

변조 이음향방사(DPOAE)를 이용한 고위험군 신생아 청각 선별검사

순천향대학교 의과대학 부천병원 소아과, 이비인후과*

김도영 · 김성신 · 김창휘 · 김시찬*

Neonatal hearing screening in a neonatal intensive care unit using distortion product otoacoustic emissions

Do Young Kim, M.D., Sung Shin Kim, M.D.
Chang Hwi Kim, M.D. and Shi Chan Kim, M.D.*

Department of Pediatrics and Otolaryngology, College of Medicine,
Soonchunhyang University, Bucheon Hospital, Seoul, Korea*

Purpose : Early detection and intervention of hearing impairment is believed to improve speech and language development and behavior of children. The aim of this preliminary study was to determine the prevalence of hearing impairments, and to identify the association of risk factors relating to refer response in high risk neonates who were screened using distortion product otoacoustic emissions (DPOAE).

Methods : The subjects included 871 neonates who were admitted to the neonatal intensive care unit of the Pediatric Department in Soonchunhyang University Bucheon Hospital from May, 2001 to December, 2004. They were screened using DPOAE. Based on DPOAE, we divided the neonates in two groups : 'Pass' and 'Refer'. The differences in risk factors between the pass group and the refer group were analyzed.

Results : The incidence of the refer group was 12.1 percent(106 out of 871). The bilateral refer rate was 5.4 percent(47 out of 871). And the unilateral refer rate was 6.7 percent(59 out of 871). Gender, birth place, family history of hearing loss, small/large for gestational age, obstetrical factor, hyperbilirubinemia and use of gentamicin were not statistically related to the refer rate. Statistically related to refer rate were birth weight, resuscitated neonates, Apgar score, craniofacial anomaly, mechanical ventilator application, sepsis, using of vancomycin($P < 0.05$). The prevalence of hearing impairment (≥ 60 dB) in this study was 2 percent(18 out of 871).

Conclusion : This study showed a higher prevalence of hearing impairment in high-risk neonates. Thus neonatal hearing screening should be carried out in high-risk neonates. (**Korean J Pediatr 2006;49:507-512**)

Key Words : Neonatal hearing screening, Distortion product otoacoustic emissions, Intensive care neonate

서 론

청각과 언어 능력의 발달에 있어서 생후 첫 6개월에서 2세까지가 가장 중요한 시기이지만 신생아와 영아의 난청은 행동의

관찰 등을 통한 일상적 임상 양상에 의해 쉽게 발견되지 않는다. 특히 언어의 발달은 생후 6개월 이내의 소리 자극이 중요하기 때문에 난청의 진단과 청각 재활이 늦어질 경우에 언어 장애를 초래할 뿐 아니라 성장 후에 행동 장애나 학습 장애가 후유증으로 발생하게 된다. Joint Committee on Infant Hearing(JCIH)에서는 생후 3개월 전에 청각 이상을 발견하여 6개월 이전에 중재할 것을 권고하고 있다¹⁾.

신생아 난청은 신생아 1,000명당 1-3명에서 발생하며 신생아 집중치료실 환자를 포함한 고위험 군에서는 100명당 2-4명까지

접수 : 2005년 12월 23일, 승인 : 2006년 2월 28일
책임저자 : 김성신, 순천향대학교 부천병원 소아과
Correspondence : Sung Shin Kim, M.D.
Tel : 032)621-5421 Fax : 032)621-5596
E-mail : kimss@schbc.ac.kr

난청이 보고되고 있다²⁾. 신생아 난청의 위험 인자들은 청각과 관련된 구조의 손상 및 발달의 저해를 통하여 청각 장애를 일으키는 것으로 알려져 있으며 적절한 시기 안에 청각 장애 완화를 발견하기 위해 신생아 난청의 위험 인자를 발견하는 것은 중요하다.

