

인간공학적인 체측정의 표준화 수립을 위한 비교 연구: KS와 ISO, NASA, HQL을 중심으로

김 진선*, 이 정우*, 권 규식*, 박 세진**

*전주대학교 산업공학과, **한국표준과학연구원

ABSTRACT

현대 문명이 발달함에 따라 산업제품 설계에서는 인체부위 치수가 필수적으로 이용되고, 특히 대중시설에서도 이용자의 편의성을 제공하기 위해 인체측정의 중요성이 부각되고 있다. 현재 인체측정에 대하여 국제적으로 통일되어 있고 국내에서도 KS A 7003과 KS A 7004는 인체측정용어와 인체측정방법에 대해 표준이 설정되어 있으나 인간공학적으로 한국인에 적합한 체계적인 표준화 설정이 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 인간공학적인 인체측정의 표준화 수립을 위하여 인체측정방법 및 측정항목에 대하여 ISO(International Standardization Organization), NASA(National Aeronautics and Space Administration), HQL(Research Institute of Human Engineering for Quality Life)과 KS(Korean Standardization)의 관련 내용을 비교 및 분석하였다. 또한 KS의 측정항목과 측정방법의 개선을 제안하고 몇몇 측정항목을 대상으로 제안된 내용의 검증 실험을 다루고 있다.

1. 서론

현대 문명이 발달함에 따라 산업제품 또는 일상생활에서 접하는 물건이나 환경에서 볼 수 있는 교통수단, 구성품, 제어, 도구, 작업공간 등의 평가와 설계에서 인체의 크기와 특성에 관한 자료를 이용하여 안전하고 편리한 제품 또는 환경을 구성하는 필요성이 증가하고 있다.

인체 측정은 인체의 크기 특성과 신체 능력, 신체 기하학을 설정하는 응용예술이며 측정 과학이다. 인체 측정기법은 인간공학적인 공학 설계 요구사항의 개발과 분석을 위한 가장 기본적인 작업도구로서 제어를 위한 접근 거리 및 자세의 평가, 주변장비 등에 의한 상해를 피하기 위한 신체의 여유거리 결정, 이동을 한정하는 요소나 물건의 판별 등에 도움을 준다. 이러한 인체 측정은 시스템적 관점에서 인간공학의 중요한 구성요소가 된다[1].

공업제품이나 소비자 제품의 종류가 다양해지고 개방경제 하에서의 국제적인 상품 유통과 산업교류가 증가함에 따라 인간이 사용하는 제품이나 환경의 설계, 제작, 생산, 및 유통에 인간공학적인 검토가 소비자 보호의 측면에서 각국의 중요한 관심사로 대두되고 있다. 이러한 인간공학적인 검토의 기반이 되는 인체 측정에 대하여 국제적으로 통일되어 있고 국내에서도 KS A 7003[2]과 KS A 7004[3]에 인체 측정용어와 측정방법에 대해 표준이 설정되어 있다. 그러나 신뢰성 있는 인체 측정자료의 산출과 축적 및 보급을 위해서는 서로 다른 인체 측정자들이 측정을 한다 하더라도 신뢰할 만한 인체 측정이 되도록 인체 측정용어 및 방법의 표준화가 이루어져야 한다. 인체 측정용어 및 측정방법의 표준화가 이루어지면 인체

측정 통계자료에 대한 신뢰성 및 활용성을 향상시켜 산업제품의 규격화와 합리화를 통해 인간과의 적합성을 고려한 새로운 제품 및 환경의 설계, 평가에 많은 도움을 줄 것이다.

따라서 본 연구에서는 인간공학적인 인체 측정의 표준화 수립을 위하여 인체 측정방법 및 측정항목에 대하여 ISO 7250[4], ISO 8559[5], 생명공학공업기술연구소에서 측정한 일본조사[6], NASA[7]자료와 KS의 관련 내용을 비교, 분석을 하였다. 또한 KS의 측정항목과 측정방법의 개선을 제안하고 몇몇 측정항목을 대상으로 국외의 관련내용과 측정방법이 상이한 항목에 대해 측정치의 변화분석을 위해 비교 실험을 다루고 있다.

