

사무용 의자 디자인을 위한 인간공학적 설계파라메타 연구

박수찬*¹ · 이영신*²

A Study on the Ergonomic Parameter for Design of Office Chair

Soo-Chan Park*¹ · Young-Shin Lee*²

ABSTRACT

All chairs are uncomfortable in the long run and some chairs become uncomfortable more rapidly than others. In a particular chair, some people feel more uncomfortable than others. Comfort will depend upon the interaction of chair, user, and task characteristics. In this study, we intended to design a comfortable office chair by investigating anthropometric and biomechanical aspects for Koreans.

We determine the design dimensions by analysing the anthropometric data. With these body parameters, we determined the design dimensions such as seat height, seat depth, seat width, seat backrest width, etc.

This research, hopefully contributes to the development of ergonomic chair and improvement of the chair design technologies.

Keywords : biomechanics, ergonomics, office chair, design parameter

*¹ 한국표준과학연구원 인간공학연구그룹, Ergonomics Research Group, Korea Research Institute of Standards and Science, Taejon 305-340, Korea

*² 충남대학교 기계설계공학과, Department of Mechanical Design Engineering, Chungnam National University, Taejon 305-340, Korea

1. 서 론

1. 1. 연구의 배경 및 목적

대부분의 사무작업자들은 하루 일과 중 약 75%를 의자에 앉아서 작업을 하게 되는데 이때 작업 조건, 작업 의자 및 작업대, 조명과 소음, 실내의 공기 등 여러 조건이 사무 작업자에게 영향을 미치게 된다. 특히 신체와 가장 밀접한 접촉이 이루어지는 의자 및 작업대는 작업자에게 미치는 영향이 크다. 사무용 의자의 설계는 사용자의 기능성에 적합하고 안정된 자세를 유지할 수 있어 작업능률을 향상시킬 수 있도록 하는 것이 목적이다. 따라서 기능성과 안정된 자세를 유지하기 위해서는 인체의 형상과 작업자세에 따른 체형의 변화와 각 인체 분절의 동작 범위, 작업 수행능력 등을 평가하여 최적의 작업자세를 유지할 수 있는 사무용 의자 설계가 이루어져야 한다(이영신 등, 1997).

사람이 앉는다는 것은 의자와 앉은 자세 사이에서 나타나는 생체역학적인 변화를 수반하게 되므로 수십년 동안 의자설계자, 인간공학자, 그리고 해부학자들에게 큰 관심의 대상이었다. 특히 사무작업자의 일상생활 필수품인 의자의 경우 제한된 작업공간 안에서의 앉은 작업이라는 점에서 편안하고 안락감을 향상시키기 위한 인간공학적 설계에 대한 기술개발이 선진 외국에서는 활발이 진행되고 있다. 의자에 있어서 우리나라 소비자들은 대부분 불편 요소가 있으면 좌면이나 등판에 쿠션 등을 대어 불편 요소를 해소하려 하고 있다. 이는 인간공학적으로 부적합하게 설계된 제품을 자기 체형에 맞추려는 노력을 하는 것으로 판단할 수 있다. 최적의 작업자세를 유지한다는 그 자체는 작업자 스스로가 터득 하는 것이 아니라 신체 특성을 고려한 설계로 유도하여야 하며 사무 작업환경의 변화에 따른 의자의 설계 변화가 사용자의 욕구에 적합하게 적용되어져야 한다.

사무용 의자의 가장 큰 역할은 다양한 작업환경에 적응할 수 있으며, 안정된 자세를 유지할 수 있어야 한다. 사무실에서 일하는 사람들의 작업조건은 업무조건에 따라 달라지게 되는데, 즉, 컴퓨터작업, 회의, 중요업무 그리고 휴식 등 다양한 조

건에 따라 신체형상의 변화가 있게 되는데 이때 사무용 의자의 역할이 이를 충분히 만족시켜주어야 한다. 이러한 역할을 만족시키기 위해 사무용 의자의 기능은 매우 복잡해지며, 이를 구현하는 기계적 구동 장치가 요구된다. 또한 사용자의 신체조건에 맞는 의자를 설계하는 것이 가장 중요하다. 따라서 의자의 디자인은 시대변화와 민족성, 문화적인 배경, 기능성, 그리고 그 국민의 체형에 부응하여 변화되고 있는 환경에 적합하도록 설계되어야 하기 때문에 그 디자인 형태가 매우 다양하다.

