대한산업의학회지 제 15 권 제 3 호 (2003년 9월)
Korean J Occup Environ Med, 2003;15(3):290-298

변조이음향방사 검사를 이용한 경도 소음성난청의 청력손실 예측

한림대학교 한강성심병원 산업의학센타, 가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실[1)]

오상용 · 이원철[1)]

— **Abstract** —

The Predictive Study for Hearing Loss using Distortion Product Otoacoustic Emission in Mild Noise-Induced Hearing Loss

Sang-Yong Oh, Won Chul Lee[1)]

Center of Occupational and Environmental Medicine, Hangang Sacred Heart Hospital, Hallym University, Department of Preventive Medicine, Catholic University[1)]

Objective: The aim of this study was to predetermine the discrimination standard point of distortion product otoacoustic emission(DPOAE) amplitudes, which discriminates the degree of the mild noise-induced hearing loss, and to estimate the accuracy and predictability of the discrimination standard point of DPOAE amplitudes. Therefore we were able to determine the usability of the DPOAE test in screening exam for mild noise-induced hearing loss.

Methods: This study was analyzed 50 high frequency-impaired ears (from 25 dB HL to 40 dB HL at 4000 Hz for which the response of DPOAE was not disappeared) and 81 normal ears through the correlation test between the amplitudes of DPOAE test and the threshold of the pure-tone audiometry test.

Result: The discrimination between $\geq$25 dB and $\leq$20 dB on hearing threshold with -1 dB SPL value of DP amplitude at 4000Hz produced a sensitivity result of 89.7%, specificity of 90.2% and predictability of 90.0%.

Conclusion: DPOAE test is considered as a more efficient early prevention method against noise-induced hearing loss if this test is conducted as part of the special medical checkup of industrial workers exposed to noise.

Key Words: DPOAE, Early noise induced hearing loss, Audiometry test

<접수일: 2003년 6월 30일, 채택일: 2003년 7월 27일>

교신저자: 이 원 철 (Tel: 02-590-1233) E-mail: leewc@catholic.ac.kr

서 론

소음성난청 예방은 소음원의 제거, 격리, 흡음, 차음 등의 공학적 관리가 가장 효과적으로 여겨지고 있으나(Niland & Zenz, 1994) 우리나라 전체 사업장의 대부분인 98.5%가 300인 미만의 중소 영세 사업장이기 때문에(노동부, 1992) 비용적인 부담과 기술적인 어려움으로 작업공정개선의 현실적인 접근은 쉽지 않은 상태이다. 그러므로 소음측정, 청력검사 및 이학적 판정을 바탕으로 한 청력 보호구 착용과 근로자에 대한 보건교육 및 훈련 등의 소음폭로 작업자 관리가 작업장 관리보다 우리나라 실정에 보다 적합한 방법으로 받아들여지고 있다(구정완 등, 1998).

우리나라에서 지금까지 이루어지고 있는 소음폭로 작업자 관리의 주요 내용은 소음폭로시간 단축, 보건교육, 보호구 착용 등이며, 이러한 소음폭로 작업자 관리는 소음폭로 근로자들에게 매년 실시되고 있는 소음 특수건강진단 자료를 기초로 운영되고 있다. 그러므로 보다 효율적인 소음성 난청 예방관리를 위해서는 소음 특수건강진단의 역할이 더욱 중요할 수 밖에 없다.

현재 우리나라의 모든 특수건강진단 기관은 순음청력검사를 통해 소음 특수건강진단을 실시하고 있다. 그러나 순음청력검사는 간단하고 비용 면에서 경제적이기는 하지만 피검자의 의도가 개입될 수 있는 주관적 검사방법이라는 결정적인 제한점을 가지고 있다(백만기, 1994). 따라서 소음성난청의 보다 효율적인 관리를 도모하기 위해서는 객관적인 검사방법을 이용한 소음폭로 근로자들의 관리가 필요할 것으로 판단된다.