이에 저자들은 신생아 고위험군을 대상으로 청각 선별검사로써 변조 이음향방사(distortion product otoacoustic emissions, DPOAE)를 이용하여 난청의 유병률과 위험 인자와의 관련성에 대해 조사하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2001년 5월부터 2004년 12월까지 순천향대학교 부천병원 신생아 집중치료실에 입원하여 청각 선별검사로 변조 이음향방사(DPOAE)를 시행받은 871명을 대상으로 하였다.

2. 방법

대상 신생아의 검사 시기는 미숙아인 경우 교정연령 40주 전후, 만삭아인 경우 생후 1개월 이내에 시행하도록 하였다. 재태 연령 40주 이전에 신생아 집중치료실에서 퇴원하는 경우에는 본원 이비인후과와 협의 진료하에 40주에 시행하도록 검사 일시를 예약해서 검사를 시행하였고, 재태 주수 40주가 넘어 퇴원하는 경우 가능한 입원기간에 검사를 시행하였으며, 그렇지 못할 경우 외래 추적 일자를 최소한으로 예약하여 생후 1개월 전에 검사를 시행하였다. 변조 이음향방사(DPOAE)는 ILO 96(Otodynamics, UK)를 사용하여 잡음을 최소화하기 위하여 청력 검사실에서 숙련된 청각사에 의해 시행되었다. 변조 이음향방사(DPOAE)에서 통과된 경우를 Pass 군으로 통과되지 못한 경우를 Refer 군으로 나누어 Refer 군의 경우 3개월 뒤 재검사를 시행하였으며 3개월 뒤 재검사에서도 통과되지 못할 경우 Navigator Pro(Bio Logic, US)를 사용하여 청성뇌간반응(auditory brainstem response, ABR)을 시행하는 것을 원칙으로 하였다. 변조 이음향방사(DPOAE)에서 통과된 Pass 군과 통과되지 못한 Refer 군 사이의 출생 체중, 재태 기간, 분만 형태, 재태 연령에 따른 출생 체중, 심폐 소생술 시행, Apgar 점수, 산모의 위험 인자, 청각 장애의 가족력, 안면부 기형, 인공호흡기 사용, 빌리루빈 수치, 패혈증, 이독성 약물 사용 등 위험 인자에 관하여 의무기록을 후향적으로 검토하였다.

3. 통계분석

통계는 window용 SPSS 버전(12.0)을 이용하여 분석하였으며 Pass 군과 Refer 군의 사이에 위험 인자의 차이를 보기 위해 Chi-square analysis를 사용하여 P값이 0.05 미만인 경우를 유의한 것으로 판정하였다.

결과

2001년 5월부터 2004년 12월까지 순천향대학교 부천병원 신생아 집중치료실에 입원한 1,765명 중 1,036명(58.7%)에서 변조 이음향방사(DPOAE)가 시행되었으며 그 중 의무기록의 검토가 이루어진 환자는 총 871명이었다.

총 871명 중 남자는 522명, 여자는 349명이었으며 재태 연령은 26주부터 42주까지 평균 36 ± 2 주 5일이었으며 출생 체중은 670 g에서 4,980 g까지 평균 $2,487 \pm 752$ g이었으며 본원에서 출생한 환자가 521명, 외부에서 출생하여 전원 온 환자가 350명이었(Table 1).

총 871명 중 106명(12.1%)이 Refer 군으로 우측 귀 이상이 36명(4.1%), 좌측 귀 이상이 23명(2.6%), 양측 귀 이상이 47명(5.4%)이었다(Fig. 1).

총 871명 중 Pass 군과 Refer 군 사이에 성별, 출생 장소(본원 및 외부병원), 청각 장애의 가족력, 재태 연령에 따른 출생 체중(부당 경량아, 부당 중량아, 적정 체중아), 산모의 위험 인자(임신성 고혈압, 임신성 당뇨, 조기 양막 파수), 빌리루빈 수치 및 이독성 약물 중 gentamicin 사용 등의 인자와는 유의한 차이가 없었다(Table 2).

