

인체공학적 학생용 책상과 의자 개발

정명철*, 현수돈*, 신기영*, 홍성수**, 김종수*, 김정룡*

*한양대학교 산업공학과

**한양대학교 산업경영대학원 산업디자인학과

초록

현재 초·중·고등학교에서 사용하고 있는 책상과 의자는 학생들의 신장 등급에 따라 13호로 제작되고 있음에도 불구하고, 신체 부적합에 의한 편이도·안전도에 문제를 안고 있다. 이러한 책상과 의자는 특히 장시간 앉아 있는 성장기 청소년의 신체 발달을 고려하지 않음으로 인해 그 개선책이 시급하다 하겠다. 따라서 본 연구에서는 설문조사를 통하여 초·중·고등학교 학생들의 감성적 선호도를 조사하고, 1992년 표준과학연구소의 부위별 신체 측정 자료를 토대로, 자유 조절형의 인체공학적 책상과 의자를 설계하였다. 이 인체공학적 설계는 한 호수의 제품으로 책상 4단계, 의자 3단계(조합 12단계) 조절을 가능하게 했으며, 기존의 교구에서 발생하던 신체 부위 상해, 잘못된 자세로 인한 피로, 디자인적 고려 부재의 문제들을 종합적으로 보완하였다. 이 인체공학적 책상과 의자는 표본 집단에서 그 편이도, 안전도, 개인적 선호도를 조사하여, 기존의 교구와 유의한 차이를 보였다. 중 저가로 제작 가능한 본 인체공학적 책상과 의자는 실제 초·중·고등학교에서 사용 가능한 제품으로 사료되나, 본격적인 판매에 앞서 완제품에 대한 시장 평가가 요구된다.

1. 서론

현재 한국 산업 규격 KS G2010에 따르면 학생용 책상(1인용)과 의자를 사용자의 신장에 따라 각각 0호부터 12호까지 총 13호로 구분하고있다. 책상 규격은 천편일률적으로 직선 모양이며, 좌판이 평면인 의자의 등받이는 허리에 가장 큰 부하를 주는 각도인 90° 를 이루며, 좌판이 곡면인 의자는 사람의 허리 곡선에 역행하는 모양으로 규정되어있다(공업진흥청, 1995). 이는 전혀 인체공학적인 면과 미적인 면을 고려하지 않은 규격이다. 또한 여러 호수로 나뉘었다 하더라도 부적절한 보급과 제고 문제로 인해 개개인의 학생들이 자신에게 알맞은 책상과 의자를 사용하고 있지 못한 것이 현실이다(경향신문, 1996. 6. 24). 특히 성장기의 초·중·고등학교 학생들이 대부분의 시간을 학교에서 보내야 하는 현상함과 식생활 개선에 따른 급격한 신체 성장을 고려할 때 학생들의 신체적, 생리적 특성에 맞는 교구 제작은 필수적이라 하겠다. 신체 발달 측면뿐만 아니라 더 나아가 학생의 감성을 반영한 미적인 면을 고려한 책상과 의자가 공급된다면, 학생들의 학습 의욕 및 학교 생활의 질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 그러므로 본 연구에서는 현재 초·중·고등학교 학생들의 신체 발달 상태와 감성적 경향을 고려한 인간공학적 교구를 설계하고 평가하는 것을 그 목적으로 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서 설문조사를 통하여 현재 사용 중인 책상과 의자의 문제점과 학생들의 선호도를 조사하였다. 이를 토대로 우리가 추구하고자 하는 인체공학적 디자인 요소를 추출하고, 미적인 요소를 가미하여 책상과 의자를 디자인하였다. 이와 동시에 책상과 의자 제작 시 필요한 인체 측정 자료를 추출하여 조절형 교구의 설계 도면을 작성하고 이에 따른 시제품 제작 및 평가를 실시하였다.

