AUDIOLOGY · 청능재활 RESEARCH PAPER 2007;3:154-157

ISSN 1738-9399 © 2007 Korean Academy of Audiology online©ML Comm

잡음대역과 SNR 변화조건에서 Binaural Masking Level Difference가 "곰/공"변별에 미치는 효과 분석

한림대학교 대학원 청각학과,¹ 중앙대학교 교양학부,² 복음보청기,³ 한림대학교 언어청각학부 청각학과, 청각언어연구소⁴ 구성민¹·김은옥²·정두환³·임덕환⁴

ABSTRACT -

Effects of Binaural Masking Level Difference on Discrimination "Gom" and "Gong" Under Various Filtered Noises and SNRs

Sungmin Koo,¹ Eunok Kim,² Doohwan Chung³ and Dukhwan Lim⁴

¹Graduate School, Hallym University, Chuncheon, Korea ²Division of General Studies, Choongang University, Seoul, Korea ³Bokeum Hearing Aids, Seoul, Korea ⁴Section of Audiology, Audiology & Speech Pathology Research Institute, Hallym University, Chuncheon, Korea

The purpose of this study was to investigate the effects of filtered noises in discriminating "Gom/Gong" under the given SNR conditions and to identify the contributions from BMLD with various phase conditions trough the revised analysis on the current data set. The results showed that the effects of the low pass filtered noise at 1 kHz cutoff frequency on word discrimination was statistically significant at the SNR level of -10 dB (paired-t test, df=9, t=2.168, 1-tailed, p<0.05). Further studies should focus on detailed mechanisms of filtered noises and BMLD in word discrimination to provide useful information in developing speech signal processing of assistive listening devices.

KEY WORDS : BMLD · Filtered noise · SNR.

INTRODUCTION

정상 청력인이 소리를 변별하는데 여러 변수 중에서 temporal fine structure information과 envelope information 의 두 가지 정보도 이용하게 된다.⁷⁷⁸⁾ 이 두 정보를 좌우하는 요소에는 fundamental frequency, unequalled level, stimulus duration, modulation depth (index)등의 변수들이 작용한다. 이러한 변수 외에도 소리의 위상(phase)과 관련 하여 양이 청취를 이용한 소음 속에서 합성음 또는 어음변별 의 향상, 어음청취력과 방향성의 개선으로 소리를 변별하는 데 BMLD(binaural masking level difference) 효과가 나 타난다고 알려져 있다.5)

청각시스템은 제한된 범위 내에서 위상(phase)이 소리의 변별하는 능력에서 중요한 역할로 작용하며, click음, 복합배 음(harmonic complex tone), 어음합성음 등을 이용한 연구 가 진행되어 왔다.³⁾⁵⁾ 본 연구의 목적은 최근 보완 축적된 자 료를 정밀 분석하여 여러 SNR(signal to noise ratio)상황 하에서 음소변별이 어려운 '곰'/'공'과 filtered noise를 양 쪽 귀에 제시하였을 때 소음의 위상(N_πS₀)변화, 즉 BMLD 효과와 특정주파수 대역이 음소변별에 미치는 영향을 알아 보고자 하였다.³⁾

MATERIALS AND METHODS

본 실험은 이과적·청각학적 이상소견을 보이지 않는 만 20세이상 29세의 정상청력인 29명을 대상으로 GASP!-K(Glendonald Auditory Screening Precedure!-Korean

논문접수일 : 2007년 6월 30일 심사완료일 : 2007년 10월 26일 교신저자 : 임덕환, 200-702 강원도 춘천시 옥천동 1번지 한림대학교 언어청각학부 청각학과, 청각언어연구소 전화 : (033) 248-2217 · 전송 : (02) 6280-9133 E-mail : dlim@hallym.ac.kr

version) 검사어음 중에서 음소가 유사한 '곰(gom)'/'공 (gong)'을 여러 가지 filtered noise(broad band noise (BBN), 1 kHz이하 low pass filtered noise, 1~3 kHz band



Fig. 1. Block diagram for recording and analyzing data. 2AFC : two alternative forced choice.

pass filtered noise, 3 kHz이상 high pass filtered noise) 와 함께 +10 dB, 0 dB, -10 dB SNR (signal to noise ratio) 조건하에서 두 음소를 변별하는 diotic test($N_0 S_0$)를 실시하 였다. 또한 소음의 위상을 180° 변화를 준 상태에서 동일한 실험($N_{\pi}S_0$)을 Fig. 1과 같은 신호처리를 통해 2AFC(two alternative forced choice) method를 사용하여 실험을 실 시하였다.

RESULTS



본 실험에는 총 29명의 정상 청력인이 참여하였지만 통계

Fig. 3. The comparison of discrimination scores under various SNRs.



Fig. 2. Results from discriminating scores in BMLD effect (N_0S_0 and N_xS_0) with various filtered noise under SNRs of – 10, 0, and +0 dB.



Fig. 4. Examples for waveforms and spectrograms of 'Gom' (Left panel) and 'Gong' (Right panel) under $N_{\pi} S_0$ condition (noise : 1 kHz low-pass noise).

처리 과정에는 SNR -10 dB 상황하에 1 kHz low pass filtered noise의 위상을 변화시킨 Discrimination Score가 70%이상인 대상자(평균점수 83%, SD : 11%, N=19)중 평 균점수의 ±1SD(72~94%)에 속하는 10명(남 4명, 여 6명) 의 결과만을 추출하여 데이터 분석을 실시하였다.

