

미숙아와 신생아 뇌파

EEG in the Premature and Full-term Neonate

정 희 정

Hee Jung Chung, M.D.

서 론

신생아 뇌파는 성인에서와는 달리 정상, 비정상의 기준이 수태연령에 따라 다르기 때문에 뇌파판독에 상당한 훈련이 요구된다. 또한 제대로 된 뇌파를 얻기 위해서는 뇌파 검사자가 특별한 기술을 습득해야 되는 등 어려운 점이 많으나, 하지만 뇌파검사는 비침습적 검사인데다 신경계의 기능을 평가하고 감시하는데 매우 유용한 검사이다. 특히 미숙아에서 호흡기를 달고 있는 경우 치료목적으로 pancronium bromide(pavulon)라는 근육이완제를 사용하여 의인성 마비(iatrogenic paralysis)를 유도하는 경우가 많은데, 이 경우 마비 때문에 신경학적 검사로는 환자의 상태를 전혀 파악할 수 없으므로 신생아 뇌파가 신경기능 평가의 한 방법으로 사용되고 있다. 또한 신생아기에는 정상 신생아에서도 tremors, jitteriness, startle, apnea-bradycardia, REM sleep activity 같은 돌발행동(paroxysmal disorders)이 많이 나타나게 되어 신생아경련과 구별이 힘든데, 이것을 구별하는 데에도 뇌파검사가 매우 유용하다. 나아가서 이러한 간질성경련(epileptic-based seizures)의 진단 뿐 아니라, 신생아경련의 약 80%를 차지하는 임상증상이 동반되지 않는 무증상 경련(subclinical seizures)의 경우¹⁾는 뇌파검사의 도움 없이는 진단이 불가능하다.

이상과 같이 신생아뇌파검사는 신경계의 기능을 평가하고 감시하는데 사용될 뿐 아니라 신생아경련의 진단에 필수적이며, 나아가서 환자의 예후를 예측하는 데에도 신생아와 미숙아시기 모두에서 매우 예민한 검사로 알려져 있다.^{2,3)} 또한 이 시기의 일부 질환은 뇌파검사만으로도 그 질환의 원인을 추정할 수 있기 때문에(예 : 헤르페스 뇌증, 뇌출혈

이나 뇌경색, Aicardi 증후군 등) 뇌파검사의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다.

본 고에서는 신생아와 미숙아뇌파의 판독에 필요한 중요한 개념들과 수태연령에 따른 정상뇌파의 기준, 신생아뇌파와 성인뇌파의 차이점과 함께 비정상 신생아뇌파에 대하여 살펴 봄으로써 다양한 신생아 뇌질환의 진단과 치료, 원인과 예후의 예측에 도움이 되고자 한다.

신생아뇌파 검사의 기술적 측면

신생아는 머리둘레가 작아 10/20 구성의 모든 전극을 다 붙이기 힘들기 때문에, 전극의 위치를 약간 수정하고 일부 전극을 생략해서 사용한다(Fig. 1). 즉 FP3, FP4는 일상적인 frontal polar(FP1, FP2)와 frontal(F3, F4)의 중간 지점에 위치 시키고, C3, C4(central, parietal, or parasagittal areas), T3, T4(midtemporal or paratemporal), O1, O2(occipital)와 Fz(frontal vertex), Cz(central vertex), Pz(parietal vertex)만을 사용하는 것이 보통이다.⁴⁾ 이외에 환자의 임상행동상태의 평가에 매우 중요한 생리적 지표들, 즉 안구운동 전극, 비강 혹은 흉복부의 호흡감시 전극, 심전도 등을 반드시 함께 기록하여야 한다. 이러한 생리적 지표들과 뇌파를 동시에 기록하기 위해서는 최소한 20 channels가 필요하며, 대부분의 기관에서 단일 montage를 사용한다. 신생아뇌파는 느린 서파인 theta나 delta파로 대부분 구성되어 있고 빠른파는 출현빈도가 비교적 낮기 때문에, 이러한 서파를 육안적으로 더 잘 관찰하기 위해 기록지의 속도를 일반뇌파의 기록속도인 30 mm/sec 보다 2배 느린 15 mm/sec로 기록한다. 필터는 저주파 필터는 0.3~1 Hz 사이, 고주파 필터는 70 Hz를 주로 사용한다.

검사시간은 환자의 여러 임상상태를 모두 기록하기 위해 약 40분에서 60분정도를 기록하는 것이 추천되고 있다. 각 성상태에서 수면상태로 변화할 때의 뇌파의 변화를 확인하

¹⁾국민의료보험 관리공단 일산병원 소아과
Departments of Pediatrics, NHIC Ilsan Hospital, Koyang, Korea
교신저자 : 정희정, 411-360 경기도 고양시 일산구 백석동 1232
TEL : (0344) 900-0260 · FAX : (0344) 900-0039

Table 1. Electroclinical states at term

Electroclinical parameters	Awake	Asleep	
		Active (REM or Dream Sleep)	Quiet (Non REM)
Behavior			
Eyelids	Open	Closed	Closed
Eye movements	Present	REMs	None
Tonic EMG	Variable	Off	On
Phasic EMG	Variable	On	Off
Respirations	Irregular	Irregular : brief apneas	Regular
EEG	Continuous (activite moyenne)	Continuous (activite moyenne)	Discontinuous (trace alternant) and continuous slow wave sleep

*Cited from reference 4

는 것이 환아의 뇌기능평가에 매우 중요하며, 신생아에서 환아가 움직여서 뇌파기록에 문제가 되는 일은 거의 없기 때문에 수면제를 사용하여 인위적으로 수면을 유도하는 것은 매우 부적절하다. 뇌파 검사자는 뇌파기록중 환아에서 나타나는 모든 상태의 변화, 예를 들면, 개안, 폐안, 움직임, 딸꾹질, 깜짝놀람 등의 행동상태와 주변 잡파 발생요인, 뇌파 기록중의 약물투여 여부, 산소포화도 변화 또는 경련 발생시 육안적 관찰에 의한 경련 형태 등에 대하여 빠짐없이 기록하여야 한다. 또 기록이 끝날 무렵에 검사자는 반드시 환아에게 촉각, 시각, 청각 등의 자극을 주어 환아의 반응성(reactivity)이 정상적으로 나타나는지를 기록해야 한다.

정상 신생아 뇌파

1. 행동상태와 수면연령에 따른 정상 배경파의 변화

성인 뇌파와 마찬가지로 신생아 뇌파에서도 환자의 행동상태(biobehavioral state)인 각성, 수면에 따라 뇌파의 배경파가 영향을 받아 육안으로 구별이 가능할 정도로 서로 다른 뇌파형태를 갖게 된다.⁴⁾ 정상 만삭아는 각성기(awake), 동수면기(active sleep, REM sleep) 및 정수면기(quiet sleep, NREM sleep)를 갖고 있으며, 이러한 행동상태는 각 시기마다 특징적 임상상태와 서로 다른 뇌파양상으로 구분이 가능하다(Table 1). 각성기에는 눈을 뜨고 눈동자가 움직이며, 호흡이 불규칙하고, 뇌파기록상 운동잡파(movement artifact)가 관찰된다. 동수면기에는 눈을 감고, 빠른 안구운동이 관찰되며, 호흡은 불규칙하고, 각성기와 마찬가지로 운동잡파를 볼 수 있다. 만삭아에서 각성기와 동수면기의 뇌파소견은 모두 지속적이고 저진폭의 다양한 주파수가 혼재하는 혼합주파수 배경파(activite moyenne)의 형태를 보이게 된다. 정수면기에는 눈을 감고, 눈동자가 고정

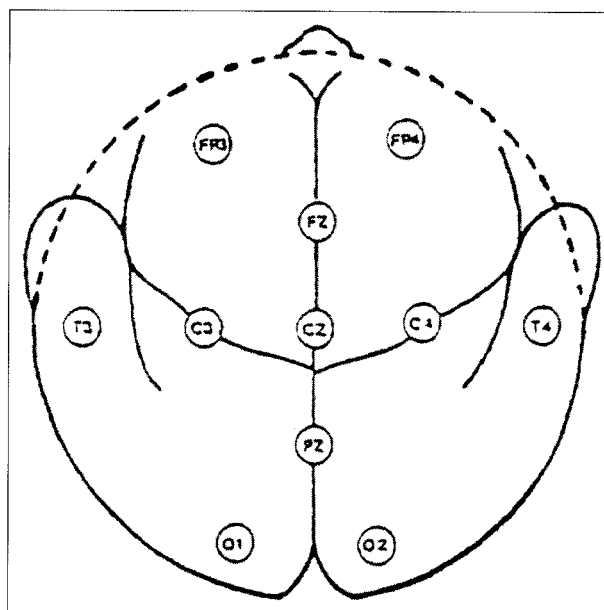


Fig. 1. Neonatal Montage and Channel : 1) FP3-T3, 2) T3-O1, 3) FP4-T4, 4) T4-O2, 5) FP3-C3, 6) C3-O1, 7) FP4-C4, 8) C4-O2, 9) T3-C3, 10) C3-Cz, 11) Cz-C4, 12) C4-T4, 13) Fz-Cz, 14) Cz-Pz, 15) T3-Cz, 16) T4-Cz.

