

여름철 수면시 온열쾌적감 평가

— 제 1 보 : 수면 전후 설문에 관하여 —

김 동 규, 금 종 수**

GE 엔지니어링, *부경대학교 기계공학부

Evaluation of Thermal Comfort during Sleeping in Summer

— Part I : On Results of Questionnaire Before and After Sleep —

Dong-Gyu Kim, Jong-Soo Kum**

Global Environment Engineering, Busan 600-700, Korea

*Department of Mechanical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

(Received February 2, 2005; revision received February 21, 2005)

ABSTRACT: This study is to investigate effects of thermal conditions on sleep. Five female university students participated in the sleep experiment. Three temperature levels (22, 26, and 30°C) were given, and relative humidity was maintained to 50%. When as subject arrived in the chamber at 9 o'clock in the evening, questionnaire was given to check physical and psychological conditions. After checking conditions, subjects went to bed till 07 : 30 in the morning. Body movement was checked during sleeping. After sleep in the chamber, questionnaire was given to the subject in order to check sleep quality. Subjects evaluated sleep quality by themselves by answering the time they fall asleep and wake up, frequency of wake during sleep, causes of each waking, and feeling after sleep. Sleep quality was rated with 7-point scale. At 30°C condition, body movement was significantly higher than of other thermal conditions. The best sleep quality was obtained at the 26°C condition, while the worst sleep was taken at the 30°C condition.

Key words: Sleep quality(수면 질), Body movement(신체움직임), TSV(전신온냉감), CSV(쾌적감)

기 호 설 명

ANOVA : 분산분석
CSV : 쾌적감(comfort sensation vote)
F : F분포
OSA : OSA 수면조사표
p : 유의확률
TSV : 전신온냉감(thermal sensation vote)

1. 서 론

일반적인 건물의 공기조화는 인간의 주 활동시간인 낮시간 동안 이루어지며 야간에는 실시하지 않는 것이 보통이다. 그러나 여름철 열대야 기간 동안 일반 주택, 수면실, 휴식실 등에서는 쾌적하고 편안한 수면을 위해 공기조화가 필요하지만, 주간 인체 활동량에 맞추어진 공조조건을 활동량이 다른 수면시에 그대로 적용하는 것은 타당하지 않을 것이다. 따라서 본 연구는 이러한 점을 고려하여 여름철 쾌적수면을 제공할 수 있는 적절한 온열환경 조건을 설문, 평균 피부온도, 생리

† Corresponding author

Tel.: +82-51-620-1504; fax: +82-51-620-1504

E-mail address: jskum@pknu.ac.kr

신호^(1,2) 등을 통해 종합적으로 파악하고자 제1보는 기초연구로서 수면시 온열조건에 따른 신체움직임과 OSA 수면조사표 및 수면다원검사에 근거한 수면 전후 설문 분석, 제2보는 온열환경 조건에 따른 평균 피부온도와 생리신호 분석, 제3보는 온열환경조건 변동에 따른 설문, 평균 피부온도, 생리신호 분석 등으로 구분하였고, 본고는 일련의 연구 중 기초연구 결과를 제시하고자 한다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

실험을 위한 환경실험실은 가로 4.1 m, 세로 4.9 m, 높이 2.7 m의 크기로 벽면과 천장, 바닥이 단열되었으며 온습도는 향온향습기로 조절이 가능하다. 장비 소음을 고려 실내는 판넬을 사용하여 수면공간을 분리하였으며, 조절된 공기는 덕트를 통해 공급되었다. Fig.1 및 Table 1에 실험장치의 개략도 및 향온향습기의 사양을 나타내었다.

