

분리주의와 동시조음 정보가 음소복원에 미치는 영향

김 정 오 · 박 민 규 · 김 석 준

서울대학교 심리학과

음소복원이 주의편향과 하향주의를 포함해서 어떤 주의와 관계가 있는지를 두 실험에서 검토하였다. 백색잡음, 침묵, 또는 진폭이 낮은 잡음 등이 표적음소를 대체하는 조건을 만들면서 표적 음소 전후의 동시조음 성분을 조절하는 기법을 이용하여 자극별을 만들었다. 참여자들에게 온전한 첫 번째 자극음을 제시하고 두 번째 제시되는 자극음이 같은지 판단하도록 하였다. 자극음이 제시되는 귀와 타당도를 조작한 두 실험에서 음소복원은 자극음의 동시조음 성분의 유무와 잡음의 음향적 특성의 영향을 많이 받았다. 음소복원은 귀 중심의 주의편향이나 기대 중심의 하향주의와 무관하였다. 특히 두 귀에 주의를 모두 주는 분리주의 상황에서 백색잡음에 의한 음소복원량이 크게 달라졌다.

주제어 음소복원, 동시조음성분, 주의편향, 초점주의, 하향주의, 분리주의.

수많은 잡음들이 계속 들리는 중 다른 사람의 말소리를 어떻게 정확히 듣고 이해할 수 있을까? 각 단어의 음향 정보가 잡음 때문에 부분적으로 차폐되더라도, 우리는 다른 사람의 말을 대부분의 경우 정확하게 알아듣는다. 즉 말지각 체계는 차폐된 음향정보를 복원시켜서 듣는다. 이 체계의 특성을 잘 드러내는 현상 중 하나가 음소복원 (phoneme restoration)이다. 이 현상은 다른 사람의

말을 듣는 사람이 물리적으로 존재하지 않는 말소리의 일부분을 실제로 존재하는 것처럼 지각하는 일종의 청각적 착각이다.

Warren(1970; Warren & Obusek, 1971)은 사람들에게 “The state governors met with their respective legislatures convening in the capital city”라는 문장을 들려줄 때, 이 문장 중에 제시된 단어인 “legislatures”의 /s/ 음소를 기침이나 다른 음으로 대체하

이 연구는 과학기술부에서 주관하는 Brain Neuroinformatics Research Program의 지원으로 수행되었음. 본논문을 읽고 좋은 제안을 하신 심사위원들께 감사합니다.

교신저자 주소 : 김정오, 서울시 관악구 신림9동 서울대학교 사회과학대학 심리학과 〒151-746

(E-mail : jungokim@plaza.snu.ac.kr)

었다. 그 후 문장을 시각적으로 제시하여 기침소리나 다른 음이 들린 부분의 위치를 표시하도록 하고 그 소리가 표적 음소를 대치하였는지 물었다. 문장을 들었던 사람들은 기침소리나 다른 음의 위치를 정확히 맞추지 못했고, 그들이 온전한 말소리를 들었다고 보고하였다. 즉 물리적으로 제시되지 않은 /s/ 음소를 복원한 것이다. 이후의 연구자들은 대치하는 소리의 종류, 제공하는 정보 종류, 자극(문장, 단어 또는 비단어) 등을 변화시켜 음소복원을 관찰하였다.

Samuel(1981a,b)은 참여자에게 표적 음소가 잡음으로 대체된 자극어와 그 음소에 잡음이 추가된 자극어를 변별하는 과제를 주었다. 그는 음절 길이가 다른 단어들을 사용하여 표적 음소의 위치를 변화시키고, 그 단어들의 사용빈도, 조음방식에 따른 음소의 종류 및 잡음의 종류를 조작하였다. 그 결과, 음소복원은 단어의 길이가 길수록, 첫 음절보다 두 번째 음절 이후에서, 유사단어보다는 단어에서 더 많이 관찰되었다. 유음, 비음, 모음에서보다 파열음과 마찰음에서 더 큰 복원이 있었고, 이 차이는 잡음의 음향적 성질에 따라 달라졌다. 그러나 단어의 빈도 차이는 효과가 적거나 없었다. 박민규, 김석준 그리고 김정오(2001)는 Samuel(1981a)의 변별법을 사용하여 한국어 음소복원현상을 관찰하였다. 박민규 등(2001)의 연구를 보면, 한국어에서도 음소복원 현상이 관찰되며, 음소나 잡음의 종류와 같은 상향요인이 복원에 강하게 영향을 미치는 반면, 단어 빈도나 음소의 위치의 영향은 약하였다. 이 결과는 기대(expectation)가 음소복원율에 영향을 준다는 Samuel(1981a,b)의 결과와 대조가 된다.

음소복원을 Warren(1970, 1999)은 음향자극이 처리된 후에 발생하는 일종의 청각적 유도(auditory induction)로 설명한다. 청각적 유도란 백색 잡음 전후에 남아있는 신호들과 잡음 신호의 대응관계를 찾아내는 과정이다. 이 유도는 연속적인 음향 정보에 대한 처리가 끝난 후 발생하며, 그 한 결

과가 음소복원이다. Warren(1999)은 사람들이 한 음절의 구조를 파악해야 그 성분인 음소를 파악할 수 있다는 결과와, 포먼트가 유지되는 정상상태모음들을 계속 들려줄 때 사람들이 짧은 음소 성분을 파악하지 못한다는 실험 결과들을 근거로 음소복원은 음절과 같은 음소의 상위 단위가 먼저 파악된 후 발생하는 현상이라고 주장한다. 반면, Samuel(1981a,b, 1996)의 이론에서 음소복원은 음향자극이 제시되고 있는 중 어휘정보에 의한 하향처리가 강해짐에 따라 동시조음정보에 의한 상향처리가 음소의 정체를 확증하여 발생하는 실시간 현상(on-line phenomenon)이다. 음소복원이 실시간으로 발생하는지의 논쟁은 아직 해결되지 않았다. 그 한 이유는 적중률만을 구한 Warren이 사용한 음소복원 과제와 추가자극과 대치자극을 변별하도록 하고, 그 정/오 반응을 신호탐지이론으로 분석하는 Samuel이 사용한 과제가 달랐기 때문이다.