난청의 객관적인 검사는 여러 가지 방법들이 시행되고 있지만 이음향방사검사(Otoacoustic Emission, OAE)는 측정이 빠르고 객관적이며 비침습적인 검사 방법이기 때문에 신생아 청력검사(Stevens et al, 1991), 소음성 난청(Martin et al, 1990), 메니에르병(Kemp et al, 1986) 그리고 난청의 감별진단(Bonfils et al, 1989) 등에 이용되고 있어 그 유용성이 커지고 있다. 이음향방사는 1948년 Gold가 처음으로 와우 기저막의 능동적인 반응에 의해 이음향방사가 발생된다는 가설을 제시하였고, 1978년 Kemp가 이음향방사 측정에 성공하였다. 이음향방사의 종류는 음자극이 없이 감지되는 자발이음향방사(Spontaneous OAE)와 음자극에 의해 생기는 유발이음향방사(Evoked OAE)로 대별되며, 유발이음향방사는 일과성이음향방사(Transient EOAE), 주파수반응 유발이음향방사(Stimulus Frequency OAE), 변조이음향방사(Distortion Product OAE)로 분류된다.

이러한 여러 가지 이음향방사 검사들 중에서 특히 변조이음향방사 검사는 검사방법이 간단하고 주파수 특성을 가지므로 국소적인 와우기능을 평가할 수 있어 임상적인 유용성이 매우 높게 평가되고 있다(Kim et al, 1980 ; Martin et al, 1990 ; Ohlms et al, 1991 ; 장주용 등, 1999). 그러므로 근래의 연구들은 중등도 이상을 포함한 모든 감각신경성 난청자들에 대해 변조이음향방사 검사의 반응 유무를 근거로 정상 청력과 비정상 청력 여부를 감별해 보려는 시도들이 주로 이루어지고 있는데(Kimberley et al, 1994 ; Kimberley et al, 1995 ; Gorga et al, 1997) 이러한 연구들은 경도의 감각신경성 난청에서 난청의 정도를 판단할 수 있는 변조이음향방사 진폭의 감별 기준점을 제시하지 못하기 때문에, 경도 감각신경성 난청자들에 대한 선별검사(screening test)시 변조이음향방사 검사를 활용하는데 있어 제한점이 되고 있다. 기존의 연구들이 경도의 감각신경성 난청에서 난청의 정도를 감별할 수 있는 변조이음향방사 진폭의 감별 기준점을 제시하지 못한 이유는 변조이음향방사의 반응이 완전히 소실되는 중등도 이상의 감각신경성 난청자들 까지 모두 연구 대상에 포함시킨 것이 중요한 원인으로 판단된다.

그러므로 본 연구는 순음청력검사 결과 이음향방사 검사의 반응이 소실되지 않은 4000Hz에서 40dB HL 이하인 소음노출 근로자들과 정상인들을 대상으로 경도 소음성난청의 정도를 감별할 수 있는 변조이음향방사 진폭의 감별 기준점을 제시한 후, 이러한 기준점을 적용하였을 경우 변조이음향방사 진폭의 경도 소음성난청에 대한 정확도 및 예측도를 추정함으로서 경도 소음성난청자들에 대한 선별검사(screening test)시 변조이음향방사 검사의 활용 가능성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

특수건강진단을 위해 본원 산업의학센타에 내원한 근로자들 중 수검자의 동의가 있는 경우 연구자가 직접 30귀는 측정하였다. 101귀는 1995년부터 1999년까지 5년 동안 한강성심병원 청각검사실에서 변조이음향방사 검사를 실시한 6000귀 중 순음청력검사, 임피던스 검사, 뇌간유발반응청력 검사, 변조이음향방사 검사 및 진료 차트자료를 이용해 선별하였다. 선별기준은 27 dB HL 이상을 경도 난청으로 분류한 ISO(1964년) 기준에(백만기, 1994) 준하여 진료 차트에 소음노출 경력의 기록이 없고 순음청력검사상 모든 주파수 영역에서 20 dB HL 이하이며 뇌간유발반응청력 검사 및 임피던스검사가 정상인 경우 정상 군으로 하였다. 진료 차트에 소음노출 경력이 기록되어 있으며 순음청력검사 그래프가 전형적인 C5-dip의 소견을 보이고 4000 Hz에서 25 dB HL이상 40 dB HL 이하의 경도 소음성난청인 자들 중에 뇌간유발반응 청력검사 및 임피던스검사가 정상인 경우 경도 소음성난청 군으로 분류하였다. 그러나 약물중독, 전염성 질환, 외상, 가족성 난청, 메니엘씨 증후군 등은 대상에서 제외하였다.