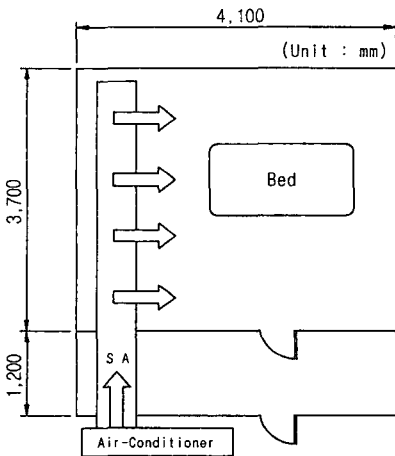


Fig. 1 Schematic of the chamber.

Table 1 Specification of the chamber

	Environmental chamber
Temperature range	18°C ~ 40 ± 1°C
Humidity range	30% ~ 80 ± 5%
Cooling capacity	9,500 W
Heating capacity	14,000 W
Humidifying capacity	8 L/h, 1.8 L/h (dehumidifying)

2.2 실험순서

피험자는 매일 21시경 실험실에 도착하여 약 2 시간 동안 환경실험실에 적응하고 난 후 수면을 취하였다. 수면 전 피험자의 심리 및 생리상태를 알아보기 위한 9개항으로 구성된 간단한 설문조사를 실시하였다. 또한 피험자가 실험추정장치나 환경에 의해 불편함을 느끼고 있는지 여부 및 수면에 방해가 될만한 요소들이 있는지 확인하였다. 이후 피험자가 잠이 온다는 신고를 하면 소등(Light Off)을 하여 8시간 동안 수면을 취하였고, 신체 움직임을 파악하기 위해 수면모습을 녹화하였다. 기상 후(Light On) 수면에 대한 피험자의 심리 및 생리상태를 파악하기 위해 34개항에 걸친 설문을 작성하게 하였다. 실험순서를 Fig.2에 나타내었다.

2.3 실험 대상자

피험자를 지원한 100여명을 대상으로 수면실태 설문조사와 예비실험을 실시하여, 생활주기 및 수면양상이 비슷하고, 생리신호(뇌파)를 기반으로 한 소견에서 건강에 이상이 없는 여자 5명을 선정하였고, 조건은 Table 2와 같다. 선정된 피험자들은 예비교육을 통해 실험에 대한 충분한 이해와 실험에 영향을 줄 수 있는 무리한 운동이나 과로, 과식, 음주 등을 금하게 하였고 평상시와 동일한 각성-수면 주기를 유지하도록 통제하였으며, 주간에 매 시간마다 체온을 측정하게 하여 일주기 리듬을 살펴보았다.⁽³⁾

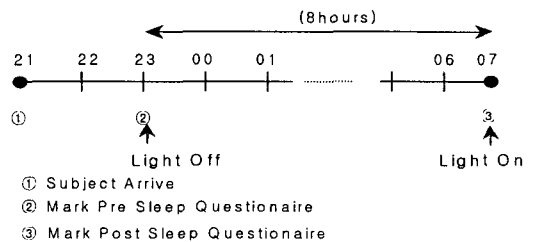


Fig. 2 Experimental process.

Table 2 Data of the subjects

	Num. of subjects	Age	Height [cm]	Weight [kg]
Female	5	19.8 ± 1.5	164.2 ± 4.6	51.4 ± 4.1

Table 3 Experimental design (°C)

	1 st night	2 nd night	3 rd night
Subject 1	22	26	30
Subject 2	26	22	30
Subject 3	22	26	30
Subject 4	26	22	30
Subject 5	30	26	22

2.4 실험조건

피험자는 정해진 의복(T-shirts, short sleeve pajama, panty, bra)을 착용한 후 1인용 침대에서 일반적으로 여름에 사용하는 이불(인조견사 합성 섬유)을 덮었다. 초기 2일 동안 실제 실험과 동일한 조건에서 실험환경에 적응하여 실험에 대한 집중도를 높인 후 무작위 순서로 50% 상대습도 환경에서 실내온도 22°C, 26°C, 30°C 조건으로 Table 3과 같이 순서로 수면을 취하였다.