2. 인체 측정 항목과 방법에 대한 국내의 규격의 비교 및 분석

2.1 인체 측정기준에 관한 비교 및 분석

인체 측정기준은 인체 측정항목의 기준을 설정하는 것이기 때문에 각 항목의 정확한 측정을 위해서 필요한 기준점, 선, 면의 정의가 필수적이다. KS 측정기준점은 마틴(Martin)식 측정점을 기준으로 39개가 선정되었으며 의복구성을 위한 인체 측정시 필요로 하는 항목들을 기준으로 하여 9개의 측정기준선과 1개의 측정기준면이 제시되어있다. KS는 정의되지 않았으나 ISO, JIS에서 채택된 프랑크프루트(Frankfurt)면은 좌우의 귀구슬과 안와점(Orbitale)에 의하여 정의되는 기준면으로서 머리부위의 높이를 측정할 때 측정오차를 줄일 수 있으므로 제시되어야 한다[8]. HQL은 머리부위 44개의 항목을 측정하기 위한 26개의 측정점을 제시하고 있으나 KS의 경우는 20개의 항목을 측정하기 위해 단지 5개의 측정점을 가지고 있다. KS의 코 길이 측정항목에서 눈살점(Glabella; 미간)에서 코끝까지의 거리로 정의하고 있으나 코끝에 대한 측정기준점이 없으며, HQL과 NASA는 미간이 아닌 각각 비근(Nasion), 코 부분에서 가장 깊은 부위(Sellion)의 측정기준점에서 측정한다.

2.2 인체 측정용어에 관한 비교 및 분석

KS, ISO 7250, ISO 8559, NASA, HQL의 인체 측정 용어를 비교, 분석하였으며, 한 예로 표 1에 비교 제시하였다.

2.3 인체 측정방법에 관한 비교 및 분석

KS와 ISO, NASA, HQL 사이의 인체 측정 방법에 대한 비교, 분석 결과를 요약 정리하면 다음과 같다.

(1) 키: KS에서는 신장계를 앞쪽, ISO는 뒤쪽에서 측정하며 HQL에서는 키(Height)와 최대키(Maximum height)로 분류하여 키의 경우 앞에서 측정하며 최대키는 될 수 있는 한 등을 편 상태로 뒤쪽에서 측정한다. ISO, HQL은 프랑크프루트면의 수평을 유지하나 KS는 제시되어 있지 않다.

(2) 눈높이: KS에서는 눈동자에서 바닥까지 수직거리를, ISO에서는 눈꼬리점(Outer corner of the eye)에서 바닥까지의 수직거리로 측정한다. 그리고 NASA와 HQL에서는 눈안쪽점(Inner corner of the eye)을 기준으로 바닥까지의 수직거리를 측정하고 있다. 눈동자보다는 눈꼬리점 또는 눈안쪽점을 측정점으로 하는 것이 타당할 것으로 보인다. ISO, HQL에서 프랑크프루트면의 수평을 유지한다.

표 1. 선 자세 높이 측정부위 용어

측정항목	KS	ISO		NASA	HQL
		7250	8559		
1. 키	Stature	Height	Height	Stature	Height
2. 눈높이	Eye height	Eye height		Eye height	Entocanthion height
3. 어깨높이	Acromion height	Shoulder height		Shoulder height	Acromiale height
4. 목뒤높이	Neck height, posterior		Cervical height	Cervicale height	Cervicale height
5. 허리높이	Waist height		Waist height		Height of minimum abdominal circumference
6. 팔굽힌 팔꿈치높이	Olecranon height	Elbow height		Olecranon height	Elbow height
7. 엉덩이 밑 높이	Gluteal furrow height			Gluteal furrow height	Gluteal furrow height
8. 손끝높이	Fingertip height			Dactylion height	Dactylion height
9. 회음높이	Perinum height	Crotch height	Inside leg height ; crotch height	Crotch height	Crotch height
10. 대퇴돌기 높이	Trochanter height		Hip height	Trochanteric height	Trochanterion height
11. 무릎마디 안쪽높이	Tibial medical height	Tibial height		Tibiale height	Tibiale height
12. 머리위로 뻗은 손끝높이	Fingertip height over head	Tibial height			Dactylion height over head

(3) 목뒤높이: KS, NASA, HQL은 바닥에서 목뒷점(Cervical)까지의 수직거리를 측정하나, ISO는 목뒷점에서 엉덩이(Hip)까지는 등선을 따라 길이를 줄자를 이용하여 측정하고, 이후 엉덩이에서 바닥까지의 수직거리를 측정한다.