Eimas, Tajchman, Nygaard와 Marcus(1996)는 Samuel(1981a, b, 1996)이나 Warren(1970, 1999)이 사용한 것과 다른 실험 과제로 음소복원을 연구하였다. 이들은 한 귀에 먼저 온전한 자극음을 들려준 다음, 한 음소가 백색잡음으로 대체된 자극음을 들려주어 먼저 제시된 것과 똑 같은 자극음인지를 판단하도록 하거나, 백색잡음과 나머지 자극음을 각기 다른 귀에 들려주고 판단을 요구하였다. 온전한 자극음이 제시된 1/2 초 후에 음향적으로 온전하거나 또는 그 부분이 변형된 자극음이 제시되어 동일 여부를 요구하는 이러한 맞추기과제(matching task)에서 단어의 의미보다 음향정보에 주의를 하여 이 과제를 수행해야 한다. Eimas 등(1996)은 이 과제에서 사용할 다섯 자극조건을 만들었다. 먼저 들린 자극음과 똑 같은 자극음이 제시되는 단어(W)조건에서는 첫 번째 들은 자극음과 동일한 두 번째 자극음을 완벽하게 같다고 반응할 수 있는 참여자의 수행 능력이 평가된다. 침묵(SIL) 조건은 표적 음소를 제거하여 그 부분이 들리지 않는 조건이다. 이 자극음의 경우, 단어 중간에서

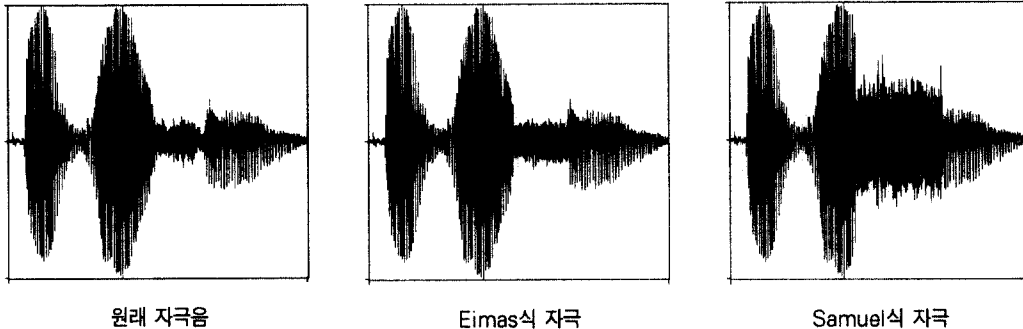


그림 1. 음파 조작의 예. "보고서" 라는 단어(왼쪽)의 /s/ 음소에 동시조음성분을 남기고 백색잡음으로 대체한 Eimas 식 자극음과 동시조음성분까지 제거하고 백색잡음으로 대체한 Samuel식 자극음의 예.

끊긴 것처럼 들리고, 첫 번째 단어 자극음과 분명히 다르게 들린다. 이 결과를 기준으로 음소복원의 정도를 측정할 수 있다. 잠음(N)조건은 표적 음소를 백색잡음으로 대체한 조건이다. 대체된 백색잡음은 제거된 음소와 그 길이와 소리크기에서 같다. 낮은 진폭(LAS)조건은 표적 음소의 소리크기를 작게 하여 원래 표적음소와 바꾼 대체한 자극음조건이고, 낮은 잠음(LAN)조건은 작은 소리의 백색잡음을 표적음소와 대체한 조건으로 침묵조건과 비교하여 작은 소리의 음소나 작은 백색잡음이 가진 정보가 음소복원에 미치는 영향을 볼 수 있다.

이 실험의 N조건에서 참여자들이 온전한 자극음이라고 판단한 반응율(93%)은 W조건에서 참여자들이 온전한 자극음으로 판단한 반응율(99%)과 거의 차이가 없었다. 그 이유는 Eimas 등(1996)이 표적음소를 백색잡음으로 대체할 때 그 전후의 동시조음 성분을 제거하지 않았기 때문이다. 변별과제를 사용한 Samuel(1981a), 그리고 같은 과제를 사용한 박민규 등(2001)에서 복원율은 상대적으로 낮았다. 그 한 이유는 Samuel(1981a)이 백색잡음으로 표적음소를 대체할 때 동시조음 성분을 제거하였기 때문이다. 자극음의 이러한 구성 방식의 차이 효과는 흥미롭다. 그러나 보고된 음소복원 연구들은 이 문제를 한 실험 과제에서 직접 비교

하지 않았다.

Warren(1970, 1999)의 청각유도설(auditory induction hypothesis)은 음소복원과 주의의 관계를 생각하도록 한다. 말지각 상황에서 주의를 잠음을 여과하면서 말의 의미처리에 선택적으로 집중될 것이다. 이러한 생각이 옳다면, Samuel(1996)이 주장하듯이 실시간적으로 음소복원이 발생하기보다 음절 또는 그 이상의 처리 수준에 주의가 관여하고, 음절이나 단어 처리가 끝난 후 청각적 유도로 음소복원이 발생할 수 있다. 그러나 지금까지의 음소복원 연구(Warren, 1970, 1971, Samuel, 1981a,b, 1996)는 주의와 관련된 변수, 예를 들어, 한 귀에 대한 초점주의나 두 귀에 대한 분리주의, 또는 하향처리주의가 조작된 상황에서 음소복원을 다루지 않았다.

본 연구의 두 실험은 Eimas 등(1996)의 맞추기과제에서 Eimas식 자극음과 Samuel식 자극음을 제시하여 음소복원에 영향일 미칠 것으로 보이는 동시조음 성분의 효과를 검토한다. 두 실험의 더 중요한 목적은 음소복원이 어떤 주의조건에서 관찰되는지 밝히는데 있다. 본 연구의 결과들은 음소복원을 둘러싼 Warren(1970, 1999)과 Samuel (1981a, b, 1996)의 논쟁을 해결하는 데 도움이 될 자료를 제공할 것으로 기대된다.

