

침대의 수면자세에 따른 체압분포의 특성*

The Characteristics of Body Pressure Distribution on Sleeping Posture*

박세진**, 김진선**, 이현영**, 김철중**, 민병찬**, 권규식***, 김건흠****
S.J. Park**, J.S. Kim**, H.Y. Lee**, C.J. Kim**, B.C. Min**, K.S. Kwon***, K.H. Kim****

요 약 침대에서의 체압분포는 수면 안락감에 중요한 영향을 미치는 요인중의 하나로 고려되어져 왔다. 체압분포는 사람의 몸무게에 의하여 침대와 누운사람 사이의 접촉면에서 발생하는 압력의 분포를 말한다. 안락한 체압분포 패턴을 결정하기 위하여 사용자가 침대 8부분의 높이를 조절할 수 있는 가변침대를 사용하였다. 체압분포 측정은 각 수면자세(바로 누운 자세, 옆으로 누운 자세, 엷드린 자세)에서 가변침대의 초기상태와 피실험자가 편안한 체압분포 패턴을 유지하도록 높이를 조절한 상태에서 이루어졌다. 본 연구에서는 각 수면자세에서 체압비와 선호하는 체압비의 특징을 알아보았다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 각 수면자세에서 엉덩이 부분의 체압비가 가장 높았으며, 바로 누운 자세는 40% 이상의 체압비가 엉덩이에 집중한다.
- 각 수면자세에서 전체적으로 머리와 다리의 높이가 다른 부분보다 높은 것을 선호하는 경향을 나타낸다.
- 바로 누운 자세에서는 요추를 기준으로 신체가 W형이 되도록 머리, 요추, 대퇴부분의 높이를 올리는 것을 선호한다.
- 엷드린 자세는 머리와 다리부분의 높이를 증가시킴으로써 신체의 곡선이 U형이 되도록 하는 것을 선호한다.

1. 서론

1960년대 이후 산업화에 따라 주거환경이 한옥에서 양옥으로 변화되었으며, 도시의 인구집중 현상에 따라 아파트가 많이 생기기 시작하였다. 주거환경의 변화는 가구의 형태에 영향을 주어 편리성을 추구하는 침대, 입식 부엌과 식탁, 소파 등이 사용되기 시작되었다. 처음에는 일부 사용자들에 의해 침대가 사용되었으나 점차적으로 입식생활에 의한 침대의 편리함 등의 이유

로 침대 수요가 증가하기 시작하여 현재는 침대의 사용이 보편화되었다.

인간은 자연 법칙에 의하여 하루를 주기로 인체 내에 주어진 생리현상에 따라 인간생활의 약 1/3에 해당하는 시간을 침대에서 보내기 때문에 편안하고 안락한 수면을 제공하기 위하여 인간공학적 연구가 진행되어왔다.

일반적으로 침대에 대한 인간공학적인 평가는 다양한 매트리스 조건에서 신체의 체압분포를 측정하고 안락감에 대한 주관적인 평가 동시에 진행되어왔다[14, 16]. 이러한 방법은 정상인뿐만 아니라 요통환자들을 대상으로 매트리스의 설계와 평가가 진행되기도 하였다[13]. 신체 일부분에 과도한 압력분포가 발생하면 불편하거나 자주 뒤척이게 되므로 중요한 생리학적 부위에서 압력분포를 측정하여 매트리스의 효과를 평가

* 본 연구비는 과학기술부 G7 감성공학과제의 연구비 지원으로 받아 수행되었음.
** 한국표준과학연구원 인간공학실
E-mail : sjpark@kriss.re.kr
*** 전주대학교 산업공학과
E-mail : kskwon@jeonju.ac.kr
**** 에이스침대공학연구소
E-mail : riorosa@chollian.net

하는 기준으로 사용하였다. 또한, 뒤통짐에 대한 연구에서 신체 움직임은 수면깊이의 정도를 파악하는 지수로도 사용되었다(6, 19, 20). 근래에는 뇌파, 안전도, 턱 근전도 등의 수면생리신호를 측정하여 침대의 영향에 관한 연구가 진행되고 있다(2, 9, 10, 11).

Parson은 침대 매트리스가 너무 딱딱하거나 부드러운 것보다는 어느 정도의 적절한 정도를 가지는 것이 바람직하다고 발표하였다(15). 매트리스의 정도에 대한 연구를 종합하면 다음과 같은 지나치게 유연하거나 딱딱한 침대의 문제점을 나타낼 수 있다.

