

신생아 청각선별검사

서울대학교 의과대학 이비인후과학교실
오 승 하

Universal Newborn Hearing Screening

Seung Ha Oh, MD

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery,
Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

신생아 청각선별검사의 필요성

신생아 난청의 유병률은 신생아 1,000명당 0.9명부터 5.9명까지 보고되고 있으며 양측 선천성 고도 난청의 경우 신생아 1,000명당 1명 내지 2명에서 발생하는 질환으로 출생 직후 일률적으로 선별검사를 시행하고 있는 페닐케톤뇨증(phenylketonuria, 3-10/100,000명), 갑상선기능저하증(hypothyroidism, 28/100,000명) 등의 선천성 대사이상 질환보다 유병률이 훨씬 높다. 난청위험요인이 있거나 신생아 집중치료실(neonatal intensive care units)에 입원하였던 신생아의 경우 난청의 유병률은 정상 신생아보다 약 10배 정도 높아져 2~5%까지 보고되고 있다.¹⁾

유소아들의 청각 및 언어발달을 위하여 소리 자극은 매우 중요하며 난청의 진단과 청각재활이 늦어질 경우 언어장애를 초래할 뿐만 아니라 성장 후에 행동장애나 학습장애가 따르게 되어 사회의 한 구성원으로서 적절한 역할을 하지 못하게 된다.²⁾

이러한 선천성 난청은 청각선별검사를 시행하지 않을 경우 보통 생후 약 30개월이 지나서야 발견된다는데 문제가 있다. Yoshinaga-Itano 등은 난청아들 중 생후 6

개월 이전에 난청을 진단하고 청력재활을 시행한 그룹이 생후 6개월 이후에 진단하고 재활을 시작한 그룹보다 전반적인 표현 언어와 수용언어 그리고 개인적 사회적 영역에서의 발달이 현저히 양호하다는 연구결과를 통하여 조기진단의 중요성을 주장하였다.³⁾

신생아 청각선별검사는 처음에는 난청 고위험군(Table 1)을 대상으로 주로 이루어졌으나 여러 연구에서 난청 고위험군만을 대상으로 하는 청각검사로선 선천성 난청의 절반 정도 밖에 찾아내지 못하기 때문에 정상 신생아를 포함한 모든 신생아를 대상으로 하는 청각선별검사(universal newborn hearing screening test, UNHS)를 실시하게 되었으며, 현재 미국, 캐나다, 유럽 등의 많은 나라에서는 이미 전 신생아를 대상으로 자동화 청각선별검사기(자동화 청성뇌간반응검사 또는 자동화 이음향방사검사)를 이용하여 청각선별검사를 실시하고 있다.⁴⁾

신생아 청각선별검사는 감수성과 특이성이 높고 객관적인 기준이 적용 가능하며, 신생아가 병원에서 퇴원하기 전에 시행 가능하여야 하고, 비침습적이면서 선별검사로서 합당한 비용으로 가능하여야 한다.⁴⁾ 또한, 신생아 청각선별검사를 통한 난청의 조기진단 및 재활이 성공적으로 이루어지려면 전 신생아를 대상으로 하는 신생아 청각선별검사 뿐 아니라 난청 환자군에 대한 추적 진단을 통한 확진, 상담, 난청 재활 프로그램, 부모 및 가족에 대한 교육 등 각 분야에서 포괄적으로 상호 연계되어야 하며, 의사, 청각사, 교육자, 언어병리사, 간호사와 부모들간의 유기적인 협조가 필수적이다.⁵⁾

교신저자 : 오승하, 110-744 서울 종로구 연건동 28
서울대학교 의과대학 이비인후과학교실
전화 : (02) 2072-2442 · 전송 : (02) 745-2387
E-mail : shaoh@snu.ac.kr

Table 1. 난청 고위험요소

1. 유전성 감각신경성 난청의 가족력
2. 태아시의 감염(예 : TORCH)
3. 두개안면부의 기형
4. 출생 체중 <1,500 g
5. 교환수혈이 필요한 정도의 과빌리루빈혈증이 있는 경우
6. 아미노배당체amono glycosides를 포함하는 하나 이상의 이독성 약물의 사용력이 있거나 고리이노제와 함께 사용한 경우
7. 세균성 뇌수막염
8. 아프가 수치 Apgar scores가 1분에 0-4, 5분에 0-6인 경우
9. 인공호흡기의 사용 >5 days
10. 감각신경성 난청이나 전음성 난청과 관련된 것으로 알려진 중후군의 징후 혹은 임상적 소견이 있을 때

Data from Joint Committee on Infant Hearing, 1994

Table 2. 상품화되어 있는 자동화 신생아 청각선별검사 기기 종류

기기 모드	자동화 청각선별검사 기기명(회사)
AABR	ALGO 3 / ALGO 3i / ALGO portable (Natus, CA, USA) AccuScreen : AABR only (Madson, Taastrup, Denmark) ABaer : AABR only (Bio-logic corp, IL, USA)
AOAE	AudioPath (Welch Allyn, Audiometrics, Inc., LA, USA) GSI70 (GSI, Wisconsin, USA) AuDx (Bio-logic corp, IL, USA)
AABR & AOAE	AUDI Oscreener (GSI, Wisconsin, USA) ABaer (Bio-logic corp, IL, USA) AccuScreen (Madson, Taastrup, Denmark) Echo-screen (Natus, CA, USA)

AABR : automated auditory brainstem response, AOAE : automated evoked otoacoustic emissions

청각선별검사 기기의 특성과 선택

검사 기기 종류

신생아 청각선별검사는 자동화 청성뇌간반응검사(automated auditory brainstem response, AABR)와 자동화 이음향방사검사(automated evoked otoacoustic emissions, AOAE)가 있다. 최근에는 두 기기의 기능을 같이 가진 상품도 나와 있다(Table 2).

