대한신경과학회 춘계학술대회:10~26, 2001 ISSN 1225-7044

수면다원검사와 다수면잠복기검사

동아대학교 의과대학 정신과학교실 수면장애클리닉

양 창 국

1. 서 론

그리스어와 로마어의 어원에 의하면 수면다원검사(polysomnography, PSG)란 용어는 수면중에 여러 가지 수면관련 신호를 기록하는 것을 뜻한다. 임상에서 수 시간 동안(대개는 하루 밤 동안에 걸쳐) 뇌파, 안전도, 근전도 등의 신경생리, 심장 및 호흡기, 기타 생리적, 신체적 변수들을 동시에 계속해서 기록하기 위하여 다양한 측정 방법들이 사용되고 있다. 이런 과정을 통하여 PSG는 여러 가지 기관의 기능에 대한 정보와, 이러한 기관들의 수면단계 및 각성과의 관계에 대한 정보를 준다. PSG는 수면과 각성 그리고 이들의 이행기에 발생하는 이상 및 수면상태에 의하여 영향을 받기 때문에 각성시에는 관찰할 수 없는 기관의 기능이상에 대한 조사와 정량적인 증거자료를 얻기 위하여 실시된다.

다수면잠복기검사(multiple sleep latency test, MSLT)는 수면과다증의 진단과 정도 평가에 결정적인 역할을 하는 중요한 검사법으로 졸음/기민성을 정량화하기 위하여 사용하는 방법 중 가장 신뢰도가 높고 대표적인 검사법이다.

본 논문은 PSG과 MSLT에 대한 정의, 방법, 해석, 적응증, 한계점, 그리고 향후 연구방향 등을 총괄적으로 소개하고 있다.

2. 수면다원검사란?

의학의 다른 분야에서와 마찬가지로 수면에 대한 지식은 수면의 측정을 가능하게 하는 기술의 발달로 발전되고 있다. 뇌파의 개발로 Loomis 등[1]은 수면 상태에서 인간의 뇌의 전기적 활동이 각성상태와는 다르다는 점을 발견하게 되었다. 렘수면과 이와 관련된 정신활동의 발견은[2] 수면의 객관적인 연구에 대한 관심을 불러일으켰다. 이에 이어서 호흡과 다리의 움직임 등을 포함하는 생리적 변수들에 대한 기록방법이 등장하게 되어 1960년대 이후 본격적으로 수면에 대한 객관적인 평가 방법인 수면다원검사법이 개발되고 임상에서 활용되고 있다.

* Address for correspondence
Chang-Kook Yang, M.D.
Division of Sleep Disorders Clinic, Psychiatric Department
Dong-A University College of Medicine,
Dongdaeshin-dong 3-1, Seo-gu, Busan, 602-715, Korea
Tel : +82-51-240-5463 Fax : +82-51-253-3542
E-mail : ckyang@damc.or.kr

PSG란 수면중에 다양한 생리적인 변수들을 관찰하는 기술이다. 즉 PSG는 정상 및 비정상적인 수면을 객관적으로 이해하게 해주는 안내자의 역할을 한다.

3. 수면검사실 환경 및 검사 전 환자의 준비

수면에 장애를 미칠 수 있는 환경적인 자극의 영향을 제거하기 위하여 PSG는 소음이 완전히 차단되고, 온도가 적절하고, 어두운 곳에서 실시되어야 한다. 또한 수면검사실에는 안락한 침대가 준비되어야 하고 적외선 카메라가 장치되어 있어서 다른 방에 있는 수면다원검사 기사가 환자의 수면중 행동과 소리를 관찰할 수 있고, 필요하다면 비디오로 기록할 수 있어야 한다. 검사목적에 따라 환자에게 PSG 실시 전에 규칙적인 수면-각성 리듬을 유지하도록 하고, 검사 수일 전부터 수면제나 마약의 사용을 중지하도록 한다. 검사 당일에는 격렬한 운동을 삼가도록 하고, 커피, 홍차 혹은 알코올 함유 음료를 마시지 않도록 한다. 가벼운 저녁식사 후에 약속된 시간에 검사실에 나오도록 하고 검사실에 도착하면 화장실 사용, 세면, 잠옷으로 갈아입기 등 수면을 위한 준비를 한 후 검사에 필요한 전극들을 부착한다. 검사시간은 대개 환자의 일상적인 수면시간에 이루어지는 것이 좋다.

4. 수면다원검사의 기록 프로토콜

의심되는 수면장애의 종류에 따라 다소 차이는 있겠지만 표준적인 PSG의 기록 프로토콜에는 뇌파, 안전도, 턱 근전도, 호흡, 심전도, 동맥혈중산소포화도, 전비골근 근전도 등이 동시에 기본적으로 기록된다. 아래에 수면다원기록의 기본적인 기록 프로토콜이 설명되고 있다.[3-5]

1) 신경생리적인 모니터링

(1) 뇌파(electroencephalography, EEG)

두피에 부착된 전극을 통하여 뇌의 전기적인 활동을 기록하는 기법인 뇌파는 각성과 수면을 객관적으로 구별하게 해주는 가장 중요한 기준이 된다. 안전도와 근전도는 급속 안구운동(rapid eye movement, REM)과 골격근의 장력 저하가 특징인 렘수면의 확인을 가능하게 해준다. 국제적인 기준에 따라, 최소 4개의 신경생리적 채널이 필요하다: 1개의 뇌파, 2개의 안전도, 그리고 1개의 근전도 채널.[6] 뇌파의 정확한 기록은 전극 부착 부위의 결정에서 시작한다. 전극의 부착부위는 국제적으로 10~20 기준을 따르고 있다. 10~20 전극 부착법이란 경계표가 되는 비근(nasion)과 후두극(inion), 그리고 좌, 우 이개전방점

(preauricular points) 사이를 10 또는 20 퍼센트 간격으로 전극의 부착 부위를 정하는 측정 방법이다(Fig. 1). 전극 부착 부위가 결정된 후 Omni prep 등을 큐팁에 묻혀 그 부위를 깨끗이 닦아낸 후 콜로디온(collodion)을 적신 거즈를 전극 위에 덮어서 공기압축기로 말리면 두피에 단단히 고정되므로 밤새 안전하다.

표준 교범에서는[6] C_3나 C_4 중 하나와 뇌파 도선을 반대편 유양돌기(mastoid)나 귓불(ear lobe)에 있는 전극에 연결시키는, 즉 C_3/A_2 혹은 C_4/A_1을 권유하고 있다(Fig. 2). 전통적으로 뇌파에서는 짝수가 오른쪽을, 홀수는 왼쪽을 가리킨다(즉 C_3는 왼쪽 중앙부 뇌파, A_2는 오른쪽 유양돌기를 의미한다). 기본 전극(ground electrode)은 이마에 부착시킨다. 모든 전극의 교류저항(impedance)은 5,000 Ω(ohm) 이하가 권장되며 10,000 Ω 이하면 용납된다.[3]

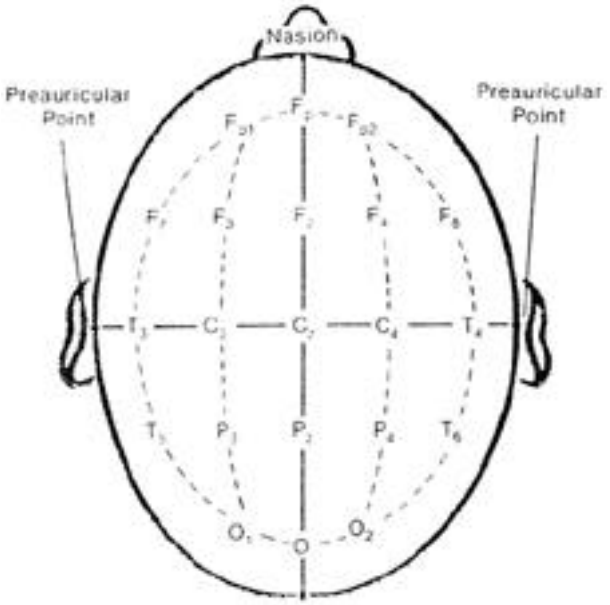

Figure 1. Schematic diagram showing measurements for the 10~20 electrode placement system. Measurements are made at 10 and 20 percent of the distances from inion to nasion, from left to right preauricular points.

수면단계를 구분하는데 사용되는 모든 종류의 뇌파들은 대측성의 기준전극(contralateral reference)을 사용하여 전극간 거리를 비교적 넓게 하면서 신호 진폭을 최적으로 한다면 C_3나 C_4에서 잘 관찰된다. 두정부에서 가장 잘 나타나는 두정부 예파(vertex sharp waves)와 K 복합체(K complex)는 C_3와 C_4에서 가장 잘 확인된다; 깊은 비렘수면의 특징인 고전압 서파들은 전두부에서 가장 잘 나타나나 중앙부 유도(central derivation)에서도 뚜렷이 관찰된다; 알파 리듬은 후두부에서 잘 나타나지만 대부분의 경우 중앙부에서도 잘 관찰된다. 그러므로 오직 C_3/A_2나 C_4/A_1가 수면단계의 표준 평가에서 사용된다. 그러나 많은 수면검사실에서는 일반적으로 중앙부 뇌파에 추가해서 후두부 뇌파(대개는 O_1/A_2 혹은 O_2/A_1)를 기록한다. 특히 수면중에 수면의 시작이나 각성을 평가할 때 후두부 뇌파가 유용하다. 일부 검사실에서는 깊은 비렘수면(즉, 3, 4단계 수면)을 잘 관찰하기 위하여 전두부에 뇌파 전극을 부착하기도 한다. 뇌파를 포함한 PSG의 주요 요소들에 대한 감도와 필터 설정이 Table 1에 소개되고 있다.

(2) 안전도(electrooculogram, EOG)

수면중에 안구운동을 기록하는 주요 이유는 두 가지가 있다. 첫째, 수면단계 구분에 필수적인 렘수면의 주요한 신호인 급속 안구운동을 기록하기 위한 것이다. 둘째, 수면의 시작은 대부분 밤중에 1단계 수면으로 이행하면서 발생하는 천천히 눈을 돌리는 움직임(slow rolling eye movement)이 선행하거나 동반된다. 비록 느린 안구 움직임이

Table 1. Standard Sensitivity and Filter Settings

Derivation	Sensitivity	High-Frequency Filter	Low-Frequency Flter
EEG	50(V/cm)	35 Hz	0.3 Hz
EOG	50(V/cm)	35 Hz	0.3 Hz
EMG	20(V/cm[1])	75 Hz	10.0 Hz
EKG	Varies[2]	15 Hz	1.0 Hz
Respiration	Varies[3]	0.5 Hz	0.15 Hz

Notes: The sensitivity settings of the respiration and EMG channels will vary through the night and must be adjusted when necessary. In particular, the mental-submental EMG might decrease at sleep onset or onset of stage 2. The technician must increase the sensitivity at sleep onset or onset of stage 2 to allow for appreciation of the dramatic decrease in EMG associated with stage REM. Care must be taken, however, not to increase the EMG at the onset of REM.

Sensitivity of respiration channels will need to be adjusted to allow approximately 1 cm pen deflection at patient calibration.

[1]Mental-submental EMG sensitivity should be adjusted to allow approximately 1 cm pen deflection at patient calibration.

[2]EKG sensitivity varies with electrode placement. It should be adjusted to allow for a signal of 2 to 2.5 cm in height, showing proper waveform.

[3]Sensitivity on respiration channels should allow for a pen swing that is 4 to 6 cm either side of the baseline.
Cited from reference 3.

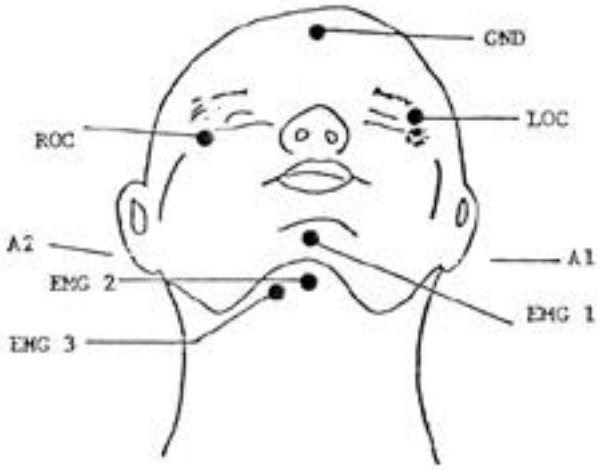

Figure 2. Diagrammatic representation of electrode placement. GND; ground electrode, ROC; right electro-oculogram, LOC; left electro-oculogram EMG; submental electromyogram, A; preauricular point

수면단계 구분에 필수적이지는 않지만 아주 유용한 정보를 주는 경우가 흔하다.

