

쾌적침대개발을위한 종합수면생리신호 분석

김 원 식*, 박 세 진*, 윤 영 로**, 김 건 흠***

* 한국표준과학연구원 인간공학그룹

** 연세대학교 의용 전자공학과

*** 에이스침대공학연구소

초 록

Medilog SAC847 수면종합분석시스템을 이용하여 침대와 온돌에서 성인 남자가 수면시 피험자의 뇌전도, 턱근전도, 다리근전도, 심전도, 안전도(눈) 등의 생리신호를 동시 측정하여 수면단계기록국제기준에 근거하여 NREM 4단계와 REM 단계의 수면시간을 산정 하였다. 수면감을 평가하기 위하여 침대와 온돌에서 수면시 입면지연시간과 NREM 단계4의 수면시간 비중을 고찰한 결과 침대수면이 온돌수면보다 입면지연 시간이 더 짧게 나타났으며 나머지 NREM 4단계와 REM 단계에 소요된 수면시간은 서로 비슷하게 나타났다. 본 연구를 통한 수면생리신호 분석연구는 쾌적침대개발에 활용하고자 한다.

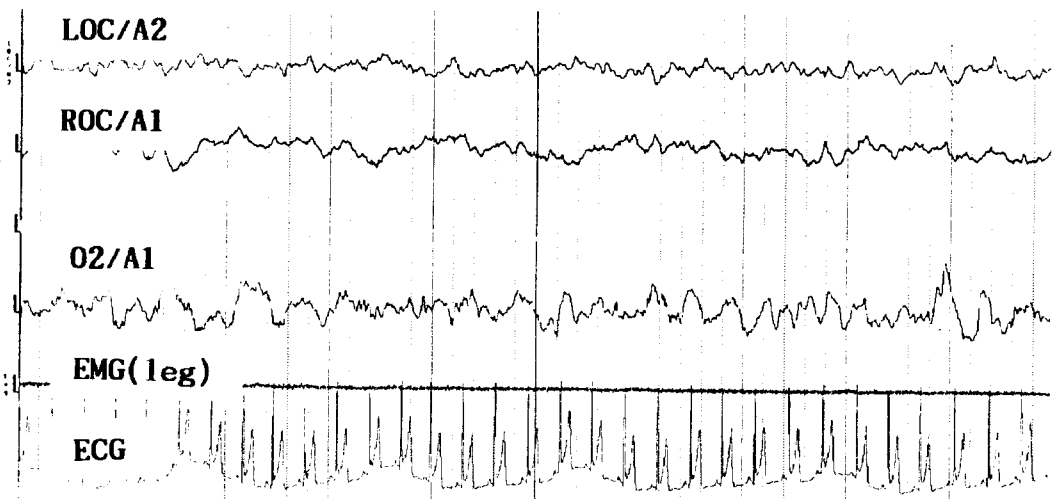
1. 서 론

건강을 유지하기 위해서는, 휴식의 리듬을 흐트리지 않고 수면을 충분히 취해야 한다는 것은 누구나 인식하고 있지만 현실에서는 수면시간을 손실당하기 쉽다. 그래서 주어진 시간 내에 수면을 잘 관리하기 위해서는 어떻게 하면 좋은가 하는 것이 진지하고 절실히 검토되고 있다. 수면에 대한 과학적 연구는 1929년 독일의 신경학자 Hans Berger가 사람의 뇌에서는 각성할 때와 수면을 취할 때 서로 다른 뇌파가 발생한다는 사실을 발견함으로써 시작되었다. 1939년 Nathaniel Kleitman은 수면을 진화론적으로 설명하였으며, 1957년 W.C. Dement와 N. Kleitman에 의하여 수면은 급속안구운동수면(REM)과 비급속안구운동수면(NREM)으로 이루어진다는 사실이 밝혀지면서 수면의 본질이 본격적으로 연구되기 시작하였다. 수면단계기록이 중요시됨에 따라 1968년 A. Rechtschaffen과 A. Kales에 의하여 수면단계의 국제기준이 제안되었다[1]. 정상적인 성인의 1일 평균수면시간은 7.5시간으로서 NREM 단계1 ~ 단계4를 거쳐 다시 NREM 단계4 ~ 단계2를 지나 REM수면까지 평균 90분의 주기로 하룻밤 동안 5회정도 반복한다. NREM수면시간은 주기가 진행될수록 감소하는데 반하여 REM수면시간은 증가하며 정상성인의 하룻밤 수면시간의 75 %는 NREM 수면시간(1단계: 5 %, 2단계: 50 %, 3및4단계: 20 %)이고 25 %는 REM 수면시간 이다[2, 3].

