

# 에어쿠션 사무용 의자의 사용성 및 인체 적합성 검증에 관한 연구

김진호, 손제성, 유승동, 박 범, 박진규\*  
 아주대학교 산업공학과, \*(주) 보성

## A study on the verification of the usability and human body fitness of air-cushioned office chair

Jin Ho Kim, Je Sung Son, Seung Dong Yu, Peom Park, Jin Gyu Park\*

### Abstract

본 연구는 새로 개발된 에어쿠션의자의 인체 적합성 검증에 관한 실험으로 기존 에어쿠션의자와 스펀지 매트 의자를 새로 개발된 의자와 비교 평가 하였다. 본 연구를 위해 설문지를 통한 사용자의 감성 및 사용성을 측정 하였고 객관적 검증에 필요한 체압분포측정을 하였다. 실험의 결과 사용성 평가에서 대부분의 피험자들이 신형 의자가 보다 편안하고 안락하다고 응답하였으며, 각 의자를 비교하는 전체 14항목의 설문 중 11개 항목이 의자A에서 중요도 순위가 좋게 나타났다. 체압분포에서도 좌판의 경우 신형 에어쿠션의자의 체압의 평균값이 적게 나오면서 고르게 분포하였고, 좌골결절을 중심으로 좌, 우 대칭이 되게 나왔다. 또한 등판부위에서도 등판의 수직선을 중심으로 체압분포가 좌, 우 대칭이 되게 나왔다.

### I. 서론

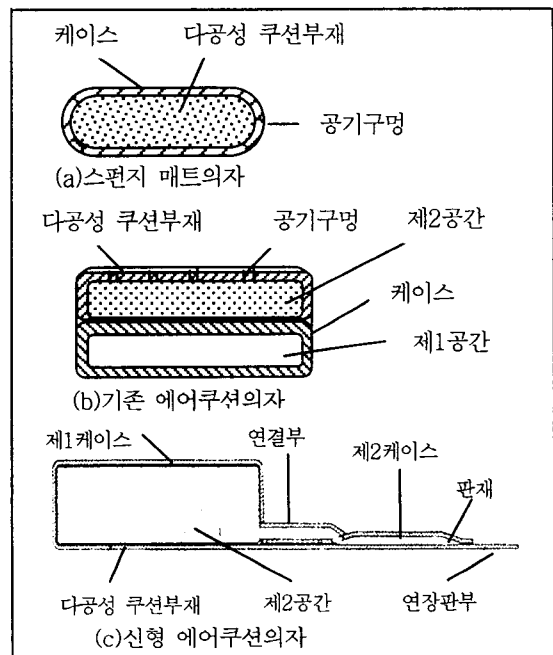
의자를 사용함에 있어서 장시간 사용하게 되면 의자에 느끼는 통증이 많아짐을 알 수 있다. 특히 사무실에서 작업을 하는 사람들의 경우 하루에 8시간 이상 의자에서 생활하고 있다고 하여도 과언이 아니다.

의자 설계가 전통적으로 권위의 상징성을 부여하는 것로부터 점차 기능성, 사용성, 적합성과 같은 실용성 위주의 설계 개념으로 바뀌기 시작하면서 인간과 의자간의 물리적 적합성측면에서 많은 연구가 진행되기 시작하였다. 최근에 와서는 물리적인 인체 적합성과 아울러 사용성 측면과 만족도를 높이기 위한 연구가 많이 진행되고 있다[3]. 흔히 사용되고 있는 기존의 스펀지 재질의 쿠션은, 처음 얼마간은 쿠션의 역할을 충분히 할 수 있지만 일정기간 이상 사용했을 경우, 쿠션이 내려앉아 쿠션의 역할을 제대로 하지 못하게 된다. 쿠션으로써의 기능을 상실한 매트는 사용자로 하여금 딱딱한 평판에 앉아있는 것과 같은 느낌을 주게 되고, 그런 매트를 장시간 사용했을 경우 사용자의 둔부나 몸의 혈관이 압박되어 혈액 순환이 원활하지 못하게 된다. 또한 고혈압이나 동맥경화, 디스크 등 각종 혈관과 척추관련 질병을 유발시킬 수 있다.[5]

