

중증 주산기 가사 환아에서 시행한 초기 뇌파 검사의 임상적 의의

계명대학교 의과대학 소아과학교실

이종욱 · 최원정 · 김천수 · 이상락 · 김준식

The Significance of the Early Electroencephalographic Findings in Severely Asphyxiated Newborn Infants

Jong Uk Lee, M.D., Won Joung Choi, M.D., Chun Soo Kim, M.D.
Sang Lak Lee, M.D. and Jun Sik Kim, M.D.

Department of Pediatrics, Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea

Purpose : Perinatal asphyxia occurring in newborn is one of the major causes of acute mortality and chronic neurological disability in survivors. We have studied the relationship between early electroencephalography(EEG) findings and clinical course and neurologic outcome in severe asphyxiated neonates.

Methods : Between the period of July 1999 and June 2002, 25 neonates who were diagnosed with severe perinatal asphyxia(1-minute Apgar score of ≤ 3 and initial pH is less than 7.2) at NICU in Dongsan Medical Center were enrolled. An EEG was recorded and analyzed within three days of life and divided into two groups - group 1(normal or focal change on EEG) and group 2(generalized abnormal EEG). Between the two groups, clinical courses and neurologic outcomes were compared.

Results : Fifteen infants(60%) were group 1 and ten infants(40%) were group 2(polyspikes, burst-suppression, generalized low voltage). Associated maternal disease, days of hospitalization, need for ventilator support, delay of oral feeding and convulsion duration are significantly higher and longer in group 2. Also, poor neurologic outcome(expire, developmental delay) was significantly higher in group 2(60%) than group 1(13.3%).

Conclusion : Thus, the early neonatal EEG in asphyxiated newborn can be a predictable diagnostic tool in assessment of neurologic outcome. (**J Korean Pediatr Soc 2003;46:784-788**)

Key Words : Severe perinatal asphyxia, EEG, Neurologic outcome

서 론

주산기 가사는 호흡 및 순환 부전을 주요 증상으로 하는 증후군으로 자궁내에 태반 호흡에서 출생 후에 자발적 폐호흡에 이르는 적응 과정 중 산소결핍이 초래되어 저산소증, 산혈증, 이산화탄소의 축적, 심박출의 감소 등이 동반되는 장애현상을 말하는 것으로, 주산기 사망 및 신경학적 이환율의 중요한 원인이 되고 있다^{1,2)}. 발생률은 만삭아 1000명당 2-4명 정도로 추정되고 있다³⁾. 최근 신생아 집중 치료술의 발달로 인하여 신생아의 생존률은 급격히 증가하고 있는 반면 여전히 주산기 가사와 관

련된 신경학적 손상의 발생은 계속되어 아동기의 비진행성 신경학적 손상의 주요한 원인이 되고 있다⁴⁾. 주산기 가사로 인한 저산소성 뇌손상은 주로 대뇌의 피질 부위, 뇌실 주변부, 소뇌 등에서 발생하여, 앞으로의 학습장애 및 뇌성마비 등의 발생과도 관련이 있어, 뇌손상의 정도에 따라 다양한 임상 경과와 예후를 나타낸다^{1,5)}. 이에 생후 초기에 시행한 뇌파의 소견이 중증 주산기 가사 환아의 임상경과와 예후를 예측할 수 있는지를 알아보고자 본 연구를 시행하였다.

대상 및 방법

1999년 7월부터 2002년 6월까지 계명대학교 동산의료원 소아과 신생아 집중치료실에 중증 주산기 가사 소견으로 입원하였던 만삭아 중에서 생후 3일 이내에 뇌파 검사가 가능하였던 25명의 환아를 대상으로 하였다. 신생아의 중증 주산기 가사의 기준은 1분 Apgar 점수가 3점 이하이면서, 출생 후 즉시 시행한 혈액

본 논문의 요지는 제52차 대한소아과학회 추계학술대회에서 구연 발표되었음.