안전도 기록은 안구의 앞과 뒤 사이의 경미한 전위차이에 기초한다. 각막은 망막에 비해 양극(positive polarity)이다. 이러한 지속적인 전위차이 때문에 눈의 움직임이 눈 옆에 부착한 전극으로부터 측정된다. 각막에 가까운 전극은 양전위를 나타낼 것이다. 반면에 망막에 가까운 나머지 전극은 음전위를 나타낼 것이다. 눈이 움직임에 따라 각막과 망막의 위치는 고정된 전극의 위치에 비해서 변하게 되고 전위차이는 다원기록지에 펜의 기울기로 기록될 것이다.[4]

안전도 전극 부착의 표준 위치는 좌, 우측 안각(outer canthus)이다. 표준 교범[6]에 의하면 안전도 전극은 수평선에서 하나는 1 cm 위쪽에, 나머지 하나는 1 cm 아래쪽에 부착함으로써 안구의 수평 및 수직 운동을 감지할 수 있다. 안전도 전극들은 부착 부위의 피부를 깨끗이 한 후 테이프로 부착시킨다. 콜로디온 전극 부착법은 콜로디온이 눈 속으로 들어갈 수 있어서 권장되지 않는다(Fig. 2).

표준 교범은 두개의 안전도 전극의 기준전극(referential electrode)은 한곳의 유양돌기(mastoid)나 귓불(ear lobe)의 사용을 권장하고 있다(즉, ROC/A_1과 LOC/A_1). 그러나 일부 검사실에서는 대측성의 기준전극을 이용한다(즉, ROC/A_1과 LOC/A_2). 후자의 방법은 대측성 기준전극들이 양측 안전도의 신호진폭을 극대화하고 공액안구운동(conjugate eye movement)을 나타내는 펜의 기울기의 크기가 동일하다는 이점이 있다. 어느 방법이든 안구운동과 전극의 잡파(artifact) 구분이 가능하다. 예로, ROC/A_1과 LOC/A_2의 몽타주를 사용하는 경우 공액안구운동들은 위상이 다른(out-of-phase) 펜 움직임으로 기록되며, 안구 채널에 나타나는 뇌파활동(예, K 복합체)은 위상이 같은(in-phase) 펜 움직임으로 나타난다. 또한 전극의 잡파는 위상이 같은 모양으로 나타나거나 오직 한 채널에서만 기록된다.

안구운동의 방향을 더 자세히 기록하는 것이 주요 목적인 경우에는(예, 다수면잠복기검사) EOG 전극을 수평 및 수직 위치에 부착시켜서 동시에 기록할 수 있다. 즉 표준 방법 외에 안구의 위, 아래에 전극을 더 부착시킨다. 안구 위치를 정확히 결정하기 위하여 직류 기록이 권유된다.

(3) 근전도(electromyogram, EMG)

표준 수면다원검사에서 근전도를 측정하는 목적은 두 가지가 있다. 첫째는 렘수면을 확인하기 위한 것이고, 둘째는 특정 부위 근육의 운동을 확인하기 위한 것이다.

턱 밑의 근육(mentalis/submentalis)에서 측정하는 근전도는 렘수면의 특징인 근육 장력의 소실을 발견하는데 사용된다(Fig. 2). 필요에 따라 다양한 부위의 근육에서 측정하는 근전도 기록들이 일부 수면장애를 평가하는데 사용된다. 예를 들면, 전비골근 근전도(anterior tibialis EMG)는 주기성 사지운동장애가 있는 환자들을 평가하는데 중요하다. 늑간 근전도(intercostal EMG)는 호흡운동(respiratory effort)을 모니터 하는데 사용되기도 한다. 수면중의 대부분의 근전도 기록들은 측정하려는 근육 위의 피부에 전극을 부착시키면 된다.

턱 근전도의 경우 턱 근육의 활동을 측정하는 것으로, 하나의 전극은 턱의 중앙부에 테이프로 부착시키고, 나머지 두 개는 턱밑에 같은 방법으로 부착시킨다. 턱수염이 있는 사람의 경우는 콜로디온 부착법을 사용할 수 있다.

다리운동을 기록하려면 전극들을 전비골근(anterior tibialis muscles) 위에 부착시킨다. 밤 동안에 다리의 운동은 한쪽 다리에만 발생하거나 번갈아 발생할 수 있기 때문에 양측다리 모두에서 기록하여야 한다. 두개의 전극 부착장소는 2~4 cm 떨어져야 한다. 다리 전극의 교류저항(impedance)은 10,000 Ω 이하가 추천되나 30,000 Ω 이하면 적절하다.[7] 전비골근 위에 2개의 전극을 테이프 또는 콜로디온을 이용하여 부착시킨다.

턱 및 전비골근 근전도는 이극성(bipolarity)으로 기록된다. 턱 근전도의 경우 3곳의 위치 중 가장 좋은 기록을 나타내는 2개를 선택해서 수면검사 판독에 사용한다. 3개의 전극을 사용하는 이유는 한 쌍의 전극 상태가 불량하여 판독이 어려울 때를 대비한 예비전극이다. 이갈이를 모니터하려면 하나의 근전도를 교근(masseter muscle) 위에 부착시킨다.

2) 호흡 모니터링

수면중 호흡의 모니터링에는 산소 포화도(oxygenation), 환기(ventilation), 호흡중추의 동인(respiratory center drive), 그리고 호흡관련 소음(즉 코골이음)의 측정에 대한 방법들이 있다.

(1) 산소 포화도

맥박산소계측기(pulseoxymetry)를 사용하여 측정한다. 수면검사에서는 손톱이나 귓불에 작은 맥박산소계측기를 붙인다. 여기에는 적외선 범위의 2가지 파장을 내뿜는

광원과 빛 감지기가 있다. 맥박산소계측기에서 나온 빛이 박동하는 동맥혈관을 통하여 투과되어 분광광도전자원리에 따라 헤모글로빈 산소포화 정도(SaO_2)가 계산된다.[8] 맥박산소계측기는 비침습적이며, 적용하기가 간편하고, 개인간의 조정이 필요 없이 정량적인 자료를 제공한다. 귓불에 부착하는 방법이 더 정확하나 검사 중에 떨어지는 경우가 많고 피검자에게 더 불편을 주므로 손톱 위에서 측정하는 방법이 더 많이 사용되고 있다.

(2) 환 기

수면다원검사에서 가장 일반적으로 사용하는 환기측정법은 서미스터(thermistor) 또는 열전지(thermocouple)를 이용하는 방법이다.[8] 이 방법은 비침습적이고 환기의 정성적 또는 반정량적 모니터링 방법이다. 입과 콧구멍에 위치한 서미스터 또는 열전지로 기록되는 온도의 변화로 기류의 발생 여부를 알 수 있다. 그러나 계기의 전압이 정량적인 기류를 대변하지는 않는다.[9]

흉부와 복부 운동의 공동작용(coordination)에 대한 정보는 물론, 환기의 시간 용적과 기류의 분력에 대한 좀더 상세하고 반정량적인 정보는 흉부와 복부에 위치한 호흡유도체적기록법(respiratory inductive plethysmography), 자력계(magnetometry), 또는 응력변형계기(strain gauges)로 측정되는 호흡양상을 분석하여 얻어진다.[5]

만약 기도의 저항과 수면관련폐쇄가 의심되는 부위에 대한 평가가 필요하면 압력변화기에 연결된 도뇨관을 이용하여 인후와 식도의 다양한 위치에서 압력을 측정할 수 있다.[10]

(3) 호흡중추의 동인

수면중의 호흡장애가 기도의 폐쇄에 의한 것인지 아니면 호흡중추 동인(drive)의 저하에 의한 것인지는 횡경막 근전도를 기록하거나 식도내에 삽입한 도뇨관으로 흉막강압(pleural pressure)을 측정함으로써 알 수 있다.[11] 대안으로 호흡유도체적기록법(respiratory inductive plethysmography)으로 얻어진 흉곽-복부 운동 양상을 분석하면 호흡중추 동인에 대한 정성적인 정보를 얻을 수 있고 폐쇄성과 중추성 무호흡을 구분하는데 도움을 얻을 수 있다.[5] 폐쇄성 호흡저하 또는 무호흡 삽화 동안에는 기류가 상기도의 부분적 또는 완전한 폐쇄로 저하되거나 중지되나, 흡기운동(inspiratory efforts)은 계속되거나 흉곽과 복부의 비동시성 또는 역설적인 운동으로 알 수 있듯이 오히려 증가된다. 반대로 중추성 무호흡 또는 호흡저하 삽화는 흡기성 근육들의 자극이 저하되거나 소실되는 것과 관련되며, 흉곽의 운동이 아주 최소로 있거나 전혀 관찰되지 않는다.[3]

(4) 코골음 기록

수면검사에서 코골음을 기록하는 널리 인정받는 표준 방법은 없다.[12] 후두 부위의 피부에 붙인 초소형 마이크나 진동 감지장치가 사용된다.

3) 심전도(electrocardiogram, EKG)

PSG에서는 심장박동수와 리듬을 측정하기 위하여 항상 심전도를 기록한다. 각성시에는 나타나지 않는 심전도 이상이 수면중에만 발생하는 경우가 있고, 특히 수면무호흡 삽화와 관련하여 심전도에 이상소견이 발생하는 경우가 흔하다. 심전도는 두개의 전극을 사용한다. 하나는 우측 어깨의 쇄골 위에 부착시키고 다른 하나는 좌측 7번째 늑골 위에 부착시킨다.[3]

4) 기타 변수들의 기록

진동가속도계(accelerometer)로 체위를 계속해서 기록하는 것은 수면중 코골음과 상기도의 폐쇄가 중력에 영향을 받기 때문에 중요하다.[13] 비디오 모니터링도 필요하며, 이는 사건수면(parasomnias)과 야간 간질성 경련장애의 평가에 특히 도움이 된다. 응력변형계기(strain gauges)로 남근팽창의 기록은 발기부전의 평가에서 중요한 역할을 한다.[14] 야간 위-식도 역류가 의심될 때는 식도의 다양한 위치에서 압력과 수소이온농도지수(pH) 모니터링으로 확인할 수 있다.[15] 직장내에 삽입한 소식자로 측정하는 심부온도(core body temperature)는 내적 일주기리듬 생성원(즉, 생물학적 시계)에 대한 정보를 제공한다.[16]

5. 수면다원기록의 분석

컴퓨터를 이용한 반자동 또는 자동분석법이 임상 및 연구에서 흔히 사용되고 있다.[17] 그러나 상품화된 많은 프로그램들의 타당도가 널리 인정을 받지 못하고 있기 때문에 아직도 표준적인 분석법은 지루하고 시간이 많이 소모되는 수작업을 통한 기록의 계산에 의존한다.

1) 수면

(1) 일반적인 고려사항

표준 수면판독교범은 정상인의 수면판독에 대한 지침과 기준을 제공하고 있다.[6] 수면단계를 판독할 때 몇 가지 일반적인 개념들이 도움을 준다. 국제수면연구회에서는 뇌파에서 수평면 위로 올라간 것은 음극의 신호로 정하였다. 또한 뇌파의 주파수는 일초 당 발생한 주기(사이클)로 계산된다. 일반적인 뇌파의 주파수는 다음과 같다; 알파 리듬(8~13 cps), 베타 리듬(>13 cps), 델타 리듬(<4 cps), 그리고 쎄타 리듬(4~7 cps). 수면단계 판독에 사용되는 진폭 측정은 그 파의 최저점(trough)에서 최고점(peak)까지 이다.

수면기록을 계산할 때 관습적으로 기록을 일정 부분으로 나누는데, 각각의 부분을 epoch이라고 한다. 일반적인 epoch의 길이는 30초 또는 20초이다.

(2) 정상 성인에서의 수면단계

다음은 정상인의 수면을 단계별로 계산하기 위하여 표준교범에서 기술한 기준들을 요약한 것이다.[6] 이런 기준들은 성인에 적용하기 위한 것이지만 소아 청소년의 수면을 특징

짓는데도 역시 사용되고 있다. 그러나 신생아와 유아에서는 다른 기준이 필요하다. 아래에 성인에서 뇌파, 안전도, 그리고 근전도의 변화에 따른 표준 수면단계 기준이 간단히 기술되고 있다.

① 각성상태(relaxed wakefulness)

㉠ 뇌파

대부분의 사람들은 눈을 감고 긴장이 풀린 상태에서는 뇌파에 율동적인 알파 활동(8~13 cps)이 나타난다. 이런 활동은 후두부에서 최고이나 흔히 중앙부에도 잘 나타난다. 이런 율동적인 뇌파 양식은 집중을 하거나 눈을 뜨면 약화된다. 이 때의 각성 뇌파 양식은 비교적 낮은 전압과 혼합주파수(relatively low voltage, mixed frequency)가 특징이다. 아주 졸린 경우 눈을 떴을 때도 율동적인 알파 활동이 나타날 수 있다. 이 경우 알파 파의 약화는 1단계 수면의 등장과 관련된다.