기존의 연구 정문찬 외(2001)의 에어쿠션의 개발 및 인체 적합성에 관한 연구[5]에서는 기존의 에어쿠션의자와 스펀지 매트 의자를 좌판에 대해서 비교 하였고, 손제성 외(2002)의 신형에어쿠션 의자와 구형에어쿠션 의자의 체압분포 비교에 관한 연구에서는 객관적

인 분석인 체압분포만을 의자A와 의자B에 관해서 비교 했을뿐, 사용자의 감성적인 측면과 스펀지 매트의 자를 고려하지 않았다. 따라서 본 연구에서는 신형 에어쿠션의자를 기존 에어쿠션의자와 스펀지 매트 의자에 대해 감성적인 측면을 고려하여 인체 적합성을 평가해 보았다.

### II. 각 의자의 쿠션 비교



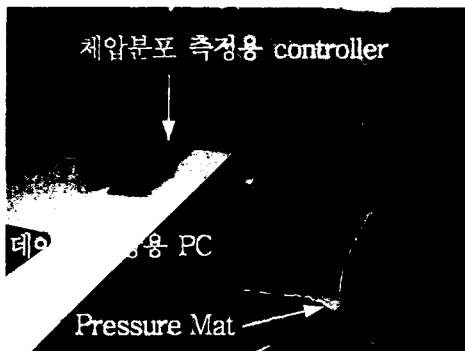
<그림1> 세 가지 의자의 상세도

스펀지 매트 의자는 직포로 된 케이스에 스펀지 등의 다공성 쿠션부재를 삽입한 구조로 되어있고, 기존 에어쿠션 의자는 좌판에만 에어쿠션이 들어간 구조이다. 신형에어쿠션 의자의 좌판은 기존의 에어쿠션과 같이 만들어지나, 좌판부와 등판부에 연결호스가 있어 좌판에 압력을 가하게 되면 좌판부의 공기가 등판으로 올라가 별도의 쿠션부재를 등판에 두지 않아도 자연스럽게 요추지지대를 형성하게 되며, 좌판부와 등판부 모두 앉아있는 인체의 형상에 맞추어 에어쿠션의 압력이 조절된다. 따라서, 인체의 특정 부위에 가해지는 압력을 저하 시키고 인체에 골고루 체압 분포를 나누어 준다. 각 의자의 내부 도면은 <그림1>과 같다.

### III. 사용성 평가 및 인체 적합성 검증

기존 연구들에 의하면 신체와 매트면 사이의 체압분포가 의자의 안락감에 영향을 미치는 가장 중요한 요인들 중의 하나로 여겨져 왔기 때문에[2,5,7,8,9,10], 본 연구에서는 각각의 세 의자(신형 에어쿠션의자(의자A), 기존 에어쿠션의자(의자B), 일반 스펀지 매트 의자(의자C))에 대해 주관적 평가인 사용성 평가를 실시하였고 이에 따른 객관성을 입증하기 위해 체압분포를 측정하여 어느 의자가 더 인체에 적합하며, 안락감이 있는지를 평가해 보았다. 의자A에 대한 실험이었기 때문에 의자A-의자B, 의자A-의자C 의 비교에 대한 분석만 다루었고 별도로 의자B-의자C는 분석을 해 보았지만 이 논문에서는 언급하지 않았다.

