

응용논문

체압분포 측정을 이용한 수면자세 인식[†]
- Recognizing Sleeping Posture on Bed by using the
Measurement of Body Pressure Distribution -

권 규 식*
Kwon, Kyu Sik
김 진 선**
Kim, Jin Sun
박 세 진***
Park, Se Jin

Abstract

Sleeping is important activity in bedroom and it takes one third of our lifetime. The body pressure distribution on bed has been considered as one of the most important factors affecting sleeping comfort. The measurement contact pressure has been applied to design seat, mattress, shoes, etc., for prevention of pressure sores and improvement of products. This paper discusses the recognizing rule of sleeping posture using contact pressure. Subjects' ages are ranged from twenties to fifties. They include 29 males and 35 females. Body pressure distribution is measured in the state of stable bed when subject lies on his/her back, on his/her side and on his/her face. We made recognizing rules of sleeping posture through statistical analysis: ANOVA and regression analysis, qualitative analysis.

1. 서론

인간의 수면시간은 일생의 약 1/3 이상이라고 알려져 있다[18]. 사람은 주간에 활동을 하고 야간에 잠을 자도록 되어 있는데 이와 같은 리듬에 맞는 생활을 하지 못하면 수면장애·작업능률 저하·식욕부진 현상이 생기고, 주간에는 체내의 준비상태가 잠을 자도록 되어 있지 않기 때문에 장기 야근자의 경우는 수면장애·축적피로·위장장애를 받게 된다고 한다[9]. 따라서 수면은 하루의 피로를 씻고 내일을 준비하기 위해서 간과할 수 없는 매일 매일 발생하는 중요한 생활의 일부이다.

수면과 가장 밀접한 관계에 있는 침실은 과거와는 다른 형태의 것으로 발전해오고 있다. 즉, 침대의 도입이 그것이다. 생활패턴 및 주거환경의 변화에 부응하여 침대가 보편화되고 있는 실정이다. 관련 업계에 따르면 최근 국내 침대의 연간 판매량은 약 50만대로 보고 있다. 즉, 침대는 90년대 이후 우리 나라에서 잠자리로 선택하는 인구가 꾸준히 증가함에 따라 보편적인 관

† 이 논문은 1999학년도 전주대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

* 전주대학교 산업공학과

** 전주대학교 산업공학과 대학원

*** 한국표준과학연구원

심의 대상이 되었다.

Parson[18]이 소음, 온도 등과 침대를 침실의 설계시 고려되어야 할 설계특성으로 제시한 것처럼 쾌적한 수면환경의 조건은 침실의 온 습도, 조명, 공간, 조용함 그리고 침대 등이 적절하게 조화를 이루어야 한다. 이중에서 특히, 침대는 신체적 정신적 휴식과 건강한 생활을 유지하는데 필수적이며 병원의 침대는 환자의 건강유지 및 증진, 치료를 위해 더욱 중요한 요소이다.

사람은 수면 중에 그들의 자세를 변화시킨다. 침대 위에서의 몸의 심한 위치 변화 횟수는 개인의 밤 시간마다 다를 뿐만 아니라 개인들 간에도 다르다. 사람들은 12가지 또는 그 이상의 선호하는 수면 위치를 갖고 있는데 이는 개인마다 다르다. 예를 들어, Johnson은 어린이가 청소년보다 수면시에 더 많이 자세가 변하는 것과 중년의 남성은 그들의 부인보다 상당히 잠을 잘 못 자는 것을 발견하였다[15].

앉아 있는 자세에 대한 연구가 더 좋은 의자 설계에 필요하듯이 누워 있는 자세에 대한 신체 역학 연구는 침대 설계에 응용된다. 수면자세에 대한 연구에서 Swan and Weigand, Johnson, Berglund, et al.은 다양한 수면자세에 대하여 사진촬영을 하였으며[12, 16], Berglund, et al.은 외형 디자인(침대 너비)이 자세에 미치는 영향을 연구하여 침대 너비의 감소가 움직임의 수를 감소시킨다는 결과를 나타내었다[12]. Kohara는 X-ray사진을 통해 지지하는 침대의 경도에 따라 자세가 어떻게 다른지에 대한 연구를 수행하였다[17]. Johnson은 건강한 수면은 신체 자세를 비교적 자주 변경하는 것에 의하여 특징 지워진다고 기술하였으며, 그 움직임은 지속적인 움직임이 아니라 전형적인 수면시간에서 20~40 또는 60회 정도라고 설명하였다[15]. Jacobsen은 신체의 움직임은 매트리스의 경도에 의하여 영향을 받으며, 환기, 조명, 담요 등에 의해서도 영향을 받는다고 하였다[14]. 최근에도 유아에 대한 수면자세에 대한 많은 연구가 진행중이다[13, 19].