2.1 설문조사

서울·경기도에 소재한 초·중·고등학교 학생 337 명을 대상으로 현재 사용 중인 책상과 의자의 문제점과 개선점, 그리고 학생들이 선호하는 감성적 선호도를 알아보기 위해 설문조사를 실시하였다. 설문지의 내용은 신체 적합성, 안전성, 기능성, 감성 선호도를 평가하기 위한 교구의 크기, 높이, 넓이, 편리성, 피로도 등에 관한 10 개 항목에 대해서 ‘매우 그렇다’, ‘그렇다’, ‘잘 모르겠다’, ‘그렇지 않다’, ‘매우 그렇지 않다’ 같은 5 등급의 문장을 사용했고, 학생들의 선호도를 알아보기 위해 책상과 의자의 색, 모양, 느낌 등에 대해 7 개 항목을 단 답형으로, 그리고 고장이 잦은 부분이나, 상해 경험, 개선되어야 할 부분 등에 관해 5 개 항목을 주관식으로 조사하였다.

2.2 인체공학적 디자인 요소 추출

설문조사의 결과에 따라 책상과 의자 디자인에 필수적으로 고려되어야 할 요소들을 추출하였다. 최종적인 설계 기준을 결정하는데 있어 첫번째로 모양의 통일성을 고려했고, 중 저가로 대량 생산이 가능하도록 했으며, 중소기업에서 제작 가능하도록 새로운 설비투자를 최소화할 수 있게 디자인하였다. 또한 기존의 문헌을 참고로 책상과 의자 설계 시 고려해야 할 인체공학적인 설계 기준을 설문 조사 결과와 더불어 자체 추출하였다.

2.3 인체 측정 자료 추출 및 초기 설계 도면 작성

1992 년 한국표준과학연구소에서 조사한 ‘한국인 인체측정 데이터 관리 시스템 ADaM(ver 1.0)’을 이용하여 책상과 의자 설계 시 필요한 중요 인체 치수를 초등 학교 1 학년부터 고등학교 3 학년까지 3 학년 간격으로 4 그룹, 4 학년 간격으로 3 그룹을 각각 정하고, 전체를 한 그룹으로 하여 각각의 그룹들에 대해서 앉은 오금 높이, 엉덩이 오금 길이, 앉은 엉덩이 너비, 앉은 넓적다리 두께, 앉은 어깨 높이, 허리 너비, 가슴 너비 등에 관한 신체 치수를 추출하였다.

수치 선정 기준은 단계별 책상과 의자 높이는 그룹별로 구한 신체 치수를 이용하여 적정 수치를 정하였고, 넓을수록 좋은 부분은 95percentile 을 사용하였다. 이어서 수치의 타당성을 검증하기 위하여 그룹별로 키가 작거나 큰 또는 마르거나 비만 체형인 학생들처럼 극단적인 신체 특성을 가진 학생을 대상으로 Worst Case Scenario 통하여 신체 적합도를 확인하였다.

책상의 경우 상판은 KS G2010 에 규정된 치수를 사용하였고, 단계별 높이는 어깨 점 팔꿈치 길이의 1/3 정도 올라오는 것을 기본으로 하고 비만 학생들의 넓적다리 두께를 고려하여 조정하였다. 의자의 단계별 높이는 각 그룹의 앉은 오금 높이에 신발의 높이를 고려하여 2cm 를 더하였고, 좌판의 깊이는 초등 학교 1 학년 학생이 말도록 정하였다.

이들을 토대로 초기 설계 도면을 작성하고, 3D Studio 를 사용하여 전반적인 책상과 의자 디자인을 완성하였다.

2.4 시제품 제작과 평가

제조업자들과의 긴밀한 토의를 통하여 초기 설계 도면을 수정, 보완하여 시제품을 제작하였다. 실제 학생들로 하여금 시제품을 사용하게 하였으며, 이에 따른 분석, 평가 및 개선점이 토의되었다.

3. 결과

3.1 설문조사 결과

초등 학생 169 명, 중·고등 학생 168 명을 대상으로 한 설문조사 결과, 초등 학생과 중·고등 학생의 선호도는 비슷하게 나타났다. 책상에서 불편한 부분은 상판 나사의 풀림, 가방 걸이, 다리의 불균형, 서랍, 상판 재질에 의한 상해 순이었고, 색상 선호도는 연한 녹색, 연한 갈색, 흰색 순으로 나타났으며, 모양은 직사각형을 선호하였다. 의자의 경우에는 높이와 좌판의 넓이에 가장 불만이 많았고, 특히 장시간 앉아 있는 중·고등 학생의 경우 허리와 다리, 엉덩이의 통증을 호소하였다. 의자의 색상 선호도는 책상과 비슷하였으며, 모양은 원형을 선호하였다. 전체적인 책상과 의자의 느낌은 편안하고 부드러우며 깨끗한 이미지를 선호하였다. 이 결과를 아래의 표 1에 정리하였다.

