

한국어 초, 중, 종성 혼돈 단음절 최소대립쌍 (CVC)에 대한 정상 성인의 지각경계 연구

Speech Perception Boundaries of Korean Confusing Monosyllabic Minimal Pairs (CVC) in Normal Adults

이 성 민*, 임 덕 환**
(Sungmin Lee*, Dukhwan Lim**)

*한림대학교 일반대학원 청각학전공, **한림대학교 언어청각학부, 청각언어연구소
(접수일자: 2010년 4월 12일; 수정일자: 2010년 5월 3일; 채택일자: 2010년 5월 21일)

청각 범주지각 (categorical perception)은 언어적 자극과 관련되어 나타나는 특징적 현상이다. 본 연구에서는 임상적으로 혼동되기 쉬운 한국어 초성, 중성, 종성 최소대립쌍의 지각경계에 관한 분석을 하였다. 이를 위해서 단음절어 최소대립쌍 (consonant-vowel-consonant, CVC)인 /gom-/:/gong/, /non-/:/noon/, /don-/:/non/을 물리적 에너지 관점에서 11가지 단계 (index)로 구분하여 변환하였다. 그리고, 정상 성인 (40명)을 대상으로 하이 지각경계 패턴, 지각경계 기울기, 지각경계 폭, 비우위 지수 (non-dominant factor) 분포를 분석하였다. 이 결과에서 대립쌍들은 범주지각 과정에서 대립쌍 상호간에서 상대적인 차이가 있음을 보여 주었다. 본 자료에서는 중성 최소대립쌍의 경우가 범주지각이 가장 낮게 나타났으며, 이러한 분석 과정이 청각기능 평가 등에 응용 가능성이 있음을 확인할 수 있었다.

핵심용어: 지각경계, 범주지각, 단음절 최소대립쌍, 비우위 지수

투고분야: 말소리 생성 및 인지 분야 (12.2)

Categorical perception has been noted as characteristic properties of linguistic stimuli. In this study, Korean monosyllabic minimal pairs (consonant-vowel-consonant, CVC) were analyzed to understand perception boundaries between clinically confusing words. An efficient scheme has been developed to systematically synthesize temporal transition waveforms (11 steps) from one word to the target word for the pairs of /gom-/:/gong/, /non-/:/noon/, and /don-/:/non/. The corresponding slopes, widths, and non-dominant factors of perception boundaries were analyzed for the total of 40 young normal subjects (20 males and 20 females). Results showed that there were relative pattern differences among confusing monosyllabic minimal pairs under categorical perception. For instance, the vowel difference within CVC pairs led to the lowest boundary performance in this experiment set. Data also indicated the potential application of the overall procedure for evaluating auditory functions and assisting rehabilitation programs.

Keywords: Perception Boundaries, Categorical Perception, Monosyllabic Minimal Pairs, Non-Dominant Factor

ASK subject classification: Speech Production and Perception (12.2)

I. 서론

청각 시스템에서 언어를 처리하는 과정에서 언어의 독특한 여러 측면들이 나타나게 된다. 그 중에 잘 알려진 현상의 하나가 범주지각 (categorical perception)과정이다. 이 범주지각은 어느 두 자극이 서로 구분됨에 있어서

매우 분명한 구별 경계를 갖는다는 것이다 [1-3]. 이는 일반적으로, 비언어적 자극에서는 보기가 힘들며, 주로 언어적인 자극에서만 관찰이 된다. 언어에서는 서로 다른 발소리 간의 지각경계가 점차적으로 형성되기 보다는 어느 음향적 경계 전이점을 기준으로 급격히 이분적 현상에 가깝게 단속적으로 형성이 된다. 현재 이러한 범주지각은 언어발달, 청각기능평가, 언어학습, 뇌기능장애 진단, 뇌기능재활 및 훈련 등 광범위한 여러 분야와 연관된 자료들이 제시되면서, 그 파급효과와 가능성 때문에 주

책임저자: 임 덕 환 (dlim@hallym.ac.kr)
200-702 춘천시 옥천동 1번지 한림대학교 언어청각학부
(전화: 033-248-2217; 팩스: 02-6280-9133)

목을 받고 있다 [4-11]. 유사한 범주적 지각이 언어와 관련된 동물모델에서도 종 (species)과 밀접한 관계를 갖는 개별적 언어 (mating call)에 대하여 드러나고 있으며, 그 형성 과정에 관련된 중추청각시스템의 역할도 부분적으로 밝혀지고 있다 [12]. 이러한 범주지각의 활용이 연구나 임상에서 중요한 것으로 생각되고 있으나, 현재까지 한국어에 대한 범주지각 자료들이 상대적으로 부족한 실정이다.