(4) 회음높이: 살높이 또는 가랑이높이로 용어의 수정이 필요할 것으로 보이며, 측정방법에 대한 재검토가 필요하다. ISO 8559는 양다리 사이에 네모판을 끼워서 약간 벌린 상태에서 측정한다. NASA와 HQL은 양다리를 약간 벌린 자세에서 측정한다.

(5) 등길이: ISO, NASA, HQL은 투명용지를 사용하지 않고 등선을 따라서 줄자를 이용하여 측정한다.

(6) 소매길이, 안소매길이: NASA는 팔꿈치를 굽힌 다음 손을 엉덩이에 놓은 상태에서 소매길이를 측정하고, 안소매길이는 상지를 내린 상태에서 측정한다. 소매길이와 관련하여 HQL은 상지를 내린 상태에서 요골점을 중심으로 2개의 측정항목으로 분류하고 어깨점에서 손목안쪽점까지의 직선길이(Upper limb length, Upper arm length)를 측정한다. ISO는 팔꿈치의 각도를 90° 굽힌 다음 손을 엉덩이에 놓은 자세에서 어깨점에서 손목안쪽점까지의 길이를 줄자를 이용하여 측정한다.

(7) 몸통너비, 어깨너비: 몸통너비는 KS에서 팔을 포함한 몸통의 좌우 최대 직선거리를 측정한다. ISO, NASA, HQL은 좌우 삼각근(Deltoid)의 너비와 좌우 팔꿈치(Elbow)의 너비로 분류하여 측정하고 있다. 몸통너비, 어깨너비와 관련하여 KS, NASA, HQL은 서있는 자세에서 측정하고 ISO는 서있거나 또는 앉아있는 자세에서 측정하고 있다.

(8) 가슴 너비, 가슴 둘레, 가슴 두께: ISO 7250는 호흡관련 측정방법이 정의되지 않았다. KS는 숨을 들이마신 후 숨을 멈추듯이 할 때에 측정하고, HQL은 숨을 들이마신 후부터 내 쉴 때의 사이에 측정한다. 가슴둘레의 경우 ISO 8559에서 Normal breathing으로 측정방법을 규정하였다.

(9) 가슴 두께: KS는 남녀 구별이 없으나, ISO, NASA, HQL는 남녀 구별하여 측정하고 여자의 경우 브래지어를 착용한 상태에서 등에서 흉곽 최고점까지의 두께를 측정한다.

(10) 앞으로 뻗은 팔 길이: KS, NASA, HQL은 측정항목에 포함되어 있으나 ISO는 정의되어 있지 않다. 이와 관련하여 ISO, NASA, HQL은 벽면에서 Grip center까지의 거리에 대한 측정항목이 존재하나, KS는 존재하지 않는다. 인체측정자료의 실제적 응용에서 Grip center가 자주 사용되고 있으므로 손끝길이에 관련된 측정항목에 대해서 Grip center에 대한 추가 정의가 필요할 것이다. 또한, 앞으로 뻗은 팔 길이, 옆으로 뻗은 팔 길이, 양팔 벌린 팔 길이의 측정 용어는 앞으로 뻗은 손끝길이, 옆으로 뻗은 손끝길이, 양팔 벌린 손끝길이를 각각 수정해야 할 것이다.

(11) 어깨점 팔꿈치길이, 팔꿈치 손목 안쪽점길이, 팔꿈치 손끝길이: KS와 HQL은 서있는 자세에서 측정하고, ISO와 NASA는 앉은 자세에서 측정한다.

(12) 눈 턱끝길이: KS는 앞쪽에서 오른쪽 눈동자와 턱끝사이의 길이를 측정한다. ISO와 HQL은 비근(Nasion)을 기준으로 측정한다. 눈동자에서 측정기의 정확한 지지가 어려우므로 비근에서 턱끝사이의 길이를 측정하는 것이 필요할 것이다.

(13) 얼굴길이: KS는 이마시작선 가운데점에서 턱끝점까지의 수직거리로 이마 시작선의 정의를 불분명하다. NASA는 이마의 머리털이 난 중앙선(The midpoint of the hairline)에서 턱끝점까지 수직거리로 정의하고 있다.