표 1. 책상과 의자에 관한 초·중·고등학교 학생의 선호도 조사

책상			의자			
항목		평가(단위 : 명)	항목		평가(단위 : 명)	
불편성	나사	137	불편성	좌판 넓이	3.91*	
	가방 걸이	82		높이	3.62*	
	다리 불균형	41		다리 피로도	3.61*	
	서랍	23		엉덩이 피로도	3.29*	
	상판 재질	56		허리 피로도	3.11*	
색상	연한 녹색	77	색상	연한 녹색		101
	연한 갈색	77		연한 갈색		74
	흰색	50		흰색		30
모양	직사각형	174	모양	원형		105
	원형	80		직사각형		79
느낌	부드럽다	135	느낌	편안하다		123
	편안하다	98		폭신하다		105
	깨끗하다	34		부드럽다		54

*는 매우 그렇다(1 점), 그렇다(2 점), 잘 모르겠다(3 점), 그렇지 않다(4 점), 매우 그렇지 않다(5 점)를 기초로 한 것이다.

3.2 인체공학적 디자인 요소

높이 조절 가능, 중 저가 생산을 염두해두고 설문조사 결과로 나온 선호도를 고려하고, 표 2에 정리한 인체공학적인 설계 기준을 바탕으로 책상과 의자를 디자인하였다.

표 2. 책상과 의자 설계 시 고려해야 할 인체공학적 설계 기준

	항목	기준	
책상	높이 조절	가능	
	책상 밑부분과 의자 사이 여유 길이	27 ~ 30cm	
의자	높이 조절	가능	
	좌판 경사 각도	4° ~ 6°	
	등받이 경사 각도	110° ~ 120°	
	Lumbar Support	돌출 길이	4 ~ 5cm
		접촉 부위	L5 ~ L3
등받이 흉부 부분 곡률		반지름 40 ~ 50cm	

책상

- 신체 적합도 : 높이를 4 단계로 조절이 가능하도록 하였다. 다리의 조절 결합 부분은 용이한 생산성, 적은 부품을 사용한 유지 보수성 향상 등을 고려하여 견고한 파이프에 구멍을 뚫고 나사로 조이는 방식을 사용하였다.
- 기능성·감성적 선호도 : 상판은 직사각형을 유지하면서 부드러운 느낌을 주고 사람의 복부 곡선과 일치시키기 위해서 원호 모양으로 하였고, 몸쪽 부분은 경사를 주어 팔을 놓을 때 맞추지 않도록 하였다. 또한 흠을 파서 물건이 떨어지는 것을 방지하였다.
- 편리성·안전성 : 다리의 모양은 앉고 일어설 때 편리성을 도모하기 위해 ‘ㄷ’자 모양을 취하였다. 서랍은 KS G2010 규격을 따르지 않고 최대한 크기를 넓혔으며, 가방 걸이는 회전으로 인한 불편함과 뽕족한 갈고리 모양으로 인한 상해를 없애기 위해 다리에 둥근 원기둥 모양의 파이프를 용접하였다.

의자

- 신체 적합도 : 높이를 3 단계로 조절이 가능하도록 하였으며, 다리의 조절 결합 부분은 책상과 같은 방식을 사용하였다. 인체공학적 설계 기준을 바탕으로 좌판은 5° 를 기울이고 장판지의 혈액순환을 원활히 하기 위해 아래로 급한 경사를 주었으며, 엉덩이 표면 접촉 부분을 최대화하기 위하여 완만한 오목 곡선을 사용하였고, 등받이는 허리에 부하를 가장 덜 주는 각도인 110° 를 이루었으며, 허리의 L5 ~ L3 까지 걸리도록 5cm 튀어나오게 Lumbar Support 를 뒀고, 위 부분은 흉부 곡선과 일치하는 반지름 40cm 인 원호를 이루었다(Don B. Chaffin and Gunnar Andersson, 1984 ; E. Grandjean, 1982 ; Margareta Nordin and Victor H. Frankel, 1989).
- 감성적 선호도 : 부드러운 느낌을 주기 위해 곡선을 많이 사용하였으며, 등받이의 전체적인 모양은 사람의 허리 및 등 곡선과 일치하도록 디자인하였다.