수면시 움직임에 영향을 미치는 매트리스의 경도는 침대 사용자들에 따라 선호되는 정도가 다양하다. 즉, 사용자에 따라 폭신평신했던 침대 또는 약간 딱딱한 침대를 선호하기도 한다. 매트리스의 경도는 체압분포에 직접적인 영향을 미치므로 체압분포의 측정은 인간공학적인 침대 설계를 위한 정량적 평가방법중의 하나이다[1, 5].

체압분포의 측정은 인간공학분야에서 자동차 시트, 침대의 매트리스, 신발 등에서 안락감 향상과 욕창방지를 위해서 연구 및 활용되고 있다. 체압분포란 사람의 몸무게에 의하여 물체와 사람사이의 접촉면에 발생하는 압력의 분포를 말한다. 침대의 경우, 그림 1과 같은 압력분포가 신체의 중요부위인 머리, 몸통, 엉덩이, 다리부위에 적절하게 분포되지 않으면 침대불편의 가장 중요한 요인인 허리 척추부위가 과도하게 굴곡되거나 편평해지게 된다. 체압분포에 대한 오랜 연구에도 불구하고 매트리스 특성(경도, 감쇄비 등)과 사용자의 특성들(몸무게, 키, 수면자세) 같은 요인들이 주어졌을 때 어떤 형태의 체압분포가 최적인지는 아직 알려지지 않고 있다. 그러나 일반적인 지침이 제시되고 있다. 즉, 신체의 위치나 상태에 따라서 매트리스가 동일하게 신체 각 부분을 지지하여야 한다는 것이다. 수면 중에 침상환경이 불편하거나 체압분포가 고르지 않으면 의식적·무의식적으로 몸을 뒤척이게 되는데 건강한 성인의 움직임은 하루 밤의 수면 중에 20~30회쯤 되며 손발의 움직임을 합하면 더 많은 횟수를 나타낸다. Belart[11]는 침대 매트리스의 3가지 필요조건을 안락감, 보온성, 땀의 적당한 흡수성으로 제시하였으며, 안락감은 신체의 위치나 상태에 따라서 매트리스가 동일하게 신체 각 부분을 지지하여야 얻을 수 있다고 하였다. 小原[10]은 지나치게 유연한 침대는 자세 보존이 어렵고 신체 지지가 불안정해 무의식적인 가운데 근육이 작용해서 쉬 피로해지며, 체압분포가 잘 되지 않고 중앙부분만 폭 파여 쾌적한 수면이 곤란할 뿐 아니라 몸의 움직임이 불편해서 숙면이 곤란하고 수면 중 발한이 억제된다고 하였다.

사람이 선호하는 수면자세는 12가지 이상이고 수면시 침대가 지지하는 사람의 신체윤곽(Body contour)은 자세별로 다양하다. 따라서 본 연구에서는 수면자세별로 편안한 신체윤곽을

제시할 수 있는 침대를 개발하기 위한 기초연구로써, 체압분포를 이용하여 수면자세를 인식하는 규칙을 제공하는 것을 목적으로 한다.

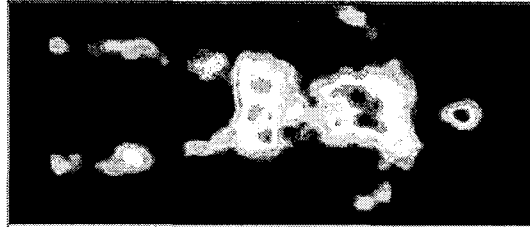


그림 1. 체압분포의 형태

2. 체압분포 측정 실험

2.1 측정 장비와 피실험자

실험에 사용된 장비는 1인용 침대와 침대용 체압분포 측정기, 체압분포 측정 프로그램[2]이다. 또한, 피실험자의 인체 측정을 위하여 마틴식 인체 측정기를 이용하였다. 실험에 참여한 피실험자는 20~50대 연령의 남녀 총 64명(남자;29명, 여자;35명)이다. 인체측정결과는 표 1에 제시되어있다.