총 871명 중 Pass 군과 Refer 군 사이에 출생 체중 1,500 g 미만, 재태 연령 37주 이하, 심폐 소생술 시행, 낮은 Apgar 점수(1분에 5점 이하, 5분에 6점 이하), 안면부 기형(구개순, 구개열, 이개 앞 피부 돌출), 인공호흡기 사용, 패혈증, 이독성 약물 중 vancomycin 사용 등의 인자에서 유의한 차이($P < 0.05$)를 보

Table 1. Demographics in the Study Subjects

		No. of cases(%)
Sex	Male	522(59.9)
	Female	349(40.1)
Birth weight	<1,500 g	53(6.0)
	≥1,500 g	818(94.0)
Gestational age	≤37 weeks	377(43.3)
	≥38 weeks	494(56.7)
Birth area	Inborn	521(59.9)
	Outborn	350(40.1)

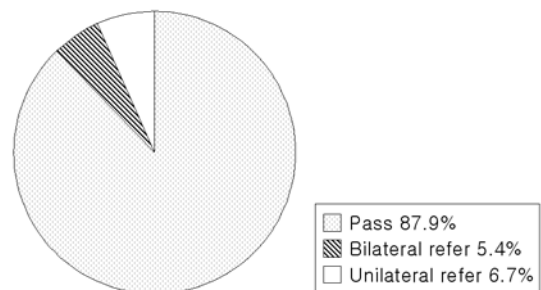


Fig. 1. Distribution of results of DPOAE among neonates.

Table 2. Association of DPOAE Pass and Refer Response with Risk Factors among Neonates

	No. of cases		P-value
	Pass(%)	Refer(%)	
Birth weight <1,500 g	15(14.2)	92(85.8)	<0.001
Gestational age ≤37 weeks	335(44.1)	42(60.4)	0.001
Obstetrical factor			
Caesarian section	402(52.5)	63(59.4)	0.213
Premature rupture of amniotic mebrane	146(19.1)	22(20.8)	0.694
Gestational DM	31(4.1)	5(4.7)	0.793
Pregnancy-induced hypertension	34(4.5)	8(7.5)	0.221
CPR(Cardiopulmonary resuscitation)	75(9.8)	27(25.7)	<0.001
Apgar score			
≤5 at 1 min	79(14.1)	28(31.1)	<0.001
≤6 at 5 min	33(5.9)	17(18.9)	<0.001
Mechanical ventilator application	91(11.9)	27(25.5)	<0.001
Sepsis	55(7.2)	18(17.0)	0.002
Hyperbilirubinemia	62(8.7)	9(8.7)	1.000
Craniofacial anomaly	3(0.4)	6(5.7)	<0.001
Small/large for gestaional age	45(5.9)	11(10.4)	0.089
Family history of hearing loss	2(0.3)	1(0.9)	0.323
Antibiotics administered			
Gentamicin(Aminoglycoside)	515(67.3)	77(72.6)	0.318
Vancomycin	12(1.6)	11(10.4)	<0.001

Table 3. Degree of Hering Impairment in 40 Neonates with Using Auditory Brainstem Response

Degree of hearing impairment(dB)	No. of cases(%)
Mild(26-40)	20(50.0)
Moderate(41-55)	2(5.0)
Moderately severe(56-70)	10(25.0)
Severe(71-90)	7(17.5)
Profound(≥91)	1(2.5)

각 장애를 가진 신생아에서 조기에 중재를 할수록 언어 발달 및 전반적 발달에 좋은 결과를 가져온다³⁻⁵. 청각 장애가 단지 영유아의 행동을 주의해서 관찰한다고 발견되는 것이 아니며 조기의 중재가 아동의 발달에 매우 중요한 영향을 끼치므로 조기 청각 선별검사를 통해 청각 장애를 발견하는 것이 매우 중요하다.