실험 1 : 주의편향 및 초점주의와 음소복원

실험 1은 Samuel (1981a)의 자극음 구성법과 Eimas 등 (1996)의 자극음 구성법이 음소복원에 미치는 효과를 비교하였다. 동시조음정보가 음소복원에 중요한 역할을 한다면 이 정보가 남아 있는 Eimas식 자극이 이

정보를 제거한 Samuel 식 자극보다 더 큰 음소복원을 보일 것이다. 음소복원을 다룬 어떤 연구들도 이 두 방식의 효과를 평가하면서, 또한 음소복원이 주의편향이나 초점주의와 어떤 관계가 있는지 검토하지 않았다. 본 연구는 이 문제를 자극음을 제시하는 귀 위치를 조작하여 검토하였다. 이원청취 (dichotic listening) 상황에서 음, 멜로디, 그리고 말소리를 제시한 Cohen, Levy 그리고 McShane (1989)은 오른쪽 귀가 말지각을, 왼쪽 귀는 음지각을 각기 다른 귀보다 더 잘한다는 증거를 얻었다. Kreiman과 Lancker(1988)도 이원청취과제에서 오른쪽 귀가 왼쪽 귀보다 단어 자극음을 더 잘 재인한다는 증거를 얻었다. 이 결과들은 오른쪽 귀로부터 입력을 받는 좌반구 언어중추에 기인한 것으로 해석된다. 이러한 반구 차이로 오른쪽 귀에 제시된 자극음은 왼쪽 귀에 제시된 자극음에 비해 주의를 더 쉽게 끌 것이고, 이것을 본 연구에서 귀 중심의 주의편향으로 본다. 음소복원이 귀 중심의 이러한 편향의 영향을 받는다면, 귀에 따라 음소복원율의 차이가 있어야 한다. 즉 오른쪽 귀에 자극음이 제시될 때가 왼쪽 귀에 자극음이 제시될 때보다 적은 복원율을 보일 것이다. 또한 실험 블록에 따라, 한 쪽 귀에만 자극음이 수 십 시행에 걸쳐 제시되면 그 귀에 대한 지속적인 초점주의가 주어지고, 이 때문에 신호와 잡음의 비가 커질 것이며 그 결과 백색잡음이 쉽게 식별될 것이다. 따라서 초점주의가 작용한 귀에서 음소복원율이 감소할 것이다.

방법

실험 참가자. 대학생과 대학원생 72 명이 실험 1에 참가하였다. 모든 참여자는 한국어를 모국어로 사용하는 학생들로, 청력장애를 보고한 사람은 없었다. 참여자들은 모음정보의 일부가 포함되는 동시조음 성분을 남긴 Eimas식 자극별조건에 36명, 동시조음성분까지 제거한 Samuel식 자극별조건에 36 명이 배정되었다.

자극. 서울 출신으로 표준말을 구사하는 여성이 본 실험 1과 2에서 제시된 단어들은 녹음하였다. 자극 단어들은 외래어가 아닌 12 개의 2 음절 단어(예: 조사)와 12 개의 3음절 단어(예: 고사리)들이었다. 표적 음소는 /s/ 이었고, 이 음소가 있는 음절의 모음은 /a/, /ɪ/, /ɔ/, /ʌ/가 같은 수로 사용되었다. 3 음절단어에서 표적음소 앞의 모음을 2 음절에서 표적음소 앞의 모음과 같도록 하였다. 예를 들어, 3 음절 단어로 '고사리'가 사용되었으면, 2 음절에서는 /s/의 앞모음인 /ɪ/ 가 있는 단어 '조사'가 사용되었다. 표적음소는 2음절어에서는 모두 두 번째 음절에, 3 음절어에서는 두 번째 음절(6개)이나 세 번째 음절(6개)에 있도록 하였다. 단어는 일반적으로 쓰이는 단어가 사용되었지만 그 빈도를 조작하지 않았다.

사운드 포지(ver. 4.5) 프로그램을 이용하여 단어의 음파의 정보를 1 초당 22,048 번 표집하여 펜티엄 III 컴퓨터 하드디스크에 저장하였다. Praat (ver. 3.9.30)를 사용하여 백색 잡음의 삽입, 소리 크기의 조절, 그리고 자극음들을 합성하였다. 자극은 두 형태로 만들었다(그림 1 참고). 한 형태는 Eimas 등(1996)처럼 단어의 /s/ 음소 부분을 제거할 때 동시조음 성분은 그대로 둔 채, /s/과 관련된 부분만을 제거하였다. 다른 형태는 Samuel (1981)처럼 단어의 /s/ 음소 부분을 자르되 동시조음 성분도 제거하였다. 동시조음 성분이 남은 부분은 /s/ 앞뒤의 포먼트 전이구간이 제거되지

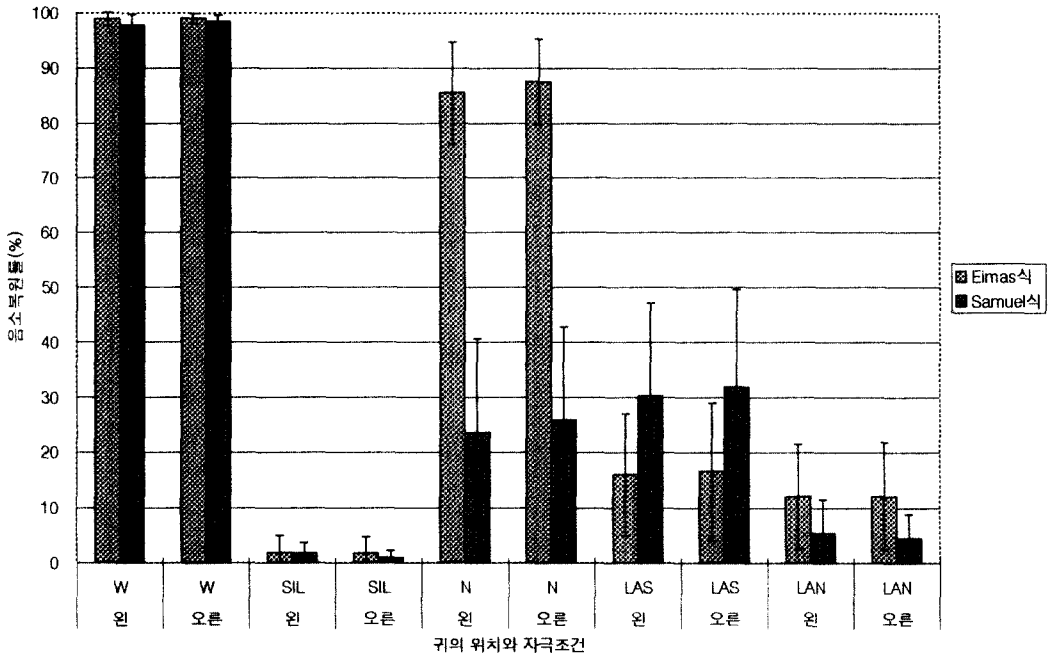


그림 2. 실험 1의 조건별 음소복원율 (단 *W조건은 음소복원율이 아니라 정확보고율임. *W: 단어 SIL: 침묵 N: 잡음 LAS: 낮은소리음소 LAN: 낮은 소리잡음, 'I' 표시는 표준편차)

않은 경우이고, 동시조음 성분까지 제거한 부분은 /s/ 앞뒤의 포먼트 전이구간까지 제거된 경우이다. 동시조음 성분을 남겨둔 Eimas 식 자극 단어의 평균 길이는 596 ms였고, 제거된 /s/ 의 평균 길이는 119 ms이었다(표준편차: 19 ms, 범위: 87-160 ms). 동시조음 성분을 제거한 Samuel 식 자극 단어의 길이는 Eimas 식 자극 단어와 같은 길이였지만, 제거된 /s/ 의 평균길이는 171 ms 이었다 (표준편차 : 15 ms, 범위: 143-204 ms).

