업공학*, 15(1), 2002, pp. 82~88.

계 시 높이 설정의 기준이 되는 높아진 주부들의 팔꿈치 높이를 제대로 반영하지 못할 경우 상체 굴곡의 상황을 초래하며, 요통과 같은 질병을 유발 할 수 있음을 지적하고 있다. 또한 20년간 한국 여성들의 체형은 점차 커지고 변화하고 있으나 주방 싱크대의 작업대 높이는 1980년대 초의 80~85cm에서 변화하지 않고 있는 실정이라고 보고하고 있다. 그의 연구는 알맞은 부엌 작업대 높이로 한국 여성의 평균 팔꿈치높이에서 주방 작업에 사용되는 도구의 높이를 제외한 높이를 기준으로 하고 있다.

한국 산업 안전공단⁴³⁾은 선 작업장의 공간 설계에 대하여 다음과 같은 지침을 제시하고 있다. 작업의 종류에 따라 작업대 높이가 팔꿈치 높이를 기준으로 하여 다르게 표시되어 있다. 첫째, 글을 쓰거나 전자 조립과 같은 정밀 작업의 경우 팔꿈치 보다 5cm 정도 높게 조정한다. 조립라인이나 기계적 작업과 같은 경 작업의 경우 팔꿈치 높이 보다 5~10cm 낮게 한다. 아래로 많은 힘을 주어야 하는 중 작업의 경우에는 팔꿈치 높이 보다 20~40cm 정도 낮게 작업대를 조정한다. 또한 작업장은 작업자의 다양한 체형과 치수에 맞게 설계되어야 한다고 나타나 있다.

43) 한국 산업 안전공단, “인간공학 정보,” www.kosha.or.kr

III. 연구 방법

1. 인체 측정 방법

본 연구를 위한 자료 수집 방법으로, 서울에 소재하고 있는 대학에서 총 522명의 의류 전공 여자 대학생들을 대상으로 인체 계측을 실시하였다. 연구 자료의 수집 기간은 2003년 3월부터 2004년 6월까지였다.

측정 방법은 Martin의 인체 계측기를 사용하여 직접 계측법으로 측정하였다. 측정방법과 용어는 한국표준협회의 KS A 7003과 KS A 7004에 준하였다.

측정 항목은 키, 어깨 높이, 팔꿈치 높이, 손목 높이, 손끝 높이였다. 측정 항목의 정확한 측정방법은 다음 표 4와 그림 2와 같다. 측정된 인체 치수 자료는 Excel을 이용하여 분석하였다.

Table 4. Standard distance of measured parts on body

측정 항목	측정 방법
1.키	바닥에서 머리 마루 점까지의 수직거리
2.어깨 높이	바닥에서 어깨 점까지의 수직거리
3.팔꿈치 높이	바닥에서 팔꿈치 바깥 점까지의 수직거리
4.손목 높이	바닥에서 손목 안쪽 점까지의 수직거리
5.손끝 높이	바닥에서 손끝 점까지의 수직거리

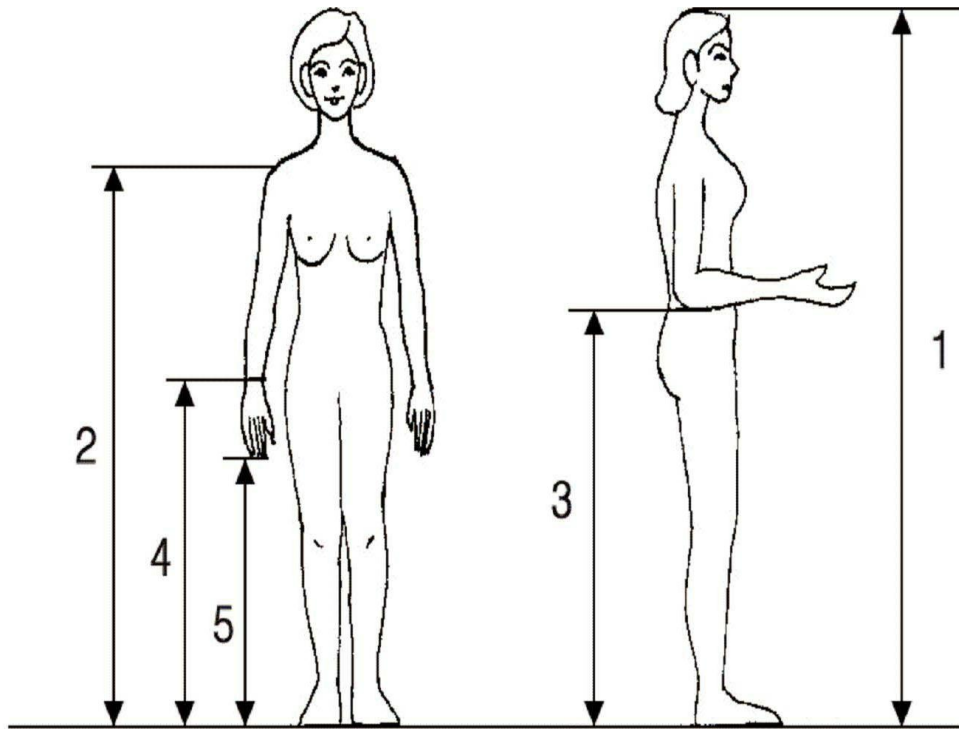


Figure 2. Body dimensions

2. 작업대 측정 방법

서울 시내 소재 5개 대학의 의복 구성실의 입식 작업대의 크기를 직접 측정 하였다. 높이는 작업실 바닥에서부터 작업대 상판 표면까지의 직선거리를 측정하였으며 가로, 세로의 길이를 실측하였다. 각 작업대의 높이 및 가로, 세로의 치수는 반드시 두 곳 이상을 실측하였다.

각 대학의 의복구성실의 작업대의 종류가 여러 가지인 경우 각각의 종류의 입식 작업대 치수를 모두 측정하였다.

3. 작업 한계면 산출 방법

작업 한계면은 팔이 닿을 수 있는 거리에 의하여 결정된다. 작업 시 최대로 접근할 수 있는 한계점은 어깨 점을 중심으로 하여 움직이는, 그림 3과 같은 원의 궤도이다.

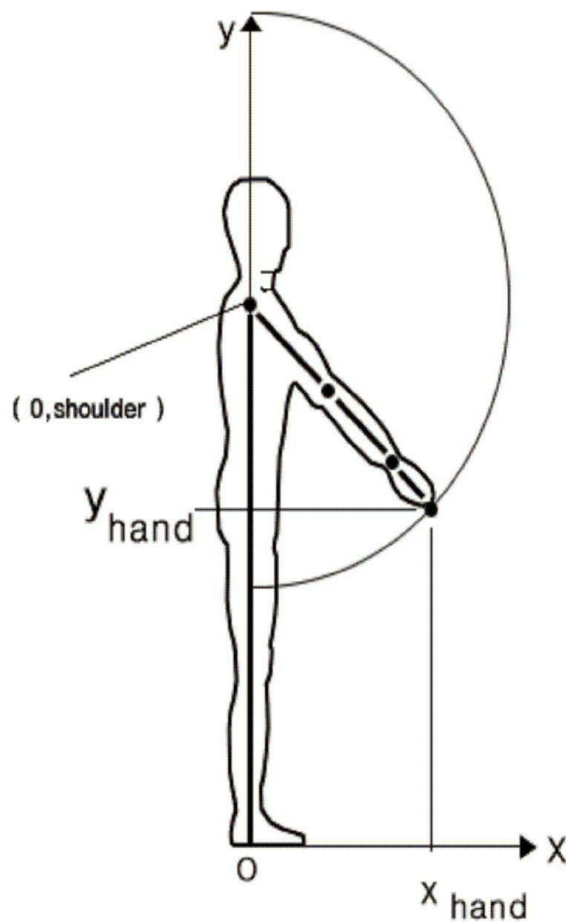


Figure 3. Maximum reach limits by an arc that is located at the shoulder center-of-rotation