접수 : 2003년 3월 28일, 승인 : 2003년 6월 5일

책임저자 : 이상락, 계명대학교 동산의료원 소아과

Tel : 053)250-7535 Fax : 053)250-7783

E-mail : lsl@dsmc.or.kr

가스 분석상 pH가 7.2 이하인 경우로 정하였다. 대상 환아에서 생후 3일 이내에 21 channel의 이동식 뇌파 검사기기를 이용하여 얻은 뇌파 소견에 따라 두 군으로 나누었다. 제 1군은 15례의 국소 변화군(normal or focal change on EEG)으로 뇌파 검사 소견상 정상(Fig. 1) 또는 국소적인 이상을 보인 군으로 국소성 극파(Fig. 2) 및 서파(Fig. 3)를 포함하였다. 제 2군은 전반적 이상군(generalized abnormal EEG)으로 다극파(polyspike wave)(Fig. 4), 군발-억제파(burst-suppression wave)(Fig. 5) 및 전반적 저전위파 소견을 보인 10례가 해당되었다. 두 군간에 입원 당시의 혈액 검사 소견(pH, 암모니아, 요산, 젖산)과 임상 경과를 비교하였으며, 사망 혹은 발달 장애 유무에 관한 예후에 관하여 비교하였다. 발달 평가는 외래 추적 검사를 통하여 생후 3, 6, 9, 12개월에 시행한 CAT/CLAMS(Clinical Adaptive Test/Clinical Linguistic Auditory Milestone Scale) 점수⁶⁾를 측정하여 얻은 발달지수(발달연령/역연령×100)가 지속적으로 70

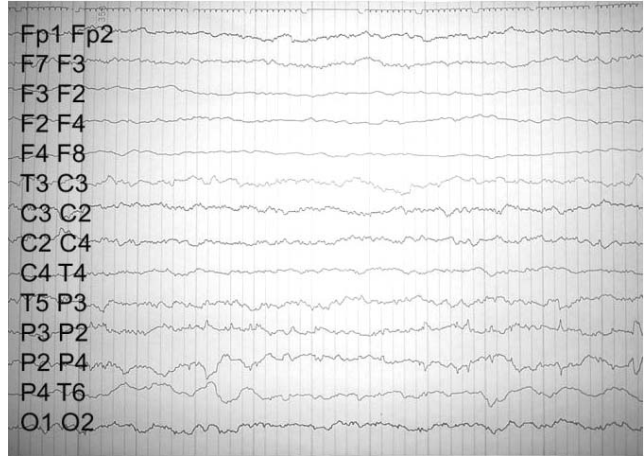


Fig. 3. EEG recording shows focal slowing in frontal area.

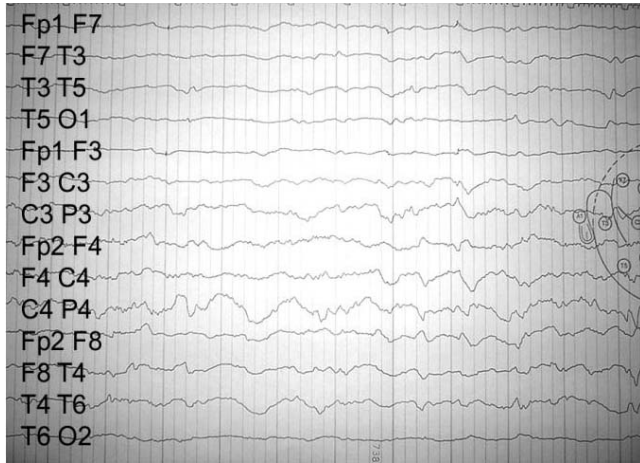


Fig. 1. Electroencephalography(EEG) recording shows rhythmic symmetric waves.

