

## 신생아 질식 환아에서 저산소성 허혈 뇌증의 정도와 급성신부전 발생과의 연관성

경희대학교 의과대학 소아과학교실

박성신 · 정성훈 · 송준혁 · 김선경 · 김성도 · 조병수

= Abstract =

### The Correlation between the Severity of Hypoxic Ischemic Encephalopathy and the Development of Acute Renal Failure in Asphyxiated Neonates

Sung-Shin Park, M.D., Sung-Hoon Chung, M.D., Jun-Hyuk Song, M.D.

Sun-Kyoung Kim, M.D., Sung-Do Kim, M.D., Ph.D. and Byoung-Soo Cho, M.D., Ph.D.

Department of Pediatrics, Kyung-Hee University Hospital, Seoul, Korea

**Purpose :** We performed this study to determine the incidence of acute renal failure(ARF) in birth asphyxia and to correlate the severity of asphyxia and hypoxic-ischemic encephalopathy (HIE) and ARF in asphyxiated neonates.

**Methods :** Data was retrospectively collected from the medical records of 33 patients with neonatal asphyxia and of 33 neonates with no asphyxia. On the basis the 5-minute Apgar score, the asphyxiated neonates were further grouped into mild(6 or 7), moderate(4 or 5), and severe asphyxia(3 or less). Asphyxiated neonates with HIE were staged by the Sarnat and Sarnat scoring system. We compared serum creatinine, blood urea nitrogen, electrolytes, and urine output on day 3 of life and the incidence and severity of intraventricular hemorrhage(IVH) between each group.

**Results :** ARF occurred in 8(24.2%) asphyxiated neonates. Of these, 3(37.5%) were oliguric, while 1(10.0%) patient with mild asphyxia, 2(18.2%) of moderate asphyxia, and 5(41.7%) with of severe asphyxia had ARF( $P>0.05$ ). One(25%) patient with stage I HIE, 4(50%) with stage II HIE, and 3(75%) of HIE with stage III HIE developed ARF( $P<0.01$ ). There was no statistical correlation between the severity of asphyxia and HIE stage. One(7.7%) patient with grade 1 IVE, 0(0.0%) with grade 2 IVH, 2(66.7%) with grade 3 IVH, and 2(100.0%) with grade 4 IVH had ARF( $P<0.01$ ). Mortality was higher in asphyxiated neonates with ARF( $P<0.05$ ). There was no significant difference between the oliguric and non-oliguric renal failure.

**Conclusion :** We found that the greater the degree of HIE, the higher was the incidence of ARF. Asphyxiated neonates with ARF had a poorer prognosis. (J Korean Soc Pediatr Nephrol 2007;11:32-40)

**Key Words :** Asphyxia, Acute renal failure, Hypoxic ischemic encephalopathy

접수 : 2007년 3월 16일, 승인 : 2007년 4월 4일  
책임저자 : 김성도, 서울시 동대문구 회기동 1번지  
경희대학교 의과대학 소아과학교실  
Tel : 02)958-8297 Fax : 02)967-1382  
E-mail : kimsungdo@empal.com

서 론

출생전후 질식(perinatal asphyxia)은 신생아 사

망들과 이환율의 가장 주된 원인 중의 하나이다.

질식으로 인해 심장박출량이 재분포 되면서 다 기관기능장애가 초래된다. 뇌, 심장, 부신 등 생명 유지에 좀 더 필수적인 중요 기관에 우선적으로 혈류 공급이 이루어지고 신장, 창자, 피부 등에는 혈액 공급이 감소하게 된다. 이러한 적응 기전에 의하여 다기관기능장애가 초래되는데, 이 때 가장 흔하게 손상 받는 기관 중의 하나가 신장이다.

질식 신생아에서 신장 손상의 발생률은 50-72%로 다양하게 보고 되고 있다[1-3]. 신장은 산소 결핍에 매우 민감한 기관으로, 저산소성 허혈 손상 24시간 이내에 신기능부전이 발생하고 그 상태가 좀 더 오래 지속될 경우 비가역적인 피질 괴사가 초래된다.

저산소성 허혈 뇌증(hypoxic ischemic encephalopathy)을 동반한 질식 신생아의 경우, 적절한 수액 및 전해질 공급을 통하여 신체 내부 환경을 안정적으로 유지해 주는 것이 필수적이며, 신부전이 질식 신생아의 사망률과 신경학적 예후와 관련이 있는 것으로 알려져 있기 때문에[4, 5], 이들 환아에서 급성신부전을 조기에 진단하여 치료하는 것은 매우 중요하겠다.