본 연구에서는 작업 한계면을 산출하기 위하여 각 연구 대상자들의 어깨 높이, 팔꿈치 높이, 손목 높이, 손끝 높이를 측정한 후 각 측정 항목의 키에 대한 비율을 구하여 5th%ile과 95th%ile의 팔의 각 관절의 길이를 구한다. 계산되어진 팔 길이를 반지름으로 하는 5th%ile과 95th%ile의 원의 방정식을 토대로 전체 연구 대상자들이 공통적으로 만족할 수 있는 작업 한계면을 구한다. 여기서 5th%ile과 95th%ile은 백분위수를 나타내는 값이다. 백분위수의 값을 구하기 위해서는 다음과 같은 공식을 사용하게 된다.

$$X = M + F \times s$$

X : 백분위수 값

M : 평균값

s : 표준 편차

F : 각 백분위수의 곱 인자

다음 표 5는 자주 사용되는 곱 인자의 값을 보여준다.

Table 5. Multiplication factors for percentile calculation⁴⁴⁾

percentile	1th	5th	10th	50th	90th	95th	99th
F	-2.326	-1.645	-1.282	0	+1.282	+1.645	+2.326

44) C. D. Wickens, S. E. Gordon and Yili Liu, Op. cit., p. 294.

4. 작업면 높이 산정 방법

적정한 작업면 높이에 대한 적정한 작업면 높이에 대한 선행된 연구들을 살펴보면, Pheasant⁴⁵⁾는 팔꿈치 높이를 기준으로 팔꿈치 보다 10cm 낮은 높이를 최적 작업면의 높이로 정하였으며 Grandjean⁴⁶⁾은 정밀한 작업과 경 작업을 모두 포함하는 작업면의 높이를 팔꿈치 높이보다 5cm 높은 높이에서 팔꿈치 높이보다 5cm 낮은 높이로 잡고 있다. 또 Sanders와 McComick⁴⁷⁾은 그들의 저서에서 정밀 작업 시 작업면의 높이가 팔꿈치보다 15.5cm (6.2 in) 높아야 한다고 서술하고 있다. 또한 한국 산업 안전공단⁴⁸⁾에서 제시하고 있는 작업대의 높이도 글을 쓰거나 전자조립과 같은 정밀한 작업의 경우 팔꿈치 보다 5cm 정도 높게 작업대를 설계할 것을 권유하고 있다. 경 작업 시의 작업대의 경우 팔꿈치 높이보다 5~10cm 정도 낮게 하도록 지침하고 있다.

본 연구의 대상인 의복 구성실의 작업대는 일반적으로 제도과 재단 작업과 같은 정밀 작업을 위한 작업대 이므로 적정 작업면 산정에는 정밀 작업의 경우로 산정해야 할 것으로 여겨진다.

45) S. Pheasant, Op. cit. p. 65.

46) E. Grandjean, *Fitting the Task to the Man*, 4th ed. (London : Taylor & Francis, 1988)

47) M. S. Sanders and E. J. McCormick, Op. cit., p. 435.

48) 한국 산업 안전 공단, “인간공학 정보,” www.kosha.or.kr

IV. 연구 결과 및 고찰

1. 적합한 작업 한계면

의복구성실 입식 작업대를 위한 적합한 작업 한계면을 산출하기 위하여 본 연구에서는 서울 시내 대학의 의류 전공 여자 대학생 522명을 대상으로 키, 어깨 높이, 팔꿈치 높이, 손목 높이, 손끝 높이 항목의 치수를 측정하였다. 그 통계 값은 다음 표 6과 같다.

Table 6. Statistics and percentiles of measured parts on body (cm)

n=522

측정항목	평균 (Mean)	표준편차 (S.D)	백분위수(Percentile)		최빈수 (Mode)	키에 대한 비율
			5th%ile	95th%ile		
키	162.22	5.1	153.83	170.61	160	1.000
어깨높이	131.55	4.81	123.64	139.46	132	0.811
팔꿈치 높이	101.83	4.39	94.61	109.05	103	0.628
손목높이	79.79	3.89	73.39	86.19	78	0.492
손끝높이	62.64	3.53	56.83	68.45	61	0.386

표 6에서의 어깨 높이, 팔꿈치 높이, 손목 높이, 손끝 높이의 각 측정 항목의 키에 대한 비율을 구하여 5th%ile과 95th%ile의 팔의 각 관절의 길이를 구하였다. 다음 그림 4는 연구 대상자들의 각 측정 항목의 키에 대한 비율을 보여 주는 그림이다.

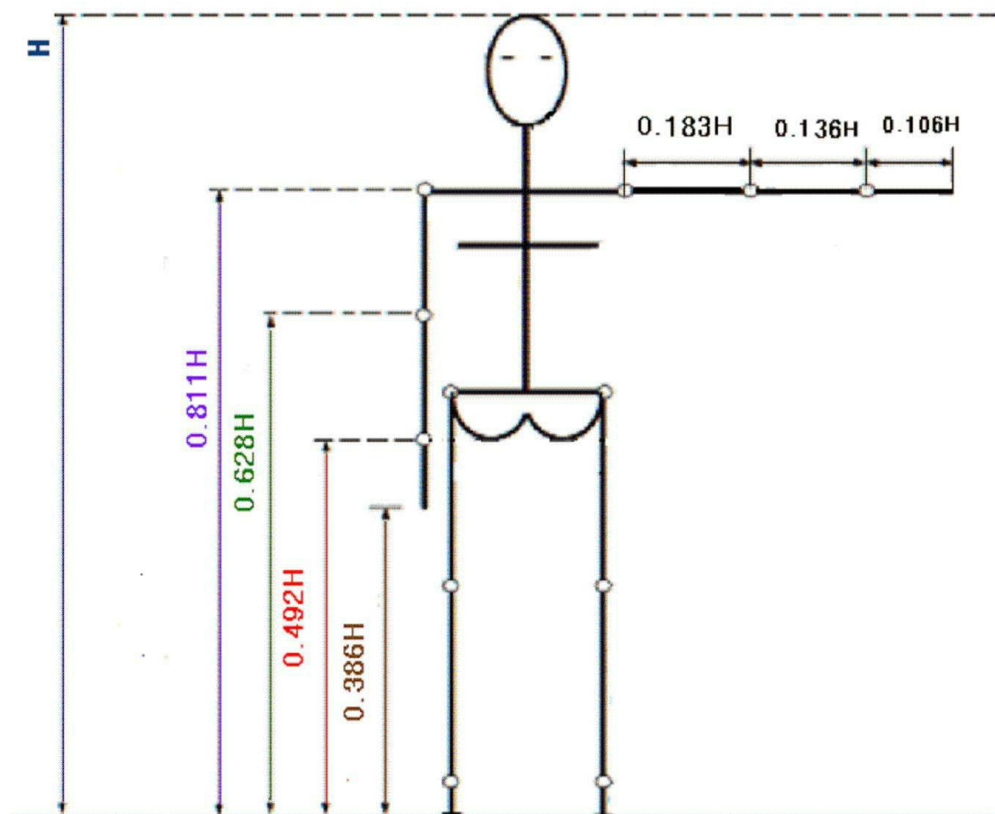


Figure 4. Link lengths of body segments by proportion of stature
(Measured Value)

각 관절과 관절 사이의 길이는 다음 식에 의해 구해 질 수 있다.

$$\text{관절사이 길이} = K \times \text{Stature} \dots\dots\dots \text{식 ①}$$

K : 키에 대한 각 신체 부분의 비율

다음 표 7과 표 8은 5th%ile과 95th%ile의 측정 항목 치수와 각 관절 사이의 길이를 보여준다.