의자의 설계를 위한 자세 연구 및 설계 파라메타 추출 연구는 선진외국에서는 생체역학적인 측면과 인간공학적인 측면에서 많은 연구가 행하여져 왔으나 국내에서는 의자 설계에 대한 학제적 연구의 필요성 및 수요가 있었음에도 불구하고 극히 미미한 상태이다. 최근 국내의 몇몇 연구자들에 의해 일부 연구가 진행되기 시작하여 사무용 의자 설계변수에 관한 인간공학적 연구(이영신 등, 1997), 신체의 움직임을 정량화하여 의자 안락도를 평가하고자 한 연구(김경일, 1988), 사무용 의자의 사용성을 분석하여 설계파라미터를 도출하기 위한 사무용 의자의 실태파악 연구(한국표준과학연구원, 1995 ; 이동훈 등, 1994), 사무용가구의 설계기준에 관한 연구(대한기계학회, 1985) 등 일반적인 사무작업에서의 의자와 작업 테이블에 대한 연구들이 진행되었다. 그러나 이러한 연구 결과들이 제품 설계 및 생산에 직접적으로 활용되기까지는 많은 어려움이 존재하고 있다. 최근까지 국내의 사무용 가구 제조업체 대부분이 외국기업과의 기술제휴를 통하여 그들의 설계와 기술을 바탕으로 생산에 치중을 두고 있는 실정 이었으며, 국내 연구 결과들이 너무나 일반적인 연구 내용에 치중되어 있었기 때문에 제품 설계시 반영될 수 있는, 좀더 현실적으로 구현 가능한 연구로의 의식 전환이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 사무용 의자의 인간공학 적 기능을 고려한 설계파라메타를 디자인 측면에서 이론적 고찰과, 생체역학적인 인체특성치를 분석함으로써 다양한 사용자에게 만족감을 줄 수 있는 의자를 개발하는데 필요한 설계 개념도출 정보를 제공하는데 목적이 있다.

1. 2. 연구의 범위

본 연구에서는 사무용 의자를 설계하는데 있어서 고려되어야 할 설계 파라메타를 중심으로 생체역학적인 이론적 고찰을 통하여 사무용 의자의 설계기준을 도출하고자 하였다.

2. 사무용 의자 디자인을 위한 설계 파라메타

2. 1. 앉은자세의 생체역학적 고찰

인간이 앉는다는 것은 작업에 필요치 않은 신체 부위를 휴식 시키려 하는 것이다(Grandjean and H nting, 1977). Mandal 은 "산업의 발달과 더불어 인간은 직립인간이라는 Homo Sapiens 개념에서 좌식인간이라는 Homo Sedens 개념으로 바뀌게 되어 대부분의 사람들이 의자를 사용하게 되었다"고 주장하고 있다(Mandal, 1981). 그림 1은 앉는 자세에 대한 Grandjean 의 분류로서 대체로 작은 체구의 사람은 의자의 앞쪽에 앉고, 키가 큰 사람은 의자 깊숙히 앉는다고 하였다(Grandjean and H nting, 1977). 즉, 대부분의 사람들은 앉을 때 등을 등받이에 기대는 경우, 팔을 책상 위에 지지하는 경우, 등받이나 책상에 기대거나 지지하지 않고 앉는 경우로 볼 수 있다. 안락하고 체형에 적합한 사무용 의자를 설계하고자 하는 연구는 좌식 문화가 발달된 서구에서 많은 연구가 이루어져 왔다.



Fig. 1 Type of seat posture[Grandjean, E., and H nting, W., 1977]

일반적인 사무작업을 보면 주로 듣기, 읽기, 쓰기로 약 70%의 시간을 보내게 되는데 이때 의자 좌면 높이에 따라 척추와 골반과의 사이에 변화가 일어나게 된다. 그림 2는 의자 좌면 높이에 따른 요추의 변화를 보여주고 있다(Mandal, 1982). 인간의 자세 연구는 의자를 설계하거나 평가하는데 중요한 연구 과제로서 국내에서 발표된 연구결과는 적지만 일본과 유럽의 여러 나라에서는 자세 연구가 활발하여 이미 많은 연구 결과를 발표하였다. 특히, 동양권의 일본에서는 60년대 이전부터 자세 연구가 활발히 이루어져 학생용 교구뿐 아니라 사무용 가구 등의 설계 등에 응용하여 왔다(일본자세연구소,1969).

