■ 硏究論文

Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 13, No.2, 1994

사무 좌식 작업자의 골격근육계 불편함 분석 및 의자 설계에 관한 연구
Investigation of Chair Design and Muskuloskeletal Discomfort of Office Workers

변 승 남* · 이 동 훈*

ABSTRACT

The objectives of this study are twofold : (1) to investigate musculoskeletal discomfort for sedentary workers in offices ane (2) to revise the Korean Standard for the design of office chairs in order to reduce or eliminate the physical discomfort or the office workers. Two hundred seventy-one office workers from nineteen different companies were selected to evaluate the musculoskeletal discomfort and indibidual features of chair design.

A statistical analysis of the survey rebealed that the office currently being used had two major deficiencies such as insufficient adjustability and inappropriate design specifications in ergonomic sense. A stepwise regression analysis showed that the deficiencies on the musculoskeletal discomfort of the workers.

Based on the ergonomic design pronciples, a methodology was debeloped to revise the Korean Standard for the design specifications of office chairs. An application of the methodology was made amend the design specifications of the four factors such as seat pan height, seat pan width, and seat psn inclunation. Their effects were evident in the musculoskeletal discomfort of the workers.

1. 연구배경 및 목적

산업사회의 정보화 사회로의 이행은 사무 좌식 작업(sedentary work in offices)을 수행하는 작업인구의 증가뿐만 아니라 작업의 형태와 내용에 있어서도 다양한 변화를 초래하

* 경희대학교 공과대학 산업공학과

였다. 이런한 작업환경의 변화는 단순히 작업수행을 위한 수단으로만 여겨지던 의자를 작업자의 건강과 작업효율에 커다란 영향을 미치는 핵심적 요소로 부각되게 하였다. 이에 따라 작업자가 장시간 높은 작업능률을 유지하며 동시에 편안한 자세로 작업을 수행할 수 있는 의자의 설계에 관한 많은 연구가 진행되어 왔다[4, 11, 14, 18, 20].

좌식 작업은 입식 작업(standing work)에 비해 작업수행시 하체에 가해지는 부하의 감소, 적은 에너지 소비량, 자세의 안정성 확보 등과 같은 이점을 갖고 있다[7, 12]. 그러나 이러한 이점들에도 불구하고 작업시간이 자기화됨에 따라 좌식 작업시 입식 작업에서 볼 수 없었던 새로운 문제점들이 표출되엇다. 예를 들어 장시간동안 고정된 자세(fixed posture)를 취하게 되면 복근(abdominal muscle)이 이완되고 이는 소화기관과 심장의 기능 저하로 이어지는 것으로 보고 되었다[11, 12, 17]. 또한 의자의 설계가 잘못되어 작업자의 신체적 조건에 적합치 못할 경우, 이러한 의자의 장시간 사용은 특정부위의 부하를 크게 증가시켜 불편함(psysica discomfort)을 야기시키는 것으로 나타났다. 또한 이러한 신체적 불편함이 장기화 되면 결국 골격근육계(musculoskeletal system)의 손상(injury)으로 연결되는 것으로 밝혀졌다[9, 14, 20, 21]. 예를 들어 좌판(seat pan)의 너비(width)와 깊이(depth)가 작업자의 인체치수에 부적합할 경우 작업자는 엉덩이와 넓적다리에 통증을 느끼게 된다[13, 18]. 또한 등 받침대가 허리부위를 적절하게 지지해 주지 못할 경우 작업자는 요통(low back pain)을 느끼게 되고 더 나아가서는 허리부위의 골격근육계에 손상을 입게 된다. 이러한 요통 및 허리부위의 상해는 사무 좌식 작업자에게서 가장 빈번하게 발생하는 재해라는 점에 좌식 작업에 따른 위험성은 결코 간과할 수 없다고 할 수 있다[6, 8, 13].

전술한 바와 같은 좌식 작업에 따른 제반 문제점을 해결할 수 있는 사무용 의자를 설계하기위해 많은 연구가 행해졌다. 그 결과 해부학(anatomy), 인체치수학(anthropometry), 생체역학(biomechanics) 및 작업자의 선호도(worker's preferences) 등을 고려한 인간공학적인 의자 설계기준 들이 제시되엇다[4, 6, 11, 14, 18, 20]. 이러한 연구결과에도 불구하고 오늘날 사무실, 학교 등과 같은 좌식 작업장에서 흔히 볼 수 있는 의자들은 분석해 보면 대부분 의자가 인간공학적인 설계기준과는 다르게 만들어진 것임을 알 수 있다. 즉 작업자의 체형에 맞지 않은 좌판 및 등 받침대, 바른 자세를 유지하기 위해 필요한 조절성의 결여 등을 그 예로 들 수 있다. 이러한 사례를 통해 우리는 과거의 연구결과가 현재 시판되고 있는 사무용 의자의 설계에 제대로 반영되지 않고 있음을 알 수 잇다.

우리나라의 경우 사무 기기 업체가 제작하는 의자는 한국공업규격에 따라 설계된다. 의자 설계에 관한 사항은 KS G-2019, 4101, 4205등에 명시되어 있으며, 이중 가장 기본적인 설계규정인 사무용 의자의 구성요소들(좌판, 등 받침대, 팔 받침대 등)의 치수에 관한 규정은 KS G-4101에 명시되어 있다[2]. 예를 들어 좌판의 경우에는 좌판의 너비, 깊이, 기울기, 높이에 대하여, 등 받침대의 경우에는 등 받침대의 너비, 높이 및 형태를, 팔 받침대의 경우에는 높이와 팔 받침대 간의 간격에 대하여 각각 규정하고 있다. 그러나 이러한 설계규정에도 불구하고 KS G-4101은 다음과 같은 몇가지 간과할 수 없는 문제점들을 내포하고 있다.

