# 신경언어장애자의 MMN 연구

박성혜*・김진숙**
(*한림대학교 부속 한강성심병원, **한림대학교 언어청각학부)

박성혜・김진숙. 신경언어장애자의 MMN 연구.『언어청각장애연구』, 2002, 제7권, 제2호, 183- 199.
Mismatch negativity(MMN)란 높은 확률의 기본음에 연속하여 일어나는 낮은 확률의 변이음에 의해 유발되는 초기 청각사건관련 전위반응이며 집중 없이도 측정할 수 있는 방법으로 임상적으로 평가하기 어려운 환자의 청각 변별과정과 감각기억능력의 측정에 유효하다. 본 연구에서는 신경언어장애 성인집단(만 34 - 63세, 10명)과 정상 성인집단(만 30 - 70세, 12명)으로 나누어 주파수를 달리했을 때 유발되는 MMN의 잠복기, 진폭, 범위의 차이가 있는지 살펴보았다. 표준 자극음으로는 주파수를 750 Hz, 자극간 간격은 800 ms, 강도는 75 dB HL로 하였고, 이탈자극음은 주파수를 1000 Hz로 하고, 그 외 조건은 표준 자극음과 동일하게 하였다. 연구결과, 정상인에 비해 신경언어장애자의 MMN 진폭 및 범위의 감소가 명백히 나타났다. 신경언어장애자간의 주요 병변에 따른 파간 잠복기는 피질 손상보다 기저핵 손상시 감소된 결과를 보였으며, 뇌경색보다 뇌출혈로 인한 병인의 MMN 범위가 감소하였고, 양반구 손상자보다 좌반구 손상자의 MMN 범위가 감소함을 나타내었다.

핵심어: MMN, 신경언어장애, 감각 기억능력, 잠복기, 진폭, 범위

## Ⅰ. 서 론

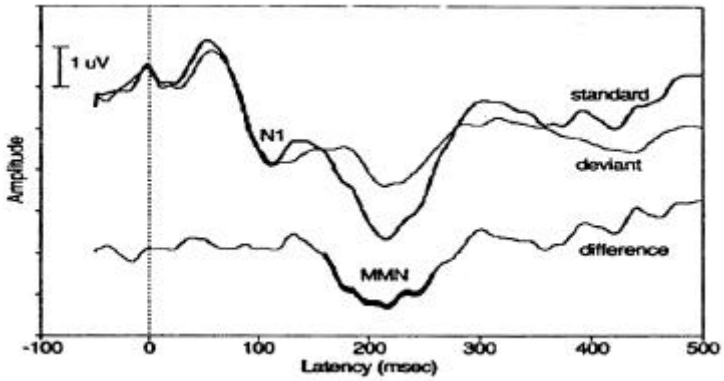
신경계 손상으로 인하여 생길 수 있는 언어 및 말장애, 즉 신경언어장애를 크게 두 가지로 분류할 수 있는데, 하나는 실어증(aphasia)이고, 또 하나는 마비말장애(dysarthria)이다. 실어증은 신경계 손상으로 인하여 말하기, 듣기, 쓰기, 읽기의 네 가지 언어영역에서 장애를 관찰할 수 있는 후천적인 언어장애를 말하며, 마비말장애란 중추 및 말초신경계의 손상으로 인하여 말 기제(speech mechanism)의 근육조정(muscular control) 장애로 나타나는 말장애를 뜻한다. 신경언어장애의 원인 중 가장 큰 비중을 차지하는 것은 흔히 뇌졸중이라고 하는 혈관성 질환이다. 신경언어장애를 유발하는 비혈관성 원인으로는 뇌외상(head trauma), 뇌종양(brain tumor), 뇌염(brain infection) 등을 꼽을 수 있다(이승환 외, 2001).

신경언어장애자를 치료할 때, 실어증 및 마비말장애의 유무와 장애유형, 장애정도 그리고 회복 가능성 등은 언제나 궁금한 의문점이다. 신경언어장애자를 진단하기 위한 언어 검사방법으로는 현재 표준화된 한국판 보스턴 이름대기 검사(Korean-Boston Naming Test,