Table 7. Height on part of body (cm) (Measured Value)

항목 \ percentile	5th%ile	95th%ile
어깨 높이	124.76	138.36
팔꿈치 높이	96.60	107.14
손목 높이	75.68	83.94
손끝 높이	59.38	65.86

Table 8. Length on part of arm (cm) (Measured Value)

항목 \ percentile	5th%ile	95th%ile
위팔길이	28.15	31.22
아래팔 길이	20.92	23.20
손길이	16.30	18.08

계산되어진 팔 길이를 반지름으로 하는 5th%ile과 95th%ile의 원의 방정식을 토대로 전체 연구 대상자들이 공통적으로 만족 할 수 있는 작업 한계면을 산출하였다.

본 연구에서 원의 방정식을 계산하기 위한 원의 중심 좌표는 어깨 높이+신발 높이로 구하였는데, 신발 높이는 임연웅⁴⁹⁾이 제시한 신발의 구비 조건에서 적당한 굽의 높이가 2~3cm인 것에 기초하여 2.5cm로 정하였다. 5th%ile과 95th%ile의 원의 방정식을 순차적으로 계산한 결과는 다음과 같다.

그림 5에서 보여 지는 바와 같이 5th%ile의 원의 중심 좌표는 (0 , 127.26)이었다. 그러므로 식 ②와 같은 원의 방정식이 얻어 졌다.

$$X^2 + (Y-127.26)^2 = 65.37^2 \quad \dots\dots\dots \text{식 ②}$$

49) 임연웅, Op. cit., p.199.

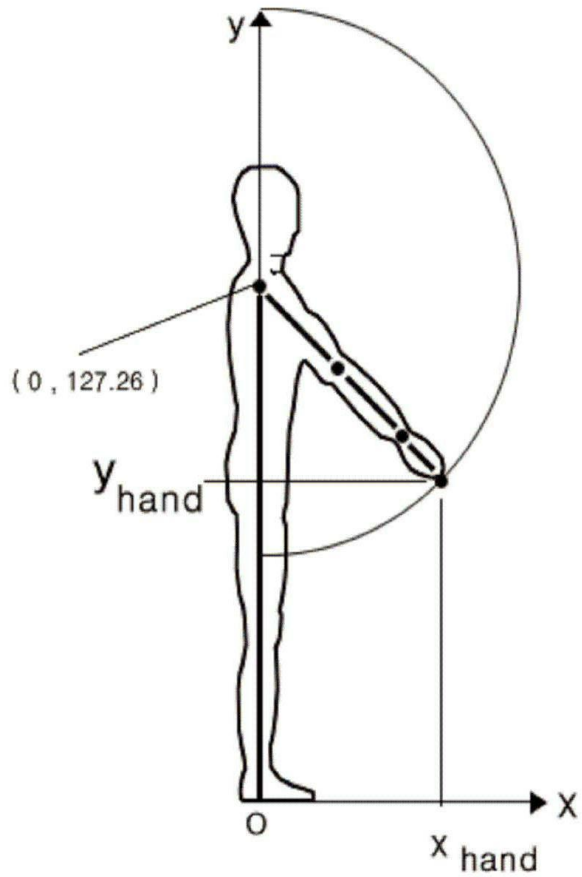


Figure 5. Coordination of maximum reach limits on 5th percentile (cm)

95th%ile의 어깨 높이는 138.36이었으므로, 신발의 높이 2.5cm를 더하면, 원의 중심 좌표 값은 (0, 140.86)이 된다. 95th%ile의 팔 길이는 72.50cm이었으므로 95th%ile의 원의 방정식은 다음과 같이 계산 되었다.

$$X^2 + (Y-140.86)^2 = 72.50^2 \dots\dots\dots\text{식 ③}$$

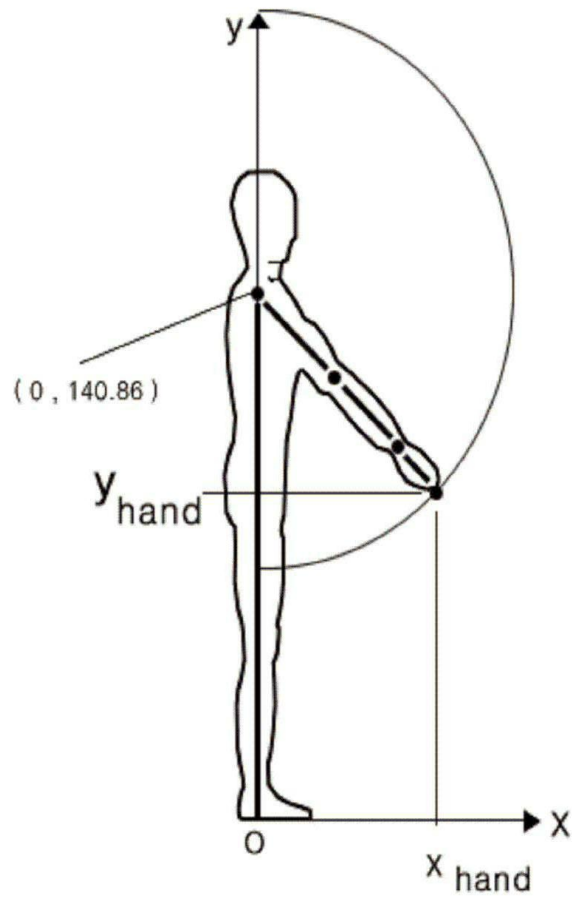


Figure 6. Coordination of maximum reach limits on 95th percentile (cm)

식 ②와 식 ③을 연립하여 풀면 그림 7에서와 같이 그 교점은 $(58.42, 97.92)$ 가 된다.

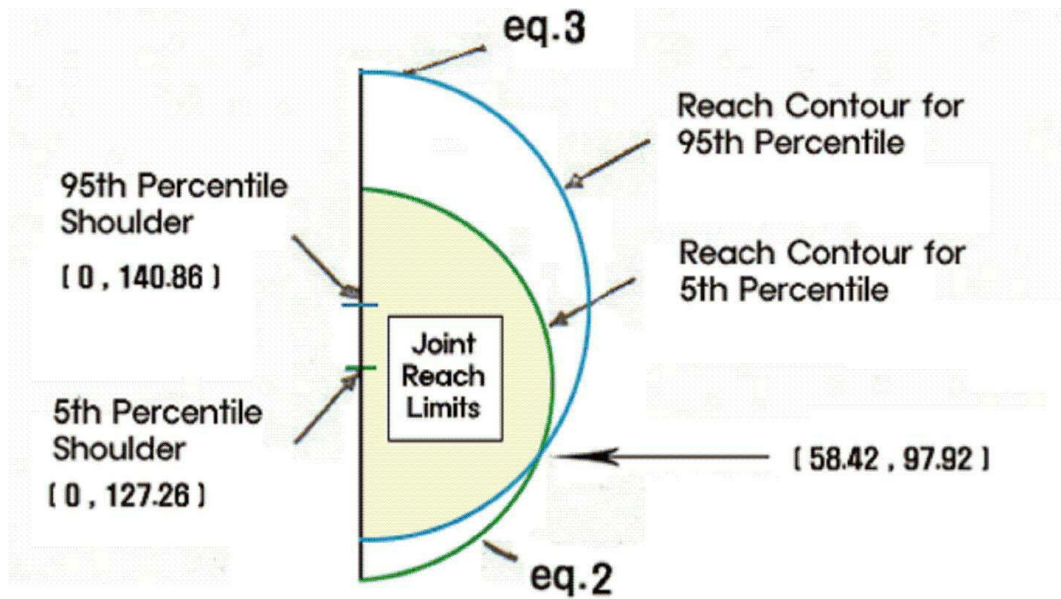


Figure 7. The "no trunk flexion" reach envelope by simultaneous solution of the 5th percentile and 95th percentile reach limits (cm) (Measured Value)

이 좌표 값은 작업 한계면 높이를 결정하는데 다음과 같은 의미를 갖는다.