- 1) 지나치게 유연한 침대의 문제점
 - 자세의 보존 유지가 잘되지 않음.
 - 체압분포의 분산이 잘되지 않음.
 - 신체의 지지가 불안정하여 무의식적인 가운데 근육이 작용하여 쉽게 피로해지며 요통환자에 부적절함.
 - 중앙부분에만 폭 파여 깊은 잠에 들지 못함.
 - 뒤통짐이 불편하여 깊은 잠에 들지 못함.
 - 수면을 취하고 있는 동안에 다량의 땀을 흘리지만, 몸이 매트리스에 폭 들어가기 때문에 발한을 억제함으로써 편안한 잠을 들지 못함.
- 2) 지나치게 딱딱한 침대의 문제점
 - 체위 변경의 용이성이 지나치게 유연한 침대와 마찬가지로 부당이 큼.

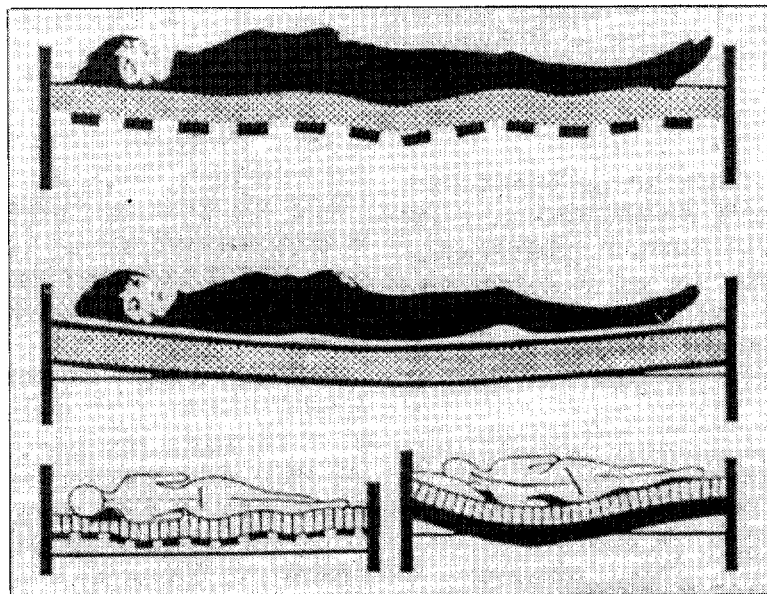
· 관절염 환자에 부적절함.

침대의 설계 및 평가시 안락감을 정량적으로 평가하는데 사용되는 체압분포 측정을 통해서 신체 부위별로 최적의 체압분포 패턴을 유지하여 안락감을 향상시킬 수 있는 침대 설계가 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 편안한 척추 곡선(Spine curve)과 신체 형상(Body shape)을 유지하기 위하여 신체의 주요 부분(머리, 어깨, 등, 요추, 엉덩이, 대퇴, 무릎, 발)과 접촉하는 부분의 침대를 8부분으로 나누어 높이를 조절할 수 있는 가변침대(1)를 이용하여 8부분의 높이를 조절하기 전과 후에 신체의 체압분포를 수면 각 자세에서 측정하고, 안락감에 대한 주관적 평가를 실시하여 침대의 수면자세에 따른 체압분포의 특징을 알아보고자 한다.

2. 연구방법

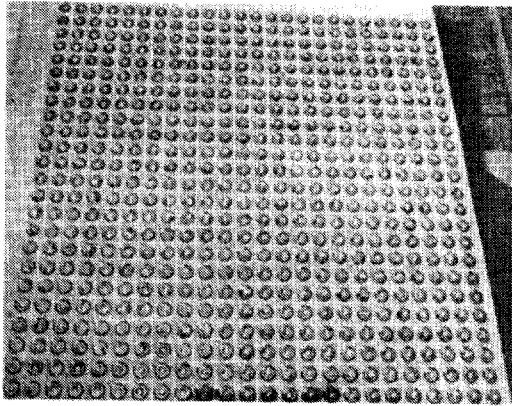
2.1 체압분포의 측정

체압분포는 침대의 안락감에 영향을 미치는 가장 중요한 요인들 중의 하나로 고려되어왔다(5). 기존의 많은 연구자들이 여러 방법을 이용하여 체압분포를 측정하였다. 이들 방법은 스트레인게이지, 고정된 스프링, periscopes, 압축공기에 의해 제어되는 접촉 스위치, 그리고 광학기술을 이용하였다(7, 8, 17, 21, 22).