백색잡음조건에서 그 잡음의 길이와 소리 크기는 제거된 /s/의 길이 및 소리 크기와 같았다. 백색잡음의 RMS는 0.0178 pascal 이었고 /s/의 소리 크기를 작게 한 LAS 조건에서 /s/ 은 0.0004 pascal로 그 크기를 줄여서 /s/과 대체하였다. /s/ 대신에 백색잡음의 소리를 작게 하여 대체한 LAN 조건의 백색잡음의 소리 크기도 0.0004 pascal이었

다. 표적 /s/을 작은 소리로 대체한 LAS와 LAN조건의 자극음들은 SIL조건의 자극음처럼 강하게 끊긴 것처럼 들리지 않았으나, 아무런 조작을 가하지 않은 온전한 자극음과 다르게 들렸다.

한쪽 귀에 120개의 단어가 제시되었고, 잠시 휴식을 취한 후 다른 쪽 귀에 120 개의 단어가 제시되어, 한 사람 당 총 240개의 단어를 들었다. 단어는 자극조건에 상관없이 무선적으로 제시되었다. 참여자들은 마우스의 왼쪽 버튼과 오른쪽 버튼을 눌러 첫 번째 들은 단어가 두 번째 들은 단어와 정확히 일치하는지를 보고하였다.

도구. 실험은 방음실에서 진행되었다. 자극 단어의 제시와 반응의 기록은 개인용 컴퓨터 (Sound Blaster Audigy 카드를 장착한 펜티엄 III)으로 통제하였다. 자극음을 sennheiser HD 25 헤드폰

으로 제시하였다.

절차. 참여자는 Samuel식 자극음이나 Eimas식 자극음 중 한 벌만을 들었다. 왼쪽이나 오른쪽 귀로 단어 120 개를 듣고, 잠시 휴식을 취한 후 다른 쪽 귀로 단어 120 개를 들었다. 참여자의 반응 왼쪽 귀로 먼저 들었고, 나머지 반응 오른쪽 귀로 먼저 들었으며, 그 순서는 피험자간에 상쇄(counter-balanced)되었다.

실험이 시작되면서 참여자는 자극음의 성질, 그 음이 제시되는 방식과 제시되는 귀의 위치, 그리고 반응 방법에 대해 충분한 설명을 들었다. 연습 시행이 시작되면 5 가지 자극조건에 단어가 2 개씩, 총 10 개의 단어가 제시되었다. 각 시행마다 참여자는 두 번째 들은 단어가 첫 번째 들은 단어와 완벽하게 같은지를 마우스의 버튼을 눌러 보고하였다. 반응이 끝난 직후 변별 수행의 정/오를 알려주었다. 연습 시행이 끝나면 본 실험이 시작되었다. 본 실험이 시작되면 첫 번째 단어가 제시된 후 500 ms 후에 두 번째 단어가 제시되었다. 참여자가 마우스의 버튼을 눌러 두 단어가 같은지 판단하면, 1500 ms 후에 다음 단어가 제시되었다. 본 실험 시행에서는 각 참여자의 변별 수행에 대한 피이드백을 주지 않았다. 한 참여자가 실험을 마칠 때까지 소요된 시간은 약 20 분이였다.

결과 및 논의

그림 2에 두 번째 들은 단어의 자극음이 첫 번째 들은 단어의 자극음과 같다고 보고한 반응율이 제시되어 있다. W조건을 제외한 다른 자극조건에서 이 비율은 음소복원율이다. 음소복원현상은 물리적으로 존재하지 않는 말소리의 일부가 실제로 있는 것처럼 지각하는 현상이고, W조건을 제외한 다른 자극조건에서는 실제로 /s/ 이 아닌, 즉 백색잡음이나 크기가 다른 음향정보가 있었다. 이것을 /s/ 이 있는 단어와 동일한 것으로 보고했

다면, /s/을 복원한 것이다.

동시조음 성분의 유무로 구분되는 Eimas식의 자극과 Samuel식의 자극의 복원율에 차이가 있었다 ($F(1,70) = 15.43$, $MSE=77.2$, $p < .001$). N조건에서 Eimas식 자극이 86%의 높은 음소복원율을 보인 반면, Samuel식 자극은 25%의 음소복원율을 보였다. Eimas 등(1996) 실험에서 같은 N조건이 높은 음소복원율 (93%)을 보였다. 이 결과는 /s/의 음파와 백색잡음의 음파가 비슷하기 때문이다. Samuel (1981a)의 실험에서는 /s/과 비슷한 마찰음 (fricative)조건이 63%의 음소복원율을 보였다. 이것은 음소복원을 실험하는 방법론상의 차이 때문인 것으로 보인다. Eimas식 자극과 Samuel식 자극이 N조건에서 차이 있는 음소복원율을 보였다는 결과는 동시조음 성분의 정보가 음소복원에서 중요한 역할을 하고 있음을 보여준다.

귀의 차이는 유의미하지 않았다, ($F(1,70) = .39$, $MSE=4.2$, $p > .1$). 귀 중심의 주의편향과 음소복원이 무관한 것으로 보인다. 그렇지 않다면, 좌반구가 지배하는 오른쪽 귀가 더 낮은 음소복원율을 보였어야 한다. 다섯 자극조건들은 수행의 차이를 보였다($F(4, 280) = 143.20$, $MSE=30.1$, $p < .001$). 이 결과는 Eimas 등(1996)의 결과와 일치한다. 제거된 /s/의 길이와 소리 크기가 같은 N조건이 음소복원율을 많이 보였지만, 음파의 유형은 같으나 소리 크기가 약한 LAS조건과 음파의 유형과 소리크기 정보가 모두 다른 LAN조건이 N조건에 비해 적은 음소복원율을 보였다. Samuel 식 자극의 경우, LAS조건이 N조건보다 더 큰 음소복원율을 보였다.