청각 선별검사의 초기 노력은 고위험군에 대해 집중되었다. 청각 장애의 가족력, 주산기의 병력, 진찰 소견에서 이상이 있는 경우가 궁극적으로 청각 장애로 진단된 모든 소아에서 많은 수를 차지하므로 고위험 신생아들이 청각 선별검사의 대상이 되었다. 1978년에 Marion Downs⁶)는 위험 인자들로 청각 장애의 가족력, 풍진 또는 다른 바이러스에 의한 자궁내 태아 감염과 귀, 코, 인후 등의 안면부의 해부학적 기형, 출생 체중이 1,500 g 미만인 경우와 신경계에 영향을 줄 정도의 상승된 빌리루빈 수치 등을 기술하였다.

본 연구에서도 고위험 신생아인 신생아 집중치료실 입원 환아를 대상으로 청각 선별검사를 시행했으며 위험 인자로는 이독성 약물 중 aminoglycoside(gentamicin)의 사용이 592례(68.0%), 기계 환기를 시행 받은 환아가 118명(13.5%), 출생 체중 1,500 g 미만이 107명(12.3%), 고빌리루빈 혈증 환아가 71명(8.2%), 안면부의 해부학적 기형이 있었던 환아가 9명(1.0%), 청각 장애의 가족력이 3명(0.3%) 등의 순이었다. 본 연구에서 DPOAE에서 통과된 군과 통과되지 못한 군에서 gentamicine의 사용이 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 위험 인자 중 이독성 약물의 사용이 많고, 한가지 이상의 이독성 약물이 사용될 수 있는 점을 고려 할 때 이런 환경의 신생아들에게 청력 검사 및 추적관찰이 반드시 필요하며 강조되어야 할 것으로 사료된다.

시간이 지남에 따라 추가적인 고위험군에 대한 기준이 추가되었고 출생 후 조기 청각 선별검사와 추적 관찰을 받는 신생아들이 늘어났다⁷). 그러나 궁극적으로 청각 장애를 가진 소아들 중에 그동안 알려진 청각 장애의 고위험 범주에 들지 않는 경우도 많으며⁸), 부모와 1차 진료를 하는 의사들에게 영유아기의 난청의 경고 징후에 대한 교육에도 불구하고 청각 장애에 대한 위험요인이 없는 많은 소아들이 청각 장애를 나타냈다. 그러므로 고위험군에 대한 조기 선별검사가 시행되어지고 있는 미국에서도 청각 장애를 발견하는 평균 나이는 약 30개월이었다⁹). 청각 장애가 늦게 발견된 많은 영유아들은 경증에서 중등도의 청각 장애를 가지고 있었으며, 조기 중재의 부재로 언어 발달 및 인지 능력 발달의 지연을 가져온다는 것이 알려졌다^{4, 5, 10, 11}). 그러므

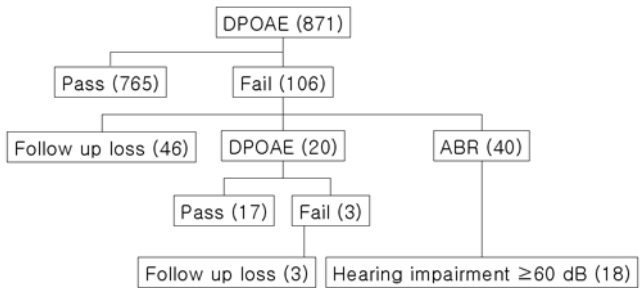


Fig. 2. Schematic flow-sheet of DPOAE and ABR test.

었다(Table 2).

Refer 군 106명 중 20명(18.9%)이 3개월 후 DPOAE를 재시행하였으며 그 중 3명(15.0%)이 다시 통과하지 못했다(Fig. 2). Refer 군 106명 중 40명(37.7%)에서 ABR을 시행하였으며 그 중 60 dB 이상의 난청은 18명(45.0%)에서 관찰되었다(Table 3).