검사원리와 기기의 장단점

자동화 청성뇌간반응검사(Automated auditory brainstem response, AABR)

기존의 청성뇌간반응 검사에 비하여 비용을 절감하고 숙련된 검사자가 없어도 실시할 수 있는 자동화 기기가 1980년대 후반에 개발되었다. 자동화 청성뇌간반응검사기는 35 dBnHL의 클릭음을 주어 나오는 wave V를 35명의 정상 신생아(정상 청력을 가진 임신 34주의 조산아부터 생후 6개월의 영아)에서 얻은 원형(template) wave V와 통계적인 비교를 하여 통과와 재검을 보고함으로써 750~5,000 Hz 영역의 청력을 검사하도록 되어 있다. 통과는 소리 자극과 소음이 함께 있을 때의 반응과, 소음만 있는 경우를 99.8% 이상의 신뢰도로 구별할 수 있었음을 의미한다. 이 기기의 재검률은 1~10%, 평균

4% 정도로 알려져 있다.

검사시간은 대개 20~40분이 소요되며 아기가 수면 중 인 경우 10분 정도면 충분하다. 이 검사의 장점은 검사와 판독을 위해 숙련된 청각사가 필요 없고, 특이도가 첫 검사에서 94%, 두 번째에서는 98%이므로 통과된 신생아는 검사 시 청력에 이상이 없다고 이야기할 수 있고, 소음과 근전도의 변화에 의한 오류를 예방하는 능력이 있고 중이의 병변과 외이도의 가피 등의 영향을 받지 않았다는 것 등이다. 제한점으로는 저주파수대역과 아주 높은 주파수의 청력감소는 알기 힘들고, 청력의 이상부위가 미로성인지를 확인하기 위해서는 이음향방사검사와 같이 사용해야 한다는 것이다.

자동화 이음향방사검사(Automated evoked otoacoustic emissions, AOAE)

이음향방사(evoked otoacoustic emissions, OAE)는 귀에 소리 자극을 주었을 때 와우에서 발생하는 소리로서, 와우의 외유모세포의 수축과 진동의 능동적 기계력(active mechanical force)에 의하여 발생한다고 알려져 있다. OAE가 없다는 것은 청력감소가 있음을 보여주는 결과이다. 최근 신생아 청각선별검사에 대한 관심이 증대되면서 선별검사로써 쓰일 수 있도록 청력검사 결과가 자동으로 통과 또는 재검으로 출력되는 자동화 이음향방사 검사 기기가 출시되었다. 재검률은 3~12% 정도로 평균 7% 정도 되며, 실제 사용에서 1차 재검 판정 후 퇴원

전에 2차 검사를 시행하게 되므로 최종 재검을 판정 받는 것은 약 1% 정도라 알려져 있다.⁶⁾ 자동화 이음향방사검사의 장점은 빠른 검사가 가능하고 비침습적이며, 전극을 위치시킬 필요가 없으며, 프로브(probe)를 잘 위치시키면 주위의 소음을 효과적으로 막을 수 있다는 것과 중환자실처럼 모니터에 많은 전극이 연결되어 있어 측정 시 소음이 많이 발생하는 환경에서도 검사가 가능하다는 것이다. 검사시간은 대략 10~20분 정도 소요되며 아기가 수면시는 3~5분이면 충분하다.

기기 선택 시 고려할 사항

AABR과 AOAE를 비교 분석하여 특성을 파악해 두는 것이 어떤 선별 검사기기를 구입하여 어떤 프로토콜로 선별검사를 진행할 지를 결정하는데 도움이 된다. 일반적으로 기기 자체와 소모품 비용, 검사 시간, 그리고 일인당 검사비에 있어서 AOAE가 저렴한 것은 사실이지만, AABR이 검사를 한 번 시행하였을 때의 재검률이 낮고, AOAE에 비하여 중이 상태에 덜 영향을 받을 뿐 아니라 신경을 포함하여 후미로의 병변에 의한 난청까지 알아낼 수 있다는 점에서는 AOAE 보다 우월하다.⁷⁾ 각각의 제품들에 대한 장단점을 비교하면(Table 3)과 같다.

기기를 선택할 때 한 제조회사의 설명만 듣고 그 회사 제품이 타사 제품보다 우월하다고 믿는 우를 범하지 말

아야 한다. 구매 결정을 할 때 고려해야 할 사항으로 기기와 소모품의 가격, AOAE와 AABR 중 어떤 검사가 가능한지, 모두 가능한지, 자료 저장 능력, 검사 방법 자체가 간단한지, 휴대하기가 간편한지(완전 휴대용인지 노트북과 같이 이동형인지 여부), 차후 서비스, 품질보증 기간 등을 살펴봐야 한다. Table 4는 각 기관에서 적

Table 4. 검사 기기 선정*(예)

항 목	점수배점(상, 중, 하)	A사	B사	C사
소모품 비용	15점(15, 13, 11점)			
프로그램 업그레이드	5점(5, 3, 1점)			
정기적인 Calibration	5점(5, 3, 1점)			
Data활용여부	5점(5, 3, 1점)			
보건정보시스템 연계	5점(5, 3, 1점)			
파형 Graph제공	5점(5, 3, 1점)			
A/S 대응 시간	5점(5, 3, 1점)			
백업장비 대응 시간	5점(5, 3, 1점)			
휴대성	5점(5, 3, 1점)			
한글구현가능성	5점(5, 3, 1점)			
교육지원여부	5점(5, 3, 1점)			
납품실적	5점(5, 3, 1점)			
사용 편리성	5점(5, 3, 1점)			
사용 숙련도	15점(15, 13, 11점)			
외부 전문가 의견	10점(10, 8, 6점)			
총합	100점			

* : 자료제공 성북구

Table 3. AABR과 AOAE의 특징 및 장단점

	AABR	AOAE
시행 전 준비	전극, ear tip	ear tip
기기 및 소모품 비용	고가	저가
선별가능 연령	임신 34주의 조산아-생후 6개월	대략 5세 이하
일인당 검사비	고가	비교적 저가
검사시간(수면시)	약 20분 내외	약 10분 내외
기준 청력역치	30/35/40/70 dBnHL	25-35 dBnHL
1회 시행시 재검률(referral rate)	4%	7-8%
장점	미로성 및 후미로성 병변 이상 측정 중이의 영향을 적게 받음 민감도와 특이도가 모두 좋음	주변 전기 자극 및 소음 영향 적음 전극 등의 소모품의 비용소요 없음 미로성 병변이상 측정 가능
단점	소음, 전극 등에 영향 받음 미로성 병변 여부 선별불가	중이 병변에 영향 받음 : 귀지, 태지, 삼출성 중이염 Auditory neuropathy 등의 후미로성 병변 등의 감별불가 민감도와 특이도의 차이가 많음
민감도	96%	50-100%
특이도	98%	13-91%

AABR : automated auditory brainstem response, AOAE : automated evoked otoacoustic emissions

절한 검사기기를 선택할 때 어떤 기준으로 선택하면 좋을지 고려할 때 참고할 만한 항목의 예이다.