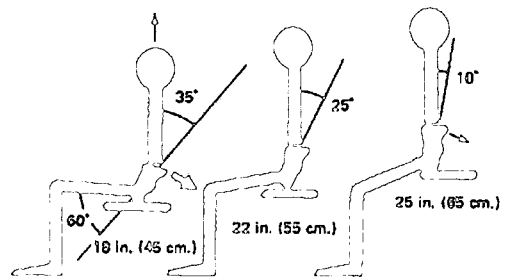


Fig. 2 Variation of lumbar support by seat height [Mandal,1982]

Floyd 와 Ward는 EMG 를 이용하여 앉은 자세와 그에 따른 근육의 부하를 측정하여 요추가 지지 될 때 생체역학적으로 가장 편안하며 근육의 피로도 낮다(Floyd and ward, 1969)고 하는데 이는 Akerblom의 주장과 일치한다(Akerblom, 1948). 생체역학적인 측면에서 볼 때 척추(spine)가 매우 중요하게 되는데 앉는 자세에 따라 척추의 변화가 일어나게 된다. 그림 3은 자세별 요추(lumbar)와 골반(pelvis)의 회전으로 인한 관절의 변화를 보여주고 있으며, 그림 4는 선 자세(lordosis)와 앉은 자세(kyphosis)의 요추(lumbar)와 골반(pelvis)을 비교한 것으로서 선 자세에서 앉은 자세로 자세가 변화되었을 때 요추와 골반사이의 움직임이 90° 같이 보이나 실제로는 60°에 지나지 않는다(Kccgan, 1953).

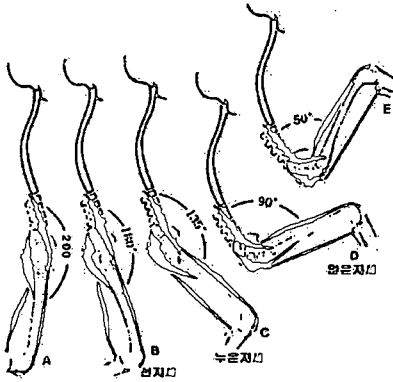


Fig. 3 Variation of lumbar and pelvis by body posture[Keegan,1953]

서 있을 때와 등판의 지지없이 앉아있을 때의 디스크에 걸리는 압력이 달라지게 되는데 서있을 때가 앉아 있을 때 보다 약 35% 정도 압력이 낮다 (Nachemson, 1964). 등판의 각도는 등판이 90°에서 110°로 기울 때 특히 디스크 압박이 줄어든다 (Anderson, 1980).

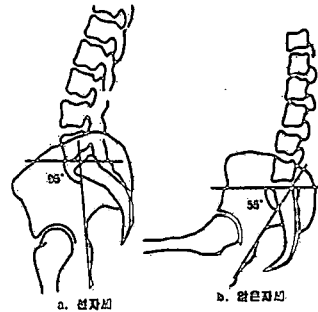


Fig.5 Rotation of pelvis[Keegan,1953]

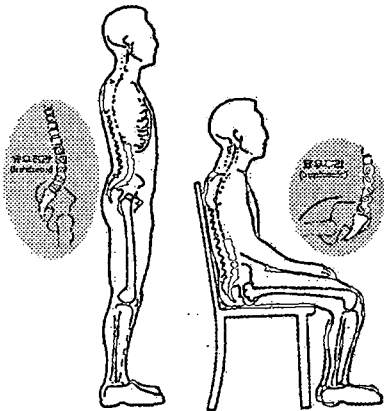


Fig. 4 variation of Lumbar and pelvis by standing posture and sitting posture[Keegan,1953]

즉 그림 5와 같이 선 자세(a)로 변화될 때 골반이 40° 정도 회전된다. 그림 6은 요추(lumbar)의 곡면도 변화가 요추의 4 번째(L4)와 다섯 번째 마디 (L5) 에서 약 30.4° 일어난 것을 보여주고 있다(Schoberth, 1962).