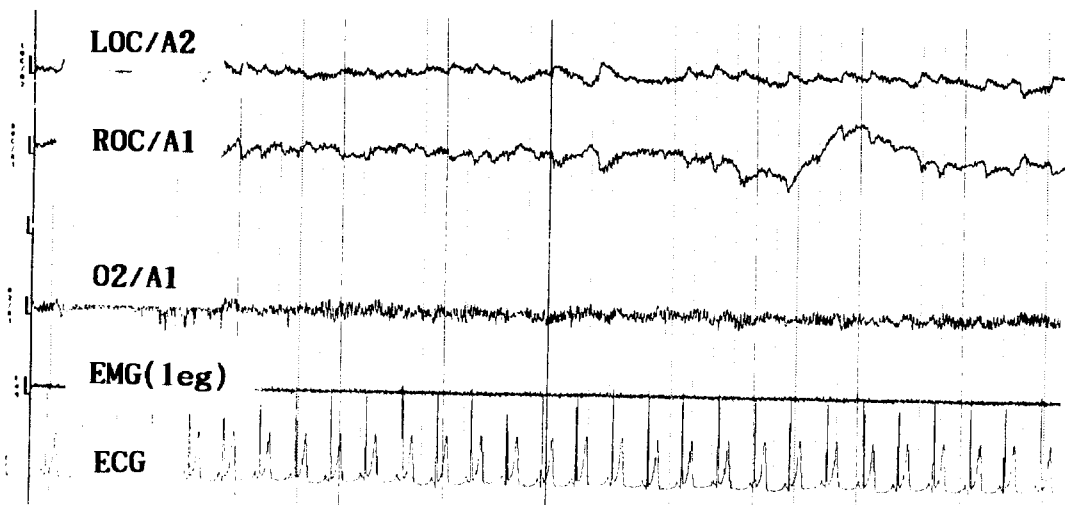
A1, A2, C3, C4, O2의 전극부위는 10-20 EEG 전극배치시스템에 따랐고 LOC는 왼쪽눈 바깥 끝으로부터 1 cm 수평 & 1 cm 수직아래 지점이고 ROC는 오른쪽눈 바깥 끝으로부터 1 cm 수평 & 1 cm 수직위 지점이다. 수면측정은 에이스침대공학연구소의 기숙사에서 밤12시부터 다음날 아침 7시30분까지 실내온도는 $24 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도는 $30 \pm 1\%$ 의 조건에서 5일간 측정하였다.

3. 결과 및 논의

처음3일간은 전극을 부착한 피험자가 수면적응이 잘 안되어서 4일째(침대)와 5일째(온돌)의 수면중 첫 주기동안 만 본 연구에서 고려 하였다. 침대와 온돌에서 취침후 30분 경과 뒤의 수면측정 raw data를 그림3에 나타내었으며 피험자의 수면 첫 번째 주기동안 수면단계기록 국제기준에따라 NREM 4단계와 REM 단계에 소요된 시간을 분석하여 표3에 나타내었다.