㉡ 안구운동

깨어 있을 때는 안구 운동의 조절이 수의적이다. 각성시의 안전도 기록은 눈을 떴을 때 급속 안구운동과 눈의 깜짝거림이 있고, 눈을 감았을 때 눈의 움직임이 거의 또는 전혀 없다. 불수의적인 느리게 구르는 듯한 안구운동(slow rolling eye movement)은 1단계 수면의 뇌파 변화에 수초에서 수분 먼저 선행한다.

㉢ 근전도

근전도는 비교적 높은 수준의 긴장성 활동을 보인다. 수의적인 움직임은 근전도 진폭의 위상성 증가를 일으킨다. 매우 긴장이 풀린 경우 각성 근전도의 장력은 비렘수면의 그것과 구분이 안될 수도 있다.

② 비렘수면

(non-rapid eye movement sleep, NREM sleep)

뇌파양식에 따라 4가지의 비렘수면 단계들이 구분된다. 안전도와 근전도의 양식은 비렘수면 구분에 거의 영향을 주지 않는다. 단, 이행성 1단계 비렘수면의 경우는 두가지 모두 도움이 될 수 있다.

㉠ 1단계 수면

1단계 수면의 뇌파 양식은 비교적 낮은 전압, 혼합 주파수 활동(relatively low voltage, mixed frequency activity)으로 기술된다. 특히 밤의 초반부에 발생하는 1단계 수면중에는 두정부 예파(vertex sharp waves)가 흔히 나타난다. 또한 1단계 수면중에 비교적 가장 높은 전압을 보이는 뇌파 활동은 대개 쎄타 범위이다(즉 4~7 cps). 비교적 높은 전압, 동기성이 높은 쎄타 활동이 소아 및 청소년에서 1단계 수면이 시작할 때 흔히 나타난다.

느린 안구운동들이 각성에서 1단계 수면으로의 뇌파 이행에 흔히 선행하거나 1단계 수면에서 관찰된다. 비록 느린 안구운동의 시작이 대개 오직 1~2분 정도 뇌파의 이행을 선도하지만, 가끔은 특히 주간 기록에서는 선도하는 시간이 15분 이상일 수도 있다. 느린 안구운동은 2단계 비렘수면이나 렘수면중에 발생하는 1단계 수면 이행기를 구분하는데 매우 도움을 준다.

근육의 장력은 모든 비렘수면 단계 동안에 유지되며 저진폭 근전도 활동으로 기록된다. 비록 근전도 신호 진폭의 점진적인 감소가 이행 순간에 발생할 수 있지만 각성-수면 이행기에 근전도 진폭의 뚜렷한 변화는 대개 없다. 비렘수면 동안에 근전도는 움직임과 관련되는 각성(movement arousal)을 구별하는데 가장 큰 도움을 준다. 움직임 각성은 어떤 수면 단계변화 결정에 유용하다. 또한 근전도 활동의 증가는 렘수면 삽화 중에 1단계 수면으로의 이행을 유일하게 알려주는 분명한 지표일 수 있다.

㉡ 2단계 수면

2단계 비렘수면의 배경 뇌파는 비교적 낮은 전압, 혼합주파수의 양식이다. 이러한 혼합 주파수 배경 위에 산발적으로 발생하는 두 가지의 독특한 뇌파 양식을 기본으로 1단계 수면과 구분된다. 두 가지 양식은 수면 방추파(sleep spindles)와 K 복합체(K complex)이다. 2단계 수면을 명확히 하는 이러한 뇌파 양식들은 삽화적으로 발생하기 때문에, 표준교범에 의하면 뇌파가 비교적 낮은 전압과 혼합주파수를 보일 때 3분 이내에 수면 방추파나 K 복합체가 나타나지 않으면 1단계 수면으로 정의한다(3분 규칙).[6]

수면 방추파들은 커졌다 작아졌다 하는 방추 모양이 특징으로 약 0.5~1.5초 동안 12~14 주파수 범위의 파들로 이루어진다. 수면 방추파들은 포유류 수면의 공통적인 특징이며, 동일한 기법으로 기록했을 때는 인간과 고양이 사이에 차이가 없다.[18] 수면 방추파 활동은 2단계 수면중에 나타나며 정상 성인이나 불면증 환자에서 분당 약 3~8개의 방추파의 빈도로 나타난다. 방추파 비율(spindle rate)은 꽤 안정적인 개인적인 특징으로 보인다.[4]

"초기 수면 방추파(incipient sleep spindles)"가 1단계 수면에서 2단계 수면으로 이행하는 초기에 나타날 수 있다; 그러나 방추파는 최소 0.5초 이상 지속되어야 방추파로 정의된다.[6] 즉 0.5초 이내에 6~7개의 분명한 파동들을 확인할 수 있어야 한다.

개체발생적 측면에서 볼 때 인간의 수면 방추파들은 대개 생후 3개월 이전에 발달한다.[19] 정신지체 영아들은 정상 영아들보다 수면 방추파의 발달이 더디고 자주 나타나지 않는다. 노인에서는 전형적인 형태가 없어지는 경향이 있고, 다소 느린 주파수, 낮은 진폭, 짧은 지속기간 등을 보이는 경향이 있다.[20] 벤죠디아제핀계 수면제들은 2단계 수면에서 수면 방추파의 밀도를 증가시킨다.[21] 수면 방추파(그리고 K 복합체)는 1단계 비렘수면에서는 등장하지 않으나 렘수면중에는 나타날 수 있다. 특히 수면이 제한되거나 분절되었던 사람이나 환자들에서 현저하다. 만약 한 개의 수면 방추파가 렘수면 삽화 중에 발생하면 수면 단계의 변화를 의미하는 것으로 보지 않는다. 그러나 2개의 수면 방추파가 급속 안구운동 없이 epoch의 반 이상의 간격으로 나타난다면, 방추파 사이의 간격은 렘삽화의 2단계 수면 단속(interruption)으로 본다.[6]

K 복합체도 2단계 수면을 특징짓는 또 다른 독특한 파형이다. 이 발작적인 파상곡선 복합체는 "매우 윤곽이 뚜렷한 음극의 예파가 나타나고 이어서 곧 양극의 요소가 따라 나오는" 복합체로 구성된다. 이 복합체의 총 지속 시간은 0.5초를 넘는다.[6] 표준교범은 K 복합체의 진폭기준에 대한

규정을 정하지 않고 있다. 대개 2단계 수면에서 K 복합체를 식별하는 것은 어렵지 않다.

복합체란 용어를 이해하는 것은 높은 전압의 서파 활동과 K 복합체를 구별하기가 어려울 때 유용하다. 복합체란 "2개 이상의 파동의 군으로, 배경의 뇌파활동과 분명히 구별되며 익히 잘 알려진 형태로 발생하거나 일관성 있는 형태로 되풀이되는 것이다."[22] 이상의 정의에서의 요점은 복합체가 진행중인 뇌파의 배경 활동과 명백히 다르다는 것이다. 이는 2단계 수면에서 K 복합체를 매우 분명하게 만든다. 반면에 3, 4단계 수면에서는 일련의 고전압, 저주파수의 파 속에 파묻히기 때문에 아마도 2단계 수면에서 관찰되는 동일한 형태의 파형(즉 K 복합체)이 배경을 이루는 파형들에 비하여 두드러지지 않을 것이다.

K 복합체는 두정부(vertex) 위에서 최대로 나타난다. 방추파 활동(12~14 cps)이 K 복합체 다음에 연이어 발생하는 것이 매우 흔하다. 비록 개인간의 차이가 상당히 있지만 젊은 성인에서 2단계 수면에서의 K 복합체의 전형적인 밀도는 분당 약 1~3회이다. K 복합체는 2단계 수면중에 자연적으로 발생하거나 청각자극에 의하여 유발되기도 한다.[4]

수면 초기에 느린 안구 운동은 수면 방추파와 K 복합체의 등장 후에 드물게 그리고 오직 아주 짧게 지속할 수 있다.

근전도 채널에도 뇌파가 기록되기 때문에 K 복합체도 이들 채널에 반영될 수 있다. 두 개의 채널 위에 나타나는 펜의 기울기가 동일 위상(in-phase)으로 나타나고 K 복합체의 중앙부 뇌파 진폭이 안구운동과 관련되는 어떠한 뇌파 활동보다 대개는 더 크기 때문에 K 복합체는 급속 안구운동과 쉽게 구별된다.

㉢ 4단계 수면

3, 4단계 수면의 뇌파는 고전압 서파 활동의 존재로 정의된다. 3단계의 수면은 진폭이(최고점에서 최저점까지) 75 μV 이상인 2헤르츠 이상의 파가 그 epoch의 최소 20퍼센트 이상 50퍼센트 미만을 차지한다. 4 단계 수면에서는 이런 파들이 한 epoch의 50퍼센트 이상을 차지한다. 수면 방추파들도 K 복합체와 마찬가지로 3, 4단계 수면 동안에 발생할 수 있다. 그러나 배경 뇌파 활동과, 특히 4단계 수면에서, K 복합체는 거의 구별되지 않는다.

비록 안전도에는 고전압 서파 활동이 기록되지만 안구운동은 3, 4단계 수면에서는 발생하지 않는다.

3, 4단계 수면 동안 근전도는 가끔 렘수면과 거의 구분이 되지 않을 만큼 매우 낮은 수준으로 떨어지기도 하지만 근육들의 장력은 활성화 되어있다.

③ 렘수면(rapid eye movement sleep, REM sleep)

렘수면이라고 하려면 3가지 요소가 동시에 충족되어야 한다; "활성화된" 또는 "비동시성의" 뇌파, 급속 안구운동, 그리고 근전도 활동의 억제. 렘수면 뇌파 패턴은 "비교적 저전압, 혼합주파수"로 특징지어 진다. 모양이 V자 형이어서 톱니파(sawtooth wave)로 불리는 뇌파 패턴이 렘수면중에, 특히 안구 운동에 근접해서, 아주 흔히 나타난다.[6] 그러나 항상 그렇지만은 않다. 비록 애매한 경우에는 톱니파가 매우 도움이 되지만 톱니파의 존재가 렘수면 결정에 필수적으로 요구되는 것은 아니다. 톱니파는 두정부(vertex)에서 최고의 진폭을 보이며, 다른 렘수면 뇌파 활동과 같이 쎄타 범위의 주파수이다. 알파 범위의 활동도(대개는 각성시 알파 활동보다 1~2 주파수가 더 느리다) 역시 렘수면 뇌파에서 관찰된다.

안전도는 렘수면중에 일정한 간격으로 급속 안구운동의 군집형의 출현을 보인다. 이러한 안구운동에서 두자어(頭字語)인 렘(REM)이 기원하였다. 렘수면 내에서도 급속 안구운동의 밀도는 시간에 따라 변한다: 즉 초기의 렘삽화는 나중 발생하는 렘삽화보다 급속 안구운동의 회수가 적다.[23]

어떤 epoch이 렘수면으로 여겨지려면 활성화된 뇌파와 급속 안구운동 외에 기록된 근전도가 가장 낮은 수준이어야 한다. 건강한 유기체에서 렘수면의 보편적인 특징은 골격근의 장력과 반사(reflexes)의 억제이다.[24] 근육의 경련들(twitches)이 대개 안구운동에 근접해서 아주 짧은 근전도 장력의 상승으로 나타난다. 렘수면에서 15초 이상 오랫동안 근전도 상승이 나타나면 설령 뇌파 변화가 없더라도 수면단계가 바뀐다. 뇌파나 안전도 활동에서의 변화와 관련되는 짧은 근전도 장력의 상승은(즉 movement arousal) 이런 운동의 크기와 뇌파 및 안전도 변화 지속기간에 따라 수면 단계변화에 영향을 준다.[4]

렘수면과 비렘 2단계 수면은 모두 삽화성 사건의 존재를 필요로 한다: 렘수면에서는 급속 안구운동, 2단계 수면에서는 방추파나 K 복합체. 두 가지 경우 모두 배경 뇌파는 비슷하다. 즉, 비교적 저전압 혼합 주파수. 그래서 종종 2단계 수면에서 렘수면으로의 이행, 렘수면에서 2단계 수면으로의 이행, 그리고 렘수면중 2단계 수면의 단속(stage 2 sleep interruption) 등에 대한 구분이 문제가 된다. 이의 구분에는 표준교범에 나와 있는 2가지의 기본 지침이 도움이 된다.[6](1) 뇌파가 비교적 저전압, 혼합 주파수를 보이는 렘수면 인접 부위는 급속 안구운동의 존재 여부에 무관하게 근전도가 렘단계 수준에 있고 운동각성이 없다면 렘수면으로 계산한다.(2) 2개의 수면 방추파나 K 복합체 사이에 비교적 저전압, 혼합 주파수의 뇌파가 나타난다면 이 기간 동안에 급속 안구운동이나 운동 각성이 없고 그 기간이 3분 이하라면 근전도 수준에 무관하게 2단계 수면으로 계산된다.