하지만 신생아의 경우, 신기능부전을 나타내는 임상 증상과 생화학 지표들이 신장 이외 요인들에 의해 영향을 많이 받기 때문에 신부전 진단을 내리기가 쉽지 않다.

예를 들어 신부전이 없는 정상 신생아의 약 7%정도에서 생후 첫 48시간 동안 첫 소변을 배출하지 못하며, 생후 첫 날 채취한 혈청 크레아티닌 농도는 신생아의 신장 기능보다는 주로 엄마의 크레아티닌 농도를 반영한다[6]. 나트륨 분획배설(fractional excretion of sodium; FeNa) 또는 신부전지수(renal failure index)는 신부전 진단에 유용한 지표이지만, 미숙아의 경우 또는 생리식염수를 투여 받았거나 이뇨제나 아미노필린을 투여 받은 환아의 경우에는 신장을 통한 나트륨 배출이 많아지기 때문에 이들 지표 해석에 주의를 요한다 [6].

본 저자들은 신생아 질식 환아에서 급성신부전의 발생률을 알아보고, 질식과 저산소성 허혈 뇌증의 정도와 급성신부전과의 연관성을 알아보고자 이번 연구를 시행하였다.

## 대상 및 방법

2001년 1월부터 2005년 12월까지 경희대학교 부속병원 신생아 중환자실에 입원한 66명의 의무 기록을 후향적으로 검토하였다.

신생아 질식으로 입원한 33명의 환아를 질식군으로, 신생아 질식 이외의 다른 원인으로 입원한 33명의 환아를 대조군으로 정하였다.

5분 아프가 점수가 7점 이하인 경우를 신생아 질식으로 진단 내렸으며, 5분 아프가 점수의 정도에 따라서 경중 질식(6-7점), 중등도 질식(4-5점), 중증 질식(3점 이하)으로 세분하였다. 5분 아프가 점수가 8점 이상인 환아들 중 질식군의 환아들과 임신 기간( $\pm 1$ 주)과 출생체중( $\pm 100$  g)이 짝지어진 33명의 환아를 대조군으로 하였다.

급성신부전은 생후 3일 혈청 크레아티닌이 1.5 mg/dL 이상인 경우로 정의하였으며, 감뇨성 급성신부전은 생후 3일 소변배출량이 1.0 mL/kg/hr 이하인 경우로 정의하였다.

질식에 의한 저산소성 허혈 뇌증의 정도는 Sarnat and Sarnat stage에 의해 단계를 분류하였다. 생후 3일에 측정된 혈청 크레아티닌, 혈액요소질소, 나트륨, 칼륨 수치와 소변배출량, 혈뇨와 단백뇨 유무에 대한 기록을 검토하였다. 뇌 초음파, 뇌 전산단층촬영술, 뇌 자기공명영상을 시행 받은 기록을 조사하여 뇌실 내 출혈의 정도를 검토하였다.

### 1. 통계 분석

통계 처리에는 SPSS version 13.0을 이용하였다.

각 군별 빈도의 비교에는 적용 기준에 따라 Chi-square test, Fisher's exact test, linear by

linear association을 시행하였다. 평균치의 분석에는 independent-samples T test와 one-way ANOVA를 시행하였다. One-way ANOVA 분석 결과 유의성이 인정된 경우 Dunnett의 다중 비교(multiple comparison)를 이용하여 사후 검정을 실시하였다.

P값 0.05 미만을 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

## 결 과

### 1. 신생아 질식군과 대조군의 비교

질식군과 대조군에서 미숙아는 23명(69.7%), 만삭아는 10명(30.3%)이었다. 질식군과 대조군의 평균 임신 기간은 34주, 평균 출생체중은 2,150 gm이었다. 질식군은 남자 12명(36.4%), 여자 21명(63.6%)이었고, 대조군은 남자 18명(54.5%), 여자 15명(45.5%)이었다(Table 1).

33명의 질식군에서 5분 아프가 점수에 의한 질식의 정도는 다음과 같았다; 경증 질식 10명(30.3%), 중등도 질식 11명(33.3%), 중증 질식 12명(36.4%). 33명의 질식군 중 16명의 환아가 저산소성 허혈 뇌증을 진단 받았으며 Sarnat and Sarnat stage에 의한 임상 단계는 다음과 같았다; 뇌증 없음 17명(51.5%), 뇌증 1단계 4명(12.1%), 뇌증 2단계 8명(24.2%), 뇌증 3단계 4명(12.1%).

급성신부전의 발생은 질식군에서 8명(24.2%), 대조군에서 0명이었다. 이 중 3명(37.5%)이 감뇨성 급성신부전을 보였다.