자극조건과 자극 벌(Eimas식과 Samuel식) 간에 상호작용이 있었다($F(4,280) = 60.30$, $MSE=30.1$, $p < .001$). 이 결과는 Eimas식 자극벌의 경우 N조건과 LAS조건이 각각 86%, 16%로 복원율의 차이가 컸지만, Samuel식 자극벌은 25%, 31%로 복원율의 차이가 작았고, N조건에서 Eimas식 자극벌이 Samuel식의 자극벌보다 더 높은 복원율을 보였으며 ($F(1,70) = 101.88$, $MSE=154.9$, $p < .001$), LAS

조건에서는 Samuel식 자극별이 Eimas식의 자극별보다 더 높은 복원율을 보였기 때문이다($F(1,70) = 4.89$, $MSE=186.0$, $p < .05$). 변수들간의 3 원 상호작용은 관찰되지 않았다.

실험 1에서 Eimas식 자극별이 이 성분이 거의 없는 Samuel식 자극별보다 N조건에서는 더 많은 복원율을 보였으나, LAS조건에서 그 반대의 결과를 보였다. 이 결과는 표적음소를 백색잡음으로 대체하는 방식에 따라 동시조음정보가 남아 있는 정도가 다르고, 이 때문에 음소복원율에서 결정적인 차이가 있음을 보여준다. 실험 1은 또한 선행 연구를 바탕으로 예상한 결과, 즉 오른쪽 귀에 자극음을 제시할 때 더 낮은 음소복원율의 증거를 얻지 못했고, 또 왼쪽 귀에 대한 초점주의에 의해 달라지는 복원율도 관찰하지 못하였다. 이러한 결과는 귀 중심의 주의편향이나 많은 시행들에서 한 쪽 귀에만 자극음들이 계속 제시되어 유도된 초점주의가 음소복원과 무관함을 시사한다.

실험 1의 초점주의 조작이 귀 중심의 주의편향과 독립적으로 다루어지지 않았다고 비판할 수 있다. 오른쪽 귀에 자극음이 계속 제시되면 귀 중심의 주의편향과 이 경로에만 주의를 주는 초점주의가 함께 작용하여 더 정확한 음향분석이 일어나고, 따라서 음소복원이 감소할 가능성이 있다. 왼쪽 귀의 경우 귀 중심의 주의편향은 적고 이 경로에 제시되는 자극음에만 주의하는 초점주의가 작용하여 상대적으로 덜 정확한 음향분석이 가능하다. 그러나 귀 중심의 주의편향 및 초점주의와 음소복원의 관계를 독립적으로 평가하려면 최소한 네 조건이 필요하다. 실험 2에서 바로 이러한 조작을 하였다.

실험 2 : 하향주의 및 분리주의와 음소복원의 관계

실험 2에서는 자극음이 제시되는 귀를 미리 알려주는 단서음으로 타당도를 조작하여 하향주의

가 음소복원에 미치는 영향을 보았다. 실험 1은 한 쪽 귀에서만 첫 번째 자극음과 또 이와 비교될 자극음이 제시되므로 단어 자극음이 제시되는 귀에 주의를 줄 수 있었다. 실험 2에서는 시행의 75%에서는 두 자극음이 같은 귀에 제시되지만 (타당한 시행), 나머지 25%의 시행에서는 비교해야 할 자극음이 예상하지 못한 다른 귀에 위치에서 제시되도록 하였다. 타당도의 조작을 통한 하향주의가 음소복원에 관여한다면, 주의가 잡음을 감소시키는 역할을 하여, 음소복원이 덜 일어나는 반면, 비타당시행에서는 주의에 의한 잡음의 감소가 불가능하므로 더 큰 음소복원율을 보여야 한다. 즉 하향주의가 타당한 귀에 주어지면 자극음의 신호음과 백색잡음을 하향주의가 없을 때보다 정확히 판별하여 복원이 발생할 가능성이 적어진다.

이러한 예언은 타당도효과가 확실할 것이라는 가정에서 비롯된다. 만약 Scharf(1998)가 청각주의에 관한 개관에서 내린 결론처럼, 시각의 경우와 달리 청각에서 타당도 효과가 미약하다면 어떻게 될까? 이 가능성은 충분히 고려되어야 한다. 그 까닭은 실험 2가 실험 1과는 다른 주의 상황을 만들 수 있기 때문이다. 실험 1은 120 회의 시행으로 구성된 한 블록에서 한쪽 귀에만 초점주의를 주어 과제를 수행하면 되었다. 그러나 실험 2의 경우, 한쪽 귀에 대부분의 경우 두 자극음이 제시되지만, 시행의 1/4에서는 두 자극음이 각기 다른 귀에 제시된다. 실험 참여자는 따라서 어느 한쪽 귀에만 초점주의를 할 수 없고, 예측할 수 없는 상황에서 다른쪽 귀에 제시되는 두 번째 자극음도 정확하게 청취해야 한다. 이러한 설계의 특징상 실험 2는 실험 1에 비해 하향주의나 초점주의가 덜 관여하는, 즉 두 귀 모두에 주의를 주는 분리주의(divided attention)상황을 초래할 수 있다. 타당도로 조작되는 하향주의이든, 이와 무관한 분리주의이든 실험 2의 자극조건들, 특히 N조건에서 자극별에 따라 실험 1과는 다른 패턴의 음소복원이 관찰된다면, 이는 하향주의나 분리주의 중 한