실험 결과 전반적으로 $N_{\pi}S_0$ 조건에서 SNR=+10 dB, BBN 상황을 제외하고는 BMLD 효과의 경향은 나타났으나 통계 적으로 유의미한 차이는 없었다(paired-t test, p>0.05). 그 러나 SNR -10 dB, 1 kHz low pass filtered noise상황에 서 $N_{\pi}S_0$ 의 BMLD효과에 의해 Discrimination Score가 약 10% 유의미하게 높게 나타났다(paired-t test, df=9, t= 2.168, 1-tailed, p<0.05). 또한 여러 SNR 상황 하에서 1 kHz low pass filtered noise의 위상변화 $(N_{\pi}S_0)$ 는 소음수준 에 따라 상대적으로 위상변화를 주지 않은 경우보다 $(N_{\pi}S_0)$ BMLD 효과가 점점 나타나고 있음을 알 수 있었다.

DISCUSSIONS AND CONCLUSIONS

소음 속에서 음소가 유사한 어음을 변별하는데 소음의 bandwidth가 영향을 미칠 수 있다. 본 실험의 자극음은 '곰/ 공'은 초중성의 '고'에 종성의 '口'과 'o'의 음소 차이만 났 다. 한국어에서 초성에 오는 '口'의 음소는 후행모음에 따라 주파수대역이 다르긴 하지만 상대적으로 다른 자음 음소에 비 해 250 Hz 이하 주파수에 좁은 bandwidth를 갖는 반면 'o' 음소는 특정 주파수대역을 갖지 않으며 후행하는 모음에 따 라서 주파수대역이 약 500 Hz부터 4 kHz 이하까지 넓게 분 포하는 것으로 알려져 있다. 이는 본 실험에서 제시한 1 kHz 의 cutoff frequency를 갖는 low pass filtered noise가 두 어음자극을 변별하는데 중요한 critical band로 작용할 수 있 음을 추정하게 하고 본 실험결과 일치하게 나타났다. 또한 여러 소음의 주파수대역과는 달리 1 kHz 이하의 filtered noise에서만 SNR이 감소함에 따라 BMLD효과가 점점 증가 하고 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 1 kHz low pass filtered noise의 위상변화 (N_nS₀)를 준 자극음 '곰'과 '공'에 대한 컴퓨터 음성분석 (CSL4300B, KAYPENTAX)을 통해서 소음의 위상변화로 인한 양귀에 제시되는 자극음의 pitch의 변화를 확인할 수 있 었다(Fig. 4). 어음신호나 소음의 위상의 변화는 자극음에 대한 temporal fine structure information과 envelope information에도 영향을 주어 Pitch나 Loudness에 변화를 일 으킬 수 있다. 뿐만 아니라 위상의 변화는 청각시스템의 nonlinear compressive transfer characteristic 또는 temporal analysis 등 여러 가지 단서로 인하여 변별에 영향을 줄 수 있다. 여러 연구결과 소음 속에서의 합성신호음 탐지역치 는 N₀S_#가 N₀S₀에서보다 약 15 dB, 어음에 대해서는 1.5~ 8 dB의 탐지역치에 BMLD 효과가 나타난 바 있으며,¹⁾²⁾⁴⁾ 이러한 역치차이는 어음의 변별에 충분히 영향을 줄 수 있을 것으로 판단된다. 이는 기존 자료와 비교하여 새롭게 보완된 본 연구의 결과이다.³⁾

'곰'과 '공' 이외에도 추가적으로 음소가 유사한 다양한 어 음을 이용한 후속연구들이 진행되는 것이 필요하다. 그리고, 이러한 filtered noise와 BMLD 결과가 반영된 청각보조기 기(assistive hearing devices)가 상용화되면, 다양한 소음 속에서 어음을 변별해 낼 수 있는 효과적인 청각재활 도구 로 사용될 수 있으며, 관련 신호처리연구에 필요한 응용 자 료로도 활용될 수가 있을 것으로 판단된다.

중심 단어 : BMLD · 대역소음 · 신호대잡음비.

REFERENCES

- Bronkhorst AW, Plomp R. Binaural speech intelligibility in noise for hearing-impaired listeners. J Acoust Soc Am. 1989;86 (4):1374-1383.
- Bronkhorst AW, Plomp R. Effect of multiple speechlike maskers on binaural speech recognition in normal and impaired hearing. J Acoust Soc Am. 1992;92(6):3132-3139.

- Chung D, Koo S, Lim D. Effects of noise parameters on discriminating Gom and Gong under binaural condition, Audiology. 2006;2:33-39.
- 4. Johanson MS, Arlinger SD. Binaural masking level difference for speech signals in noise. Int J Audiology. 2002;41 (5):279-284.
- Koo S, Lim D. Effects of relative phases on discrimination of harmonic complex. Audiology. 2005;1:35-39.
- Moore BCJ. An introduction to the psychology of hearing. 5th ed. Accademic Press;2003.
- Moore BCJ, Glasberg BR, Hopkins K. Frequency discrimination of complex tones by hearing-impaired subjects: Evidence for loss of ability to use temporal fine structure. Hearing Res. 2006;22:16-27.
- Moore BCJ, Glasberg BR, Flanagan HJ, Adams J. Frequency discrimination of complex tones: assessing the role of component resolvability and temporal fine structure, J Acoust Soc Am. 2006;119(1): 480-490.