(a) 침대에서 수면한 경우



(b) 온돌에서 수면한 경우

그림3. 침대와 온돌에서의 수면시 취침후 30분 경과 뒤의 수면생리신호 raw data

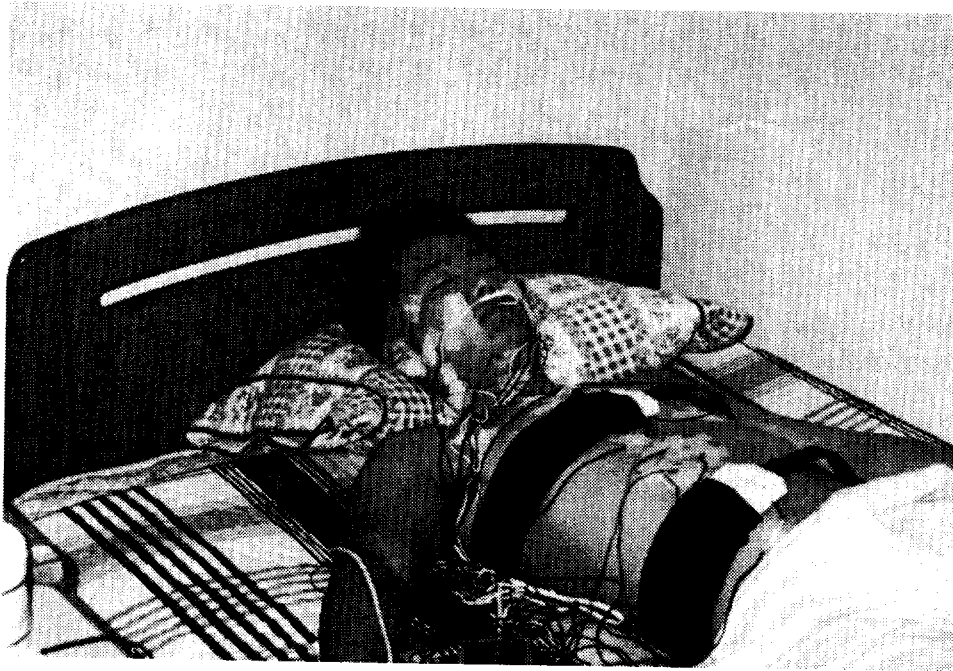


그림2. 수면생리신호 측정장면

표2. SRI PJB의 기록용 Montage

| PJB 입력단자 | 입력극성 | 전극 위치 | 비고 |
|--------------|------|--------------------------|-----------|
| Patient Ref. | 없음 | 이마 중심윗부분 | reference |
| Channel 1 | + | C3 | EEG1 |
| | - | A2 | reference |
| Channel 2 | 없음 | 턱 바로아래 4 cm 간격 2곳 | EMG |
| Channel 3 | + | LOC(left outer canthus) | EOG1 |
| | - | A2 | reference |
| Channel 4 | + | ROC(right outer canthus) | EOG2 |
| | - | A1 | reference |
| Channel 5 | + | C4 | EEG2 |
| | - | A1 | reference |
| Channel 6 | + | O2 | EEG3 |
| | - | A1 | reference |
| Channel 7 | 없음 | 정강이뼈 근육부분 4cm 간격 2곳 | EMG |
| Channel 8 | + | 우측 두 번째 늑간의 흉골부위 | ECG |
| | - | 좌측 여섯 번째 앞쪽 갈비뼈 부위 | reference |

2. 실험장치 및 방법

Medilog SAC(Sleeping Analysing Computer) 847시스템은 PC에 기초를 둔 신호 및 데이터 처리 시스템으로서 야간수면과 호흡에 관련하여 15 channels 까지 데이터를 수집하고, 화면에 나타내 보이고, 해석·저장할 수 있으며 측정후 재현 및 편집이 가능하다. 이 시스템은 SAC847컴퓨터, 14" 모니터, 20" 모니터, SRI(Sleep/Respiration Interface)본체, SRI PJB(Patient Junction Box)로 구성되어 있으며 각각의 기능과 그 구성도는 표1과 그림1에 각각 나타내었다[8]. 그림2에는 침대에서 수면시 수면생리신호 측정장면을 나타내었다. 본 연구에 참여한 피험자는 키 170 cm, 몸무게 64 kg의 건강한 성인남자(27세) 였으며 실험첫 날에는 호흡관련 전극까지 모두 부착하였으나 이 경우 피험자가 매우 불편하여 정상적인 수면을 취할 수 없어서 그 다음날부터는 호흡관련 전극은 모두 제거하였으며 표2에 SRI PJB의 각channel에 상응하는 피험자의 전극부위를 나타내는 기록용 Montage를 나타내었다[9].

표1. Medilog SAC847 수면종합측정시스템 구성장치들의 기능

| 구 성 장 치 | 기 능 |
|-----------------------|---|
| 14" 모니터 | -메뉴선택, report를 보여줌, 데이터의 수집·편집·저장, 데이터 수집 동안 수면단계·산소포화도·몸의 뒤척임을 보여줌. |
| 20" 모니터 SAC847 컴퓨터 | -측정동안 또는 측정후 raw data를 보여줌. -증폭된 생리신호를 analog로부터 digital로 바꾸어 해석·저장. |
| SRI 본체 | -피험자로부터의 생리신호를 증폭시켜서 SAC컴퓨터로 보냄. |
| SRI PJB | -피험자로부터의 각각의 전극과 변환기리드선은 PJB의 각 channel에 입력되고 PJB의 출력은 SRI본체에 연결됨(표2 참조). |