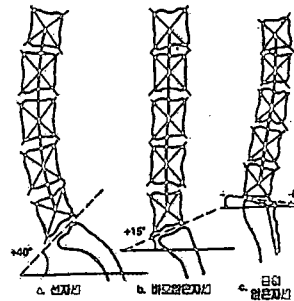


Fig. 6 Flattening of lumbar[Schoberth, 1962]

등기댐의 각도를 90°에서 120°까지의 범위로 변화 시키면서 등받이 지지점을 상하로 움직여 가장 적당하다고 판정된 각도를 기준으로 각 각도에 따른 지지점의 높이를 한곳 지지하는 경우와 두 곳을 지지하는 경우로 구분하여 보았을 때 그림 7과 표 1과 같다(대한기계학회, 1985). 이는 의자

에 앉아서 일반적인 사무작업, 가벼운 휴식자세, 휴식자세 등으로 자세변화가 일어날 때 적절한 등받이 점의 조절이 이루어져야 사용자들은 안락하고 편안하다고 판단하는 것이다.

이와 같은 연구들이 인간공학자나 생체역학자들에 의해 발표되고 있으며, 인간공학적인 신체 파라메타 분석을 통한 최적의 의자 설계를 위한 연구 결과가 제안되고 있다.

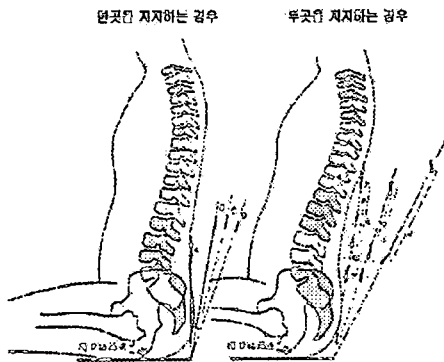


Fig. 7 Variation of support height by supporting condition [대한기계학회, 1985]

Table 1. Height and angle of lumbar support by support conditions

지지점 조건	상체 각도	상부		하부	
		지지점높이	지지점각도	지지점높이	지지점각도
한곳만 지지하는 경우	A 90°	25cm	90°	-	-
	B 100°	31cm	100°	-	-
	C 105°	31cm	105°	-	-
	D 110°	31cm	110°	-	-
두곳을 지지하는 경우	E 100°	40cm	100°	19cm	100°
	F 100°	40cm	100°	25cm	100°
	G 100°	31cm	100°	19cm	100°
	H 110°	40cm	110°	25cm	110°
	I 110°	40cm	110°	19cm	110°
	J 120°	50cm	120°	25cm	120°

2.2. 사무용 의자의 주요 설계 파라메타

사람이 앉는다는 것은 최대한 신체를 편안하게 하기 위한 심리학적(Psychological) 조건에 관계된 것이고 다리의 무게를 줄이기 위함이며, 일하고 있는 동안 안정된 자세를 유지할 수 있게 하고 일이 없을 때 작업자의 근육을 쉬게하기 위함이다 (Grandjean, 1980 ; Applied Ergonomics, 1970). Branton과 Oxford는 좋은 의자란 의자의 존재를 인식하지 못한 채 오랫동안 앉을 수 있는 의자라고 하였다(Branton, 1969 ; Oxford, 1969). 그러나, 모든 사용자에게 적합한 좋은 의자란 존재하기 힘들다. 따라서, 대부분의 사용자들이 만족할만한 의자를 만들기 위해서는 민족의 생활습관이나, 사용자 집단의 신체 특성치에 대한 깊은 연구가 따라야 한다. 의자 설계에 필요한 주요 신체 파라메타는 그림 8에 나타낸 바와 같다. 이에 따른 각 설계기준 지침을 정리하면 다음과 같다.