되어 있으며, 호흡이 규칙적이고, 뇌파기록상 운동잡파가 관찰되지 않는다. 정수면기의 뇌파소견은 출생 초기에는 고진폭기와 저진폭기가 교대로 나타나는 교대성뇌파(trace alternant)를 보이고, 이후에는 고진폭 서파(slow waves)가 지속적으로 나타나는 지속성 서파 수면(continuous slow wave sleep : CSWS) 소견을 보인다. 성인의 경우 수면돌입시 바로 정수면으로 시작하는 것과는 달리 신생아에서는 각성기에서 반드시 동수면기를 거쳐 정수면기로 이행되고, 깽 때도 동수면기를 거쳐 각성기로 이행되는 특징이 있다. 신생아에서는 이렇게 주기적이면서 조직적인 행동상태를 잘 보일 수 있는 능력이 있는가의 여부가 바로 뇌의 성숙도와 건강의 척도가 되며, 이 판단은 신생아 뇌파로 가능하다.⁵⁾

또한 앞에서 언급한 바와 같이 신생아뇌파는 환아의 수태연령(conceptional age : CA)에 따른 대뇌피질의 성숙상태에 따라 매우 영향을 받게 되므로⁶⁾ 검사를 시행할 당시의 수태연령이 매우 중요하다. 수태연령이란 출생 당시의 재태연령(estimated gestational age : EGA)과 출생 후 법적연령(legal age : LA)의 합으로 결정된다. 예를들면, 재태연령 40주에 태어난 만삭아와 재태연령 30주에 출생한 생후 10주된 건강한 미숙아와는 동일한 뇌파발달 상태를 기대할 수 있다. 그러므로 신생아 뇌파를 의뢰할 때는 반드시 수태연령을 기록해 주어야 한다.

마지막으로 신생아 뇌파에서의 배경파는 중추신경계의 기능을 저해하는 신생아 질환에 의해서도 영향을 받게 된다.⁷⁾ 이 때의 배경파의 변화는 뇌질환의 원인이 무엇이든 상관없이, 질환의 심한 정도에 따라 경증, 중등도, 중증의 비정상성을 보이게 된다. 이것에 관하여는 나중에 비정상 뇌파에서 자세히 살펴 보겠다.

2. 수태연령에 따른 뇌파 및 행동상태의 성숙과정(Ontogenesis of EEG and behavioral state)

태아의 대뇌피질은 수태 후 8주경에 형성되기 시작하므로, 8주 이후에 최초의 뇌파가 나타나기 시작한다.⁸⁾ 12~14주에는 규칙적인 호흡운동이 시작되고, 16~20주 사이에 태동이 시작된다. 24주가 되면 눈을 감고 뜨는 행동변화가 관찰되기 시작하여 이론적으로는 각성기와 수면기의 구분이 가능하나 아주 원시적인 상태(premordial state)에 머물러 있으며, 뇌파상으로는 계속적으로 비지속적인 뇌파를 보인다. 30주 부터는 각성기와 수면기의 구분이 좀 더 확실해지고, 뇌파상으로도 수면-각성의 구분이 가능하여 각성기와 동수면기에는 비교적 지속성의 배경뇌파를 보이나 정수면기에는 이전과 마찬가지로 비지속적인 배경뇌파를 보임으로써 미숙하게나마 연관성(concordance)이 나타나기 시작한다. 32주는 뇌파발달에 매우 중요한 분기점으로, 32~34주가 되면 각성기와 수면기의 구분이 더욱 확실해져서, 개안, 폐안, 호흡의 규칙성 유무, 동반운동의 유무 등 임상적 특성에 따라 각성 또는 수면이 확실히 구별되며, 임상 행동 상태(clinical behavioral state)와 뇌파양상이 서로 밀접한 연관성을 갖게 되어 뇌파상으로도 각성기, 이행수면기(transitional sleep), 동수면기 및 정수면기가 뚜렷이 구분된다. 또한 이 시기에는 외부 자극에 의해서 뇌파가 변화하는 반응성도 관찰되기 시작하여, 정수면기에서 외부자

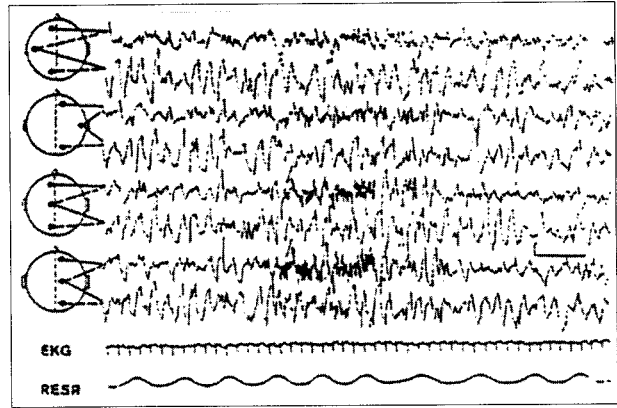


Fig. 2. CSWS and spindles, recorded from a 8-week-old full-term baby during quiet sleep.

극에 의해 깨어났을 때의 반응(arousal response)인 저진폭 배경파(diffuse low voltage activity)의 소견을 보이게 되는데 이것은 cortical activity의 desynchronization 때문이다.⁹⁾ 36~38주가 되면, 임상적으로는 6개의 구분할 수 있는 행동상태(각성, 졸림, 이행기수면, 동수면, 정수면, 깨어남)가 관찰되고, 뇌파는 동수면기나 각성시에는 지속성인 저진폭 또는 중진폭의 혼합 주파수 배경파(activite moyenne)가 정수면기에는 과거의 비지속적 뇌파(trace discontinu)와 다른 교대성 뇌파(trace alternant)가 나타난다. 40~44주 사이에는 이전에 출현하던 미숙한 뇌파양상들(예 : delta brushes, encoaches frontales, anterior dysrhythmia 등)이 사라지게 되고 좀 더 성숙한 수면 뇌파인 지속성 서파 수면(CSWS)이 정수면기에 나타나며, 44~46주 사이에 수면 방추파(sleep spindles)가 출현한다(Fig. 2). 뇌파는 이후에도 계속 성숙되어 출생 후 4개월이 되면 전체 수면에서 차지하는 동수면기의 비율이 성인에서의 비율과 비슷하게 되어 50%에서 20%로 감소되고,¹⁰⁾ 각성기에서 수면기로 들어갈 때 동수면기를 거치지 않고 정수면기로 직접 들어가는 성인형 수면형태를 갖게 되며, 각성기에는 alpha파와 mu파의 전구파(precursors)가 후두부와 중심부에서 관찰되기 시작한다.¹¹⁾ 또한 이 때는 정수면기에 수면 방추파가 비동기성으로 길게 나타나며, 두정부 예파(vertex sharp waves)가 중심 두정부(Cz)에서 보이기 시작하고 출생 후 6개월이 되면 좀 더 확실히 관찰된다(Fig. 3).

3. 신생아 배경뇌파에서의 중요한 개념들

1) 지속성(Continuity)과 비지속성(Discontinuity)

지속성 뇌파는 배경 뇌파의 진폭(voltage)이 비슷한 수

CONCEPTIONAL AGE (wk)	BEHAVIORAL STATE	
	Awake	Asleep
<29	A	
30	B	TD
32	C	TD
36	AM	TA
40	AM	TA CSWS
44	AM	CSWS
46	AM	CSWS

Fig. 3. Evolution of continuity. A : premordial discontinuity, TD : trace discontinu, TA : trace alternant, AM : activite moyenne, CSWS : continuous slow wave sleep.