2.5 설문항목

수면 전후 피험자의 수면현상을 정량적으로 파악하기 위하여 일본 정신의학(1985)에서 발표되었던 OSA 수면조사표⁽⁴⁾와 수면장애 환자를 치료하기 위하여 임상에서 사용하는 수면다원검사 설

Date :	Name :
Blood pressure :	Heart rate :
Which is currently an impression about a surrounding environment	
1) Uncomfort	Comfort
2) Cool	Warm
3) Dry	Wet
4) Sound influence	Sound not influence
How do you want to do if you can adjust the humidity and temperature	
1) Temperature: Up(°C), Neutral, Down(°C)	
2) Humidity: Up(%), Neutral, Down(%)	
Which is now your body situation	
1) Fatigue	Active
2) Languid	Pleasant
3) Dirty	Clean
Do you ever experience sleeping during day?	
1) Yes=> from hour minute to hour minute	

Fig. 3 The contents of a questionnaire before sleep.

문지를 참조하였다. OSA 수면조사표 및 수면다원검사 설문지의 구성은 수면에 들기 전에 기입하는 수면 전 설문과 기상 후 기입하는 설문으로 구성되어 있다.

본 연구에서 사용한 설문은 OSA 수면조사표와 임상 설문지를 참고하여 수면 전 9개 항목(Fig. 3)과 수면 후 34개 항목(Fig. 4)으로 구분하였고, 수면의 질(Sleep quality)을 정량적으로 파악하기 위

After sleep questionnaire	
Date :	Name :
Blood pressure :	Heart rate :
Is the time to take considered to be the while degree even though it falls asleep?	
Did sleep come much when it went to last night bed	Sleep did not come
Sleep came much	
Which is the time to take even though it falls asleep last night compared with falls asleep time?	
1) Long	Short
What is the reason if you have the difference with the time ordinary times to fall asleep?	
Which is ordinary sleep times last night compared with a sleep hour of the house	
1) Long	Short
Which is currently an impression about a surrounding environment	
1) Uncomfort	Comfort
2) Cool	Warm
3) Dry	Wet
How do you want to do if you can adjust the humidity and temperature	
1) Temperature: Up(°C), Neutral, Down(°C)	
2) Humidity: Up(%), Neutral, Down(%)	
Did you wake many times for last night up times	
How did you fall asleep after then again if you waked up minute	
What is the reason why wakes up?	
How did you wake this morning up	
1) Spontaneous 2) wake up 3) the others ()	
Which is currently your situation	
1) Very tired	
2) The spirit can not be clean though it is awoked	
3) It is comfortable	
4) The spirit is clean	
Write if you have inconvenient things this morning	

Fig. 4 The contents of a questionnaire after sleep (continued).

Sensors to stick at your body become the interference at your sleep ?	Yes	No
We ordinarily compared in last night	Full sleep	Not sleep
The temperature and humidity while we sleep last night	Comfort	Uncomfort
Sleeping things to compare at last night ordinarily	Influence	Not influence
We ordinarily compared in this morning	Relax	Not relax
The thing which all work to do is good at today	Exist	Not exist
We ordinarily compared in this morning	We have the appetite	We no have the appetite
We ordinarily compared in last night	Sleep worked well	Sleep not worked well
We wake up and compare the time to take until the head comes to be clean	Short	Long
Last night we ordinarily compare the number to awake from sleep	Many	Small
We ordinarily compared in this morning	Languid	Not languid
We ordinarily compared in this morning	More to sleep	Spirit is sound
We ordinarily compared in this morning	Concentrate	Not concentrate
The sound and light ordinarily compares at last night	Influence	Not influence
We ordinarily compared tired in this morning	Remaining	Recover fatigue
The quantity of the movement compares ordinarily	Many	Small
The quantity of last night of the dream	Many	Small
The content of last night of the dream	Pleasant	Discomfort

Fig. 4 The contents of a questionnaire after sleep.