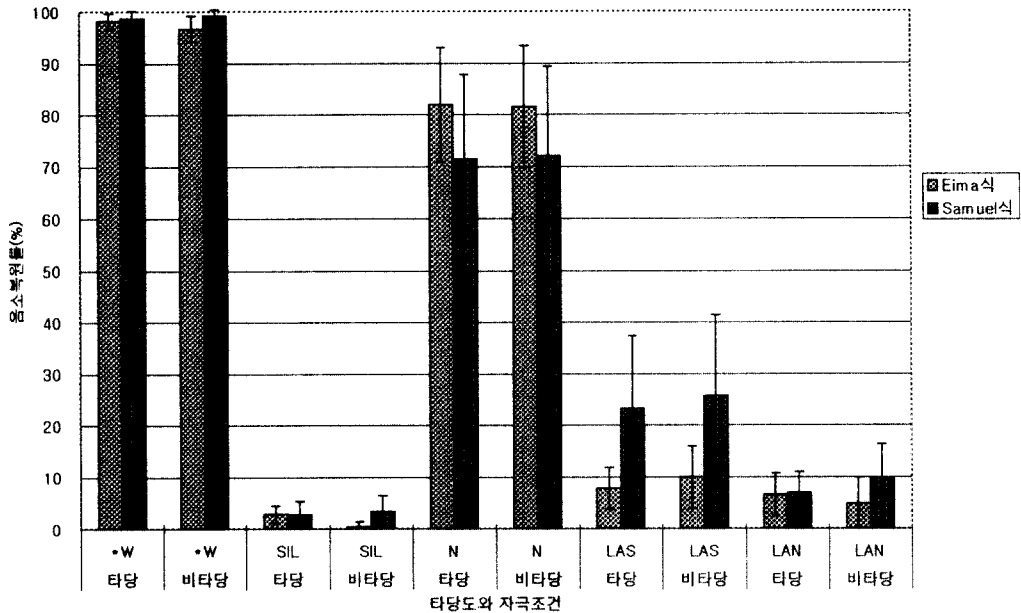


그림 3. 실험 2의 조건별 음소복원율 (단 *W조건은 음소복원율이 아니라 정확보고율임. *W: 단어 SIL: 침묵 N: 잡음 LAS: 낮은소리음소 LAN: 낮은 소리잡음, 'I' 표시는 표준편차)

주의 양상이 음소복원에 직접 관여함을 보여주는 증거로 해석된다.

방법

실험 참가자. 대학생과 대학원생 20 명이 실험2에 참가하였다. 모든 참여자는 한국어를 모국어로 사용하는 한국인으로, 청력장애를 보고한 사람은 없었다. Eimas식 자극별 조건에 10명, Samuel식 자극별 조건에 10명, 총 20명이 실험에 참가하였다.

자극. 실험 1에서 사용된 자극음들이 그대로 사용되었다. 실험 1에서는 자극음을 왼쪽 귀에 제시하는 시행들과 오른쪽 귀에 제시하는 시행들을 각기 다른 블록에서 실시하였으나, 실험 2에서 두 번째 자극음이 제시되는 귀는 무선적으로 결정되었다.

도구. 실험 1과 같은 장치를 사용해서 자극음을 제시하고, 실험 절차를 제어하였다. 참여자들은 실험 1과 같은 절차로 반응하였다.

절차. 참여자는 제시되는 자극음의 성질과 제시되는 방식에 대해서 충분한 설명을 들었다. 그 다음 10 회의 연습시행이 시작되면 자극이 어느 위치에서 들릴 지를 알려주는 단서음이 80 ms 동안 들린다. 이 음이 들린 후 500 ms 후에 음이 들린 쪽 귀에 첫 번째 단어가 제시되고 500 ms 후에 같은 귀 또는 반대 쪽 귀에 두 번째 단어를 제시하였다. 단서음과 첫 번째 단어가 들린 쪽에서 두 번째 자극이 제시된 조건이 타당조건이고, 단서음과 첫 번째 단어와는 다른 귀에서 두 번째 자극이 들린 조건이 비타당 조건이다. 사전에 참여자는 단서음이 들리는 방향에 주의를 기울이도록 지시를 받았다. 온전한 단어 그리고 다른 네

표 1. 실험 2의 조건별 음소복원율(수치는 백분율, 괄호안은 표준편차)

실험조건	Eimas식 자극					Samuel식 자극				
	왼쪽귀		오른쪽 귀			왼쪽귀		오른쪽 귀		
	타당	비타당	타당	비타당	평균	타당	비타당	타당	비타당	평균
W	98.1 (3.5)	95.8 (4.4)	98.3 (2.7)	97.5 (5.6)	97.4	98.9 (2.7)	98.5 (3.2)	98.7 (2.9)	100.0 (0.0)	99.0
SIL	2.1 (3.4)	0.0 (0.0)	3.3 (3.4)	0.8 (2.6)	1.6	2.8 (3.9)	4.2 (8.1)	2.8 (6.1)	2.4 (3.8)	3.0
N	83.0 (22.9)	79.5 (24.7)	80.7 (22.6)	84.0 (23.3)	81.8	70.6 (34.8)	77.3 (31.4)	72.2 (32.0)	66.7 (38.5)	71.7
LAS	6.9 (6.5)	8.5 (10.6)	8.6 (9.7)	11.2 (13.8)	8.8	28.1 (32.0)	23.7 (31.7)	19.0 (24.9)	25.2 (32.5)	24.0
LAN	9.0 (10.3)	1.7 (3.5)	4.2 (4.8)	8.4 (13.0)	5.8	7.5 (9.5)	8.3 (13.0)	6.4 (6.4)	11.2 (13.8)	8.3
평균	39.8	37.1	39.0	40.4	39.1	41.6	42.4	39.8	41.1	41.2

조건의 자극음들이 무선적으로 제시되었다. 각 시행마다 참여자는 두 번째 들린 단어가 첫 번째 들린 단어와 완벽하게 같은지를 마우스를 통해 반응하였다. 반응이 끝난 후 변별 수행의 정/오를 알려주었다. 연습 시행이 끝나면 본 실험이 시작되었는데, 크게 두 구획으로 나누어져 첫 번째 구획에서 단어 480 개 중 240 개가 무선적으로 제시되고, 두 번째 단어 구획에서 또한 240 개가 무선적으로 제시되었다. 연습시행과 마찬가지로 단어가 제시될 귀를 나타내는 짧은 음이 제시된 500 ms 후에 첫 번째 단어가 제시되고, 그 다음 500 ms 후에 두 번째 단어가 제시되었다. 시행간의 간격은 참여자가 반응한 후 1500 ms이었다. 한 참여자가 실험을 마칠 때까지 소요된 시간은 약 40 분이었다.

결과 및 논의

표 1에는 자극별, 귀, 자극조건 및 타당도 조합

으로 된 각 조건에서 참여자들이 두 번째 들은 자극음이 첫 번째 들은 자극음과 같다고 보고한 비율이 제시되었다. 귀에 따른 반응률의 차이가 없었으므로 그림 3에서는 귀 조건을 무시하고 다시 정리하였다. 표 1의 자료에 자극별(2) X 타당도(2) X 귀(2) X 자극조건(5)의 변량분석을 하였다. 타당도 ($F(1,18) < 1$, $MSE=44.0$), 귀의 위치 ($F(1, 18) < 1$, $MSE= 42.3$), 자극 별 ($F(1,18) < 1$, $MSE=1285.8$)의 주효과가 모두 없었다. 실험 1에서는 Eimas식 자극별이 Samuel식 자극별보다 큰 음소복원을 보였으나, 실험 2에서는 두 자극별이 모두 비슷한 복원율을 보였다. 자극조건의 주효과는 있었다($F(4, 72)=75.99$, $MSE=1064.2$, $p < .001$). 이 결과는 실험1의 결과와 일치하는데, 특히 N조건에서 큰 음소복원이 있었다. N조건에서 Eimas식 자극별과 Samuel식 자극별은 유의한 차이를 보이지 않았다($F(1,18) < 1$, $MSE=809.0$).