#### 1. 실험 계획 및 방법



<그림2> 체압분포 측정장치

20대의 신체장애가 없는 21명의 남자 피험자가 참석하였고 평균연령 27.1세, 평균키 173.48cm, 평균체중 69.9kg 이었다. 매트를 제외한 세 가지 의자의 형상이나 디자인은 모두 동일하고, 쿠션 외에 다른 변수들의 작용을 최소화하기 위해 실험 환경은 모두 동일하게 하였다. 사용성 평가를 할 때의 자세는 마틴식 인체 측정기를 사용하여 엉덩이를 좌판 깊숙이 집어넣고 대퇴부를 좌판과 수평이 되게 유지하며 등은 등판

에 편안하게 기대 상태를 유지 시켰다. 체압 측정 시에는 종아리와 지면사이의 각도만 수직으로 유지시켰고 나머지는 사용성 평가와 마찬가지로 하였다. 체압분포 측정장비는 <그림2>와같이 512개(32×16)개의 FSR이 장착된 Pressure mat와 측정된 FSR값을 디지털 값으로 변환시켜주는 체압분포측정용 Controller (Flexible Body Pressure Mat System), 그리고 데이터의 저장 및 체압분포 측정용 소프트웨어가 들어있는 노트북으로 구성 되었다.[5,6] 주관적 평가인 사용성 평가는 설문지를 통해 실시 하였고, 독립적 평가지와 상대 분석용 평가지, 이렇게 두 종류의 설문지로 의자에 처음 앉았을 때의 느낌과 어느정도 사용하고 난 후의 느낌을 평가하였다. 독립적 평가지와 상대 평가지는 7점 척도로 구성하였으며, 설문지의 주 내용은 의자의 착용감, 쿠션의 경도, 밀착도, 불편도 등을 중점적으로 다루었다. 사용성 평가 이후 체압분포 측정장치를 이용해 각 의자에 대한 각 피험자들의 체압을 측정 하였다.

#### 2. 결과 및 분석

##### 2.1 사용성 평가 분석

<표1>설문지의 분산분석 : 일원배치 ( $\alpha - 0.05$ )

	F비	F기각치		F비	F기각치
최초 착용감	13.832	3.1504	사용후 착용감	13.909	3.1504
좌판의 쿠션의 경도	56.951	3.1504	등판의 쿠션의 경도	35.498	3.1504
엉덩이 좌 불편도	9.8248	3.1504	흉추 좌 불편도	6.4219	3.1504
엉덩이 우 불편도	7.1871	3.1504	흉추 우 불편도	7.0676	3.1504
대퇴부 좌 불편도	6.9231	3.1504	요추 좌 불편도	7.5299	3.1504
대퇴부 우 불편도	5.7952	3.1504	요추 중 불편도	7.9625	3.1504
엉덩이 밀착도	4.5255	3.1504	요추 우 불편도	8.3858	3.1504

의자의 경우 사용자가 처음 앉았을 때의 착용감이 많은 비중을 차지하므로 의자A, B, C에 처음 앉았을 때의 착용감을 가장 먼저 알아 보았다. 또한 사용시간이 지남에 따라 과연 처음에 느꼈던 감성이 어떻게 변화하는지를 알아보기 위해 피험자들에게 간단한 타이핑 작업(약 15분가량)을 실시한 후, 의자의 착용감을 분석하였다. 분석 항목으로는 쿠션의 경도, 엉덩이 밀착도, 흉추의 불편도, 요추의 불편도 등에 각 의자간 차이가 있는지를 분산분석해 보았다. <표1>은 각 항목의 분산분석표를 요약해 놓은 것으로 모든 항목에 유의한 차이가 있음을 알 수 있다. 분산분석만으로는 어느 의자가 좋은지 평가할 수 없었기 때문에 쌍대분석을 통해 그 중요성을 평가해 보았다.

<표2>의 각 항목에 ( )안의 숫자는 정합비 C.R값이 0.1보다 작은 피험자의 명수를 나타낸다. 이들의 검증된 데이터를 사용하여 <표2>과 같은 결과가 나왔다.