2.1.1. 의자 좌면 높이 (Seat Height)

의자 좌면 높이 결정은 대퇴를 압박하지 않도록 좌면 앞부분은 앉은 오금보다 높지 않아야 하며 신발의 뒤꿈치 높이를 고려하여 치수는 제 5 백분 위수값 이상 되는 모든 사람을 수용 할 수 있어야 한다. 일반적으로 사람들은 자기의 앉은 오금높이와 거의 일치하는 의자 좌면 높이에 앉았을 때 편안하게 느낀다(Floyd and Roberts, 1958). 개개인에게 알맞은 의자를 만드는 경우 좌면 높이 결정은 여러 연구자들의 결과를 종합하여 보면 앉은 오금높이보다 낮게(약 1 cm 정도) 설계되는 것이 바람직하다. 그러나 개 개인의 앉은 오금높이가 개인마다 다르고 일반 사무작업 특성상 작업의자를 개인의 앉은 오금높이에 맞추기가 불가능하므로 조절식 의자의 필요성이 요구된다.

이를 위해서는 앉은 오금높이에 대한 분포 범위의 분석과 판별 가능 인식범위에 대한 분석 자료가 필요하게 된다. Kirk 등은 성인 남녀를 대상으로 의자 높이 인식 실험에서 비교높이 보다 상하 각 2.5cm 정도 이상 차이가 나면 판별 가능하다고 하였으며(Kirk et al, 1969) 인력개발연구소의 조사에서는 한국인이 인식 못하는 의자 좌면 높이 범위는 국민학생의 경우 상 하 각 1.5cm, 중학생이

상에서는 상하 각 2.0cm 가 된다고 하였다(인력개발연구소, 1971). 즉 의자 좌면 높이의 결정은 대부분의 사용자들이 사용하는데 적당하게 생각하는 앉은 오금높이 구간의 분포 등을 고려하여 그 구간을 일정 단위로 나누어 각 단위별로 설계치수로 결정토록 하여야 한다.

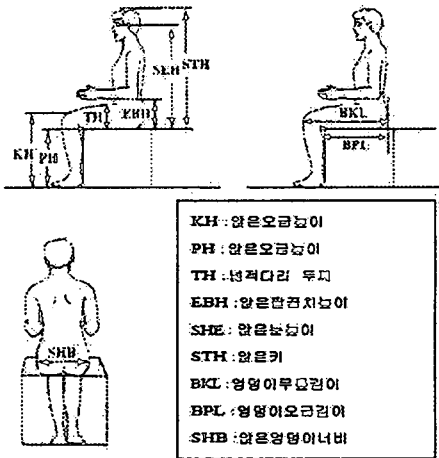


Fig. 8 Body parameter for chair design

2.1.2. 의자 좌면 깊이 (Seat Depth)

일반적으로 의자 좌면 깊이는 장단지가 들어갈 여유를 두고 대퇴를 압박하지 않게 작은 사람에게 맞도록 설계하여야 한다. 즉 엉덩이에서 오금까지의 길이(Buttock-popliteal length) 보다 국민학생은 2cm 중학생이상은 4cm 정도 약간 짧게 하는 것이 적당하다(Chappins, 1956). 따라서 규격 설계치수를 위해서는 각 호수의 범위에 속하는 집단을 선택하여 그 집단에서 제 5 백분위수값을 사용하는 것이 일반적이다. 그러나 규격 설계치수 결정단계에서는 각 호수간의 간격을 고려하여야 한다. 또한 앉은 좌면지지 위치(H.P:Hip Point)의 올바른 설정이 이루어지기 위해서는 좌면 지지점에 대한 신체 특성치를 고려 설계하여야 한다.

2.1.3. 의자 좌면 너비 (Seat Width)

의자의 좌면 너비는 일반적으로 앉은 엉덩이너비(Hip breadth, sitting)가 큰사람을 기준으로 이에 맞도록 하여야 하며(Floyd and Roberts, 1958), 최소한 앉은 엉덩이너비보다 5cm 이상은 넓어야 한다(Woodson, 1954). 따라서, 규격 설계 치수 결정을 위해서는 각 호수의 범위에 속하는 집단을 선택하여 그 집단에서 제 95백분위수값을 사용하는 것이 일반적이다.