(그림 1) 편안한 침대와 너무 유연한 침대(12)

그러나 체압의 왜곡, 해상도, 신뢰성, 휴대성, 사용성 등의 여러 문제점을 가지고 있으므로 그림 2와 같은 polymer로 된 박막형 필름인 FSR(Force Sensing Resistor) 센서를 이용한 침대용 체압분포측정기[4]를 사용하여 측정하였고 측정 프로그램의 교정은 200g과 300g의 분동을 이용하여 실험 전에 오차를 교정하였다.



(그림 2) 체압분포측정판



(그림 3) 바로 누운 자세의 실험 모습

2.2 주관적 평가

각 수면자세에서 가변침대의 높이를 조절하기 전의 초기상태와 조절 후의 상태에서 그림 4와 같은 신체 주요 부분의 불편정도를 다음과 같은 5점 척도를 이용하여 평가하였다.

- 1-전혀 불편하지 않다; 2-불편하지 않다;
3-보통이다; 4-불편하다; 5-매우 불편하다

2.3 피실험자 및 실험절차

남녀 각각 29명, 35명이고 연령별 분포는 평균 31세(분포나이는 23~54세)로 20대 31명, 30대 19명, 40대 이후는 14명이 실험에 참여하였다. 남자의 평균키는 170.5cm(SD 5.0, 범위 155.8~179cm)이고, 평균 몸무게는 68.0Kg(SD 8.7, 범위 53~87Kg)이다. 여자의 평균키는 159.2cm(SD 5.6, 범위 146~170cm)이고, 평균 몸무게는 60.0Kg(SD 12.1, 범위 45~110Kg)이다.

실험장소는 한국표준과학연구원 인간공학그룹에서 약 2주일 동안 진행되었으며 피실험자는 체압분포 측정에 영향을 줄 수 있는 피실험자의 벨트나 지갑을 제거하고 바지나 T-shirt를 가볍게 착용한 상태이었다. 가변 침대는 매트리스 하단의 8부분에 모터를 부착하여 사용자가 부분별로 컨트롤러를 조작하면서 신체와 매트리스 사이의 압력에 의하여 발생하는 체압 분포를 조절할 수 있도록 하였다. 체압비 분석시 기준을 설정하기 위해서 엉덩이를 가변침대 5번째 부분에 위치시켰다. 동일한 피실험자에 대한 실험절차는 다음과 같다.

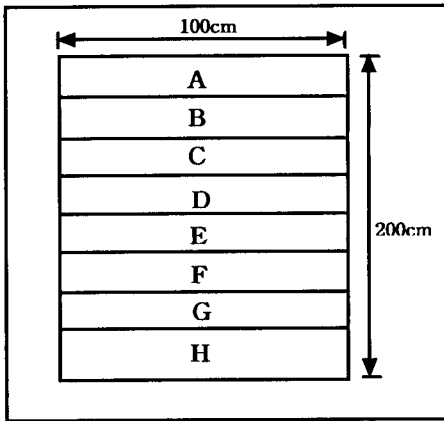
- 1) 피실험자의 키, 몸무게, 어깨 너비, 허리너비, 엉덩이너비, 요추전만으로서 6개의 측정항목을 선정하고, 마틴식 인체측정기를 이용하여 KS A 7003과 KS A 7004에 따라 직접측정방법으로 측정한다.
- 2) 피실험자에게 실험 목적과 사전에 설정된 수면 자세에 대하여 충분한 설명을 한다.
- 3) 바로 누운 자세에서 데이터의 안정화를 위해 5분 정도를 기다린 후에 체압분포를 측정한다.
- 4) 신체 불편도 평가지에 따라 목, 어깨, 등, 팔꿈치, 요추, 손/손목, 엉덩이/대퇴, 무릎, 발/발목의 불편도를 평가한다.
- 5) 가변침대의 컨트롤러를 이용하여 침대의 8부분의 높이를 가장 편안하도록 설정한다.
- 6) 5분 정도 후에 체압분포를 측정하고 신체 불편도를 평가한다.
- 7) 옆으로 누운 자세, 옆드린 자세에서도 3~6 단계를 반복한다.