<표2>를 보면 엉덩이 좌, 대퇴부 좌, 대퇴부 우, 이렇게 3개의 항목을 제외한 11개 항목에서 의자A가 다른 의자들 보다 좋다는 결과가 나왔다. 그리고 50%의 피험자들이 의자A의 매트가 더 폭신하다고 실험 후에 보고하였다.

<표2> 쌍대 분석표

	범주		중요도 순위		범주		중요도 순위
의자의 최초 착용감 (14)	의자 A	0.604	1	의자의 사용후 착용감 (13)	의자 A	0.534	1
	의자 B	0.262	2		의자 B	0.328	2
	의자 C	0.134	3		의자 C	0.138	3
좌편의 쿠션의 경도 (19)	의자 A	0.559	1	등판의 쿠션의 경도 (19)	의자 A	0.566	1
	의자 B	0.288	2		의자 B	0.265	2
	의자 C	0.153	3		의자 C	0.169	3
엉덩이 좌 불편도 (18)	의자 A	0.260	2	흉추 좌 불편도 (17)	의자 A	0.217	3
	의자 B	0.244	3		의자 B	0.366	2
	의자 C	0.496	1		의자 C	0.417	1
엉덩이 우 불편도 (16)	의자 A	0.243	3	흉추 우 불편도 (19)	의자 A	0.214	3
	의자 B	0.275	2		의자 B	0.367	2
	의자 C	0.482	1		의자 C	0.419	1
대퇴부 좌 불편도 (16)	의자 A	0.374	2	요추 좌 불편도 (16)	의자 A	0.257	3
	의자 B	0.242	3		의자 B	0.323	2
	의자 C	0.384	1		의자 C	0.420	1
대퇴부 우 불편도 (16)	의자 A	0.344	2	요추 중 불편도 (16)	의자 A	0.193	3
	의자 B	0.241	3		의자 B	0.332	2
	의자 C	0.415	1		의자 C	0.475	1
엉덩이 밀착도 (16)	의자 A	0.431	1	요추 우 불편도 (16)	의자 A	0.269	3
	의자 B	0.362	2		의자 B	0.337	2
	의자 C	0.207	3		의자 C	0.394	1

이와 같은 결과로 미루어 볼 때 각 피험자들이 의자에 앉았을 때 느끼는 착용감 또는 편안함이 의자A가 의자B와 의자C 보다 좋다는 결과를 도출할 수 있다.

## 2.2 체압분포 측정 분석

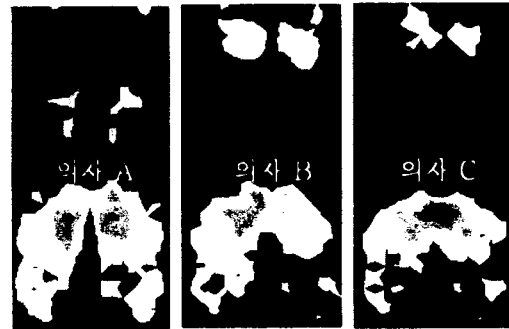
본 실험에서 측정되었던 체압 분포는 <그림3>과 같이 나타났다. 아래 피험자의 체압분포 패턴에서 볼 수 있듯이 의자A의 좌편에 걸리는 체압분포는 의자B와 의자C 보다 좌우 대칭인 형태를 보여주며 좌골결절을 중심으로 등고선형태를 이루고 있다. 등판에서도 역시 의자A는 요추부위 중앙을 중심으로 좌우 대칭인 형태를 보여주며 등의 골격대로 체압이 분포함을 볼 수 있다. 의자B와 의자C는 요추부위를 지지해 주지 못하고 흉추와 어깨부위에 체압이 측정되는 것을 볼 수 있다.