1. 작업 공간 내에 모든 작업 도구는 $68.36\text{cm}(=138.36-72.50+2.5$:95th%ile 어깨 높이-95th%ile 팔 길이+신발 높이)아래에 위치하면 안 된다. 68.36cm 보다 아래에 작업 도구가 위치하는 경우 작업자는 비정상적인 자세에서 도구를 취급하게 된다.
2. 작업 한계면은 원의 방정식 교점의 Y 좌표 값인 97.92cm 높이 아

래에서는 95th%ile의 원의 방정식에 의하여 최대 도달 한계면이 한정된다.

3. 작업 한계면은 97.92cm 위의 높이에서는 5th%ile의 원의 방정식에 의하여 최대 도달 한계면이 한정된다.

위의 결과를 토대로 살펴보면, 상체 몸통의 구부림(flexion)이 없이 자연스러운 자세로 작업을 수행하기 위하여서는 다음과 같은 두 가지 조건이 동시에 만족 되어야 한다.

첫째, 신체 가까이 위치해야 하는 작업 도구들은 95th%ile의 도달 작업 한계면내에 위치해야만 한다. 그림 6에서 보여 주는 바와 같이 작업자가 편한 자세를 취했을 때 95th%ile의 아래 도달 한계 값은 5th%ile의 아래 도달 한계 값 보다 작기 때문이다.

둘째, 수평선상으로 이동하게 될 도구들은 5th%ile의 도달 한계면내에 위치하여야 한다. 그림 6에서 볼 수 있듯이 5th%ile는 95th%ile에 비하여 팔 길이와 접근 반경이 작기 때문이다.

이와 같은 두 조건이 동시에 만족 된다면 작업자가 서 있는 자세에서 상체 몸통의 구부림 없이 작업하는 것이 가능할 것이다.

지순덕, 김채복(2003)의 연구 결과에서 어깨 점에서 손끝까지 팔 길이가 선호하는 작업대의 높이에도 영향을 주는 것으로 나타났는데, 이는 본 연구에서 팔 길이를 반지름으로 하는 두 원의 방정식 교점의 Y 좌표가 작업대 높이 범위 산정에도 중요한 의미를 갖는다는 것을 보여 주었다.

작업대의 수평선상에서의 최대 도달 한계는 원의 방정식 교점의 X좌표인 58.42cm 이내 이므로 현재 각 대학에서 사용 중인 작업대의 세로 방향의 너비는 상체의 과대한 구부림이 없는 상태에서 충분히 이용되지 못한다고 볼 수 있다.

또한 각 대학에서 실제 사용되고 있는 작업대는 대부분 2명이 한 작업대를 사용하고 있는 실정이다. 그런데 현재 사용되는 작업대는 가로 길이가 가장 긴 경우도 228cm여서 가장 긴 작업대라 하여도 Argyle와 Altman(1975)이 제시한 개인 공간 중 작업공간에서 적절한 최소 이격거리는 120cm가 적당하다고 한 거리보다 작아 심리적 불편함과 육체적 피로를 유발시킬 수 있으므로 개선이 요구되었다.

본 연구에서 원의 방정식의 교점을 구하여 작업 한계면을 산출하는 방식은 선행되었던 연구들이 단순히 팔이 도달 하는 원의 궤도만을 제시하는 것에 비하여 수치적 값을 제공 할 수 있는 것이 가장 큰 특징이라 할 수 있다.

2. 효율적 작업대 높이

작업면 높이는 의상 전공 학생들의 실습의 특성을 고려하면, 주로 작업대에서 하게 되는 작업이 제도나 재단 등 정교한 작업이므로 팔꿈치 높이보다 작업면의 높이가 5cm정도 높아야 한다. 작업면 높이를 산출하기 위한 기준이 되는, 팔꿈치 높이를 살펴보면 다음 표 9와 같다.

Table 9. Real measured values body size on elbow height(cm)

항목	평균(Mean)	최빈수(Mode)	5th%ile	95th%ile
팔꿈치 높이	101.83	103	94.61	109.05

적절한 작업면의 높이는 평균 팔꿈치 높이, 101.83cm에 5cm를 더해준 106.83cm가 되었다. 5th%ile의 작업면 높이는 99.61cm이었고, 95th%ile의 적정 높이는 114.05cm이었다. 제도나 재단은 작업면의 높이와 작업의 높이가 같게 되므로 적합한 작업대의 높이는 본 연구의 경우, 작업면의 높이와 동일하다고 볼 수 있다. 그러나 위와 같은 작업면의 산출은 실제 사용하는 작업자들의 신발 착용의 문제는 배제되어 있으므로 본 연구에서는 작업 한계면의 산정 시와 같이 신발의 높이를 2.5cm로 정하고 적정한 작업대의 높이를 산정하기로 한다. 그 결과는 다음 표 10과 같다.

Table 10. Recommended work desk height for standing work(cm)

작업 유형	평균	5th%ile	95th%ile
정밀한 작업 (제도, 재단 등)	109.33	102.11	116.55

그러므로 의복구성실에서 사용되는 입식 작업대의 높이는 102.11cm에서 116.55cm 사이로 조절 가능한 작업대가 적합하다고 나타났다. 이는 Grandjean(1988)의 연구 결과와 비교하면 10cm 이상 높은 결과이나 그 차이는 유럽 여성의 팔꿈치 높이와 연구 대상들의 팔꿈치 높이의 차이에서 기인하였다. 본 연구의 이러한 결과는 Sanders와 McComick(1993)의 연구 결과와는 유사하게 나타났다. 또한 정화식(2001)의 선행 연구에서도 학생의 5th%ile과 95th%ile을 충족시킬 수 있도록 조절 가능한 책상이 보고 되어 있다. 김철홍(2002)의 주방 작업대 높이에 대한 연구에서는 85cm~95cm 사이의 조절 가능한 작업대가 보고 되었다. 주방의 작업대는 사용하는 주방의 도구의 높이를 제외한 높이를 작업대 높이로 하고 기준 치수를 국민표준체위 상의 팔꿈치 높이로 정한데서 본 연구와의 차이가 나타났다 할 수 있다.

현재 대학들에서 실제 사용되고 있는 의복 구성실의 작업대 현황을 알아보고 어느 정도 사용 학생들의 신체 치수와 적합한지 알아보기 위하여 바닥에서부터 작업대 상판 면까지의 높이와 작업대 상판의 가로와 세로의 높이를 실측하였다.

각 대학의 현재 사용되고 있는 의복 구성실의 작업대를 실측한 결과는 다음 표 11과 같다.