실험의 일관성을 유지하기 위하여 설정된 각 수면 자세는 다음과 같다. 바로 누운 자세는 안면이 천장으로 향하고 등은 침대에 닿게 하며, 손은 복부에 자연스럽게 올려놓은 자세이고, 옆으로 누운 자세는 머리는 편안한 쪽으로 향하고 뺨을 바다면에 닿게 하여 몸통을 모로 세우고 한 손으로 머리를 받치며 다른 손과

다리는 자연스러운 상태이다. 엎드린 자세에서 머리는 편안한 쪽으로 향하고 복부를 바닥면에 닿게 하였다.

2.4 매트리스의 구역분할

1~8번 모터를 이용하여 매트리스를 조절할 수 있는 부위는 사용자가 침대에 누워있을 때 머리, 어깨, 가슴, 요추, 엉덩이, 대퇴, 종아리, 발 부분이다. 매트리스의 구역분할은 박세진 등[18]과 같이 8부분으로 나누어진 가변침대에 기초하여 설정되었다. 각 구역의 체압비는 다음과 같다.



(그림 4) 매트리스의 구역 분할

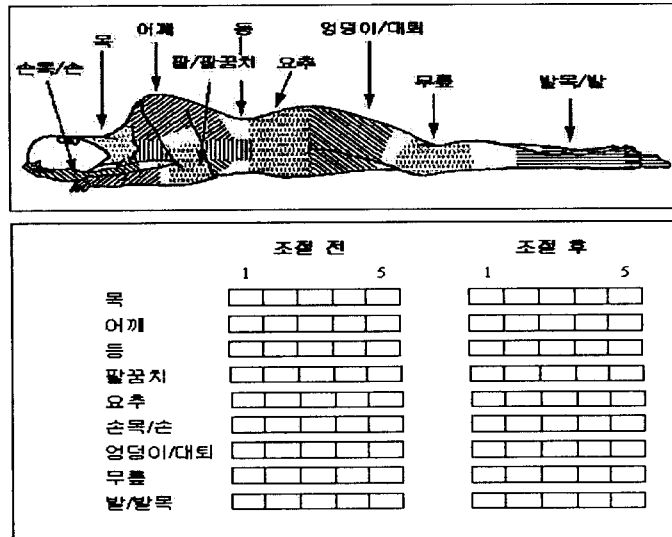
$$PR_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^8 P_i}, i = A, B, \dots, H \quad (1)$$

위 식 (1)에서 PR_i 는 침대 각 부분의 체압비를 나타내고 P_i 는 침대 각 부분의 총 체압, i 는 침대 8부분을 나타낸다.

3. 결과

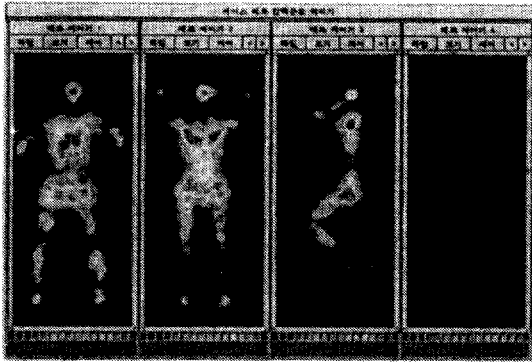
3.1 체압분포

그림 6은 실험을 실시한 각 수면자세에서의 체압분포 형태이다. 왼쪽부터 바로 누운 자세, 엎드린 자세, 옆으로 누운 자세이고, 바로 누운 자세에서 엉덩이와 등 부분의 체압분포가 집중되었으며 엎드린 자세에서는 상대적으로 엉덩이와 등 부분의 체압분포가 감소되어 복부부분의 체압분포가 증가하였다. 옆으로 누운 자세의 경우, 허리부분의 체압이 거의 나타나지 않았으며 어깨부분과 엉덩이 부분의 체압이 나타나고 있다. 가변침대에서 각 자세별 초기 상태(높이 조절 전)와 가장 편안하다고 느끼는 높이 조절 후의 체압비 사이에 통계적으로 차이가 있는지를 알아보기 위해 t-test를 실시하였다. 표 1에서 바로 누운 자세에서는 D 구역($p < 0.05$)과 E 구역($p < 0.01$)에서 체압비에 많은 변화가 있는 것으로 나타났다. 옆으로 누운 자세는 D, F, G 구역과 엎드린 자세는 C, G 구역에서 가변침대 조절 전후의 체압비에 차이($p < 0.05$)가 나타났다. 그림 7은 바로 누운 자세의 체압비와 가변침대