소변배출량은 질식군에서 3.5±1.4 mL/kg/hr, 대조군에서 4.3±1.1 mL/kg/hr로 질식군에서 의미 있게 낮았고(P<0.01), 혈액요소질소와 혈청 크레아티닌 수치는 질식군에서 대조군보다 통계학적으로 의미 있게 높았다(P<0.01). 혈청 나트륨과 칼륨 수치는 두 군 간에 차이를 보이지 않았다.

혈뇨를 보인 경우는 질식군에서 13명(39.4%), 대조군에서 3명(9.1%)이었으며, 단백뇨를 보인 경우는 질식군에서 6명(18.2%), 대조군에서 0명으로

혈뇨와 단백뇨 모두 질식군에서 발생률이 높았다.

질식군에서는 26명, 대조군에서는 25명이 뇌 초음파, 뇌 전산단층촬영술, 뇌 자기공명영상 등의

Table 1. Asphyxia Group versus Control Group

	Asphyxia	Control	P values
Urine output(mL/kg/hr)	3.5±1.4	4.3±1.1	<0.01
BUN(mg/dL)	18.5±12.4	10.8±8.3	<0.01
Creatinine(mg/dL)	1.3±1.0	0.7±0.4	<0.01
Sodium(mEq/L)	140±7	140±5	>0.05
Potassium(mEq/L)	4.8±1.7	4.5±0.9	>0.05
Hematuria			<0.01
No	20(60.6%)	39(90.9%)	
+1	1( 3.0%)	1( 3.0%)	
+2	3( 9.1%)	2( 6.1%)	
+3	9(27.3%)	0( 0%)	
Proteinuria			<0.05
No	27(81.8%)	33(100%)	
+1	3( 9.1%)	0( 0%)	
+2	2( 6.1%)	0( 0%)	
+3	1( 3.0%)	0( 0%)	
Acute renal failure			<0.01
Oliguric	8(24.2%)	0( 0%)	
HIE			<0.01
Stage I	16(48.5%)	0( 0%)	
Stage II	4( 25%)		
Stage III	8( 50%)		
Brain sono, CT, or MRI			<0.05
No IVH	7(26.9%)	14(56.0%)	
Grade I*	13(50.0%)	10(40.0%)	
Grade II†	1( 3.8%)	0( 0%)	
Grade III‡	3(11.5%)	1( 4.0%)	
Grade IV§	2( 7.7%)	0( 0%)	
No brain imaging study	4	8	
SAH	1	0	
HIE with infarction	1	0	
Subgaleal hematoma	1	0	
Deaths	4(12.1%)	0( 0%)	>0.05

Abbreviations : BUN, blood urea nitrogen; IVH, intraventricular hemorrhage; HIE, hypoxic ischemic encephalopathy; SAH, subarachnoid hemorrhage  
 \*bleeding confined to the germinal matrix-subependymal region  
 †intraventricular bleeding with 10-50% filling of the ventricle  
 ‡intraventricular bleeding with more than 50% involvement with dilated ventricle  
 §grade III plus intraparenchymal hemorrhage

검사를 시행 받았다. 뇌실 내 출혈 이외의 진단을 받은 질식군의 3명[거미막밑출혈(subarachnoid hemorrhage) 1명, 뇌경색을 동반한 저산소성 허혈 뇌증 1명, 모상건막하혈종(subgaleal hematoma) 1명]을 제외하고, 질식군과 대조군 사이에 뇌실 내 출혈의 발생 빈도와 중증 정도를 비교했을 때, 질식군에서 19명(73.1%) 대조군에서 11명(44%)으로 질식군에서 뇌실 내 출혈의 발생 빈도가 높았으며, 1단계 출혈 13명(50.0%), 2단계 출혈 1명(3.8%), 3단계 출혈 3명(11.5%), 4단계 출혈 2명(7.7%)으로 뇌실 내 출혈의 정도 역시 질식군에서 좀 더 심했다.

질식군에서는 4명(12.1%)이 사망하였고, 대조군에서는 사망 환아는 없었다( $P>0.05$ ). 사망 환아 4명 중 3명이 급성신부전 발생 환아로 급성신부전 발생 시 사망률이 더 높았다( $P<0.05$ ). 감뇨성과

비감뇨성 급성신부전 간의 차이는 없었다.

## 2. 경증, 중등도, 중증 질식 간의 비교

소변배출량, 혈청 크레아티닌, 혈액요소질소, 나트륨, 칼륨 수치에 있어서 경증, 중등도, 중증 질식 간에 의미 있는 차이는 없었다. 중증 질식 환아에서 경증이나 중등도 질식 환아보다 혈뇨의 빈도와 정도가 심했지만( $P<0.01$ ), 단백뇨에서는 차이를 보이지 않았다(Table 2).