고 찰

신생아 청각 장애는 약 1,000명당 1-3명에게 영향을 미치는 흔한 선천성 질환으로 알려져 있다. 만약 적절한 시기에 발견하여 중재하지 못하면 언어 발달 및 인지 발달에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 이렇게 잠재적인 영향에도 불구하고 아직까지 부모와 의사들에게 명확하게 인지되지 못하고 있다. 정상 청력을 통한 조기 유아기의 감각 자극은 두뇌 발달에 중요하기 때문에 청

로 청각 장애가 대단위 집단 선별검사를 할 만한 정도로 발생률이 높고, 선별검사의 방법이 가능하고, 발견 시 치료가 가능하며, 치료에 대한 기대되는 효과가 긍정적인 영향을 줄 수 있으며, 선별검사 비용이 환아와 사회적 이익에 상응할 수 있기 때문에 집단 선별검사로서의 조건을 만족하고 있다. Moon 등¹²⁾의 청각 선별검사의 결과와 비용 효과 분석 연구에서도 신생아 난청의 조기 진단과 조기 청각 재활로 얻게 되는 효과와 사회의 복지 비용 감소 효과를 고려할 때 신생아 청각 선별검사는 국내에서도 국가적 사업으로 확대해야 할 것을 강조하고 있다.

난청의 형태는 전음성, 감각신경성, 혼합형 등 3종류가 있으며 전음성 난청은 소리를 전도하는 외이 또는 중이와 관련이 있으며 뼈와 조직 또는 공기를 통하여 내이로 소리의 파동이 전파되는 것이 감소된다. 감각신경성 난청은 달팽이관 내에서 유모세포, 감각신경 말단의 손상으로 발생하며 또한 8번 뇌신경의 기능 이상으로 발생할 수도 있다. 원인으로는 톡소플라즈마, 풍진, 거대세포바이러스, 단순 헤르페스, 매독 등 선천성 감염, 측두골 또는 내이의 골절, 고빌리루빈혈증, 신생아 가사, 노화의 영향 및 지속되는 소음에 노출 등이 원인이 될 수 있으며 세균성 뇌막염 환아에서도 발생할 수 있다^{13, 14)}. 항생제 중 aminoglycosides, vancomycin 등이 달팽이관 내 유모세포를 파괴할 수 있다. 이노제, 비스테로이드성 항염증약물과 항암제도 내이에 손상을 줄 수 있다. 대부분의 감각신경성 난청은 출생 시에 존재하며 유전적인 경우도 있다¹⁵⁾. 본 연구에서도 이독성 약물을 사용한 환아가 위험 요인 중 가장 많은 수를 차지하였으며 이독성 항생제 사용에 있어 신생아 난청을 항상 주시하며 사용해야 될 것으로 사료된다.

청각 검사는 진행성, 지연성 난청의 위험이 있는 소아에서 적어도 3세 까지는 지속되어야 한다. 선호되는 선별검사 방법으로는 유아의 행동관찰, Crib-O-gram, 임피던스 검사, 등골근 반사 검사 등이 이용되어 왔으나 민감도나 특이도가 만족스럽지 않았으며, 70년대 중반부터 청성뇌간반응(ABR)이 사용되어 이전의 검사에 비하여 정확하고 객관적인 자료를 제공하였다. 그러나 준비와 검사에 소요되는 시간이 길고 비용이 많이 들며 검사를 위하여 수면을 유도해야 하는 제한점이 있어 최근에는 선별검사를 위해 자동화 청성뇌간반응(automated auditory brainstem response, AABR)이 시도되고 있다. AABR은 35 dB 또는 40 dB의 단속음(click sound)을 주어 정상 신생아에서 검사된 정상치와 비교하여 통과-실패만을 측정하므로 기존의 청성뇌간반응 검사에 비하여 검사 시간이 짧고 특별한 조작이 필요하지 않아 비숙련자도 시행할 수 있지만 청각장애의 정도를 알 수 없다는 단점이 있다^{16, 17)}.