하여 설문항목은 7 scale로 나타내었고, SPSS 통계 프로그램을 사용하여 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 신체움직임

신체움직임의 많고 적음에 대한 기준은 명확하지 않지만 신체움직임이 많은 경우보다 적은 경우가 보다 더 잘 잤다고 보는 연구들이 발표되었다.⁽³⁾ 따라서 본 실험에서도 신체움직임이 적을수록 수면환경이 좋다고 판단하고 신체움직임 빈도를 비교평가의 기준으로 삼았고, 신체움직임을 정량적으로 판단하기 위해 Table 4와 같이 국부적인 움직임과 전체적인 움직임으로 분류하였다.

Fig. 5은 수면시간 동안 피험자들의 신체움직임 함을 나타내었고, Fig. 6은 수면 후 초기 2시간

Table 4 Analysis of standard for body movements

Scale	Contents
0	Not at all movements
1	Local movements (head, arm, leg)
2	Whole movements

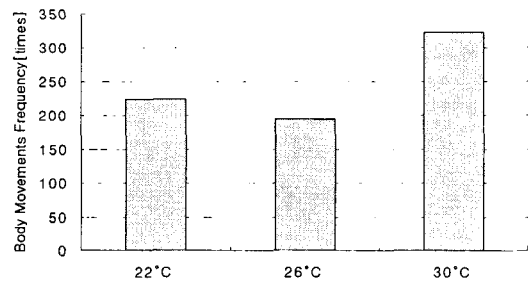


Fig. 5 Body movement frequency for thermal conditions.

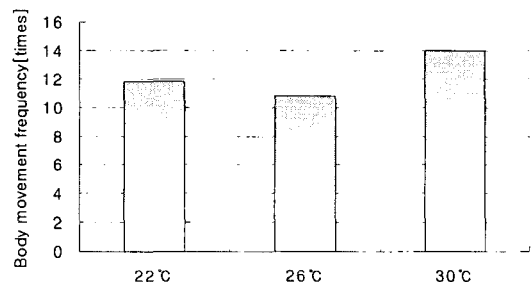


Fig. 6 Body movement frequency for thermal conditions in first 2 hours.

동안 신체움직임 평균을 나타냈다. 전 수면시간 동안 실내온도 26℃의 조건은 신체움직임이 적은 것으로 나타났고, 30℃ 조건은 신체움직임이 가장 많은 것으로 나타났다(26℃ 기준 65% 증가).

초기 수면 2시간의 경우 실내온도 26℃의 조건에서는 신체움직임이 적었고, 22℃, 30℃의 조건에서는 움직임이 많게 나타났다.

Yanase⁽⁵⁾ 연구에 의하면 실내온도가 30℃ 이상이 되면 깊은 수면을 취할 수 없다고 하였다. 따라서 실내온도가 30℃인 조건에서는 신체움직임이 많이 발생하여 쾌적한 수면을 취하지 못하는 것으로 판단된다.

3.2 수면 전 설문

수면 전 설문을 분산분석(ANOVA)한 결과 9개의 문항 중 실험조건에 따라 통계적으로 유의차가 있는 문항은 쾌적감과 온냉감 2개 문항이었다. Fig. 7는 수면 전 쾌적감(쾌적하다 : +3, 불쾌하다 : -3)을 평가하도록 한 것이다. 30℃ 조건에서는 약간 불쾌하게 평가되었으며, 22℃와 26℃ 조건에서는 약간 쾌적한 것으로 평가되었다(F(2,8)=5.7, p<0.05). Fig. 8은 수면 전 온냉감(서늘하다 : -3, 덥다 : +3)에 대하여 설문한 결과, 30℃ 조건에서는 더운 것으로 22℃와 26℃는 서늘한 것으로 평가되었다(F(2,8)=5.7, p<0.05).