급성신부전을 보인 환아 수는 경증 질식에서 1명(10.0%), 중등도 질식에서 2명(18.2%), 중증 질식에서 5명(41.7%)이었지만, 통계학적 차이는 없었다. 5분 아프가 점수에 의한 질식의 정도와 저산소성 허혈 뇌증 단계와의 통계학적 연관성은 없었다. 경증 질식에서는 0명, 중등도 질식에서는 1명(9.1%), 중증 질식에서는 3명(25.0%)이 사망하

**Table 2.** Characteristics Correlated with Asphyxia Severity

	Mild asphyxia	Moderate asphyxia	Severe asphyxia	<i>P</i> values
Urine output(mL/kg/hr)	3.8±0.8	3.6±1.8	3.1±1.2	>0.05
BUN(mg/dL)	14.3±7.7	20.5±14.1	20.1±13.9	>0.05
Creatinine(mg/dL)	0.9±0.5	1.2±1.2	1.6±1.1	>0.05
Sodium(mEq/L)	140±6	142±7	139±9	>0.05
Potassium(mEq/L)	4.4±0.9	4.7±1.1	5.1±2.4	>0.05
Hematuria				< 0.01
No	9(90.0%)	8(72.7%)	3(25.0%)	
+1	0( 0%)	0( 0%)	1( 8.3%)	
+2	0( 0%)	1( 9.1%)	2(16.7%)	
+3	1(10.0%)	2(18.2%)	6(50.0%)	
Proteinuria				>0.05
No	10(100.0%)	9(81.8%)	8(66.7%)	
+1	0( 0%)	1( 9.1%)	2(16.7%)	
+2	0( 0%)	1( 9.1%)	1( 8.3%)	
+3	0( 0%)	0( 0%)	1( 8.3%)	
Acute renal failure	1( 10.0%)	2(18.2%)	5(41.7%)	>0.05
Oliguric	0( 0%)	1(50.0%)	2(40.0%)	>0.05
HIE				>0.05
No	7( 70.0%)	6(54.5%)	4(33.3%)	
Stage I	0( 0%)	2(18.2%)	2(16.7%)	
Stage II	2( 20.0%)	3(27.3%)	3(25.0%)	
Stage III	1( 10.0%)	0( 0%)	3(25.0%)	
Deaths	0( 0%)	1( 9.1%)	3(25.0%)	>0.05

Abbreviations : BUN, blood urea nitrogen; HIE, hypoxic ischemic encephalopathy

박성신 외 5인 : 신생아 질식 환아에서 저산소성 허혈 뇌증과 급성 신부전

였지만, 통계학적 차이는 없었다.

### 3. 저산소성 허혈 뇌증 단계 간의 비교

저산소성 허혈 뇌증 단계(없음, 1-3단계) 간에 소변배출량, 혈청 크레아티닌, 혈액요소질소, 나트륨, 칼륨 수치를 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 이용하여 비교했을 때, 뇌증 단계에 따라 혈청 크레아티닌, 혈액요소질소, 나트륨, 칼륨 수치에 통계학적 차이가 있었다. 하지만 Dunnett의 다중 비교(multiple comparison)를 이용하여 사후 검정을 했을 때 각각의 소집단 간에 의미 있는 차이는 없었고, 상자 도표에서도 일정한 경향을 찾을 수는 없었다(Table 3).

혈뇨를 보인 환아는 뇌증 없음에 4명(23.5%), 뇌증 1단계에 1명(25%), 뇌증 2단계에 5명(62.5%), 뇌증 3단계에 3명(75%)이었고, 단백뇨를 보인 환아는 뇌증 없음에 1명(5.9%), 뇌증 1단계에

1명(25%), 뇌증 2단계에 2명(25%), 뇌증 3단계에 2명(50%)으로 저산소성 허혈 뇌증의 정도가 심해 질수록 혈뇨( $P<0.05$ )와 단백뇨( $P<0.05$ )를 보이는 경우가 더 많았다.

급성신부전 발생 환아 수는 뇌증 없음에 0명, 뇌증 1단계에 1명(25%), 뇌증 2단계에 4명(50%), 뇌증 3단계에 3명(75%)으로 뇌증의 정도에 따라 급성신부전의 발생이 증가하는 경향을 보였다( $P<0.01$ ). 하지만 감뇨성과 비감뇨성 급성신부전 발생에는 차이를 보이지 않았다.

뇌증 1단계에서 1명(25%), 뇌증 3단계에서 3명(75%)이 사망하였다.