2.1.4 등받이 (Backrest)

의자의 등받이는 요추를 지지해 주는 역할을 하여 척추의 변형을 막아주는 중요한 역할을 하는 것으로서 요추 지지점 설정이 잘 이루어져야 사용자들이 편안함을 느끼고 허리의 통증(low back pain)을 막을 수 있다. 선 자세에서 앉은 자세로의 전환시 골반의 회전이 일어나 앉은 자세에 따라 요추의 형태가 변하게(flattening of lumbar) 되는데 이때 등받이 각도에 따라 요추의 디스크 압박 정도가 달라지게 된다. 허리의 통증은 달라지는 압박 정도에 의해 느끼게 되는 것이다. 등판의 각도는 90°에서 100°로 기울어질 때 특히 디스크 압박이 줄어들며, 요추지지대도 디스크 압박을 줄여준다(Anderson, 1974, 1980).

따라서, 의자 등받이 설계시 등받이 중심점과 등받이 각도에 대한 사용자 집단의 신체 특성치를 고려하여 설계되어야 한다.

3. 사무용 의자의 설계 기준

3.1. 최근의 의자 디자인 개념

최근에 개발되어온 사무용 의자의 설계 개념은 그림 9에서 제시된 바와 같이 의자 좌판각의 감소함과 동시에 등판 경사각이 증가하도록 설계하는 것이다. 이러한 구조는 그림 9에서 작은 화살표로 나타내는 바와 같이 등판이 어떠한 등판각의 감소에 대해서도 올바른 부위에 적절한 지지를 하도록 한다. 큰 화살표는 등판 경사각이 증가함과 동시에 등판이 하강하는 방식을 보여준다. 즉, 등판 각도가 변함에 따라 좌판의 각도가 전면으로 전진하

고 상승되며, 등판의 요추 지지부가 골반의 회전과 동시에 발생하는 요추 지지점의 변화에 기여하도록 아래로 내려간다는 것이다.

Anderson(1974)은 그림 10에서와 같이 적절한 요추지지는 디스크에서의 압력을 감소시켜 요추의 각기 다른 부위에 사무용 의자의 등판지지를 적용하였을 때 요추 4번째와 5번째에 등판 지지를 한 것이 1번째나 2번째 요추부위에 지지를 한것에 비해 압력이 다소 감소했다는 것을 압력을 감소시킨다는 것을 제시하였다(Anderson, 1974). 팔걸이의 사용은 항상 디스크에서의 압력을 감소시켰다. 그러나, 이러한 사실은 등판과 좌판 각이 커질 때 는 영향이 감소하였다. 이러한 연구결과로부터 요추 패드를 50mm로 하고 110도와 120도의 각에서 등판에 기대는 사람의 디스크에 대한 하중이 심지어 선자세에서의 요추 전만에 대한 하중보다도 적다는 것을 제시한다. 이러한 결과들로부터 다음과 같은 중요한 결론을 얻을 수 있다. 경사진 등판에 등을 기대는 것은 상체 몸무게의 큰 비율을 등판으로 이동시키고 디스크와 근육에 대한 변형률을 감소시킨다. 의자 설계의 관점에서 디스크 압력과 근육의 활동에 관한 최적 조건은 등판의 경사각이 수평면에 대해 110° 나 120°(수직면에 대해 20° 나 30°)일 때와 50mm의 요추 패드가 있을 때 얻어진다는 것을 알 수 있다.

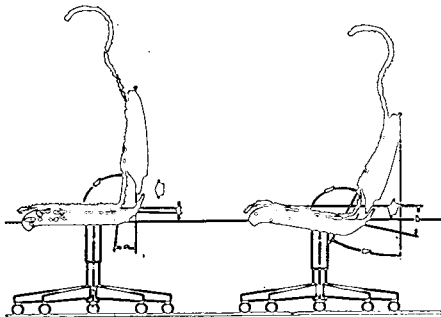


Fig. 9 Design concept of office chair

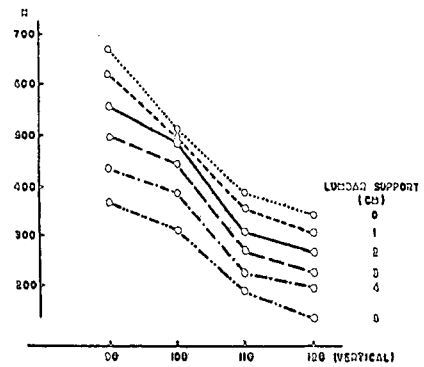


Fig. 10 Compare of disk pressure by chair tilt and lumbar support condition[Anderson.G, 1974]