청성뇌간반응 검사와 함께 이용되고 있는 이음향방사(otoacoustic emission, OAE)는 청성뇌간반응 검사에 비하여 검사 시간이 짧으며 시행이 간편하고 검사 비용이 저렴하여 일차 선별검사에 더 적합하다고 인정되고 있으며, 일과성음 유발 이음향방사(transient evoked otoacoustic emission, TEOAE)와 함께

DPOAE가 최근 신생아의 청각 선별검사에 이용되고 있으며 현재 많이 사용되는 유발 이음향방사는 빠르고 손쉽게 시행할 수 있지만 광역 주파수대의 정보를 제공하지 못하며 주위 소음에 의해 민감도와 특이도가 낮아질 수 있고 비선형성으로 동적 적용폭이 좁고 개체간의 차이가 다양할 수 있다^{18, 19)}.

정상 신생아와 비교하여 신생아 집중치료실에 입원한 환아들은 감각신경성 난청의 높은 위험성을 갖고 있다. 위험성은 정상 신생아에 비해 10배에서 20배 정도 높은 것으로 알려져 있으며 진행성 또는 지발성 난청에 대한 위험성이 높다²⁰⁾. 신생아 집중치료 시 사용하는 aminoglycosides, loop diuretics 및 vancomycin과 같은 약물은 이독성이 있다고 알려져 있다. 이런 약물에 기인한 감각신경성 난청은 일반적으로 양측에 영향을 미치며 진행할 수 있다. Aminoglycosides가 장기간 사용되거나 loop diuretics와 함께 사용할 때 이독성의 위험 요인으로 고려된다²¹⁾. 본 연구에서도 aminoglycosides 및 vancomycin을 위험요인으로 포함시켰다. DPOAE 통과군과 통과하지 못한 군에 있어 aminoglycosides의 사용은 통계적으로 의미있는 차이를 보여주지 못했지만 vancomycin의 사용은 의미있는 차이를 보였다. 또한 10명의 환아에서 aminoglycosides가 loop diuretics와 함께 사용되었고 그 중 2명에서 ABR 검사에서 60 dB 이상의 난청으로 확인되었다.

신생아 집중치료실의 미숙아들은 경련, 허혈성-저산소성 뇌증, 고빌리루빈혈증, 기관지 폐이형성증, 신생아 지속성 폐고혈압 및 뇌실내 출혈 등 청각 소실과 관련된 위험 인자가 동반될 수 있는 여러 상황에 처할 수 있으며 기관지 폐 이형성증 또는 신생아 지속성 폐고혈압이 있는 경우 청각 소실이 점진적으로 진행할 수 있어 신생아실 집중치료실에서 퇴원 후에도 정기적인 청각 검사가 주기적으로 시행되어야 한다^{22, 23)}.

선별검사에서 이상이 있었던 환아에서 적극적 추적 관찰이 이루어져야 하며 추적 관찰의 실패는 청각 소실이 있는 환자를 확인하지 못하며 1세 이전에 청각 재활 치료를 시작하지 못하는 주요한 원인이다²⁴⁾. 본 연구에서도 변조 이음향방사에서 통과되지 못한 환아 중 46명(43.4%)이 변조 이음향방사 또는 청성뇌간반응 검사를 시행하지 않아 추적 관찰이 잘 이루어지지 않았으며 청성뇌간반응 검사에서 60 dB 이상의 결과가 나왔던 18명 환아 중 5명(28%)이 추적 관찰이 되지 않아 소아과 의사와 이비인후과 의사 및 보호자들의 관심이 필요한 것으로 사료된다.