3.3 초기 설계 도면

ADaM 과 Worst Case Scenario 통해 구한 책상과 의자 치수로 초기 설계 도면을 작성하였고, 그림 1은 3D Studio 를 이용하여 삼각 도법에 의한 설계 도면을 각 평면마다 Rendering 한 것이다.

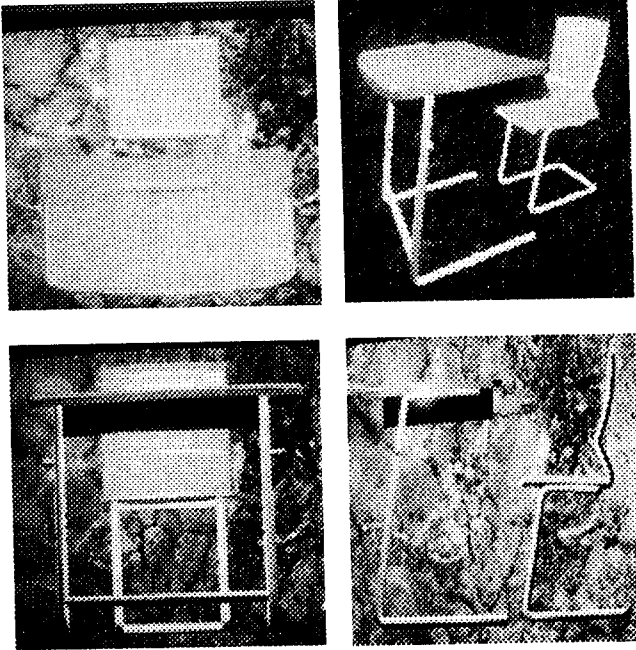


그림 1. 3D Studio 를 이용한 책상과 의자 설계 도면

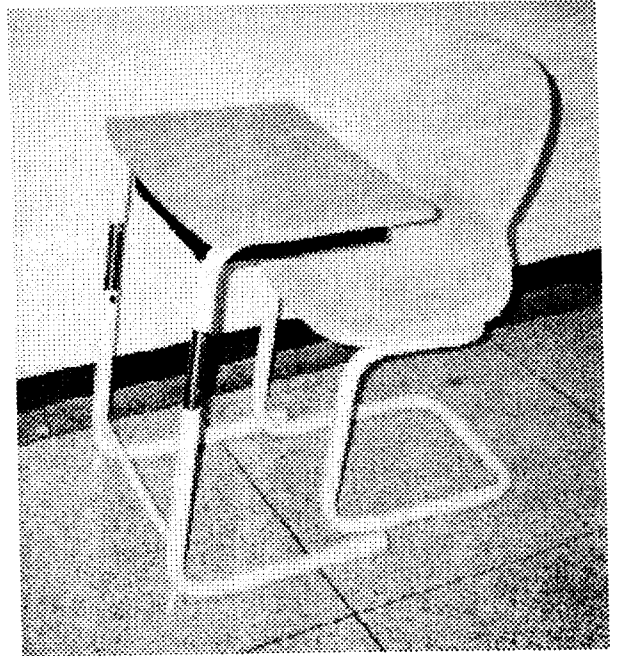


그림 2. 인체공학적 학생용 책상과 의자 시제품

3.4 시제품 및 시제품 평가

시제품의 실물 사진이 그림 2에 나타나 있다. 시제품 평가를 위해 초등 학생 5명과 고등 학생 5명을 선정하여 주된 평가 부분인 책상의 높이와 의자의 높이, 책상과 의자 사이의 여유 공간이 평균적으로 각각 $\pm 2.4\text{cm}$, $\pm 2.9\text{cm}$, $+7.1\text{cm}$ 임을 조사하였다. 그림 3은 시제품 평가에 참석한 학생들을 대상으로 책상과 의자의 적당성 여부를 보여준다.

