

수면검사다원검사와 수면잠복기반복검사

양산부산대학교병원 신경과

조 재 욱

Polysomnography and Multiple Sleep Latency Test

Jae Wook Cho, M.D.

Department of Neurology, Pusan National University Yangsan Hospital, Yangsan, Korea

Received 5 June 2012; accepted 7 June 2012.

Polysomnography is used to diagnose many types of sleep disorders including sleep apnea, periodic limb movement disorder, REM sleep behavior disorder, parasomnias, and narcolepsy. It is a comprehensive recording of the biophysiological changes that occur during sleep. The polysomnography monitors many body functions parameters including EEG, EOG, EMG, ECG, respiratory airflow, respiratory effort, and pulse oximetry during sleep. Multiple Sleep Latency Test (MSLT) is performed for diagnosing narcolepsy and excessive daytime sleepiness. It is usually to be done after an overnight polysomnography. The test consists of four or five 20-minute nap opportunities that are scheduled two hours apart.

Key Words: Polysomnography, Sleep disorders

서 론

각종 수면장애를 진단하기 위해서는 자세한 병력청취와 함께 잠을 분석하는 수면검사가 필요하다. 수면다원검사(polysomnography)는 신체로부터 뇌파(EEG), 안구운동(EOG), 근전도(EMG), 심전도(ECG) 등 동시에 발생하는 다양한 생리적 신호들과, 코골이(snoring), 호흡기류(airflow), 호흡 운동(respiratory effort), 혈중산소포화도(oxymeter) 등을 종합하여 기록하는 검사이며, 이를 분석하고 판독하기 위해서는 숙달된 경험이 필요하다. 신경생리신호를 기록함과 동시에 비디오 촬영을 해야 하는데, 몸 전체를 관찰하기 위해서 두 대의 카메라를 사용하는 것이 좋다. 카메

라는 불을 끈 상태에서도 환자의 움직임을 기록해야 하므로 적외선 촬영 장치가 포함되어 있어야 한다.

야간수면을 분석하는 수면다원검사가 대표적인 수면검사지만, 기면증 등의 과다수면증을 보이는 질환을 진단하기 위해서는 추가적으로 수면잠복기반복검사(Multiple Sleep Latency Test, MSLT)가 필요하다. 본 종설에서는 이러한 수면검사에 대해 기술하고자 한다. 수면의 단계 결정이나 판독은 미국 수면학회(AASM, American Academy of Sleep Medicine)에서 정한 규칙을 따라 시행하는 것이 일반적이므로 이에 기초하여 기술하였다.¹

수면다원검사(Polysomnography)

1. 기록 방법(Recording Methods)

1) 뇌파(EEG)

수면다원검사상에서 뇌파는 수면의 단계를 결정하기 위한 기본적인 구성요소다.^{2,3} 일반적으로 3개의 채널을 이용한다. AASM에서 새로 제시된 가이드라인에 따르면 F4-M1,

Address for correspondence;

Jae Wook Cho, M.D.

Department of Neurology, Pusan National University Yangsan Hospital, 20 Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 626-770, Korea

Tel: +82-55-360-2122 Fax: +82-55-360-2152

E-mail: sleep.cho@gmail.com

C4-M1, O2-M1 세 채널을 기본적으로 사용하도록 하고 있다. 수면구조에서 중요한 파형들은 두정부 예파(vertex sharp wave), K 복합체(K complex), 방추형파(sleep spindle), 알파 리듬(alpha rhythm), 고전압서파(high-voltage slow wave) 등이 있다. 표준 기록 속도는 10 mm/sec (30초 에포크)이고, 뇌전증파 등을 확인하고자 할 때는 30 mm/sec로 속도를 변환시켜 확인해야 한다.

2) 안전위도검사(EOG, elctro-oculography)

안구운동기록으로 잠들기 전이나 입면 시 안구가 서서히 움직이는 현상을 관찰할 수가 있고, 렘수면에서 안구운동을 관찰하기 위해서 필요하다. 각막 근처에서는 양(positive)전위가, 망막 근처에서는 음(Negative)전위가 발생되는데, 눈 움직임에 따라 이 전위차가 변하는 것을 전극을 통해 관찰하게 된다. 오른쪽 눈의 바깥 쪽 눈가에서 1 cm 위에 전극을 위치시키고(E2), 왼쪽 눈 바깥 쪽 눈가에서 1 cm 아래에 또하나의 전극(E1)을 위치시켜 사방으로 변하는 눈 움직임을 반영할 수 있다. 전극 위치를 상하 방향으로 하는 이유는 수평 움직임과 더불어 수직 움직임도 관찰할 수 있을 뿐만 아니라 대칭적으로 기록하기 때문에 안구 운동을 더욱 쉽게 확인할 수 있기 때문이다. 민감도(sensitivity)나 필터(filter)의 세팅은 뇌파와 같다.