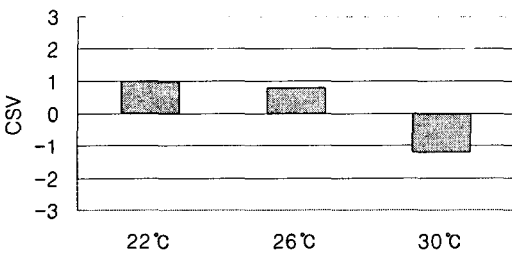


Fig. 7 Results of CSV before sleep.

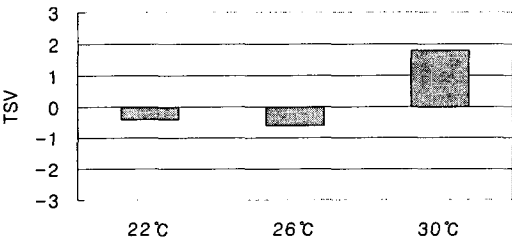


Fig. 8 Results of TSV before sleep.

3.3 수면 후 설문

수면 후 설문을 분석한 결과 통계적으로 유의차가 있는 문항은 쾌적감, 온도감, 온도만족감, 습도만족감, 수면만족도, 수면시 온습도 쾌적감, 수면 후 식욕정도, 기상 후 상쾌해지는 시간, 추가수면 필요 정도, 집중 정도 등 10개 항목이었고, 본 실험과 관련된 항목에 대하여 분석하였다. Fig. 9는 수면 후 쾌적감 평가로서 22℃, 26℃ 조건에서 쾌적한 것으로 평가되었으며, 30℃ 조건에서는 매우 불쾌한 것으로 평가되었다(F(2,8)=19.8, p<.001). Fig. 10은 수면 후 온냉감 평가로서 22℃ 조건에서는 약간 서늘하고, 26℃ 조건은 중립의 상태, 30℃ 조건에서는 약간 더운 것으로 나타났다(F(2,8)=42.9, p<.001).

Fig. 11와 Fig. 12은 수면 후 온도 만족감(F(2,8)=57.7, p<.001)과 습도 만족감(F(2,8)=4.3, p=.05)에 대한 결과이다. 22℃ 조건은 온도(3℃ 정도)와 습도를 높이고 싶어하고, 30℃ 조건은 온도(4℃ 정도)와 습도를 낮추고 싶어하는 반면에 26℃ 조건은 현 상태의 온습도에 만족하여 적당하다고 평가하였다. Fig. 13의 Fig. 14의 수면 질에 대한 평가(폭 잤다 : +3, 잘 자지 못했다 : -3)와 수면시 온도와 습도에 관한 쾌적감 평가는 26℃, 22℃, 30℃의 순으로 나타났다(F(2,8)=5.28, p<.05).

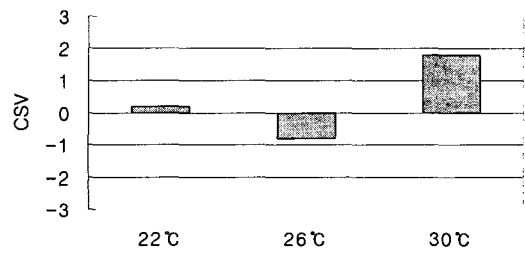


Fig. 9 Results of CSV after sleep.

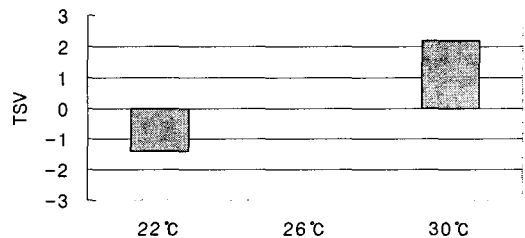


Fig. 10 Results of TSV after sleep.