2. 검사 장비

변조이음향방사는 ILO92 (Otodynamics Ltd.) 분석기를 사용하여 방음실에서 측정하였다. 순음청력검사는 GSI-10(Grason-Stadler Co) 청력검사기를 이용해 실시하였고 임피던스 검사는 GSI33 (Grason-Stadler Co) 이미턴스 분석기 (Immitance analyser)를 이용해 측정하였다.

3. 자극음

자극음은 주파수 f_1, f_2($f_2 > f_1$)의 두 순음을 동시에 주었는데 f_2=70 dB SPL, f_1=60 dB SPL로 하였다. 주파수의 비율(f_2/f_1)은 1.22 정도로 하였을 때 $2f_1$-f_2에서 진폭이 최대였다는 경험적 결과에(Harris et al, 1989) 근거하여 1.22를 유지하였다. 65 dB SPL 이상 높은 강도의 자극음을 주었을 때 정상귀의 95% 이상에서 변조이음향방사가 나타났으며(Kemp et al, 1986 ; Lonsbury-Martin et al, 1990 ; Hauser et al, 1991 ; Smurzynski et al, 1992) 75 dB SPL 이상에서는 반응 진폭의 증가가 둔화되거나 멈춘다는 보고(Lonsbury-Martin et al, 1990)에 따라 70 dB SPL 자극음 강도를 선택하여 측정하였다. 사람과 동물대상의 기초 연구에서 변조이음향방사의 발생원이 와우 기저막의 f_2 주파수 근처라는 주장에(Brown et al, 1984 ; Fahey et al, 1985 ; Lonsbury-Martin et al, 1990) 근거하여 8개의 f_2 주파수(696, 1001, 1501, 2002, 3003, 4004, 5005, 6006 Hz)는 통상의 청각검사에서 사용하는 주파수(0.7, 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6 kHz)와 최대한 비슷하게 선정되었다. 이음향방사 검사의 진폭은 각 주파수의 평균 소음수준(noise floor) 보다 2 표준편차(standard deviation, SD)이상에서 나타난 반응만을 취하여 측정하였다.

4. 검사절차

변조이음향방사와 순음청력검사는 모두 이중벽이 설치된 방음실에서 실시하였는데, 안락한 자세에서 각성상태를 유지하면서 가급적 움직이지 않도록 하여 자체 소음을 줄이도록 주의를 준 후 측정하였다. 소음성 난청의 경우는 검사 시행 전에 최소 14시간 이상 소음 노출을 피하도록 하였다. ILO92 분석기를 사용하여 자극음이 지속되는 동안 변조이음향방사의 반응은 25,000 Hz의 sampling rate로 analog-to-digital converter에 의해 표본 추출되었고 2,048-point array로 나누어 평균화되었다. 각 표본은 40 us(1sec/25,000)가 걸리기 때문에, 하나의 기본 스펙트럼 추출시간은 81.92 ms(40 us×2,048)이며, 스펙트럼의 분석단위(resolution bandwith)는 12.2 Hz (1sec/81.92 ms)가 되었다.

5. 통계분석

연구자료의 통계분석은 SAS 통계 프로그램 (WINSAS version 6.12)을 이용하여 분석하였다. 정상 군과 난청 군에서 각 군 간의 청력역치 및 이음향방사 검사의 평균 비교는 Student's t-test를 이용하여 분석하였고 3군 이상의 평균 비교는

Table 1. Distribution of normal and impaired ears at 4000 Hz

Age	Normal ear (≤20 dB HL)		Impaired ear (≥25 dB HL)		
	female	male	female	male	
20~29	3	12	1	2	
30~39	8	15	0	8	
40~49	15	18	6	13	
50~59	7	3	2	12	
≥ 60	0	0	1	5	
Total	33	48	10	40	131

Table 2. Mean distortion product otoacoustic emission(DPOAE) amplitudes as 10 dB interval of Pure-tone thresholds(PTT) at 4000 Hz

Class of Hearing loss(dB)	Mean DP amplitudes	Number
40~35 dB	-5.4±2.8 A	26
30~25 dB	-5.0±3.8 A	13
20~15 dB	3.5±4.8 B	22
10~5 dB	6.5±5.7 B	50
≤0 dB	7.7±6.9 B	20

A B: Mean with the same letter are not significantly different

ANOVA test를 이용해 Tukey grouping으로 비교하였다. 청력역치와 이음향방사의 상관관계는 상관분석을 시행하였으며 정상 군 과 난청 군의 관계분석 시 연령보정은 편상관계수(partial correlation coefficient)를 이용하였다. 통계검증의 유의수준은 5%로 하였다.

