

# 정상 뇌파

이 광 자  
(이화대학병원 간호부장)

뇌파란 뇌의 전기활동에 의해서 일어나는 두 피상의 그림 사이의 전위변동을 기록하는 것이다. 따라서 뇌에서 일어난 무엇인가의 변화가 전기적인 변화로해서 나타난것을 포착하는 것이다. 그러므로 뇌파검사를 통해서 뇌가 어떠한 상태에 있는가를 진단하는 한 방법이라고 할 수 있다. 본 란에서는 이러한 뇌파에 대한 이해를 돕기위해 뇌파의 기원, 발생기전, 뇌파판독시의 기본 관찰요점 그리고 정상뇌파는 어떤 것인지에 대해 간략히 서술하고자 한다.

## 1. 뇌파의 기원

인간에 있어서의 뇌파의 발견은 Hans Berger 에 의해 이루어졌는데 그는 1902년부터 연구를 시작하여 1924년 독일의 대학병원에서 뇌종양수술을 위하여 왼쪽 두정부에 개두술을 시행한 환자의 대뇌피질로부터 platina 바늘 전극에 의한 증폭의 조작으로 뇌파를 찾아냈다. 그후 여러학자들에 의해 Berger의 업적이 계속 입증되어 EEG를 Berger rhythm이라고 부르기를 제창함으로써 뇌파가 학계에서 인정을 받기 시작하였다. 특히 1936년 미국에서는 쌍극유도법에 의한 국소관장의 기술을 고안하여 뇌파의 임상응용분야를 개척하였다. 제 2차 세계대전중에는 미국 및 독일에서 징병검사 또는 비행사의 적성검사등에 EEG를 응용함으로써 뇌파는 한층 중요시 되었고 또 radar, computer, 기타 전자관장치의 발

달에 의해 뇌파제는 많이 발달되었다.

## 2. 뇌파발생기전

뇌파의 발생은 부위에 따라 잔부뇌파와 심부뇌파로 나뉘는데 잔부뇌파는 대뇌의 표면 2~3mm 두께의 부분, 즉 대뇌의 신피질에는 약 140억에 달하는 각종 신경세포의 연쇄구조가 있는데 이것이 잔부뇌파의 발생에 관여한다. 심부뇌파는 최근에 부활된 것으로 수면중에 발견되면서 학자들은 인간의 정신상태는 위에서 말한 신피질의 뇌파만 가지고는 충분히 설명할 수 없고 다시 구피질과 교피질의 소위 심부뇌파까지도 동시에 이끌어 내서 기록해야 할 필요성에 부딪치게 되었다. 이리하여 1958년에 미국에서 뇌간망상체 내지 대뇌변연계의 뇌파를 캐어서 밝혀졌다.

뇌파는 심전도 및 근전도와 같이 물리학적 특성에 의해서 전위치를 갖는 신경세포(neuron)의 기본적인 특성에 기인하고 있다. 대뇌피질(cerebral cortex)에는 신경세포가 6층을 이루고 있는데 인간의 신경세포는 여러개의 돌기가 있는 세포로 직경이 0.02mm의 구조물이고 다른 생물세포와 똑같이 하나의 핵과 핵소체를 갖고 있다. 신경세포의 일단에는 수상돌기(dendrites)라는 짧은 파상의 가는 섬유가 있다. 이것은 보통 세포주위에서의 자극수용을 위한 것이다. 이것과 대각의 위치에 있는 다른 일단에는 축삭(axon)이

라고 부르는 수상돌기보다 길이가 길고 굵은 섬유가 돌아있다. 이것은 개개의 세포가 딴 구조물이나 세포에 영향을 주기위한 주효과기(effector organ)이다. 축삭은 수피트의 길이로 된 것도 있으나 그 끝은 가는 섬유로 분리되어 이것이 타 신경세포, 선세포, 근세포에 접속된다. 중추신경계는 뉴론이라 불리는 이런 종류의 수역의 세포와 아울러 지지조직과 영양조직(혈관, 뇌척수액)에 의해서 구성되어 있다. 뉴론의 세포부분은 긴관과 같은 axon보다 많은 영양과 산소를 생존을 위해서 필요로 한다. 이 세포들은 glia속에 묻혀 있으며 다수의 모세혈관이 여기에 분포되어 있다. 이들 neuron은 복잡한 synapse 결합을 하고 있다.