### 4. 질식군에서의 뇌실 내 출혈 발생 빈도와 중증 정도

뇌 영상 검사를 시행 하지 않은 환자 4명과 뇌실 내 출혈 이외의 진단을 받은 환자 3명(거미막

**Table 3.** Characteristics Correlated with Hypoxic-ischemic Encephalopathy Staging

	No HIE	HIE stage I	HIE stage II	HIE stage III	P values
Urine output(mL/kg/hr)	3.9±1.2	3.9±1.0	2.6±1.3	2.9±1.8	>0.05
BUN(mg/dL)	12.8±6.3	26.0±19.6	22.8±14.2	26.3±13.2	<0.05
Creatinine(mg/dL)	0.9±0.3	1.1±0.5	2.1±1.7	1.5±0.9	<0.05
Sodium(mEq/L)	142±3	141±11	134±5	144±13	<0.05
Potassium(mEq/L)	4.3±0.8	5.0±1.1	4.5±1.0	7.1±3.6	<0.05
Hematuria					<0.05
No	13(76.5%)	3(75.0%)	3(37.5%)	1( 25%)	
+1	0( 0%)	0( 0%)	1(12.5%)	1( 3.0%)	
+2	1( 5.9%)	1(25.0%)	1(12.5%)	3( 9.1%)	
+3	3(17.6%)	0( 0%)	3(37.5%)	9(27.3%)	
Proteinuria					<0.05
No	16(94.1%)	3(75.0%)	6(75.0%)	2(50.0%)	
+1	1( 5.9%)	1(25.0%)	0( 0%)	1(25.0%)	
+2	0( 0%)	0( 0%)	1(12.5%)	1(25.0%)	
+3	0( 3.0%)	0( 0%)	1(12.5%)	0( 0%)	
Acute renal failure	0( 0%)	1(25.0%)	4(50.0%)	3(75.0%)	<0.01
Oliguric		0( 0%)	2(50.0%)	1(33.3%)	>0.05
Asphyxia					>0.05
Mild	7(41.2%)	0( 0%)	2(25.0%)	1(25.0%)	
Moderate	6(35.3%)	2(50.0%)	3(37.5%)	0( 0%)	
Severe	4(23.5%)	2(50.0%)	3(37.5%)	3(75.0%)	
Deaths	0( 0%)	1(25.0%)	0( 0%)	3(75.0%)	<0.01

Abbreviation : BUN, blood urea nitrogen; HIE, hypoxic ischemic encephalopathy

**Table 4.** Intraventricular Hemorrhage in Asphyxia Group

	Intraventricular hemorrhage					P values	None*	Other findings
	No IVH (%)	Grade I <sup>†</sup> (%)	Grade II <sup>‡</sup> (%)	Grade III <sup>§</sup> (%)	Grade IV <sup>  </sup> (%)			
Asphyxia						>0.05		
Mild	3(33.3)	5(55.6)	0( 0)	1(11.1)	0( 0)		0	-
Moderate	2(25.0)	3(37.5)	1(12.5)	1(12.5)	1(12.5)		2	Subgaleal hematoma HIE with infarction
Severe	2(22.2)	5(55.6)	0( 0)	1(11.1)	1(11.1)		2	SAH
HIE						>0.05		
No HIE	3(18.8)	12(75 )	1( 6.3)	0( 0)	0( 0)		1	-
Stage I	2(66.7)	0( 0)	0( 0)	0( 0)	1(33.3)		0	-
Stage II	2(33.3)	0( 0)	0( 0)	3( 50)	1(16.7)		1	HIE with infarction
Stage III	0( 0)	1(100)	0( 0)	0( 0)	0( 0)		2	Subgaleal hematoma
ARF						<0.01		
No ARF	7( 100)	12(92.3)	1( 100)	1(33.3)	0( 0)		4	SAH Subgaleal hematoma HIE with infarction
ARF	0( 0)	1( 7.7)	0( 0)	2(66.7)	2( 100)		0	HIE with infarction

Abbreviation : IVH, intraventricular hemorrhage; HIE, hypoxic ischemic encephalopathy; ARF, acute renal failure; SAH, subarachnoid hemorrhage

<sup>†</sup>bleeding confined to the germinal matrix-subependymal region

<sup>‡</sup>intraventricular bleeding with 10-50% filling of the ventricle

<sup>§</sup>intraventricular bleeding with more than 50% involvement with dilated ventricle

<sup>||</sup>grade III plus intraparenchymal hemorrhage

\*no brain imaging study

밑출혈 1명, 뇌경색을 동반한 저산소성 허혈 뇌증 1명, 모상건막하혈종 1명)을 제외하고 뇌실 내 출혈의 발생 빈도와 중증 정도를 비교하였을 때, 경증, 중등도, 중증 질식 간에 그리고 저산소성 허혈 뇌증 단계 간에 통계학적 차이는 없었다(Table 4).