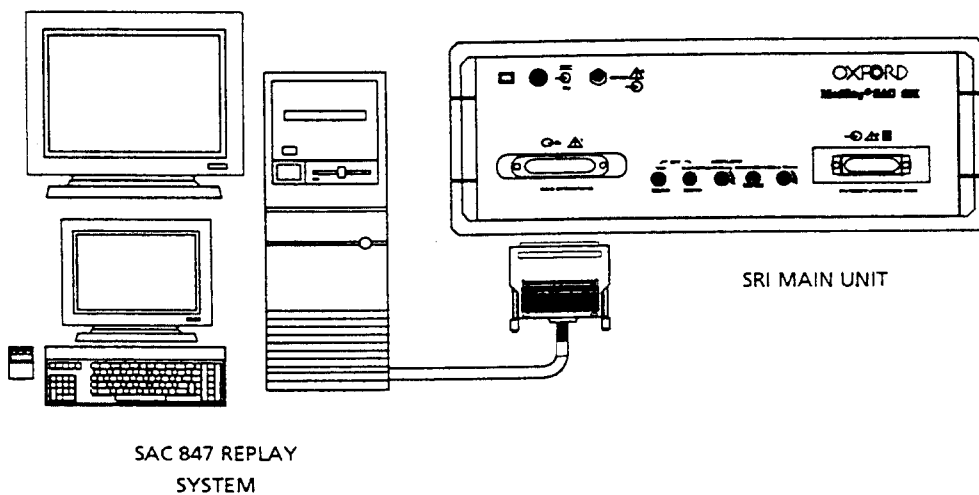


그림 1. SAC847 수면종합측정시스템 구성도

동물이 진화한 결과로 인하여 신체의 구조가 복잡해지고 커졌고, 이에 대응하여 신경계의 구조도 점차 복잡해지고 집중화됨으로서 뇌가 형성되었으며 정교하고 민감한 뇌를 휴식시키기 위하여 새로운 생리 기능으로서 수면이 필요하게되었다. 뇌 전체가 한꺼번에 쉬게되면 생명의 유지가 곤란하므로 뇌 안에서도 적극적으로 쉬게 할 수 있는 곳과 수면 도중에도 활동을 계속하게 하는 곳으로 나누어져 있다. 전자가 뇌의 가장 새로운 부위인 대뇌이며 후자는 뇌간과 그 상부 앞쪽에 접하는 전뇌기저부로 구성되어 있다[4].

침실의 소음, 온도, 조명 그리고 침구 같은 환경적 요인은 수면과 밀접한 관계가 있다. 일반적으로 NREM 단계1~2의 각성 문턱치는 낮기 때문에 외부의 영향을 쉽게 받으나 단계3~4의 각성문턱치는 높기 때문에 주위환경의 영향을 별로 받지 않는다. 나이가 많아지면 각성문턱치가 낮기 때문에 모든 자극에 대해 예민하게 반응하는데 이것이 곧 노년기 불면증의 원인으로 작용한다. 침실온도가 24 °C 이상이 되면 밤에 자다가 자주 깨게되고 NREM 단계4와 REM 단계 수면은 감소되고 몸을 자주 움직이게되면서 수면의 질은 크게 떨어지게 된다. 실내온도가 12 °C 이하로 떨어져도 수면은 방해받는다. 수면문제를 가지는 사람은 건전한 수면을 취하는 사람에 비해 체온이 높다. 신체적 운동을 하거나 더운물로 목욕을 하면 체온이 반발적으로 냉각되기 때문에 잠을 잘 잘수 있다. 지나치게 밝은 침실의 조명이나 안락감이 적은 침구는 수면을 방해하는 요인으로 작용한다. 바닥에 까는 요가 수면에 큰 영향을 준다. 너무 단단한 요는 관절염환자에게, 반대로 너무 푹신한 요는 요통환자에게는 부적합 하다[5]. 본 연구는 쾌적한 침대시스템을 개발하기 위한 수면생리신호 측정연구의 첫단계로 수면환경으로서의 전통적 온돌방식과 현대적 침대방식에의한 수면감의 특징을 비교 분석하였다. 수면감이란, 일어났을 때의 기분상태로서 여러 가지 요인에 의해서 지배된다. 그 요인으로는 잠들어 가는 시간이 짧을수록 좋고, 총수면 량이 적당해야 하는데, 그 안에 단계4의 깊이는 NREM 수면비율이 높아야 한다. 또, NREM 수면의 1회의 지속시간 안에서의 단계전환도 영향을 끼친다. 특히, 단계4에서 단계3으로, 또 단계3에서 단계2로의 변화가 많을수록 효과적이다. 수면을 객관적으로 연구하기 위하여는 다원 수면검사(polysomnogram)를 이용한다. 즉, 수면의 여러 단계를 규명하기 위하여 뇌파(EEG), 턱 및 다리 근전도(EMG), 심전도(ECG), 안전도(EOG), 코와 입의 호흡과 복강 및 흉곽의 운동, 혈중산소농도, 음경발기(NPT) 등을 동시에 측정한다[6,7].