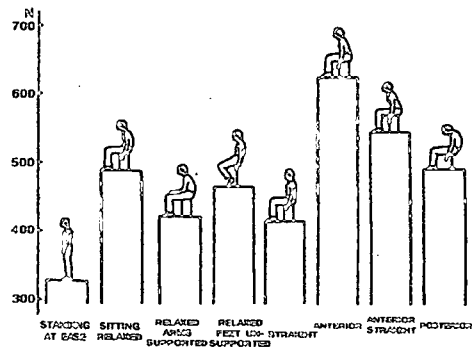


Fig. 11 Compare of disk pressure by working posture[Anderson.G, 1974]

3.2. 사무용 의자의 설계 기준

많은 연구자들에 의해 추천된 사무용 의자의 설계 기준을 요약 정리하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ① 사무용 의자는 전통적인 사무 작업과 최근의 사무환경 변화에 따른 OA 장비, 특히 컴퓨터 워크스테이션에서의 작업에 적절하도록 설계되어야 한다.

- ② 사무용 의자는 앞이나 뒤로 기대는 자세에 대해 적절히 대응할 수 있어야 하며 양쪽 자세에서 의자 등판의 적절한 요추 지지대가 있어야 한다.
- ③ 등판은 각도를 조절할 수 있어야 하고 어떤 특정한 각도에서 등판을 고정할 수 있는 것이 바람직하다.
- ④ 3번째 요추와 천골사이의 요추를 잘 지지하도록 등판에는 잘 형성된 요추 패드가 있어야 한다. 예를 들어, 의자 표면의 가장 낮은 점으로부터 100-200mm 높이가 바람직하며, 50mm의 요추 패드는 서있을 때보다 더 좋은 요추 전만을 야기시킬 것이다.
- ⑤ 시트 표면의 약 20mm 두께의 패드는 미끄러지지 않고 투과성이 좋은 재질로 구성되어야 하고 이것은 안락감을 향상 시키는 요인이 된다.
- ⑥ 사무용 의자는 변화되는 작업환경에 적합한 의자의 모든 요구사항들을 만족시켜야 한다.
- ⑦ 조절할 수 있는 의자 높이, 회전 가능하고, 의자 앞 끝단이 라운딩 되고, 5개의 다리와 바퀴, 사용성이 뛰어난 조절 장치.
- ⑧ 의자 좌면은 엉덩이가 미끄러지지 않도록 수평 아래로 240까지 뒤쪽으로 틸팅되는 것이 바람직하다.
- ⑨ 의자 등판은 의자 좌면에 대해 105-110도 틸팅될 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

4. 결 론

사무용 의자의 인간공학적 설계를 위해서는 인간의 신체적 특성과 심리, 생리, 행동 등을 충분히 고려하여야 하며, 환경, 안전, 작업 등을 계획하여 인간이 인간의 능력을 잘 이해하고 재해를 극복할 수 있도록 인간본위의 설계가 되도록 고려하여야 한다. 가구 또는 기기를 사용하는 것은 인간이므로 최종적으로 인간이 쉽게 사용하도록 사용성을 높혀 설계되도록 하여야 하며 안전하고 육체적으로나 정신적으로 피로감을 적게 받도록 하여야 한다. 따라서 사무용 의자를 설계하고 디자인하는데 있어서는 민족의 문화적인 배경과 생활습관의

변화 등 사회·문화적 환경의 변화에 적합한 감성적 설계 및 디자인이 되도록 고려되어야 하며, 인간의 신체적 특성을 고려하는 생체역학적 관점의 이론적 연구가 따라야 한다.

그러나 우리나라의 사무용 의자 설계 개념은 외국 모델을 도입하여 국내에서 조립, 생산, 판매하는 단계에 머무르고 있는 실정이었고 한국인을 대상으로 한 신체특성치를 분석하여 적용한 예가 적어 사용성 및 인체 적합성이 낮아 사용자들은 불편함을 감수하여야 했다.