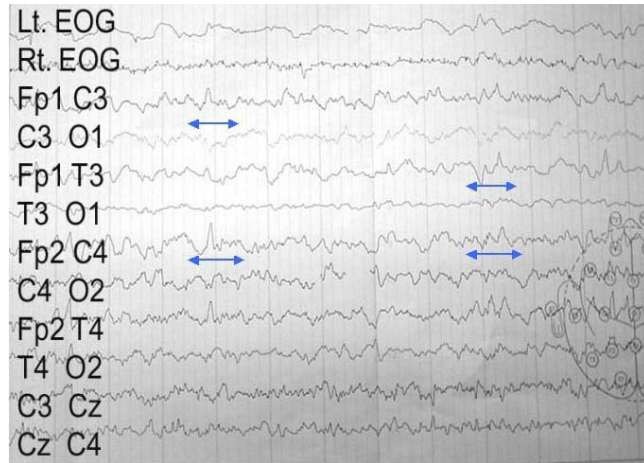


Fig. 4. EEG recording shows independent multiple spikes(bidi-rectional arrows).

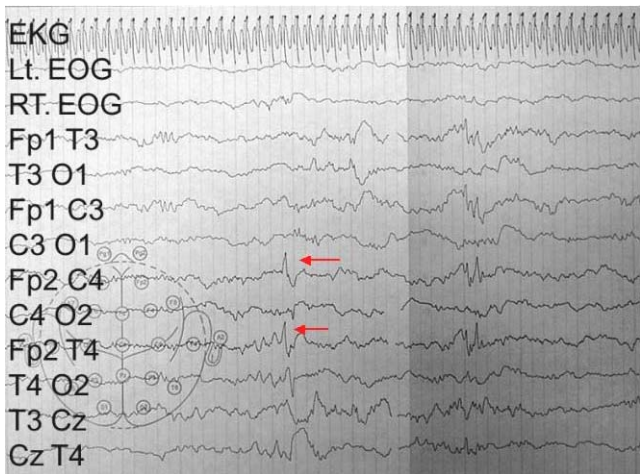


Fig. 2. EEG recording shows focal spikes in right frontoparietal area(arrows).

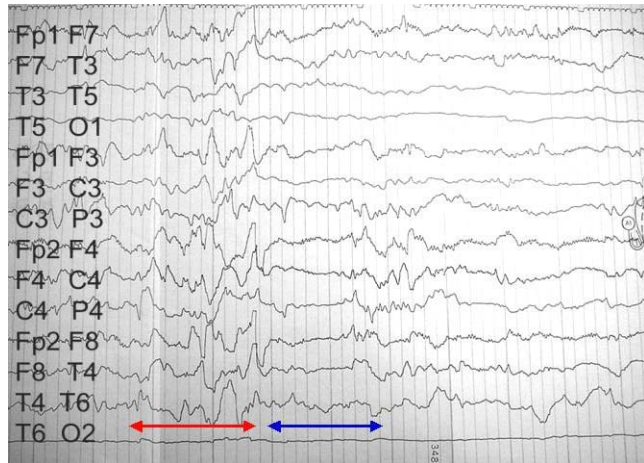


Fig. 5. EEG recording shows burst of high voltage activity which composed of various pattern(left bidirectional arrow), followed by background attenuation(right bidirectional arrow).

Table 1. Perinatal Conditions of Each Groups

Parameters	Group 1 (n=15)	Group 2 (n=10)	P value
Gestational age(weeks)	39.4±0.9	38.5±1.6	>0.5
Birth weight(gram)	3,093±400	2,950±317	>0.5
Sex(male)	11(73.3%)	6(60.0%)	>0.5
Outborn	11(73.3%)	8(80.0%)	>0.5
C-sec delivery	7(46.7%)	4(40.0%)	>0.5
Maternal disease*	3(20.0%)	6(60.0%)	<0.05

The values are mean±Standard deviation or number(%)
 *puerperal fever, premature rupture of membrane, cord prolapse, placenta abruptio, etc.