표 1. 인체측정 결과

구분	키(cm)	몸무게(kg)	어깨너비(cm)	허리너비(cm)	엉덩이너비(cm)	요추깊이(cm)	
남자	평균	170.53	69.96	38.67	27.74	32.43	3.53
	표준편차	5.01	8.68	1.52	2.46	2.15	1.51
여자	평균	159.16	59.88	35.92	25.60	32.23	3.42
	표준편차	65.56	12.13	4.37	4.04	2.96	0.77

2.2 실험 방법

피실험자는 체압분포 측정에 영향을 줄 수 있는 피실험자의 벨트나 지갑을 제거하고 바지나 T-shirt를 가볍게 착용한 상태이었다. 체압비 분석시 기준을 설정하기 위해서 엉덩이를 침대 5 번째 부분에 위치시켰다. 선호되는 수면자세의 종류가 다양하게 나타나나 본 연구에서는 일반적인 수면자세인 바로 누운 자세, 옆으로 누운 자세, 엎드린 자세를 연구의 대상으로 설정하였다. 자세별 일관성을 유지하기 위하여 자세별 정의는 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 바닥면에 닿게 하여 몸통을 모로 세우고 한 손으로 머리를 받치며 다른 손과 다리는 자연스럽게 놓는다. 엎드린 자세에서 머리는 편안한 쪽으로 향하고, 복부를 바닥면에 닿게 하였다. 실험절차는 다음과 같다.

- 1) 200g과 300g의 분동을 이용하여 측정 프로그램의 교정을 실시.
- 2) 키, 몸무게, 어깨 너비, 허리너비, 엉덩이너비, 요추깊이로서 6개의 측정항목을 선정하고, 마틴식 인체측정기를 이용하여 KSA7003과 KSA7004에 따라 직접측정방법으로 피실험자를 측정

[7, 8].

3) 바로 누운 자세에서 데이터의 안정화를 위해 5분 정도를 기다린 후에 그림 2와 같이 체압 분포를 측정.

4) 옆으로 누운 자세, 옆드린 자세에서도 3 단계를 반복.

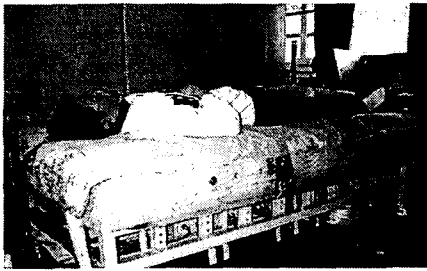


그림 2. 체압분포의 측정모습

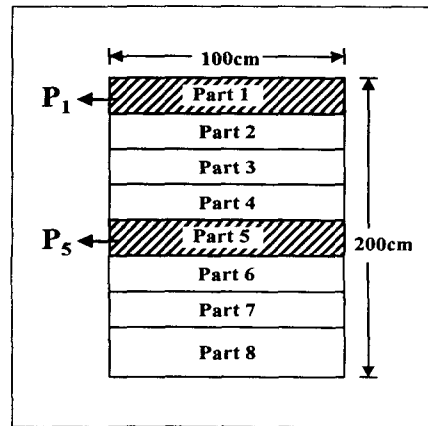


그림 3. 침대의 8구역 분할

2.3 체압비의 계산

체압분포를 통계적으로 분석하기 위해서는 인체부분을 기준으로 구역을 분할하기에는 분석자의 주관적 판단에 따라서 다르게 나타날 수 있다. 즉, 피험자의 체압분포 패턴을 보고 정확하게 가슴, 요추, 엉덩이, 대퇴 등등의 구역을 정확하게 구분할 수 있는 기준을 설정하기에 어렵기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 그림 3과 같이 침대를 8부분으로 나누어 바로 누운 자세, 옆으로 누운 자세, 옆드린 자세에서 측정된 체압분포비를 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다.

$$PR_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^8 P_i}, \quad i=1, 2, \dots, 8 \quad (1)$$

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 및 토의

3.1 체압분포의 패턴

바로 누운 자세에서 체압분포의 패턴은 엉덩이와 등 부분의 체압이 집중되었으며 옆드린 자세에서는 상대적으로 엉덩이와 등 부분의 체압이 감소되어 복부부분의 체압이 증가하였다[6]. 옆으로 누운 자세의 경우, 허리부분의 체압이 거의 나타나지 않았으며 어깨부분과 엉덩이 부분의 체압이 나타나고 있다[6]. 침대 8부분에 대한 체압비는 그림 4에 나타나 있다.