Table 11. Dimensions of work desks which are used in universities (cm)

대학 \ 치수	높이	가로	세로
A대학	76~81	187~228	109
B대학	73~80	185~217	105
C대학	75.2	175	104
D대학	76	183	105
E대학	74~79	185~210	107

현재 사용되고 있는 작업대의 높이는 표 11에서 보여주는 바와 같이 73~81cm의 범위를 갖고 있었다. 이는 본 연구의 측정 치수를 토대로 제안된 작업대의 높이와 비교 시 20cm 이상 낮은 것으로 작업자가 상체 몸통의 심한 굽힘(flexion)이 있는 자세에서 작업을 수행한다는 것을 의미하였다.

Pheasant(1996)는 작업 자세에 있어서 작업대가 너무 낮아서 머리와 몸통 부분을 앞으로 숙이게 되는 자세를 피할 것을 권유하고 있으며, 권영국(1996)은 몸통 부분을 앞으로 굽혔을 때 에너지 소모의 증가가 해부학적 자세와 비교하여 50~60% 더 발생한다고 설명하고 있다. 현재 사용되고 있는 작업대가 사용자들의 신체 치수와 적합하지 않게 지나치게 낮아 야기되는 문제는 작업 시 올바르지 않은 자세를 취하게 되어 등과 허리 등을 포함한 신체 여러 부위의 통증과 피로의 누적으로 능률이 저하된다는 것이다. 뿐만 아니라 스트레스를 유발시

켜 작업 동기를 저하시키고 오랜 시간 집중 할 수 없게 하며, 작업의 실수를 유발시킬 수 있다.

조사한 대학 중 B 대학과 C대학의 경우, 작업실 작업대에 서랍이 부착되어 있었고, 바닥부터 서랍까지의 높이가 각각 60cm, 50cm이었는데 이는 연구 결과에서 68.36cm 아래에 작업 도구가 위치하면 비정상적인 자세로 도구를 취급하게 된다는 결과와 비교하면 서랍을 이용하는데 상체나 다리를 구부린 자세로 사용하여야 하므로 부적절하다고 생각되었다.

현재 각 대학에서 사용되고 있는 작업대들은 의복구성실 내의 같은 입식 작업대라고 하여도 종류에 따라 작업대의 치수가 다르게 조사되었으며, 동일한 대학의 작업대인 경우조차도 일정한 규격 지침이 없음을 알 수 있었다.

한국 산업규격에는 대학교에서 사용하는 실험 실습대에 관한 규격은 규정되어 있는 것이 없으며 중·고등학교 피복용 실습대와 의자에 관한 규격인 KS G 4014와 이과용 실험대와 의자에 관한 규격, KS G 4012가 규정되어 있다. KS G 4012와 KS G 4014의 경우는 앉은 작업대에 관한 규격이며 교구의 규격 중 선 자세에 대한 규격은 교탁 대한 규격인 KS G 4016이 있다. 이 규격에는 교탁의 높이를 90cm로 규정하고 있어 현재 각 대학에서 사용 중인 입식 작업대의 높이는 작업의 유형을 배제한, 학생 대상의 일반적 교구의 규격에도 미치지 못함을 알 수 있었다.

3. 국민 표준체위와의 비교

본 연구에서 실측한 치수와 국민 표준체위와의 차이를 알아보기 위하여 1997년 조사된 인체치수 조사 자료의 청년층 I(18세-24세) 여성 자료와 비교하였다. 다음 표 12는 그 비교 자료이다.

Table 12. Comparison of real measured values and statistics for Korean national standard body size(cm)

측정 항목	치수	본 연구 측정 치수				국민 표준 체위치수			
		평균	표준 편차	백분위수		평균	표준 편차	백분위수	
				5%th	95%th			5%th	95%th
키		162.22	5.1	153.83	170.61	160.0	5.0	151.8	168.1
어깨 높이		131.55	4.81	123.64	139.46	130.1	4.6	122.0	137.6
팔꿈치 높이		101.83	4.39	94.61	109.05	98.2	3.7	92.0	104.2
손목 높이		79.79	3.89	73.39	86.19	78.3	3.6	72.2	84.4
손끝 높이		62.64	3.53	56.83	68.45	60.8	2.8	56.1	65.4

표 12에서 볼 수 있는 바와 같이 국민 표준 체위상의 치수와 본 연구 측정 치수 간에는 약간의 차이가 있는 것으로 나타났다. 국민 표준 체위에서의 5th%ile과 95th%ile의 원의 방정식을 구하여 보면 다음과 같다. 표 13는 원의 방정식을 구하는데 필요한 5th%ile과 95th%ile의 치수이다.

Table 13. Necessary values for circle's equation on Korean national standard body size(cm)

항목 \ percentile	5th%ile	95th%ile
어깨 높이	122.0	137.6
팔 길이	65.9	72.2

표 13에서의 어깨 높이 값에 신발 높이를 더한 원의 중심 좌표 값과 팔 길이를 반지름으로 하는 원의 방정식을 구하였다.

$$X^2 + (Y-124.5)^2 = 65.9^2 \dots\dots\dots 5th\%ile의 원의 방정식$$

$$X^2 + (Y-140.1)^2 = 72.2^2 \dots\dots\dots 95th\%ile의 원의 방정식$$

두 원의 방정식을 연립하여 풀면, 교점의 좌표 값이 (62.76, 104.41)로 계산되었다. 이는 곧 신체에 가까이 위치하는 도구는 67.9cm(=137.6-72.2+2.5)아래에 위치하여서는 안 된다는 것을 의

미한다. 또한 104.41cm 위에서는 5th%ile의 원의 방정식이 최대 도달 한계점을 정의하고, 104.41cm 아래에서는 95th%ile의 원의 방정식이 아래 도달 최대 한계점을 정의 한다는 것을 나타내었다.

국민 표준체위와 본 연구의 결과와 비교하여 보면, 본 연구의 아래 도달 한계면이 약간 더 높은 것을 알 수 있었다. 또한 두 그룹 간의 교점도 약간의 차이가 있어 두 그룹의 도달 한계면을 나타내 주는 원의 궤도가 차이가 있음을 알 수 있었다. 다음 그림 8은 두 그룹의 도달 한계면을 비교하여 보여준다.

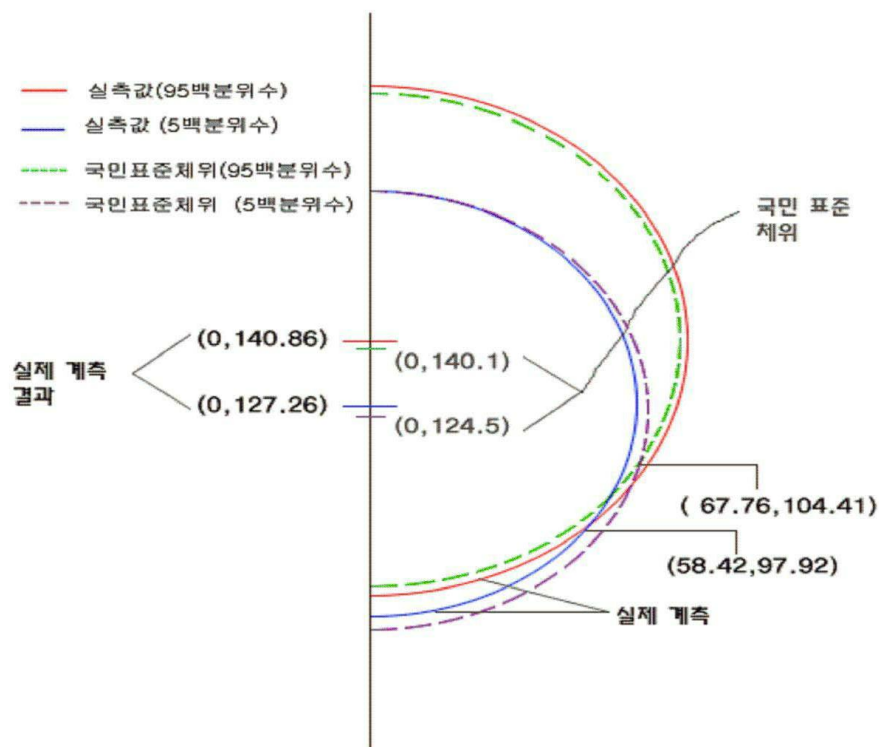


Figure 8. The "no trunk flexion" reach envelope of the 5th percentile and 95th percentile reach limits on real measured values and statistics for Korean national standard body size(cm)