급성신부전 발생 환자 수는 뇌실 내 출혈 1단계에서 1명(7.7%), 2단계에서 0명, 3단계에서 2명(66.7%), 4단계에서 2명(100%)으로 뇌실 내 출혈의 정도에 따라 급성신부전의 발생이 증가하는 경향을 보였다( $P<0.01$ ). 감뇨성과 비감뇨성 급성신부전 발생에는 차이를 보이지 않았다.

## 고 찰

출생전후 질식은 신생아 급성신부전의 주된 원인 중의 하나이다. 질식 환자에서의 신장 손상은

생명 유지에 좀 더 필수적인 중요 기관에 혈류를 우선적으로 공급하려는 적응 기전에 의해서 초래되는 결과이다. 신장은 산소 결핍에 매우 민감한 기관으로 저산소성 허혈 손상 24시간 이내에 신기능부전이 발생한다[3]. 신장 손상으로 급성세뇨관 괴사, 신장정맥혈전증, 신부전 등이 올 수 있는데, 이 중 급성신부전이 가장 흔하며 예후 역시 가장 좋지 않다[7].

본 연구에서 질식군과 대조군을 비교하였을 때, 질식군에서 생후 3일 측정된 소변배출량이 의미 있게 낮았고, 혈청 크레아티닌과 혈액요소질소 수치는 의미 있게 높았으며, 혈뇨와 단백뇨의 빈도 역시 질식군에서 의미 있게 많았다. 영상 검사를 시행하지 않은 12명의(질식군 4명, 대조군 8명) 환자와 뇌실 내 출혈 이외의 진단을 받은 3명의 환자를 제외하고 뇌실 내 출혈의 빈도와 정도를 비교하였을 때, 질식군에서 뇌실 내 출혈의 발생

빈도가 높았으며 중증 정도도 심했다. 질식군에서는 4명(12.1%)이 사망하였지만, 대조군에서는 사망 환아가 없었다.

본 연구에서 질식군의 급성신부전 발생률은 8명(24.2%)이었다. 이 중 감뇨성 급성신부전은 3명(37.5%)이었다. 이는 Jayashee 등(급성신부전 43.3%, 감뇨성 69.2%), Aqqarwal 등(급성신부전 68%, 감뇨성 42%), Mathew 등(급성신부전 38%), Chevalier 등(급성신부전 56%)이 발표한 자료와는 차이가 있다[3, 8, 10, 11]. 이는 각 연구마다 신생아 질식의 정의와 급성신부전의 정의를 달리 하였기 때문으로 생각된다.

조기 신생아기에 신장 기능의 이상을 보이는 경우에는 신장 발생장애(renal dysplasia) 또는 자궁내 폐쇄요로병증(obstructive uropathy)에 의한 것인지 아니면 출생 당시 또는 출생 후에 정상 신장에 가해진 손상에 의한 것인지 감별해야 한다.

Mathew 등과 Ellis 등은 감뇨성 급성신부전을 동반한 대부분의 신생아에서 나트륨 분획배설이 2.5-3.0% 이상이거나 신부전지수가 3.0 이상이라고 보고하였다[10, 12]. Aqqarwal 등은 신생아 질식군에서 대조군과 비교하여 나트륨 분획배설이 2.5-3.0% 이상이거나 신부전지수가 3.0 이상인 환아가 많았다고 보고하였다[8]. 하지만 급성신부전이 없는 대조군에서도 2.5% 이상의 나트륨 분획배설을 보이는 경우가 있으므로 나트륨 분획배설이나 신부전지수는 급성신부전을 진단하는데 있어서 민감도는 높으나 특이도는 낮은 검사이다[8, 12].

베타<sub>2</sub>-저분자글로불린은 사구체에서 여과된 만큼 근위세관에서 효과적으로 흡수된다. 근위세관이 손상된 경우에는 베타<sub>2</sub>-저분자글로불린의 소변 내 배출량이 많아진다. Aqqarwal 등[8]은 신생아 질식군에서 대조군에 비해 소변 내 베타<sub>2</sub>-저분자글로불린의 배출이 많으며, 질식으로 인한 신장 손상의 정도가 클수록 더 많은 양의 베타<sub>2</sub>-저분자글로불린이 배출된다고 보고하였다.

본 연구는 후향적 연구로 기존의 자료에 의존하다 보니 나트륨 분획배설이나 신부전지수 등을 신부전 진단에 적용하지 못하였고, 근위세관 손상의 지표로 베타<sub>2</sub>-저분자글로불린을 측정하지 못하였다. 또한 신장 초음파를 시행 받은 환아가 몇 명 되지 않아서 두 군 간의 비교를 할 수 없었다.