피질(cortex)의 중심에 전위변동발생원이 있는데 다음과 같다. ① neuron의 axon, dendrite활동전위, ② cell body의 활동전위, ③ synapse전위, ④ synapse 후전위(EPSP, IPSP), 피질표층의 synapse 망에서 발생하는 EPSP, IPSP가 EEG의 본체를 이루고 있다고 보여진다. EPSP, IPSP는 시상(thalamus)으로부터 조절을 받아 synchronous하게, 또는 asynchronous하게 뇌파리듬을 형성한다고 보여진다.

### 3. 뇌파의 일반적인 관찰요점

뇌파를 일종의 파동현상으로 보면 기본요소로서의 주기(cycle), 진폭(amplitude), 위상(phase)의 세요소를 분석할 필요가 있다. 그리고 다시 기능상의 문제를 분석하기 위해서는 파가 나타나는 방법, 즉 연속성과 비연속성, 규칙성과 불규칙성등에 대해서도 보지 않으면 안된다.

#### 1) 주기(cycle)

파(波)의 골과 골의 간격을 측정하여 주기라 한다. EEG의 주기는 보통 주파수(Hz 또는 c/sec)로 표현한다.

정상인의 뇌파의 주기는 개인적, 국소적, 시간적으로 변화가 극히 적다. 즉 그 사람의 연령, 상태등에 따라 어떤 국한된 주기의 분포가 있는

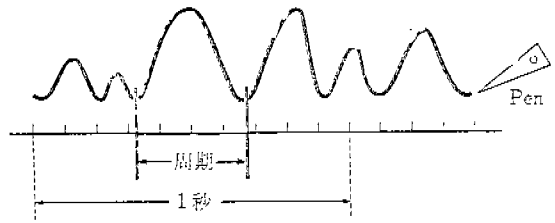


그림 1. 주 기

$$\frac{1(\text{초})}{\text{주기(초)}} = \text{주파수}$$

데 그것은 다음과 같다.

- (1) delta band : 4Hz 미만
- (2) theta band : 4Hz~7Hz
- (3) alpha band : 8Hz~13Hz
- (4) beta band : 14Hz~30Hz
- (5) gamma band : 30Hz 이상

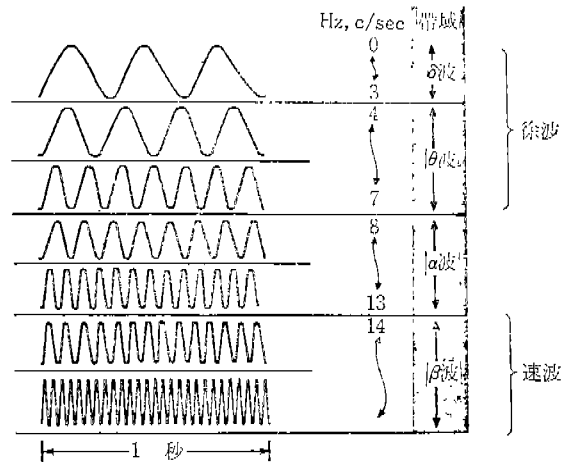


그림 2. 파 령

#### 2) 진폭(amplitude)

파의 골과 골을 잇고 그 파의 정점으로 부터 기선에 수직선을 내려 그 교점과 정점까지의 높이 mm를 측정하고, 교점전압 50μV를 K(5~10mm)로 해서 파의 진폭을 산출한다.