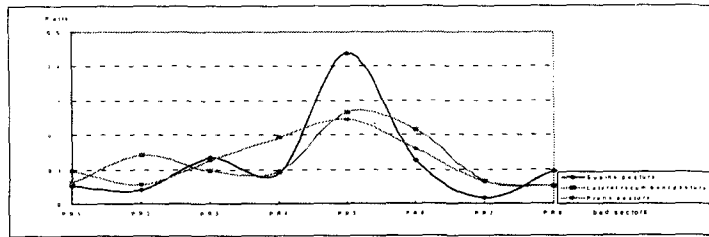


그림 4. 각 수면자세의 체압비

3.2 키, 몸무게, 자세에 따른 체압비의 영향

키, 몸무게, 자세에 따른 체압비의 영향을 알아보기 위해 ANOVA를 실시하였다. 표 2에서 보는 바와 같이 PR₁(p<0.05)과 PR₃(p<0.001)에서 키에 따라서 체압비에 차이가 있는 것으로 나타났다. 침대 5번째 부분에 엉덩이를 기준시켰기 때문에 키에 따라서 첫 번째 머리부분의 체압비에 영향을 주었을 것으로 판단된다. PR₁(p<0.001), PR₃(p<0.05)과 PR₆(p<0.05)에서는 몸무게에 따라서 체압비가 유의하게 차이를 보였다(표 2). 수면 자세에 따라서 침대의 모든 부분에서 체압비가 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<0.001). 즉, 3가지 수면자세에 따라 침대 8부분의 체압비에서 확연한 차이를 보여주어 각각의 자세별 수면자세를 인식할 수 있는 가능성을 제시하였다.

표 2. 키, 몸무게, 자세별로 체압비에 대한 ANOVA 결과

침대의 8부분	df	키		몸무게		수면자세	
		F	Sig.	F	Sig.	F	Sig.
PR ₁	191	1.5	0.039*	1.8	0.004**	14.0	0.000**
PR ₂	191	0.3	1.000	0.3	1.000	159.6	0.000**
PR ₃	191	1.8	0.005**	1.6	0.015*	22.3	0.000**
PR ₄	191	1.0	0.568	0.8	0.860	91.9	0.000**
PR ₅	191	0.2	1.000	0.3	1.000	254.7	0.000**
PR ₆	191	1.1	0.374	1.6	0.021*	35.9	0.000**
PR ₇	191	0.6	0.990	0.7	0.933	71.8	0.000**
PR ₈	191	0.7	0.927	0.7	0.927	69.7	0.000**

3.3 수면자세인식을 위한 규칙설정

1) 판별 분석

판별 분석은 독립변수가 계량적이고 종속변수가 범주형일 때 유용한 통계적 분석 방법으로 그룹내 분산에 비하여 그룹간 분산이 최대화되도록 얻어지는 분류방법이다[2]. 본 연구에서 사용된 종속변수는 범주형 자료인 각 자세이며, 독립변수는 침대의 8부분의 체압비와 키, 몸무게이다. 판별분석결과 유도된 분류함수를 남녀별로 표 3에 제시하였다. 관측 값을 대입하여 가장 큰 값이 나오는 분류함수의 그룹(D₁; 바로 누운 자세, D₂; 옆으로 누운 자세, D₃; 옆드린 자세)에 속한다. 즉, 키, 몸무게, 8부분의 체압비를 대입하여 D₁의 값이 제일 큰 경우에는 바로 누운 자세로 분류한다. 분류함수의 검증결과에서 남자의 경우 87개의 데이터 중 4개의 오류를 발생하였고, 여자는 105개의 데이터 중 15개의 오류가 발생되었다. 전체 데이터에 대한 정확도는 90.1%를 보였다.