KS G-4101의 첫번째 문제점은 KS G-4101과 일본의 사무용 의자 치수에 관한 공업규격인 JIS S-1011이 완전히 일치한다는 것이다[1, 2]. JIS S-1011은 일본인의 신체적 조건에 적합하게 정해진 일본공업규격이다. 따라서 한국인과 일본인의 인체치수나 신체적 조건이 동일하다는 검증없이 일본공업규격을

의자의 설계시 사용할 경우, 설계규정의 적합성 및 적용결과의 신뢰성에 관한 의문이 제기될 수 있다 하겠다. KS G-4101이 가지는 또 다른 문제점은 의자의 조절성에 대한 규정이 없다는 것이다. 의자의 조절성은 신체적 조건이 각기 상이한 작업자들이 자신에게 알맞는 편안한 자세로 작업하기 위해서는 필수적으로 요구되는 조건임에도 불구하고[10, 11, 12, 17]. 현행 KS G-4101에는 조절성에 대한 명확한 규정이 없는 실정이다.

이상과 같은 현행 KS G-4101의 문제점들은 사무 좌식 작업자들의 신체적 불편함 및 골격근육계의 질병과 같은 부정적인 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있다고 사료된다. 따라서 본 연구에서는 현행 한국공업규격에 따라 제작된 의자의 사용실태를 분석, 사용에 따른 작업자의 신체적 불편함이나 질병의 발생 정도를 조사하고 그 원인을 규명하고자 한다. 또한 조사 결과를 바탕으로 하여 인간공학적 설계원칙을 응용, 작업자의 신체적 불편함을 감소시킬 수 있는 한국인 체형에 적합한 사무용 의자의 설계에 관한 개선안을 제안하고자 한다.

2. 설문조사

본 연구에서는 의자의 사용 실태와 작업자의 신체적 불편함을 조사하기 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 대기업, 중소기업, 연구소 등 총 19 개 업체에 종사하는 사무직 종사자 271명에 대하여 행해졌다. 응답자의 남, 여 구성 비율은 남성이 158명, 여성이 113명 이었으며, 평균 근무경력은 남성의 경우 5.3년, 여성의 경우 2.7년이었다. 작업자들의 나이구간은 18세~50세였으며, 평균연령은 남성이 30.6세, 여성의 경우 22.5세로 남성 좌식 작업자의 평균연령이 여성 좌식 작업자에 비해 높은 것으로 나타났다.

본 연구에서 행한 설문조사의 내용과 그에 따른 결과는 다음과 같이 크게 두가지로 나뉜다.

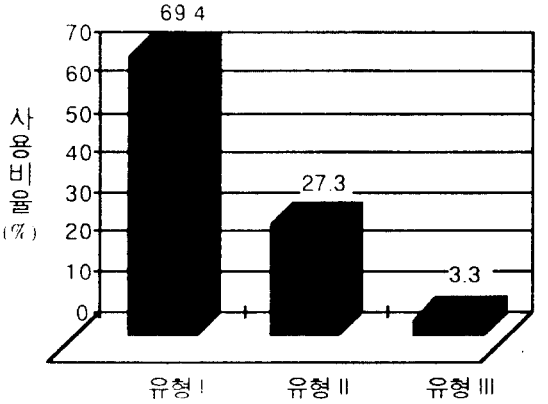
(1) 사무용 의자의 사용 실태 조사 : 현재 사용중인 사무용 의자의 유형, 조졸성 유무, 좌판과 등 받침대의 형태 및 보조물의 사용유무 등을 조사하여 전반적인 사무실 내에서의 의자 사용 실태를 파악하였다.

(2) 신체부위의 불편함 분석: Corlett의 신체도(body map)을 이용하여 좌식 작업에 따른 11개 신체부위의 불편함 유무에 대해 조사였다. 또한 의자의 각 구성요소가 작업자의 신체부위의 불편함에 미치는 영향을 분석하였다.

3. 사무용 의자의 사용 실태

3.1 의자의 유형

현재 사용되는 사무용 의자의 유형운 좌판과 등 받침대의 조절성 유무에 따라 그림 1에 나타난 바와 같이 3가지로 분류되었다.



유형 I : 좌판의 높이 조절가능, 등 받침대의 높이 조절불가능
유형 II : 좌판의 높이 조절 불가능, 등 받침대의 높이 조절불가능
유형 III : 좌판의 높이 조절가능, 등 받침대의 높이 조절가능

그림 1. 사무용 의자의 유형별 사용 비율

가장 많이 사용되고 있는 의자는 유형 I (69.4%)과 같이 좌판의 높이는 조절가능하나 등 받침대의 높이는 조절 불가능한 것으로 나타났다. 또한 유형 II와 같이 좌판의 높이, 등 받침대 높이 모두 조절 불가능한 의자도 전체의 27.3%를 차지하고 있는 것으로 분석되었다. 반면 인간공학적인 의자 설계시 필수적 요소인 조절성을 모두 갖춘 의자 유형III은 전체의 3.3%로 극히 미미한 것으로 밝혀졌다. 이와 같은 조사결과는 현재 시판중인 사무용 의자의 경우 대부분 좌판의 조절성은 갖추고 있으나 요추부위(low lum region)를 적절히 지지해 주는 데 필요한 등 받침대의 조절성은 대부분 결여되어 이음(96.7%)을 보여준다. 또한 설문조사 결과 좌판의 높이가 조절 가능한 의자를 사용하는 작업자의 18%가 좌판의 높이가 작업하기에 부적합한 것으로 나타났는데, 이는 좌판의 높이가 조절 가능하더라도 조절이 쉽지 않거나 조절범위에 결함이 있어 발생하는 것으로 사료된다.