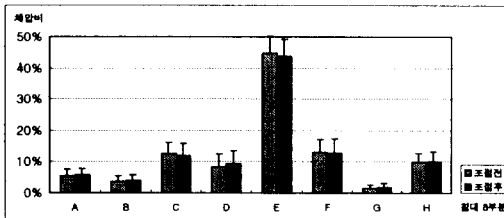


(그림 5) 옆으로 누운자세의 신체 불편도 평가지

의 높이 조절후의 체압비를 나타낸다. E 부분(엉덩이 부분)은 다른 부분과 다르게 상대적으로 40%이상의 높은 체압비를 나타내고 있다.



(그림 6) 자세별 체압분포 형태



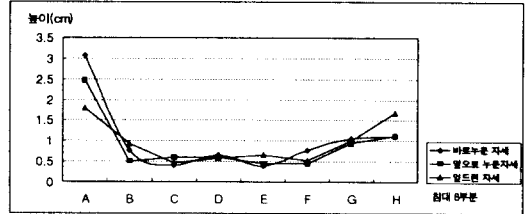
(그림 7) 가변침대 조절 전, 후의 체압비

(표 1) 조절 전, 후 체압비 사이의 t-test 결과

자세	침대 구역	Mean Diff.	t	df	Sig. (2-tailed)
바로 누운 자세	A	-0.00149	-0.747	63	0.458
	B	-0.00321	-1.886	63	0.064
	C	0.00483	1.5196	63	0.134
	D	-0.00888	-2.529	63	0.014
	E	0.012239	3.0661	63	0.003
	F	0.001975	0.6086	63	0.544
	G	-0.00276	-1.752	63	0.084
	H	-0.00258	-1.142	63	0.257
옆으로 누운 자세	A	-0.00426	-1.719	63	0.091
	B	0.005455	1.629	63	0.108
	C	0.001464	0.636	63	0.527
	D	-0.00894	-2.478	63	0.016
	E	0.010122	1.644	63	0.105
	F	0.007622	2.229	63	0.029
	G	-0.00621	-2.384	63	0.020
	H	-0.00434	-1.646	63	0.105
엎드린 자세	A	0.00222	0.737	63	0.464
	B	0.001139	0.474	63	0.637
	C	-0.00808	-2.385	63	0.020
	D	-0.00023	-0.081	63	0.936
	E	-0.0007	-0.211	63	0.834
	F	0.002983	1.294	63	0.200
	G	0.004073	2.371	63	0.022
	H	-0.00045	-0.195	63	0.846

3.2 높이 조절량

이상적인 베개 높이와 머리부분의 체압을 측정하기 위하여 베개를 사용하지 않았기 때문에 실험결과 머리부분의 높이 조절량이 다른 부분보다 많았다. 가변침대의 평균적인 높이 조절량이 그림 8에 제시되어있다. 바로 누운 자세에서 A, D, F 구역에서 높이 조절량이 다른 자세보다 크고, C, E, H 구역의 높이 조절량이 작게 나타났다.



(그림 8) 각 자세별 선호하는 조절 높이량

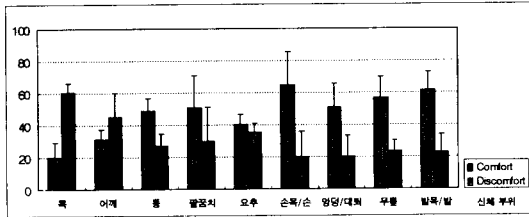
남은자 등은 성인남녀 각 40명을 대상으로 나무판을 이용하여 바로 누운 자세와 옆으로 누운 자세에 대한 적절한 베개높이를 추정하고, 근전도와 X-ray film을 통하여 인체, 해부학적으로 적정 범위를 제시하였다[3]. 남자의 경우, 머리 부분의 높이를 보면 바로 누운 자세에서 3.3cm, 옆으로 누운 자세는 2.3cm, 엎드린 자세는 1.5cm의 평균 높이량을 보였

으며, 여자의 경우, 바로 누운 자세에서 2.7cm, 옆으로 누운 자세는 1.9cm, 엷드린 자세는 1.6cm로 나타났다. 베개 높이로 추정할 수 있는 머리부근의 높이가 전체적으로 기존 연구보다 작게 나타났다.