3) 근전도(EMG)

근전도는 세 곳에서 관찰한다. i)턱(chin) 근전도는 렘수면의 판단에 필요하며, ii) 앞정강근(tibialis anterior)에 붙인 전극으로 주기적 사지 운동증(PLMS, periodic limb movement during sleep)을 확인하고, iii) 늑간(intercostal) 근전도는 호흡 노력을 관찰하는데 중요하다. 만약 이갈이(bruxism)를 보고자 할 때는 깨물근(masseter muscle)에 전극 하나를 더 추가로 부착한다. 턱 근전도를 보는 전극은 하악의 하방선(inferior edge)에서 1 cm 상방, 하방선 아랫쪽으로 턱 중앙선에서 2 cm 좌우로 각각 하나씩 부착하여 총 3개의 전극을 붙인다. 전극의 임피던스는 5K를 넘지 않는다.

4) 심전도(EKG)

수면검사에서는 한 채널로 심전도를 검사하는데, 복장뼈(sternum)와 바깥쪽 가슴 부위에 각각 하나의 전극을 부착하여 기록한다. 부정맥의 유무도 관찰하고, 무호흡과 관련된 심장박동의 확인을 위해서도 필요하다. 만약 수면 검사 중에 심전도 이상을 보이는 환자가 있으면 깨우거나 응급 조치를 취해야 한다.

5) 공기의 흐름(airflow)

호흡은 공기의 흐름을 통해 확인한다. 공기의 흐름은 두 가지 센서로 측정하는데, 숨을 들이 쉴 때와 내 쉴 때의 온도 차이를 감지하여 이를 전기적 저항으로 바꿔 기록하는 서미스터(thermistor)가 있고, 호흡할 때 변하는 공기 속도를 측정하는 비강압전환기(nasal pressure transducer)가 있다. 무호흡이 발생하여 공기의 흐름이 없으면 평평한 파로 기록된다. 공기의 속도를 측정하는 방법이 온도를 재는 것보다 더 예민해서 널리 이용되는 방법이지만, 지나치게 예민하게 잡아낼 수도 있으며, 구강호흡(mouth breathing)을 할 경우엔 호흡이 없는 것으로 나타나는 단점이 있다. 일반적으로 두 가지 센서를 함께 착용하고 검사를 한다.

6) 호흡 노력(Respiratory effort)

탄력적으로 늘어나는 끈으로 만들어진 벨트를 가슴과 복부에 차고 측정한다. 압전 압력측정기(piezoelectric strain gauge)가 벨트에 띠 형태로 장착되어 있는데, 숨을 들이쉴 때와 내쉴 때 가슴과 배 둘레의 압력과 길이 등의 물리적 변화를 전기적 신호로 바꾸어 기록하게 된다. 벨트 하나는 가슴에, 다른 하나는 배에 장착하는데, 이렇게 함으로써 폐쇄성수면무호흡증후군(obstructive sleep apnea syndrome)에 볼 수 있는 모순운동(paradoxical movement)을 관찰할 수 있다.

호흡사건관련각성(Respiratory events related arousals)을 자세히 측정하기 위해서는 식도의 압력을 측정하는 식도압감시(esophageal pressure monitoring)센서를 이용한다. 얇은 튜브 끝에 달린 센서를 식도-위 접경 상방 5 cm 정도에 위치시켜, 호흡 노력이 있을 때 발생하는 흉곽 내 음압(intrathoracic negative pressure)의 유무를 확인한다. 그러나 센서 착용 시 환자가 거부감을 심하게 느낄 수 있고 수면에 방해가 될 수 있어, 착용 여부는 잘 판단해서 결정하는 것이 좋다. 모든 환자에게서 적용하는 것은 아니고, 무호흡이나 저호흡이 중추성인지 폐쇄성인지 정확한 감별이 필요할 때, 상기도 저항이 올라가 있음을 보고자 할 때, 그리고 상기도저항증후군(upper airway resistance syndrome)을 진단하고자 할 때 유용하게 사용할 수 있다.

7) 산소포화도(Oxygen saturation, SaO2)

센서는 주로 손가락에 끼우게 되는데, 귀 끝에 부착시키기도 한다. 산소혈색소(oxyhemoglobin)와 탈산소혈색소(deoxy-hemoglobin)의 빛흡수 정도의 차이를 통해 산소포화도를 측정하게 된다. 특히 코골이나 무호흡 환자에게 그 심한 정도를 보여줄 수 있는 검사다.