2) 호 흡

(1) 무호흡(apnea)

무호흡은 코와 입 부위에서 최소 10초간 기류(airflow)의 완전한 정지 또는 거의 정지에 가까운 것으로 정의된다.[8] 무호흡 삽화는 호기(exhalation)의 끝에서 다음 흡기(inhalation)의 시작까지로 측정된다.[3] 기류를 측정하는 서미스터와 호흡운동을 측정하는 응력변형계기 등을 이용하여 3가지 유형의 무호흡이 정의된다.

중추성 무호흡(central apnea)은 기류 및 호흡운동 모두의 정지로 정의된다(즉, 두 가지 모두 기본치의 20 퍼센트 이하로 저하). 각성(arousal)이 동반되지 않을 수 있으며 산소 저포화가 필수적인 특징은 아니다.[3]

폐쇄성 무호흡(obstructive apnea)은 흉부와 복부의

호흡운동은 지속됨에도 코와 입을 통한 기류가 정지되는 것으로 정의된다. 폐쇄성 무호흡은 흔히 심한 몸부림을 보이면서 종료된다. 또한 몸부림과 함께 턱 근전도 장력의 상승, 눈의 움직임이 발생할 수 있고, 심전도에 움직임 잡파(artifact)가 출현할 수 있다. 또한 무호흡 삽화가 종료되면서 뇌파기록에 근육 잡파, K 복합체, 또는 5~10초간의 알파 활동이 흔히 나타난다.

혼합성 무호흡(mixed apnea)은 중추성 및 폐쇄성 요소를 모두 보인다. 혼합성 무호흡은 처음에는 중추성 무호흡의 특징으로 시작하나 이어서 폐쇄성 무호흡의 특징이 이어지는 무호흡을 말한다. 그러나 영아에서는 이러한 순서가 역전될 수 있다.[3] 임상적으로 혼합성 무호흡은 폐쇄성 무호흡의 의미와 동일한 것으로 본다.

(2) 호흡저하(hypopnea)

호흡저하는 수면중 최소 10초 이상 지속되는 호흡량의 감소(기류가 약 50퍼센트 감소)로 정의되며 대개 혈중 산소포화도의 감소가 동반된다. 그러나 기류감소의 정의에 대한 기준에 논란이 있어서 호흡저하의 정의에는 문제가 있다.[8] 일반적으로 기류의 감소란 호흡장애가 발생하기 전인 정상 기류의 50퍼센트 또는 2/3 이하라고 인정되고 있다.[25] 호흡저하에 동반되는 산소포화도의 저하에 대한 정의도 "없음"에서 "4퍼센트"로 다양하며, 호흡저하와 관련되는 각성도 "동반되어야 한다"는 제안에서 "없어도 된다"는 등 이견이 있다.[8]

(3) 무호흡-호흡저하 지수(apnea-hypopnea index, AHI)

AHI는 수면무호흡증의 진단을 내리고 심한 정도를 정하기 위하여 가장 흔히 사용되는 기준이다.[8] AHI는 수면 시간당 무호흡과 호흡저하 삽화의 수를 총수면시간으로 나눈 것으로 정의된다. 즉 AHI는 (총무호흡수+총호흡저하수)÷총수면시간 (시간)으로 산출된다. 비정상적인 AHI의 절단점에 대한 일치된 의견은 없다.[8] 그러나 대개 성인에서 AHI가 5 이상이면서 주간 수면과다증 등의 증상이 있으면 비정상으로 인정된다.[26] 일부 연구자들은 AHI 보다 시간당 산소포화도가 4퍼센트로 떨어진 회수인 산소불포화지수 4퍼센트(oxygen desaturation index 4%, ODI4)가 수면관련호흡장애의 일관성 있는 측정법이라고 제안한다.[27] 각 수면단계별 그리고 체위별 AHI의 산출이 가능하여 서로 비교할 수 있다. 또한 무호흡과 호흡저하로 보낸 시간의 백분율이나 코고는 시간도 계산된다.

3) 심혈관계 및 산소포화도

심부정맥은 물론 심장박동수와 혈압이 필요에 따라 보고된다. 심혈관계 장애에 대한 표준 보고양식은 없다. 산소포화도의 분포 패턴은 히스토그램으로 보고되며, 산소포화도의 일정 퍼센트 이하에서 보낸 시간 등도 계산된다.

4) 뇌파각성(EEG arousals)

수면장애가 있는 많은 환자들과 일부 노인의 수면에서는 짧은 각성이 빈번히 관찰된다. 각성은 일시적이고 대개 행동적인 각성(behavioral awakening)을 유발하지 않는다. 각성을 일으키는 원인은 다양하며 일부는 확인이 가능하나(예로 무호흡, 다리의 움직임, 통증 등) 어떤 경우(노인의 수면, 일부 불면증 환자들)는 특발성이다. 각성은 수면을 분절시키기 때문에 주간 수면과다증을 일으킬 수 있다. 짧은 각성은 표준 PSG에서 확인이 가능하며, PSG상 뇌파 주파수의 급격한 변화(각성상태를 시사하는) 그리고/또는 근전도 장력의 짧은 증가가 특징적이다. 뇌파각성은 뇌파의 주파수가 급격히 변화함을 의미하며, 이는 쎄타, 알파 그리고/또는 16헤르츠 이상의 주파수 등을 포함하나 방추파는 제외한다. 미국수면장애협회 수면장애 특별위원회에서 정한 뇌파각성의 계산은 다음 규칙을 따른다:[28] 1) 피검자는 뇌파각성으로 계산되기 전에 어떤 단계의 수면으로 최소 10초 이상 자고 있어야 한다, 2) 각성과 다음 각성 사이에 최소 10초 이상의 수면이 있어야 2개의 각성으로 계산한다, 3) 뇌파 주파수의 변화는 최소 3초 이상 지속되어야 각성으로 계산된다(3초 지속 기준), 4) 비렘수면에서의 각성은 턱 근전도 전압의 동반 증가 없이도 발생할 수 있다, 5) 렘수면에서의 각성은 턱 근전도 전압의 동시 증가가 동반될 때에만 각성으로 계산된다, 6) 각성은 턱 근전도 전압의 단독 변화만으로는 계산되지 않는다, 7) 잡파(artifact), K 복합체, 또는 델타 파는 앞에서 정의된 것과 같은 뇌파 주파수의 변화가 동반되지 않는 한 각성으로 계산되지 않는다. 만약 이런 활동들이 뇌파 주파수의 변화에 선행한다면 이런 활동들은 3초 지속 기준의 계산에 포함되지 않는다. 반면에, 뇌파 주파수의 변화 중에 발생한다면 계산에 포함된다, 8) 펜 절단 잡파의 발생은 뇌파 각성 패턴이 연이어져야 각성으로 여겨진다. 이때 펜 절단 부위는 3초 지속 기준 계산에 포함된다, 9) 동시에 발생하지 않지만 연이어 발생하는 뇌파와 근전도의 변화가 각각의 지속 시간은 3초가 안 되지만 합칠 경우 지속 시간이 3초 이상이어도 이는 각성으로 계산되지 않는다, 그리고 10) 비렘수면중에 10초당 한번 이상의 비율로 발생하는 3초 미만의 알파 활동의 침입은 각성으로 계산되지 않는다. 3초간의 알파 수면은 10초 이상 알파 파가 없는 수면이 선행하지 않으면 각성으로 계산되지 않는다.

5) 다리운동 및 주기성사지운동

다리의 운동(leg movements)은 교정전압(bio-claibration)보다 최소 25퍼센트 증가된 전비골근 활동이 0.5~5초 동안 발생하는 것으로 정의된다.[7] 다리의 운동은 입면시 반사운동(sleep starts), 렘사지운동, 위상성 EMG 활동, 그리고 호흡장애관련 다리의 운동과 감별되어야 한다.[7] 다리운동지수(leg movement index, LMI)는 총 다리운동 회수÷총수면시간 (시간)이다.

주기성 사지운동은 5초에서 90초 간격(대개 20~40초)으로 4개 이상의 사지운동이 계속해서 발생하는 것을 말한다. 주기성 사지운동이 수면장애에 미치는 영향을 평가하기 위하여 각성(arousal 혹은 awakening)과 관련되는 사지

운동이 계산된다. 사지의 운동에 이어 3초 이내에 각성이 발생해야 서로 관련되는 것으로 한다. 호흡장애에 의한 사지운동은 주기성사지운동에 포함되지 않는다. 주기성사지운동지수(periodic limb movement index, PLMI)는 총 주기성 사지운동 회수÷총수면시간 (시간)으로 산출되며 5 이상이면 임상적인 의미가 있는 것으로 해석한다.[29]

6) 움직임 시간(movement time)

수면중에는 전체적인 신체의 움직임이 흔하며 특히 렘삽화에 인접해서 자주 발생한다. 이런 움직임이 수면중에 발생하고, 수면 바로 전에 선행하고, 그리고 한 epoch의 절반 이상 뇌파의 활동이 불명확하게 되었다면 그 epoch은 움직임 시간으로 계산한다. 이런 패턴이 각성에 선행하거나 각성에 이어지면 이 때는 각성 패턴으로 계산된다. 움직임 시간은 전체수면단계 계산에서 제외되고 별도로 보고된다.[6]

6. 표준교범의 수면기록 및 수면단계 산출법의 한계점

전통적인 PSG은 Rechtschaffen과 Kales의 기준에 따라서,[6] 수면상태를 평가하는데 요구되는 최소한의 정보를 얻고, 호흡, 심박동수와 리듬, 그리고 다리 운동 등의 특정 수면장애와 관련되는 일부 자율신경계나 평활근의 변수를 기록하는데 국한되는 경우가 많다.

일반적으로 수면은 뇌파만으로 흔히 정량화되고 정의된다. 결과적으로 심박동수, 체온, 생리적인 리듬, 근전도 활동, 자율신경계 생리, 그리고 위상성 렘활동 등의 수면에 대한 이해에 도움을 주는 중요한 생리적 정보들이 무시될 수 있다.

뇌파의 전극 부착을 중앙부와 후두부에 제한하는 방법도 해부학적인 정보가 제한됨을 의미한다. 미국뇌파학회에서 PSG 기록에 대한 지침서는 6개 이상의 뇌파채널(양측성 전두부, 중앙부, 후두부, 측두부를 포함하는)의 사용을 권유하고 있다.[30] 물론 이런 권유는 정상적인 수면활동의 해부학적인 분포에 대한 정보를 얻기 위해서라기 보다는 발작파나 비대칭의 징후를 발견하는데 일차적인 목적이 있다.

PSG의 전통적인 기록과 수면단계의 계산에서 20초 또는 30초의 한 epoch 중 최소 50 퍼센트를 차지하는 수면단계가 전체의 epoch을 대표하는 것으로 하기 때문에 최고 49 퍼센트의 수면단계가 평가되지 않고 무시될 수 있다는 문제점이 있다.

현행 수면단계 산출법은 일부 병적인 상황에서 수면을 쉽게 기술할 수 없게 한다. 예로 심한 중증 수면무호흡증 환자에서 빈발하는 무호흡 삽화가 수면을 매우 분절시킨다. 한편 전통적인 수면단계 산출법은 한 epoch의 다수를 차지하는 수면이 그 epoch을 대변하는 것으로 하고 있기 때문에 무호흡에 의한 각성이 많을 때는 그 epoch를 각성으로 계산하기 때문에 이 epoch의 무호흡은 전체 AHI 계산에 포함되지 않는다.

Rechtschaffen과 Kales의 주파수 및 진폭에 대한 서파수면의 정의는[6] 기준에 다소 미흡한 서파가 있음에도 불구하고 서파가 전혀 없는 것으로 나타날 수 있다. 이런 기준은 특히 노인인구에서 서파수면 백분율의 감소를 초래한다. 따라서 나이와 관련하여 서파의 현저한 감소가 발생하므로 노인 수면다원기록의 3, 4단계 서파수면의 계산은 "정점에서 정점까지 75 μV보다 더 큰 전압을 보이면서 주파수가 2헤르츠보다 더 느린 파가 한 epoch의 20 퍼센트 이상 점유하는 것"으로 정의하는 표준계산 기준을 "1~3헤르츠의 주파수와 40 μV 이상의 전압을 보이는 서파가 20퍼센트 이상 점유하는 것"으로 수정하자는 제안이 있다.[31]

하루 밤 동안 기록한 PSG의 자료는 방대해서 Rechtschaffen과 Kales의 기준[6]에 따르는 계산과정은 시간소모가 매우 많은 힘든 작업이다. 따라서 컴퓨터화된 계산법의 등장이 필요하나 현재까지는 epoch을 기본으로 하는 수작업(visual scoring)을 대체할만한 프로그램이 없는 실정이다.

7. 왜 수면 단계를 산출하는가?

