Title

Research of Body Pressure Distribution Changing that Using BackJoy and Satisfaction of Human Sensibility

Subtitle

Body Pressure Distribution Analysis and Satisfaction of Human Sensibility of Using BackJoy

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to investigate the effect of BackJoy that reduces how effectively the physical load generated in a posture in which the user sits, and increase user's comfort and satisfaction, and maintain the correct posture.

Background: Because of development of science and economic development, most of office workers spend about 75% of their working time in the chair. However most of them have a poor posture.

Method: This experiment progressed measurement that use pressure mat and surveyed to evaluate fatigue degree, satisfaction and comfort of reagent. The study recruited 20 male and 14 female participants. The participants progress four different types of tasks and each task took 20 minutes.

Results: In the case of experiment result of before and after use BackJoy, average pressure, contact area and pressure per unit area appears that use BackJoy is more effective.

Conclusion: Through this study, the BackJoy's effects for the maintenance of good posture and loads that occur in the body are reduced. The future study, we need various verifications to use EMG sensor that show loads of vertebrae and analyze each group by dividing the figure.

Application: The evaluation method used in this study can be applied to evaluate ergonomic chairs.

Keywords

BackJoy, Sitting Posture, Body Pressure Distribution, Satisfaction, Comfort

1. Introduction

최근 과학의 발달과 경제의 발전으로 대부분의 사무작업자는 하루 일과 중 약 75%를 의자에 앉아서 생활하지만, 대부분의 사무작업자가 착좌 시간 중 좌우로는 31%, 전후로는 25%의 시간만 균형을 유지하는 등 올바르지 못한 작업 자세를 유지하고 있었다(Park, 2011).

이처럼 의자에 앉아서 생활하는 시간은 증가하였지만, 대부분의 사무작업자들이 올바르지 못한 작업 자세를 유지함에 따라 최근에는 체압 분포 측정과 EMG 센서를 이용하여 의자의 안락감을 높이고 올바른 자세에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. Mergl(2005)와 Zenk(2006)는 체압분포로 인하여 사용자는 신체적 피로도 및 정신적 안락감에 어떠한 영향을 받는지를 연구하였다. Choi(2013)는 운전석의 체압분포 기반의 착좌 전략을 분류하였고 Park(2012)는 체압분포를 측정하여 VDT 작업 시 작업자들의 자세를 분석하고 불편함을 평가하였다. 또한 Park(2013)은 사무용 의자 좌판과 등판에 센서를 장착하여 사용자가 올바르지 못한 자세를 취할 경우 경고하는 기능에 관한 연구를 진행하였다. 지금까지 진행된 연구를 살펴보면 체압과 안락감에 관한 연구는 대부분이 자동차나 사무실의 의자를 기반으로 진행되었다. 하지만 대부분의 사용자들은 자동차나 사무실 모두에 인체공학적으로 연구, 설계된 의자를 보유하고 있지 못하고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 언제 어디서나 휴대하기 편리하며, 간편하게 올바른 자세를 유지하기 위한 BackJoy제품이 연구되었다.

본 연구에서는 학생들의 학습활동이나 사무직 근로자의 작업활동 시 올바른 자세 유지를 위한 각종 의자 개발 연구에 대하여 조사 분석하고, 체압분포 측정 및 설문조사 기법을 이용하여 BackJoy 제품이 사용자의 앉는 자세에서 발생하는 신체적 부하를 얼마나 효과적으로 줄이고 만족도와 안락감을 높이며 올바른 자세 유지에 효과가 있는지 하였다.

2. Method

2.1 Subject

허리 부위에 근골격계 관련 질환의 경험이 없는 남녀 대학생 34명(남 : 평균 키 = 174.67cm, 평균 몸무게 = 73.1kg, 여 : 평균 키 = 162.21cm, 평균 몸무게 = 54.4kg)을 피실험자로 선정하였다. 실험참여자 선정 시 신장 측면에서 다양한 사람이 모집될 수 있도록 남녀 각각 3개의 그룹으로 구분하였다(Table 1)(Size Korea Home Page, 2013).