3.2 의자의 평가

의자의 구성요소(좌판의 깊이, 좌판의 너비, 등 받침대 높이)에 관한 사용자의 평가는 그림 2와 같이 나타났다. 작업자들은 등 받침대으 높이가 가장 부적합(43.5%)하다고 평가했으며, 좌판의 깊이와 너비에 대해서도 전체 작업자의 36.7%, 16.9%가 각각 부적합하다고 응답하였다.

또한 사용중인 의자의 편안함에 대한 평가를 살펴보면 편안하거나 매우 편안하다고 응답한 작업자는 전체의 14.4%에 불과한데 비하여 그저 그렇다의 경우 57.2%, 불편하다거나 매우 불편하다고 호소한 경우가 28.4%로 나타나 작업자들이 대체로 불편함을 느끼는 것으로 조사되었다. 이와같은 의자에 대한 부정적 평가는 현재 사용되고 있는 의자의 구성요소들이 작업자의 체형에 적합치 못함으로 인해 상당부분 나타나는 것으로 사료된다.

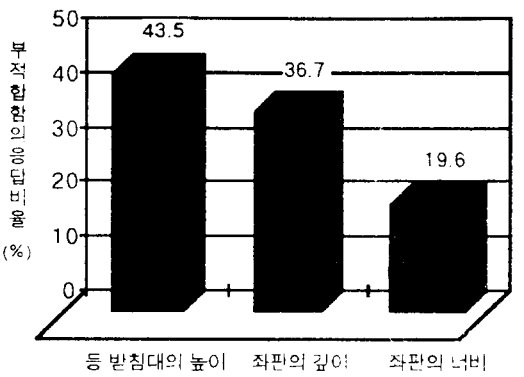


그림 2. 의자 구성요소의 부적합함

3.3 보조물의 사용

작업자의 체형에 부적합하거나, 조절 기능이 부족한 의자를 사용함에 따라 발생되는 불편함을 해소하기 위하여 작업자들은 방석, 허리 보조 받침대, 발 받침대 등과 같은 보조물들을 사용하고 있는 것으로 조사되었다. 보조물의 사용비율을 살펴보면 방석은 전체 응답자의 57%, 허리 보조 받침대는 32%, 그리고 발 받침대는 5% 등으로 나타났다.(그림 3).

방석을 사용하는 이유로는 좌판의 쿳션상태가 딱딱해서가 전체 작업자의 54.9% 였으며, 습관적으로 사용한다가 32.7% 로 나타났다.

허리 보조 받침대의 사용이유는 의자의 대부분이 요추부위를 적절하게 받쳐 주지 못하기 때문인 것으로(37.2%) 나타났다. 이와 같은 조사 결과는 등 받침대의 높이가 조절 가능한 의자가 3.3%에 불과하며, 등 받침대의 높이가 작업자에 부적합하다고 응답한 비율이 43.5 %나 된다는 점 등을 볼때 당연하다 할 수 있다.

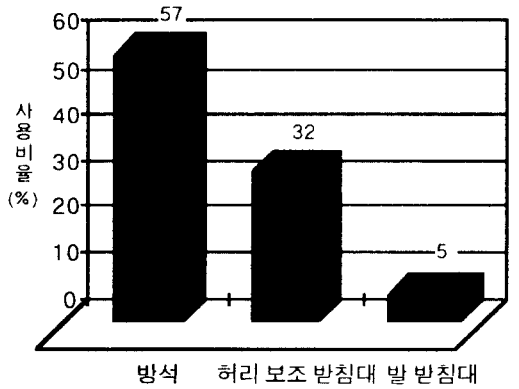


그림 3. 보조물의 사용 실태

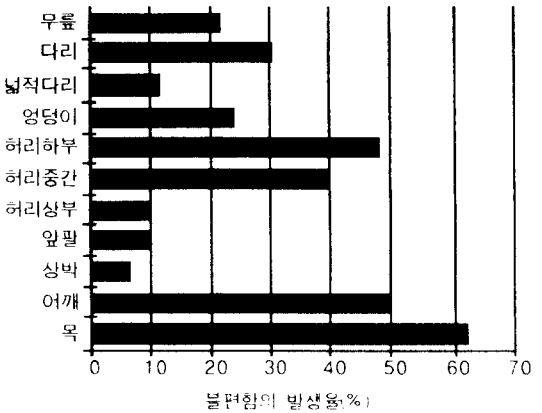


그림 4. 사무 좌식 작업자의 신체부위별 불편함

4. 신체부위의 불편함

4.1 불편함의 발생 빈도

Corlett의 신체도를 이용하여 좌식 작업을 수행함으로써 느끼는 신체부위의 불편함을 조사하였다(그림 4). 조사결과 불편함의 빈도는 목(62%), 어깨(49.8%), 허리하부인 요추부위(48%), 허리 중간인 흉추부위(39.9%), 다리(30.6%), 엉덩이(24%), 무릎(21.8%)등의 순으로 나타났다. 이와 같은 불편함의 발생 빈도는 Grandjean(1963)에 의한 사무 좌식 작업자의 불편함의 조사결과와 비교해 볼때 대부분의 부위에서 높게 나타났다.