결 과

1. 대상자의 일반적 특성

총 131귀 중 정상 귀는 81귀였으며 경도 소음성난청 귀는 50귀였다. 정상 귀 및 경도 소음성난청 귀 모두 남성이 여성에 비해 많았으며, 연령 분포에서는 40~49세가 정상 귀와 경도 소음성난청 귀에서 가장 많았다(Table 1).

2. 4000 Hz에서 순음청력검사와 변조이음향방사 검사의 상관성

4000 Hz에서 순음청력검사 결과와 변조이음향방사검사 결과의 상관성은 연령을 보정하지 않는 경우 상관계수가 -0.705였으며, 연령을 보정한 경우 상관계수는 -0.672로 연령을 보정하지 않는 경우가 연령을 보정한 경우보다 높았다(Fig 1).

3. 4000 Hz에서 변조이음향방사를 이용한 20 dB HL과 25 dB HL 감별 예측치

4000 Hz에서 역치 증가에 따른 변조이음향방사 진폭의 평균을 비교하였는데 40-35 dB HL 군은 -5.4±2.8 dB SPL 26귀, 30-25 dB HL 군은 -5.0±3.8 dB SPL 13귀, 20-15 dB HL 군은 3.5±4.8 dB SPL 22귀, 10-5 dB HL 군은 6.5±5.7 dB SPL 50귀, 5 dB HL 이하인 군은 7.7±6.9 dB SPL 20귀이었다(Table 2). 경도 소음성난청의 기준을 25 dB HL 이상으로 하였기 때문에 30-25 dB HL 군과 20-15 dB HL 군을 비교한 결과 통계적으로 의미 있는 차이가 발견되어 25 dB HL 이상 군과 20 dB HL 이하 군으로 나누어 평균을 비교한 결과 40-25 dB HL 군은 -5.2±3.1 dB SPL 39귀이었으며 20 dB 이하 군은 6.0±5.9 dB SPL 92귀

Table 3. Mean distortion product otoacoustic emission(DPOAE) amplitudes of regrouped data of Table 2

Class of Hearing loss(dB)	Mean DP amplitudes	Number
40~25 dB	1. -5.2±3.1**	39
≤ 20dB	6.0±5.9	92

**: $p < 0.01$

Table 4. Sensitivity, specificity and predictability when makes a distinction between 20 dB and 25 dB at Pure-tone thresholds(PTT) with -1 prediction point of distortion product otoacoustic emission(DPOAE) amplitudes in 4000 Hz

Class of hearing loss(dB)	DP amplitude ≤ -1	DP amplitude > -1	Total
≥25	35	4	39
≤20	9	83	92
Total	44	87	131

$$\text{sensitivity} = \frac{\text{true positive}}{\text{true positive + false negative}} \times 100 = 89.7\%$$

$$\text{sensitivity} = \frac{\text{true negative}}{\text{true negative + false positive}} \times 100 = 90.2\%$$

$$\text{predictability} = \frac{\text{true positive + true negative}}{\text{total}} \times 100 = 90.0\%$$

시발점이 되었다. 이음향방사는 와우내 외유모세포의 능동적인 반향음에 의해 발생 하고 이소골, 고막을 통해 외이도로 전파된다. 이러한 이음향방사 검사의 장점은 비침습적, 간편한 조작, 짧은 검사 시간, 안정되고 좋은 재현성 그리고 특이적인 와우기능의 평가가 가능하여 임상적인 유용성이 높아지고 있다(Bonfils et al, 1989 ; 황정아 들, 1996). 특히 변조이음향방사 검사는 주파수 특이성으로 인해 와우의 상태관찰이 보다 용이함으로써 최근 관심이 높아지고 있다.