Table 1. Group classification

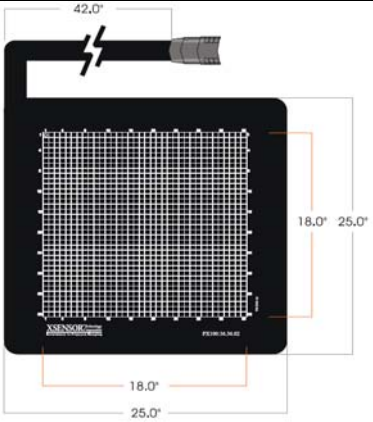
Gender	Group			Total
Male	Under 169.5cm	169.5cm ~ 176.7cm	Exceed 176.7cm	20
	5	8	7	
Female	Under 157.5cm	157.5cm ~ 161.5cm	Exceed 161.5cm	14
	4	5	5	

2.2 Equipment used

BackJoy 의 사용 여부에 따른 체압분포 변화를 연구하기 위해 일반 강의실에서 사용하는 의자와 BackJoy 에 pressure mat 를 설치하였다. Pressure mat 는 Xsensor 사의 36x36 센서가 부착된 정방형의 mat 를 이용해 측정했고, 측정된 데이터는 동사의 X3 Pro v6.0 소프트웨어를 이용해 분석하였다. 수집된

자료는 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 제품 사용 전과 후에 대하여 통계적 유의성이 있는지 분석하였다.

Table 2. Equipment used in the experiment

Experiment equipment	Pictures
BackJoy (BackJoy SitSmart, BackJoy Co.)	
Pressure mat (X3 100 36x3, Xsensor Co.)	

2.3 Experimental design

BackJoy 사용의 유무에 따른 체압분포의 변화를 측정하기 위하여 Backjoy 의 사용 전과 사용 후에 대한 실험을 진행하였고, 작업을 실시할 때와 실시하지 않을 때의 변화를 측정하기 위하여 4 가지의 task 로 분류하여 실험을 진행하였다(Table 3).

Table 3. Task classification

Task 1	Without BackJoy / 20 minutes to sit quietly
Task 2	Without BakcJoy / 20 minutes performing computer tasks
Task 3	With BakcJoy / 20 minutes to sit quietly
Task 4	With BackJoy / 20 minutes performing computer tasks

실험은 크게 3 단계의 절차(준비 단계, 수행 단계, 설문)로 진행되었다(Figure 1). 준비 단계에서는 피실험자의 실험 동의서를 작성한 후 실험 참여자가 실험의 목적과 절차를 정확히 인지할 수 있도록 사전 교육을 진행하고, 사용자 기본 정보 및 인체치수(키, 몸무게, 가슴둘레, 허리둘레, 엉덩이둘레 등)를 측정한 이후에 실험을 진행하였다.
실험 수행 단계에서는 4 가지 task 에 관하여 실험을 진행하면서 pressure mat 를 이용하여 각 task 별 체압분포를 측정하였다. 각 task 는 20 분씩 진행되었고, 각 task 사이에는 30 분의 충분한 휴식 시간을 갖도록 하여 실험참여자 신체에서 발생할 수 있는 부하를 최소화하였다. 작업을 수행하는 task 에서는 하나의 keyword 를 바탕으로 인터넷 검색을 시행 후 정리하도록 하여 같은 작업을 시행할 수 있도록 하였다.
마지막 설문 단계에서는 사전에 설계하였던 설문지를 토대로 설문을 진행하였으며, 감성적인 부분들에 대해서는 interview 를 실시하여 실험참여자들의 의견을 반영하도록 하였다.