청각선별검사 방법

기기마다 사용시 전극의 위치, ear tip, 임피던스 기준 등에 약간의 차이가 있지만 일반적으로 수행하는 방법에 대하여 간단히 소개하면 다음과 같다.

- 출생 후 12시간 정도 지난 후 충분히 수유를 한 수면 중인 신생아를 대상으로 한다.
- 청력검사실이나 따로 독립된 방 주변소음이 적은 곳에서 수행한다.
- 전극을 붙일 피부가 건조한 상태가 되도록 마른 거즈로 닦아준다
- 기기에서 지시한 위치에 전극을 각각 부착한다.
- 전극의 저항이 적절한 지 검사 시작 전에 전극 임피던스를 체크한다.
- ear tip 혹은 이어폰을 양측 외이도에 적절한 자극음이 전달되도록 위치한다.
- 검사 시작 후 나온 결과를 출력하거나 저장한다.

검사 프로토콜

1993년 미국국립보건원(national institute of health, NIH)에서 ABR 또는 AOAE를 이용한 신생아 청각선별검사를 제시하였고, 2000년 미국영아청력협력위원회

(joint committee on infant hearing, JCIH)에서 모든 신생아들은 생후 1개월 이내에 청각선별검사를 받고 재검(refer)인 경우 생후 3개월 이내에 난청 확진검사를 실시하며, 난청으로 진단받은 경우 생후 6개월 이내 보청기 등의 청각재활을 받을 수 있도록 권고하였다.⁴⁾ 아직까지 확실적인 선별 검사 프로그램이 있는 것이 아니지만 원칙적으로 미국국립보건원 등에서는 AABR과 AOAE를 결합한 2단계 선별검사를 시행할 것을 권장하고 있으며 신생아 출생 후 입원 기간 동안에 시행할 것을 권하고 있다.⁸⁾

신생아 집중치료실에 입원하고 있는 경우는 뇌의 허혈로 인한 후미로 병변을 고려하여 AABR을 먼저 시행할 것을 권하고 있으며 AABR 또는 AOAE 어느 검사에서라도 재검 결과가 나왔을 때에는 1개월 후 다시 선별검사를 시행하고, 2차 선별검사서 재검을 통보 받은 경우 생후 3개월 경에 진단을 위한 정밀청력검사를 받으며 이때 난청으로 진단받은 경우 필요한 치료 및 교육과 상담을 받게 된다(Fig. 1).⁹⁾

1단계(생후 1개월 이내) : 초기 선별검사

2단계 : 재선별검사(re-screening)

3단계(생후 3개월 이내): 청각학적 정밀 진단(난청 확진)을 위한 재검 의뢰

1단계 프로토콜이나 2단계 프로토콜 모두 적용이 가능하며, 각 센터의 사정에 따라 어느 것이든 선택할 수 있다. 1단계는 출생 12시간 이후, 퇴원 전에 시행되어야

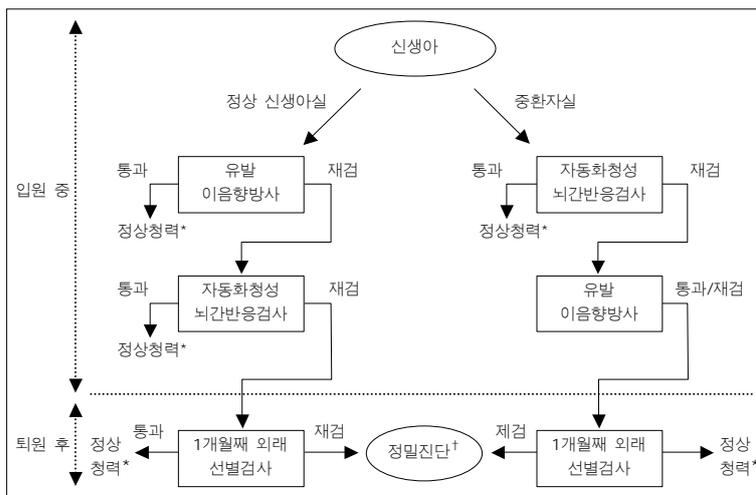


Fig. 1. 2단계 (AABR/AOAE) 청각선별 검사 프로토콜. * : 선별검사서에서 통과 되어도 난청 고위험군에 해당하는 경우 생후 6개월에 반복검사 시행하고 적어도 3세까지 6개월마다 청력검사 권장. † : 정밀진단은 ABR을 기준으로 각 기관별 추가검사 포함. AABR : automated auditory brainstem response. AOAE : automated evoked otoacoustic emissions.

한다. AOAЕ 혹은 AABR을 단독으로 또는 두 검사를 모두 이용하여 시행한다.

필요하면 생후 12시간 이전에 빨리 검사를 시행할 수 있지만 외이도에 잔여 물질이 남아 있는 동안에는 재검률이 높게 나올 수 있다. 처음 시행하는 선별검사는 각각의 귀에서 최고 2번까지 시행한다. 1단계의 검사에서 재검이 나왔을 때, 의무 사항은 아니지만 2단계인 재선별검사가 이루어질 수 있다. 재선별검사가 이루어지지 않을 경우에는 바로 여기서 최종 정밀진단검사로 갈 수도 있다. 출생 초반 외이도에 이물이 있는 예가 많아, AOAЕ로 선별하여 재검이 나올 때 퇴원 직전에 다시 한번 재선별검사를 시행하면 재검률을 7~8%에서 1% 가까이 낮출 수 있어 이러한 재선별검사는 AOAЕ를 사용하는 경우에 더욱 유용하다고 하겠다. 2단계 역시 AOAЕ 혹은 AABR을 단독으로 또는 두 검사를 모두 이용하여 시행한다.