PSG의 판독에서 수면 단계를 산출하는 것은 많은 시간을 소모하는 힘든 작업이다. 또한 많은 사람들이 왜 수면단계 평가가 필요한지 의문을 표한다.[4] 예로 호흡기 전문의는 무호흡의 길이, 저산소증의 정도, 부정맥의 출현 등이 주요 관심이기 때문에 시간이 많이 소모되는 수면단계 산출에는 의문을 표한다. 비뇨기과 의사의 관심은 수면시 남근팽창에 있기 때문에 수면단계에는 관심이 상대적으로 낮다. 또한 이비인후과 의사들은 코골이에 관심이 많지 수면단계에는 관심이 덜하다. 심지어 일부의 의사들은 어차피 코골이 수술을 할 것인데 코골음만 확인하면 되지 않느냐는 생각을 하기도 한다. 즉 수면 자체보다는 자신이 관심을 가지고 있는 병리 소견에만 초점을 맞추려고 한다. 그러나 수면다원검사에서 수면단계가 차지하는 의미는 매우 많다.

수면단계에 관심을 가져야 하는 첫번째 이유는 각성, 비렘수면, 렘수면에 따라 생리적인 조절이 아주 다르기 때문이다.[32] 예를 들면 산소와 이산화탄소에 대한 환기반응은 비렘수면중에는 다소 저하되나 렘수면중에는 완전히 소실될 수도 있다.[33] 체온조절반응도 수면단계에 따라 매우 다르다. 즉 비렘수면중에는 경미한 변화만 있지만 렘수면중에는 완전히 소실된다.[32] 따라서 수면중에 관찰되는 병리적인 소견의 의미를 적절히 평가하기 위해서는 생리적인 조절이 수면상태에 따라 현저하게 변화된다는 사실을 염두에 두어야 한다. 두번째 이유는 병리적인 사건들이 수면에 장애를 초래한다는 사실이다. 예로 무호흡증후군이 있는 환자들의 수면은 매우 분절되어 있다. 이런 경우 무호흡증에 대한 치료 후 실시한 검사에서 수면단계의 정상화는 치료의 효과를 뒷받침해주는 의미가 있다. 수면중 발생하는 병리현상과 관련하여 이차적으로 발생하는 각성(arousal)은 주간수면과다증을 유발하기 때문에 임상적으로 중요하고 이에 대한 평가를 철저히 하여야 한다. 예로 무호흡증의 치료에서 무호흡 삽화의 소실, 저산소혈증의 회복, 심부정맥의 감소 등이 호전되었음에도 환자는 여전히 수면중 발생하는 반복적인 각성으로 낮 동안의 기능에 장애를 받을 수 있다. 따라서 이

런 환자에서 호흡기 기능뿐만 아니라 수면과 각성에 대한 평가가 필요하다. 주기성 사지운동장애 때 발생하는 반복적인 각성도 마찬가지이다. 수면단계 평가가 중요한 세번째 이유는 수면상태가 병리현상에 영향을 줄 수 있다는 사실이다. 정상 남성들은 렘수면기에 남근이 팽창된다.[34] 이런 생리적인 현상을 이용한 검사법이 수면시 남근팽창검사(nocturnal penile tumescence)이다. 일부 비뇨기과 의사들은 수면단계에 대한 고려 없이 수면시 남근팽창을 확인하기 위하여 "우표법(postage stamp method)"을 사용한다.[35] 그러나 수면에 대한 평가가 이루어지지 않으면 신뢰할만한 수면시 남근팽창검사가 이루어질 수 없다. 왜냐하면 렘수면이 비정상이거나, 장애받거나, 또는 렘수면이 수면중에 발생하지 않는다면 수면시 남근팽창검사 소견이 비정상적으로 나오기 때문이다. 따라서 수면을 평가하지 않는다면, 팽창이 발생하지 않은 이유가 발기기능의 장애 때문인지 또는 수면장애가 있었기 때문인지 알 수가 없다. 수면무호흡에서도 마찬가지이다. 무호흡 삽화는 렘수면중에 빈발한다. 따라서 수면중에 렘수면을 포함하지 않을 때는 호흡장애지수가 과소 평가될 수 있다. 네 번째 이유로 비정상적인 수면구조가 병의 상태에 대한 지표가 될 수 있기 때문이다. 예를 들면, 렘잠복기의 단축은 주요 우울증의 생물학적 지표로 여겨진다.

8. 수면다원검사의 적응증

PSG는 수면을 이해하는 중요한 수단이다. 어떤 수면장애는 PSG를 통해서만 정확한 진단과 그 질환의 심한 정도를 알 수 있다. 일반적으로 PSG의 적응증이 되는 질환 또는 상태로는 다음이 있다:[36] 1) 수면관련호흡장애의 진단과 평가 2) 주기성 사지운동장애의 진단과 평가 3) 수면중에 이유 없이 깨거나 난폭한 행동을 보이나 임상진단이 불확실할 때 이의 진단을 위하여 4) 불면증에 대한 행동적, 약물학적 치료가 실패하였을 때, 그리고 5) 지연성수면상 증후군 같은 지속적인 일주기리듬장애의 진단.

PSG는 야간 수면의 정량적인 평가를 가능하게 한다. 그래서 처음에는 불면증을 호소하는 환자의 평가를 용이하게 하는데 유익한 수단이 될 것으로 기대되었다. 그러나 PSG의 사용이 일시적 또는 만성불면증의 일상적인 평가에는 지지받지 못하고 있다. 통상적인 PSG는 만성 불면증의 평가에 유용성이 제한적이지만 다음 경우에는 PSG이 도움이 된다고 인정되고 있다:[37] 불면증의 원인으로 수면관련 호흡장애나 주기성 사지운동장애가 있다는 강력한 임상적인 증거가 있을 때; 불면증 치료를 위해 포괄적인 행동적 그리고/또는 약물학적 치료를 시도했음에도 효과가 없을 때 적응증이 될 수 있다.

9. 수면다원검사의 임상적 적용의 한계점

PSG는 불면증의 원인으로 수면관련호흡장애나 주기성 사지운동장애 등이 기여할 때는 이를 확인하는데 도움이 되나 기타 불면증의 원인들을 효과적으로 감별하지 못한다. 특히 PSG는 정신질환에 의한 불면증, 약물 관련 불면증, 근섬유염이나 만성피로 증후군과 관련되는 불면증 등의 진단에는 그리 도움이 되지 않는다.[36]

표준적인 PSG에는 일주기 리듬과 기타 생리학적 리듬의 측정이 포함되어 있지 않고 각성 및 수면 뇌파의 좀더 정교한 공간적, 시간적 분석이 이루어지지 않기 때문에 진단적 도구로서의 유용성에 한계가 있다.

표준 PSG는 검사실에서 이루어진다. 따라서 수면환경과 관련되는 수면장애, 나쁜 수면습관이나 수면부족에 의한 수면장애 등의 외인성 수면장애의 진단에는 적절한 수단이 아니다.

수면장애에 따라 밤마다 증상의 차이가 있을 수 있고(예, 경도의 수면무호흡증, 주기성 사지운동장애 등) 어떤 수면장애들은 산발적으로 발생하기 때문에(예, 수면중 보행장애, 야경증, 야간 후두경련, 야간 경련발작 등) 단 한번의 검사만으로 정확한 진단을 내리기가 곤란한 경우도 있다. 또한 수면검사실의 낯선 환경 때문에 첫 날 검사는 대부분의 정상인과 일부 환자들의 수면을 방해하는 것으로 보여진다. 이를 첫날밤 효과(first night effect)라고 한다. 첫날밤 효과는 수면검사실 분위기와 수면검사기기에 익숙해지면 감소하거나 소실되나 검사비용이 비싸기 때문에 현실적으로 여러 차례 검사하기가 어렵다.

10. 컴퓨터 수면다원기록 분석 및 향후 전망

전통적으로 PSG는 수면다원기록지에 기록되었고 수작업을 통하여 분석되었다. 그러나 용지에 기록된 수면다원 자료의 처리에 따르는 경제적, 시간적 부담, 용지와 펜의 기계적인 문제점들, 그리고 자료의 보관 등의 불편이 전통적인 PSG의 한계점이다. 이러한 불편은 자동화된 PSG로 극복되고 있다. 따라서 용지 기록법을 이용하는 수면센터는 급격히 줄고 있고 PSG의 디지털 기록이 일반화되고 있다. 특히 디지털 컴퓨터 기술의 출현으로 주기분석(period analysis)과 분광분석(spectral analysis) 등의 다양한 분석 기법들이 연구에 이용되고 있다. 그러나 수면기록의 컴퓨터 분석은 각 프로그램의 정교한 분석력에도 불구하고 현재까지는 전통적인 수작업 분석을 대신할만한 신뢰성 있는 분석법이 개발되지 않고 있다.[38]

향후 컴퓨터 기술의 발전으로 현재의 미비점이 개선되리라 기대되며, 신경생리계 및 심호흡계 채널의 완벽히 컴퓨터화된 분석은 시간과 비용을 절약하게 해주고 우리의 눈으로 확인할 수 없는 현상의 발견에도 기여할 것이다.[39,40]

11. 다수면잠복기검사 (multiple sleep latency test, MSLT)

낮 동안의 졸음과 기민성의 측정방법은 수면장애, 특히 수면과다장애의 진단과 기술에 중요한 수단으로 인정을 받고 있다. 졸음과 기민성의 평가를 위하여 여러 가지 방법들

이 개발되어왔다.

기민하게 깨어 있어야 할 상황에서 발생하는 졸음으로 정의되는 수면과다증은 일반 인구의 약 5%에서 발생하며, 인지 및 지적 기능의 장애, 작업시간의 손실, 생산력저하, 작업장에서의 사고율의 증가, 사회 및 가족관계의 장애 등을 초래한다. 또한 주간 수면과다증은 교통사고와 산업현장에서의 사고 등 개인뿐만 아니라 사회적으로도 큰 재앙을 일으킬 수 있는 생명을 위협하는 상황이다.[41] 졸음에 대한 주관적인 호소는 신뢰성이 결여되어 있고 객관적인 보고와 상관관계가 없을 수도 있기 때문에 수면과다증을 호소할 때 이에 대한 신뢰성 높은 객관적인 평가는 중요한 의미를 갖는다.

MSLT는 특정 수면장애의 진단을 내리기 위하여 또는 졸음의 정도를 평가하기 위하여 사용된다. MSLT는 1970년도 중반에 미국 스텐포드대학교 수면연구센터에서 개발되었고,[42] "졸릴수록 더 빨리 잠든다"는 단순한 직관적인 접근 방법과 기면병의 주요 진단 징후인 입면시 렘삽화를 조사하기 위하여 하루 종일 여러 차례(2시간 간격으로 4~5회) 기회를 부여하기 때문에 가장 널리 인정받는 듯 하다. 그 동안 개발된 주관적인 졸음을 측정하는 검사법들 중에 수면과다증이 있는 환자들의 진단적 평가에 가장 널리 사용되는 객관적인 검사법이 MSLT이며 MSLT만이 과학적으로 타당성이 입증된 객관적인 검사법이다.[43] MSLT는 적절한 조건하에서 정확한 기법으로 시행되어야 하고 판독되어야 한다.

12. 수면과다증에 대한 검사법

환자는 자신의 졸음을 과소평가 하는 경향이 있고, 졸음에 대한 주관적인 보고들은 신뢰성이 낮기 때문에,[44] 환자들이 졸음을 보고할 때 이를 정량화 할 필요가 있다. 특히 우울증 같은 정신질환이 있는 환자들에서는 피로감과 권태감이 종종 수면과다증이 있는 것으로 오인되기도 한다. 또한 자극제를 얻기 위하여 수면과다증을 가장할 수도 있기 때문에[45] 졸음에 대한 신뢰성 있는 검사법이 요구된다.

하품, 활동저하, 안검하수, 집중력저하, 머리숙임 등이 흔히 졸린 사람들에서 관찰되는 행동적인 현상이지만 이런 징후들은 그 개인의 동기와 활동에 영향을 받는다. 엡워쓰 졸음척도(Epworth Sleepiness Scale)나 스텐포드 졸음척도(Stanford Sleepiness Scale) 같은 주관적인 평가척도들이 행동적인 지침보다는 좀더 신뢰성이 있으나 주관적인 졸음을 기술하는데 개인차이가 있기 때문에 이의 정확도는 여전히 낮다.[46]

졸음에 대한 전기생리적인 검사법들로는 동공측정계(pupillometry),[47] 유발전위검사(evoked potential studies),[48] 그리고 윌킨선 경계검사(Wilkinson Vigilance Test),[49] 지속적 이동성 감시기법(continuous ambulatory monitoring techniques)[50]과 활동측정기(actigraphy)[51] 같은 수행검사법 등이 있다.

이상의 검사법에 비하여 MSLT의 장점은 MSLT가 졸음의 기능적인 결과, 즉 잠이 드는 것을 직접 측정한다는 점과 어느 시점에서의 졸음만 측정하는 것이 아니라 하루 종일 2시간 간격으로 졸음을 측정한다는 점이다. 또한 MSLT는 졸음의 여러 정도를 발견하는데 효과적임을 충분히 검증받은 유일한 전기생리적 검사법이다.[43]

13. MSLT의 개관

MSLT는 졸음에 대한 정보를 얻고 비정상적인 입면시 렘삽화의 존재를 조사하기 위하여 고안된 검사법이다. 잠들 수 있는 일련의 기회가 표준적인 방법을 이용하여 낮 동안에 2시간 간격으로 주어진다; 잠이 드는 속도로 졸음이 측정되고 렘수면의 출현이 관찰된다.