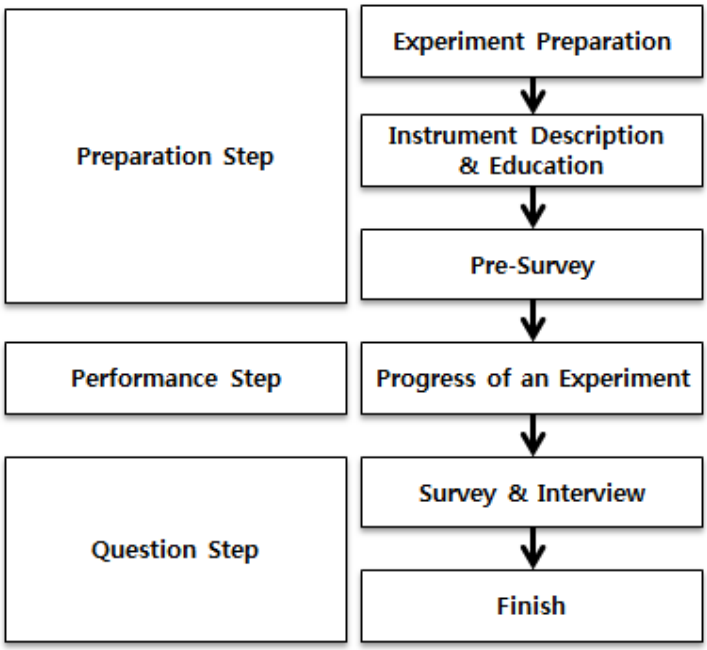


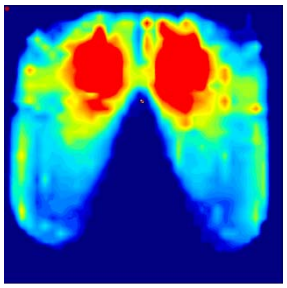
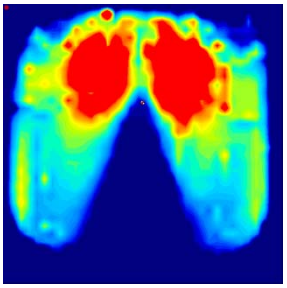
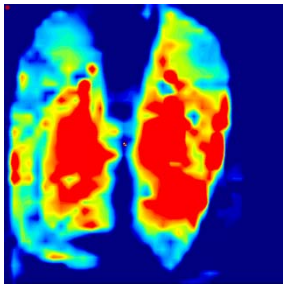
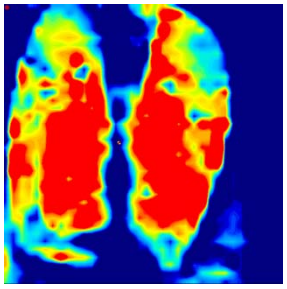
Figure 1. Experiment Process

3. Results

3.1 Body pressure distribution

BackJoy의 사용 전과 후와 작업을 할 경우와 하지 않을 경우에 대하여 통계적 검증을 통해 비교 평가하였으며 유의성에 대해 검증하였다. 본 실험에서는 Average Pressure(g/cm2)뿐만 아니라 사용자의 엉덩이와 제품이 닿는 면적 Contact Area(cm2)과 각 면적에 받는 압력 Est.Load(N)값을 추출하여 분석하였다.

Table 4. Body Pressure Distribution for each task

Task	Pressure distribution
Task 1 Without BackJoy 20 minutes to sit quietly	
Task 2 Without BakcJoy 20 minutes performing computer tasks	
Task 3 With BakcJoy 20 minutes to sit quietly	
Task 4 With BackJoy 20 minutes performing computer tasks	

Average Pressure 의 경우 사용 전, 후의 평균적인 변화를 살펴보면 BackJoy 의 사용 전에는 평균 69.84g/cm^2 였지만, 제품의 사용 후에는 66.03g/cm^2 로 감소했다. 앉은 자세를 유지하는 동안의 변화량을 살펴보면, 제품의 사용 전 평균 변화량이 3.63 g/cm^2 였던 반면, 사용 후에는 2.88 g/cm^2 로 나타났다. ANOVA 분석을 통한 유의성 검증에서도 사용전과 후의 결과에 대하여 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F(1,135)=6.253$, $p < 0.05$)(Table 5).

Contact Area 에서도 BackJoy 의 사용 전 평균 1268.72cm^2 에서 사용 후 평균 1216.75cm^2 로 감소하였다. 앉은 자세를 유지하는 동안의 변화량을 살펴보면, 제품의 사용 전 평균 변화량이 190.06 cm^2 였지만, 사용 후 29.06 cm^2 로 더 적은 변화량이 나타났다. ANOVA 분석을 통한 유의성 검증에서도 사용전과 후의 결과에 대하여 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F(1,135)=6.99$, $p<0.01$)(Table 5).
Est.Load 의 경우에서도 마찬가지로 사용 전 평균 871.55N 에서 사용 후 평균 793.74N 으로 감소하였다. 앉은 자세를 유지하는 동안의 변화량을 살펴보면, 제품의 사용 전에는 평균 변화량이 63.86N 였던 반면, 사용 후에는 52.74N 로 나타났다. ANOVA 분석을 통한 유의성 검증 역시 사용전과 후의 결과에 대하여 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($F(1,135)=8.98$, $p<0.01$)(Table 5).