범주적 인지와 관련된 초기 연구의 예를 살펴보면 /ba/에서 /da/로, 다시 /ga/로 소리 변화간격이 동일하도록 세컨드 포먼트 주파수를 단계적으로 변화시켜 합성음을 만들어 실험하였다 [11][2]. 이 합성된 음은 어느 구간 (categorical boundary)에서 단속적으로 의미가 바뀌는 현상을 보여 주었다. 이러한 범주지각에서는 같은 범주에 속하는 음소들 간에는 변별이 어렵지만 서로 다른 범주에 속하는 음소들 간에는 높은 변별력을 보이는 특징이 있다고 하였다. 이러한 기존의 포먼트 전이의 합성이나 voice onset time (VOI)을 이용한 연구뿐만 아니라 최근에는 중국어 등을 중심으로 lexical tone의 성조에 변수를 둔 관련 연구 등에서도 이러한 말소리 지각 경계의 특성을 확인하고 있다 [13]. 그런데, 기존의 다수 연구에서 사용된 방법 들은 분명하게 이해되는 장점은 있으나 변수 조정이 임의적이고 일반적으로 적용하기에 어려운 특징이 있다 [3][6].

한국어 교육이나 청능평가 및 훈련에서 얻어지는 자료들을 보면 상호간에 상대적으로 더 어려워하거나 혼동하는 단어들이 존재한다 [14-18]. 단음절의 경우에도 유사한 예들이 확인되는데, 한가지 형태는 CVC (consonant-vowel-consonant)로 이루어진 단음절 최소대립쌍 (monosyllabic minimal pairs)이다 [14]. 이는 두 단음절을 구성하는 음소 중 한가지만 다른 경우이다. 그 예로, 한국어의 '달'과 '밭'을 비교하면, 'ㄷ'과 'ㅌ'이 다른 경우이다. 한국어에서는 'ㄷ'과 'ㅌ'을 구분하지만 다른 언어에서도 꼭 그렇다고 할 수는 없다. 'ㄷ'과 'ㅌ'이 잘 구분되지 않는 언어 환경에서 지란 사람은 '달'과 '밭'을 구분하지 못할 수가 있다. 초보 단계의 한국어를 학습하는 중국인을 대상으로 한 연구 자료 [14][19]를 보면 유사한 구별의 어려움이 보고된다. 이러한 이중언어학습이나 청각장애인의 오청률 [16-18] 자료도 범주적 지각의 관점에서 정량적으로 분석해 볼 필요성이 있다.

본 연구에서는 임상에서 언급되는 혼동이 잘되는 한국어 단음절어 (CVC) [14][16][17]로 이루어진 초성, 중성, 종성에 대한 최소대립쌍의 지각경계를 정상 성인을 대상

으로 분석하고자 하였다. 이 선행연구를 기반으로 하여 적합한 대립쌍들을 선정하고, 이들 상호간의 시간적 형태 변화를 물리적인 에너지 관점에서 최소자승오차 방식으로 계산하여 순차적 단계로 합성하였다 [20][21]. 이 자극에 대한 피검자의 지각경계 특성을 비우위 지수 분포 (non-dominant factor) [5]와 관련 변수로 정량화하여 분석하였고, 그 결과를 관련 분야의 연구 및 임상에 필요한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

II. 연구방법

2.1. 실험대상

본 실험 연구는 국내 대학에 재학중인 이과적 병력이 없고, 정상 청력을 가진 학생 40명 (평균연령 20.8세: 남 20, 여 20)을 대상으로 하였다. 모든 실험 대상자는 고막도 운동도가 A형이고, 그 관련 수치가 정상범위 내에 있는 피검자 중에서 순음청력 검사 (pure tone audiometry, PTA) 결과가 양측 귀 모두 250~8000 Hz 범위에서 20 dB HL 이하의 정상 청력을 기록하고, 어음인지도 (Word Recognition Score, WRS) 결과가 95 % 이상인 사람을 대상으로 하였다. 순음검사는 Grason-Stadler의 GSI 61 순음 검사기와 TDH 50 기노헤드폰을 사용하여 측정하였고, 중이검사는 Madsen 임피던스 검사기를 이용하여 측정하였다. 모든 실험은 소음이 감쇄된 방음실에서 실시하였다.