재선별검사는 퇴원 전에 이루어지거나, 늦어도 생후 1개월 이전에 이루어져야 한다. 재선별검사 역시 각각의 귀에서 최고 2번까지 시행될 수 있다. 재선별검사를 통과하지 못했을 때 청각학적 정밀 진단을 위한 재검을 의뢰하게 된다.

정밀 진단 또는 난청 확진은 생후 3개월 이전에 이루어져야 한다. 만일 2단계로 시행한다면 같은 기간 내에 재검률은 4%를 넘지 않도록 유지되어야 한다. 성공적인 신생아청각선별검사 프로그램이 되려면 퇴원 전 혹은 생후 1달 이내에 최소 99%의 신생아들이 검사되어야 한다.

검사자 교육

자동화 선별검사기기가 도입되면서 전문적인 청각사가 아니어도 선별검사를 수행할 수 있게 되었지만 이들에 대한 교육과 관리는 매우 중요하다. 이들 검사자들은 검사방법뿐 아니라 이와 연관된 제반 사항에 대하여 다음과 같이 폭 넓은 지식과 기술을 습득하여야 한다.

- 기기 작동법
- 선별 검사 중에 발생하는 문제 해결
- 선별 검사 결과를 부모와 의사에게 공지
- 부모에 대한 교육
- 감염 방지 방법의 습득
- 신생아 다루는 방법에 대한 습득

결과의 해석과 상담

통과(Pass)

검사 당시 정상적인 청각능력을 가졌음을 의미한다. 그러나 검사 이후의 감염, 지연성 유전성 난청 등 여러 가지 요인에 의하여 난청이 올 수는 있다는 점을 주지하여야 한다.

재검(Refer)

다시 한번 검사를 받아야 함을 의미하며, 검사 시점에서 결과가 불분명하므로 재선별검사를 시행하거나 정밀한 청력검사가 필요하다.

검사의 결과를 보호자에게 알리는 과정은 매우 중요하다. 선별검사 결과를 공지할 때는 매우 배려있고 신중한 자세가 필요하다. 보호자에게 나누어주는 설명서는 신생아 난청 선별검사의 중요성, 선별검사는 어떻게 시행되는지, '통과'와 '재검'이 의미하는 바가 무엇인지, 청력 발달 체크리스트 등의 내용을 포함하고 있어야만 한다. 결과는 반드시 서면과 구두로 함께 전달하여야 하며 따로 검사자의 연락처가 적혀있는 유인물과 팜플렛을 준비하여야 한다. 가장 중요한 것은 검사자들이 그들 자신이 시행하는 검사의 의미가 무엇인지 정확히 파악하고, 부모들이 물어 보는 질문에 기본적인 대답을 할 수 있어야 한다는 점이다. 다음은 검사자가 설명 시 포함해야 할 내용을 요약한 것이다.

- 본 선별검사가 난청을 진단하는 검사가 아니라 난청의 위험이 있거나 정밀 검사가 필요한 아이들을 찾아내고자 하는 검사라는 점
- 난청이 곧 전농을 의미하지 않으며 난청에도 다양한 정도의 등급이 있어서 차후에 정밀 검사를 통하여 적절한 재활이 가능하다는 점
- '통과하지 못했다' 혹은 '실패'라는 단어 대신 '재검'이라는 단어를 사용 함
 - '재검'이 나오는 흔한 원인들은 귀지, 삼출성 중이염 등이며 신생아 1~2/1,000의 비율로 영구적인 감각 신경성난청이 있을 수 있다는 점 등을 설명
 - '재검'이라는 결과를 부모에게 통지함에 있어서, '재검'이라는 결과를 경시하게 느끼게 하거나, 온 가족을 극심한 불안과 스트레스 상태로 밀어 넣는 것은 피해야 함

- 부모들의 질문에 대답하지 못할 경우 대신 대답하여 줄 누군가를 알려주어 빠른 시간 내에 부모들의 궁금증이 해결될 수 있게 하여야 함
- 난청의 위험 요인, 정상 청력의 발달 과정, 일반적인 난청 예방 방법 등을 설명할 수 있어야 함
- 청력이 정상으로 판명된 경우에도 성장에 따른 언어적 발달(Table 5)을 잘 숙지하고 언어발달 지체가 의심될 경우 청각검사를 다시 받아야 한다는 점

고위험군

미국에서는 1994년 Joint Committee on Infant Hearing에서 아래의 10가지 난청 위험요소를 제시하고 이를 난청 고위험군으로 간주하여 적어도 3세까지 6개월마다 난청에 대한 주기적인 청력검사를 실시하도록 권장하고 난청 진단 시 조기재활 치료를 시행할 것을 제안하였다.¹⁰⁾

고위험군 외에도 생 후 진행성 또는 지연성으로 발견되는 경우도 있으므로 학령기가 되기 전까지 모든 아이들에게 주기적으로 난청을 검사하는 것은 매우 중요하다. 난청의 주기적인 점검은 간단한 문진이나 행동검사로부터 어음검사에 이르기까지 다양하며 주어진 상황에 맞게 적절한 것을 선택하여야 한다.

검사 시 난청이 없었더라도 향후 난청이 발생할 경우 이를 빨리 진단하기 위해서는 언어발달 단계에 대한 문진표를 이용하기도 한다. 미국국립보건원에서 일반 보호자들이 연령별 언어발달 체크리스트를 확인하도록 제시하고 있으며 이를 번역하여 예로 제시하였다(Table 5).