성별에 따른 신체부위별 불편함을 조사한 결과는 그림 5와 같다. 남성의 경우 목(67.1%), 허리하부(49.4%), 어깨(42.4%), 허리중간(34.2%), 무릎(27.8%) 순으로, 여성은 어깨(60.2%), 목(54.9%), 허리중간(47.8%), 다리(46.9%), 허리하부(46%)의 순으로 불편을 느끼는 것으로 나타났다. 그리고 남성의 경우 무릎($p<0.01$), 목($p<0.05$), 허리하부, 넓적다리 등에서 여성의 경우 어깨($p<0.01$), 허리상부($p<0.05$), 허리중간($p<0.05$), 다리($p<0.05$), 등

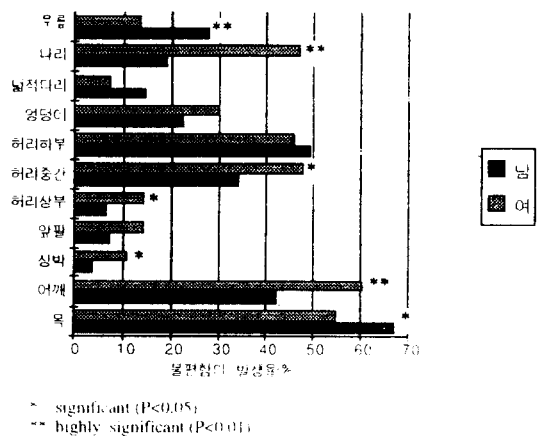
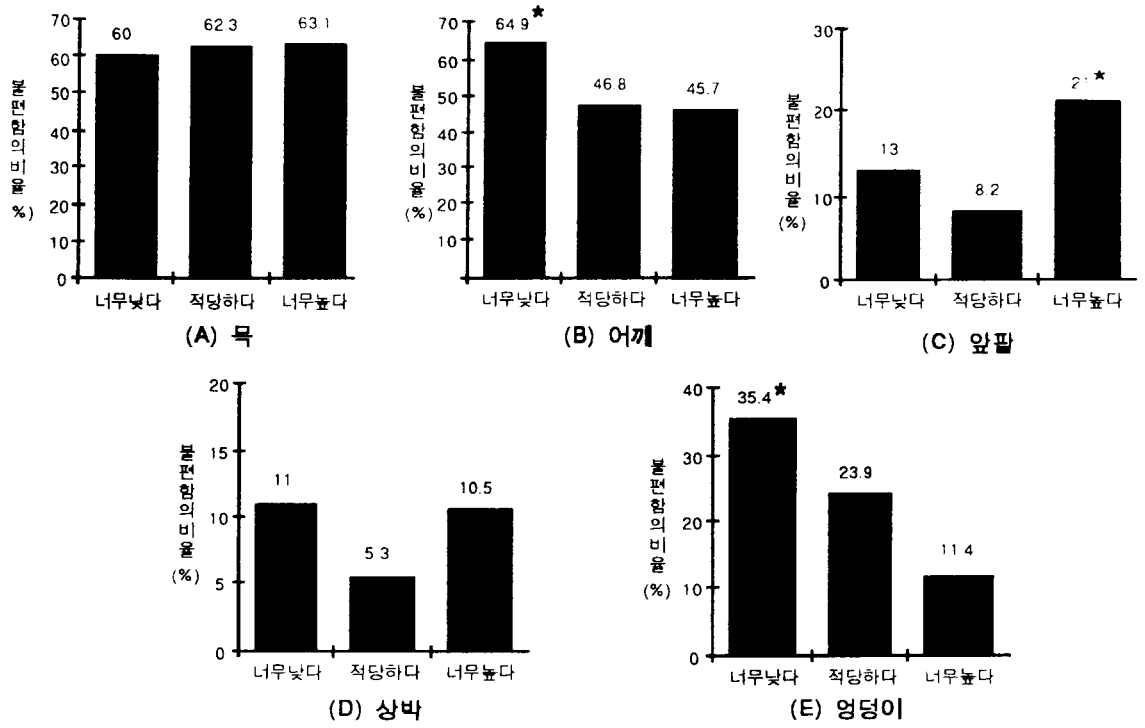


그림 5. 성별에 따른 신체부위별 불편함

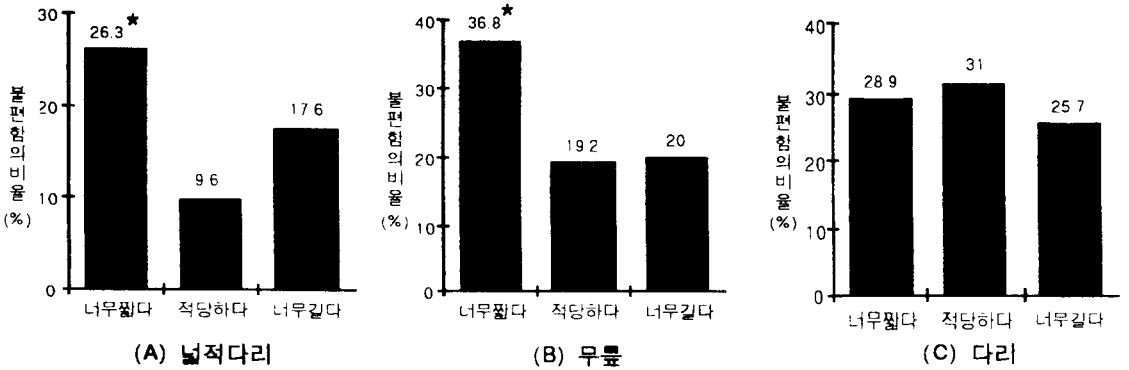
에서 더 많은 불편함을 느끼는 것으로 나타났다.