Table 2. Blood Laboratory Findings on Admission of Each Groups

Parameters	Group 1(n=15)	Group 2(n=10)
pH	7.16±0.18	7.15±0.19
Ammonia(ng/mL)	1.9±1.5	2.4±1.8
Uric acid(mg/dL)	6.1±2.5	6.0±2.3
Lactic acid(mM/L)	8.0±6.8	7.6±6.2

점 미만인 경우 발달 장애가 있는 것으로 간주하였다.
 통계학적 분석은 WINSPSS(version 10.0)을 이용하여 Chi-square test와 Mann-Whitney test를 시행하였으며, P값이 0.05 미만일 때를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 두 군간의 주산기 요인

대상 환아 중 1군이 15명(60.0%), 2군이 10명(40.0%)이었으며, 평균 제태 주령은 각각 39.4주, 38.5주였으며, 평균 출생 체중은 3,093 gram, 2,950 gram이고, 남아의 비율은 73.3%, 60.0%이었으며, 분만 양식으로 제왕 절개술을 시행한 경우가 각각 46.7%, 40.0%이어서 모두 두 군간의 차이는 없었다(Table 1). 분만 장소로 외부 출생아가 각각 73.3% 및 80.0%로 많았으나 두 집단간에는 의미 있는 차이가 없었다. 산욕열, 양막 조기 파수, 제대 탈출 및 전치 태반 등의 산모 질환이 동반되었던 경우는 1군이 20.0%, 2군에서는 60.0%로 2군에서 유의하게 높았다(P<0.05)(Table 1).

2. 입원 당시의 혈액 검사 소견

입원 당시에 시행한 두 집단의 혈액 검사상 평균 pH는 7.16과 7.15로 산혈증 소견을 보였으며, 암모니아, 요산 및 젖산의 농도는 양군간 유의한 차이가 없었다(Table 2).

3. 임상 경과

평균 입원 기간은 1군이 17.2일인데 비하여 2군은 40.7일로 유의하게 길었으며, 인공 환기기 치료가 필요한 경우도 1군의

Table 3. Hospital Courses of Each Groups

Parameters	Group 1 (n=15)	Group 2 (n=10)	P value
Days of hospitalization	17.2±7.9	40.7±32.6	<0.05
Ventilator support	3(20.0%)	6(60.0%)	<0.05
Days of ventilator support	7.0±1.6	14.6±13.6	>0.1
Oral feeding start days	3.2±2.2	9.9±9.1	<0.05

Table 4. Presence of Convulsion in Each Groups

Parameters	Group 1 (n=15)	Group 2 (n=10)	P value
Convulsion(+)	11(73.3%)	10(100.0%)	>0.5
Duration of convulsion(days)	1.5±0.8	5.5±9.1	<0.05
Onset day of convulsion (since birth)	1.4±1.1	1.6±0.8	>0.5

Table 5. Prognosis in Each Groups

Parameters	Group 1(n=15)	Group 2(n=10)	P value
Expired	1*	2	
Developmental delay	1	4	
Total	2(13.3%)	6(60.0%)	<0.05

*expired due to persistent pulmonary hypertension of newborn

20.0% 보다 2군에서 60.0%로 의미있게 많았으며, 경구 수유를 시작한 시기도 1군이 평균 생후 3.2일에 시작한 반면 2군에서는 평균 9.9일에 시작하여 유의한 차이를 보였다(P<0.05)(Table 3).

4. 경련 양상

경련은 1군의 11례(73.3%), 2군의 10례(100.0%)로 유사하게 발생하였으나, 경련이 지속되는 기간은 1군은 평균 1.5일이었으나 2군은 5.5일로 유의하게 길었으며(P<0.05) 경련의 발생시기는 양군간 차이를 보이지 않았다(P>0.5)(Table 4).