Table 5. Analysis of the difference between before and after use BackJoy

Classify		Mean			Std. Deviation			F	Sig.
		Initial	Final	Total	Initial	Final	Total		
Average Pressure(g/cm$^{2)}$	Without BackJoy	68.56	72.19	69.84	0.84	0.82	8.41	6.253	0.01*
	With BackJoy	65.17	68.05	66.03	2.71	2.75	9.31		
Contact Area(cm$^{2)}$	Without BackJoy	1256.92	1446.98	1268.72	6.68	176.44	108.36	6.99	0.01*
	With BackJoy	1210.21	1239.27	1216.75	13.88	11.22	120.53		
Est.Load (N)	Without BackJoy	848.67	912.53	871.55	17.31	22.91	155.33	8.98	0.00***
	With BackJoy	775.31	828.05	793.74	83.43	93.19	147.41		

다음으로 작업을 실시하는 것과 실시하지 않는 경우로 나누어 BackJoy 의 사용여부가 어느 쪽에서 더 큰 영향을 미치는지 알아보기 위하여 분석을 실시하였다.
Average Pressure 의 경우 작업을 실행하지 않을 때에는 BackJoy 제품의 사용 전과 사용 후에 69.23 g/cm2 에서 64.14 g/cm2 로 약 5.09g/cm2 감소하였다. 하지만 작업을 실시할 때에는 BackJoy 제품의 사용 전과 사용 후의 Average Pressure 는 70.46 g/cm2 에서 63.84 g/cm2 로 약 6.62 g/cm2 가 감소하는 효과를 보였다.
Contact Area 역시 작업을 실행하지 않을 때 1259.71 cm2 에서 1204.87cm2 로 54.84cm2 가 감소하였지만, 작업을 실행할 때에는 1271.78 cm2 에서 1209.39 cm2 로 62.39cm2 로 약 7.55cm2 더 감소하는 효과를 보였다.
Est.Load 에서도 작업을 실행하지 않을 때 857.42N 에서 762.31N 으로 95.11N 이 감소하였지만, 작업을 실행할 때에는 885.69N 에서 759.58N 으로 126.11N 이 감소하여 약 31N 이 더 감소하는 효과가 있었다(Table 6)(Table 7).

Table 6. Working is not running, Analysis of the difference between before and after use BackJoy

Classify		Mean	Std. Deviation	F	Sig.
Average Pressure(g/cm$^{2)}$	Without BackJoy	69.23	8.53	5.67	0.02*
	With BackJoy	64.14	9.06		

Contact Area($cm^{2)}$	Without BackJoy	1259.71	103.18	3.86	0.05
	With BackJoy	1204.87	125.90		
Est.Load (N)	Without BackJoy	857.42	150.63	7.51	0.01*
	With BackJoy	762.31	135.20		

Table 7. Working is running, Analysis of the difference between before and after use BackJoy

Classify		Mean	Std. Deviation	F	Sig.
Average Pressure($g/cm^{2)}$	Without BackJoy	70.46	8.36	10.21	0.02*
	With BackJoy	63.84	8.69		
Contact Area($cm^{2)}$	Without BackJoy	1271.78	105.76	4.63	0.03*
	With BackJoy	1209.39	131.89		
Est.Load (N)	Without BackJoy	885.69	160.89	12.36	0.00***
	With BackJoy	759.58	133.62		