국내 보고로는 Park 등²⁵⁾의 정상 신생아를 대상으로 한 연구에서 0.1%의 유병률을 보였으나 고위험군을 대상으로 한 본 연구에서는 60 dB 이상의 중증 청각 장애가 18명(2%)에서 관찰되었으며 이는 전체 신생아 유병률(1-3명/1,000명)보다 높은 수치이다. 그러므로 신생아 집중치료실 입원 환자에게는 청각 선별검사를 반드시 시행하여야 하며 변조 이음향방사가 선별검사의 방법으로 이용될 수 있다.

또한 이번 연구를 기초로 하여 전체 신생아를 대상으로 한 신생아 청각 선별검사의 보편화 할 것을 추천하며 이상이 있는

경우 더욱 적극적인 추적 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

요 약

목적 : 신생아 난청은 신생아 1,000명당 1-3명에서 발생하며 조기에 발견하여 중재하지 않으면 유소아의 언어 습득과 발달 지연에 영향을 미친다. 저자들은 신생아 고위험군을 대상으로 청각 선별검사로써 DPOAE를 이용하여 난청의 유병률과 위험 인자와의 관련성에 대해 조사하였다.

방법 : 2001년 5월부터 2004년 12월까지 순천향대학교 부천병원 신생아 집중치료실에 입원하여 청각 선별검사로 변조 이음향방사를 시행받은 871명을 대상으로 의무기록을 후향적으로 검토하였다. 변조 이음향방사에서 통과된 경우 Pass 군으로, 통과되지 못한 경우를 Refer 군으로 나누어 출생 체중, 재태 기간, 산모의 위험 인자, 가족력, 인공호흡기 사용, 빌리루빈 수치, 이독성 약물의 사용 등 청각에 영향을 미치는 인자에 대해 연구하였다.

결과 : 총 871명 중 106명(12.1%)이 Refer 군으로 우측 이상이 36명(4.1%), 좌측 이상이 23명(2.6%), 양측 이상이 47명(5.4%)이었다. Refer군 106명 중 20명(18.9%)이 3개월 후 변조 이음향방사를 재시행 하였으며 40명(37.7%)에서 ABR를 시행하였다. 총 871명 중 Pass 군과 Refer 군 사이에 성별, 출생 장소(본원 및 외부병원), 청각장애의 가족력, 재태 연령에 따른 출생 체중(부당 경량아, 부당 중량아, 적정 체중아), 산모의 위험 인자(임신성 고혈압, 임신성 당뇨, 조기 양막 파수), 빌리루빈 수치 및 gentamicin 사용 등의 인자와는 유의한 차이가 없었다. 총 871명 중 Pass 군과 Refer 군 사이에 출생 체중 1,500 g 미만, 재태 연령 37주 이하, 심폐 소생술 시행, 낮은 Apgar 점수(1분에 5점 이하, 5분에 6점 이하), 두경부 이상(구개순, 구개열, 이개 앞 피부 돌출), 인공호흡기 사용, 패혈증, vancomycin 사용 등의 인자에서 유의한 차이($P<0.05$)를 보였다.

결론 : 60 dB 이상의 난청이 18명(2%)에서 관찰되었으며 이는 전체 신생아 유병률(1-3명/1,000명)보다 높은 수치이다. 그러므로 신생아 집중치료실 입원 환자에게는 청각 선별검사를 반드시 시행하여야 하며 변조 이음향방사가 선별검사의 방법으로 이용될 수 있다. 또한 이번 연구를 기초로 하여 전체 신생아를 대상으로 한 신생아 청각 선별검사의 보편화 할 것을 추천하며 이상이 있는 경우 더욱 적극적인 추적 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

References

- 1) American Academy of Pediatrics. Joint Committee on Infant Hearing 1994 Position Statement. Pediatrics 1995;95:152-6.
- 2) American Academy of Pediatrics Task Force on Newborn and Infant Hearing. Newborn and infant hearing loss :

detection and intervention. Pediatrics 1999;103:527-30.