이와 같은 차이는 그림 8과 그림 9에서 나타나는 바와 같이 본 연구 측정 그룹과 표준 체위 사이에서 95th%ile의 어깨 높이와 팔 길이는 매우 근소한 차이를 보이며, 거의 유사한 원의 궤도를 갖는 반면, 5th%ile의 경우 어깨 높이는 본 연구의 측정 치수가 더 큰데 비하여 팔 길이는 표준 체위상의 치수가 더 길어 두 그룹 간의 원의 궤도가 다르게 형성되는 것에 기인 한다고 볼 수 있다.

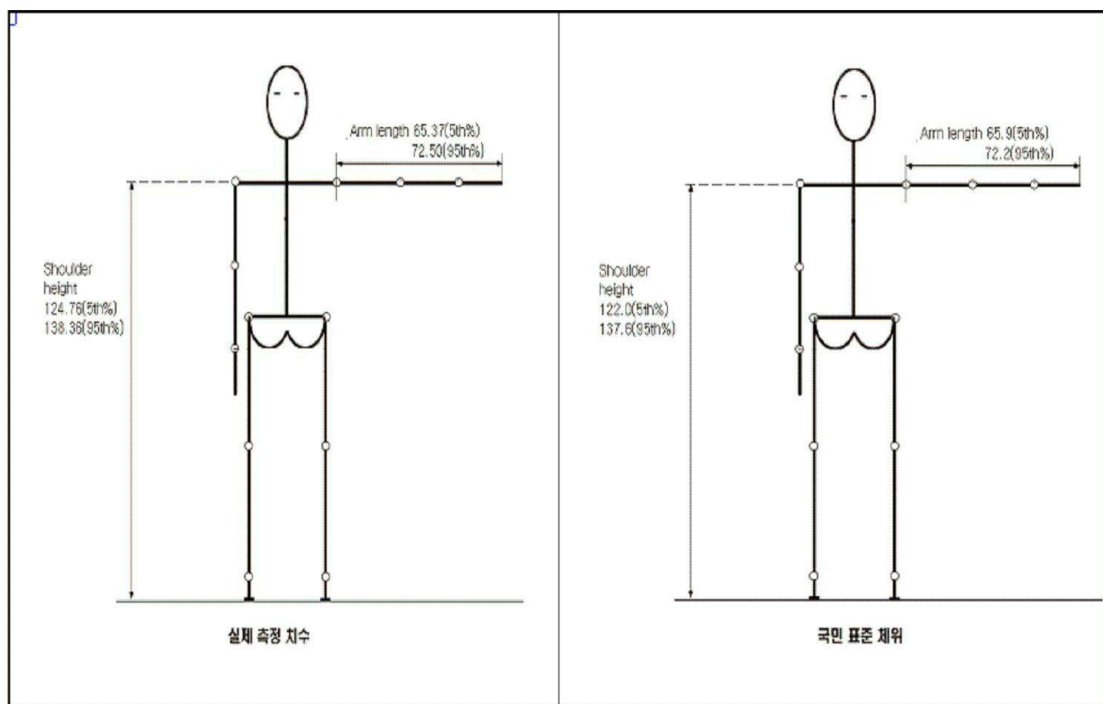


Figure 9. Shoulder height and arm length on real measured values and Korean national standard body size (cm)

작업면의 높이에서는 본 연구 측정치와 국민 표준체위를 비교하면 팔꿈치 높이가 표 8에서 보이는 바와 같이 본 연구가 평균값의 경우 3.63cm, 5th%ile는 4.6cm, 95th%ile는 2.94cm 만큼 더 크므로 작업면의 높이도 본 연구 쪽이 위의 수치만큼씩 더 높게 결과가 나왔다.

본 연구 측정치와 표준체위와의 차이가 키나 어깨 높이와 같은 다른 부위보다는 팔꿈치 높이에서 그 차이가 보다 크게 나타난 것을 알 수 있었다. 이는 곧 작업면 높이와의 차이로 나타나게 되었다. 다음 그림 10은 본 연구 측정치의 평균 작업면 높이와 표준체위의 평균 작업면 높이의 차이를 보여주는 그림이다.

또한 현재 각 대학에서 사용되고 있는 작업대는 그 높이가 국민 표준체위의 팔꿈치 높이(98.2cm)에조차 미치지 못하고 있어 그 부적합성이 매우 심각한 것으로 나타났다.

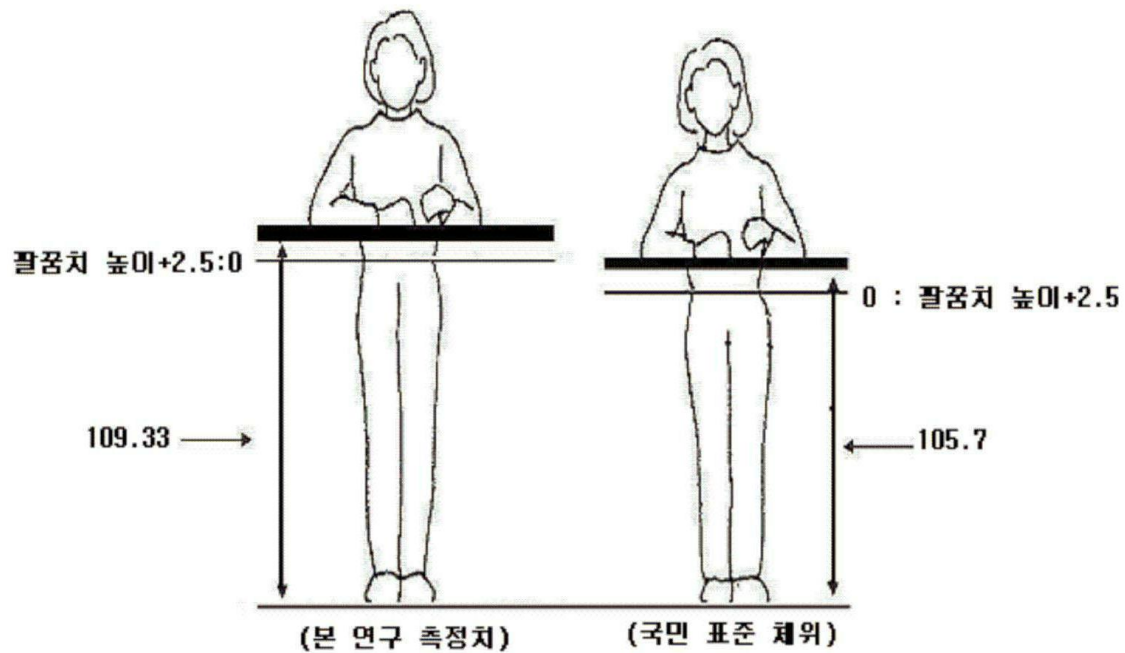


Figure 10. Comparison between real measured values and Korean national standard body size on work surface height (cm)

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 효율적 작업 공간 한계면과 작업대 높이에 관한 제안을 위하여 서울 시내에 소재하고 있는 대학의 의류 전공 여자 대학생 522명의 5th%ile과 95th%ile의 키, 어깨 높이, 팔꿈치 높이, 손끝 높이의 신체 치수 값을 사용하여 적합한 작업 한계면과 작업면 높이를 계산한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 본 연구의 측정 결과의 평균값은 키 162.22cm, 어깨 높이 131.55cm, 팔꿈치 높이 101.83cm, 손끝 높이는 62.64cm 이었다.