실험 1의 N조건에서 Samuel식 자극별은 25%의 복원을 보였으나, 실험 2의 N조건에서 그 세 배

에 달하는, 즉 72%의 복원을 보였다. 이와 대조적으로 Eimas식 자극별은 실험 1의 N조건에서 86%, 실험 2의 같은 조건에서 별 차이 없는 82%의 복원을 보였다. 즉 실험 1의 초점주의조건에서 작은 복원을 보였던 Samuel식 자극별이 실험 2의 분리주의조건에서 큰 복원을 보였다. Eimas식 자극별은 초점주의나 분리주의에서 복원의 차이를 보이지 않았다. 이 두 자극별의 자극음들은 동시조음 정보의 유무, 그리고 백색잡음의 길이에서 차이가 있다. 타당도를 조작하여 두 귀에 분리주의하게 한 실험 2에서 Samuel식 자극별만 큰 복원을 보였다는 사실은 주의가 동시조음정보와 백색잡음을 정확히 변별하지 못했을 가능성을 시사한다. 실험 1에서와 같이, 초점주의가 충분하면 음향정보와 잡음을 자세히 변별할 수 있으나, 분리주의 상황에서 조음정보와 백색잡음을 제대로 구분하지 못하고, 이 때문에 동시조음정보가 별로 없는 Samuel식 N조건 자극음에 대해서 복원이 발생한 것이다.

이 실험에서는 귀와 타당도의 상호작용 효과가 없었다. 만약 귀 중심의 주의편향과 단서음에 의한 하향처리가 상호작용하였다면, 왼쪽 귀-비타당 조건이 다른 조건들보다 더 많은 음소복원율을 보였어야 한다. 그 이유는 왼쪽 귀에 제시되는 자극음은 우반구에서 처리되고, 비타당조건이므로 하향주의가 이 귀의 경로에 주어졌을 가능성이 적기 때문이다. 그러나 이러한 결과는 관찰되지 않았다. 실험 2의 이러한 결과로 미루어 귀 중심의 주의편향과 단서음에 의한 하향주의는 음소복원과 무관한 것으로 판단된다.

실험 2의 한 문제는 타당도조건의 주효과가 없었다는 점이다. 첫 번째 자극음과 두 번째 자극음을 맞추는 과제가 충분히 어렵지 않아서 그 효과가 관찰되지 못했을 수 있다. 그러나 흥미롭게도 이 때문에 분리주의 상황이 조작되어 초점주의가 개입한 실험 1과 전혀 다른 결과가 관찰된 것이다. 타당도 주효과가 없었다는 사실은 하향주의와

음소복원이 무관함을 시사하지만, 타당도효과는 후속 연구에서 더 검토되어야 한다.

종합 논의

본 연구는 동시조음 정보와 주의 양상이 음소복원에 미치는 영향을 검토하려고 Eimas 등(1996)의 실험 과제를 이용하였다. 첫 자극음과 두 번째 자극음이 제시되는 귀를 조작한 실험 1은 귀 중심의 주의 편향과 초점주의 상황에서 음소복원이 달라지는지 검토하였다. 그 결과, 자극음이 제시되는 귀에 따른 차이가 없었다. 이 결과는 음소복원에 귀 중심의 주의편향과 한쪽 귀에만 계속 자극음들을 제시하여 유도된 초점주의가 관여하지 않음을 시사한다. 단서음으로 두 자극음이 제시되는 귀를 조작한 실험 2에서 타당도에 따른 음소복원의 차이는 없었으나, 동시조음정보가 별로 없는 Samuel식 자극별에서 실험 1과는 달리 큰 복원이 있었다. 이 결과는 단서음으로 조작되는 하향주의가 아니라 그 조작의 부산물인 분리주의가 음소복원에 영향을 주고 있음을 시사한다. 즉 분리주의 상황에서 자극음에 동시조음정보가 부족하더라도 (Samuel식 자극별) 청각처리체계는 잡음으로 대체된 음소를 동시조음정보가 충분한 자극음(즉 Eimas식 자극별)의 경우처럼 복원해낸다. 그 이유로 분리주의 상황에서 동시조음정보와 백색잡음, 즉 신호와 잡음을 정확히 판별해내지 못했을 가능성이 고려되었다.

Eimas 등(1996)은 사람들에게 온전한 자극음을 들려주고, 1/2 초 후 백색잡음이 표적음소를 대체한 자극음을 제시하거나, 잡음의 소리크기를 약화시키거나, 표적음소만의 크기를 약화시키거나, 침묵을 삽입하거나, 또는 온전한 자극음을 들려주고 그 동일 여부를 판단하도록 하였다. 따라서 N조건은 시행의 1/5에 지나지 않으므로 Samuel(1981a)이 걱정하는 온전한 자극에 대한 반응편중이 작용할 가능성이 적다. 특히 표 1과 2의 결과들을

보면 이 SIL조건과 LAN조건인 경우 복원율은 매우 낮았으며, 표적음소의 소리크기만이 낮은 LAS 조건은 이 조건들보다 다소 높은 복원율을 보였다. 참여자들이 자극조건에 따라 이처럼 뚜렷이 차이 있는 반응을 보였다는 사실은 Eimas 등(1996)의 실험과제가 반응편중의 영향을 받지 않고, 음소복원에 미치는 음향적 구조특성의 효과를 예민하게 검토할 수 있는 좋은 과제임을 시사한다.