8) 호기 이산화탄소(Expired Carbon Dioxide)

호기말이산화탄소분압측정(capnography)는 호기 때의 이산화탄소 정도를 측정하는데, 허파파리 내의 이산화탄소 농도와 거의 일치한다. 수면 중 저호흡(sleep hypoventilation)을 관찰할 때 가장 좋은 검사장비다. 그 외에도 OSAS의 심한 정도나 기저폐질환을 발견할 때도 유용한데, 고가의 장비이므로 설치가 되어 있지 않는 검사실도 많다.

9) 몸위치(Body position)

센서를 몸, 주로 가슴에 부착시켜 잠잘 때 환자의 위치를 확인할 수 있으며, 수면무호흡의 경우 양와위(supine position)에서 무호흡이 더 심해질 수 있으므로 정확한 수면 호흡상태의 판독을 위해서 반드시 필요하다. 지속기도 양압(continuous positive airway pressure, CPAP)의 적정압력을 결정할 때도 양와위의 자세에서 무호흡이 완전히 없어지는지를 확인해야 한다.

10) 코골이(Snoring)

마이크를 목에 부착하여 코고는 소리를 전기적 저항으로 바꾸어 기록한다. 코골이의 강도를 정량적으로 기록하는 준은 아직까지는 없다.

11) 비디오 감시(Video monitoring)

잠을 잘 때 환자의 모습, 사지의 움직임을 알아보기 쉽고, 특히 사건수면(parasomnia)의 유무와 양상을 알아보기 위해 비디오 촬영이 이용된다.

2. 검사의 종류

수면다원검사는 검사의 후반부에 CPAP으로 압력을 조절하는 과정(titration)이 포함되는지 여부에 따라 크게 기본적 수면다원검사(standard polysomnography)와 분할 수면다원검사(split night polysomnography)으로 나눈다.

1) 기본적 수면다원검사

통상적인 수면다원검사 방법으로, 각종 센서를 부착한 다음 불을 끈 후 각성 때까지 그대로 잠을 자면서 검사하는 방법이다. 수면의 구조를 그대로 파악할 수 있고, 각각의 수면 단계가 어느 정도 차지하는지를 정확하게 알 수 있다. 최소한 6시간 이상 검사를 시행하는 것이 좋다.

2) 분할 수면다원검사

폐쇄성수면무호흡이나 코골이 때문에 수면 검사하는 경우 수면의 전반부 약 세 시간 동안 무호흡과 코골이 양상

을 파악한 뒤, 후반부에는 CPAP을 시도하여 적정 압력을 맞추는 방식으로 진행되는 검사다. 한번의 검사로 무호흡의 진단뿐만이 아니라 CPAP의 치료까지 시도해본다는 장점이 있으나, 수면을 분할해서 검사하게 되므로 수면구조를 정확하게 파악하기 힘들다는 단점이 있다. 기본적인 수면다원검사를 시행하여 호흡장애지수(RDI, Respiratory disturbance index)를 측정한 뒤, 다른 날 CPAP압력을 맞추는 검사를 다시 시행하는 방법이 선호되고 있으나, 분할 수면다원검사로 비용대비 효용가치가 높고 진단에 크게 무리가 없어 최근 많이 이용되고 있다.^{4,5} RDI가 검사시작 후 첫 2시간 동안 40 이상이면 CPAP을 시행해 볼 수 있고, 20 이상 40 이하면 수면무호흡의 시간이나 산소포화도의 감소 정도를 고려하여 필요하다고 판단될 경우 CPAP을 시행해 볼 수 있다.

3. 수면 단계 결정(sleep staging)

수면검사를 할 때에는 30초 단위를 한 에포크(epoch)로 하여 구분한다. 각각의 에포크가 수면의 어느 단계인지를 결정하는 과정을 스테이징(staging)이라고 하며 수면판독에서 중요한 작업인데, 규칙을 숙지하기 위해서는 꾸준한 판독을 해보는 것이 중요하다. 수면의 단계는 각성상태, 비렘수면인 N1, N2, N3, 그리고 렘수면 이렇게 총 5개로 구분할 수 있다. 만약 2개 이상의 단계가 한 에포크에 있다면 더 우세한 단계가 그 에포크의 수면 단계이다.