확진검사와 청각재활

신생아 청각선별검사에서 재검으로 진단받은 경우 생

Table 5. 연령별 언어발달 체크리스트

생후 3개월까지	큰 소리에 놀라는 반응을 보인다. 부르면 고개를 돌린다. 큰 소리에 잠이 깨곤 한다. 엄마 목소리를 들으면 조용해지곤 한다.
생후 3-6개월	새로운 소리에 반응하거나, '안돼'라는 소리에 행동을 멈추곤 한다. 목소리를 흉내내거나 따라하려고 한다. 노래나 음악(TV 선전, 동요음악, 소리나는 장난감 등)에 반응을 보인다. '아', '오' 등의 소리를 반복하기 시작한다.
생후 6-10개월	조용한 환경에서 이름을 부르거나, 전화벨 소리, 사람들 소리에 반응한다. 흔하게 사용하는 단어(맘마, 신발, 안녕 등)에 반응한다. 아기 혼자서 재잘거리는 등의 웅얼이를 한다. "이리와" 등의 지시에 반응하기 시작한다.
생후 10-15개월	혼자 말하고 소리내면서 놀 수 있다. 친숙한 특정 사물을 가리키라고 지시하면 그 사물을 가리킬 수 있다. 단독으로 의미있는 한 개의 단어를 말하고 흉내낼 수 있다. 까꿍 놀이나 짹짹 손뼉치기 등의 소리를 이용한 놀이를 좋아하고 즐긴다.
생후 15-18개월	"공 줘 주세요"라고 지시하면 그대로 행동한다. 반향어와 의미없이 횡설수설하는 소리들을 내거나 배운 단어들을 사용하곤 한다. 원하는 것을 요구하기 위해 의미있는 2-3개의 단어를 사용한다. 3-10, 혹은 그 이상의 표현 어휘를 습득한다.
생후 18-24개월	"배고프니?", "쉬 마려워?" 같은 단순 예-아니오 식의 질문에 이해하고 반응한다. 동화책 등을 읽어주거나 이야기 듣는 것을 즐긴다. 눈, 코, 입 등 말을 듣고 신체 부분을 가리킬 수 있다. 엄마, 아빠 외에 한 단어 이상 말할 수 있다.
생후 24-36개월	"신발 신어요", "우유 먹어요" 등의 간단한 지시를 수행한다. 두 어절을 이어서('모두 주세요', '책 읽어줘' 등) 말할 수 있다. 말로 지시한 것을 대부분 이해하고 그대로 행동한다. 배설 욕구를 말로 표현하거나 이름을 명명하여 물건을 요구한다.

Data from <http://www.nidcd.nih.gov/health/hearing/silence.htm>, NIH publication No. 95-4040

후 3개월 이내 아래와 같은 추가 검사를 받고 난청의 원인(병소가 와우인지 중추신경계인지), 정도(경도인지 중등도인지), 양상(저음역인지 고음역인지) 등을 정확하게 판별할 수 있어야 한다. 또한 동반된 기형이 있는지도 같이 검사해야 한다.

청성뇌간반응 역치검사(Auditory brainstem response threshold test)

뇌간유발반응 청력검사는 난청 정도를 진단하기 위해 가장 흔히 사용되는 객관적인 검사이다. 클릭음을 이용할 경우 주파수 특이성은 없으나 2,000~4,000 Hz 사이의 청력역치를 비교적 정확히 알 수 있으며, tone pip이나 tone burst를 이용할 경우 주파수 별 청력역치 측정도가 가능하다. 골도와 기도 모두에 이용할 수 있으므로 전음성 난청과 감각신경성 난청도 구별할 수 있다.

최근 소개된 ASSR(auditory steady state response)은 ABR에 비해서 넓은 주파수의 청력을 객관적으로 검사할 수 있고 검사 시간이 많이 단축되는 장점이 있으나 아직은 ABR의 보조적인 검사로 이용되고 있다.

임피던스 청력검사

중이의 상태에 대한 정보를 얻는데 유용하다. 신생아에게 일반적인 226 Hz를 이용하면 검사가 부정확해지는데, 이는 외이의 공명이 어른과 다르기 때문이므로 678 Hz를 이용하면 보다 좋은 결과를 얻을 수 있다.

기타 청력검사

다음의 각 검사는 환자의 나이와 검사 순응도에 따라서 적절하게 선택하여 난청의 정도를 파악하는데 이용한다. 행동관찰 청력검사(behavioral observation audiometry)는 대개 갓 태어났을 때부터 6개월 정도까지의 영아에게 이용할 수 있다. 주로 3~4 kHz 범위의 주파수를 변조시킨 음을 사용하여 우선 60~80 dB 정도에서부터 반응을 살펴본다. 시각 강화 행동관찰 청력검사(visual reinforcement audiometry)는 6개월~2.5세 정도까지의 아이에게 적용할 수 있다. 아이가 소리에 반응할 경우 빛을 깜빡이거나 장난감이 움직이도록 하여 검사한다. 이 방법으로 어음인지역치(speech awareness threshold, SAT)를 측정할 수 있다. 유희청력검사(conditioned play

audiometry)는 3~5세 정도까지 아이에게 적용할 수 있다. 소리가 들리면 일정한 행동을 하도록 교육하고 검사를 시행한다.

대개 5세가 지나 검사자와 친밀감을 유도하면 순음 및 어음청력검사를 할 수 있다. 어린이가 습득한 언어는 연령, 생활 환경과 밀접한 관계가 있으며, 특히 난청이 있는 어린이에서 습득언어는 극히 제한되어 있기 때문에 어음청력검사 시 문제점이 많으나, 경우에 따라 순음보다 습득 언어로 흥미를 유도하기 쉽고 단어를 반복하거나 단어에 따른 그림을 찾도록 함으로써 보다 쉽게 청력 역치를 측정할 수 있다.