수면단계기특국제기준에의하면, NREM 단계1은 각성단계에서 수면단계로 바뀌지는 과정으로 EEG에서는 진폭이 낮은 3~7 Hz의 혼합 θ 파가 나타나는데 눈의 움직임은 매우 느리며 졸리는 상태에서 수면상태에 들어 가게되면 EMG 활동은 약간 떨어진다. NREM 단계2에 들어가면 EEG에서는 K-복합파와(또는) 12~14 Hz의 수면방추파가 일시적으로 여러 차례 나타나며 이들 중간에 NREM 단계1을 만족시켜주는 뇌파가 3분 이상 지속되면 단계1, 그렇지 않으면 단계2로 기록한다. NREM 단계3~4에 들어가면 peak to peak가 75 μ V 이상의 큰 진폭을 갖는 0.5~2 Hz 의 느린 δ 파가 나타나며 K-복합파와 수면방추파는 나타날 수도 있다. 30초 동안에 δ 파가 20~50 % 나타날 때에는 NREM 단계3에 들어간 것으로, 50 % 이상 나타날 때는 NREM 단계4로 들어간 것으로 기록한다. REM수면단계에서는 낮은진폭을갖는 복합파의 EEG(NREM 1단계와 비슷)를 수반하며 순간적인 빠른 눈 움직임이 관찰되는데 이때 α 파는 단계1 일때보다 좀더 많이 발생하며 각성상태보다 1~2 Hz 더낮고 단계1에서와 같이 K-복합파와 수면방추파는 전혀 없어야 한다.

표3. 수면단계 결정 및 단계별 수면시간 (단위: 분)

| 수면단계 | 수면 침대 | 시간 온돌 | 수면단계 | 수면 침대 | 시간 온돌 |
|--------|----------|----------|--------|----------|----------|
| NREM 1 | 5±2 | 5±2 | NREM 3 | 5±2 | 10±2 |
| NREM 2 | 18±2 | 15±2 | NREM 2 | 10±2 | 10±2 |
| NREM 3 | 15±2 | 15±2 | REM | 5±2 | 5±2 |
| NREM 4 | 35±2 | 35±2 | | | |

본연구결과에 의하면 입면지연시간이 침대의 경우 10분, 온돌의 경우 15분 가량 관측되었으며 30분 경과 후에는 침대인 경우는 NREM 단계3, 온돌인 경우는 NREM 단계2의 상태이었으며 NREM 단계4가 차지하는 시간비중은 첫수면주기에서 대략 35%로서 침대와 온돌수면에서 비슷하게 나타났다. 이 결과가 하루중에 NREM 단계4가 차지하는 평균수면비중(20%)에 비하여 더 높은 이유는 첫수면 주기동안이었기 때문이며 피험자가 그전의 3일간 연속 수면측정으로 인한 수면부족으로 분석된다. 또한, 입면지연시간에서 침대수면경우가 온돌수면보다 다소 짧았던 것은 침대의 안락감이 더 좋은 것으로 분석된다. 그러나, 이 결과로는 1회의 측정이므로 어떠한 일반적인 결론도 내릴 수 없으며 앞으로 이 분야의 계속적인 실험연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] Allan Rechtschaffen and Anthony Kales, "A manual of standardized technology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects"(Brain Information Service/Brain Research Institute, Univ. of California, California, 1968).
- [2] 미쓰모토 지음, 오영근 옮김, "잠이란 무엇인가"(전파과학사 B14, 서울, 1993).
- [3] 한선호(대표저자), "臨床腦波"(일조각, 서울, 1991).
- [4] 睡眠과 腦, 井上昌次郎 著, 이영호 譯 (대한교과서주식회사, 서울, 1991).
- [5] 이현수, "단잠이 건강을 낳는다"(학지사, 서울, 1996).
- [6] 민성길(대표저자), "최신정신의학"(일조각, 서울, 1997) 제29장.
- [7] John G. Webster 원저, 의용공학교육연구회 역편, "의용계측공학"(麗文閣, 서울, 1993) 제4장.
- [8] OXFORD, "Medilog SAC847 System Sleep Analysing Computer Operator's Manual"(Oxford Instruments Limited, England, 1993).
- [9] OXFORD, "Medilog SAC SRI Operator's Manual"(Oxford Instruments Limited, England, 1993).