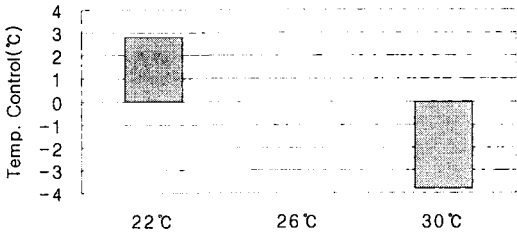


Fig. 11 Results of temp. control after sleep.

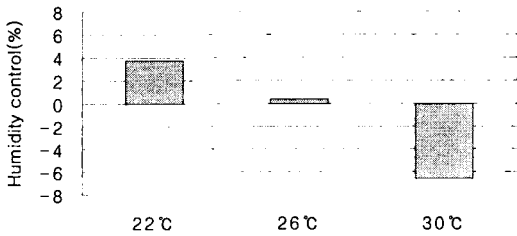


Fig. 12 Results of humidity control after sleep.

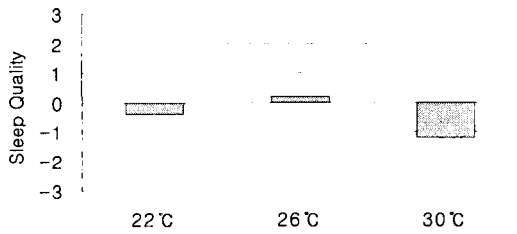


Fig. 13 Results of sleep quality after sleep.

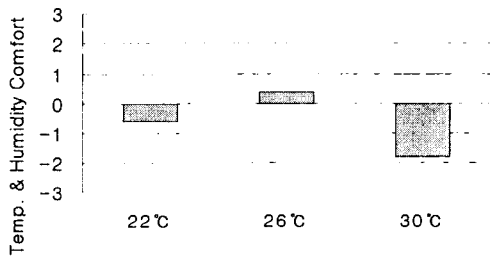


Fig. 14 Results of temp. & humidity comfort after sleep.

4. 결 론

수면시 온열조건에 따른 신체움직임과 OSA 수면조사표 및 수면다원검사에 근거한 수면 전후 설문을 분석하여 아래와 같은 결론을 얻었다.

(1) 신체움직임은 26°C 기준으로 30°C 조건은 65% 정도, 22°C의 경우 15% 정도 많았다. 따라서 30°C에서는 신체움직임이 많이 발생하여 쾌적한 수면을 취하지 못하는 것으로 판단된다.

(2) 온도만족감의 경우 22°C는 3°C 정도 상승, 30°C는 4°C 정도의 하강을 원하였지만, 26°C는 현 상태에 만족하였다.

(3) 수면의 질 및 쾌적감 평가결과 26°C, 22°C, 30°C의 순으로 나타났다.

(4) 22°C 조건은 약간 서늘한 느낌을 주지만 26°C 조건과 유사한 결과를 보였으며 30°C 조건 보다는 긍정적으로 평가되었다. 이점은 온열생리적인 측면에서 검토가 필요하다고 사료된다.

후 기

본 연구를 지원해 준 과학기술부 및 (주)LG전자와 전북대학교 임재중 교수님의 도움에 감사드립니다.

참고문헌

- Haskell, E.H. and Palca, J.W., 1981, The effects of high and low ambient temperature on human sleep, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, pp. 494-501.
- Sasaki, Y. and Miyasita, A., 1993, Effects of sleep interruption on body temperature in human subjects, *American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society, Sleep*, Vol. 16, No. 5, pp. 478-483.
- Muzet, A. and Ehrhart, J., 1983. Rem sleep and ambient temperature in man, *Journal of the Neuroscience*, Vol. 18, pp. 117-126.
- Mitsugu Oguri, Shuichiro Shirakawa and Kazuo Azumi, 1985, OSA construction of standard rating scale to estimate sleep profile, *Psychogeriatrics*, Vol. 27, No. 7, pp. 791-799.
- Yanase, T., 1981, A condition for good sleep managements for sleep, *Sleepless*, Yuhikaku, Tokyo, pp. 275-285.