3.3 주관적 평가

침대에 누워 있을 때 신체 각 부분의 불편정도를 측정하고, 가변침대 높이 조절 후 불편정도의 변화량을 파악하기 위해 주관적 불편도 평가를 실시하였다.

가변침대 초기 상태의 신체 불편정도를 가지적으로 나타내기 위하여 "1-전혀 불편하지 않다"와 "2-불편하지 않다"를 Comfort로 표현하고, "4-불편하다"와 "5-매우 불편하다"를 Discomfort로 나타내어 그림 9에 제시하였다. 체압비의 변화와 신체의 불편도 변화량 사이의 관계를 파악하기 위한 주관적 불편도 평가의 변화량(조절 전의 주관적 평가치-조절 후의 주관적 평가치)과 체압비의 변화량(조절 전의 체압비-조절 후의 체압비)의 상관분석 결과 중에서 유의미한 관계를 가지는 항목을 표 2에 나타내었다. 가변침대의 높이 조



(그림 9) 가변침대 초기상태의 신체 불편률

절 변화와 신체의 불편도 변화량 사이의 관계를 파악하기 위한 주관적 불편도 평가의 변화량과 가변침대의 높이 조절량의 상관분석 결과 중에서 유의미한 관계를 가지는 항목을 표 3에 나타내었다.

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 침대 8부분의 높이를 사용자가 조절할 수 있는 가변침대를 이용하여 수면자세에 따른 체압분포 특성을 알아보았다. 체압분포 특성을 매트릭스를 8부분으로 나누어 통계적으로 접근하였으며 수면 자세에서 가변침대의 초기 상태와 높이를 조절한 상태에서 체압분포, 높이 조절량과 주관적 평가 결과를 살펴보았다.

체압분포 측정결과를 살펴보면 표 1에서와 같이 바로 누운 자세에서는 주로 요추, 엉덩이 부분의 불편으로 인하여 침대의 D, E구역에서 가변침대 조절 전, 후에 체압비의 차이가 많은 경향을 보이고 있다. 즉, 조절 후에 요추부분은 체압이 증가하였으며 엉덩이 부분은 체압이 감소하였다. 이는 엉덩이 부위의 체압을 요추부분으로 분산시킨 것으로 판단된다. 실험에서 머리부분의 체압을 측정하기 위하여 배개를 사용하지 않아서 대부분의 피실험자들이 머리부분에서 가장 많이 높이를 조절하였으나 접촉 면적이 상대적으로 작아서 조절 전, 후에 머리부분에서 체압비의 통계적인 차이를 가지지 않은 것으로 보인다. 바로 누운 자세에서 A, D, F 구역의 높이 조절량이 다른 자세보다 높은 이유는 요추를 기준으로 신체가 W형이 되도록 머리,

(표 2) 불편도 평가 변화량과 가변침대 높이 조절량의 상관분석 결과

자세	유의미한 상관관계 항목	Pearson correlation	Sig. (2-tailed)
바로 누운 자세	- 목의 불편도 변화량 & E 구역의 높이 조절량	-0.301	0.016*
	- 등의 불편도 변화량 & A 구역의 높이 조절량	0.263	0.036*
	- 요추의 불편도 변화량 & H 구역의 높이 조절량	0.246	0.050*
	- 손/손목의 불편도 변화량 & B 구역의 높이 조절량	0.277	0.027*
	- 엉덩이/대퇴의 불편도 변화량 & F 구역의 높이 조절량	0.285	0.023*
	- 발/발목의 불편도 변화량 & B 구역의 높이 조절량	0.246	0.050*
	- 발/발목의 불편도 변화량 & F 구역의 높이 조절량	0.269	0.032*
	옆으로 누운 자세	- 목의 불편도 변화량 & H 구역의 높이 조절량	-0.314
- 어깨의 불편도 변화량 & A 구역의 높이 조절량		0.247	0.050*
- 어깨의 불편도 변화량 & B 구역의 높이 조절량		0.253	0.044*
- 팔꿈치의 불편도 변화량 & D 구역의 높이 조절량		0.296	0.018*
엷드린 자세	- 등의 불편도 변화량 & B 구역의 높이 조절량	0.281	0.027*
	- 요추의 불편도 변화량 & B 구역의 높이 조절량	0.286	0.024*
	- 요추의 불편도 변화량 & D 구역의 높이 조절량	0.299	0.018*
	- 발/발목의 불편도 변화량 & H 구역의 높이 조절량	0.279	0.028*