3.2 Sensitivity evaluation

평소 자신의 자세 점수에 대한 평가에서는 평균 3.35 점(Std=0.157)으로 나타났으며 보통(4 점) 미만인 사람은 61.8%(총인원 = 34 명, 4 점 미만 = 21 명)로 나타났다. 하지만 BackJoy 의 사용 후 자신이 생각하는 자세에 대한 점수 평가에서는 평균 5.05 점(Std=0.197)으로 나타났으며 보통 미만인 사람은 11.7%(총인원 = 34 명, 4 점 미만 = 6 명)으로 나타났다. 자신의 평소 점수가 4 점 미만으로 나쁘다고 생각했던 실험 참여자 중에서 BackJoy 를 사용한 후 85%(18 명)가 보통 이상으로 바뀌었다($F(1,66)=45.571$, $p<0.01$). BackJoy 의 사용 후에도 4 점 미만의 점수를 준 사용자 3 명은 자신들이 평소에 앉는 자세에 대하여 2 점으로 평가하였고, 평소 자신의 자세가 너무 나빴기 때문에 허리를 꼿꼿하게 유지하는 자세가 힘들어 좋지 않은 자세로 평가하였다는 인터뷰 결과를 보였다(Table 8).

Table 8. Posture scores before and after use BackJoy

Classify		Mean	Std. Deviation	F	Sig.
Total Score	Without BackJoy	3.35	0.16	10.22	0.01***
	With BackJoy	5.05	0.20		

또한, BackJoy 의 사용 전과 후에 엉덩이, 허벅지 부분과 다리 하단 부분의 편안함에 대한 평가에서도 BackJoy 의 사용 후 점수가 더 높게 나왔다. 엉덩이와 허벅지 위쪽의 편안함에 대하여 평소 자신이 생각하는 평가는 3.64 점이지만, BackJoy 의 사용 후에는 4.58 점으로 높아졌다($F(1,66)=11.56$, $p<0.05$). 또한, 다리 하단의 편안함에 대하여 평소 평균 3.65 점이었지만, BackJoy 의 사용 후에는 4.59 점으로 높아졌다($F(1,66)=4.86$, $p<0.05$)(Table 9).

Table 9. Comfort evaluation before and after use BackJoy

Classify		Mean	Std. Deviation	F	Sig.
Hips, Thighs	Without BackJoy	3.64	0.92	11.56	0.01*
	With BackJoy	4.58	1.15		
Below the knees	Without BackJoy	3.65	1.12	4.86	0.31*
	With BackJoy	4.59	1.16		

추가로 실시한 인터뷰에서 73%(25 명)의 실험참가자가 BackJoy 를 사용하는 경우 허리를 곧게 펴는 자세를 취하는 부분에서 보통 의자에 앉는 경우보다 편했다는 의견을 보였다. 또한, 엉덩이를 모아주는 느낌이 있어 좋았다는 의견과 평소 다리를 꼬는 습관 때문에 좋지 못한 자세를 취했었는데, 제품을 사용할 경우 다리를 꼬는 자세를 취하기 힘들어 올바른 자세 유지에 도움이 되었다는 의견이 있었다.

4. Conclusion

본 연구는 체압분포 측정 및 설문조사 기법을 이용하여 BackJoy가 사용자의 앉는 자세에서 발생하는 신체적 부하를 얼마나 효과적으로 줄이고 만족도와 안락감을 높이며 올바른 자세 유지에 효과가 있는지 검증하는 연구를 진행하였다.

의자와 엉덩이가 닿는 부분에서 체중의 적절한 분산이 있다면 좋은 자세라 할 수 있기 때문에 본 연구에서는 체압분포가 얼마나 잘 분산되는가를 중심으로 연구하였다(Sanders and McCormick, 1993). 이를 위해 실험에서 얻어진 데이터로 BackJoy를 사용하기 전과 사용한 후의 초기값과 마지막 값을 비교하고 어떤 경우에 더 적은 변화량이 나타나는지 확인하였다. 다음으로는 제품의 사용 전과 후의 데이터 평균값 비교를 통하여 어떤 경우에 더 작은 평균값이 나타나는지 확인해보았고, 이 두 비교를 통해 BackJoy를 사용하는 것이 얼마나 더 효과가 있는지 확인해보았다. 또한, 작업을 실시하는 것과 실시하지 않는 경우로 나누어 BackJoy의 사용 여부가 어느 쪽에서 더 큰 영향을 미치는지 알아보기 위하여 분석을 실시하였다.