난청환자의 재활

재활 시기를 놓친 난청은 향후 그 환자의 삶의 질을 많이 떨어뜨리는 여러 가지 중요한 후유증을 유발한다. 즉 심각한 언어 의사소통의 장애와 더불어 일상생활에서 소외 당하고, 교육의 어려움으로 인해 결국 사회 구성원으로서 적당한 직업을 갖고 살아가는데 매우 불리한 환경에 처하게 된다. 전농상태가 되기 전에 약간의 정상 청력을 가졌던 아이들이 언어로 대화하는 교육을 훨씬 잘 받아들이는 것으로 연구되었으며,¹¹⁾ 2세경에 인공와우 이식술을 시행한 경우가 늦게 수술을 한 경우보다 성취도가 좋다는 보고가 있다.¹²⁾ 또한 어릴 때 발생하여 간과되기 쉬운 한쪽의 청력이상도 나이가 들면서 학업과 행동 문제를 일으키는 원인이 될 수도 있다.¹³⁾

감각신경성 난청이 있는 것으로 밝혀진 경우는 아이의 나이나 난청을 진단하는데 사용된 검사방법의 종류에 상관없이 보청기와 청각재활을 바로 시작하여야 한다. 앞에서 말한 바와 같이 약간의 청력 이상도 언어·행동 발달에 이상을 일으킬 수 있으므로 거의 모든 경우에 있어 보청기를 고려하여야 한다. 대개의 고주파 영역에서의 난청을 가진 아이의 경우 생활에 지장은 없으나, 일부에서는 청력이 약한 것을 보상하고자 지나치게 집중을 하여 빨리 지치는 현상 등을 보일 수 있으므로, 약간의 난청이 있더라도 실험적으로 보청기를 착용하면 도움이 될 수 있다. 어린이에게는 귀걸이형 보청기를 가장 많이 사용하고 있다. 귀걸이형은 적용 가능한 청력장애의 범위가 넓고, 성장에 따라 쉽게 조절이 가능하고 내구성이 뛰어나지만 외형상 잘 보이는 단점도 있다.¹⁴⁾ 보청기를

사용하면서 반드시 언어청각능력의 개선을 추적하여 보청기에 의한 이득이 있는지를 세밀히 파악하여야 한다.

언어발달이 기대에 비하여 많이 못 미치거나 고도난청의 경우 적응이 된다면 와우이식술을 고려하여야 한다. 와우이식을 받으면서 청력과 말하는 것을 위주로 배우는 교육을 받는 것이 중요하다. 이러한 교육에는 두 가지 접근방식이 있다. 첫째는 청각-언어 auditory-verbal적인 것으로 말을 배우기 위해서는 청력이 있어야 한다는 것이 전제이며, 따라서 보청기나 와우이식술 후에 이용방법을 가르치고, 계속 언어에 노출시킴으로써 정상아와 같이 말을 가르치고자 하는 방법이다. 이 경우는 부모의 역할이 가장 중요하고 일상생활이 곧 교육이 된다. 이에 비해 청각-구술 auditory-oral적인 방법에서는 비슷하지만 잔존 청력의 교육에 대해서 조금은 덜 엄격하다 할 수 있다. 이 경우는 독순술을 같이 이용하여 말을 배우게 된다. 이 방법의 장점은, 나이가 들었을 때 더 나은 언어 이해력과 의사소통능력을 가지게 된다는 것이고, 사회 생활을 할 수 있다는 것이다. 최근 와우이식기의 기능이 발전하면서 어느 정도의 청력을 만들어 줄 수 있게 됨으로써 제한된 청력을 통하여 얼마나 언어를 가르칠 수 있는지 각 환자 별로 차별화된 접근을 해야 한다는 점에서 교육의 의미가 더욱 중요해졌다. 여기에는 보호자의 의지와 선택, 그리고 속해있는 사회의 여건이 큰 역할을 한다.

우리나라 신생아 청각선별검사 현황

우리나라에서 신생아청각선별검사와 관련된 연구는 대학병원 신생아실 혹은 중환자실 환자들을 대상으로 유병율을 조사하거나, 기기의 특이도를 검증하고 나이가 검사 비용-효용의 분석을 하는 것이 주로 최근까지 진행되어 왔다.¹⁵⁻²⁰⁾ 하지만 이들 연구는 대형 병원에 방문한 환자들을 대상으로 하는 것이었기 때문에 전 국민을 대상으로 하는 신생아 청각선별검사의 타당성 검증이 되지 않는 못하였고 정부차원에서 모든 신생아를 대상으로 하는 검사를 시행하는 데는 보다 전국적인 현황에 대한 조사가 필요하였다. 다음은 대학병원의 환자를 대상으로 하지 않고 일반 의원과 지역사회에서 방문한 환자들을 중심으로 유병율과 선별검사의 필요성 및 타당성을 검증하기 위하여 그 동안 진행된 일련의 연구를 간단히 소개하고자 한다.

성북구 신생아 청각선별검사

지역사회에서 공공의료기관인 보건소의 역할을 조명하고 주민들의 신생아 청각선별검사 인지도 및 만족도를 조사하며 재검의 전달체계를 수립하는 등 우리나라에 맞는 청각선별검사의 모델을 개발하는 사업을 성북구에서 시행하였다. 조사 대상은 2004년 9월에서 2005년 10월까지 보건소와 거점병원(○○산부인과)에서 난청선별검사에 참여한 군으로 하였다. 전체 예상 참여군 1,000명 중 검사 참여군은 595명(2005년 10월 31일 기준)으로 사업 달성도는 59.5%였다. 이 중 보건소에서 시행된 것이 423건으로 71.1%였고 거점병원인 ○○산부인과는 172건, 28.9%였다.

사업의 인지도는 약 60%에서 긍정적으로 나타났지만 상대적으로 짧은 준비기간과 홍보를 생각해 볼 때 앞으로 큰 개선이 기대되었다. 사업의 만족도 조사에서는 검사 진행절차, 검사 전 설명, 검사자 친절 등이 중요한 것으로 나타났다. 이 사업 이후 여러 보건소에서 자체적으로 선별검사 사업을 시행하고 있지만 아직 통합된 시스템이 정비되어 있지 않아 전국적인 보건소 주도 사업의 타당성을 결론 짓기에 이른 점이 있다. 더욱이 공공의료기관으로서의 보건소의 역할이 향후 민간 개원병원 등과 어떻게 구분되어야 하는지에 대한 숙제가 남아 있고 정부 차원에서도 보건소를 통한 지속적인 인원과 예산에 대한 지원과 관리체계가 필요하다는 점에서 많은 개선이 필요하다.