2.2. 방법

혼동되는 대립쌍으로는 우선 기존의 연구자료 [14-18]에서 보고된 오청이 잘 일어나는 단음절어들을 대상으로 하였다. 이중에서 정상 성인에 대한 단음절 심리음향기 능곡선의 특성이 크게 다르지 않고 [14], 유의미 단음절이고, 자주 혼동된다고 보고된 /곰-공/, /논-눈/, /똥-눈/ 쌍을 초성, 중성, 종성에 대한 최소 대립쌍으로 선정하였다. 전산합성된 어음 (여성화자, sampling rate= 44.1 kHz, 16 bit)을 사용하여 곰/공 (중성변화), 돈/논 (초성변화), 논/눈 (중성변화)에 대하여 단계별로 변형된 CVC 음절을 제시하였다. 최소대립쌍은 시작음 (start)과 목표음 (target)으로 지정되어 물리적인 에너지 관점에서 차이 요소를 기준으로 순차적으로 재구성이 되었다. 이 시간축 상의 변환 파형들은 각 index 값으로 지정되는 단계 별로 나타냈으며, 최소자승오차 방식에 의해 전산 프로그램으로 그 내용이 결정되고 최종 합성되었다 [20][21].

전체 최소대립쌍은 시작음부터 목적음까지 체계적 단계로 변형되었다. 자극 제시 과정은 0 (시작음)에서 10 (목적음)까지의 11 단계의 index로 분류되었다. 이때 0과 11 index 값은 선택된 최소대립쌍 자신을 나타내며, 모든 피검자가 이 두 index 값에서 100%의 변별력을 보였다.

이 과정에서 제시된 실험 파형의 예는 그림 1과 같다. 이 그림에서 index 0 값은 /돈/을 의미하고 index 10은 /논/을 의미한다. Index 5는 중간의 한 변형과정을 나타낸다.

이 최소대립쌍 자극은 피검자에게 60 dB HL의 강도로 각 단계적 변화를 나타내는 index 당 10번씩 무작위로

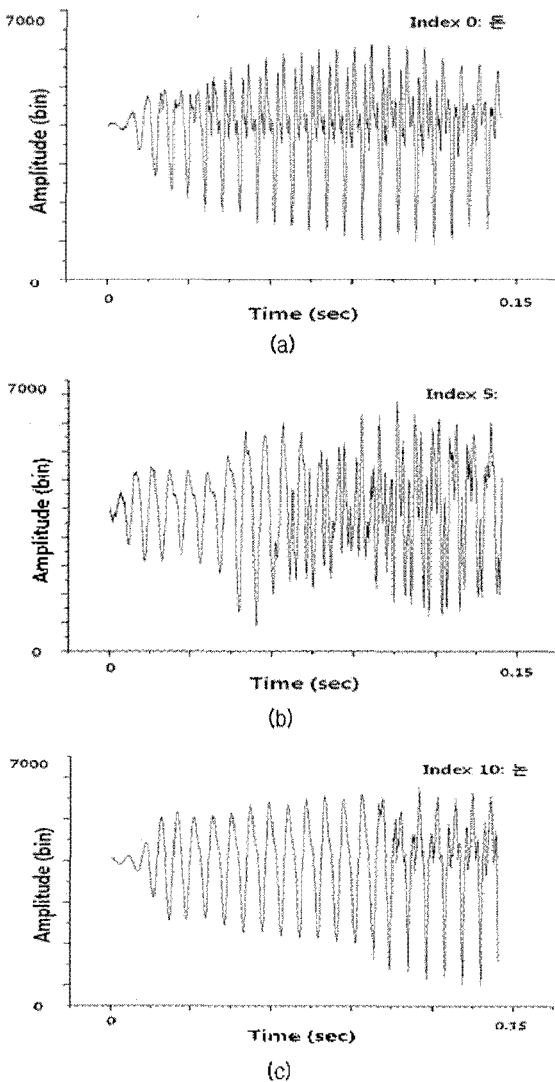


그림 1. 시간축 상에서 “돈”에서 “논”으로 변화되는 파형
 (a) Index=0 (/돈/) (b) Index=5 (중간 점) (c) Index=10 (/논/)
 Fig. 1. Temporal waveform changes from “don” to “non”.
 (a) Index=0 (/don/) (b) Index=5 (mid point) (c) Index=10 (/non/)