표 3. 판별분석 결과

구분	분류함수
남자	$D_1 = -10160 + 17750 \cdot PR_1 + 17628 \cdot PR_2 + 19420 \cdot PR_3 + 18329 \cdot PR_4 + 18182 \cdot PR_5 + 17935 \cdot PR_6 + 17197 \cdot PR_7 + 18672 \cdot PR_8 + 14.3686 \cdot Stature - 4.96499 \cdot Weight$ $D_2 = -9922 + 17635 \cdot PR_1 + 17538 \cdot PR_2 + 19184 \cdot PR_3 + 18180 \cdot PR_4 + 17923 \cdot PR_5 + 17778 \cdot PR_6 + 17069 \cdot PR_7 + 18429 \cdot PR_8 + 14.08247 \cdot Stature - 4.869 \cdot Weight$ $D_3 = -10021 + 17707 \cdot PR_1 + 17486 \cdot PR_2 + 19293 \cdot PR_3 + 18261 \cdot PR_4 + 17950 \cdot PR_5 + 17790 \cdot PR_6 + 17222 \cdot PR_7 + 18403 \cdot PR_8 + 14.54981 \cdot Stature - 5.20592 \cdot Weight$
여자	$D_1 = -139623 + 284419 \cdot PR_1 + 285096 \cdot PR_2 + 286499 \cdot PR_3 + 280288 \cdot PR_4 + 279011 \cdot PR_5 + 279661 \cdot PR_6 + 283495 \cdot PR_7 + 277997 \cdot PR_8 + 4.19085 \cdot Stature - 4.59243 \cdot Weight$ $D_2 = -139688 + 284516 \cdot PR_1 + 285261 \cdot PR_2 + 286535 \cdot PR_3 + 280370 \cdot PR_4 + 279028 \cdot PR_5 + 279718 \cdot PR_6 + 283628 \cdot PR_7 + 277912 \cdot PR_8 + 4.32295 \cdot Stature - 4.65182 \cdot Weight$ $D_3 = -139429 + 284246 \cdot PR_1 + 284934 \cdot PR_2 + 286288 \cdot PR_3 + 280134 \cdot PR_4 + 278767 \cdot PR_5 + 279459 \cdot PR_6 + 283372 \cdot PR_7 + 277702 \cdot PR_8 + 4.3089 \cdot Stature - 4.65006 \cdot Weight$

2) 중회귀 분석

정확성을 향상시키기 위하여 각 수면자세를 숫자로 표현하고(바로 누운 자세;1, 옆으로 누운 자세;2, 엎드린 자세;3) 남녀별로 회귀식을 얻었다. 여기서 사용된 종속변수는 수면자세 값이고 독립변수는 침대의 8부분의 체압비와 키, 몸무게이다. 중회귀 분석에서 변수선택방법은 Enter, Stepwise, Remove, Back, Forward방법을 사용하였으며 변수선택의 판정방법으로 높은 R²값, 작은 변수의 수, 높은 수정 R²값, 낮은 총자승오차C(p)를 이용하였다[3]. 독립변수사이의 상관성이 문제가 되지 않도록 허용오차(Tolerance)가 0.3이상을 유지하여 다중 공선성(Multi-collinearity)을 제거하였다. 남자의 경우 도출된 회귀식은 다음과 같다.

$$\hat{y} = 4.579 - 0.193 \cdot PR_1 - 5.038 \cdot PR_2 - 2.130 \cdot PR_3 - 0.818 \cdot PR_4 - 6.545 \cdot PR_5 - 4.155 \cdot PR_6 + 3.045 \cdot PR_7 - 8.437 \cdot PR_8 + 0.012 \cdot Stature - 0.012 \cdot Weight (R^2; 0.892)$$

또한, 여자의 경우는 다음과 같다.

$$\hat{y} = 27.885 - 25.537 \cdot PR_1 - 27.941 \cdot PR_2 - 26.560 \cdot PR_3 - 22.471 \cdot PR_4 - 29.364 \cdot PR_5 - 26.591 \cdot PR_6 - 21.533 \cdot PR_7 - 29.769 \cdot PR_8 + 0.007 \cdot Stature - 0.003 \cdot Weight (R^2; 0.740)$$

회귀식을 이용하여 얻으려고 하는 것은 8부분의 체압비와 키, 몸무게가 입력되었을 때 이에 대응하는 하나의 위치 즉, 수면자세 값이다. 그러나 회귀식의 예측값이 1, 2, 3과 같은 정수가 아니고 이를 중심으로 분산된 형태를 가진다. 따라서 남녀별 자세에 따른 신뢰구간을 가지게 되는데 남자의 경우 예측 수면자세값의 95% 신뢰구간은 다음과 같다.