$$\text{파의 진폭} = \frac{\text{측정}(mm)}{\text{교점전압}(Kmm)} \times 50\mu V$$

$$\text{평균 진폭} = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n}$$

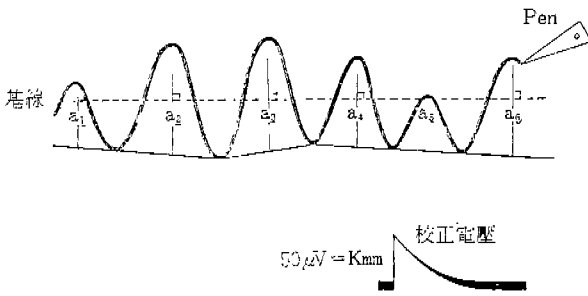
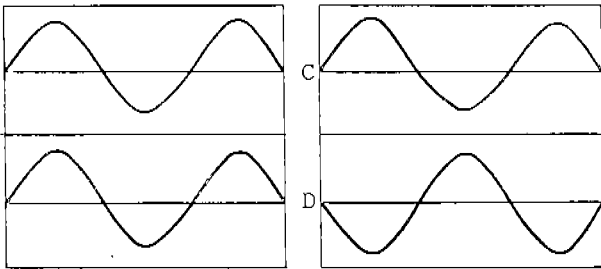


그림 3. 진 폭

뇌파의 성질중에서 가장 민감하게 변하는 것은 이 진폭이다. 그것은 뇌의 생리적 병리적 원인에 의해서 변화할 뿐만 아니라 뇌에 직접으로 관계가 없는 외부조건에 의해서 심하게 변화하기 때문에 심중히 보는 것이 필요하다.

### 3) 위상(phase)

EEG의 위상이란 하나의 유도(誘導)로 기록되어진 波의 한점과 다른 유도로 동시에 기록되어진 波 사이의 시간 또는 극성(極性)의 관계를 말한다. 같은 파형의 EEG에도 부위나 유도법에 따라서 위상이 달라지는 수가 있다.



A와 B는 同位相

C와 D는 逆位相

그림 4. 위 상

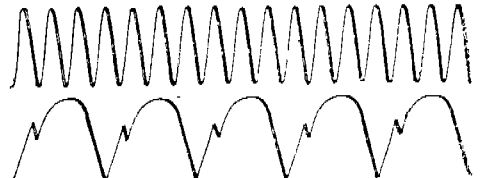
### 4) 규칙성과 연속성

규칙성이란 일정 주기에 비교적 균일한 형으로 출현하는 파의 상태를 말하며 연속성이란 비슷한 형의 파가 연속하여 출현하는 경우를 말한다.

뇌파가 규칙적이냐의 여부는 직관적으로 알 수 있으나 규칙성을 양적으로 표현하기는 어려운 것이다. 이 규칙성의 제요소는 속파(fast wave)

ave) 또는 서파(slow wave)에 비하여 규칙적인 주기를 보이는 알파파가 잘 나타나 있을 것파 기전의 끌림이 작을 것, 그리고 이상의 조건들에 가장 가까운 파형이 동시에 상당한 연속성으로 출현을 계속할 것이 필요요소이다. 이중 세 번째 요소를 연속성이라 부르는데 이것은 넓은 의미의 규칙성과 비슷한 것으로 본질적으로 구별할 수는 없다. 규칙성을 주기에 중점을 두고 있는데 비하여 연속성은 진폭에 중점을 두고 있어 연속성의 고저는 일정시간과의 관계상에 있어서의 뇌파의 균일 혹은 불균일에 의하여 결정된다.

### 연속성(continuous)



### 非連續性(discontinuous)

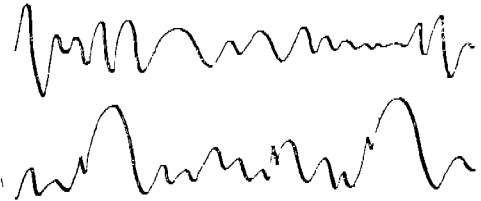
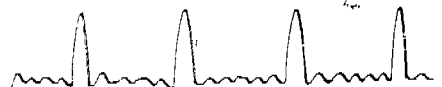


그림 5. 연속성

### 진폭과 주기의 규칙성



### 주기의 불규칙성



### 진폭의 불규칙성



그림 6. 규칙성

## 4. 정상뇌파

정상성인의 작성, 안정시의 뇌파는 10Hz전후의 alpha wave가 주이고 작은 fast wave의 혼입이 있다. Occipital(O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>), parietal(P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>)

부위에서 alpha wave가 율동적이고 진폭도 크다. 그에 비해 frontal, central, frontotemporal 부위는 진폭이 낮고 fast wave가 많다. 또한 좌우대칭부위로 부터 기록한 EEG의 파형은 진폭과 주기가 같고 synchronous하게 나타난다.