여성이 어깨부위에 더 많은 불편함을 느끼는 이유는 좌판의 높이에 비해 책상의 높이가 높아 어깨를 들거나 상박의 외전(abduction)이 커짐에 따라 발생하는 것으로 보인다. 반면 남성이 여성보다 목 부위에 통증을 더 많이 느끼는 이유는 남성의 앉은 키가 여성보다



* significant (P< 0.05)

그림 6. 좌판의 높이에 따른 불편함



* significant (P< 0.05)

그림 7. 좌판의 깊이에 따른 불편함

더 큼으로 인해 같은 높이의 책상을 사용할 경우 남성에게는 상대적으로 책상 높이가 낮게 되어 목을 굽히게 됨에 따라 발생된다고 사료된다.

4.2 의자의 구성요소와 신체부위의 불편함

단계적 회귀모형(stepwise regression model)을 이용하여 신체부위의 불편함에 미치는 의자의 구성요소를 파악하였다(표 1). 대상 신체부위는 목·어깨, 상지부위(upper extrimity : 상박, 앞팔), 허리부위(허리하부, 허리중간, 허리상부), 엉덩이, 하지부위(lower extrimity : 넓적다리, 무릎, 다리)등 다섯개 부위로 분류하였다. 불편함의 크기는 설문조사 결과 나타난 신체부위 불편함의 발생 빈도를 바탕으로 하여 각각 부위의 불편함(불편하지 않다 : 0, 불편하다 : 1)의 합으로써 산출하였다. 회귀모형의 독립변수로 좌판의 높이, 깊이, 너비, 기울기, 등 받침대의 높이, 그리고 허리 보조 받침대 등 여섯가지 구성요소를 사용하였다. 독립변수의 수치는 의자의 구성요소에 대하여 각각 적합하다(=0), 적합하지 않다(=1)의 합으로써 산출하였다. 허리 보조 받침대를 분석에 포함시킨 이유는 사용자의 73.2%가 요추부위를 적절히 받쳐주기 위하여 사용하는 것으로 보아 허리 보조 받침대와 허리부위 불편함과는 적지 않은 상관관계가 있다고 판단되었기 때문이다.

회귀분석 결과 좌판의 높이는 목·어깨, 상지부위, 엉덩이 등 세 부위의 불편함에, 좌판의 깊이는 하지부위의 불편함, 보조물의 사용은 허리부위의 불편함에 각각 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 또한 교호작용(interaction)의 결과를 살펴보면 좌판의 깊이와 기울기는 허리부위와 하지부위의 불편함에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

표 1. 신체부위의 불편함에 미치는 의자의 구성요소

신체부위 / 구성요소	목·어깨	상지부위	허리부위	엉덩이	하지부위
좌판의 높이	*	**	-	**	-
좌판의 깊이	-	-	-	-	**
좌판의 너비	-	-	-	-	-
좌판의 기울기	-	-	-	-	-
등 받침대의 높이	-	-	-	-	-
허리 보조 받침대	-	-	*	-	-

(-: 유의하지 않음, * : $p<0.05$)

유의한 요소로 밝혀진 의자 구성요소의 설계특성에 따른 신체부위 불편함의 정도를 독립성 검정(test of independence)을 통하여 분석한 결과는 다음과 같다.

4.2.1 좌판의 높이

좌판의 높이는 목·어깨, 상지부위, 엉덩이 등의 불편함에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 좌판의 높이가 적당한 경우에 비하여 좌판의 높이가 높으면 목과 앞팔($P<0.05$)에, 낮으면 어깨($P<0.05$), 상박, 엉덩이($P<0.05$) 등에 더 많은 불편함이 발생되는 것으로 나타났다(그림 6). 이러한 좌판의 높이에 따른 불편함은 좌판 높이의 부적절한 조절범위 외에 조절방법의 어려움, 좌판과 작업대간 제원의 부조화 등이 그 발생원인으로 보인다.

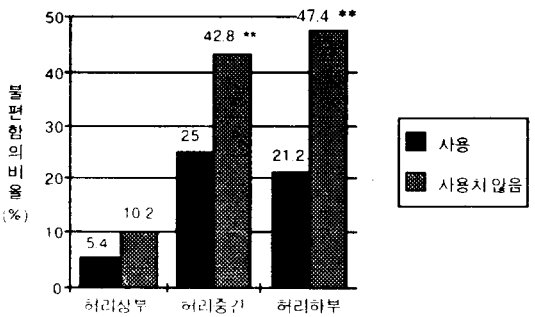
4.2.2 좌판의 깊이

좌판의 깊이가 작업자에게 적합하지 않은 경우 넓적다리, 무릎, 다리 등에 불편함을 야기시키는 것으로 나타났다(그림 7). 즉 좌판의 깊이가 짧은 경우 적당하거나 긴 경우보다 무릎, 넓적다리 등에서 더 많은 불편함을 느끼는 것($P<0.05$)으로 나타났다. 이러한 좌판의 깊이에 따른 불편함의 원인은 사용중인 의

자의 좌판 깊이가 작업자의 특정 인체치수, 즉 앉은 엉덩이-오금길이에 비해 짧기 때문이라고 판단된다.