준으로 계속되는 상태를 말하고, 비지속성 뇌파는 고진폭의 뇌파와 저진폭의 뇌파가 교대로 반복되는 상태를 말한다. 고진폭 뇌파기간을 군발기(burst period)라고 하고, 군발기와 군발기 사이를 군발간기(interburst period)라고 한다. 군발기에는 각 연령마다의 특징적 율동파(rhythm)와 파형(pattern)이 관찰될 수 있고, 군발간기에는 뇌파의 진폭이 거의 영점에 가깝거나(trace discontinu), 군발기에 비해 현저히 낮은 진폭의 뇌파들로 구성된다(trace alternant). 앞에서 언급했던 대로 수태 연령 24~28주의 미숙아 뇌파는 수면, 각성 상태에 관계없이 비지속성 뇌파로 구성되는데 비해, 연령이 증가함에 따라 차츰 지속성 뇌파로 변화되어 간다. 30주가 되면 동수면기에는 비교적 지속성인 뇌파가 나타나기 시작하며 수태연령이 증가함에 따라 지속성을 보이는 기간도 길어진다.⁴⁾ 32주가 되면 동수면기 중에는 장기간의 지속성 뇌파를 보이게 되어, 32주는 지속성 뇌파가 비지속성 뇌파보다 더 많은 비율로 나타나게 되는 중요한 분기점이 된다. 32주 이후에는 동수면기에는 지속성 뇌파를 보이고 비지속성 뇌파는 정수면기에만 한정되며, 이 때의 군발간기의 진폭은 25 uV 이하인 trace discontinu로 나타난다. 이러한 군발간기의 진폭은 아기가 성숙해 가면서 점차 25 uV 이상으로 높아져 trace alternant로 이행된다(Fig. 4). 두 경우 모두 외부에서 자극을 주면 깨어나면서 저진폭의 뇌파로 바뀌는 반응성을 보인다. 이 교대성 뇌파는 아주 심한 중증의 급성뇌증에서 자주 동반되는 매우 비정상적인 군발-억제뇌파(burst-suppression)와 꼭 구별해야 한다. 군발-억제뇌파에서는 외부 자극에 전혀 반응성을 보이지 않으며, 군발기 뇌파도 비정상적인 자파나 예파로 구성되어 있고, 군발간기의 진폭도 매우 낮으며, 군발간

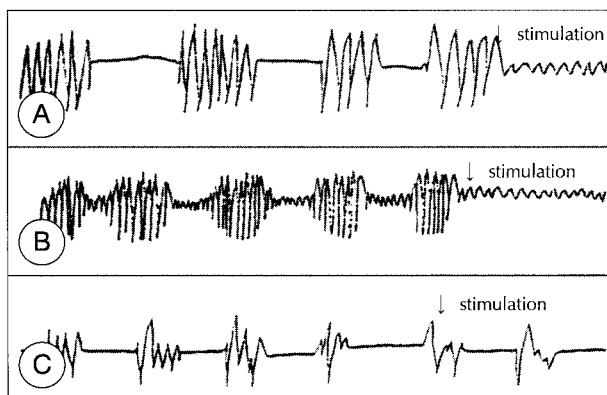


Fig. 4. Discontinuous EEG activity. A) Normal quiet sleep in a 33-week preterm baby : trace discontinu. B) Normal quiet sleep in a full-term baby : trace alternant. C) Burst-suppression pattern, which fails to show reactivity.

기의 기간이 trace discontinu나 trace alternant 보다 더 긴 경향이 있다. 이러한 군발-억제뇌파는 중증의 급성뇌증 상태를 시사하는 것으로 나중에 신경학적 장애를 동반할 가능성이 매우 높다.²⁾ 이렇게 정수면기에만 보이던 비지속성 뇌파는 수태 연령 44주, 즉 만삭 출생후 약 1달이 지나면 점차 없어져 가고, 고진폭의 세타파와 감마파가 지속적으로 나타나는 지속성 서파 수면의 형태로 발전하게 된다. 44~46주가 되면 좀 더 발전된 수면파인 수면 방추파가 출현하게 된다.

군발기와 군발간기의 길이는 수태연령에 비례하여 변화하게 되어,¹²⁾ 미숙할수록 군발간기의 길이가 길어지고 만삭에 가까워질수록 짧아진다(Fig. 5).¹³⁾¹⁴⁾ 또한 군발간기의 길이는 이 시기에 병발하는 환아의 병적 상태(medical condition)에 의해서도 영향을 받아, 저산소증, 허혈증, 고이산화탄소증, 저나트륨혈증, 패혈증 등에 의한 급성뇌증이 있을 경우, 그것의 심한정도에 비례하여 배경파의 비지속성 정도가 과도하게 심해지게(excessive discontinuity) 된다.¹⁴⁾ 예를들면 경도의 과도한 비지속성 뇌파는 대개 일과성의 대사 불균형 상태나 경도의 뇌증을 반영하며, 중증의 과도한 비지속성 뇌파는 훨씬 더 중한 대사성 이상이나 신경학적 이상 소견이 있을 때 나타나게 되나, 급성 뇌증이 차츰 회복되면 과도한 비지속성 뇌파도 차차 정상화 된다.⁴⁾

수태연령에 따른 정상 군발간기의 길이는 저자에 따라 조금씩 차이가 있으나(Table 2), 보통은 수태연령 30주 이전에는 군발간기가 30초를 넘지 않고, 30주 이후에는 어느 경우든 군발간기가 20초 이내면 "30/20 rule"에 따라 정상으로 생각할 수 있다.¹⁵⁾ 건강한 미숙아는 군발간기의 길이가 짧으며 나중에 신경학적으로 정상인 아동으로 성장하게 되

나, 군발간기가 훨씬 긴 병적인 미숙아의 경우는 나중에 비정상적인 발달을 하게 되기 쉽지만 정상발달을 보이는 경우도 적지 않다.⁴⁾ Lombroso는 29주 이하의 미숙아에서 군발간기의 최대 길이가 2분 이내라면 비교적 양호한 예후를 기대할 수 있다고도 보고하고 있어,¹⁷⁾ 과도하게 긴 군발간기가 뇌파에서 나타난다고 해서 나중에 모두 신경학적 장애가 남는 것은 아님을 알 수 있다.

2) 동기성(Synchrony)과 비동기성(Asynchrony)

고진폭 뇌파와 저진폭 뇌파가 교대로 반복되는 비지속성 뇌파의 경우, 양측 대뇌반구에서 고진폭파의 방출 시기가 동시에 이루어 질 경우를 동기성(synchrony)이라고 하고, 양측 대뇌반구가 서로 다른 시기에 고진폭뇌파를 방출하는 경우를 비동기성(asynchrony)이라고 한다(Fig. 6). 양측 대뇌 반구의 비동기성은 Lombroso가 제안한대로 고진폭군발파가 나타나는 시간차가 1.5초 이상 될 때를 말하며,¹⁸⁾ 이러한 동기성 여부는 신생아 뇌파의 성숙도의 지표로 사용되고 있다. 이상하게도 수태 연령 29주이하의 원시적 비지속성(premodal discontinuity) 뇌파를 보이는 미숙아의 경우 동기성은 거의 100%에 이르는 반면, 행동상태에 따른

뇌파상의 변화가 관찰되는 시기인 30~31주가 되면 동기성은 약 50%정도로 감소되게 된다. 이러한 비율은 수태연령이 증가함에 따라 점차 증가되어 만삭아가 되면 다시 100%에 이르는 동기성을 보이게 된다(Table 3).

뇌파의 구성과 별로는 고진폭의 단일율동성(monorhythmic) 델타파, 전두부 예파(frontal sharp waves : encoches frontales) 및 전측 서파(anterior slowing : anterior dysrhythmia)는 동기성으로 나타나는 매우 특징적인 구성과 들이지만, 좀더 성숙한 신생아에서 관찰되는 수면 방추파는 만 2세까지도 비동기성을 보인다.⁴⁾

수태연령에 맞지 않는 과도한 비동기성은 이상소견으로, 흔히 뇌 전체에 영향을 주는 범발성뇌증(diffuse encephalopathy), 즉 뇌실내 출혈, 뇌막염, 주산기질식, 저산소성 허혈성 뇌증 등의 질환에서 흔히 동반된다.⁴⁾ 또한 과도한 비동기성 뇌파 소견은 뇌량 형성 부전(corpus callosum agenesis)을 동반한 뇌이형성증(cerebral dysgenesis) 또는 Aicardi 증후군에서 자주 동반된다.

3) 대칭성(Symmetry)과 비대칭성(Asymmetry)

정상뇌파에서는 양측 대뇌 반구의 서로 같은 부위에서 형성되는 뇌파의 진폭(voltage), 주파수(frequency), 특징적인 배경뇌파 양상(specific background pattern)은 대개

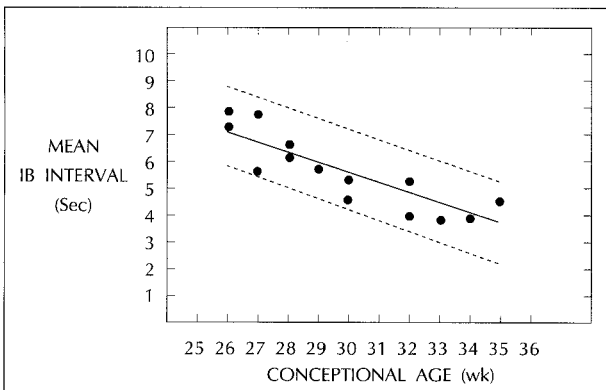


Fig. 5. Mean interburst intervals of 12 normal newborns.