(표 3) 불편도 평가 변화량과 체압비의 변화량의 상관분석 결과

자세	유의미한 상관관계 항목	Pearson correlation	Sig. (2-tailed)
바로 누운 자세	- 목의 불편도 변화량 & E 구역의 체압 변화량	0.253	0.043*
	- 목의 불편도 변화량 & H 구역의 체압 변화량	-0.355	0.004**
	- 팔꿈치의 불편도 변화량 & B 구역의 체압 변화량	-0.276	0.027*
옆으로 누운 자세	- 목의 불편도 변화량 & D 구역의 체압 변화량	0.279	0.026*
	- 목의 불편도 변화량 & F 구역의 체압 변화량	-0.258	0.040*
	- 등의 불편도 변화량 & A 구역의 체압 변화량	0.294	0.018*
	- 등의 불편도 변화량 & D 구역의 체압 변화량	0.273	0.029*
	- 등의 불편도 변화량 & F 구역의 체압 변화량	-0.260	0.038*
엎드린 자세	- 등의 불편도 변화량 & A 구역의 체압 변화량	0.261	0.038*
	- 팔꿈치의 불편도 변화량 & A 구역의 체압 변화량	0.320	0.010**

요추, 대퇴부분의 높이를 올리는 것을 선호하기 때문으로 판단된다. 표 2에서 엎드린 자세의 등 불편도 변화량과 A 구역의 체압 변화량이 양(+)의 관계에 있기 때문에 A 구역의 체압 변화량이 증가하면 등의 불편도 변화량이 증가한다. 즉, 등의 불편도가 감소하게 된다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 각 수면자세에서 엉덩이 부분의 체압비가 가장 높았으며, 바로 누운 자세는 40% 이상의 체압비가 엉덩이에 집중한다.
- 각 수면자세에서 전체적으로 머리와 다리의 높이가 다른 부분보다 높은 것을 선호하는 경향을 나타낸다.
- 바로 누운 자세에서는 요추를 기준으로 신체가 W형이 되도록 머리, 요추, 대퇴부분의 높이를 올리는 것을 선호한다.
- 엎드린 자세는 머리와 다리부분의 높이를 증가시킴으로써 신체의 곡선이 U형이 되도록 하는 것을 선호한다.
- 편안한 남자 베개 높이는 바로 누운 자세에서 3.3cm, 옆으로 누운 자세는 2.3cm, 엎드린 자세는 1.5cm이고, 여자의 경우, 바로 누운 자세에서 2.7cm, 옆으로 누운 자세는 1.9cm, 엎드린 자세는 1.6cm이다.
- 신체 불편도의 변화량과 체압비의 변화량은 서로 상관이 있다. 즉, 체압분포는 신체 안락감에 영향을 줄 수 있다.

추후에는 체압분포 특징을 이용하여 인공지능적으로 사용자의 체형에 적합하도록 최적의 수면자세와 체

압분포를 제시하여 줄 수 있는 침대가 개발되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김건홍 외 10명(1998), 쾌적 침대 시스템의 개발, (주)에이스 침대.
- [2] 김원식, 박세진, 윤영로, 김건홍(1997), 쾌적침대 개발을 위한 종합수면 생리신호 분석, 대한인간공학회, '97 춘계학술대회 논문집, 190-195
- [3] 남윤자 등(1989), 베개의 높이에 관한 인간공학적 고찰, 인간공학회지, 8(1), 1-17
- [4] 박세진, 김창범(1995), 침대용 체압분포측정기 및 측정기술에 관한 연구, 한국표준과학연구원, KRISS-95-055-IR
- [5] 박세진 외 4명(1995), 인간공학적 평가기술 및 최적 침대 설정프로그램 개발에 관한 연구, 한국표준과학연구원, KRISS-95-109-IR
- [6] Dement W, Kleitman N.(1957), Cyclic variation in EEG during sleep their relation to eye movements, body mobility, and dreaming, EEG Clin Neurophysiol, 9, 215-219
- [7] Drummomd D.S., et al.(1982), A Study of Pressure Distributions Measured during Balanced and Unbalanced Sitting, J. Bone and Joint Surgery, Vol. 64(A), No.7, 1034-1039