제시되었고, 이에 대한 전체 반응 결과가 기록되었다. 이러한 방식으로 기록된 자료에 대하여 범주지각 패턴을 분석하였고, 범주경계 지점에 대한 기울기와 폭이 결정되었다. 이 범주패턴을 통해서 범주지각을 확인하였고, 기울기와 폭으로 경계 부분에서의 대립쌍 상호간의 특징을 비교하였다. 전체 범주적 지각의 정도를 정량적으로 나타내기 위하여 개별 index별로 비우위 지수 (non-dominant factor) 분포를 계산하였다 [10]. 한 변형단계에서 기준이상으로 비우위 자극에 대한 반응이 나타나면 두 반응 중에서 작은 수가 비우위반응 수가 된다. 이 비우위 지수 분포는 범주지각의 특징을 나타내는 척도이며, 대립쌍 상호간에 우위인 자극과 비우위인 자극을 정량적으로 나타내 주는 유용한 방법이다. 즉, 그 분포가 넓고 값이 클수록 모호한 범주적 지각을 나타내게 된다. 본 실험에서는 지각경계 (50%) 지점을 기준으로 우위 및 비우위 지수 분포 정도를 나타냈다. 이 비우위 지수 분포에서 총 40명의 피검자가 10번씩 실시한 전체 자료에 대해서 중축을 구성비 백분율로 변환하여 표시하였고, 횡축은 순차적으로 변환시킨 index값에 대응하는 relative position (RP) 값으로 변환하여 -5에서 +5사이의 정수로 표시하였다. 이 전체 RP에 대한 비우위 지수 분포를 평균하여 단일 값으로 그 특징을 종합하였다. 본 실험에 필요한 관련 소프트웨어는 NI DAQPad 6251에서 Visual Studio 8.0으로 작성되었고, 자료에 대한 통계적인 분석은 SPSS 프로그램 (12.0)에서 ANOVA 분석과 사후검정 (Scheffe)으로 처리하여 유의수준 0.05에서 판정하였다.

III. 실험 및 결과

정상 청력을 가진 남녀 성인 각 20명씩 총 40명에 대하여 초성, 중성, 중성 별로 혼돈되기 쉬운 단음절 최소대립쌍 (CVC)의 지각경계에 관한 실험과 자료 분석을 시행하였다.

3.1. 혼돈 패턴의 범주적 지각 형태

전체 피검자들은 시작음과 목적음 부근에서 100% 대립쌍 변별력을 보여 주었다. 중성 최소대립쌍 /공-공/, 중성 최소대립쌍 /논-논/, 중성 최소대립쌍 /돈-논/의 범주적 지각의 형태는 변별력이 50% 부분이 모두 물리적 에너지의 중심위치에서 전이된 위치에서 결정되었다 (그림 2).

여기서 /공/과 /공/에서 상호 교차하는 지각경계 값이

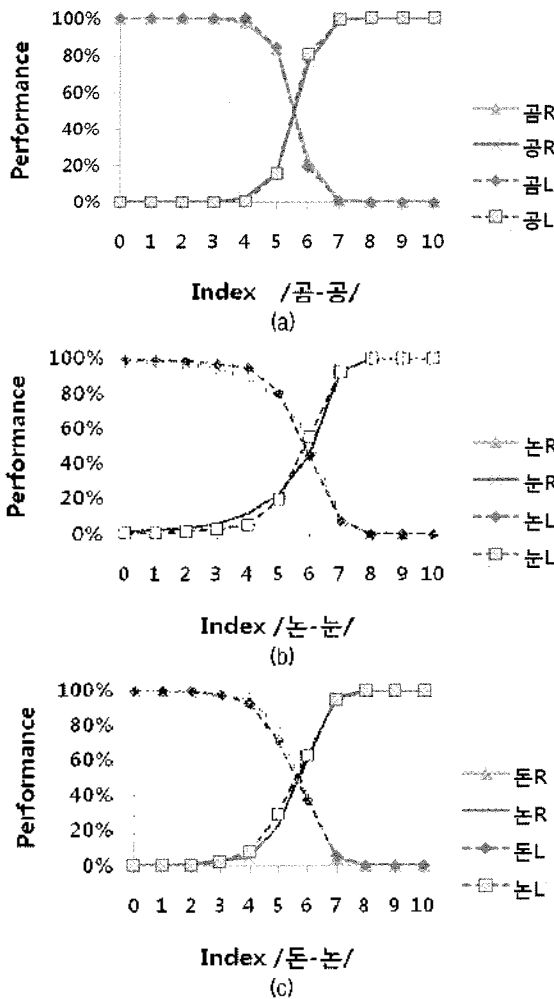


그림 2. 혼돈 단음절 최소대립쌍 (CVC)의 범주적 지각 형태 (R=우측, L=좌측, N=40)
 (a) /gom-gong/ 최소대립쌍 (0: gom, 10: gong) (b) /non-noon/ 최소대립쌍 (0: non, 10: noon) (c) /don-noon/ 최소대립쌍 (0: don, 10: noon)
 Fig. 2. Perception patterns for confusing CVC mono-syllabic minimal pairs (R=right, L=left, N=40).
 (a) /gom-gong/ minimal pair (0: /gom/, 10: /gong/) (b) /non-noon/ minimal pair (0: /non/, 10: /noon/) (c) /don-noon/ minimal pair (0: /don/, 10: /noon/)