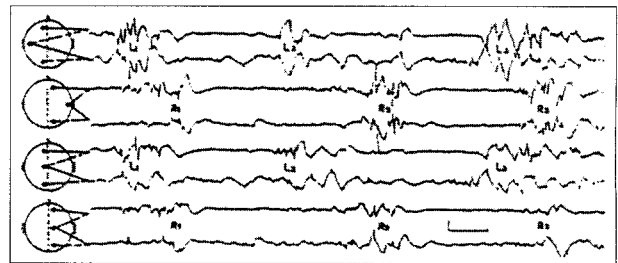


Fig. 6. Interhemispheric asynchrony, recorded from a 3-day-old (37 weeks EGA) infant with congenital heart disease during in-determinant sleep.

Table 2. The influence of conceptional age on the duration of the interburst period

Duration of interburst period(quietness) in seconds												
Sources/Reference	6-7				4-5				4			
Tharp ¹⁴⁾	6-7				4-5				4			
Anderson et al ¹²⁾	8-16				5-14				4-11			
Scher ⁶⁾	<40				<30							
Eyre et al ¹⁶⁾	25	25	22	12				10	8	4.0		
Lombroso ¹⁷⁾	"Seconds to 2 minutes"											3.6
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	Term	
	Conceptional Age (WK)											

*Cited from reference 4

Table 3. Interhemispheric synchrony and conceptional age

Reference															
Lombroso ¹⁷⁾	REM					70 - 90%									
	IS	90 - 100%		80 - 100%											
Anderson et al ¹²⁾	NonREM					50 - 70%		60 - 80%		70 - 85%		80 - 100%		100%	
		M=90% R=80 - 100%		M=94% R=79 - 100%		M=94% R=86 - 100%									
		26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Conceptional Age (WK)															

M=mean ; R=range of values ; REM=rapid eye movement sleep ; IS=indeterminant sleep ; NonREM=nonrapid eye movement sleep

*Cited from reference 4

서로 대칭적이다.¹⁹⁾ 부분적이고 일과성인 비대칭성은 정상 아에서도 가끔 나타날 수 있지만, 오랜 기간 기록된 뇌파에서도 계속 이러한 대칭 소견이 나타나지 않을 경우를 비대칭 뇌파라고 하며, 한쪽 대뇌 반구의 국소화된 피질기능 장애를 시사하는 이상 뇌파로 정의한다. 만삭아의 경우 배경 뇌파의 비대칭 소견은 정수면기에서 더 뚜렷하게 관찰된다. 신생아에서 뇌파의 전위는 두피의 부종, 두개 혈종, 뇌 경막하 수종, 전극 부착 상태, 전극의 께의 접속(bridging) 등 기술적인 측면에 의해 많은 영향을 받기 때문에, 어느 부위의 뇌파의 진폭이 비대칭적이라 하더라도 배경 뇌파 자체의 이상 소견, 이상 뇌파의 출현 등 다른 이상 소견이 동반되지 않을 경우는 주의해서 관독하여야 한다. 특히 두피 부종이 심하면 대뇌 피질과 전극과의 거리가 멀어져 전체 전위가 많이 감소할 수 있기 때문에, 피검자의 두피상태나 환자의 자세 등을 뇌파 기록자가 소상하게 관찰해서 기록하는 것이 매우 중요하다

일과성의 진폭-주파수 비대칭 소견은 정상 만삭아의 수면 이행기에서 자주 관찰되는데, 이러한 현상은 양측 대뇌 반구의 수면-각성 주기가 완전히 일치하지 않는에서 연유하는 것으로 추정된다.⁴⁾ 실제로 의미있는 비정상적 비대칭 뇌파 소견은 병적 대뇌 반구의 진폭이 감소함과 더불어 정상적인 빠른파와 울동파(faster or rhythmic waveform)가 감소되고, 국소 서파 또는 이상파가 함께 관찰된다. 수태 연령에 따라 일시적으로 출현하는 전두부 예파, 델타 브러쉬파 등은 매우 대칭적이므로 양측 반구에서 일정 기간 동안 나타나는 숫자를 세어보면, 비대칭 뇌파 소견이 의미가 있는 것인지를 확인하는데 도움이 된다.²⁰⁾

4) 반응성(Reactivity)

뇌파 검사시 특정한 자극을 피검자에게 가할 경우, 배경 뇌파에 변화가 일어나는데, 이러한 현상을 반응성이라고 한

다(Fig. 4). 이러한 반응성은 피검자의 각성-수면 상태와 수태 연령에 따라 각기 다르게 나타난다. 수태 연령 30주 이전의 미숙아에서는 수면과 각성기를 뇌파상으로 구분하기 어렵기 때문에, 반응성이 거의 관찰되지 않지만, 32~34주가 되면 반응성이 나타나기 시작한다. 즉, 이 시기에는 정수면상태의 피검자를 광선 또는 통증으로 자극할 경우, 비지속성 뇌파(trace discontinu)를 보이던 배경 뇌파가 지속성 뇌파로 변화하는 것을 관찰할 수 있다. 정상 만삭아의 경우에도 정수면기에 자극을 주면 두가지의 각성 양상을 보인다. 일시적으로 군발간기가 더 길어지면서 trace discontinu 비슷하게 되었다가 곧 trace alternant로 되돌아가거나, 배경뇌파의 진폭이 갑자기 전체적으로 낮아지는 desynchronization 현상을 볼 수 있다. 정수면 상태에서 자극을 줄 때 뇌파의 변화가 가장 확실하게 나타나기 때문에, 반응성을 조사하기 위해서는 정수면기에 자극을 주는 것이 가장 바람직하다. 반응성이 정상적으로 관찰되는 시기 임에도 불구하고, 이러한 현상이 소실될 경우, 심한 뇌기능 이상을 의미하며 불량한 예후를 갖는 것으로 알려져 있다.²⁰⁾

4. 신생아 및 미숙아 배경뇌파의 구성요소

뇌파의 배경파는 매 순간마다 대뇌 피질에서 방출되는 전기적 파형들의 혼합에 의해 구성된다. 배경 뇌파를 구성하는 이러한 파형들은 뇌의 성숙 정도에 따라 특정한 시기에 출현했다가 소멸하는 특징을 갖고 있고, 또 뇌의 부위, 수면-각성 상태에 따라 변화하기 때문에 이러한 파형들이 나타나는 시기 및 부위, 수면-각성 상태와의 관계들을 정확히 알고 있어야 뇌파 판독에 도움을 받을 수 있다.

1) 단일울동성 후두부 델타파(Monorhythmic occipital delta waves)

건강한 미숙아의 경우 후두부쪽에서 고진폭의 양전위(positive polarity) 서파인 단일울동성 후두부 델타파가 양측

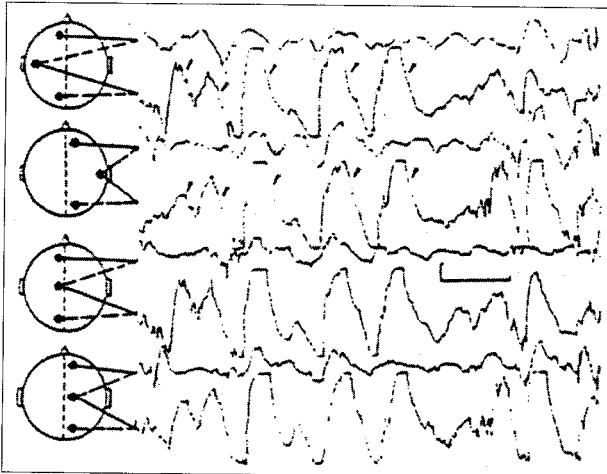


Fig. 7. Monorhythmic occipital delta activity, recorded from an awake 32-weeks EGA infant.

성으로 출현하는 것을 흔히 관찰할 수 있다(Fig. 7). 이 델타파는 2초에서 30~60초까지도 지속되며, 대칭적이고 동기성의 특징을 갖으나 간혹 약간 비대칭적일 수도 있다. 이 파는 수태 연령 27~28주경에 나타나기 시작하며, 30~33주에 가장 흔히 관찰되고, 34주 이후에는 현저히 줄어들어, 36주 이후에 소실되는 것으로 알려져 있다 이 파에는 브러쉬파가 혼재되기도 하며, 이 파형은 뇌 손상에 비교적 강해서 가장 늦게 소실되는 파형으로 알려져 있다.