따라서 본 연구에서는 사무작업자 및 일상생활에서 가장 밀접하게 접촉하는 의자가 좀더 체형에 적합하고 사용성이 좋은 의자로 설계되도록 생체역학적 이론의 고찰을 통해 사무용 의자의 인간공학적 설계 파라메타를 제시하였다. 이러한 연구를 통해 의자 설계에 있어서 하드웨어적인 기술발전뿐 아니라 인간공학적인 기술발전을 도모할 수 있을 것으로 판단되며 사무용 의자의 새로운 디자인 설계 개념을 도출하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김경일, Wriggle Meter를 이용한 의자 안락도의 정량적 평가, 한국과학기술원, 석사학위논문, 1988.
2. 대한기계학회, 사무용 가구(책상, 의자 및 케비넷) 설계기준, 공업진흥청, 1985.
3. 이동훈, 변승남설문조사 기법을 응용한 사무용 의자의 사용 실태분석 및 설계에 관한 연구, 대한인간공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 86-101, 1994
4. 이영신, 박수찬, 남윤의, 김동진, 송근영, "사무용 의자 설계변수에 관한 인간공학적 연구", 한국가구학회지, 제 8 권 제 1, 2호, pp. 17-27, 1997
5. 인력개발연구소, 생산성 향상을 위한 인간공학적 조사 연구, 과학기술처, 1971
6. 일본자세연구소, 자세와 생활 3 의자, 테이블 연구-국세사, 1969

7. 한국표준과학연구원, 사무용 책상 및 의자의 인간공학적 표준 설정에 관한 연구, 공업진흥청, KRIS-95-136-IR, 1995.
8. Anderson, G., Lumbar Disc Pressure and Myoelectric Back Muscle Activity During Sitting, *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, Supplement*, 3, pp.73-90, 1974.
9. Andersson, G., The Load on the Lumbar Spine in Sitting Posture, *Human Factors in Transport Research*, pp. 231-239, 1980.
10. Akerblom, B., Standing and Sitting Posture, Unpublished Thesis, Stockholm, Nordiska Bokhandeln, 1948.
11. Applied Ergonomics, Seating in Industry, *Applied Ergonomics*, Vol. 1, No. 3, pp. 159-165, 1970.
12. Branton, P., Behavior, Body Mechanics and Discomfort, *Ergonomics*, Vol. 12, No. 2, pp. 316-327, 1969.
13. Chappins, A., The Design and Conduct of Human Engineering Studies, San Diego State College Foundation, 1956.
14. Floyd, W.F., and Roberts, D.F., Anatomical and Physiological Principles in Chair and Table Design, *Ergonomics*, Vol. 2, pp. 1-16, 1958.
15. Grandjean, E., and H nting, W., Ergonomics of Posture-Review of Various Problems of Standing and Sitting Posture, *Applied Ergonomics*, Vol. 8, pp. 135-140, 1977.
16. Grandjean E., *Fitting the Task to the Man*, Talor & Francis Ltd., London, 1980.
17. Keegan, J.J., Alternation of the Lumbar Curve Related to Posture and Seating, *Journal of Bone and Joint Surgery*, Vol. 35, pp. 589-603, 1953.
18. Kirk, N.S., et al., Discrimination of Chair Seat Heights, *Ergonomics*, Vol. 12, No. 3, pp. 403-413, 1969.
19. Mandal, A.C., The Seated Man(Homo Sedens), The Seated Work Position Theory and Praticce, *Applied Ergonomics*, Vol.12, No.1, pp. 19-26, 1981.
20. Mandal, A.C., The Correct Height of School Funiture, *Human Factors*, Vol. 24, No. 3, pp. 257-269, 1982.,
21. Floyd, W.F. and Ward, J.S., Antropometric and Physiological Consideration in School, Office and Factory Seating, *Ergonomics*, Vol. 12, No. 2, pp. 132-139, 1969.
22. Nachemson, A., and Moriss, J.M., In Vivo Easurements of Intradiscal Pressure", *Journal of bone and joint surgery*, 4A:5:1077, 1964.
23. Oxford, H.W., Anthropometric Data for Educational Chairs, *Ergonomics*, Vol. 12, No. 2, pp. 140-161, 1969.
24. Schoberth, H., *Sitzhaltung, Sitzsch ben, Sitzm bel*, Springer, Berlin, 1962.
25. Woodson, W.E., *Human Engineering Guide for Equipment Designers*, University of California, 1954.