1) 각성상태

눈을 감고 온 몸이 이완된 각성 상태에서 뇌파는 8-13Hz의 알파파 활동이 나타난다. 주로 후두부에서 잘 나타나지만 중앙부에서 나오는 경우도 있으며, 눈을 뜨면 약해진다. 알파파의 모양과 높이는 사람마다 다르므로 검사 전에 환자의 양상이 어떤지 확인하는 보정(calibration)작업이 필요하다. 눈동자를 움직이는 경우가 많으므로 안전위도검사서 빠른 안구운동이 보이거나 눈을 깜빡거리는 동작이 기록된다. 근전도는 지속적으로 항진되어 있는데, 사람마다 기준점이 다르므로 검사 전 보정하는 단계가 판독 기준이 된다. 각성상태에서 잠으로 넘어가는 과정에서 뇌파에서는 알파파가 점차 사라지고 청각적 자극에 대한 반응이 잘 떨어지게 된다. 각성이 아닌 아무 단계나 나오기 시작하면 그 에포크부터 잠이 시작되었다(sleep onset)고 할 수 있는데, 대부분의 경우는 N1단계가 된다.

2) 1단계 수면(N1 sleep)

각성상태에서 보이던 알파파가 작은 진폭(low amplitude)

의, 다양한 주파수(mixed frequency, 보통 7Hz)의 형태로 바뀌어, 한 에포크의 50% 이상을 차지하게 된다. 수초에서 수분간의 불수의적인 느린 안구운동(SEM, slow eye movements)이 보일 수 있으며, 근전도는 각성 때와 큰 차이가 없으나 진폭이 약간 낮아진다. 만약 각성 때 알파파가 잘 나오지 않는 사람이라면 각성 때보다 1Hz 이상 배경파가 느려지면서 4-7Hz의 리듬이 나오거나, 두정부 예파 혹은 느린 안구운동이 나오면 1단계 수면이라 할 수 있다.

3) 2단계 수면(N2 sleep)

각성을 동반하지 않는 K 복합체나 수면방추파가 나오면 2단계 수면으로 접어들었다고 할 수 있다. 2단계를 시사하는 이러한 표지자들이 에포크의 전반부에 나오면 그 에포크가 2단계 수면의 시작이고, 후반부에 나오면 그 다음 에포크가 2단계의 시작이다. K 복합체는 두정부에서 최대치를 보이고 지속 시간은 0.5초 이상이며, 뾰족한 형태의 음형파(well delineated negative sharp wave)와 그 뒤를 따르는 양형파의 형태를 보인다. 젊은 성인에게서는 분당 1-3회의 빈도로 나타난다. 수면방추파는 12-14Hz의 주파수를 가진 방추형의 뇌파로 분당 3-8회의 빈도로 나타난다. 노인에게서는 주파수가 느려지고 지속시간이 짧아지는 경향이 있다.

4) 3단계 수면(N3 sleep)

큰 진폭의 서파(주파수 0.5-2Hz, 진폭 75uV 이상)가 에포크의 20% 이상을 차지하면 N3라 할 수 있다. 과거에는 서파의 분포가 20% 이상 50% 미만이면 3단계, 50% 이상이면 4단계로 구분하였으나 개정된 규칙에서는 이러한 구분 없이 N3으로 분류한다. K복합체나 수면방추파가 간헐적으로 나타날 수 있다. 근전도는 비교적 낮게 유지된다.

5) 렘수면(REM sleep)

렘이란 Rapid Eye Movement의 약자로, 500 msec보다 빠른 속도로 양 눈을 함께 불규칙하게 움직이는 것을 말한다. 수평, 수직, 사선 모든 방향으로 렘이 나타날 수 있으나 수평방향이 가장 뚜렷하고 자주 나타난다. 렘수면이라고 하려면 세가지 조건을 만족시켜야 하는데, i) 낮은 진폭의 다양한 주파수의 뇌파소견, ii) 낮은 턱 근긴장도, iii) 빠른 안구운동이 모두 있어야 한다. 턱 근긴장도가 낮단 말은 다른 수면 단계보다 턱 근전도 진폭이 높지 않아야 한다는 말인데, 대부분의 렘수면에서는 일반적으로 진폭이 최저치이다. 렘수면으로 스테이징된 에포크 이후에 낮은 진폭의 혼합된 주파수(low amplitude mixed frequency)의 뇌파와 낮은 턱 근긴장도가 유지되고, K복합체나 수면방추

파가 나오지 않는다면 렘수면이 지속되는 것으로 볼 수 있다.