2) 중심 - 측두부 델타파(Central-temporal delta waves)

중심부와 중심 - 측두부에서 발생하는 델타파의 경우 수태 연령 29~30주에 가장 흔히 관찰되며(Fig. 8), 울동성 경향이나 동기성 경향은 단일울동성 후두부 델타파에 비해 훨씬 떨어진다. Rolandic 브러쉬파의 근간이 되며 34주 이후에는 관찰되지 않는다.

이와같이 수태연령 30주 이전에는 두정부, 중심부, 후두부에서 주로 뇌파가 나타나고, 전두부와 측두부에 진폭저하가 보이는 것은 이 시기의 뇌발달 상 전두, 측두부에는 underdevelopment를 보이고 주로 중심, 후두부에서 발달이 이루어지기 때문으로 사료된다.¹⁵⁾

3) 울동성 세타파(Rhythmic theta waves ; Sawtooth theta activity)

아주 울동적인 4.5~6 Hz의 세타파는 수태 연령 30주 이하의 미숙아에서는 후두부에서 관찰되고, 30~34주 사이에는 주로 측두부(midtemporal region)에서 관찰된다(Fig. 9). 이 파형은 수면 - 각성 상태에 관계없이 모든 시기에 관찰되며 파형이 매우 울동적임과 동시에 예리한(sharp) 형

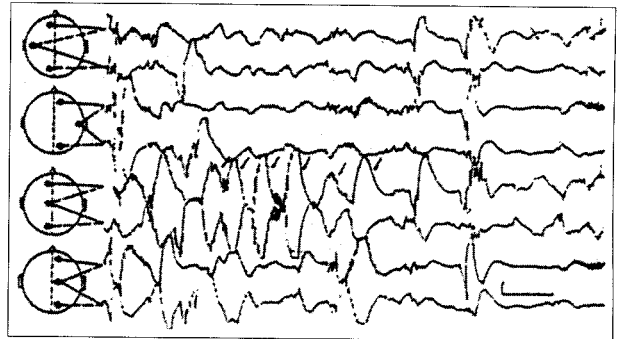


Fig. 8. Centrotemporal delta activity, recorded from a sleeping 1-week-old (26 weeks EGA) infant.

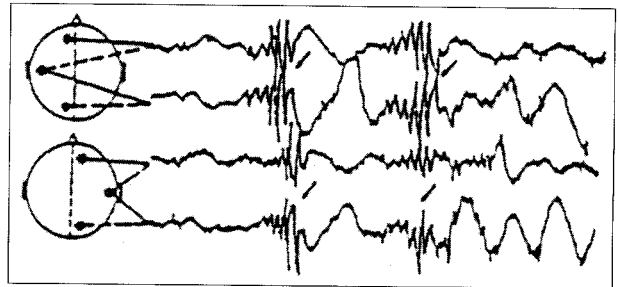


Fig. 9. Rhythmic temporal theta activity, recorded from 2-week-old (30 weeks EGA) infant.

태가 특징으로 뇌파발달의 중요한 지표가 된다.¹⁵⁾ 이 파형은 그 지속기간이 다양하지만 대개 수초 이상을 넘지 않는다. "temporal sawtooth wave"라고도 불리우며²¹⁾ 20~200 uV의 진폭을 보인다. 간혹 이 파가 한 두 개씩 아주 예리한 울동파로 단독으로 출현하는 경우 측두부에서 나타나는 간질양파로 오인되기 쉬우므로 판독에 주의를 요한다.

4) 브러쉬파(Delta brushes ; Spindle-like fast rhythms ; Ripples of prematurity)

브러쉬파는 미숙아 뇌파의 대표적 배경파 중 하나로²²⁾ 배경의 델타파에 울동적 속파가 얹혀지는 형태로 나타난다(Fig. 10). 브러쉬파는 동기성 발현을 보이지는 않지만, 양측 반구에 거의 같은 빈도로 나타나게 된다. 아주 미숙한 상태의 미숙아에서 브러쉬 파는 중심부(rolandic region)에 주로 나타나며,¹²⁾ 수태 연령 32~34주에 이르면 브러쉬 파의 출현 빈도가 가장 높으면서 후두부 중심부 및 측두부에서 모두 관찰 된다. 어떤 연령에서도 브러쉬파가 전두부에 나타나는 경우는 거의 없다.⁴⁾ 브러쉬파는 각성 - 수면기에 모두 출현하지만 그 출현 빈도는 연령에 따라 다르게 나타난다 즉, 수태연령 34주 이전에는 브러쉬파가 정수면기 보다는 동수면기에 많이 관찰되나, 34~36주 사이에는 정수

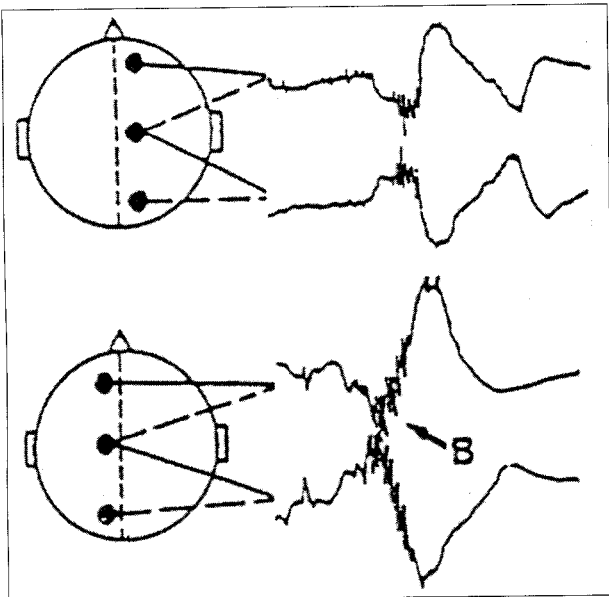


Fig. 10. Delta brushes, from a 2-week-old (31 weeks EGA) infant.

면기에 더 많이 출현하며,¹⁸⁾ 만삭이 되면 각성기나 동수면기에는 거의 소실되고 정수면기에서만 간혹 관찰되게 된다. 만삭 이후 약 1개월 정도가 되면 브러쉬파는 뇌파상에 더 이상 나타나지 않는다. 각성, 수면기에 모두 나타나는 것으로 보아 수면 방추체의 전구체는 아닌 것으로 사료된다.⁴⁾

5) 전측 서파(Anterior dysrhythmia ; Anterior slowing)

전측서파는 전두부에 양측성, 대칭성으로 나타나는 고진폭의 율동적 델타파로 수태연령 33~34주 부터 관찰되기 시작하고, 만삭 이후 1개월 정도까지 나타난다. 각성-수면기 모두에서 관찰되지만, 정수면기 직전의 이행 상태에서 가장 많이 나타나, 이 시기의 졸린 상태(drowsy state)를 시사하는 소견으로 추측되기도 한다. 이 파형은 정상 배경파이지만 저산소증 혹은 허혈증 등에 의해 유발된 정도의 뇌기능저하 상태에서 그 출현 빈도가 현저히 증가한다.⁴⁾

6) 전두부 예파(Encoches frontales ; Frontal sharp waves)

전두부 예파는 음-양 전위의 이상성(biphasic)을 지닌 notched sharp wave 로 전두부에 출현한다(Fig. 11). 미숙아 뇌파 발달의 중요한 지표중의 하나로 대개 대칭적이고 동기성이며 전측서파와 함께 나타나는 경우가 흔하다. 이 파형은 전측서파와 비슷하게 33~34주에 출현하기 시작하여, 35주에 완전한 모습으로 완성되며, 만삭 1개월 부터 소실되기 시작한다. 역시 경증의 뇌증에서 그 출현빈도가 증가하며, 그 모양도 더 다양해지는 경향을 보인다. 이 파형은

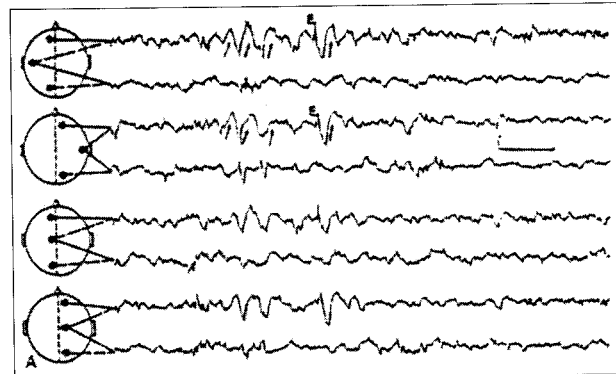


Fig. 11. Anterior dysrhythmia and Encoches frontales, recorded from a drowsy 1-week-old (39 weeks EGA) infant.

비록 예파의 형태를 갖고 있기는 하지만 경련성향과는 무관한 정상 배경파의 하나이므로 비정상적인 간질양파로 판독하면 안된다.