2. 작업 한계면은 97.92cm 높이 아래에서는 95th%ile의 원의 방정식에 의하여 최대 도달 한계면이 한정되었고, 97.92cm 보다 위의 높이에서는 5th%ile의 원의 방정식에 의하여 최대 도달 한계면이 한정되었다. 또한 실습실 내의 모든 작업도구는 68.36cm 아래에 위치해서는 안 된다. 68.36cm 보다 아래에 위치하는 경우 작업자는 비정상적인 자세로 도구를 취급하게 된다.

3. 작업대의 높이는 연구 대상자의 5th%ile의 경우 102.11cm, 95th%ile은 116.55cm가 적정한 높이로 나타났다. 그러므로 작업대는 102~117cm 사이를 가변적으로 움직이는 작업대의 높이가 가장 적합하다는 결론을 얻었다. 본 연구에서 작업대 높이 산정 시, 사용자의 신발 높이를 2.5cm 로 정하여 포함시켜 산정하였다.

4. 현재 각 대학에서 사용되고 있는 작업대 높이는 73~81cm 범위로 사용 학생들의 신체 치수에 비하여 지나치게 낮아 신체 여러 부위의 통증과 피로의 누적으로 능률이 저하되는 문제점이 있다고 볼 수 있었다. 더불어 작업 동기를 저하시키고 작업의 실수를 유발시킨다 하겠다. 국민 표준체위 값으로 산정한 작업면 높이는 99.5~111.7cm 로 현재 사용되고 있는 작업대의 높이가 국민 표준체위의 작업대 높이보다도 현저히 낮음으로 더욱 문제가 된다고 생각되었다.

5. 작업대의 위쪽 수평선상에 위치하게 될 도구들은 원의 방정식 교점의 X 좌표 값 58.42cm 이내에 위치하여야 상체 몸통의 구부림 (flexion)이 없는 상태에서 도구를 다룰 수 있었다. 이는 적정한 작업대의 높이가 102~117cm로 교점의 Y 좌표 값인 97.92cm보다 작업대의 높이가 위에 위치하므로 작업대 위의 작업 도구는 5th%ile의 도달 한계면 내에 위치하여야 하였다.

6. 각 대학의 작업대는 일반적으로 2명이 한 작업대를 사용하고 있는 실정이었다. 작업 공간에서 적절한 최소 이격 거리가 120cm이므로 2명이 사용하는 작업대의 크기는 최소 240cm는 요구 된다. 그런데 현재 사용되고 있는 작업대의 가로 길이가 가장 긴 경우에도 228cm이므로 사용자 간의 심리적 불편함과 육체적 피로를 유발 시킬 수 있으므로 개선이 요구되었다.

본 연구에서 제시된 최대 도달 한계면에 대한 값들을 사용하는데 있어서는 주의하여야 할 사항이 있다. 본 연구에서 제시한 것은 최대 도달 한계면 이므로 사용 빈도수가 많은 작업도구가 최대 도달 한계면

가까이에 위치하도록 배치하는 것은 작업자의 피로 도를 가중 시킬 수 있으므로 작업 도구의 사용 빈도수에 따라 도구 배치의 순서가 정해져야만 할 것이다.

작업면 높이에 있어서는 현재 사용되고 있는 작업대가 선 작업은 물론 앉은 작업 시에도 그대로 구분 없이 사용되고 있는 문제점이 있으므로 앞으로의 연구에서 선 자세에서 엉덩이와 허리를 기댈 수 있는 입좌식 의자에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

본 연구에 사용된 데이터는 여학생들에 국한된 자료이므로, 남학생들과 혼합된 자료의 측정 및 수집을 통하여 다양한 작업공간에 대한 최대 도달 한계면과 작업면 높이를 제시하여 줄 수 있을 것으로 생각된다. 또한 의복 구성실 뿐 아니라 다양한 작업장에 대하여 사용 작업자들의 기초 신체치수의 수집을 통하여서 사용자들에게 보다 적합한 작업 공간의 제시가 가능할 것이라 생각된다.

본 연구의 제한점은 굴곡(flexion)과 외전(abduction)등 관절의 가동 각도에 대한 부분은 배제한 상태에서의 연구이므로 앞으로의 연구에서는 이부분에 대한 고려가 필요할 것으로 생각된다. 또한 신발 높이를 정하는데 있어 본 연구에서는 작업자가 피로 도를 느끼지 않는 이상적 신발 높이를 적용하였으나, 앞으로의 연구에서는 여자 대학생들의 선호하는 실제 착용 신발 높이에 대한 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

더불어 신체가 의복을 착용하였을 때 의복에 의한 신체 움직임의 제약에 대하여 연구하여, 작업 한계면의 설정에 있어 착용 의복이 미치는 영향에 관한 연구와 2차원적 원의 방정식의 개념에서 더 나아가 3차원적 개념의 작업 공간 설계와 작업대 상판의 모양 및 작업대 배치에 대한 연구는 추후 연구 과제가 될 것이다.

참 고 문 헌

<국내 문헌>

- 기도형. 1997. “작업장 설계와 평가를 위한 한국인 관절의 안락 동작 범위 측정.” *대한인간공학회지*, 16(2), pp. 73~82.
- 기도형, 정의승, 정민근. 1993. “작업장 설계 및 평가를 위한 Reach Volume의 생성.” *대한인간공학회 학술대회 논문집*, 1권, pp. 18~27.
- 김미숙, 김정룡. 1997. “치수체계의 신체 적합도를 개선하기 위한 수리적 방법 연구: 미국 해군 여성의 신체측정치를 중심으로.” *대한인간공학회지*, 16(1), pp. 47~61.
- 김철중 외. 1992. *국민 표준체위 조사보고서*. 공업진흥청.
- 김철중, 박수찬, 김진호. 1993. “국민 인체측정조사 연구.” *대한인간공학회 학술대회 논문집*, 1권, pp. 155~163.
- 김철홍. 2002. “가사활동에 따른 피로도 감소를 위한 입좌식 부엌가구의 개발에 관한 연구.” *산업공학*, 15(1), pp. 82~88.
- 권영국. 1996. *산업인간공학*. 서울 : 형설출판사.
- 권영국, 이성렬, 민재형. 1992. “VDT작업대 설계의 인간공학적 연구.” *한국경영과학회 학술대회 논문집*, 1권, pp. 581~592.
- 남윤자, 노윤경. 2000. “인체 측정법의 문제점 분석과 개선 방안에 관한 연구.” *대한인간공학회 학술대회 논문집*, 2권, pp. 1~7.
- 남윤자, 최경미. 2002. “3차원 인체측정 기술의 의류산업에의 활용.” *섬유기술과 산업*, 6(3), pp. 218~228.