대한의학회 통계사업

대한이비인후과학회와 청각학회가 참여하여 우리나라 전국적인 신생아 선천성난청의 발생빈도를 조사하기 위하여 2005.7.12~2006.7.11 동안 전국의 지역에서 표본을 추출하여 연구를 진행하였다. 총 44,066명을 조사하였으며 뇌간유발반응검사 40 dB를 기준으로 난청이 확진된 발생률은 약 0.29%였다. 이는 우리나라 최초의 표본 조사이었고 외국에서 발표된 난청의 유병율과 우리나라의 통계가 유사하다는 결론을 내릴 수 있었다. 하지만 재검이 나온 비율이 대학병원과(6.13%) 개인병원(0.36%) 사이에 큰 차이를 보였고 특히 지나치게 낮은 재검율이 나온 개인병원에서 위음성의 가능성이 있어 향후 이러한 현상의 원인을 더 조사해야 한다.²¹⁾

보건복지부 정책연구 사업

“신생아 난청 조기진단 사업의 타당성 및 관리체계 구축 방안 연구”를 보건복지부와 공동으로 2006.12.1.~2007.10.20 사이에 실시하였다. 전국의 기기보급율은 연간 총 신생아의 약 60% 정도가 선별검사를 받을 수 있는 정도이었으며 개인병원과 대학병원의 출산율은 약 8 : 2 정도로 우리나라는 개인병원에서의 출산율이 높았었다. 하지만 출산율이 많지 않은 모든 개인병원에 검사기기를 갖출 수 없는 한계가 전 신생아를 대상으로 검사하는 큰 걸림돌이 되고 있었다. 따라서 성공적인 국가사업이 되기 위해서는 효과적인 의뢰-전달체계가 정비되어야 한다는 점을 확인할 수 있었다. 이 조사의 최종보고서는 2008년 2월 보건사회연구원에 제출되었다.

보건복지부 신생아 청각선별검사 시범사업

보건복지부 출산지원팀에서 조기에 신생아 청각선별검사를 정착하기 위하여 이비인후과학회 및 청각학회의 자문을 받아 2년에 걸친 시범사업을 수행하기로 하였고 1차 시범사업('07.8.10~'07.12.31), 2차 시범사업('08.1.1~'08.12.31)에 나누어 진행 중에 있다. 1차 시범사업기간에는 전국 16개 행정구별 1곳의 보건소를 중심으로 쿠폰을 이용하여 해당 지역의 기기보유한 병원(분만산부인과, 이비인후과, 소아과 등)을 지정사업체로 정하여 실시하였으며, 2차 기간에는 1차 때 시행하였던 16지역을 포함하여 추가로 16지역을 추가하여 총 32지역에서 시행하고 있는 상태이다. 가장 큰 어려움은 관행수가와 시범사업의 제시 수가 사이에 큰 차이가 있어 이를 적정화하는 점이였으며 앞으로 각 유관 단체별로 논의해야 할 것이다. 1차년도 시범사업으로 83개 의료기관 지정(협력 전문 병원 35개 기관 포함)병원에서 8,811명을 실시하였고 목표 12,550명의 약 70.2% 달성율을 보였다. 재검율은 2.8%였고 난청환자도 1.7/1,000정도가 발견되었다. 아직 시범사업의 결과는 분석 중에 있으며 현재까지는 개인병원에서 재검율이 낮은 점, 홍보와 결과 설명의 부족으로 환자 만족도가 떨어지는 점, 그리고 의뢰병원의 체계가 아직 미흡한 점 등이 지적되고 있다.

보건복지부 질병관리본부 ‘영유아 건강검진사업’

'07년 건강보험 보장성 강화계획에 의해 「6세 미만 영

유아 무료 건강검진」을 통하여 영유아의 건강증진을 도모하고 건강한 미래 인적자본으로 성장하도록 지원하고자 총 445억원의 예산 하에 '07.11.1. 부터 우선적으로 전 건강보험가입자를 대상으로 사업을 실시하고 있으며 검진항목은 성장 이상, 발달 이상, 안전사고, 청각 이상(선천성난청) 등이다. 일반 검진 시기는 4, 9, 18, 30개월, 5세의 총 5회, 구강검진 2회로 영유아 1인당 총 7회 검진을 받게 된다.

신생아청각선별검사는 당위성과 근거자료가 충분함에도 국가 예산 및 수가조정문제 등으로 인해 이번 건강검진 사업에서 제외되고 현재 진행 중인 시범사업 이후에 고려하기로 하였다.

따라서 2007년 11월부터 시작한 영유아 건강검진사업의 청각검진은 신생아선별검사를 제외한 청각관련 문진만을 수행하고 있다. 4개월부터 5세까지 5회에 걸쳐 ‘청각문진표 및 진찰항목’으로 구성되었으며, 각 시기별 청각 문진은 5개의 문항으로 난청 고위험군 여부를 판단하기 위한 1개의 문항과 전반적인 청각발달 정도를 파악하는 4개의 문항으로 구성되어있고, 진찰에서는 난청 고위험군과 관련된 이개, 안면기형, 외이도 유무 등을 관찰하고 이상소견을 표기하도록 되어있다. 문진표와 진찰에서 이상소견의 항목이 1개 이상인 경우 ‘질환의심’으로 판정하여 청성뇌간반응역치검사가 가능한 이비인후과(단, 5세에서는 순음청력검사를 우선적으로 실시)로 의뢰하도록 하였으며, 보호자들이 대한이비인후과학회 홈페이지의 ‘수련병원찾기’와 ‘가까운 이비인후과찾기’를 이용하도록 하였다.

향후 이 사업이 점차 규모가 커져서 신생아 청각선별검사를 전체 사업에 포함할 것인지에 대한 여부는 불확실하다. 하지만 이비인후과학회와 청각학회는 계속 이 사업의 청각분과에 관심을 가지고 참여함으로써 전 신생아의 청각선별검사가 이루어지도록 노력해야 할 것이다.

맺 음 말

신생아 난청은 조기에 발견하면 적절한 조기 재활치료를 통해 언어발달 향상을 가져오고 난청인 본인의 삶의 질을 향상시킬 뿐만 아니라 장애인에 대한 사회적 비용 절감을 가져올 수 있다. 따라서 세계보건기구의 정책에도

신생아 청각선별검사가 반영되고 있으며 점차 많은 나라에서 전 신생아를 대상으로 하는 청각선별검사를 의무화하고 있다.