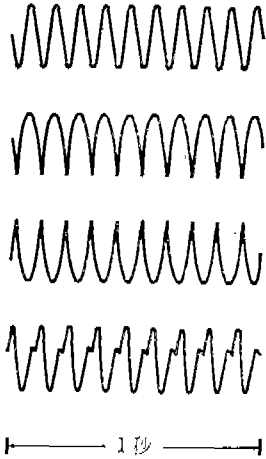


그림 7. 알파파의 여러가지 파형

그러나 이상의 EEG파형은 개인차, 연령, 의식상태의 변화, 정신활동이나 지각자극, 신체의 생리적 생화학적변화, 뇌내의 병적과정 혹은 질환상태에 따라 변화가 있다. 이상의 제 요인중에서 정상범주라고 생각되는 뇌파에 대해 설명하고자 한다.

1) 개인차

동일인의 뇌파는 언제 기록해보아도 비슷하나 각 개인간의 뇌파에서 볼 수 있는 차이 즉 개인차는 정상인간에도 상당히 많이 나타난다. 이런 개인차를 검토하여 4가지형 즉 알파파 우위형, 알파파 준우위형, 혼합알파파형, 알파파 열세형으로 분류하기도 한다. 이러한 개인차는 두개골의 두께, 두피의 전기저항, 물리학적 상위등으로 설명할 수 있으나 많은 사람들이 정신적 개인차와 관계가 있다고 지적하고 있다. 즉 고도의 신경질자는 베타파가 많고 비신경질자는 알파파가 많은 경향이다. 그러나 뇌파는 신경생리학적 지표일뿐, 항상 흥분상태에 가까운 상태에

있는 사람은 알파가 적고 이완상태에 있는 사람은 알파가 많다는 정도에 상관관계는 있어도 그 이상 심리학적 성질과 직접관계가 있다고 하기에는 아직도 실증적 자료가 부족하다.

2) 연령에 의한 차이

대뇌피질의 발달과 더불어 뇌파의 시현되는 경향도 변한다. 따라서 뇌파는 연령에 따라 변화하며 각기 특유한 소견을 나타낸다. 정상뇌파로서의 소견을 나타내는 연령은 20~25세 부터 45~50세까지 대략 30년간이다.

성장에 따른 뇌파의 변화과정은 생후 1년이내 가 현저한 경향을 가진다. 그리고 개인차도 상당히 강하게 볼 수 있다. 신생아의 각성시의 뇌파는 전반적으로 불규칙하고 1.5~2Hz로서 낮은