50%인 지점을 index값으로 구해보면, 우측 귀는 5.58, 좌측 귀는 5.55로 결정되었다. 같은 방법으로, /non/과 /noon/의 경우에는 우측 귀의 index가 6.08, 좌측 귀의 값은 5.87로 나타났다. 초성이 다른 /don/과 /noon/의 조합에서는 우측 귀에서는 5.66, 좌측 귀에서는 5.59로 값이 계산되었다. 이 혼돈 단음절어 최소대립쌍에 대한 지각경계를 비교해보면, /gom-gong/에서는 /gom/이, /non-noon/에서는 /non/이, /don-noon/에서는 /don/이 지각범위에 있어서 더 우세한 것으로 나타났다.

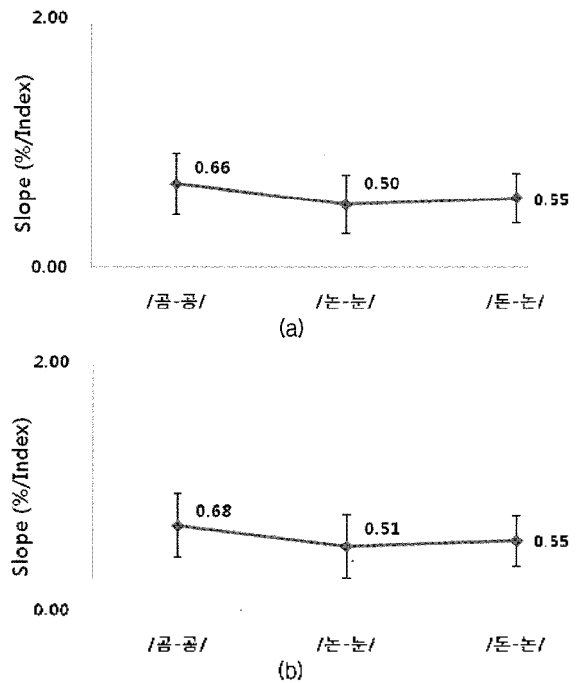


그림 3. 좌/우측 귀의 지각경계 지점에서의 기울기 (performance %/index)
 (a) 좌측 귀 (N=40) (b) 우측 귀 (N=40)
 Fig. 3. Perception boundary slopes for left and right ears (performance %/index).
 (a) Left ear (N=40) (b) Right ear (N=40)

3.2. 혼돈 패턴의 지각경계 기울기와 지각경계 폭

지각경계 80%, 20% 지점에 해당하는 지점의 index값을 이용하여 curve fitting을 한 후에 지각경계 부근에서의 그늘간 단속율을 나타내는 기울기와 경계폭을 구하였다. 높은 기울기 값과 좁은 경계폭은 상대적으로 강한 단속적 범주지각 특성을 반영하였다. 그림 3에 표시된 세 쌍의 혼동대립쌍 중에서, 기울기는 좌, 우측 귀 모두 /gom-gong/에서 0.66, 0.68을 보여서 상대적으로 가장 큰 값을 나타냈고, 중성 최소대립쌍인 /non-noon/의 경우가 0.50, 0.51을 보여 가장 작은 값을 나타냈다 ($p < 0.05$).

이 지각경계에서 경계 폭은 좌, 우측 귀 모두 /gom-gong/에서 1.00 (index 차이)로, 그 폭이 가장 좁았고, 중성 최소대립쌍인 /non-noon/이 1.49, 1.54 (index 차이)를 보여서 역시 가장 넓은 경계 폭을 보였다 ($p < 0.05$).

3.3. 비우위 지수 (non-dominant factor) 분포

실험에서 얻어진 지각 경계에 대한 패턴자료를 근거로 전체적인 범주지각의 어려운 정도를 나타내는 비우위 지수 (non-dominant factor) 분포를 계산하였다.

이 그림 4는 index 별로 구해진 non-dominant factor의 분포를 나타내며, 종축은 %로 나타낸 performance

값, 황측은 변이 과정에 대한 상대위치 (relative position, RP)값이다. 이 그림에서 중간 부분에 해당되는 곳은 0이고, 이곳에서 멀어질수록 해당 시작음과 목적음인 최소대립쌍 본래 자각음에 가깝게 된다. 그림에서 -5는 "곰, 눈, 돈"을 의미하고, 5는 "공, 눈, 눈"을 의미한다. 본 실험에서는 최소대립쌍의 범주지가 정개 주변 부분에서 비우위 요소가 대부분 분포되었고, 그 최대값의 위치가 왼쪽으로 편향되는 비우위 음절 형상을 하였다. 이 그림에서 비우위 지수 분포가 넓게 분포하고, 그 값이 높게 나타날수록 범주적 지각이 더 어려웠다는 것을 의미하였다. 중성 최소대립쌍 /눈-눈/에서는 다른 경우보다 해당

부위에서 비우위 지수 분포가 상대적으로 범위가 넓고, 높은 수치 값들로 분포되었다. 이 자료에 나타난 범주지각의 특성을 relative position (RP)에 대한 평균 non-dominant factor 값으로 종합하여 표 1에 정리하였다.