(14) 손두께: KS는 손두께를 Hand thickness로 정의하고, 손바닥을 편 상태에서 손의 최대 두께를 측정한다. 그리고 손가운데 두께를 Metacarpal bone head thickness로 정의하여 손바닥을 편 상태에서 가운데 손가락 손등점에서 손바닥쪽으로 내린 수직거리를 측정한다. NASA에서의 Hand thickness의 정의는 KS의 손가운데 두께와 동일하다.

(15) 발길이, 발너비, 발둘레: KS의 측정방법은 오른쪽 발에 무게중심이 실리도록 하고 있으나, ISO와 HQL은 양발에 균등하게 하중이 실린 상태에서 측정하고 있다.

(16) 머리 관련 부위: KS와 ISO, NASA에서 피험자의 자세에 대한 정의가 없으나, HQL은 앉은 자세에서 측정한다.

3. 비교 실험

3.1 실험 방법

본 실험에는 KS와 ISO, NASA, HQL의 측정방법이 상이한 항목에 대해 측정치의 변화 분석을 위해 남자 20명의 피험자와 실험전에 인체측정에 관련된 기본지식과 해부학을 교육 받은 3명의 대학원생이 참여하였다. 키, 눈높이, 가슴 너비, 가슴 둘레, 가슴 두께, 눈 턱끝길이, 발길이, 발너비, 발둘레로서 9개의 측정항목을 선정하고, 마틴(Martin)식 인체측정기를 이용하여 동일한 피험자에 대해 Case에 따른 반복측정을 실시하는 직접측정방법으로 측정

하였다. 키 측정항목의 Case 1은 프랑크푸르트면을 고려하지 않은 상태, Case 2는 프랑크푸르트면의 수평을 유지하고 측정하였다. 눈높이 측정항목의 Case 1은 눈동자를 기준으로 측정하고 프랑크푸르트면을 고려하지 않은 상태, Case 2와 Case 3은 각각 눈꼬리점, 눈안쪽점을 기준으로 측정하고 프랑크푸르트면의 수평을 유지하여 측정하였다. 가슴관련 측정항목의 Case 1, Case 2, Case 3은 각각 KS, ISO, HQL의 호흡관련내용을 따랐다. 눈 턱끝길이 측정항목의 Case 1은 오른쪽 눈동자에서 턱끝점까지, Case 2는 비근에서 턱끝점까지, Case 3은 눈안쪽점에서 턱끝점까지의 수직거리를 측정하였다. 발관련 측정항목의 Case 1은 오른쪽 발에 체중을 옮기도록 한 후, Case 2는 양발에 균등하게 하중을 실은 상태에서 측정하였다. 제시된 방법 이외의 기타 측정방법은 KS의 규격에 따랐다.

3.2 실험 결과

피험자에 따른 측정자의 변화분석을 Case별로 제시하기 위해 키, 눈높이, 눈턱끝길이, 가슴 너비, 가슴 둘레, 가슴 두께에 대해서 Case별로 측정치의 표준편차 범위를 그림1, 2에 나타내었다.