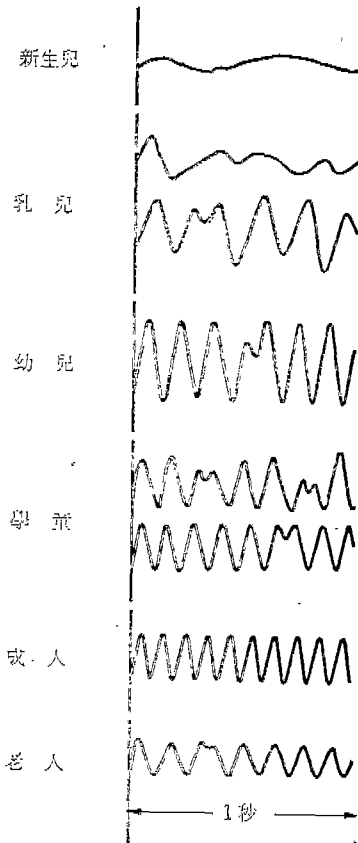


그림 8. 성장에 따른 뇌파의 변화

진폭의 불규칙한 slow wave가 주를 이룬다. 생후 수주간이 되면 서파의 주기는 차차 빨라지고 울동성을 띄게 된다. 이 울동성은 처음에는 두정부에 나타나고 차차 후두부로 이행하여간다. 생후 3개월째에는 4~5Hz의 서파가 주로 되다가 생후 1년째에는 5~8Hz의 비교적 안정된 진폭으로 된다. 4세까지는 비교적 규칙적인 5~6Hz의 파동이 주체가 되고 8~9세가 되면 성인에서 볼 수 있는 안정된 10Hz에 가까운 알파파가 후두부에 출현하게 된다. 14~15세가 되면 빠른파의 혼입도 보이게 되며 성인에서 볼 수 있는 모든 뇌파상을 갖추게 된다. 그러나 아직 전두부에는 5~8Hz의 낮은 파동이 상당히 나타난다. 성인뇌파로서의 상이 완비되는 것은 18~20세가 되는 시기이다. 노년기에는 기본파가 되는 알파파의 주파수가 작게되는 수가 있다. 그러나 학동기에 볼 수 있는 서파상에 비하면 일반적으로 저진폭이고 울동성을 갖으며 비교적 규칙적이다. 더 고령자에서는 산발적으로 서파가 보이게 된다. 이와같은 일반적 경향은 개인차에 의해 노인군에서 볼 수 있는 정상뇌파의 발현율에서 볼 때 60세에 들어서면 적어도 반수 이상이 이상뇌파를 보인다. 또한 사회적으로 활동하고 있는 사람일수록 이상도가 적다.

### 3) 의식상태의 변화와 뇌파와의 관계

의식의 신경기구에 관하여 최근 수년내에 많은 연구가 계속되고 있는데 각성상태시와 눈을 감고 안정하고 있는 정상인의 뇌파에는 규칙적인 알파파가 연속 나오고 눈을 뜨면 진폭이 작은 베타파가 나타난다. 안정시에는 대뇌피질의 세포가 보조를 맞추어서 동기적(synchronous)으로 활동하고 있기 때문에 진폭이 큰 알파파가 나타나지만 뇌가 흥분상태로 되면 각 요소가 각기 난잡한 양식으로 활동하기 때문에 보조가 깨져서 비동기화(desynchronization)가 일어나고 그래서 진폭이 작은 주파수가 빠른 베타파가 나타나는 것이다. 이 현상은 광자극시 뿐만 아니라 음자극 등 타종류의 자극을 가했을 때 또는 피검자에 암산등의 정신작업을 시켰을 시에도

볼 수 있다. 이러한 것들을 종합해서 고찰하면 알파파보다 베타파가 많이 나와 있다는 것은 일단 뇌의 흥분 상태가 높아진 것으로 생각할 수 있다. 이러한 뇌의 흥분수준이 높아지는 방향의 변화에 대하여 다른 방향의 생리적 자연수면은 뇌의 흥분수준이 낮아지는 방향의 변화라 할 수 있다. 그리고 자연수면의 심도의 각 단계의 뇌파는 각각 특징적인 파형을 나타낸다.

수면의 깊이와 EEG변화와의 관계에 관한 분류는 APSS(Association for the psychophysiological study of sleep)에 의한 것이 일반적으로 쓰인다.

#### 1단계 : 입면기와 경면초기

전유도(全誘導)에서 기본파가 억제되고 진폭이 낮은 4~6Hz의 서파와 속파가 나타난다. 그 후 이상의 패턴에 hump(癩波)가 나타난다.

#### 2단계 : 경면기

hump에 14Hz의 sleep spindles(방추파)가 계속해서 나타난다. 다음에 hump는 사라지고 14Hz의 방추파가 출현한다.

#### 3단계 : 중등도 수면기

전유도에서 큰 서파가 출현하기 시작한다. 여기에 14Hz의 방추파가 섞여 있으나 그 빈도는 적다.