5. 예 후

대상 환아 중 치료 중 사망하거나 추적 관찰 중 발달 지연을 보인 경우는 1군에서 2례(13.3%) 있었으나 2군에서는 6례(60.0%)로 유의하게 많았다(P<0.05)(Table 5). 그러나 1군에서 사망한 1례의 경우 사인은 신생아의 지속성 폐고혈압증으로 인한 것으로 가사에 의한 것은 아니었다.

고 찰

주산기 가사는 신생아의 주산기 신경 장애의 원인 중에서 가장 높은 빈도를 차지하고 있으며, 상당수의 생존아에서는 발달 장애, 지속적인 경련 및 뇌성 마비 등의 영구적인 후유증을 일으키며 뇌손상의 정도에 따라 호흡 개시의 지연 같은 일시적인

생리적 변화에서 발달 장애, 사망에 이르는 다양한 임상 경과와 예후를 나타낸다¹⁾. 주산기 중증 가사가 동반된 신생아에서 생존 여부 및 저산소성 허혈성 뇌증으로의 발전 가능성에 대해 정확히 예측하는 데는 아직도 어려움이 있다^{3, 7)}.

신경계에 대한 검사로 뇌초음파 검사, 컴퓨터 단층 촬영, 뇌 자기 공명 영상 등을 이용한 해부학적 검사와 신경학적인 진찰, 뇌파, 유발전위 검사 등의 기능적 검사 및 1분/5분 Apgar 점수의 측정 등이 있을 수 있다⁸⁾. 그러나 뇌초음파 검사를 시행한 경우에는 신속하고 용이한 검사 방법이 될 수 있으나 검사자들 간의 신뢰도의 차이 또는 해석의 차이가 생길 수 있다⁹⁾. 컴퓨터 단층 촬영의 경우, 신생아의 뇌실질은 수분의 함량이 높아 뇌백질이 성인보다 낮은 컴퓨터 단층 밀도를 보여 회백질의 미세한 이상 소견인 경우 주변의 백질과 구분이 안되는 등의 저산소성 허혈성 뇌증의 초기에는 진단적 정보를 주지 못하는 단점이 있다¹⁰⁾. 뇌 자기 공명 영상의 경우 비용이 많이 들뿐 아니라 환아들이 대부분 인공호흡 등 집중치료를 받는 상태이고, 검사에 장시간이 요구되어 검사를 시행하는 것 자체가 어렵다. 특히 저산소성 허혈성 뇌증의 경우 초기에는 신생아의 뇌실질에 말이집형성(myelination)이 되어 있지 않고 수분의 함량이 높아서 고식적인 자기 공명 영상을 통한 조기 진단은 어렵고¹¹⁾, 확산 강조(diffusion weighted) 영상을 사용하여야만 이상 소견이 관찰될 수 있다¹²⁾.

신경학적인 진찰로는 Sarnat와 Sarnat¹³⁾의 분류가 많이 이용되고 있으나 측정 항목이 많고, 진단 기준이 임상적이며 또한 항경련제 등의 진정제가 투여된 경우 정확한 예측이 어려운 단점이 있다. 유발 전위 검사로 흔히 쓰이는 청각 유발 전위 검사(auditory evoked potential, AEP)의 경우 역시 비침습적으로 시행하는 장점이 있으며 뇌간 이하의 기능적 평가는 용이한 반면, 급성기에 보이는 주산기 가사의 손상인 경우 주로 뇌실질의 천막상부 구조와 관련이 있어 대뇌 기능의 상대적 평가는 부정확하다¹⁴⁾. 김 등¹⁵⁾의 연구에서도 청각 유발 전위 검사의 경우 신생아 가사 환자의 신경학적 장애의 조기 진단에 있어 양성 예측도는 40.0%, 민감도는 18.2%로 낮다고 하였다. Finer 등¹⁶⁾에 의하면 1분 Apgar 점수에서 심한 질식의 유무는 응급 심폐 소생술의 필요성을 결정할 수 있으나 예후와의 관련성은 적으며, Clancy와 Legido¹⁷⁾는 5분 Apgar 점수는 신경학적 후유증을 예측하는데 불충분하며, 재태 연령, 체중, 신경학적 진찰 소견이 관계가 깊다고 하였다.