- 3) Ramey CT, Ramey SL. Prevention of intellectual disabilities: early interventions to improve cognitive development. Prev Med 1998;27:224-32.
- 4) Kuhl PK, Andruski JE, Chistovich IA, Chistovich LA, Kozhevnikova EV, Ryskina VL, et al. Cross-language analysis of phonetic units in language addressed to infants. Science 1997;277:684-6.
- 5) Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of early- and later-identified children with hearing loss. Pediatrics 1998;102:1161-71.
- 6) Downs MP. Auditory screening. Otolaryngol Clin North Am 1978;11:611-29.
- 7) Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. Pediatrics 2000;106:798-817.
- 8) Pappas DG. A study of the high-risk registry for sensorineural hearing impairment. Otolaryngol Head Neck Surg 1983;91:41-4.
- 9) Harrison M, Roush J. Age of suspicion, identification, and intervention for infants and young children with hearing loss: a national study. Ear Hear 1996;17:55-62.
- 10) Kuhl PK, Williams KA, Lacerda F, Stevens KN, Lindblom B. Linguistic experience alters phonetics perception in infants by 6 months of age. Science 1992;255:606-8.
- 11) Sininger YS, Doyle KJ, Moore JK. The case for early identification of hearing loss in children: auditory system development, experimental auditory deprivation, and development of speech perception and hearing. Pediatr Clin North Am 1999;46:1-14.
- 12) Moon SK, Park HJ, Kim YJ, Park MS, Choung YH, Park KH. Result and cost-effectiveness of newborn hearing screening program in Ajou University Hospital. Korean J Otolaryngol 2002;45:1052-6.
- 13) Oostenbrink R, Maas M, Moons KG, Moll HA. Sequelae after bacterial meningitis in childhood. Scand J Infect Dis 2002;34:379-82.
- 14) Newton V. Adverse perinatal condition and the inner ear. Semin Neonatol 2001;6:543-51.
- 15) Tomski SM, Grundfast KM. A stepwise approach to the diagnosis and treatment of hereditary hearing loss. Pediatr Clin North Am 1999;46:35-48.
- 16) Doyle KJ, Burggraaff B, Fujikawa S, Kim J, Macarthur CJ. Neonatal hearing screening with otoscopy, auditory brain stem response, and otoacoustic emissions. Otolaryngol Head Neck Surg 1997;116:597-603.
- 17) Kennedy CR, Kimm L, Dees DC, Evans PIP, Hunter M, Lenton S, et al. Otoacoustic emissions and auditory brainstem response in the newborn. Arch Dis Child 1991;66:1124-9.
- 18) Kemp DT, Ryan S. Otoacoustic emission tests in neonatal screening programmes. Acta Otolaryngol(Stockh) 1991;482(Suppl):73-84.
- 19) Uziel A, Piron JP. Evoked otoacoustic emissions from normal newborns and babies admitted to an intensive care baby unit. Acta Otolaryngol(Stockh) 1991;482(Suppl):85-91.
- 20) Thompson DC, McPhillips H, Davis RL, Lieu TA, Homer

- CJ, Helfand M. Universal newborn hearing screening. J Am Med Assoc 2001;286:2000-10.
- 21) Joint Committee on infant Hearing. Joint Committee on infant hearing 1994 Position Statement. Otolaryngol Head Neck Surg 1995;113:191-6.
- 22) Eavey RD, Bertero MC, Thornton AR, Herrmann BS, Joseph JM, Gliklich RE, et al. Failure to clinically predict NICU hearing loss. Clin Pediatr 1995;34:138-45.
- 23) Marlow ES, Hunt LP, Marlow N. Sensorineural hearing loss and prematurity. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2000;82:141-4.
- 24) Spivak L, Dalzell L, Berg A, Bradley M, Cacace A, Campbell D, et al. New York State universal newborn hearing screening demonstration project: inpatient outcome measures. Ear Hear 2000;21:92-103.
- 25) Park HJ, Park KH, Oh JH, Lee JS. TEOAE as a newborn hearing screening. Korean J Otolaryngol 1999;42:565-9.