$$\hat{y}|_{y=1, \text{ 바로 누운자세; } (0.592 \ 1.581)}$$

$$\hat{y}|_{y=2, \text{ 옆으로 누운자세; } (1.506 \ 2.581)}$$

$$\hat{y}|_{y=3, \text{ 엎드린자세; } (2.364 \ 3.376)}$$

그리고 여자의 경우 95% 신뢰구간은 다음과 같다.

$$\hat{y}|_{y=1, \text{ 바로 누운자세; } (0.607 \ 1.768)}$$

$$\hat{y}|_{y=2, \text{ 옆으로 누운자세; } (1.407 \ 2.911)}$$

$\hat{y}_{y=3}$, 옆드린자세;(1.935 3.385)

즉, 체압비와 키, 몸무게를 회귀식에 대입하여 \hat{y} 의 값을 구하여 여자의 경우 0.607~1.768의 값 사이에 있다면 현재 수면자세는 바로 누운 자세로 해석할 수 있다. 그러나 회귀식의 부족한 설명력(R^2), 신뢰구간의 중복 등의 문제점을 보유하고 있으므로 추가적인 조건이 필요하다.

3) 정성적 분석

수면자세별 체압비의 차이를 정성적으로 알아보기 위하여 그래프를 작성하여 본 결과 PR_2 의 옆으로 누운 자세, PR_4 의 옆드린 자세, PR_5 의 바로 누운 자세에서 다른 자세에 비해 체압비가 높게 나타났다. 따라서, 이와 같은 특성을 이용하여 그림 5와 같은 수면자세인식 알고리즘을 도출하였다. 본 알고리즘을 검증하기 위하여 기실험한 데이터를 입력하였다. 남자의 경우 87개의 데이터(29명×3자세) 중에서 0개의 오류를 발생하였으며, 여자의 경우 105개의 데이터(35명×3자세) 중에서 8개의 오류를 발생하여 총 192개의 데이터 중에서 총 8개의 오류로 신뢰도는 95.8%의 정확도를 보였다. 남자보다 여자에서 오류가 많이 발생한 것은 여자 회귀모델의 R^2 값이 상대적으로 남자보다 0.15정도 떨어졌기 때문으로 판단된다. 또한, 남자에 비해 여자가 R^2 값이 떨어진 이유는 매우 뚱뚱하고 키가 작은 여자 피험자 즉, 회귀식에서 다소 떨어진 데이터가 있었기 때문으로 판단된다.

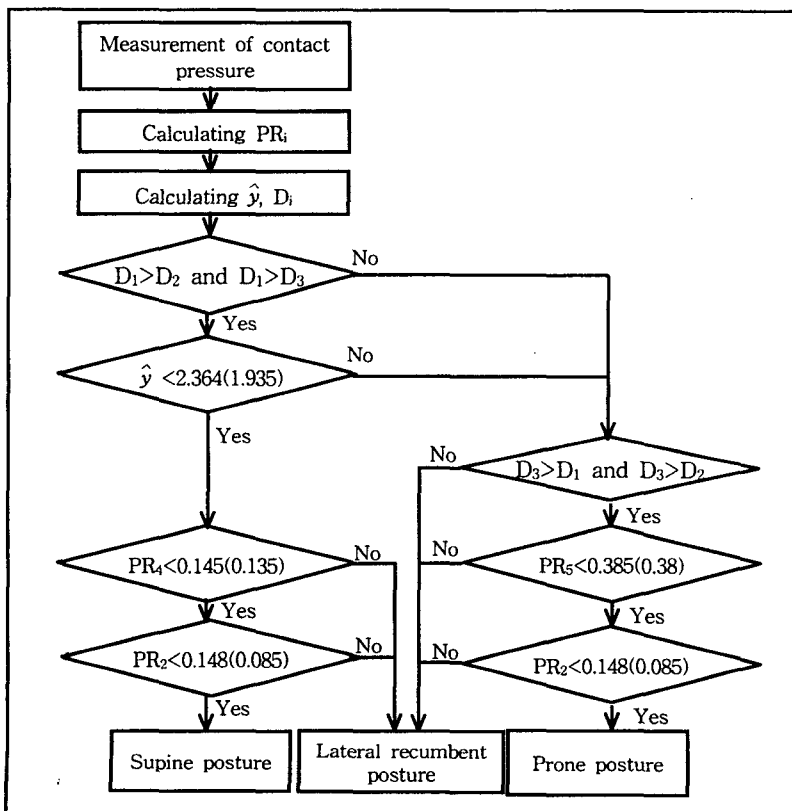


그림 5. 수면자세인식을 위한 흐름도(팔호 안의 수는 여자의 경우)