출생 후 측정된 혈액학적 검사상 산혈증은 주산기 가사의 특이도가 높은 지표로 알려져 있으나, 앞으로의 신경학적 예후를 예측하는지에 관해서는 불확실하며¹⁸⁾, 본 연구에서도 대상 환아 모두에서 산혈증 소견이 있었으나 두 집단간에는 의미있는 차이가 없었다. 이에 비하여 신생아 뇌파 검사의 경우는 비침습적이고, 침상 옆에서 시행이 가능하고, 비용이 적게 들며, 투여된 약물에 관계없이 대뇌 기능을 평가할 수 있어 주산기 가사 환아에서 진단 및 예후를 추정하고 동반된 경련을 진단하기에 필수적

이라 할 수 있다¹⁹⁾.

Grether와 Nelson²⁰⁾은 정상 체중아에서도 산모가 감염이 있는 경우 뇌성 마비의 빈도가 증가하고 이것은 주산기 가사와 밀접한 관련이 있다고 보고하였는데, 본 연구 소견에서도 전반적 이상군에서 산모의 질환 동반율이 높았다(20% vs. 60%).

두 집단 모두 외부 출생아의 비중이 높았던 것으로 보아 초기의 적극적인 치료가 중요함을 나타낸다.

Takeuchi와 Watanabe²¹⁾는 생후 1일에 시행한 뇌파의 활동 소견을 통해 뇌파의 예후 측정으로서의 가치에 대해 연구하였으며, Watanabe 등²²⁾은 33주 미만의 미숙아들을 대상으로 한 연구에서 급속도의 뇌손상이 있었던 경우 배경 뇌파의 심한 활동도의 감소 소견 후에 비정형화된 양상을 보이며 이는 뇌성 마비와 관련이 있고, 경한 손상이 있었던 경우의 뇌파는 지속적인 뇌파의 활동도 감소 소견 후에 미성숙 뇌파가 나타나서 지능 저하를 예측하는데 유용하였다. Gunn 등²³⁾은 난소 동맥 결찰을 통하여 가사를 유도한 양을 대상으로 한 실험에서 뇌파 진폭의 소실은 뇌피질 신경적 소실과 관련 있으며 손상의 심한 정도를 나타내는 지표가 됨을 보였다. Prechtl 등²⁴⁾은 26명의 가사 소견을 보인 환아를 대상으로 한 조사에서 향후 전반적인 운동 능력에 대한 예측인자로 신경학적인 검사보다는 뇌파 검사와 방사선학적인 소견이 민감도가 각각 92.3%와 100%로 매우 높다고 하였다.

뇌파 소견은 Watanabe 등²⁵⁾에 의하면 뇌파에서 보이는 간질 양 활동도가 예후를 예측하지는 않아서 뇌파 소견상 국소파나 서파를 보였던 국소 변화군에서는 신경학적인 예후가 양호하였다. 그러나 저산소성 허혈성 뇌증환아에서 배경파의 이상유무, 특히, 반응성의 상실(inactive wave), 등전위파(isoelectric wave), 군발 억제파(burst suppression), 전반적 저전위파(low voltage)나 delta 파를 보일 때는 높은 사망과 심한 후유증을 동반하여 진단적 가치가 있는 것으로 알려져 있다^{4, 8, 26)}. 본 연구에서도 뇌파에서 전반적 이상 소견이 있었던 10례 중 2례가 사망하였으며, 외래 추적 검사상 4례가 신경 발달 지연 소견이 있어, 비정상파와 배경파의 이상에 따른 신경학적 예후는 통계적으로 유의한 차이를 보여서, 이전의 연구 결과들과 일치하였다.