#### 4단계 : 심수면기

14Hz의 방추파는 없어지고 전유도에 큰 서파가 불규칙적으로 연속한다.

REM단계 : 4단계 또는 3단계에 이어서 rapid eye movement를 동반한 1단계와 비슷한 EEG를 보이는 시기가 온다.

### 4) 정신활동, 지각자극에 의한 변화

시각자극을 행하면 알파파는 소실하는데 이것을 뇌파울동의 blocking이라고 한다. 시각자극에 비해 다른 지각자극의 효과는 일반적으로 약하다. 특히 청각자극은 blocking의 효과가 미미하다. 상술한 것과 같은 지각자극에 의한 뇌파 변화 이외에도 더욱 지각자극에 직접관계되어 생기는 전위변동이 있다. 예를 들어 눈에 광자극을 주면 그 광의 리듬과 같은 리듬의 전위변

동이 후두부에 나타난다. 이러한 전위변동을 유발전위라고 한다.

#### 5) 신체의 생리학적 생화학적 변화와의 관계

뇌파는 뇌의 대사기능 즉 뇌의 생화학적 변화에 극히 민감하게 반응하므로 이상뇌파 소견의 발견을 용이하게 하기 위하여 생화학적 변화를 강제적으로 일으키는 방법도 있다. 이런 변화가 뇌파에 주는 영향에 관해 간단히 살펴보고자 한다.

(1) 혈액순환: 경도의 빈혈시에 주기는 다소 감소되나 진폭은 높다. 중등도 빈혈시에 주기는 상당히 감소하여 델타파가 출현하고 진폭도 늘어서 대서파의 파형을 보인다. 혈행정지시는 뇌파가 소실하며 경도의 총혈시는 주기가 늘고 진폭은 감소한다.

(2) 탄산가스(CO<sub>2</sub>): 과호흡에 의한 서파의 출현은 혈중의 CO<sub>2</sub>의 결핍 즉 탄산감소(Hypocapnia)에 의한 것이라고 고찰된다.

(3) 산소(O<sub>2</sub>): 과호흡에 의한 뇌파의 변화는 산소의 과잉때문이 아니고 CO<sub>2</sub>의 결핍때문인 것으로 사료된다.

(4) 당(sugar): 포도당은 산소와 더불어 뇌의

주요 에너지원이다. 혈당치가 50mg%를 넘으면 진폭이 큰 서파가 출현하고 혼수에 이르면 기선의 동요와 같은 서파를 보이나 반대로 혈당치의 증대는 그다지 뇌파에 영향을 주지 않는다.

이상의 변화이외에도 기초대사가 저하되면 주기의 감소를 초래하며, 체온이 상승하면 주기가 다소 느다는 보고가 있다.

이상으로 뇌파의 기원, 발생기전, 그리고 뇌파를 판독할 때의 기본적인 관찰요점인 주기, 진폭, 위상, 규칙성과 연속성에 대하여 설명하였고 마지막으로 정상뇌파에 관하여 간략하게 서술하였다.

#### 참 고 문 헌

1. 이창섭, 노재영편역, 뇌파학입문, 서울; 현대의학서적사, 1986.
2. 김영배, 임상뇌파학개론, 서울; 대한뇌파협회, 1978.
3. Gibbs and Gibbs, Atlas of Electroencephalography, vol. 1~4. Massachusetts; Addison-wesley publishing Co. 1958.

#### 〈52페이지에서 계속〉

행하여진 내용으로 환자는 퇴원시 비위관을 삽입한 상태로 계속 비위관 영양공급을 받게 되었으며 호흡곤란 및 저산소혈증은 개선되어졌으나 관장, 자세변경 및 물리치료등의 지속적 간호가 요구되어지는 상태였다.

본 간호원은 지역사회 간호가 아직은 적절치 못한 우리의 상황을 다시한번 느끼며 앞으로 해결해야 할 과제중의 하나라 생각하며 간호 사명을 다친다.