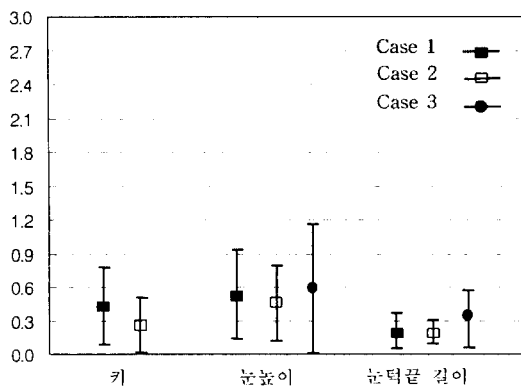


그림 1. 키, 눈높이, 눈턱끝 길이에 대한 표준편차의 범위

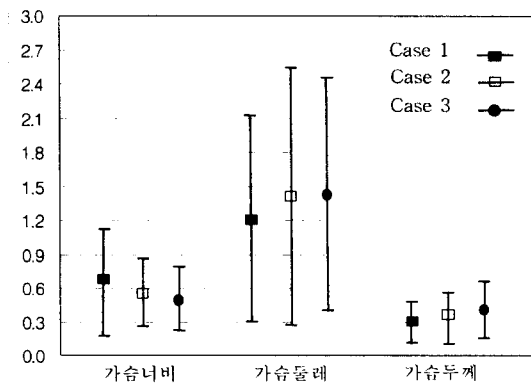


그림 2. 가슴부위의 측정치에 대한 표준편차의 범위

키 측정항목에서 프랑크푸르트면의 수평을 유지한 Case 2가 Case 1보다 측정치의 표준편차의 범위가 작은 것으로 나타났다. 눈높이 측정항목에서는 눈동자, 눈안쪽점에서 바닥까지의 수직거리를 측정한 Case 1, Case 3가 눈꼬리점에서 바닥까지 수직거리를 측정한 Case 2의 표준편차 범위보다 크게 나타났다. 이는 측정기의 정확한 지지가 어려웠기 때문으로 판단된다. 눈 턱끝길이 측정항목에서도 비근에서 턱끝점까지 수직거리를 측정한 Case 2가 오른쪽 눈동자, 눈안쪽점에서 턱끝점까지 측정한 Case 1, Case 3보다 표준편차 범위가 작게 측정되었다. 가슴관련 측정항목은 그림 2와 같이 피부 압력에서 오는 오차로 인하여 표준편차범위가 큰 것을 알 수 있다. 상대적으로 호흡에 대한 기준이 명확한 Case 1이 표준편차 범위가 작게 제시되었으나, 가슴 너비의 경우 상반된 결과를 보여주고 있다. 발부위의 Case에 따른 측정치의 변화가 표 2에 제시되어있다. 몸의 무게중심을 한발 또는 양발에 실린 상태에서는 발길이에 큰 차이는 없다. 그러나 양발에 몸의 무게를 실으면 발너비, 발둘레는 약 0.1, 0.9cm 줄어드는 것을 볼 수 있다.

표 2. Case에 따른 발부위 측정치의 변화

Case	측정 항목	발길이	발너비	발둘레
	측정자			
Case1	A	24.9	9.7	23.4
	B	24.9	9.9	24.3
	C	25.2	10.0	24.0
	평균	25.0	9.86	23.91
	표준편차	0.15	0.16	0.45
Case2	A	24.9	9.6	22.0
	B	25.0	9.8	24.1
	C	25.1	9.9	22.9
	평균	25.0	9.77	23.00
	표준편차	0.11	0.17	1.04

4. 결 론

본 연구에서는 인체 측정에 관련된 용어, 방법들에 대해 국내 KS 규격과 국외의 ISO, NASA, HQL 규격을 비교, 분석하였다. 또한 KS의 측정항목과 측정방법의 개선을 제안하고 몇몇 측정항목을 대상으로 국외의 관련내용과 측정방법이 상이한 항목에 대해 측정치의 변화분석을 위해 비교 실험을 실시하였다.

전문 연구자이거나 각종 산업분야에서 필요로 하는 항목뿐만 아니라 생산자측, 소비자측, 행정지도하는 측에서 요구되는 인체측정항목을 선정하여 급속히 진행되고 있는 국제 표준화에 적극 참여하여야 할 것이다. 따라서 앞으로 지속적인 연구를 통하여 국내 산업이 국제 교역에 있어 불이익을 받지 않도록 인체 측정 항목의 용어 및 측정 방법의 정의에 대한 체계적인 표준화가 필요하다.

참고 문헌

- [1] John A. Roebuck, Jr, Anthropometric methods: Designing to fit the human body, Human Factors and Ergonomics Society, 1995.
- [2] 한국공업표준협회, 인체측정용어(KS A 7003-1989), 1989.
- [3] 한국공업표준협회, 인체측정방법(KS A 7004-1989), 1989.
- [4] Basic human body measurements for technological design, ISO 7250, 1997.
- [5] Garment construction and anthropometric surveys, ISO 8559, 1997.
- [6] 生命工學技術研究所. 生命工學工業技術研究所研究報告, Vol. 2, No. 1, 1994.
- [7] Anthropology Research Project staff(Eds.). Anthropometric source book. Volume I: anthropometry for designers (NASA Reference Publication 1024). Houston: NASA Scientific and Technical Information office, 1978.
- [8] 이영숙 등, "인체 측정 방법 및 측정 항목에 대한 KS와 ISO의 비교", 1997 대한인간공학회 춘계학술대회 학술논문집, pp. 247-255, 1997.