4.2.3 허리 보조 받침대

허리 보조 받침대의 사용 유무에 따른 허리부위에 대한 불편함의 비율을 분석한 결과는 그림 8과 같다. 허리 보조 받침대를 사용할 경우 모든 허리부위의 불편함이 감소하였으며, 특히 허리중간과 허리하부는 사용하지 않는 경우에 그 감소가 유의한 것($P<0.01$)으로 나타나 허리 보조 받침대의 사용은 작업자의 허리부위의 불편함을 감소시키는 효과가 있는 것으로 판단된다.



** highly significant P(< 0.01)

그림 8. 허리 보조 받침대의 사용과 허리부위의 불편함

4.2.4 좌판의 기울기

좌판의 기울기에 따라 상체와 넓적다리 사이의 각이 달라지며 이에 따라 신체의 각 부위가 받는 부하량도 변하게 된다. 현재 사용중인 의자의 좌판의 기울기를 분석한 결과 전체 작업자의 62.7%가 어느 쪽으로도 기울어지지 않는 수평 좌판을 사용하는 것으로 나타났다. 또한 전체작업자의 21.6%가 후방으로 기울어진 좌판을 그리고 나머지 15.7%가 전방으로 기울어진 좌판을 사용하는 것으로 분석되었다. 좌판의 기울기에 따른 신체부위별 불편함을 조사해 보면 기존 연구결과와 동일하게 좌판이 전방으로 기울어진 의자의 경우에는 넓적다리, 무릎, 다리 등 주로 하지부위에서, 후방으로 기울어진 좌판의 경우 허리하부, 허리중간 등 주로 허리부위에서 더 많은 불편함을 느끼는 것으로 분석되었다.

5. 사무용 의자의 제조치수에 관한 한국공업규격의 개선안 제안

현재 시판되는 모든 사무용 의자는 한국공업규격 KS G-4101에 적합하도록 설계, 제작되게 규정되어 있다. 그럼에도 불구하고 전술한 바와 같이 상당수의 작업자들은 현재 사용중인 의자에 의해 신체적 불편함을 느끼고 있다고 호소하고 있으며, 의자 각 구성요소에 대한 적합도 평가 또한 부정적으로 드러났다.

이와 같은 현상의 발생 원인으로 크게 세가지를 들 수 있다. 첫째, 현행 사무용 의자의 제조 치수에 관한 규격이 일본의 사무용 의자에 관한 규격과 완전히 동일하다는 것이다. 일본공업규격은 일본인의 체형에 맞도록 설계된 규정이다. 따라서 한국인과 일본인의 체형이 동일하다는 검증없이 일본공업규격을 의자 설계 규정으로 사용하는 것은 무리가 있다고 사료된다. 둘째, 한국인의 체형에 적합한 엄격하고도 상세한 설계 규정이 있어야 함에도 불구하고 규정이 상당히 광범위하게 정의되어 있다는 것이다. 이에 따라 사무 기기 제조업체는 의자 설계시 치수에 대한 부담없이 쉽게 현행 공업규격에 맞는 의자를 설계, 제작할 수 있는 것이 현실이다. 셋째, 의자의 조절기능에 관한 명확한 규정이 없다는 것이다. 의자의 조절성은 체형이 각기 상이한 작업자들이 편안한 작업자세를 유지하는데 필수기능임에도 불구하고 현행 한국공업규격에는 조절기능에 관한 명확한 규정이 결여되어

있다.

이러한 문제점들에 의해 사무용 기기 제조업체는 사용자의 체형에 적합한 의자를 생산하기 보다는 디자인 위주의 의자 제작에 치우침으로써, 모양은 보기 좋으나 사용하기에는 불편함을 감소시키는 방안으로 사무용 의자의 제조치수에 관한 한국공업규격 설계규정의 개선안을 제안하고자 한다.

5.1 개선안의 접근방법

KS G-4101 의 개선안은 아래와 같은 인간공학적 설계원칙들(Ergonomic design principle)을 이용한 단계적 설계기법을 응용하여 제안되었다.

단계 1 : 개선대상 요소의 결정

현행 KS G-4101은 총 8 개 사항에 대한 사무용 의자의 제조치수를 규정하고 있다. 본 연구에서는 의자의 구성요소 중 좌판의 높이, 좌판의 깊이, 좌판의 너비, 좌판의 기울기등 총 4 개를 개선대상으로 선정하였다. 이와 같은 개선대상 선정 이유는 설문조사 결과 위의 요소들이 작업자의 체형에 적합치 않거나, 신체부위의 불편함에 직접적인 영향을 끼치는 요소로 판명되었기 때문이다.

단계 2 : 개선대상 요소에 대한 설계원칙

단계 1 에서 선정된 각 구성요소에 대하여 인간공학적 설계원칙을 수립하였다. 이러한 설계원칙들은 사무용 의자사용에 의해 유발되는 작업자의 신체적 불편함을 감소 또는 제거하기 위해 필수적으로 요구되는 것들로 과거의 인체치수학, 해부학 및 생체역학적 연구결과를 토대로 하여 선정 되었다.