그 동안 정상인을 대상으로 실시된 연구들에 의하면 MSLT 결과는 검사 전날의 수면양,[52] 성숙 정도,[53] 나이,[54] 수면의 연속성,[55] 검사 시점,[56] 그리고 약물복용[57] 등과 관련된다. 평균 수면잠복기가 MSLT에서 5분 이하면 졸린 환자와 수면부족인 정상인에서 수행력의 감소가 발생하고 부지불식간에 졸게 된다.[52,58] 따라서 MSLT상 이런 병적인 수준은 자극이 적은 상황에서 잠에 들 가능성이 높음을 의미한다.

기면병에서 비정상적으로 렘수면이 조기 출현하는 것이 Vogel[59]에 의하여 처음으로 관찰되었고 Rechtschaffen 등에 의하여 처음으로 기면병의 진단을 내리는데 고려되는 증상 중 하나라고 제안되었다.[60] 실험적 상황에서 졸음이나 조는 경향을 평가하기 위하여 1976년에 처음 사용되던 MSLT는 입면시 렘삽화(sleep-onset REM episode)를 확인하는 중요한 검사법으로도 활용되고 있다.

14. MSLT 실시 방법

1) 일반적인 고려사항

MSLT는 대개 검사 전날의 수면에 대한 정확한 정보를 얻기 위하여 PSG를 실시한 다음 날에 실시된다. MSLT 결과는 검사 7일 전까지의 수면에 의하여 영향받을 수 있기 때문에 수면검사 전 1~2주일간 수면일지를 완성하게 한다.[52]

약물 복용에 대한 정보를 얻어야 하고 필요하다면 소변검사 등을 통하여 MSLT 결과에 영향을 미치는 약물복용을 확인하여야 한다. 수면잠복기에 영향을 미치는 약물로는 진정 수면제, 항히스타민제, 자극제 등이 있으며 렘잠복기에 영향을 주는 약물로는 삼환계 항우울제, 단가아민 산화효소 억제제, 암페타민계의 약물 등이 있다. 따라서 이러한 약물들은 최소 MSLT 실시 2주전에 중단하여야 한다.[61]

MSLT는 일반적으로 야간 PSG가 종료된 후 1.5~3시간이 지난 오전 9시 30분이나 10시부터 시작해서 2시간 간격으로 실시된다. MSLT의 목적은 잠이 잘 오는 상황에서 잠에 드는 속도를 측정하는 것이기 때문에 여러 가지 주의하여야 할 점이 있다. 즉 검사 장소가 조용하고 어두워야 한다. 특히 입면을 방해하는 소음이 없어야 한다. 검사실은 어두워야 하고 검사기간 동안 조명이 일정해야 한다. 방안의 온도도 안락한 수준으로 일정하게 유지되어야 한다. 대개 검사 당일 알코올이나 카페인을 금지하나, 중등도 이상

의 카페인 용량을 갑자기 중단하면 이 자체도 MSLT 결과에 영향을 미친다.[61] 또한 MSLT는 숙련되고 휴식을 충분히 취한 수면다원기사에 의하여 실시되고 계산되어야 한다.

2) 기록 몽타주

표준 몽타주에는 통상적인 Rechtschaffen과 Kales의 유도법이 포함된다;[6] 중앙부 뇌파(C_3 혹은 C_4), 두개의 수평(또는 사위) 안전도, 그리고 턱 근전도. 여기에 후두부 뇌파(O_1 혹은 O_2), 수직 안전도, 그리고 심전도가 강력히 권장된다. 코를 고는 것으로 알려진 환자의 경우에는 코골이가 입면에 영향을 주는 지를 조사하기 위하여 기류와 코골음의 측정이 도움이 된다. 모든 PSG 기록과 같이 전극의 교류저항(impedance)이 10,000 Ω이하로 하여야 하며, 이는 각 검사 전에 확인하여야 한다. 일반적인 MSLT 기록 몽타주가 Table 2에 소개되고 있다.

3) 검사과정

MSLT의 실시방법에 대한 자세한 표준지침이 미국 수면장애협회의 주간수면과다 특별조사단에 의하여 발표된 바 있다.[62] 침대에 누워있는 입원환자를 제외하고는 첫 MSLT 검사 전에 외출복으로 갈아입는다. 각 검사시간 사이에는 침대에서 일어나게 하고 잠자지 않도록 한다. 대부분의 경우 잠자지 않도록 직원이 감시하여야 한다. 피검자가 흡연자라면 각 검사 30분전에는 금연을 지시한다. 검사 15분전에는 격렬한 활동을 삼가게 한다. 검사 15분전에 교류저항을 측정하고 피검자를 화장실에 다녀오도록 한다. 검사 5분전에 신발을 벗고 침대에 누워 꽉 조이는 옷은 느슨하게 하고, 일련의 생물학적 교정전압(bio-calibration)을 실시한다. 교정전압이 끝나면 피검자에게 자가졸음평가척도를 완성하게 하고 잠이 들기 편안한 자세를 취하도록 한다. 계속해서 "편안히 누워서 눈을 감고 잠들도록 노력하십시오", "눈을 감고 계속 누워 계시고, 잠들지 않으려고 애쓰지 마십시오", 혹은 "주무십시오"라고 한 후 검사실 불을 끄고 검사를 시작한다. 이 시간부터 수면잠복기가 계산된다. 검사과정에 대한 소개가 Table 3에 요약되어 있다.

4) 검사 종료

표준적인 MSLT는 불을 끈 후 20분간 피검자가 잠들지 않거나, 1단계 수면의 3개 연속 epoch 또는 다른 수면단계의 첫 epoch이 나타난 후 종료된다. 렘수면의 출현 여부가 검사 목적이 아닌 실험연구에서는 수면이 3 epoch에 걸쳐 연속적으로 나타나면 검사를 종료하나, 임상적으로 렘수면의 발생을 평가하기 위해서는 첫 epoch의 수면이 나타난 후 15분간 렘수면의 출현여부를 확인하기 위하여 검사를 계속한다.[62]

5) 잠복기의 측정

30초 epoch 계산법이 추천된다. 수면잠복기(sleep

Table 2. Recording Montage for Multiple Sleep Latency Test

Referential central electroencephalogram (EEG)(C_3 or C_4)
Referential occipital EEG (O_1 or O_2)
Right horizontal (or oblique) electro-oculogram (EOG)
Left horizontal (or oblique) EOG
Vertical EOG
Mental/submental EMG
EKG
Respiratory flow
Respiratory sounds

Cited from reference 62.

Table 3. Specific Procedures for Multiple Sleep Latency Test

Measure	Time	Procedure
	Prior to testing	
	30 min	Suspend tobacco smoking
	15 min	Suspend vigorous physical activity
	10 min	Prepare for bed
		Remove shoes
		Loosen constricting clothing
	5 min	In bed hooked up
		Calibration series
	45s	Introspective sleepiness measure
	30s	Assume comfortable position for falling asleep
	5s	"Please lie quietly, keep your eyes closed, and try to fall asleep."
	Following lights out	
Sleep latency	0 min	LIGHT-OUT
	$+X_1$ min	First epoch of sleep
REM latency	$+X^2$ min	Unequivocal sleep, e.g., 3 consecutive epochs, end the test for experimental MSLT
	$+X_3$ min	First epoch REM sleep
	X_1+15 min	End the test for clinical MSLT
	+20 min	If no sleep to this point, end the test

Cited from reference 62.

latency)는 불을 끈 시간부터 수면으로 계산되는 첫 epoch까지 경과된 시간으로 정의된다. 30초 epoch 계산에 의하면, 수면이 한 epoch인 30초 중 50 퍼센트 이상을 차지하면 이 기준을 만족시킨다. 피검자가 검사시간 동안에 잠이 들지 않으면 수면잠복기는 20분으로 계산된다. 렘수면잠복기는 수면이 시작된 시간부터 렘수면이 나타난 첫 epoch까지의 경과된 시간으로 정의된다. 5회의 수면잠복기의 평균이 계산된다.[62]

6) MSLT의 해석

MSLT의 기본 가정은 낮은 점수가 졸음이 많음을 의미한다는 것이다. MSLT 결과에 대한 해석은 Richardson 등의 제안을 일반적인 규칙으로 받아들인다.[63] 즉, MSLT의 평균 수면잠복기가 5분 미만이면 졸음이 병적인 수준임을 의미하며, 이는 수행력 장애와 관련된다. 정상 성인의 평균 수면잠복기는 10~20분 사이에 분포하며, 따라서 5~10분 사이의 점수를 진단적으로 애매한 수치(diagnostic gray area)라고 한다. 국제수면장애분류에서 졸음의 정도를 다음과 같이 분류하고 있다.[64]

(1) 경도의 졸음(mild sleepiness)

휴식을 취하고 있을 때나 집중이 필요 없는 상황에서만 발생하는 졸음이다. 예로 조용한 방에 누워있거나, 텔레비전을 시청하거나, 또는 독서를 하는 경우, 그리고 자동차 조수석에 앉아서 가고 있을 때 조는 경우이다. 경도의 졸음은 매일 발생하지 않을 수도 있고 사회적 또는 직업적 기능에 가벼운 장애를 초래한다. 이 정도의 졸음은 MSLT의 평균 수면잠복기 10~15분에 해당하며 정상적으로 건강한 사람들에서 흔히 발견된다.

(2) 중등도의 졸음(moderate sleepiness)

매일 발생하며 중등도 정도의 집중을 요하는 매우 가벼운 신체적 활동 중에 발행하는 졸음이다. 예로 운전 중에 또는 음악회나 영화관에 참석 중에 존다. 중등도 졸음의 증상들은 사회적 또는 직업적인 기능에 중등도 장애를 초래한다. 이 정도의 졸음은 MSLT의 평균 수면잠복기 5~10분 사이에 해당한다.

(3) 중증 졸음(severe sleepiness)

매일 발생하며 경도에서 중등도의 집중이 필요한 신체적인 활동 중에 발생하는 졸음이다. 예로, 식사 중, 옆 사람과 대화 중, 운전 중, 보행 중, 그리고 육체적인 활동 중에 존다. 중증 졸음의 증상들은 사회적인 또는 직업적인 기능에 현저한 장애를 초래한다. 이 정도의 졸음은 MSLT의 평균 수면잠복기가 5분 이하에 해당한다. 평균 수면잠복기가 5분 이하인 환자들은 병적인 졸음이 있다고 여겨지며 작업장 또는 운전 중에 사고의 발생 가능성에 대하여 주의를 주어야 한다.

MSLT에서 렘수면의 확인은 진단에 결정적인 역할을 하므로 매우 신중하여야 한다. 렘수면의 시작과 종료에 대한 규칙이 참고문헌 6에 자세히 소개되고 있다(Fig. 3). 입면

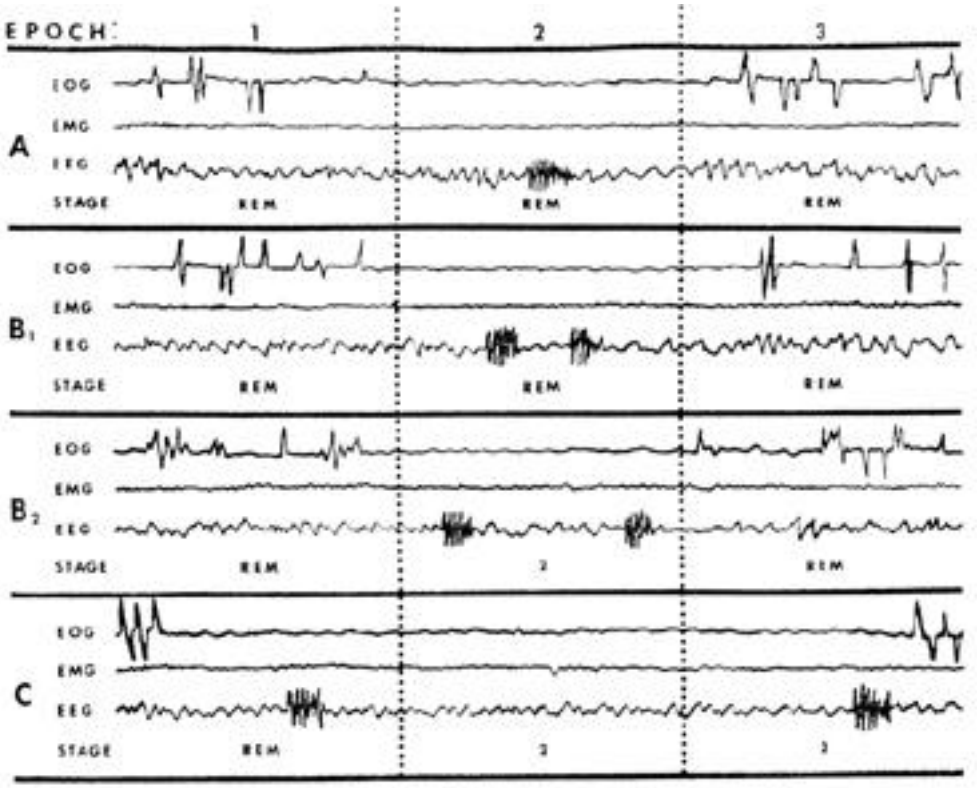

Figure 3. Schematic illustrations of rules from scoring stage REM mixed with sleep spindles (cited from reference 6).