변조이음향방사 검사는 주파수가 근접한 두 종류의 순음($f_2>f_1$)을 동시에 주면 자극음과 다른 제 3의 주파수 특히 $2f_1-f_2$에서 큰 반응을 나타낸다. 이러한 이음향방사 검사는 주로 진폭(amplitude)과 잠복기(latency)의 두 가지 측면에서 주로 측정되는데 대부분의 연구는 진폭에 중점을 두고 있다(이정학 등, 1997).

변조이음향방사 검사를 이용해 순음청력검사의 역치를 예측해보려는 연구는 예전부터 많은 관심의 대상이 되어 왔다. Kimberley 등(1994)은 다변량통계분석 기법의 일종인 변별 분석(discriminant analysis)을 이용해 정상과 비정상 순음청력역치를 예측하였는데 약 80%의 정확성을 보였다. 또한 Kimberley 등(1994)은 neural network approach를 통해 정상과 난청을 90%의 정확성으로 감별할 수 있었다고 보고하였는데 특히 1000 Hz에서는 예측력이 가장 낮았고 2000 Hz에서 가장 좋았다고 하였다. 최근에는 Gorga 등(1997)이 ROC(relative operating characteristic curves)을 이용해 순음청력검사 역치를 예측하고자 하였는데 이 방법 역시 여러 검사결과들의 유형들을 통계처리하여 정상과 비정상 청력을 감별하고자 하는 방법이다. 이러한 기존의 연구들을 종합하면 중등도 이상을 포함한 모든 감각신경성 난청자들에 대해 변조이음향방사 검사의 반응 유무를 근거로 정상 청력과 비정상 청력 여부를 감별해 보려는 시도들이 주로 이루어져 왔기 때문에 경도의 감각신경성 난청에서 난청의 정도를 판단할 수 있는 변조이음향방사 진폭의 감별 기준점을 제시하지 못하였다. 그러므로 경도 감각신경성 난청자들에 대한 선별검사시 변조

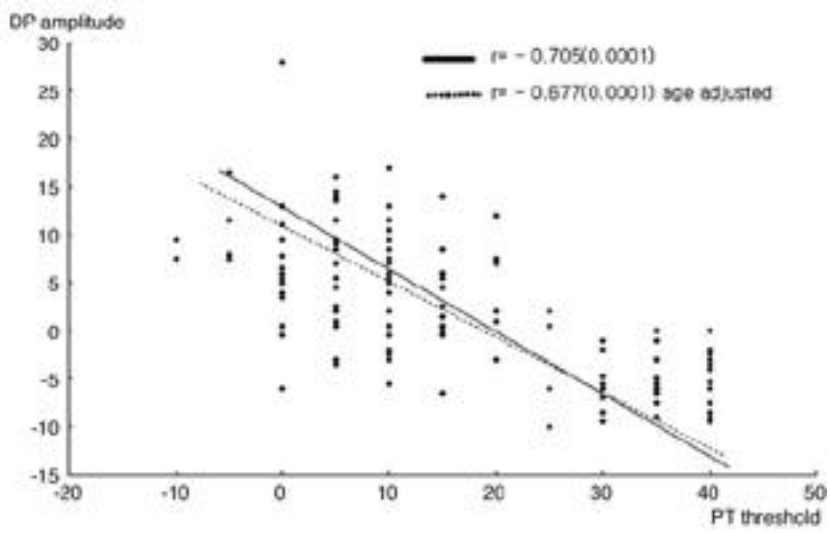

Fig. 1. Scattergram for pure-tone thresholds and distortion product otoacoustic emission(DPOAE) amplitudes at 4000Hz in total subjects.

로 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Table 3).

그러므로 두 군의 1표준편차를 고려한 변조이음향방사 진폭의 상한선과 하한선은 25dB HL 이상 군의 경우 -2.1 dB SPL의 상한선을, 그리고 20 dB HL 이하 군의 경우 0.1 dB SPL의 하한선이 관찰되었다. 따라서 두 군의 상한선과 하한선의 중간지점인 -1 dB SPL을 순음청력 검사상 청력역치의 25 dB HL 이상군과 20 dB HL 이하군의 감별 예측치로 결정하였다(Fig 2).