4. 결론

본 연구에서는 인간공학분야에서 다양하게 응용되고 있는 체압분포를 이용하여 수면자세 인식을 위한 알고리즘을 제시하였다. 64명의 피실험자를 대상으로 자세별로 체압분포를 측정하였으며 자세별 체압분포 패턴을 알아보았다. 또한, 키, 몸무게 및 자세에 따른 체압비의 영향을 분석하였다. 수면자세인식을 위해 판별분석을 실시하여 90.1%의 정확성을 갖는 분류함수를 도출하였다. 정확성을 향상시키기 위하여 중회귀 분석을 실시하여 남녀별로 회귀식을 제시하였으며, 자세인식의 신뢰성을 향상시키기 위하여 정성적인 분석을 추가하였다. 도출된 알고리즘의 정확성은 95.8%의 신뢰도를 보였으나 추가적인 규칙을 도출하여 정확성의 향상이 필요하다고 생각한다. 본 수면자세 인식 알고리즘은 자동적으로 수면자세별 편안한 contour를 제시할 수 있는 침대를 개발하기 위한 기초자료로 활용될 것이다.

참고문헌

- [1] 김건흠 외 10명, “쾌적 침대 시스템의 개발”, (주)에이스 침대, 1998.
- [2] 김연형, 이기훈, 통계자료분석, 자유아카데미, 1993.
- [3] 박성현, 회귀분석, 대영사, 1981.
- [4] 박세진, 김창범, “침대용 체압분포측정기 및 측정기술에 관한 연구”, KRISS-95-055-IR, 한국표준과학연구원, 1995.
- [5] 박세진 외 4명, “인간공학적 평가기술 및 최적 침대 설정프로그램 개발에 관한 연구”, KRISS-95-109-IR, 한국표준과학연구원, 1995.
- [6] 박세진 외 6명, “침대의 수면자세에 따른 체압분포의 특성”, 한국감성과학회지 2(1), pp.95-103, 1999.
- [7] 한국공업표준협회, 인체측정용어(KS A 7003-1989), 1989.
- [8] 한국공업표준협회, 인체측정방법(KS A 7004-1989), 1989.
- [9] 침장업협동조합, “신시대의 마케팅과 Sleep Science”, 침장보 2호, pp.34-38, 1987.
- [10] 小原二郎, “寢具의 機能과 人間工學”, 第2回 睡眠環境 Symposium, 睡眠環境 研究會, 1986.
- [11] Belart W., Matratzen. “Merkblatt zur Rheuma-Prophylaxe”, Nr. 11, Zurich:Schweiz. Rheumaliga, 1970.
- [12] Berglund, E., Bülow-Hübe, G., and Enghold-Carlström, Margraete, Bäddmöblerr: En utredning om mättock typer. Stockholm: Svenska Slöjdföreningens Publikationsavdelning, 1950
- [13] Fleming P. J., Gilbert R., Azaz Y., Berry P. J., Rudd P. T., Stewart A., Hall E., “Interaction between bedding and sleeping position in the sudden infant death syndrome: a population based case-control study”, British Medical Journal, 301(6743): 85-89, 1990.
- [14] Jacobsen, E., You can sleep well, The ABC's of restful sleep for the average person, New York, McGraw-hill, 1938.
- [15] Johnson, H. M., Bodily positions in restful sleep, The Simmons Company, 1931.
- [16] Johnson, H. M., Swan, T. H., and Weigand, G. E., “In what positions do healthy people sleep?”, Journal of the American Medical Association, 94: 2058-2062, 1930.

- [17] Kohara, J., The application of human engineering design: Chair, bed, vehicle seat, Chicago: Institute of Design, Illinois Institute of Technology, 1965.
- [18] Parsons, H. M., "The Bedroom", *Human factors*, 14(5): 421-450, 1972.
- [19] Willinger M., Hoffman H. J., Wu K. T., Hou J. R., Kessler R. C., Ward S. L., Keens T. G., Corwin M. J., "Factors associated with the transition to nonprone sleep positions of infants in the United States: the National Infant Sleep Position Study", *Journal of the American Medical Association*, 280(4): 329-335, 1998.