- [8] Garber, S.L., Krouskop, T.A. and Carter, R.E.(1978), A system for clinically evaluating wheelchair pressure-relief cushions, American Journal of Occupational Therapy, 32:9, 565-570
- [9] Kazue O. et al.(1997), Effects of Air Mattress upon Sleep and Bed Climate, Applied Human Science, 16(3), 97-102
- [10] Kazue O. et al. (1997), Effects of Newly Designed Air Mattress upon Sleep and Bed Climate, Applied Human Science, 16(4), 162-166
- [11] Kazue O. et al.(1998), Effects of Truss Mattress upon Sleep and Bed Climate, Applied Human Science, 17(6), 233-237
- [12] Neumeyer G.(1968), Die Kolumnosen, Praxis-Kurier Nr. 5, 1-11
- [13] Nicholson, A.(1986), Bed design and the quality of sleep. Report MR/RM61/86, University of Surrey.
- [14] Nicol, K., Rusteberg, D.(1985), Pressure distribution on mattress, Biomechanics, 26, 1479-1486
- [15] Parsons, H. M.(1972), The Bedroom, Human factors, 14(5), 421-450
- [16] Peter B. & Avalino F.(1998), Mattress evaluation-assessment of contact pressure, comfort and discomfort, Applied Ergonomics, 29(1), 35-39
- [17] Reswick, J.B.(1961), Devices for measuring contact pressures exerted on the human body, Progress Report RD-768, Case Institute of Technology, (In Lee, N.S., Schneider, L.W., and Ricci, L.L.(1990), Review of Selected Literature Related to Seating Discomfort, UMTRI-90-12)
- [18] S.J., Park et al.(1998), The Development of Adaptive Bed System to Body Movement, Proceedings of PPCOE, 204-207
- [19] Synder F, Hobson J, Morrison D, Goldfrank F(1964), Changes in respiration, heart rate and systolic blood pressure in human sleep, J Appl Physiol, 19, 417-422
- [20] Tadakatsu O., Yutaka T. and Kiyoko K.(1995), Body Movement of the Elderly during Sleep and Thermal Conditions in Bedrooms in Summer, Applied Human Science, 14(2), 89-93
- [21] Thier, R.(1963), Measurement of Seat Comfort, Automobile Engineer
- [22] Treaster, D., and Marras, W.S.(1987), Measurement of seat pressure distributions, Human Factors, 29:5, 563-575

The Characteristics of Body Pressure Distribution on Sleeping Posture

Se Jin Park*, Jin Sun Kim*, Hyun Young Lee*,
Chul Jung Kim*, Byung Chan Min*, Kyu Sik Kwon**, Kun Heum Kim***

*Ergonomics Research Group, Korea Research Institute of Standards and Science

**Department of Industrial Engineering, Jeonju University

***ACE Bed R&D Institute, Eum Seongce

Abstract Abstract The body pressure distribution on bed has been considered as one of the most important factors affecting sleeping comfort. To determine the pattern of comfort pressure distribution, adjustable bed, which user can adjust firmness in 8 parts of bed by controller, was used. Body pressure distribution was measured under two states. One was measured in the state of stable bed when subject lies on his/her back, on his/her side and on his/her face. The other was done when the heights of 8 parts in bed is adjusted to make subject keep the pattern of the most comfortable pressure distribution. In this study, we measured the characteristics of the body pressure ratio in each posture and proposed the preferred characteristics of the body pressure ratio.

The results of the body pressure ratio and the amount of adjustment are followed.

- In each posture, the body pressure ratio of the hip part has the highest value and in the posture of lying on his/her back, more than 40% of the total body pressure ratio is concentrated on the hip part.
- In each posture, most subjects feel comfort when the heights of head and legs are higher than that of other part.
- In the posture of lying on his/her back, subjects feel comfort when on the basis of lumber, the heights of head, lumber and femoral region have been raised to form the body W shape.
- In the posture of lying on his/her face with a bed, subjects feel comfort when the heights of head and legs region have been raised to form the body U shape.

Keywords: Body pressure distribution, Sleeping posture, Adjustable bed