아직 국내에서는 일부 대학병원이나 분만산부인과 및 소아과에서 자발적이며 산발적으로 시행하여 왔다. 그간의 연구결과 우리나라도 이제는 전국적인 표본조사에 의한 발병률이 알려져 있고 전국 인프라에 대한 기초조사도 되어 있다. 우리나라는 사회적 특성상 중소 병원에서의 분만이 많은 관계로 적절한 수가와 기기의 분포를 도출하기가 어렵고 확진을 위한 전달체계를 확립하는데 문제점이 크다. 하지만 최근 공공의료기관과 민간의료기관 및 해당 학회 그리고 보건복지부의 협력 하에 조금씩 검사의 체계를 갖춰 가고 있으며 무엇보다도 일련의 사업을 통하여 사회적인 관심과 국민들의 이해가 증가되고 있음을 실감할 수 있다.

현재 선별검사를 효율적으로 관리하고 분석하기 위해 보건복지부에서 신생아 청각선별검사 시범사업이 진행 중이며 이러한 과정을 통해 한국에 맞는 프로토콜 및 질 관리 프로그램을 개발할 수 있을 것으로 기대한다. 이미 인후과나 청각학분야뿐 아니라 국민의 건강을 생각하는 모든 관련 분야 관계자들은 지속적인 관심과 노력을 기울여 우리나라에서 전 신생아의 청각선별검사가 이루어지고 발견된 난청 환자들이 체계적인 국가의 관리 속에서 조기에 적절한 재활을 통하여 장애를 극복할 수 있도록 노력하여야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) Early identification of hearing impairment in infants and young children. NIH Consens Statement 1993;11:1-24.
- 2) Norton SJ, Gorga MP, Widen JE, Folsom RC, Sininger Y, Cone-Wesson B, et al. Identification of neonatal hearing impairment: summary and recommendations. Ear Hear 2000; 21:529-35.
- 3) Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of early-and later-identified children with hearing loss. Pediatrics 1998;102:1161-71.
- 4) Year 2000 position statement. Principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. Joint Committee on Infant Hearing, American Academy of Audiology, American Academy of Pediatrics, American Speech-Language-Hearing Association, and Directors of Speech and Hearing Programs in State Health and Welfare Agencies. Pediatrics 2000;106:798-817.
- 5) Thompson DC, McPhillips H, Davis RL, Lieu TL, Homer

- CJ, Helfand M. Universal newborn hearing screening: summary of evidence. JAMA 2001;286:2000-10.
- 6) Bantock HM, Croxson S. Universal hearing screening using transient otoacoustic emissions in a community health clinic. Arch Dis Child 1998;78:249-52.
- 7) Mehl AL, Thomson V. Newborn hearing screening: the great omission. Pediatrics 1998;101:E4.
- 8) Johnson JL, White KR, Widen JE, Gravel JS, James M, Kennalley T, et al. A multicenter evaluation of how many infants with permanent hearing loss pass a two-stage otoacoustic emissions/automated auditory brainstem response newborn hearing screening protocol. Pediatrics 2005;116:663-72.
- 9) White KR. The current status of EHDI programs in the United States. Ment Retard Dev Disabil Res Rev 2003;9:79-88.
- 10) Joint Committee on Infant Hearing 1994 Position Statement. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 1995;32:265-74.
- 11) Gravel JS, Tocci LL. Setting the stage for universal newborn hearing screening. In: Spivak LG (ed). Universal newborn hearing screening. New York, Stuttgart: Thime;1998. p.1-27.
- 12) Tobey EA. Speech Production. In: Tyler R (ed). Cochlear Implants. San Diego, CA: Singular Publishing Group;1993. p.257-316.
- 13) Bennett MJ. Trials with auditory response cradle. I. Neonatal responses to auditory stimuli. Br J Audiol 1979;13:125-34.
- 14) Stelmachowicz PG, Gorga MP. Audiology: Early identification and management of hearing loss In: Cummings CW(ed). Otolaryngology Head Neck Surgery, 3rd ed. St. Louis, Missouri: Mosby-Year Book;1998. p.401-17.
- 15) Moon SK, Park HJ, Park MS, Kang YS, Kim Y, Choung YH, et al. Clinical Follow-up of hearing-Impaired Infants Detected by Newborn Hearing Screening Korean J Otolaryngol 2004;47 (9):812-7.
- 16) Park HM, Chung SY, Lee HJ, Rhee CK, Chang YP. Transiently Evoked Otoacoustic Emission Screening of Neonate Korean J Otolaryngol 1997;40 (2):258-64.
- 17) Lim HW, Han MW, Lee HS, Kim KS, Chung JW, Kim YJ, et al. the Validity Using Two-stage Automated Auditory Brainstem Response as a Universal Newborn Hearing Screening Protocol: Experiences in Asan Medical Center Korean J Otolaryngol 2007;50 (2):108-14
- 18) Chang SO, Kim CS, Jang YJ, Lee KS, Jung PS, Choi YS, et al. Click-Evoked Otoacoustic Emissions of High-Risk Newborn Infants: Clinical Evaluation as a Screening Test Korean J Otolaryngol 1994;37 (2):216-21.
- 19) Chang SO, Oh SJ, Koo JW, Lim D, Hwang CH, Kim CS, et al. Distortion Product and Spontaneous Otoacoustic Emissions in Normal Neonates Korean J Otolaryngol 2000; 43 (4):363-8.
- 20) Chang SO, Choi BY, Hwang CH, Ahn SH, Lee MC, Oh SH, et al. The Efficacy of the Hearing Threshold Level at 3 kHz I/O Curve in DPOAE in Screening the High Risk Neonates in NICU Korea J Otolaryngol 2002;45 (4):322-7.
- 21) Park SK, Chung MH, Oh SH. Newborn and Infant Hearing Test Status in: A Three-Month National Survey Korean Journal of Audiology 2006;10 (2):99-104.