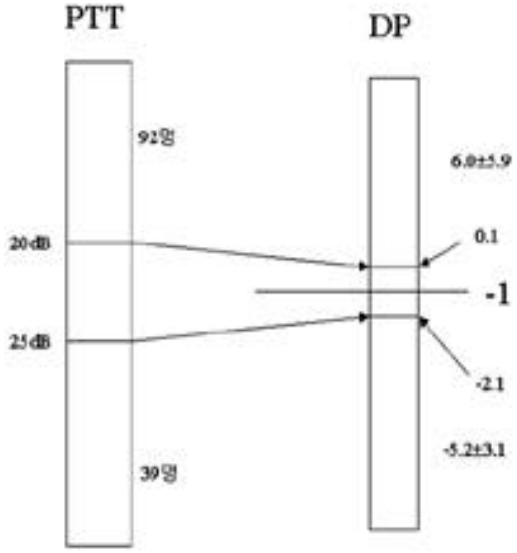

Fig. 2. Determining process of prediction point using distortion product otoacoustic emission(DPOAE) amplitudes to make a discrimination between 20dB and 25dB in Pure-tone thresholds(PTT)

4. 변조이음향방사 -1 dB SPL을 이용한 순음청력 검사 20 dB SPL과 25 dB SPL의 감별 민감도, 특이도, 예측율

변조이음향방사 검사의 진폭 -1 dB SPL을 기준으로 하여 순음청력 검사상 청력역치의 25 dB HL 이상 군과 20 dB HL 이하 군을 감별하였을 때 민감도는 89.7%, 특이도는 90.2%, 예측율은 90.0%였다(Table 4).

고 찰

와우가 예민한 주파수 선별력이 있음을 관찰한 Gold는 1948년 Radio engineering의 regenera tive receiver 개념을 도입해 와우에서 발생한 신호의 일정 부분이 방사된다는 이론을 근거로 이음향방사의 존재에 대한 가설을 처음으로 제시하였다. 이음향방사는 1978년 Kemp에 의해 Click음을 가한 후 외이도에서 약한 음향성분을 측정하게 되면서 Gold의 가설이 실증되었고 오늘날까지 발전하게 된

이음향방사 검사를 활용하는데 제한점이 되고 있다.

또한 소음성난청 역시 산업보건관리 측면에서 조기발견이 매우 큰 의미를 갖는데, 소음성난청은 비가역적인 과정으로 진행하므로 조기에 적절한 작업전환이나 집중 교육 등의 조처가 소음성난청 예방에 매우 중요하기 때문이다. 따라서 경도 감각신경성 난청에서 난청의 정도를 감별할 수 있는 변조이음향방사 진폭의 감별 기준점이 마련될 경우 소음 노출 근로자들에 대한 소음 특수건강진단시 객관적인 선별검사로서 변조이음향방사 검사의 활용성이 더욱 높아질 것으로 판단된다. 그러므로 본 연구는 경도 소음성난청자들을 대상으로 변조이음향방사 검사와 순음청력검사 역치와의 상관성 연구를 통해 경도 소음성난청에서 난청의 정도를 감별할 수 있는 변조이음향방사 진폭의 감별 기준점을 제시하고, 경도 소음성난청자들에 대한 선별검사(screening test)시 변조이음향방사 검사의 활용 가능성을 알아보고자 하였다.