후 15분 이내에 발생하는 렘수면 삽화를 입면시 렘삽화(sleep onset REM period, SOREMP)라고 한다. 이는 기면병 진단에 중요한 의미가 있어서, 5회의 수면잠복기 검사 중 2회 이상 입면시 렘삽화가 발생하면 기면병 진단을 내리게 된다.[65] 정상인에서 표준적인 방법으로 검사했을 때 입면시 렘삽화의 발생은 매우 예외적이다. 그러나 수면무호흡증 환자들의 경우 가끔 입면시 렘수면삽화가 기록된다.[66] 이는 수면무호흡증 환자들의 수면이 만성적으로 분절되거나 장애받고 있음을 반영하거나 기면병과 수면무호흡증이 함께 공존하고 있음을 의미한다. 이런 경우 야간 수면이 정상화된 후 기면병에 대한 재평가가 필요하다. 다른 검사와 마찬가지로 진단적 평가와 해석에서 검사 결과의 절대수치 보다는 의학적인 판단에 더 비중을 두어야 하고 MSLT 결과를 융통성 있게 임상에 활용하여야 한다.

15. MSLT의 적응증

MSLT는 수면과다장애의 평가와 진단에 사용된다. 또한 약물치료에 대한 반응을 평가하고, 야간 수면시간의 양이나 취침시간 결정 등의 치료적 또는 실험적 상황에서 주간 졸음을 평가하는데도 활용되고 있다. 일반적으로 기면병이나 기타 수면과다장애들은 대개 평생 지속되기 때문에 암페타민 등의 정신활성제를 장기간 처방하여야 하고, 이에 따르는 부작용의 문제나 법적인 문제도 있다. 따라서 진단을 정확히 내리는 것은 매우 중요하며, MSLT가 수면과다장애의 진단을 정확히 내리는데 많은 도움을 준다.

1) 기면병

기면병이 의심되는 모든 환자들은 진단을 정확히 내리고 졸음의 심한 정도를 결정하기 위하여 MSLT를 실시한다. 특히 자극제 약물치료 시작 전에 반드시 실시하여야 한다.

MSLT는 기면병 증상에 의한 졸음에 민감하고 신뢰할만한 검사법이다.[67,68] 기면병 환자의 80 퍼센트 이상에서 평균 MSLT 수면잠복기가 5분 이하이다.[67] 처음의 MSLT에서 5분 이상의 수면잠복기를 보인 환자 중 일부는 다시 실시한 재검사에서는 수면잠복기가 이보다 더 단축된다.[69]

MSLT에서 2회 이상의 입면시렘수면발생(SOREMPs)이 기면병 환자의 최소 80%에서 발견된다.[67,68] 따라서 다른 수면장애, 수면박탈, 그리고 알코올, 자극제, 삼환계 항우울제 및 단가아민산화효소억제제 등의 약물에 의한 졸음을 배제할 수 있다면 MSLT에서 2회 이상의 SOREMPs는 기면병의 진단적인 특징으로 받아들여진다.[68] 첫 MSLT에서 SOREMPs가 없던 기면병 환자들도 종종 재검사에서는 2회 이상의 SOREMPs를 보인다.[67]

기면병의 진단은 탈력발작(cataplexy)의 존재나 MSLT상 특징적인 양상의 존재에 따른다.[64] 그러나 탈력발작은 미세한 경우가 흔하고 환자 및 의사조차도 간과하기가 쉽다. 탈력발작이 임상가에 의하여 목격되지 않는다면 기면병 진단은 불확실하다. 따라서 특히 탈력발작이 없을 때는 MSLT를 실시하여 기면병 진단을 확정하여야 한다.

SOREMP를 확인하기 위한 단일 낮잠 검사는 기면병 진단에 적절하지 않다. 한번의 낮잠을 잘 기회를 주어 1회의 SOREMP이 발생하는 것은 정상인, 수면박탈 후, 폐쇄성 수면무호흡증 등의 기타 수면장애 같은 다양한 상황에서 발생할 수 있기 때문에 비특이적이다.[65,70]

2) 폐쇄성 수면무호흡증

폐쇄성 수면무호흡증 환자의 약 80퍼센트 이상에서 수면과다증을 호소한다.[70] 기면병 환자에서보다는 다소 일정치 않지만 폐쇄성 수면무호흡증 환자들의 졸음도 매우 심하고 질병률과 사망률과 관련된다. 그러나 환자들은 자신들의 졸음을 과소평가하는 경향이 있고 흔히 증상을 부인한다.[44] 특히 중등도 이상의 무호흡증 환자들을 대상으로 한 MSLT는 졸음을 거의 호소하지 않음에도 불구하고 대부분의 환자들이 심한 졸음을 경험하고 있고 평균 수면잠복기가 10분 이하임을 흔히 보여준다.[67] 수면 무호흡증 환자들이 MSLT에서 중등도 이상의 졸음을 보일 때 이는 1) 행동상 또는 직업적인 변화의 필요성에 대한 임상가의 권유, 2) 특정 치료법을 권유하는 결정, 그리고 3) 또 다른 추적 검사나 평가를 위한 결정 등에 영향을 미친다.

수면 무호흡증 환자에서 MSLT 실시 중에 가끔 SOREMPs가 관찰되기 때문에 첫 MSLT만으로 기면병의 동시발생 가능성을 배제하기가 어렵다.[4] 사실 많은 수의 기면병 환자에서 반복적인 무호흡 삽화가 보고되며,[65] 수면과다증을 호소하는 환자의 약 6퍼센트에서 기면병과 수면 무호흡증 모두가 존재한다고 보고되고 있다.[71]

3) 기타 수면과다증의 원인들

수면위생 준수 등의 행동요법으로 완화되지 않거나 일시적인 일주기리듬 장애에 의하지 않는 원인 불명의 수면과다증을 호소할 때 MSLT가 적응증이 된다.

특발성 수면과다증(idiopathic hypersomnia)은 탈력발작 같은 렘수면 특징이 없으면서 수면과다를 보이는 장애이다.[64] MSLT는 전형적으로 10분 이하의 수면잠복기를 보이고 흔히 5분 이하인 경우도 많다.[67,72] 기면병과는 달리 특발성 수면과다증 환자의 약 80퍼센트는 MSLT에서 SOREMP가 없고, 5회의 낮잠 검사에서 한번 이상의 렘수면이 발생하는 비율은 5퍼센트 이하로 보고된다.[72] MSLT에서 서파수면이 관찰될 수도 있다.[43]

수면중에 주기적인 사지의 움직임이 특징인 주기성 사지운동장애도 수면과다증과 관련될 수 있다.[41] 주기성 사지운동은 기면병에서 빈도가 높아서 졸음이 주기성 사지 운동과 관련된다고 의심되면 수면과다증의 심한 정도를 결정하기 위해서 뿐만 아니라 기면병의 동시 존재를 확인하기 위하여 MSLT가 권유된다.

기분장애에 의한 졸음은 심한 경우가 거의 없어서 대개는 MSLT를 필요로 하지 않는다. 그러나 졸음의 원인이나 심한 정도가 불확실할 때는 MSLT가 도움이 된다.[73]

일부 진정제들, 즉 수면제, 항우울제, 혹은 항경련제들이 수면과다증을 유발시킬 수 있다.[67,71] 가정에서나 직장에서

완전한 각성상태를 유지하여야 하는 사람이 이러한 약물을 복용 중이라면 졸음을 평가하기 위하여 MSLT가 필요할 수도 있다.

4) 불면증

많은 불면증 환자들은 과각성상태(hyperarousal state)에 있고, 흔히 피로감이나 권태감을 호소하나 이것이 잠에 드는 경향이 증가함을 의미하지는 않는다.[74] 불면증 환자들의 MSLT 평균 수면잠복기는 10분 이상이나 일부 불면증을 호소하는 환자들 중(특히 수면상태오인 증후군) MSLT에서 특발성 수면과다증에서 관찰되는 것과 비슷한 정도의 심한 졸음을 보일 수 있다.[74] MSLT는 불면증을 호소하는 환자가 주간 수면과다증을 호소할 때 불면증을 평가하는데 유용할 수 있다.

5) 일주기리듬 수면장애

교대근무자나 여행시차증후군(jet lag syndrome)에서 관찰되는 것처럼 수면패턴의 급격한 변화 후에 MSLT를 하면 수면과다증을 보인다.[41] 기면병 환자같이 수면과다증이 있는 사람들은 자신의 졸음이 주위에 덜 알려지기 때문에 교대근무를 선호할 수 있다. 따라서 졸음의 정도나 졸음 관련 사고의 발생이 단순히 교대근무에 의한 졸음과 다르다고 의심될 때는 기면병 같은 또 다른 수면장애의 존재 가능성을 배제하기 위하여 MSLT가 필요하다. 일주기리듬 수면장애 환자들의 MSLT 실시 시간이 올바른 판독에 매우 중요하다. 예로 지연성 수면상 증후군(delayed sleep phase syndrome) 같은 경우 평소 졸린 시간인 오전에 실시한 검사에서는 수면과다를 보이나 오후의 검사에서는 기민성이 호전된다.[75]

6) 치료효과의 평가

졸음을 일으키는 어떤 질환에 대한 치료를 효과적으로 실시함에도 불구하고 환자가 수면과다증을 계속해서 호소하고 있고, 졸음을 일으키는 또 다른 수면장애가 의심될 때 현재 진행 중인 치료의 효과를 평가하기 위하여 MSLT가 사용된다. 그러나 치료반응을 평가하기 위한 MSLT의 사용은 진단 목적을 위한 사용에서 보다 덜 분명하다.[76] 일부 기면병 환자들은 자극제 투여로 주관적으로는 효과적임을 보고하나 MSLT의 수면잠복기는 거의 효과가 없음을 보여준다.[67] 이런 현상은 자극제가 임상용량에서 각성을 유지하는 능력은 증가시키나 잠에 드는 경향에는 영향을 미치지 않음을 의미한다.

수면무호흡증 환자들은 기관절제술, 지속적 양압술 또는 연구개술 등의 치료후에 MSLT에서 기민성이 호전됨을 보여준다.[77] 그러나 일부 환자들은 여전히 수면과다증을 보일 수 있다. 수면무호흡증에 대한 치료를 함에도 불구하고 졸음이 계속된다면 치료효과가 없거나, 기면병 등 수면과다증을 일으키는 다른 수면장애가 동시에 존재함을 의미할 수 있다. 그러므로 이런 경우 다른 수면 장애의 존재 가능성을 확인하기 위하여 일부 환자에서 MSLT가 필요하다.

7) MSLT의 반복검사

MSLT가 진단적인 목적이든 또는 졸음의 심도를 결정하기 위한 것이든 적응증이 되는 경우 대개는 한번의 검사로 충분하다. 그러나 다음의 경우에 MSLT 반복 검사가 필요하다:[42] 1) 첫 번의 MSLT가 어떤 이유로 환자의 상태를 적절히 대변하지 못하고 타당성이 없다고 판단될 때, 2) MSLT의 결과가 애매하거나 해석이 곤란할 때, 3) 치료에 대한 반응을 확인할 필요가 있을 때. 그리고 4) 또 다른 수면장애가 의심될 때.

16. MSLT의 한계점

환자의 심리적 그리고 행동상태는 실질적으로 수면을 초래하는 수면과다장애의 결과에 영향을 주며 따라서 MSLT 결과의 해석에도 영향을 미친다. 다른 말로 하면, MSLT는 어떤 개인의 잠에 들 가능성보다는 잠을 잘 경향을 측정한다고 말할 수 있다. 즉 심리적, 행동적, 또는 의학적인 수단으로 정신적인 자극을 받는다면 비록 매우 졸린 사람이라 하더라도 MSLT 중에 잠이 들었다는 증거를 거의 찾을 수 없다.[78] 졸음에 대한 배후의 생리적인 욕구와 실제 졸음으로 나타나는 것 사이의 이러한 불일치는 일부 환자에서, 그리고 어떤 상황에서 MSLT의 신뢰도에 제한을 준다.[41]

17. 요 약

수면과다증은 질병발생률 및 사망률과 관련될 수 있는 생명을 위협할 수 있는 증상이다. MSLT는 수면과다증의 민감한 검사법으로 인정되며, 유일하게 과학적으로 타당성이 있는 객관적인 검사법이다. 이 검사법은 기면병 같은 수면과다장애의 진단을 내리고 졸음의 정도를 결정하는데 유용하다. 그러나 검사 동안에 실제로 졸립지 않는 일부의 환자에서 가음성(false-negative)의 결과를 나타낼 수 있다. 또한 MSLT의 결과를 임상에 적용할 때는 융통성 있는 해석이 필요하다.