본 연구는 예후가 나쁠 것으로 예상되는 중증 주산기 가사 소견이 있는 만삭아에서 초기 뇌파 검사소견에서 다형성 극파, 전반적 저전위파 및 군발 억제파 등의 전반적인 이상 소견이 있는 경우 나쁜 임상 경과와 예후를 보여서, 주산기 가사 환아들의 예후를 예견하는 지표로 이용될 수 있을 것으로 여겨지며, 주산기 가사 소견이 있는 환아에서 초기에 혈액학적인 검사와 정확한 신경학적인 검사와 더불어 뇌파 검사를 적극적으로 실시하여야 할 것으로 생각된다.

요 약

목적 : 주산기 가사 환아는 뇌손상 정도에 따라 다양한 임상 경과와 예후를 나타낸다. 이에 초기 뇌파의 소견이 저산소성 뇌

중 환아의 임상경과와 예후를 예측할 수 있는지를 알아보고자 이 연구를 시행하였다.

방 법 : 1999년 7월부터 2002년 6월까지 계명대학교 동산의료원 소아과 신생아 중환자실에 1분 Apgar 점수 3점이하의 중증 주산기 가사소견으로 입원했던 만삭아를 생후 3일 이내에 시행한 초기 뇌파검사 소견으로 미세 변화군(정상, 국소성 극파 혹은 서파)과 전반적 이상군(다형성 극파, 돌발-억제파(burst-suppression), 전반적 저진위파)으로 나누어서 각 군간 입원시 혈액 검사소견(암모니아, 요산, 젖산, pH), 임상소견(입원기간, 산전 모성 위험인자 유무, 경련유무 및 지속기간, 기계적 환기 필요여부, 경구수유 시작시기), 예후(사망 혹은 발달장애 유무) 등을 비교하여 통계적 분석을 하였다.

결 과 : 총 25명 중 미세 변화군은 15명, 전반적 이상군은 10명이었으며 양군 모두 외부 출생아가 70% 이상으로 많았다. 두 군간 성별, 평균 재태 기간, 출생 체중은 유의한 차이가 없었다. 미세 변화군에 비해 전반적 이상군에서 산전 모성 위험인자 내재(20.0% vs 60.0%), 평균 경련 지속기간(1.5일 vs 5.5일), 기계적 환기가 필요한 경우(20.0% vs 60.0%) 및 경구수유 시작시기(3.2일 vs 9.9일)가 의미있게 늦었으나 경련 동반율(66.7% vs 100.0%)은 유의한 차이가 없었다. 사망 혹은 발달장애를 동반한 나쁜 예후로의 진행은 미세 변화군 중 13.3%에 비해 전반적 이상군 중 60.0%로 유의있게 많았다($P < 0.05$).

결 론 : 주산기 가사에 노출된 환아들의 초기 뇌파검사 소견에서 다형성 극파나 돌발-억제파, 전반적 저진위파 등의 전반적 이상이 있는 경우 나쁜 임상 경과와 예후를 보여서, 주산기 가사 환아들의 예후를 예견하는데 지표로 이용될 수 있으리라 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Williams CE, Mallard C, Tan W, Gluckman PD. Pathophysiology of perinatal asphyxia. Clin Perinatol 1993;20:305-25.
- 2) Anslow P. Birth asphyxia. Eur J Radiol 1998;26:148-53.
- 3) Hill A. Current concept of hypoxic-ischemic cerebral injury in the term newborn. Pediatr Neurol 1991;7:317-25.
- 4) Van Lieshout HB, Jacobs JW, Rotteveel JJ, Geven W, v't Hof M. The prognostic value of the EEG in asphyxiated newborns. Acta Neurol Scand 1995;91:203-7.
- 5) Volpe JJ. Neurology of the newborn. 4th ed. Philadelphia : WB saunders Co, 2000:331-94.
- 6) Hoon AH, Pulsifer MB, Gopalak R, Palmer FB, Caoute AJ. Clinical adaptive test/clinical linguistic auditory milestone scales in early cognitive assessment. J Pediatr 1993;123:S1-8.
- 7) Rosenkrantz TS, Zalneraitis EL. Prediction of survival in severely asphyxiated infants. Pediatr Neurol 1991;7:446-51.
- 8) Holmes G, Rowe J, Hafford J, Schmidt R, Testa M, Zimmerman A. Prognostic value of the electroencephalogram in neonatal asphyxia. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1982;53:60-72.