단계 3 : 치수의 산출

단계2에서 수립한 인간공학적 설계원칙과 인체측정치를 이용, 사무용 의자의 치수를 산출하였다. 본 연구에서는 1992년 한국표준연구소에서 펴낸 국민 체위 조사 보고서(National Anthropometric Survey of Korea, 1992)에 나타난 인체치수 자료를 의자 설계에 사용하였다. 인체치수의 산출시 대상 집단의 나이구간은 설문조사 결과에서 나타난 작업자의 연령분포와 동일한 18세~50세로 하였다. 또한 조절성에 대한 범위를 구하기 위해 백분위수(percentiles) 개념을 이용하여 여성 제 5 분위수~남성 제 95 분위수에 대한 인체치수를 이용하였다.

5.2 사무용 의자의 제조치수 산출

5.2.1 좌판의 높이

원칙

- 앉은 오금의 높이(sitting popliteal height)에 의해 결정된다[5, 11].
- 사무 좌식 작업용 의자는 높이에 대하여 조절성이 부여 되어야 한다[8, 11, 12].
- 올바른 좌식 작업 자세로서 넓적다리는 수평을 유지하며 다리는 수직을 유지하고 발바닥이 바닥에 편편하게 닿아야 한다[11].
- 착용물(옷, 신발)에 대한 여유치는 신발의 경우 2.5cm, 옷은 0.5cm로 한다[10].

치수의 산출

- 좌판의 높이 = 앉은 오금의 높이 + 신발의 높이 + 옷의 두께
- 여성의 제 5 분위수 = 34.2 + 2.5 + 0.5
  = 37.2
- 남성의 제 95 분위수 = 44.5 + 2.5 + 0.5
  = 47.5cm

그러므로 좌판의 높이는 37.2cm~47.5cm 범위내에서 있어야 하며, 이 범위내에서 조절성이 부여되어야 한다.

5.2.2 좌판의 깊이

원칙

· 앉은 엉덩이 오금길이(buttock-popliteal height)에 의해 결정된다[11].
· 무릎을 자유롭게 굽히거나 펼 수 있도록 좌판의 전방면은 무릎관절에서 약 15cm뒤에 위치하는 것이 적당하다(여유치는 10.3cm) [11, 18].
· 제 50분위수 사람을 기준으로 설계하여야 한다[11, 20, 21].

치수의 산출

· 좌판의 깊이 = 앉은 엉덩이 오금길이 + 옷의 두께 - 여유치
· 여성의 제 50 분위수 = 44.0 + 0.5 - 10.3 + 34.5cm

그러므로 좌판의 깊이는 34.5cm로 한다.

5.2.3 좌판의 너비

원칙

· 대퇴골 부위의 전자(trochanter)의 넓이 즉, 앉은 엉덩이 너비(sitting hip breadth)에 의하여 결정되어야 한다[11].
· 제 95분위수 사람을 기준으로 설계하여야 한다[11, 20, 21].
· 자세변화를 위한 여유치가 고려되어야 한다[11, 18, 20].
· 옷의 두께는 넓이의 계산시 0.8cm로 한다 [10].

치수의 산출

· 좌판의 너비 = 엉덩이의 너비 + 2x0.8 +2.5 = 41.6cm
· 여성의 제 95분위수 = 37.5 +2x0.8 + 2.5 = 4.16cm

그러므로 좌판의 넓이는 41.6cm이상 되어야 한다.

5.2.4 좌판의 기울기

원칙

· 허벅다리와 상체가 이루는 각이 증가할 수록 척추디스크에 가해지는 압박이 감소된다. 그리고 그 각이 최고 105°가 되었을때 정상적인 요추의 형태를 유지할 뿐 만 아니라 엉덩이와 무릎을 굽힘으로써 발생하는 혈액 순환 장애를 예방할 수 있다.[5, 11, 12, 16].
· 작업자의 선호도에 따라 전방 또는 후방으로 기울기가 조절 가능한 것이 바람직하다 [4 12, 17].

치수의 산출

· 전방기울기 : 15°
· 후방기울기 : 15°

그러므로 -15° ~ +15° 범위내에서 조절 가능해야 한다.

5.3 개선안의 제안

전술한 바와 같은 단계적 설계기법에 의하여 표 2 에 좌판의 높이, 좌판의 깊이, 좌판의 너비, 좌판의 기울기에 대한 사무용 의자의 제조치수를 제안하였다. 현행 공업규격과 비교해 볼때 최소 1cm, 최대 9cm의 차이를 보이고 있으며 또한 새 규정으로 조절성을 공업규격에 포함시켰다.

표 2. 현행규격(KS G-4101)과 개선안의 비교

개선대상 요소	현행규격	개선안
좌판의 높 이	380~410	370~470(조절가능)
좌판의 깊 이	380~430	345
좌판의 너 비	330 이상	416이상
좌판의 기울기	2° ~ 9°	-15 ~ +15(조절가능)

6. 결 론

설문조사 결과 가장 흔히 사용되고 있는 의자의 유형은 좌판의 높이는 조절가능하나 등받침대의 높이는 조절 불가능한 의자로 나타났다. 그러나 인간공학적인 측면에서 필수적으로 요구되는 좌판 및 등 받침대의 높이를 동시에 조절할 수 있는 의자는 거의 전무한 것으로 나타났다. 또한 조절기능이 있다 하더라도 조절하는 방법 또한 쉽지 않아서 작업자가 조절을 포기하고 불편함을 감내한 채 사용하고 있는 경우도 적지 않은 것으로 밝혀졌다. 이와 같은 조절성의 결여 외에도 의자 구성요소중 등 받침대의 높이, 좌판의 깊이, 좌판의 너비 등이 작업자의 체형에 부적합하게 설계된 것으로 조사되었다.