이 결과를 보면 /눈-눈/의 경우가 역시 높은 평균 수치를 나타내어 그룹 중에서 범주적 지각이 어려웠고, /곰-공/의 경우가 범주적 지각이 가장 강하였음을 보였다 ($p < 0.05$).

IV. 검토 및 결론

본 결과에서 정상인의 혼돈되기 쉬운 한국어 최소대립쌍 단음절 (CVC) 지각경계에 대하여 다음과 같은 종합적인 결론을 얻을 수 있었다. 첫째, 본 실험에서는 초성, 중성, 종성 최소대립쌍 (/돈-눈/, /눈-눈/, /곰-공/)에 대한 지각경계가 제한된 범위였지만 물리적 에너지의 중심이 아닌 대립 쌍 중의 한쪽으로 편향하고 있었다. 그 편향의 정도가 심리음향학적인 미션형 특성을 나타내고 있었다. 둘째, 높은 범주적 지각을 위해서는 지각경계의 기울기가 크고, 그 지각경계 폭이 좁아야 하였다. 본 실험에서는 /곰-공/의 경우가 가장 범주적 성격이 높았다. 중성 최소대립쌍의 경우가 가장 혼돈되는 지각경계 범위가 넓었으며, 이는 모음의 경우에 해당하였다. 셋째, 사용된 초성, 중성, 종성 혼돈 대립쌍에서 단음절의 비우위 지수 분포 특성 역시 한 방향으로 편향적이었으며, 그 크기와 분포가 전체적인 범주지각 정도를 정량적으로 나타냈다.

위의 결과와 관련하여 몇 가지 관련 사항을 검토해 볼 수 있다. 우선, 기존에 시행되어온 다수의 연구들이 말소리 지각의 특징 중 하나인 범주지각 (categorical perception)연구에 대한 방법으로서 VOT의 조성, 포먼트 전이 등을 이용한 합성음을 주로 사용하고 있다. 본 연구에서는 두 대립쌍을 변환할 때에 시간축 상의 파형에 대한 물리적 에너지를 최소자승오차 방식으로 체계적으로 단색화하는 방법을 사용하였다. 이는 특정한 양의 음뿐

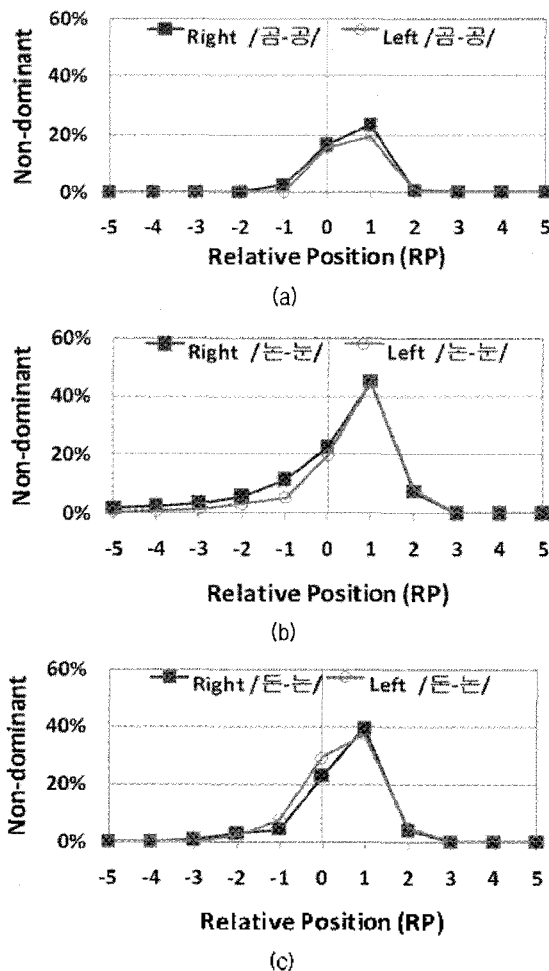


그림 4. 혼돈 단음절 최소 대립쌍의 비우위 지수 분포 (N=40) (a) /곰-공/ 최소대립쌍 (-5: 곰, 5: 공) (b) /눈-눈/ 최소대립쌍 (-5: 눈, 5: 눈) (c) /돈-눈/ 최소대립쌍 (-5: 돈, 5: 눈)

Fig. 4. Patterns of non-dominant factors for confusing monosyllabic minimal pairs (N=40). (a) /gom-gong/ minimal pair (-5: /gom/, 5: /gong/) (b) /non-noon/ minimal pair (-5: /non/, 5: /noon/) (c) /don-noon/ minimal pair (-5: /don/, 5: /noon/).