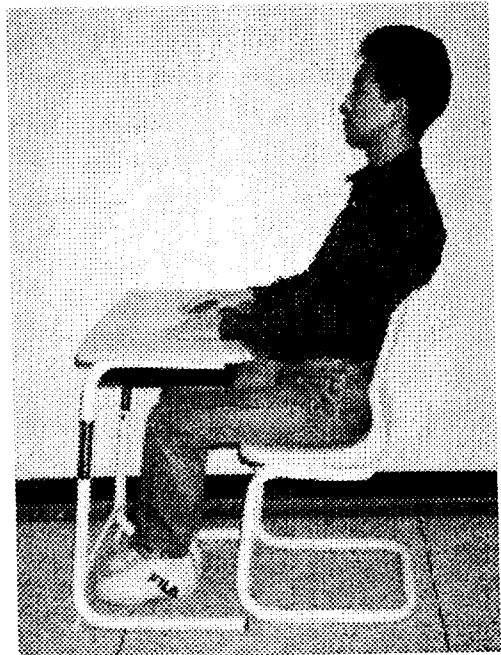


그림 3. 학생들을 대상으로 한 책상과 의자 시제품 평가

4. 평가

이번 연구는 자라나는 학생들의 신체 발달과 학습에 직접적인 영향을 끼치는 학교 교구를 대상으로 이루어졌기 때문에 학생들의 신체 적합도 뿐 아니라, 기능성, 내구성, 감성적 선호도 등에 대한 고려와 다양한 요인들이 동시에 설계에 가미될 수 있도록 최대한 노력을 기울였다. 특히, 초기 구상 단계에서 설계, 제작, 검증 단계에 이르기까지 분석적인 인간공학적 접근 방법을 사용하였다. 이로써 제품의 초기 개발단계에서 간과하기 쉬운 인간에 대한 고려가 설계 시 충분히 이루어질 수 있도록 배려했다. 현재 사용되는 책상과 의자는 재고 관리에 문제를 야기시킬 정도의 많은 호수를 가지고 있음에도 불구하고 학생들의 신체 발달을 고려하지 않아 규격에 문제가 있다. 미학적 감각을 무시한 디자인은 신세대 학생들에게 적지 않은 반감마저도 일으키고 있다. 이와 같은 많은 문제들을 인체공학적, 감성공학적 접근을 통해 해결하려고 시도하였다. 본 연구에서 특히 중요한 것은 책상과 의자 높이를 자유로이 개인의 학생 신체에 맞추어 조절할 수 있게 하였고, 각 부위의 정확한 신체 치수를 이용하였다는 것이다. 이와 더불어 많은 곡선과 새로운 기능을 가미하여 학생들로 하여금 친근감과 쾌적함을 갖도록 설계하였다는 것이다. 본 시제품의 평가 과정상에서 초등 학생부터 고등 학생의 바른 자세를 유지하기 위해서는 두 가지 이상의 의자 호수가 요구된다는 점이 확인되었다. 의자 호수를 하나가 아닌 초등 학생용과 중·고등 학생용으로 나눔으로써 보다 신체 적합도를 향상시킬 수 있을 것으로 예상되어진다. 그 외, 의자 조립을 용이하게 하기 위한 세부 디자인이 완성되면, 본 제품을 실제로 초·중·고등학교에서 중 저가로 구입할 수 있는 교구로서 그 상업성이 기대된다.

5. 결론

노후 된 책상과 의자 개선은 초·중·고등학교 교육 환경 개선을 위해 우선되어야 할 과제라고 사료된다. 특히, 본 연구가 중소기업과의 공동 사업으로 시작된 바, 최종 완제품의 판로 계획 여부에 따라 중소기업의 기술 개발과 이윤 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 무엇보다 본 연구 결과로 인해 초·중·고등학교 학생들이 몸에 맞고, 마음에 드는 교구를 중 저가에 사용할 수 있다는 것이다. 본 연구가 자라나는 학생들의 건강한 신체 발달과 학습 의욕 증가에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 공업진흥청, *학생용 책상 및 걸상:KS G2010*, 한국표준협회, 1995. 4.11.
- 이종택, *초등생에 중학생 책 걸상 보급:앉으면 다리 뭉뭉...*, 경향신문, 1996. 6. 24.
- 한국표준과학연구소, *산업제품의 표준치 설정을 위한 국민표준체위 조사 보고서*, 공업진흥청, 1992.
- Don B. Chaffin and Gunnar Andersson, *Occupational Biomechanics*, John Wiley & Sons, Inc., 1984.
- E. Grandjean, *Fitting the task to the Man*, Taylor & Francis Ltd., 1982.
- Margareta Nordin and Victor H. Frankel, *Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System*, Lea & Febiger, 1989.