7) 기타 정상 예파들(Normal sharp transients)

건강한 신생아에서도 뇌파상에 예파가 드물게 출현하는 경우가 있다. 정상아에서의 예파는 수태연령 37~42주에 가장 흔하며 이후에 점차 줄어들어 만삭 이후 4~6주가 되면 거의 없어지고 생후 10주 이후에는 완전히 소실된다.²³⁾ 부위별로는 측두부에 가장 많이 출현하고, 중심부, 후두부 순으로 나타난다. 정상아에서는 자파(spikes)로 나타나는 경우는 드물고, 연속적으로 떼를 지어 나타나기 보다는 단일파(solitary)로 나타나며, 동수면기에서 1분에 1개 이상의 빈도를 넘지 않는다.⁴⁾

비정상 신생아뇌파

신생아에서의 정상뇌파는 신경계질환이나 신생아의 병적 상태에 의해 영향을 받게 되는데, 이 때 수태연령과 행동상태에 따른 정상 기준에서 용납할 만한 정도를 넘어가게 되면 비정상뇌파로 판독하게 된다. 이러한 비정상 신생아 뇌파를 배경뇌파의 이상, 국소 이상파, 뇌파상경련의 크게 세 가지로 나누어 살펴 보겠다.

1. 배경뇌파의 이상

신생아 뇌파는 대뇌피질의 기능을 반영하는 데 매우 예민한 검사이므로, 중추신경계의 손상을 초래하는 다양한 질환에 노출되어 있는 신생아에서는, 뇌파검사를 통하여 대뇌기능의 손상 정도와 손상부위를 추정하는데 많은 도움을 받을 수 있다.

그러나 뇌손상이 의심되는 신생아에서 뇌파검사 결과를 분석하기 전에 판독자가 꼭 알아두어야 할 중요한 몇가지 지침이 있다. i) 신생아뇌파에서 비정상여부는 원인에 따라 특이하지 않다. 즉, 몇가지 특수한 경우를 제외하고는 뇌파상의 비정상 상태를 보고 뇌손상의 원인을 추정하기는 힘들며, 원인에 상관없이 나타나는 이상소견은 비슷하다. 다만 나타나는 비정상의 정도는 뇌손상의 심한 정도에 비례한다. ii) 뇌파상의 이상 상태는 검사 당시의 일시적인 뇌증상태를 반영하는 것이기 때문에 한 번의 뇌파검사로 환자의 상태를 결론지을 수 없다. iii) 뇌파검사 하나 만으로는 뇌손상의 시기를 추측할 수 없다. 그러므로 다른 임상 또는 병리 소견을 종합해 보아야 손상시기를 알 수 있다. iv) 신생아 뇌파에서는 아무리 심한 이상 소견을 보였어도 대부분의 비정상 소견은 시간이 지남에 따라 차츰 소멸되는 "이상 뇌파의 정상화(normalization of EEG disturbances)" 현상이 항상 따라 온다. 심지어는 나중에 심한 신경학적 장애가 남게 되는 신생아에서도 이러한 현상은 다 나타나게 되므로,²⁴⁾ 고위험군에 속하는 신생아일수록 급성기에 시행한 초기 뇌파와 비교해 보지 않고 나중 뇌파로만 판단하지 말아야 한다. 급성기의 첫번째 뇌파는 대개 급성뇌증이 어느 정도 심한가를 잘 반영하고, 나중에 시행된 뇌파는 뇌손상 소견이 계속되는지 혹은 없어져 가는지를 잘 반영한다. 중증 이상 소견이 생후 2주 까지 지속되면 예후가 매우 불량할 것을 예측할 수 있고, 곧 호전되는 뇌파소견을 보이면 예후가 훨씬 좋을 것을 의미한다. 이와같이 연속적인 뇌파검사는 환자의 예후 추정에 매우 중요하며,²³⁾ 뇌파가 나아지는 경향인지 혹은 나빠지는 경향인지 여부로 예후를 잘 예측할 수 있다.

앞에서 언급했던 대로 배경뇌파의 비정상 정도는 환자의 수태연령에 따른 비지속성, 동시성, 대칭성의 정도, 반응성 유무, 수태연령에 맞는 배경파의 출현 유무, 국소 병적예파의 출현정도에 따라 경증, 중등도, 중증의 세가지로 구분하며 그 내용은 Table 4와 같다. 일반적으로 중증의 비정상 뇌파소견을 보이는 신생아에서는 나중에 신경학적 장애가 남을 확률이 높으며,¹⁵⁾ 특히 이중에서도 군발-억제파, 극도의 저진폭 뇌파(<5 uV), 등전위 뇌파(isoelectric), 반응성의 상실 등은 매우 심한 대뇌기능 장애를 반영하는 것으로, 나중에 신경학적 장애를 동반할 가능성이 매우 높아 불량한 예후를 추측할 수 있는 좋은 지표가 된다.⁴⁾

2. 국소성 비정상파(Focal abnormalities)

신생아 뇌파에서도 PLEDs(periodic lateralizing epileptogenic discharges) 같은 일측성 이상파,²⁵⁻²⁷⁾ 배경뇌파의 진폭과 주파수의 지속적인 감소(>50% 감소)를 보이는 비대칭 뇌파²¹⁾, 혹은 항상 같은 곳에서만 뇌파상 경련 소견을 보이는(persistent unifocal EEG seizures) 경우²⁸⁾ 등은 그 부위의 대뇌에 구조적병변(structural lesion)인 뇌출혈, 뇌경색, 뇌혈종 등이 있을 가능성이 높다. 비대칭뇌파의 경우 배경파의 진폭 감소는 대개 3주일 안에 약 20%에서 정상화되며, 나중에 구조적 병변이 있는 부위에서 진폭 감소 대신 서파가 증가되어 나타난다. Aso 등²⁹⁾도 편측 비대칭 소견이나 국소성 배경뇌파 진폭의 감소 소견이 있었던 경우는 나중에 사후 부검에서 심각한 구조적 뇌병변이 많았다고 보고하였다.

국소성 병적 예파는 정상 신생아에서 흔히 관찰되는 정상 예파와는 달리, 경련 성향을 시사하는 소견으로 정상 예파

Table 4. Classification of abnormal EEG background activity

Mildly abnormal	Moderately abnormal	Markedly abnormal
a) Mildly excessive discontinuity during discontinuous portion of the tracings	a) Moderately excessive discontinuity for CA (interburst period typically exceeding 45 sec for CA <30 wks. or 30 sec. for CA ≥30 wks)	a) Markedly excessive discontinuity for age (interburst periods typically exceeded 60 sec. despite the presentation of some age appropriate background patterns such as rhythmic temporal theta or brushes
b) Mildly excessive interhemispheric asynchrony for CA	b) Moderately excessive interhemispheric asynchrony for CA	b) Burst-suppression (paroxymal)
c) Poor concordance between clinical and electrographic sleep state	c) Poverty of anticipated background rhythms for CA	c) Gross interhemispheric asynchrony
d) Mild poverty of anticipated background rhythms for CA (e.g. mild decrease in monorhythmic occipital delta, rhythmic occipital or temporal theta, brushes)	d) Marked focal abnormalities (e.g. persistent focal delta activity or focal absence of expected background patterns such as brushes)	d) Extreme low voltage (≤ 5µV for all states)
e) Mild focal abnormalities (e.g. excessive sharp waves in temporal or central regions : focal voltage attenuation)	e) Persistent low voltage (generalized reduction of voltage ≤25 µV background activity for all states	e) Isoelectric

*Cited from reference 32



Fig. 12. Abnormal sharp EEG transients, recorded from a 1-week-old (37 weeks EGA) infant with meningitis and seizures.

와는 다른 특징을 보인다. 우선 예파의 기간이 매우 짧아 자파(spikes)의 양상을 띠거나, 연속적으로 무리를 지어 나타나는 경향을 보이며, 1분당 3개 이상의 빈도로 자주 나타나고, 경련성향이 높은 부위에 국소적으로 나타나기 때문에 정상 예파와는 다른 분포를 보인다(Fig. 12).³⁰⁾ 이러한 병적 예파가 있을 경우 신생아가 경련할 경향이 높다고 할 수 있으며, 병적예파는 병소가 있는 부위에서 흔히 관찰된다.³⁰⁾ 그러나 신생아 뇌파에서는 국소성 예파 보다는 다발 초점성 예파(multifocal sharps)가 더 흔히 발견되며, 병리적으로도 의미가 더 크다.³¹⁾ 이때 보이는 다발 초점성 예파는 예파가 나타나는 부위가 각각 모두 병소 부위를 의미하기 보다는, 오히려 그 당시의 신생아의 범발성 뇌증(diffuse encephalopathy)의 심한 정도를 반영하는 것으로 성인 뇌파에서와는 그 의미가 매우 다르다.