본 연구에서는 혈뇨의 발생 빈도와 중증 정도를 제외하고 생후 5분 아프가 점수에 의한 신생아 질식의 단계(경증, 중등도, 중증)와 생후 3일 소변 배출량, 혈청 크레아티닌과 혈액요소질소 수치, 단백뇨, 급성신부전 발생률, 사망률 등과의 통계학적 연관성은 없었다. Jayashee 등도 유사한 결과를 발표하였다[3]. 신생아 질식의 정도와 저산소성 허혈 뇌증 단계와의(1-3단계) 통계학적 연관성 역시 없었다.

본 연구에서는 저산소성 허혈 뇌증의 정도가 심할수록 생후 3일 혈청 크레아티닌과 혈액요소질소의 수치가 높았으며, 혈뇨와 단백뇨의 발생 빈도와 중증 정도가 높았다. 급성신부전 발생도 뇌증 3단계에서 3명(75%)으로 가장 많았으며, 사망 역시 뇌증 3단계에서 3명(75%)으로 가장 많았다.

여러 연구에서 저산소성 허혈 뇌증의 정도가 심할수록 급성신부전의 발생 빈도와 중증 정도가 심하다고 보고하였다[3-4, 7-8]. 이들은 허혈성 손상이 심할수록 감뇨성 급성신부전의 발생률이 높고, 감뇨성 급성신부전이 발생한 경우에 신경학적 후유증이나 사망 등의 발생률이 더 높다고 보고하였지만, 본 연구에서는 이러한 차이를 볼 수는 없었다.

뇌 영상 검사를 시행하지 않은 환자 4명과 뇌실 내 출혈 이외의 진단을 받은 환자 3명(거미막밑출혈 1명, 뇌경색을 동반한 저산소성 허혈 뇌증 1명, 모상건막하혈종 1명)을 제외하였기 때문에 불완전한 비교이기는 하지만, 본 연구에서는 뇌실 내 출혈의 정도가 심할수록 급성신부전의 발생이 증가하는 결과를 보였다.

질식군에서 급성신부전이 발생한 군과 발생하지 않은 군을 비교했을 때, 급성신부전이 발생한

군에서 사망률이 더 높았다.

본 연구는 의무 기록을 후향적으로 검토한 연구로 몇 가지 제한점을 지니고 있다.

첫째, 신생아 질식의 진단을 내리는데 있어서 아프가 점수에만 의존하였다. 또한 Apgar 점수 측정 역시 한 명의 동일 관찰자에 의해 이루어지지 못하였다. 이로 인해 신생아 질식의 진단과 그 중증 정도의 판정에 있어서 정확성과 일관성이 부족하다고 여겨진다.

둘째, 신장 손상을 나타내는 지표로 생후 3일 소변배출량, 혈청 크레아티닌, 혈액요소질소만을 이용하였다. 나트륨 분획배설이나 신부전지수, 베타2-저분자글로불린 배출량 등을 함께 구할 수 있었다면 더 좋았을 것으로 여겨진다.

셋째, 신장 초음파 검사가 시행되지 않았다. 신장 발생장애 또는 자궁내 폐쇄요로병증 등 선천성 또는 자궁내 이상 소견을 진단하고 급성신부전에 동반되는 기타 이상 소견을 진단하기 위해 신장 초음파 검사가 이루어져야 한다고 생각한다.

넷째, 뇌 초음파, 뇌 전산단층촬영술, 뇌 자기공명영상 등의 검사를 모든 환아에게 시행하지 못하였으며 시행한 시기 역시 일정하지 않다. 본 연구에서는 신생아 질식의 정도, 저산소성 허혈 뇌증의 정도와 뇌실 내 출혈 간의 통계학적 연관성은 없었다. 하지만 중등도, 중증 질식 환자군과 저산소성 허혈 뇌증 2단계, 3단계 환자군에 영상 검사를 시행하지 않은 경우와 뇌실 내 출혈 이외의 다른 진단(거미막밑출혈 1명, 뇌경색을 동반한 저산소성 허혈 뇌증 1명, 모상건막하혈종 1명)을 받은 경우가 포함되어 있는 것을 감안한다면, 연관성이 없다고 결론 내리기 전에 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

다섯째, 장기 신경학적 예후에 대한 추적 관찰이 없다.