Kimberley 등(1994)은 45개의 변수들을 사용해 변조이음향방사 검사로 순음청력검사의 역치를 예측하였는데, 연령이나 성별 등의 여러 변수들을 조합하는 경우보다 변조이음향방사 진폭의 단일변수만으로도 좋은 예측을 보였다고 보고하였다. 또한 Gorga 등(1997)은 중등도의 자극음을 사용한 경우에 20 dB HL과 30 dB HL 사이의 청력역치에서 가장 좋은 예측이 가능하였다고 보고하였다. 따라서 본 연구는 4000 Hz에서 가장 상관관계가 높았기 때문에 70 dB SPL(f_1)의 자극음에 의한 변조이음향방사 진폭만을 이용해 4000 Hz에서 난청의 정도를 감별할 수 있는 변조이음향방사 진폭의 감별 기준점을 제시하였다. 1표준편차 범위를 사용한 경우 4000 Hz에서 순음청력검사의 25 dB HL 이상과 20 dB HL 이하 청력 역치를 감별하는 변조이음향방사 진폭의 기준점은 -1 dB SPL 이었는데 민감도 89.7%, 특이도 90.2%, 예측율 90.0%의 결과를 보였다. 2표준편차 범위를 사용한 경우에는 기준점이 -2.4 dB SPL 이었는데 민감도 79.5%, 특이도 91.3%, 예측율 87.8%로 1표준편차 범위를 사용한 -1 dB SPL의 기준점에서 더욱 좋은 예측율을 보였다. Kimberley 등(1995)은 변조이음향방사 진폭의 소실 유무로 순음청력역치가 30 dB HL 내에 있음을 85%의 정확성을 가지고 예측할 수 있었다고 보고하였으나, 지금까지 청력 역치를 감별 예측할 수 있는 변조이음향방사의 기준 진폭을 제시하고 민감도, 특이도, 예측율을 제시한 연구자료는 없는 실정이다. 이러한 연구 결과는 변조이음향방사 진폭 -1 dB SPL을 기준으로 4000 Hz에서 조기 청력손실에 대한 객관적인 선별검사시 활용가능성이 높을 것으로 판단된다. 그러나 본 연구는 70 dB SPL(f_1)의 단일 자극음과 동일한 주파수 비율만을 사용하였기 때문에 여러 자극음 및 주파수 비율에 따른 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이상의 연구 결과를 종합하면 이음향방사 -1 dB SPL의 기준점을 4000 Hz의 순음청력검사에 적용한 경우 25 dB HL 이상과 20 dB HL 이하를 감별하는데 90%의 예측율을 보였다. 그러므로 소음 노출 근로자들에 대한 특수건강진단시 변조이음향방사 검사를 함께 적용할 경우 소음성난청의 보다 효율적인 조기관리에 도움이 될 것으로 사료된다.

요 약

목적: 본 연구는 순음청력검사 결과 이음향방사 검사의 반응이 소실되지 않은 4000 Hz에서 40 dB HL 이하인 소음노출 근로자들과 정상인들을 대상으로 경도 소음성난청의 정도를 감별할 수 있는 변조이음향방사 진폭의 감별 기준점을 제시한 후, 이러한 기준점을 적용하였을 경우 변조이음향방사 진폭의 경도 소음성난청에 대한 정확도 및 예측도를 추정함으로서 경도 소음성난청자들에 대한 선별검사시 변조이음향방사 검사의 활용 가능성을 알아보고자 하였다.

방법: 변조이음향방사 검사의 반응이 소실되지 않은 4000 Hz에서 40 dB HL 이하인 경도 소음성난청 50귀 및 정상 81귀를 대상으로 변조이음향방사 검사와 순음청력검사를 실시하여 경도 소음성난청을 감별할 수 있는 변조이음향방사 예측치를 구하고, 예측치의 민감도, 측이도, 예측율을 조사하였다.

결과: 1표준편차 범위를 사용한 경우 4000 Hz에서 순음청력검사의 25 dB HL 이상과 20 dB HL 이하 청력 역치를 감별하는 변조이음향방사 진폭의 기준점은 -1 dB SPL 이었으며 민감도 89.7%, 특이도 90.2%, 예측율 90.0%의 결과를 보였다.

결론: 소음 노출 근로자들에 대한 특수건강진단시

변조이음향방사 검사를 함께 적용할 경우 소음성난청의 보다 효율적인 조기관리에 도움이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

구정완, 박정일, 정치경, 이강숙, 임현우 등. 소음에 관련된 지식, 태도가 청력보존 행위와 청력손실에 미치는 영향. 대한산업의학회지 1998;10:476-83.

노동부. 사업체 노동실태 조사보고서. 노동부, 서울. 1992.

백만기. 최신이비인후과학. 일조각, 서울. 1994. 29-45.

이정학, 이상현, 김용복, 박문서, 김진숙. 정상청력인에서 변조이음향의 잠복기에 관한 연구. Korean J Otolarygol 1997;40:347-52.