그러나 양전위를 보이는 예파(positive sharp waves)의 경우(Fig. 13)는 음전위를 보이는 병적 예파와는 달리 경련성향과는 무관하며,³²⁾ 특히 중심부에서 관찰되는 양전위 예파는 뇌실주위 백질 연화증(periventricular leukomalacia)이나 뇌실내 출혈(intraventricular hemorrhage) 같은 대뇌 심부의 손상이 있을 때 나타나는 것으로 알려져 있다.³²⁾³³⁾ 이외에도 수두증, 대뇌감염증, 저산소성 허혈성 뇌증 등의 비특이적 뇌손상 질환에서도 동반되어 나타난다고 알려져 있으며, 미숙아일수록 중심부위에서 자주 나타나고, 만삭아에 가까울수록 측두부에서 자주 나타나는 경향이 있다.³⁴⁾ 이러한 양전위 예파는 신생아에서는 자주 관찰되나 성인에서는 매우 드문 현상이다.

3. 뇌파상 경련(EEG seizures)

일시적인 뇌파 양상인 예파와는 달리, 뇌파상 경련은 확실한 시작과 끝이 있는 하나의 사건(event)으로 이것을 잘 표

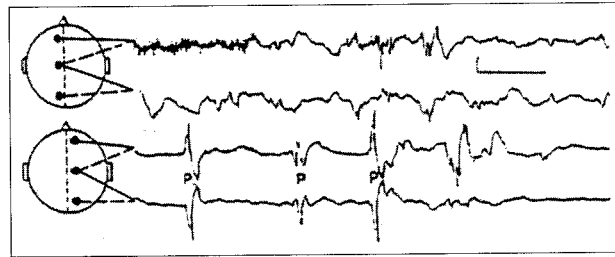


Fig. 13. Positive rolandic sharp waves, recorded from a 2-week-old (28 weeks EGA) infant with a right-sided grade IV intraventricular hemorrhage.

현하기 위해 위치(location), 기간(duration), 모양(morphology), 진폭(amplitude)으로 나누어 살펴 보겠다.

1) 위치(Location)

기본적으로 신생아에서의 뇌파상 경련은 항상 국소성으로 시작된다. 그러므로 신생아 경련은 그 특성상 부분발작이다. 아주 드물게 신생아에서도 generalized spikes-and-slow wave discharges를 보이는 전신 발작이 있기는 하나 이것은 극히 예외적인 경우다. 어느 부위에서 시작하는가는 환자에 따라 다르나, 중심측두부(midtemporal region)에서 가장 많이 시작된다. 뇌파상 경련이 지속적으로 항상 같은 곳에서만 시작된다면(persistent unifocal EEG seizures), 항상 그런 것은 아니지만 혹시 국소성 또는 일측성의 구조적인 중추신경계 병변(예 : 신생아 뇌졸중)이 있는지 확인해 볼 필요가 있다.²⁸⁾

다발 초점성 뇌파상 경련은 정의상 적어도 양측 대뇌반구를 포함하는 적어도 3개 이상의 시작 부위를 가져야 한다. 그러나 신생아 경련에서는 경련이 시작되는 부위가 늘 일정한 것은 아니며, 수시로 시작되는 부위가 다를 수도 있고, 심지어는 반대쪽 대뇌반구로 이동하여 시작할 수도 있다. 이러한 다발 초점성 발작파는 간질파가 한곳에서 다른곳으로 진행해 가는 진화(evolution)양상과 매우 비슷하며, 성인에서와는 달리 간질이 시작되는 부위가 모두 구조적 뇌병소를 의미하기 보다는, 오히려 뇌손상을 초래하는 여러 신생아 질환(예 : 주산기 가사, 양측성 뇌실내 출혈, 뇌이형성증, 선천성 대사장애 등)에 의한 범발성 뇌증상태를 반영하는 것이다. 이 경우 대부분에서 배경뇌파의 심한 비정상소견이 함께 동반되게 된다. 또한 신생아에서는 성인에서는 매우 보기 어려운 현상인 서로 다른 국소 경련이 한 환아에서 동시에 일어나는 경우(simultaneous but independent focal EEG seizures)도 드물지 않게 관찰 된다(Fig. 14).³⁵⁾

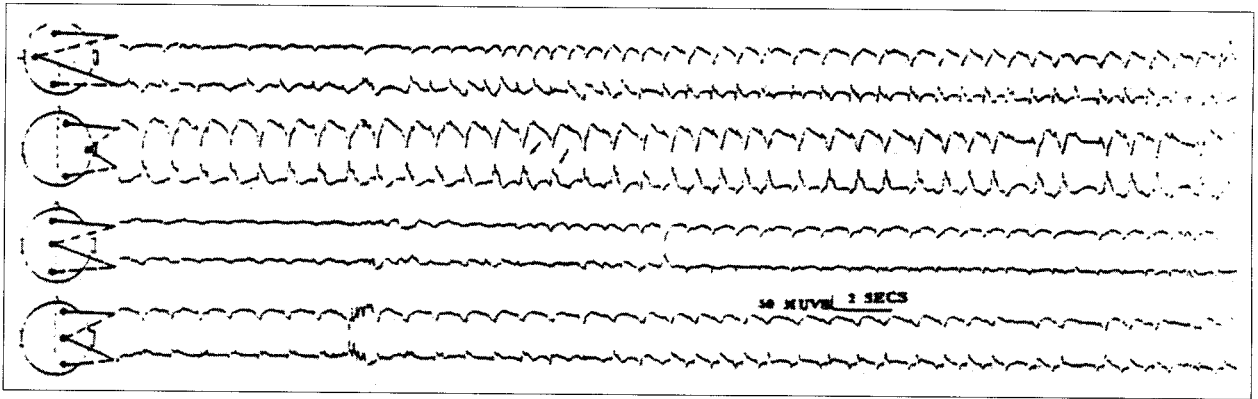


Fig. 14. Neonatal seizure, recorded from a 1-day-old, full-term infant who showed an acute neonatal encephalopathy, including seizures after a placental abruption. Two ongoing, independent EEG seizures are apparent in the temporal-central regions.

앞에서 언급한 바와 같이 대부분의 신생아 뇌파로는 뇌손상의 원인을 추정하기 어려우나 다음의 몇가지 경우는 뇌파만으로 원인을 어느 정도 추정할 수 있다. 저칼슘혈증에 의한 신생아 경련의 경우에는 배경뇌파는 대개 정상이면서 중앙부(Cz), 중심부(C3, C4)에서 자파가 흔히 관찰되고 경련은 부분발작으로 시작되어 급격히 전신성으로 진행되는 전신성 간대성 경련이 특징적이다. 헤르페스 뇌염의 경우 염증이 동반된 부위의 반복적 뇌파상 경련이 특징이며, 그 부위에 배경뇌파 이상과 함께 울동성 서파 소견이 나타나거나 PLEDs 같은 일측성 이상파가 나타난다.³⁵⁾ 신생아 대사성 질환의 경우 대부분 심한 배경뇌파의 이상과 함께 다발 초점성경련이 동반되게 되며, 나이에 맞지 않는 심한 비동기성 뇌파소견을 보이는 경우는 Aicardi 증후군을 예상외의 중증의 비정상 뇌파소견을 보이는 경우 전전뇌증(holoprosencephaly) 같은 뇌기형(cerebral dysgenesis)이 있는지를 강하게 의심해 볼 필요가 있다.

2) 기간과 시간적 특징(Duration and Temporal Profile)

전형적인 뇌파상 경련은 보통 2~3분 가량 지속되나³⁶⁾ 개인차가 매우 크다. 가끔은 뇌파상 긴질중첩증의 정의에 합당한 30분 이상 지속되는 긴 발작도 나타나나, 반대로 매우 짧은 경련이 반복적으로 나타나는 경우도 많다. 이때 어느 정도 이상 경련이 지속되거나 뇌파상 경련으로 간주할 수 있는지에 대해서는 아직 기준이 없으며 논란이 많으나,³⁷⁾ 대개 간질양 예파가 10초 이상 지속되는 경우를 최소한의 경련시간으로 생각하고 있다.²⁰⁾ 그러나 신생아에서는 무증상경련이 흔하기 때문에 임상적으로 나타나는 증세만 보아서 실제로 환자가 얼마나 많은 경련을 하는지 알 수 없다. 간질 중첩증의 정의상, 의식회복이 미쳐 되지 못한 상태에

서 반복적으로 경련이 계속되어 30분 이상 지속되는 경우를 말하나, 신생아에서는 의식상태를 구별하는 것 자체가 매우 힘들기 때문에 임의적으로 뇌파상경련이 전체 뇌파의 50% 이상을 차지하면 뇌파상 간질 중첩증으로 간주한다.³⁵⁾

3) 모양(Morphology)

발작파의 모양은 매우 다양하여 단순한 sinusoidal wave forms 에서 부터 복잡한 이상한 발작파 양상을 보일 수 있다. 대개는 예파나 자파의 모양을 보이거나 자파의 특징이 없어진 채로 반복적인 울동파 양상을 보이기도 하며, 그 주파수는 베타, 알파, 세타, 델타 등 다양하다. 발작파는 모양의 시작, 중간, 끝이 있는 진화양상을 보이기 때문에 고정되고 변함없이 같은 양상(fixed and invariant)을 보이는 잡파(artifact) 와 구별이 가능하다.