항후 MSLT의 정상치, 민감도(sensitivity), 그리고 특이도(specificity) 등에 대한 연구가 더 필요하며 특발성 수면과다증과 수면관련 호흡장애 같은 일부 수면장애의 진단적 고려에서 MSLT의 역할을 명확히 하기 위한 연구도 향후 더 필요하다.

REFERENCES

1. Loomis AL, Harvey EN, Hobart GA. Electrical potentials of the human brain. *J Exp Psychol* 1936;19:249-279.
2. Aserinsky E. Kleitman N. Regularly occurring periods of eye motility and concomitant phenomena during sleep. *Science* 1953;118:273-274.
3. Bornstein SK. Respiratory monitoring during polysomnography. In: Guilleminault C. *Sleep and waking disorders: Indications and techniques*. CA: Addison-

Wesley Publishing Co. 1982:183-212.
4. Carskadon MA, Rechtschaffen A. Monitoring and staging human sleep. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine.* 2nd ed. Phila, W.B. Saunders Co. 1994:943-960.
5. Bloch KE. Polysomnography: a systemic review. *Technol Health Care* 1997;5:285-305.
6. Rechtschaffen A, Kales A. *A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human sleep subjects*. LA: UCLA, 1968:1-11.
7. The Atlas Task Force(Chairman Bonnet M). Recording and scoring leg movements. *Sleep* 1993;16:749-759.
8. Phillips BA, Anstead MI, Gottlieb DJ. Monitoring sleep and breathing: methodology, Part Ⅰ: Monitoring breathing. *Clin Chest Med* 1998;19:203-212.
9. Arnson LA, Rau JL Jr., Dixon RJ. Evaluation of two respiratory rate monitoring systems. *Respir Care* 1981;26:221-227.
10. Skatvedt H, Godtlibsen A, Godtlibsen OB. Nocturnal polysomnography with and without continuous pharyngeal and esophageal pressure measurements. *Sleep* 1996;19:485-490.
11. Levy PF, Pepin JL, Wuyam B et al. Respiratory monitoring in sleep apnea syndrome. *Sleep* 1993;15:S5-S8.
12. Hoffstein V. Snoring. *Chest* 1996;109:201-222.
13. Braver HM, Block AJ, Perri MG. Treatment for snoring. Combined weight loss, sleeping on side, and nasal spray. *Chest* 1995;107:1283-1288.
14. Chediak AD, Acevedo-Crespo J, Seiden DJ et al. Nightly variability in the indices of sleep-disordered breathing in men being evaluated for impotence with consecutive night polysomnograms. *Sleep* 1996;19:589-592.
15. Orr WC. Monitoring gastroesophageal reflux during sleep. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine.* 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:1008-1011.
16. Dijk DJ, Boulos Z, Eastman CI et al. Light treatment for sleep disorders: consensus report. II. Basic properties of circadian physiology and sleep regulation. *J Biol Rhythms* 1995;10:113-125.
17. Biernack H, Douglas NJ. Evaluation of a computerised polysomnography system. *Thorax* 1996;48:280-283.
18. Chase MH. Sleep Mechanisms: Brain electrical activity and sensory processing during waking and sleep states. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:105-124.
19. Ellingson RJ. Development of sleep spindle bursts during the first year of life. *Sleep* 1982;5:39-46.
20. Principe JC, Smith JR. Sleep spindle characteristics as a function of age. *Sleep* 1982;5:73-84.
21. Gaillard JM. Benzodiazepine and GABA-ergic transmission. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine.* 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:349-354.
22. Van Leeuwen S (Chairman). Proposal for an EEG terminology by the terminology committee of the International Federation for Electroencephlography and Clinical Neurophysiology. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1966; 20:293-304.
23. Aserinsky E. The maximal capacity for sleep: Rapid eye movement density as an index of sleep satiety. *Biol Psychiatry* 1969;1:147-159.
24. Siegel JM. Brainstem mechanisms generating REM sleep. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine.* 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:125-144.
25. Moser NJ, Phillips BA, Berry DTR, Harbison L. What is hyponea anyway? *Chest* 1994;105;426-428.
26. Young T. The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med* 1993;328:1230-1235.
27. Kripke DF, Ancoli-Israel S, Klauber MR et al. Prevalence of sleep-disordered breathing in ages 40-64 years. A population-based survey. *Sleep* 1997;20:65-76.
28. The Sleep Disorders Atlas Task Force of the American Sleep Disorders Association. EEG arousals: scoring rules and examples. *Sleep* 1992;15(2):174-184.
29. Montplaisir J, Godbout R, Pelletier G et al. Restless legs syndrome and periodic limb movements during sleep. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:589-597.
30. American Electroencephalographic Society. Guideline fifteen: guidelines for polygraphic assessment of sleep-related disorders (polysomnography). *J Clin Neurophysiol* 1994;11(1):116-124.
31. Webb WB, Dreblow LM. A modified method for scoring slow wave sleep of older subjects. *Sleep* 1982;5(2):195-199.
32. Orem J, Barnes CD. *Physiology in Sleep*. New York: Academic Press, 1980.
33. Phillipson EA, Sullivan CE, Read DJ et al. Ventilatory and waking responses to hypoxia in sleeping dogs. *J Appl Physiol* 1978;44:512-520.
34. Ware JC, Hirshkowitz M. Monitoring penile erections during sleep. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine.* 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:967-977.
35. Barry JM, Blank B, Bioleau M. Nocturnal penile tumescence monitoring with stamps. *Urology* 1980;15:171-172.
36. Standards of Practice Committe of the American Sleep Disorders Association. Practice parameters for the use of polysomnography in the evaluation of insomnia. *Sleep* 1995;18(1):55-57.
37. Reite M, Buysse D, Reynolds C, Mendelson W. The use

of polysomnography in the evaluation of insomnia. *Sleep* 1995;18(1):58-70.
38. Hirshkowitz M, Moore CA. Issues in computerized polysomnography. *Sleep* 1994;17:105-112.
39. Sagal RB, Semery J-P, Belisle CL. Computerized scoring of abnormal human sleep: A validation. *Clin Electroencephalogr* 1997;28:64-67.
40. Feinsilver SH. Current and future methodology for monitoring sleep. *Otolaryngologic Clin North Am* 1999;32:349-356.
41. Roth T, Roehrs TA, Carskadon MA et al. Daytime sleepiness and alertness. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:40-49.
42. Carskadon MA (Chairman): Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT): A standard measure of sleepiness. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine.* 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:962-966.
43. The Standards of Practice Committee of the American Sleep Disorders Association (Chairman Thorpy MJ). The clinical use of the multiple sleep latency test. *Sleep* 1992;15:268-276.
44. Wiggins CL, Schmidt-Nowara WW, Coultas DB et al. Comparison of self-and spouse reports of snoring and other symptoms associated with sleep apnea syndrome. *Sleep* 1990;13:245-152.
45. Thorpy MJ, Wagner D, Spielman AJ et al. Polysomnographic documentation of narcolepsy. *Arch Neurol* 1983;40:126-126.
46. Herscovitch J, Broughton R. Sensitivity of the Standford sleepiness scale to the effects of cumulative partial sleep deprivation and recovery oversleeping. *Sleep* 1981;4:83-92.
47. Yoss RE, Mayer NJ, Ogle KN. The pupillogram and narcolepsy. *Neurology* 1969;19:921-928.
48. Aguirre M, Broughton R. Complex event-related potentials (P300 and CNV) and MSLT in the assessment of excessive daytime sleepiness in narcolepsy-cataplexy. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1987;67:298-316.
49. Wilkinson RT. Sleep deprivation. Performance tests for partial and selective sleep deprivation. *Prog Clin Psychol* 1968;8:28-43.
50. Broughton R, Dunham W, Newman J et al. Ambulatory 24-hour sleep-wake monitoring narcolepsy-cataplexy compared to matched controls. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1988;70:473-481.
51. Newman J, Stampi C, Dunham DW et al. Does wrist-actigraphy approximate traditional polysomnographic detection of sleep and wakefulness in narcolepsy-cataplexy? *Sleep Res* 1988;17:343.
52. Carskadon MA, Dement WC. Cumulative effects of sleep restriction on daytime sleepiness. *Psychophysiology* 1981;18:107-113.
53 Carskadon MA, Harvey K, Duke P et al. Pubertal changes in daytime sleepiness. *Sleep* 1980;2:453-460.
54. Carskadon MA, van den Hoed H, Dement WC. Sleep and daytime sleepiness in the elderly. *J Geriatr Psychiatry* 1980;13:135-151.
55. Stepanski E, Lamphere J, Badia P et al. Sleep fragmentation and daytime sleepiness. *Sleep* 1984;7:18-26.
56. Richardson GS, Carskadon MA, Orav EJ et al. Circadian variation of sleep tendency in elderly and young adult subjects. *Sleep* 1982;5:S82-S94.
57. Lumley M, Roehrs T, Asker D et al. Ethanol and caffeine effects on daytime sleepiness/alertness. *Sleep* 1987;10:306-312.
58. Carskadon MA, Littell WP, Dement WC. Constant routine: Alertness, oral body temperature, and performance. *Sleep Res* 1985;14:293.
59. Vogel G. Studies in the psychophysiology of dreams III. The dreams of narcolepsy. *Arch Gen Psychiatry* 1960;3:421-428.
60. Rechtschaffen A, Wolpert E, Dement WC et al. Nocturnal sleep of narcoleptics. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1963;15:599-609.
61. Carskadon MA, Dement WC. Normal human sleep: an overview. Daytime sleepiness and alertness. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine.* 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:16-25.
62. Carskadon MA, Dement WC, Mitler MM et al. Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT): a standard measure of sleepiness. *Sleep* 1986;9:519-524.
63. Richardson GS, Carskadon MA, Flagg W et al. Excessive daytime sleepiness in man: Multiple sleep latency measurement in narcoleptic and control subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1978;45:621-627.
64. ICSD-Diagnostic Classification Steering Committee; Thorpy MJ (Chirman). *International classification of sleep disorders: diagnostic and coding manual*. Rochester: American Sleep Disorders Association, 1997:23, 38-43.
65. Guilleminalut C. Narcolepsy syndrome. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:549-561.
66. Zorick F, Roehrs T, Koshorek G et al. Patterns of sleepiness in various disorders of excessive daytime somnolence. *Sleep* 1982;5:S165-174.
67. Van den Hoed J, Kraemer H, Guilleminault C et al. Disorders of excessive daytime somnolence: polygraphic and clinical data for 100 patients. *Sleep* 1981;4:23-37.
68. Amira SA, Johnson TS, Logowitz NB et al Diagnosis of narcolepsy using the multiple sleep latency test: analysis of current laboratory criteria. *Sleep* 1985;8:325-331.
69. Kotagal S, Hartse KM, Walsh JK. Characteristics of narcolepsy in preteenaged children. *Pediatrics* 1990;85:205-209.
70. Roth B, Nevsimalova S, Sonka K et al. An alternative to

the multiple sleep latency test for determining sleepiness in narcolepsy and hypersomnia: polygraphic score of sleepiness. *Sleep* 1986;9:243-245.
71. Johnson LC, Spinweber CL, Gomez SA et al. Daytime sleepiness, performance, mood, nocturnal sleep: the effect of benzodiazepines and caffeine on their relationship. *Sleep* 1990:13:121-135.
72. Baker TL, Guilleminault C, Nino-Murcia G et al. Comparative polysomnographic study of narcolepsy and idiopathic central nervous system hypersomnia. *Sleep* 1986;9:232-242.
73. Coleman RM, Bliwise DL, Sajben N et al. Daytime sleepiness in patients with periodic movements in sleep. *Sleep* 1982;5:S191-202.
74. Hauri P, Wisbey J. The MSLT in insomnia. *Sleep Res* 1990;19:234.
75. Thorpy MJ, Korman E, Spielamn AJ et al. Delayed sleep phase syndrome in adolescents. *J Adolesc Health Care* 1988;9:22-27.
76. Hartse KM, Roth T, Zorick FJ. Daytime sleepiness and daytime wakefulness: the effect of instruction. *Sleep* 1982;5:S107-S118.
77. Kryger MA. Management of obstructive sleep apnea: overview. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC. *Principles and Practice of Sleep Medicine*. 2nd ed. Phila: W.B. Saunders Co. 1994:736-747.
78. Jahnke B, Aldrich MS. The multiple sleep latency test (MSLT) is not infallible. *Sleep Res* 1990;19:240.