먼저 제품을 사용하기 전 initial 값과 사용한 후의 final 값을 BackJoy의 사용 전과 후로 나누어 비교해보았다. 평균 압력과 닿는 면적, 각 면적에 걸리는 힘에 대한 모든 부분에서 제품을 사용한 후에 더 적은 변화량을 보였다. 또한, 사용하는 동안의 평균적인 데이터에서도 사용 전보다 사용 후에 더 적은 평균값을 확인할 수 있었다. 따라서 사용자가 의자에 앉아있을 경우, BackJoy를 사용하는 경우가 그렇지 않은 경우에 비하여 신체적으로 발생할 수 있는 부하를 줄이는 데 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한, 작업을 실행하지 않는 경우의 평균 압력과 닿는 면적, 각 면적에 걸리는 힘에 대한 변화량보다 작업을 실행하는 경우의 값들이 더 크게 나타났다. 이를 통하여 작업 하는 경우에 BackJoy를 사용하는 것이 더 큰 효과가 있다는 것을 확인하였다(Table 5 to 7).

설문조사 결과에서도 실험참가자들은 자신들이 평소에 의자에 앉는 자세보다 BackJoy를 사용한 후 교정된 자세가 더 올바른 자세를 취하고 있다고 평가하고 있었다. 사용 전과 사용 후 모두의 점수를 낮게 평가했던 실험참가자들은 자신들이 평소 취하는 자세가 너무 좋지 않았기 때문에 제품을 사용한 후에 허리를 꼿꼿하게 유지하는 자세에 힘이 많이 들어가서 낮은 점수로 평가하였다고 하였다. 또한 제품의 사용 전과 후의 엉덩이,

허벅지, 다리 하단의 편안함에 대한 평가에서도 제품의 사용 후에 대한 실험참가자들의 점수가 높게 나타났다 (Table 8, 9). 추가적인 인터뷰에서 허리를 곧게 펴는 부분에서 도움을 받았고 엉덩이를 감싸서 모아주는 효과가 있었으며 다리를 꼬는 자세가 쉽지 않아서 올바른 자세 유지에 도움이 있었다는 의견들이 있었다.

본 연구에서는 사용자들이 간단한 사용법으로 자세를 교정할 수 있고 간편하게 휴대할 수 있는 BackJoy를 체압분포와 설문조사를 통하여 효과를 검증해 보았다. 추후 연구에서는 사용자들의 몸무게에 따른 제품의 효과와 EMG센서의 부착을 통하여 사용자들의 허리에서 발생하는 부하량에 대한 실험을 통한 연구를 진행하여 더욱 다양한 방향으로의 검증이 필요하다고 판단된다.

References

Bing, H., Ergonomic product testing Report, BackJoy, 2007

Choi, Y.G. et al., A Classification of Sitting Strategies Based on Seating Pressure Distribution, *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, Vol.39, No. 2, pp. 105-108, 2013

Lee, Y.S. et al., An Ergonomic Study on the Design Parameters for Office Chair, *Journal of the Korea Furniture Society*, 8(1), 17-28, 1997

Mergl, C., Klendauer, M., Mangen, C., and Bubb, H(2005), Predicting long term riding comfort in cars by contact forces between human and seat, *SAE.Technical Paper*, 2005-01-2690

Mooney, V. et al., Comparison of pressure distribution qualities in seat cushion, *Bulletin of Prosthetics Research*, 129-143, 1971.

Park, J.H. et al., Evaluation of sitting postures and discomfort of VDT work by measuring seat pressure, *HCI 2012*, pp. 790-792, 2012

Park, J.H. et al., Development of Ergonomic Balance Seat(e-BASE) Chair, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, pp.145-152, 2013

Park, J.H. et al., Body pressure distributions of the varying sitting postures in office work, *Proc. of Spring Conference of ESK*, 49-52, 2011

Sanders, M.S. and McCormick, E.J., *Human factors in engineering and design*, 7th ed, McGraw Hill, 1993.

Size Korea Home Page, http://sizekorea.kats.go.kr (retrieved December 10, 2013)

Vos, G.A., et al., Postural versus chair design impacts upon interface pressure, *Applied Ergonomics*, 37, 619-628, 2006.

Zenk, R. et al., Objectifying the comfort of car seats, *SAE Technical Paper*, 2006-01-1299