수면잠복기반복검사

(Multiple Sleep Latency Test, MSLT)

낮 시간 동안 각성을 유발하는 인자가 없을 때 얼마나 졸리나를 측정하는 방법으로, 전날 수면다원검사를 시행하고 그 다음 날 아침부터 2시간 간격으로 5세션을 진행한다(9시, 11시, 13시, 15시, 17시 혹은 10시, 12시, 14시, 16시, 18시).^{6,7} 검사 전 수면에 영향을 줄 수 있는 약은 2주전부터 복용하지 말아야 하며, 평상시대로 수면을 취하여 수면 박탈이 없어야 한다. 검사 전 한달 동안의 수면습관과 스케줄, 약물복용 사항을 확실하게 파악해야 하므로 미리 수면일지 등을 작성하도록 한다.

일반적으로 전날 수면 검사를 마치고 1시간 30분 혹은 3시간 후 첫 번째 낮잠검사를 시행한다. 야간수면검사를 시행하지 않고 MSLT만 시행할 경우, 졸림증의 원인을 찾기는 힘들고 심한 정도만을 파악할 수 있다. 야간수면검사를 종료하기 위해 억지로 깨운 후 수면잠복기반복검사를 시행하면 결과에 영향을 줄 수 있으므로, 아침에 스스로 일어날 때까지 기다리는 것이 좋다. 평상시와 같은 옷차림으로 검사를 시행하면 일상생활과 같은 느낌으로 환자가 검사에 임할 수 있다.

각 세션 중간에 환자가 침대에 머물러 있으면 졸릴 수 있으므로 침대 밖에서 활동하는 것이 좋지만, 과도한 육체적인 운동은 검사에 영향을 줄 수 있기 때문에 자제해야 한다.

기록은 뇌파(Central, Occipital EEG), 안구운동, 턱근전도를 측정한다. 불을 끄고 환자에게 잠을 자라고 요청한 후 일단 수면에 들면 15분간 지켜보면서 REM수면에 도달하는지 확인한다. 수면이 시작되고 15분 안에 렘수면에 도달하지 못하거나 렘수면의 첫 에포크가 시작되면 검사를 끝낸다. 만약 환자가 20분 안에 수면에 들지 못해도 검사를 끝낸다.

5번의 검사 결과를 종합하여 각각의 수면잠복기(sleep latency, 불을 끈 후 수면에 도달하는 시간)와 렘잠복기(REM latency, 수면이 시작된 시점부터 렘수면 시작까지의 시간)를 측정하여 평균을 구한다.⁸ 정상인은 수면 잠복기가 10분 이상이며 렘수면은 보이지 않는다. 평균 수면잠복기가 8분 이하면 병적인 상태로 간주한다. 야간수면검사에서도 별다른 이상이 없고 충분히 잠을 잤음에도 불구하고, 다음날의 MSLT에서 i)평균 수면잠복기가 8분 이하이며, ii)렘잠복기가 15분 이하로 짧은(SOREM, sleep onset REM) 경

우가 5번의 낮잠에서 2번 이상 관찰되면, 기면증에 부합하는 소견이다.^{9,10}

REFERENCES

1. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson A, Quan SF for American Academy of Sleep Medicine. *The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications*. 1st ed. Westchester, Ill: American Academy of Sleep Medicine; 2007.
2. Rechtschaffen A, Kales A, eds. *A manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep of Human Subjects*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1968.
3. Williams RL, Karacan I, Hursh CJ. *Electroencephalography of human sleep: clinical applications*. New York, John Wiley & Sons, 1974.
4. Rodway GW, Sanders MH. The efficacy of split-night sleep studies. *Sleep Med Rev* 2003;7:391-401.
5. Kushida CA, Littner MR, Hirshkowitz M, Morgenthaler TI, Alessi CA, Bailey D, et al. Practice parameters for the use of continuous and bilevel positive airway pressure devices to treat adult patients with sleep-related breathing disorders. *Sleep* 2006;29:375-380.
6. American Sleep Disorders Association. The clinical use of the multiple sleep latency test. *Sleep* 1992;15:268-276.
7. Carskadon MA, Dement WC. The multiple sleep latency test: what does it measure? *Sleep* 1982;5:67-72.
8. Rechtschaffen A, Kales AD. *A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stage of human subjects*. Los Angeles: UCLA Brain Information Service/Brain Research Institute;1968.
9. Association of Professional Sleep Societies, APSS Guidelines Committee. Guidelines for the multiple sleep latency test (MSLT): a standard measure of sleepiness. *Sleep* 1986;9:519-524.
10. American Academy of Sleep Medicine. *International classification of sleep disorders: diagnostic and coding manual*. 2nd ed. Westchester, Ill: American Academy of Sleep Medicine; 2005.