특히, 두 실험에 걸쳐 N조건과 LAS조건이 자극별에 따라 각기 다른, 차이나는 복원율을 보였다는 결과는 앞의 다른 조건의 복원율 결과와 함께 음성자극이 제시된 후 음향제약(예, 소리크기, 동시조음정보와 백색잡음의 구분 등)을 이용하는 청각유도가 음소복원을 초래함을 시사한다. 이 기제는 초점주의나 하향주의의 영향을 받지 않으며, 분리주의 상황에서 동시조음정보와 백색잡음의 차이를 주의가 정확히 분석하지 않을 때 작용하는 것으로 보인다. 즉 잡음이 덜 여과되는 분리주의 상황에서 백색 잡음 전후의 신호와 잡음 신호의 대응관계를 더 쉽게 찾게 되어 음소복원이 발생한 것으로 보인다. 두 실험의 결과 패턴과 이러한 해석은 음소복원이 실시간적으로 발생한다는 Samuel(1981a, 1996)의 주장보다 음절처리 후의 청각유도라는 Warren(1970, 1999)의 주장이 더 타당함을 시사한다. Samuel(1981a, 1996)의 주장처럼, 실시간적으로 어휘정보가 유도한 특정 음소에 대한 기대를 음향정보가 확인한다면 주의조건들이 다른 본 연구의 두 실험에서 Samuel식 자극별이 N 조건에서 차이 있는 결과를 낼 수 없다.

배경잡음이 있는 상황에서 음소복원 현실 세계에서 다른 사람의 말을 정확히 들으려면 끊임없이 들리는 잡음 중에 표적 소리를 들어야 한다. 상대방의 말소리를 잡음이 들리는 환경에서 구분하려면 여러 정보가 필요하다. 소리의 위치, 그 크기, 음성의 주파수, 음색, 리듬 등 많은 청각정보를 다양한 음향 특성을 가진 잡음들과 구분해야

한다. 본 연구의 두 실험은 방음실에서 진행되고, 두 자극음은 어떤 배경 잡음이 없는 상황에서 제시되어 사람들의 판단을 요구하였다. 타당도조각이 충분한 효과를 보지 못한 이유도 1/2 초를 간격으로 제시되는 두 자극음의 맞추기가 잡음이 없는 환경에서 매우 쉬웠을 가능성이 있다. 잡음과 여러 음성이 섞인 현실 세계와 비슷한 청각상황에서 발생하는 음소복원의 과정을 연구하려면 배경 잡음이 있는 상황에서 Eimas 등(1996)의 맞추기과제를 실시해야 할 것이다.

타당도와 음소복원 Scharf(1998)는 청각주의를 다룬 여러 실험과제에서 보고된 결과들을 개관하면서 공간의 어떤 위치에 단서를 주어 표적음 탐지의 정확성을 평가할 때 위치 타당도 효과가 대체로 미미하다는 결론을 내렸다. 탐지되는 자극이 간단할 경우 이러한 결과는 일반적으로 관찰된다. 그러나 배경에 잡음이 있거나, 표적음이 복잡하거나 반응의 정확성 대신 그 속도를 측정할 경우 위치 타당도효과가 관찰된다. 본 연구의 두 실험이 사용한 Eimas 등(1996)의 과제는 엄밀한 의미에서 정확성과제는 아니다. 또한 표적음에 대한 반응속도를 측정하는 과제도 아니다. 두 자극음이 온전히 같은 경우는 전 실험 시행 중 20%에 지나지 않고, 두 번째 자극음이 온전하다고 할 때만 정확한 반응이다. 나머지는 모두 오반응이다. 따라서 오반응의 가능성이 상대적으로 훨씬 많기 때문에 타당도효과를 보기 힘들었을 수 있다. 앞으로 연구에서는 Eimas 등(1996)의 실험과제를 변형시켜 어느 정확도 수준의 판단을 요구하면서, 하향주의와 음소복원의 관계를 다시 검토해야 할 것이다.

참고문헌

- 박민규, 김석준, 김정오. (2001). 한국어 음소 복원 현상의 특징. 한국심리학회지: 실험 및 인지, 13, 1-19.

- Cohen, H., Levy, J., & McShane, D. (1989). Hemispheric specialization for speech and nonverbal stimuli in Chinese and French Canadian subjects. *Neuropsychologia*, 27, 241-245.
- Eimas, P. D., Tajchman, G., Nygaard, L. C., & Marcus, D. J. (1996). Phonemic restoration and integration during dichotic listening. *Journal of Acoustical Society of America*, 99, 1141-1147.
- Kreiman, J., & Lancker, D. (1988). Hemispheric specialization for voice recognition: Evidence from dichotic listening. *Brain and Language*, 34, 154-171.
- Samuel, A. G. (1981a). Phonemic restoration: Insights from a new methodology. *Journal of Experimental Psychology: General*, 110, 474-494.
- Samuel, A. G. (1981b). The role of bottom-up confirmation in the phonemic restoration illusion. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 1124-1131.
- Samuel, A. G. (1996). Does lexical information influence the perceptual restoration of phonemes? *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 28-51.
- Scharf, B. (1998). Auditory attention: The psychoacoustical approach. In H. Pashler (Ed.), *Attention*. East Sussex, England: Psychology Press.
- Warren, R. M. (1970). Perceptual restoration of missing speech sounds. *Science*, 176, 392-393.
- Warren, R. M. (1999). *Auditory perception: A new analysis and synthesis*. New York: Cambridge.
- Warren, R. M., & Obusek, C. (1971). Speech perception and phonemic restorations. *Perception and Psychophysics*, 9, 385-363.

부 록

실험에 쓰인 단어목록

2음절	3음절
조사	고사리
이사	조리사
미사	기사도
조서	모서리
도서	보고서
비서	고지서
고소	오소리
미소	구치소
주소	사무소
기수	비수기
호수	가로수
거수	저수지

The Effects of Divided Attention and Coarticulation Information on Phoneme Restoration

Jung-Oh Kim, Min-Kyu Park, Seokjoon Kim

Department of Psychology, Seoul National University

Two experiments examined what attention, e.g., attentional bias or focused, is involved in phoneme restoration. Two techniques of controlling coarticulatory wave components were used in constructing several auditory stimuli in which a target phoneme was also replaced by white noise, silence, or low amplitude noises. Participants were asked to decide whether a second stimulus was identical to an intact word stimulus. Our experiments varied the ear and the validity of presenting auditory stimuli to a given ear. Phoneme restoration was greatly affected by the presence of coarticulatory wave components and noise characteristics, but not by the specific ear through which these stimuli were presented nor by the top-down expectation. Significant changes occurred in the amount of phoneme restoration in the white noise condition from focused to divided attention conditions.

keywords phoneme restoration, coarticulation information, attentional bias, focused attention, top-down attention, divided attention

1차 원고접수 2002. 2. 21.

수정 원고접수 2002. 3. 11.

최종 게재결정 2002. 3. 22.