4) 진폭(Amplitude)

전형적인 발작파는 모양에서 뿐 아니라 진폭에서도 진화양상을 보여 처음에는 비교적 낮은 진폭에서 시작되어 차츰 진폭이 늘어나게 되어, 마지막에는 갑자기 제로로 끝나는 경우가 흔하나 천천히 진폭이 감소하면서 서서히 끝나는 경우도 있다.³⁵⁾

결 론

급성 뇌증이 의심되는 고위험군의 신생아는 대부분 기관내삽관이나 도관삽입, 치료목적의 근육이완제 사용 등으로 환자의 상태를 신경학적으로 평가하기 힘들기 때문에 이런 신생아에서의 뇌파검사는 이들의 대뇌기능을 평가하고 감시하는데 매우 중요하며, 또한 이들의 신경학적 장애 여부나 예후를 예측하는데에도 많은 도움을 받을 수 있다. 반대

로 신생아에서 나타나는 뇌파소견에 따라 그것이 수태연령에 적합한 배경뇌파를 보이는 지를 평가함으로써 급성 뇌증의 유무를 진단하거나 뇌증의 심한 정도를 평가할 수도 있기 때문에 신생아에서의 뇌파검사는 매우 유용한 검사이며 보다 널리 이용되어야 할 검사이다.

본 고에서는 신생아 뇌파 판독에 필수적인 수태연령과 행동상태에 따른 정상뇌파의 기준을 자세히 살펴 보았으며,

뇌파가 나이에 적합한지의 여부를 판단할 수 있는 유용한 판단기준과 함께 비정상 뇌파에 대해서도 살펴 보았다. 본고를 통하여 신생아 뇌파를 보다 정확히 판독할 수 있게 됨으로써 신생아와 미숙아의 임상적 평가와 치료에 많은 도움이 되기 바란다.

중심 단어 : 미숙아 뇌파(EEG in the premature baby)
· 신생아 뇌파(EEG in the full-term neonate).

REFERENCES

- 1) Clancy RR, Legido A, Lewis D. Occult Neonatal Seizures. *Epilepsia* 1988;29:256-61.
- 2) Monod N, Pajot N, Guidasci S. The neonatal EEG: Statistical studies and prognostic value in full-term and preterm babies. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1972;32:529-44.
- 3) Tharp BR, Cukier F, Monod N. The prognostic value of the electroencephalogram in premature infants. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1981;51:219-36.
- 4) Clancy RR. Electroencephalography in the premature and full-term infant. In: Polin RA, Fox WW. Fetal and neonatal physiology (eds). WB Saunders Co., Philadelphia, 1992: 1540-59.
- 5) Scher MS. A developmental marker of central nervous system maturation: Part 1. *Pediatr Neurol* 1988;4:265-73.
- 6) Scher MS, Barmada MA. Estimation of gestational age by electrographic, clinical, and anatomic criteria. *Pediatr Neurol* 1987;3:256-62.
- 7) Lombroso CT. Neurophysiological observations in diseased newborns. *Biol Psychiatry* 1975;10:527-58.
- 8) Ellingson RJ, Guenter HR. Ontogenesis of the electroencephalogram In: Hinwich WA (ed). *Developmental Neurology*. Springfield, IL. Charles C Thomas:1970:441-74.
- 9) Foote SL, Bloom FE, Aston-Jones G. Nucleus locus ceruleus: New evidence of anatomical and physiological specificity. *Physiol Rev* 1983; 63:844-914.
- 10) Ellingson RJ, Peters JF. Development of EEG and daytime sleep patterns in normal full-term infant during the first 3 months of life: Longitudinal observations. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1980;49:112-24.
- 11) Pampiglione G. Development of rhythmic EEG activities in infancy (waking state). *Rev EEG Neurophysiol* 1977;7:327-34.
- 12) Anderson CM, Torres F, Faoro A. The EEG of the early prematures. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1985;60:95-9.
- 13) Hughes JR, Fino J, Gagnon L. Periods of activity and quiescence in the premature EEG. *Neuropediatrics* 1983;14:66-72.
- 14) Tharp BR. Intensive video-EEG monitoring of neonates. *Adv Neurol* 1987;46:107-26.
- 15) Scher MS. EEG in normal and abnormal Neonates. Proceedings of American Academy of Neurology 1997 Annual Education Program. vol 5. Epilepsy-Clinical Neurophysiology-Neuroimaging.
- 16) Eyre JA, Nanei S, Wilkinson AR. Quantification of changes in normal Neonatal EEGs with gestation from continuous five-day recordings. *Dev Med Child Neurol* 1988;30:599-607.
- 17) Lombroso CT. Neonatal polygraphy in full-term and premature infants: A review of normal and abnormal findings. *J Clin Neurophysiol* 1985;2:105-12.
- 18) Lombroso CT. Quantified electrographic scales on 10 preterm healthy newborns followed up to 40-43 weeks of conceptional age by serial polygraphic recordings. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1979;46:460-8.
- 19) Aziz SS, Wallace SJ, Murphy JF, Sainbury CP, Gray OP. Cotside EEG monitoring using computerized spectral analysis. *Arch Dis Child* 1986;61:242-6.
- 20) Hahn JS, Tharp BR. Neonatal and pediatric electroencephalography. In: Aminoff MJ *Electrodiagnosis in clinical neurology*. 3rd ed. New York, Churchill-Livinstone, 1992: 93-141.
- 21) Pope SS, Werner SS, Bickford RG. Atlas of neonatal electroencephalography. New York Raven Press, 1992.
- 22) Watanabe K, Iwase K. Spindle-like fast rhythms in the EEGs of low birth weight infants. *Dev Med Child Neurol* 1972;14:373-81.
- 23) Clancy RR, Spitzer A. Cerebral cortical function in infants at risk for sudden infant death syndrome. *Ann Neurol* 1985;18:41-6.
- 24) Tharp BR. Neonatal electroencephalography In: korobkin R, Guilleminault C (eds). *Progress in perinatal neurology vol 1*. Williams and wilkins, Baltimore, 1981:31.
- 25) Mizrahi EM, Tharp BR. Characteristic EEG pattern in neonatal herpes simplex encephalitis. *Neurology* 1982;32:1215-20.
- 26) McCutchen CB, Coen R, Iragui VJ. Periodic lateralized epileptiform discharges in asphyxiated neonates. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1984;61:210-7.
- 27) Scher MS, Beggally ME. Clinical significance of focal periodic discharges in neonate. *J Child Neurol* 1989;4:175-85.
- 28) Clancy R, Malin S, Laraque D, Baumgart S, Younkin D. *et al*. Focal motor seizures heralding stroke in full-term neonates. *Am J Dis Child* 1985;139:601-6.
- 29) Aso K, Scher MS, Barmada M. neonatal electroencephalography and neuropathology. *J Clin Neurophysiol* 1989;6:103-23.
- 30) Clancy RR. Interictal sharp EEG transients in neonatal seizures. *J Child Neurol* 1989;4: 30-8.
- 31) Scher MS, Bova JM, Dokianakis SG, Steppe DA. Physiological significance of sharp wave transients on EEG recordings of healthy preterm and fullterm neonates. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1994;90:179-85.
- 32) Clancy RR, Tharp BR. Positive rolandic sharp waves in the electroencephalograms of premature neonates with intraventricular hemorrhage. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1984;57:395-404.
- 33) 정희정 · 김영래 · 김문철. 뇌실주위 백질 연화증에서의 뇌파소견과 예후. *소아과* 1996;39: 530-42.
- 34) Chung HJ, Clancy RR. Significance of positive temporal sharps waves in the neonatal electroencephalogram. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1991;79:256-63.
- 35) Spering MR, Clancy RR. Ictal EEG In: Engel J Jr, Pedley TA (eds). *A Comprehensive Textbook*. Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1997:849-85.
- 36) Clancy RR, Legido A. The exact ictal and interictal duration of electroencephalographic neonatal seizures. *Epilepsia* 1987;28:537-41.
- 37) Shewmon DA. What is a neonatal seizures? Problems in definition and quantification for investigative and clinical purposes. *J Clin Neurophysiol* 1990;7:315-6.