<표3>은 좌편의 경우 피험자 한 명당 288개의 FSR측정치중 최고체압부분의 주변 9개셀, 좌,우 각각 18개 셀의 평균 데이터 21명의 평균값을 나타내고, 흉추와 요추는 각각 112개의 FSR측정치 전체의 평균

값을 나타낸다. 좌편의 경우 의자B는 기존의 좌편에만 에어쿠션이 들어간 의자이기 때문에 평균값이 그다지 차이가 나지 않았다. 하지만, 의자C보다는 확연히 차이가 나는 것을 알 수 있으며 요추부위에서 의자A가 다른 의자들보다 체압이 많이 나오는 것을 볼 수 있다.

<표3> 체압 분포 측정치 평균

	의자A	의자B	의자C
좌편	182.73	184.87	200.67
등판(흉추)	33.972	39.261	37.478
등판(요추)	40.424	13.736	9.7712



<그림3> 체압 분포 패턴

좌편과 등판을 나누어 비교하였고 등판을 다시 흉추와 요추 부위로 나누어 비교분석 하였다. 좌편의 경우 최고체압주변의 9개셀, 좌,우 18개 셀의 평균 데이터 21명의 것을 가지고 하였고, 흉추와 요추는 그 부위의 전체 데이터를 가지고 분석 하였다. 각 의자에서 측정된 체압에 유의한 차이가 있는지를 분산분석해 <표4>를 도출하였다.

아래 <표4>에서 볼 수 있듯이 각 부위의 데이터 값들을 분석해 본 결과 F비가 F기각치 보다 크게 나왔다. 이를 근거로 가설 H0를 기각할 수 있으며, 이는 측정 데이터를 두고 보았을 때 세 가지 의자 각각의 측정된 데이터가 서로 유의한 차이가 있다라는 것을 입증해 주고 있다.

<표4> 분산분석 : 일원배치

( $\alpha - 0.05$ )

요인	제곱합	자유도	제곱평균	F 비	P-값	F기각치	
좌편	처리	12633.44	2	6316.72	3.211	0.04068	3.004
	잔차	2224825	1131	1967.13			
	계	2237459	1133				
등판 흉추	처리	31022.906	2	15511.45	8.819	0.00015	2.997
	잔차	11284367	6416	1758.785			
	계	11315390	6418				
등판 요추	처리	1194552.9	2	597276.5	414.9	3E-170	2.997
	잔차	9235882.7	6416	1439.508			
	계	10430436	6418				

분산분석만 가지고는 세 가지 의자 각각에 대해 어느 것이 좋은지를 평가 할 수 없었다. 때문에 T-test를

통해 각각의 의자에 측정된 체압의 평균값이 어느 의자가 더 크고 작은지 비교분석해 <표5>를 도출 하였다.

<표5> T-검정 : 등분산 가정 두 집단 ( $\alpha - 0.05$ )

		의자A	의자B	의자A	의자C
좌 판	평균	182.73	184.87	182.73	200.67
	분산	1035.4	810.32	1035.4	587.29
	자유도	754		754	
	t 통계량	-0.971		-8.662	
	P(T<=t) 단측	0.1659		1E-17	
	t 기각치 단측	-1.6469		-1.6469	
등 판 홍 추	평균	33.972	39.261	33.972	37.478
	분산	1564.7	1856	1564.7	1857.9
	자유도	4275		4296	
	t 통계량	-4.183		-2.779	
	P(T<=t) 단측	1E-05		0.0027	
	t 기각치 단측	-1.6452		-1.6452	
등 판 요 추	평균	40.424	13.736	40.424	9.7712
	분산	2725.5	944.61	2725.5	635.17
	자유도	4275		4296	
	t 통계량	20.331		24.487	
	P(T<=t) 단측	4E-88		2E-124	
	t 기각치 단측	1.6452		1.6452	

<표5>의 좌판에서 보면 의자B의 경우 의자A와 유의한 차이가 나타나지 않았으나 의자C의 경우 확연하게 의자A의 체압이 적다라는 것을 볼 수 있다. 평균값의 경우 의자A가 의자C보다 약 10%가량의 감소를 보였다.