표 1. 정상인의 혼돈 최소대립쌍에 대한 평균 비우위 지수 (N=40) Table 1. Average non-dominant factors of confusing monosyllabic minimal pairs for normal adults (N=40).

Ears	Average Non-dominant Factors (%)		
	곰-공	눈-눈	돈-눈
Right	3.9	9.2	6.8
Left	3.3	7.7	7.4

반 아니라 쌍을 이루는 대부분의 음에 대하여 시행할 수 있어서 대립쌍 선택에 있어서 보다 일반적인 방법이라고 볼 수가 있다.

전체 최소대립쌍에서 지각경계부분이 물리적으로 동등한 간격으로 표시된 index 값에서 변화 전이의 중간 단계 (index 5)인 지점에서 결정되지 않았다. 즉 단음절 간의 비교에서 물리적 에너지의 중심점과 다르게 우위음과 비우위음이 존재함을 알 수 있었다. 대립쌍에서 이러한 우위음과 비우위음의 존재와 그 분포패턴은 음향적 특성에 대한 청각시스템의 비선형적인 반응을 보여 주고 있다고 추정된다.

본 연구에서는 /곰-공/ 자음 (중성) 대립쌍의 범주적 지각에 대한 지각경계가 상대적으로 분명하였다. 중성자음 /니/과 /오/의 포먼트 전이를 비교 했을 때는 /니/에서 주파수가 가장 낮고 지속시간도 짧지만 /오/에서는 주파수가 가장 높고 변화도 심하며 지속시간이 긴 특징을 보이게 된다. 이러한 스펙트럼상의 포먼트 전이 구간의 특징이 두 중성자음의 변별에 있어서 한 단서가 될 수도 있었을 것으로 추정된다 [18]. 그리고, 모음 (중성) 대립쌍 /눈-눈/의 경우에 자음 대립쌍과 달리 지각의 경계가 넓게 분포되었다. 이 /눈-눈/의 범주적 지각이 약했던 것은 /눈/의 /니/와 /눈/의 /니/가 모음으로서 변별하기 위한 조음적 단서가 약해서였을 것으로 추정어 된다. 이는 모음특징상 범주적 인식이 약하다는 다른 연구 자료와도 유사한 성향을 나타낸다 [22]. 또한 전체 대립쌍에 대하여 /곰-공/과 /눈-눈/이 범주적 지각 요소 (경계 기울기, 폭)에서 큰 차이를 보였는데, 이는 세 쌍의 단음절 중 범주적 지각이 가장 분명한 /곰-공/과 가장 모호한 /눈-눈/의 차이점이 반영되었기 때문이라고 생각된다. 초성 대립쌍 /눈-눈/은 중성 대립쌍 /곰-공/에 비해 상대적으로 지각경계가 모호하고 비우위 지수 (non-dominant factor)도 높았다. 이는 단음절의 초성자음 오청률이 중성자음의 오청률 보다 높다고 보고한 기존 연구 자료 [17]와 비교해볼 때 조건에 따라 범주적 지각이 관련 될 가능성도 있음이 추정된다.

본 실험에서 한국어 최소 대립쌍에 대한 범주적 지각 특성이 범주적 지각 패턴과 비우위 분포로 일정 부분 정량화될 수가 있음을 확인하였고, 이 대립쌍 간의 범주적 지각에 상대적인 차이도 있음을 보았다. 추가적으로 이런 범주적 특성이 개별 모국어나 이중언어 학습과정에서 어떻게 발달되는지 이해하기 위한 연구들이 필요할 것으로 생각된다. 더구나 이 범주적 지각 형성에 중추청각 시스템이 상당 부분 관여하고 있음 [12]을 감안하면,

각 언어별로 정상인과 난청인에서 그 특징이 다를 수도 있을 것으로 예견된다. 이러한 연구를 위해 정상인과 난청인의 범주지각에 대하여 보다 구체적인 자료를 구축하는 일이 필요하다고 생각된다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2007-361-AM0056).