- 문재호, 강민정, 강종권, 강성용, 김건흠. 1995. “한국 여고생의 척추 변형에 대한 조사.” *대한 재활의학회지*, 19(4), pp. 846~852.
- 박길순, 유신아. 2000, “한국 성인 남자의 상체 동작범위 연구 : 3D 동작분석 장치를 이용하여” *복식문화연구*, 8(4), pp. 587~601.
- 박수찬, 김진호, 김철중. 1995. “학생용 책상 및 의자 설계를 위한 선호 높이와 불편인식 범위에 관한 연구.” *대한 인간공학회지*, 14(2), pp. 41~50.
- 산업자원부 기술표준원. 2003. *인체측정 표준용어집*. 서울 : 산업자원부 기술표준원.
- 십부자. 1996. *피복인간공학*. 서울 : 교문사.
- 송수만, 백남원. 1990. "일부 초·중·고등학교 학생들의 책상과 의자 사용에 대한 인간공학적 조사 연구." *대한 보건학회지*, 16(2), pp. 111~123.
- 이상도, 정중희. 1976. “인체계측에 의한 표준작업역의 연구.” *대한산업공학회지*, 2(1), pp. 61~78.
- 이순원 외. 2002. *의복 체형학*. 서울 : 교학연구사.
- 이영숙. 1997. “체형 연구를 위한 3차원 인체측정 방법의 유용성.” *한국 생활환경 학회 학술대회 논문집*, pp. 56~57.
- 이영숙, 김동진, 이강철. 1997, “한국인의 인체 프로포션 특징에 관한 연구.” *대한인간 공학회 학술대회 논문집*, 2권, pp. 56~71.
- 이재환. 1996. *인체와 산업디자인:인체측정학의 응용*. 서울 : 조형사.
- 임연웅. 1994. *디자인 인간공학*. 서울 : 미진사.
- 윤훈용, 정석길, 이상도, 이동춘. 1987. “산업디자인을 위한 한국 성인의 인체 측정 및 인체 도형에 관한 연구.” *대한산업공학회지*, 13(1), pp. 120~133.
- 지순덕, 김채복. 2003. “신체 특성을 고려한 중학교 학생용 작업대 높이에 대

- 한 평가.” *한국 기술 교육학회지*, 3(2), pp. 93~106.
- 정화식. 2001. “조절 가능한 학생용 책상과 의자의 인간공학적 설계 및 평가.” *대한 인간공학회지*, 20(1), pp. 15~29.
- 최재호, 정의승. 1993. “착석 작업 시 선호 작업면의 높이 및 자세에 대한 연구.” *대한산업공학회 추계 학술발표 논문집*, pp. 556~563.
- 한국 표준협회. 1997. “한국인 인체치수조사.” www.standard.go.kr
- _____ . “한국산업규격, 학생용 책상 및 의자, KS G 2010-2001,”
www.standard.go.kr
- _____ . “한국산업규격, 피복실습대 및 의자, KS G 4014-2001,”
www.standard.go.kr
- _____ . “한국산업규격, 이과용 실습대 및 의자, KS G 4012-2004,”
www.standard.go.kr
- _____ . “ 한국 산업 규 격 , 교 탁 , K S G 4 0 1 6 - 2 0 0 1 , ”
www.standard.go.kr
- 한국산업안전공단. “인간 공학 정보.” www.kosha.or.kr

<서양 문헌>

- Altman, I. 1975. *The Environment and Personal Space*. Belmont : Wadsworth.
- Argyle, M. 1975. *Bodily Communication*. London : Methuen.
- Ayoub, M. M. 1973. "Work place design and posture." *Human Factors*, 15(3), pp.265~268.
- Bittner, A. C. Jr. 1974. *Reduction in User Population as the Result of Imposed Anthropometric Limits: Monte Carlo Estimation*. Point Magu : Naval Missile Center.
- Bridger, R. S. 1995. *Introduction to Ergonomics*. N.Y : McGraw-Hill.
- Bullock, M. I. 1974. "The determination of functional arm reach boundaries for operation of manual controls." *Ergonomics*, 17(3), pp. 375~388.
- Grandjean, E. 1988. *Fitting the task to the man, 4th ed.* London : Taylor & Francis.
- Hertzberg, H. T. E. *Engineering anthropometry*. in H.P. Van Cott and R.G. Kinkade(eds.). 1972. *Human engineering guide to equipment design*. Washington, DC : U.S. Government Printing Office.
- Human Factors Society. 1988. *American National Standard for Human Factors Engineering of Visual Display Terminal Workstations*. Santa Monica : Human Factors Society.
- Kodak, Eastman Company. 1986. *Ergonomic design for people at work. vol.2*. N.Y : Van Nostrand Reinhold.

- Niebel, B. W. 1988. *Motion and Time Study, 8th ed.* Homewood : IRWIN.
- Pheasant, S. 1986. *Bodyspace: Anthropometry, ergonomics and design.* London : Taylor & Francis.
- Pheasant, S. 1996. *Bodyspace, Anthropometry, ergonomics and the design of Work, 2nd ed.* London: Taylor & Francis.
- Robinette, K., McConville, J. 1981. "An alternative to percentile models." *SAE Tech. Paper Series No. 810217.* Warrendale : Society of Automotive Engineers.
- Roebuck, J., Kroemer, K. and Thomson, W. 1975. *Engineering anthropometry methods.* N.Y : Wiley-Interscience.
- Sanders, M. S. and McCormick, E. J. 1992. *Human Factors in Engineering and Design-7th ed.* N.Y : McGRAW-HILL.
- Stoudt, H. W. 1981. "The anthropometry of elderly." *Human Factors*, 23(1), pp.29-37.
- Thompson, D. 1989. "Reach distance and safety standards." *Ergonomics*, 32(9), pp.1061~1076.
- Wickens, C. D. Gordon, Sallie E. and Liu, Yilil. 1998. *An Introduction to Human Factors Engineering.* N.Y : Logman,

ABSTARCT

A Study on the Effective Work Envelope and the Height of Work Desks for Exercise of Clothing Construction

Bang, Hey Kyong

Dept. of Clothing

Graduate School

Sungshin Women's University

The object of human factors engineering is to find the way that can enhance worker's peculiar potential. Work desk that is designed by the concept of human factors engineering is to enhance work intensity and is to lessen fatigue and the rate of accident. The basic of work place design is to use anthropometric design in human factors engineering. In general, there are three principles such as extreme design, adjustable design, and average design in order to apply anthropometric data into design.

For the effective use of anthropometric data, it is essential to understand percentiles. Percentiles correspond to the value of a variable below that a specific percentage of the groups fall.

Percentile is especially important in using anthropometric data for designing objects, workstations, and facilities. Also, when we design work place using anthropometric data, work-space envelope has to be considered. A work-space envelope is the three-dimensional space within which an individual works. In addition, two terms are considered, which are related to the concept of work-space envelope. The first one is out-of-reach requirements, that is, the distances required to prevent a person from reaching something over a barrier. The second one is clearance requirements, that is, the minimum space needed to move through a tight space or perform work in confined area. A work-space envelope has to be designed by considering object's characteristics and user's aspects but it is not easy because body sizes of workers are various according to the work places and job types.

Especially, most universities are using work desks for experiments and exercises, which are not appropriate for the user's body size. In general, students, which study in department of textile and design have many classes for experiments and exercises. The problem is that most students feel inconvenient because of unfitted work desks.

The objective of this study is to provide the effective work-space envelope and the range of height on work surface using proportion of stature and body-ratio on stature. The result of this study will be useful for manufacturing work

desks, which is anthropometrically fit. Also, the methodology that is proposed in this study will be a nice guideline for the effective design of work place regardless of characteristics and types of work place if we can obtain the measured values of basic body sizes on workers.