홍추 부위는 의자A가 의자B와 의자C보다 체압의 평균값이 적게 나왔으며 요추 부위는 지지대가 있는 의자A가 다른 의자들 보다 체압의 평균값이 많이 나온 것을 볼 수 있는데 이는 의자A가 요추 부위를 잘 지지해 주어 요추 부위에는 체압이 많이 나오는 반면 홍추 부위에는 체압이 적게 나오는 것을 알 수 있었다.

#### IV. 결론

본 실험의 몇 가지 분석을 통해 보면 기존에어쿠션 의자와 스펀지 매트 의자에서 보다 새로 개발된 의자에서 측정되는 체압이 더 좋게 나타났으며, 이는 새로 개발된 에어쿠션 의자가 사용자에게 적절한 형태로 쿠션이 변화하여, 좌판 및 등판에서 받는 체압이 인체에 적합하게 골고루 산포 된다는 것을 볼 수 있었다. 체압 분포의 그림을 통해서도 새로 개발된 의자는 좌, 우가 대칭이 되며 분포의 형태가 등고선을 이룬다는 것을 볼 수 있었다. 또한 주관적인 평가인 사용성 평가를 통해서도 각 피험자들이 새로 개발된 의자를 선호하였으며, 직접 대화를 통해서도 새로 개발된 의자

가 편안하고 안락하며 폭신하다라는 대답을 들 수 있었다.

의자의 매트 재질과 요추지지대를 바꾸어 줌으로써, 그를 사용하는 사용자의 체압이 적절하게 분산되어 사용자로 하여금 편안함과 안락감을 줄 수 있고 인체에 받는 스트레스를 감소시킬 수 있을 것이라는 결론을 얻을 수 있었다. 또한, 장시간 의자에 앉아서 생활하는 많은 사람들에게 요추 및 엉덩이부위에 걸리는 부하를 줄여줄 수 있어, 매트와 접하는 부위의 혈관 압박이나 그로 인해서 발생하는 고혈압, 동맥경화, 허리 디스크 등 많은 문제들을 해결 할 수 있으리라 생각된다.

#### ■ 참고문헌

- [1] 박성현, 「현대 실험계획법」, 민영사, 1984
- [2] 박세진, 이남식, 이순요, 「자동차 운전석의 주관적 안락감평가와 체압분포간의 관계에 관한 연구」, 대한인간공학회지, pp.3-15, 12권, 제1호, 1993
- [3] 박수찬, 신미경, 최경주, 김진호, 윤지은, 「사무용 의자의 물리적 적합도 모델링 개발」, 한국감성과 학회 학술대회 논문집, pp.81-85, 2000
- [4] 손재성, 김진호, 유승동, 박 범, 박진규, 「신형에어쿠션 의자와 구형에어쿠션 의자의 체압분포 비교에 관한 연구」, 대한인간공학회 학술대회 CD, Session7, 2002
- [5] 정문찬, 유승동, 박 범, 박진규, 「에어쿠션의 개발 및 인체 적합성에 관한 연구」, 대한인간공학회 학술대회 논문집, pp.13-17, 2001
- [6] 한국표준과학연구원, 「자동차용 시트의 체압분포 측정기 및 측정기술 개발」, 과학기술처, KRIS-92-149-IR, 1992
- [7] Hertzberg, H.T.E., "The human buttocks in sitting : Pressures, patterns, and palliatives", SAE paper no. 720005, 1972
- [8] Reswick, J.B., "Devices for measuring contact pressures exerted on the human body", rogress Report RD768, Case Institute of Technology, 1961
- [9] Reed, M.P., Schneider, L.W., Saito, M., Kakishima, Y., and Lee, N.S., "An Investigation of Automotive Seating Discomfor and Seat Design Factors", UMTRI-91-11, 1991
- [10] Their, R., "Measurement of Seat Comfort", Automobile Engineer, Feb, 1963