참고 문헌

1. A. M. Liberman, "Some results of research on speech perception," *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 29, pp. 117-123, 1957.
2. P. K. Kuhl and J. D. Miller, "Speech perception by the chinchilla: Voiced-voiceless distinction in alveolar plosive consonants," *Science*, vol. 190, pp. 69-72, 1975.
3. S. Harnad, *Categorical perception*, Cambridge University Press, Cambridge, 1987.
4. F. H. Guenther, F. I. Husain, M. A. Cohen, and B. G. Shinn-Cunningham, "Effects of categorization and discrimination training on auditory perceptual space," *J. Acoust. Am.*, vol. 106, no. 2, pp. 2900-2912, 1999.
5. A. Cienfuegos, L. March, A. M. Shelley and D. C. Javitt, "Impaired categorical perception of synthetic speech sounds in Schizophrenia," *Biol. Psychiatry*, vol. 45, pp. 82-88, 1999.
6. D. Mirman, L. L. Holt and J. L. McClelland, "Categorization and discrimination of nonspeech sounds: Differences between steady-state and rapidly-changing acoustic cues," *J. Acoust. Soc. Am.*, vol. 116, no. 2, pp. 1198-1207, 2004.
7. N. Kazanina, C. Phillips and W. Idrardi, "The influence of meaning on the perception of speech sounds," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 103, no. 30, pp. 11381-11386, 2006.
8. R. D. S. Raizada and R. A. Poldrack, "Selective amplification of stimulus differences during categorical processing of speech," *Neuron*, vol. 56, pp. 726-740, 2007.
9. M. Clayards, M. K. Tanenhaus, R. N. Aslin and R. A. Jacobs, "Preception of speech reflects optimal use of probabilistic speech cues," *Cognition*, vol. 108, pp. 804-809, 2008.
10. I. Hoonhorst, C. Colin, E. Markessis, M. Radeau, P. Doltenre, and W. Serniclaes, "French native speakers in the making: From language-general to language-specific voicing boundaries," *Journal of Experimental Child Psychology*, vol. 104, pp. 353-366, 2009.
11. S. Hawkins, "Phonological features, auditory objects, and illusion," *Journal of Phonetics*, vol. 38, pp. 60-89, 2010.
12. R. H. R. Hahnloser and A. Kotowicz, "Auditory representations and memory in birdsong learning," *Current Opinion in Neurobiology*, vol. 20, pp. 1-8, 2010.
13. A. L. Francis, V. Ciocca, B. K. C. Ng, "On the (non) categorical perception of lexical tones," *Perception & Psychophysics*, vol. 65, no. 7, pp. 1029-1044, 2003.

14. 김은옥, 이분청취에서 단음절 최소 대립쌍에 대한 한국인과 중국인의 지각 특성 연구, 한림대 박사학위 논문, 2009.
15. S. Kang and D. Lim, "Effects of redundancy changes in time and frequency on discriminating monosyllabic words (CVC) under ipsilateral/contralateral background noise conditions," *Audiology*, vol. 3, no. 1, pp. 43-61, 2007.
16. 함태영, 김홍기, "난청환자의 한국어음에 대한 명료도에 관한 연구," *대한이비인후과학회지*, 6권 19-56쪽, 1963.
17. 유방환, 김홍기, 노관택, "선택된 우리말 100단음절의 명료도와 오청현상에 관한 연구," *대한이비인후과학회지*, 15권, 9-27쪽, 1972.
18. 노혜일, 채세용, "고음역 난청에서 분별하기 어려운 단음절어의 음향 분석," *대한이비인후과학회지*, 44권, 7호, 700-706쪽, 2001.
19. 김소야, 한국어 평음/경음/가음에 대한 중국인의 지각적 범주 연구, *이중언어학*, 32권, 57-79쪽, 2006.
20. R. L. Branham, *Scientific Data Analysis*, Springer-Verlag, 1990, New York, 1990.
21. G. H. Golub and C. F. Van Loan, *Matrix Computations*, 2nd ed., The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1989.
22. A. S. Abramson, "Thai tones as a reference system," *Thai linguistics in honor of Fang-Kuei Li*, edited by W. Gething, G. Harris and P. Kullavanijaya, pp. 1-12, Chulalongkorn University Press, Bangkok, 1976.

저자 약력

●이 성 민 (Sungmin Lee)

2006년 한림대학교 언어정착학부 (학사)
2010년 한림대학교 대학원 (석사)

●임 덕 환 (Dukhwan Lim)

1981년 서울대학교 (학사)
1983년 서울대학교 대학원 (석사)
1990년 코넬대학교 (박사)
현재 한림대학교 언어정착학부 교수