- 9) Rutherford MA, Pennock JM, Dubowitz LM. Cranial ultrasound and magnetic resonance imaging in hypoxic-ischaemic encephalopathy: a comparison with outcome. Dev Med Child Neurol 1994;36:813-25.
- 10) Brant-Zawadzski M, Enzmann D. Using computed tomography of the brain to correlate low white matter attenuation with early gestational age in neonates. Radiology 1981; 139:105-8.
- 11) Rollins NK, Morriss MC, Evans D, Perlman JM. The role of early MR in the evaluation of the term infant with seizure. AJNR 1994;15:239-48.
- 12) Johnson AJ, Lee BC, Lin W. Echoplanar diffusion-weighted imaging in neonates and infants with suspected hypoxic-ischemic injury: correlation with patient outcome. AJR 1999;172:219-26.
- 13) Sarnat HB, Sarnat MS. Neonatal encephalopathy following fetal distress: a clinical and electroencephalographic study. Arch Neurol 1976;33:696-705.
- 14) Shevell MI, Majnemer A, Miller SP. Neonatal neurologic prognostication: the asphyxiated term newborn. Pediatr Neurol 1999;21:776-84.
- 15) 김형진, 강 희, 최병민, 유기환, 홍영숙, 이주원 등. 신생아 가사 환아에서 뇌초음파 및 뇌유발전위 검사 소견과 신경학적 예후에 관한 연구. 소아과 2001;44:1162-7.
- 16) Finer NN, Robertson CM, Richards RT, Pinnell LE, Peters KL. Assessment of neurologic outcome in asphyxiated term infants by use of serial CK-BB isoenzyme measurement. J Pediatr 1982;101:988-92.
- 17) Clancy RR, Legido A. Postnatal epilepsy after EEG confirmed neonatal seizures. Epilepsia 1991;32:69-76.
- 18) Low JA, Froese AF, Galbraith RS, Sauerbrei E, McKinven JP, Karchmar EJ. The association of fetal and newborn metabolic acidosis with severe periventricular leukomalacia in the preterm newborn. Am J Obstet Gynecol 1990;162: 977-81.
- 19) 김홍동. 신생아 및 미숙아 뇌파의 판독 및 그 유용성. 소아과 1997;4:441-52.
- 20) Grether JK, Nelson KB. Maternal infection and cerebral palsy in infants of normal birth weight. JAMA 1997;278: 207-11.
- 21) Takeuchi T, Watanabe K. The EEG evolution and neurological prognosis of neonates with perinatal hypoxia. Brain Dev 1989;11:115-20.
- 22) Watanabe K, Hayakawa F, Okumura A. Neonatal EEG: A powerful tool in assessment of brain damage in preterm infant. Brain Dev 1999;21:361-72.
- 23) Gunn AJ, Parer JT, Mallard EC, Williams CE, Gluckman PD. Cerebral histologic and electrocorticographic change after asphyxia in fetal sheep. Pediatr Res 1992;31:486-91.
- 24) Prechtl HF, Ferrari F, Cioni G. Predictive value of general movements in asphyxiated fullterm infants. Early Hum Dev 1993;35:91-120.
- 25) Watanabe K, Miyazaki S, Hara K, Hakamada S. Behavioral state cycles, background EEGs and prognosis of newborns with perinatal hypoxia. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1980;49:618-25.
- 26) Finer NN, Robertson CM, Peters KL, Coward JH. Factors affecting outcome in hypoxic ischemic encephalopathy in term infants. Am J Dis Child 1983;137:21-5.