### 한 글 요약

**목적 :** 급성신부전은 질식 신생아의 사망률과

신경학적 예후와 관련이 있는 것으로 알려져 있다. 이에 본 저자들은 신생아 질식 환아에서 급성신부전의 발생률을 알아보고, 질식과 저산소성 허혈 뇌증의 정도와 급성신부전과의 연관성을 알아보고자 이번 연구를 시행하였다.

**방법 :** 신생아 질식으로 진단 받은 환아 33명과 임신 기간과 출생체중으로 짝지어진 환아 33명의 의무기록을 후향적으로 검토하였다. 5분 아프가 점수에 의해 신생아 질식의 정도를 경증(6 또는 7), 중등도(4 또는 5), 중증(3 이하)으로 세분하였으며, Sarnat and Sarnat stage에 의해 저산소성 허혈 뇌증의 단계를 분류하였다. 생후 3일에 측정된 혈청 크레아티닌, 혈액요소질소, 전해질 수치와 소변배출량, 혈뇨와 단백뇨 유무에 대한 기록을 검토하였다. 영상 검사를 통해 진단 받은 뇌실 내 출혈의 유무와 정도를 비교하였다.

**결과 :** 질식군 8명(24.2%)에서 급성신부전이 발생하였다. 이 중 3명(37.5%)이 감뇨성 급성신부전을 보였다. 경증 질식 1명(10.0%), 중등도 질식 2명(18.2%), 중증 질식 5명(41.7%)에서 급성신부전이 발생하였다( $P>0.05$ ). 뇌증 1단계 1명(25%), 뇌증 2단계 4명(50%), 뇌증 3단계 3명(75%)에서 급성신부전이 발생하였다( $P<0.01$ ). 5분 아프가 점수에 의한 질식의 정도와 저산소성 허혈 뇌증 단계와의 통계학적 연관성은 없었다. 뇌실 내 출혈 1단계 1명(7.7%), 2단계 0명, 3단계 2명(66.7%), 4단계 2명(100%)에서 급성신부전이 발생하였다( $P<0.01$ ). 급성신부전이 발생한 집단에서 발생하지 않은 집단보다 사망률이 더 높았다( $P<0.05$ ). 감뇨성과 비감뇨성 급성신부전 간의 차이는 없었다.

**결론 :** 저산소성 허혈 뇌증이 심할수록 급성신부전 발생률이 높았으며, 급성신부전 발생 집단에서 예후가 더 좋지 않았다. 저산소성 허혈 뇌증 환아에서 급성신부전을 조기에 진단하여 적절한 수액 및 전해질 공급을 하여야겠다.



### 참 고 문 헌

- 1) Perlman JM, Tack ED, Martin T, Shackelford G, Amon E. Acute systemic organ injury in term infants after asphyxia. *Am J Dis Child* 1989;143:617-20.
- 2) Martin AA, Alix AG, Cabanas FGF, Burgueros M, Quero J. Multiple organ involvement in perinatal asphyxia. *J Pediatr* 1995; 127:786-93.
- 3) Jayashee G, Dutta AK, Sarna MS, Saili A. Acute renal failure in asphyxiated newborns. *Indian Pediatrics* 1991;29:19-23.
- 4) Perlman JM, Tack ED. Renal injury in the asphyxiated newborn infant: relationship to neurologic outcome. *J Pediatr* 1988;113:875-79.
- 5) Misra PK, Kumar A, Natu SM, Kapoor RK, Srivastava KL, Das K. Renal failure in symptomatic perinatal asphyxia. *Indian Pediatr* 1991;28:1147-51.
- 6) Roberts DS, Haycock GB, Dalton RN, Turner C, Tomlinson P, Stimmler L, et al. Prediction of acute renal failure after birth asphyxia. *Arch Dis Child* 1990;65:1021-8.
- 7) Gupta BD, Sharma P, Baqla J, Parakh M, Soni JP. Renal failure in asphyxiated neonates. *Indian Pediatr* 2005;42:928-34.
- 8) Aqqarwal A, Kumar P, Chowdhary G, Majumdar S, Narang A. Evaluation of renal functions in asphyxiated newborns. *J Trop Pediatr* 2005;51:295-9.
- 9) Rudolph AM. The fetal circulation and its response to stress. *J Dev Physiol* 1984;6: 11-6.
- 10) Mathew OP, Jones AS, James L, Bland H, Groshong T. Neonatal renal failure: usefulness of diagnostic indices. *Pediatrics* 1980; 65:57-60.
- 11) Chevalier RL, Campbell F, Norman A, Brenbridge AG. Prognostic factors in neonatal acute renal failure. *Pediatrics* 1984;74:265-72.
- 12) Ellis EN, Arnold WC. Use of urinary indexes in renal failure in the newborn. *Am J Dis Child* 1982;136:615-17.