장주용, 정필상, 황의진, 현민환, 조정석 등. 기니픽에서 청성뇌간유발반응검사, 일과성음에 의한 유발이음향방사 및 변조이음향방사를 통한 실험적 소음성 난청의 추적관찰. Korean J Otolaryngol 1999;42:1089-92.

황정아, 김기식, 김리석. 정상인에서 자극강도에 따른 변조이음향방사의 변화에 대한 고찰. 한이인지 1996;39:1960-5.

Bonfils P, Uziel A. Clinical applications of evoked otoacoustic emissions: Results in normally hearing and hearing impaired subjects. Ann Otol Rhinol Laryngol 1989;98:326-32.

Bonfils P, Avan P. Distortion product otoacoustic emissions-values for clinical use. Arch Otolayngol Head Neck Surg 1992;118:1069-76.

Brown A, Kemp DT. Suppressibility of the 2f2-f1 stimulated acoustic emissions in gerbil and man. Hear Res 1984;13:29-37.

Fahey P, Allen J. Nonlinear phenomena as observed in the ear canal and at the auditory nerve. J Acoust Soc Am 1985;77:599-612.

Gold, T. Hearing Ⅱ: The physical basis of the action of the cochlea. Proceeding of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 1948;135:492-8.

Gorga MP, Neely ST, Ohlrich B, Hoover B, Redner J, Peters J. From Laboratory to Clinic: A Large Scale Study of Distortion Product Otoacoustic Emissions in Ears with Normal Hearing and Ears with Hearing Loss. Ear & Hearing 1997;18:440-55.

Harris FP, Lonsbury-Martin BL, Stagner BB et al. Acoustic distortion products in humans: Systematic changes in amplitude as a function of f2/f1 ratio. J Acoust Soc Am 1989;85:220-9.

Hauser R, Probst R. The influence of systematic primary tone level variation L2-L1 on the acoustic distortion product emission 2f2-f1 in normal human ears. J Acoust Soc Am 1991;89:280-6.

Kemp, D.T. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. J of the Acoustical Society of America 1978;64:1386-91.

Kemp DT, Bary P, Alexander L, Brown AM. Acoustic emission cochleography: Practical aspects. Scandi Audiol 1986;25 Suppl:71-96.

Kim, DO. Cochlear mechanics: Implications of electrophysiological and acoustical observations. Hearing Research 1980;2:297-317.

Kimberley BP, Hernadi I, Lee AM, Brown DK. Predicting Pure Tone Thresholds in Normal and Hearing-Impaired Ears with Distortion Product Emission and Age. Ear & Hearing 1994;15:199-209.

Kimberley BP, Kimberley BM, Roth L, Alberta C. A Neural Network Approach to the Prediction of Pure Tone Thresholds with Distortion Product Emissions. ENT J 1994;73:812-23.

Kimberley BP. Distortion product emission features and the prediction of pure tone thresholds. Laryngoscope 1995;105:349-53.

Lonsbury-Martin BL, Harris F, Hawkins M et al. Distortion product otoacoustic emissions in humans: I. Basic properties in normally hearing subjects. Ann Oto Rhino Laryngol 1990;147 Suppl;3-13.

Martin GK, Franklin DJ, Farris FP, Ohlms LA, Lonsbury Martin BL. Distortion-product otoacoustic emission in humans: Ⅲ. Influence of hearing pathology. Ann Otol Rhinol Laryngol 1990;99(suppl 147):30-42.

Niland J, Zenz C. Occupational hearing loss, noise and hearing conservation. In Zenz C, Dickerson OB, Horvath EP. eds. Occupational medicine. Mosby, Chicago, 1994. 258-96.

Ohlms LA, Lonsbury-Martin BL, Martin GK. Acoustic-distortion products: Separation of sensory from neural dysfunction in sensorineural hearing loss in human beings and rabbits. Otolaryngology-Head and Neck Surgery 1991;104:159-74.

Smurzynski J, Kim D. distortion-product and click-evoked otoacoustic emissions of normally-

hearing adults. Hear Res 1992;58:227-40.
Stevens JC, Webb HB, Hutchinson J, Connell J, Smith MF, Buffin JT. Evaluation of click-evoked oto-acoustic emissions in the newborn. Br J Audiol 1991;25:11-4.