이와 같이 사무용 의자가 갖고 있는 제반 문제점들에 의해 작업자들은 여러 신체부위에 고통을 느끼는 것으로 나타났다. 작업자들은 목, 어깨, 허리부분, 다리, 엉덩이 등 거의 모든 부위에서 불편함을 느끼고 있으며, 이러한 신체적 불편함은 의자의 각 구성요소에 의해 영향을 받는 것으로 분석되었다. 즉 좌판의 높이는 목·어깨, 상지부위 및 엉덩이 부위의 불편함에, 좌판의 깊이는 하지부위의 불편함에, 허리 보조 받침대의 사용은 허리부위의 불편함에 영향을 미치는 것으르 밝혀졌다.

신체부위의 불편함은 부적절하게 설계된 의자외에도 의자와 좌식 작업장내에 구성요소간의 제원의 부조화 등에서 그 원인을 추정할 수 있다. 따라서 편안한 좌식 작업을 수행하기 위해서는 의자의 설계뿐 만 아니라 사용자에 적합한 작업대의 설계 또한 고려되어야 할 것이다. 이외에도 직무확대(job enlargement), 적절한 휴식시간의 이용 등을 통하여 장시간의 좌식 작업으로 인하여 발생가능한 건강상의 문제점들을 예방할 수 있는 조치가 필요한 것으로 사료된다.

사무용 의자의 제조치수에 관한 한국공업규격에 개선을 위하여 본 연구에서는 1992년 국민표준체위 조사 보고서의 인체치수 자료를 이용, 설문조사 결과를 통하여 부적절한 구성요소로 밝혀진 좌판의 높이, 좌판의 너비, 좌판의 기울기 등에 대해 새로운 개선안을 제안하였다. 연구결과 현행규격과는 최소 1cm, 최대 9cm의 치수상의 차이가 있는 것으로 나타났으며, 좌판의 높이와 기울기에 대해서는 조절성의 강제 규정으로 포함시켰다.

본 연구 대상에서 제외된 등 받침대와 팔받침대의 설계치수의 결정에는 보다 많은 인체치수 측정자료가 요구된다 하겠다. 그리고 이러한 자료를 바탕으로 인간공학적 연구를 통해 작업자의 체형에 적합하고, 편안한 자세를 유지시켜 주는 사무용 의자의 제조치수를 산출하는 것이 바람직하다고 사료된다.

참고문헌

[1] 일본공업표준협회, JIS S -1011, 사무용 의자의 제조치수에 관한 공업규격 1991.

[2] 한국공업표준협회, KS G-4101, 사무용 의자의 제조치수에 관한 공업규격, 1991.

[3] 한국표준연구소, 산업제품의 표준치 설정을 위한 국민표준체위 조사 보고서, 공업진흥청, 1992.

[4] Ayoub, A.C., "Work-chair with tilting seat", Ergonomics, 19(2) : 157-164, 1976.

[5] Bendix, T., "Seated trunk posture at various seat inclination, seat heights, and table heights", Human Factors, 26 (6) : 695-703, 1984.

[6] Burandt, U. and Granjean, E., "Sitting habit of office employees", Ergonomics, 6 : 35-51, 1963.

[7] Chaffin, D. B. and Anderson, G. B. J., Occupational Biomechanics, John Wiley

& Sons, New York, 1991.

[8] Corlett, E.N. and Eklund, J.A.E., "How dose backrest work?", Applied Ergonomics, 15(2) : 111-114, 1984.

[9] Drury. C.G. and Coury, B. G., "A methodology for chair evaluation", Applied Ergonomics,(3) : 1995-202, 1982.

[10] Eastman Kodak Company. Ergonomic Design for People at Work. vol 1, Van Nostrand Reinhold, New York, 1983.

[11] Floyd, W. F. and Roberts, D. F., "Anatomical physiological principles in chair and table design", Ergonomics, 2 : 1-16, 1956.

[12] Grandjean, E., Fitting the Task to the Man, Taylor & Fancis, London, 1988.

[13] Grandjean, E. and Hunting, W., "Ergonomics of posture - Review of various problems of standing and sitting posture", Applied ergonomics, 8 (3) : 135-140, 1977.

[14] Grandjean, E., Hunting, W., Wotaka, G. and Scharer, R., "An ergonomic investigation of multipurpose chairs", Human Factors, 15(3) : 247-255, 1973.

[15] Gray, M., "Questionnaire typography and production", Applied Ergonomics, 6(2) : 81-89, 1975.

[16] Keegan, J. J., "Alternation of the lumbar curve related to posture and sitting", Journal of Bone and Joint Surgery, 35 (A) : 589-603, 1953.

[17] Kroemer, K. H. and Price, L. D., "Ergonomics in the office : Comfortable work station allow maximum productivity", I. E, 27-32, 1982.

[18] Mandal, A. C., "The seated man (homo seden), the seated work position. Theory and practice", applied Ergonomics, 12(1) : 19-26, 1976.

[19] Oborne, D. T. and Clarke, M. T., "Questionnaire surveys of passenger comfort", Applied Ergonomics, 6(2) : 97 -103, 1975.

[20] Shackle, B., Chides, K. D. and Shipley, P., "The assesment of chair comfort", Ergonomics, 12(2) : 1269-306, 1969.

[21] Wachsler, R. A. and Learner, D. B. "An analysis of some factors seat comfort", Ergonomics, 3 : 315-320, 1953.