K-BNT, 김향희 · 나덕렬, 1997), 한국판 웨스턴 실어증검사(Korean-Westen Aphasia Battery, K-WAB, 김향희 · 나덕렬, 2001)와 같이 치료사의 질문에 따른 환자의 대답(반응)으로 이루어지는 주관적인 검사법과, 전산 단층 조영술(Computerized Tomography, CT), 뇌 스펙트(Brain SPECT)나 자기 공명 영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI)과 같이 뇌 병소 부위의 해부학적 확인이 가능한 객관적인 검사법이 있다. 위의 검사방법 이외에 신경언어장애자의 유형 및 정도와 회복 가능성을 예측할 수 있는 객관적인 측정법에 관해 조사하던 중, 초기 사건관련전위(Event Related Potential, ERP) 반응의 결과 Mismatch negativity (MMN)로써 뇌손상으로 인한 신경언어장애자의 임상적 적용에 관한 선행연구를 발견하게 되었다. 즉, Aaltonen et al. (1993)은 좌반구의 전두(frontal) 병변과 측두-두정(temporo-parietal) 병변을 가진 실어증 환자를 대상으로 MMN을 측정하였고, Alho, Naatanen & Sams (1994)은 전전두엽(prefrontal) 병변을 가진 뇌손상 환자의 MMN을 연구하였으며, Csepe et al. (1995)은 좌반구 병변을 가진 브로카 실어증과 베르니케 실어증 환자를 대상으로 MMN을 측정하였다. 또한 Makela et al. (1998)은 시상 경색(thalamic infarction)으로 인한 언어 장애 및 인지적 결손을 피질적 활동, 즉, MMN 감소를 통해 확인하였다. 이와 같이 정상인과 신경언어장애자의 MMN 결과를 비교하고, 또한 신경언어장애자 간의 MMN 결과를 비교하여 뇌 병변에 따른 언어장애 유형 및 정도를 이해할 수 있으며, 회복에 따른 예후도 추측하고자 하는 연구가 최근에 진행되고 있다.

MMN이란(<그림 - 1> 참조) 높은 확률의 기본음에 연속하여 일어나는 낮은 확률의 변이음에 의해 유발되는 초기 청각 ERP 반응이다. 다시 말하자면, 기본음에 대해 기억 흔적이 활성화되는데, 이 기억 흔적이 활성화되는 동안 변이음이 제시된다면, 변화음에 대한 자동적 감지 메카니즘, 즉, mismatch가 나타내게 되고, 이 때의 음성(negativity) 반응을 MMN이라 한다(Naatanen, 2000). MMN은 자극 후 100 - 200 msec에서 정점을 나타내며, 집중 없이도 측정할 수 있는 방법으로 임상적으로 평가하기 어려운 환자나 유아의 테스트에 적절하다. 정상 성인을 기준으로 하여 초기 잠복기는 50 - 160 msec, 정점 잠복기는 80 - 250 msec의 범위에 있다(Lang et al., 1995). MMN은 전두 전극(Fz, F4, F3)에서 최대 진폭으로 기록되며, 전두 피질과 양측 청각 피질이 MMN의 발생지로 추측된다. 두피에서 기록되는 MMN을 구하기 위해 변이음에 대한 반응에서 기본음에 대한 반응을 빼면, 차이 파형이 구해지고, 이 파형은 N1, P2와 같이 기본음과 변이음에 대한 반응에서 공통적으로 가지고 있는 반응은 사라지게 된다. 이 때의 음성 차이 파형을 MMN이라 한다. 음에 주의집중을 하게 되면, 기본음의 반응에서는 나타나지 않는 N2와 P3b가 변이음의 반응에서 나타나기 때문에 차이 파형에서 없어지지 않아 MMN을 구하기가 어렵다. 따라서 피검자는 책 읽기나 수 세

기 등을 하여 청각 자극을 완전히 무시하여야 정확한 MMN을 발췌할 수 있다(Gene-Cos et al., 1999).




<그림 - 1> MMN의 전형적인 형태(출처: Kraus et al., 1993)

MMN은 신경 병리학에 관한 연구에 많은 공헌을 해왔다. 왜냐하면 정상 뇌의 정보 처리를 위한 기본연구 뿐 아니라, 신경 퇴행성의 변화를 알아보는 데에도 유용하기 때문이다. 더불어 주의집중력과 상관없이 MMN은 주의집중력 장애를 가진 실독증과 실어증 환자의 청각 변별과 감각-기억 장애를 객관적으로 평가할 수 있다. 또한 지속적 연구를 통해, 실어증의 청각인지 장애를 평가하는데 사용될 수도 있다. 현재 우리 나라에서도 실어증 환자에 대한 ERP연구가 시행되고 있으나, MMN에 대한 연구는 아직 이루어지지 않고 있다.

뇌경색 혹은 뇌출혈 등에 의해 뇌 영역이 손상되면 흔히 언어장애가 나타나며, 언어진단 도구를 이용하여 신경언어장애의 유형을 파악하고, 좀 더 세부적으로는 언어장애의 원인을 규명하기 위해 특정한 언어 정보처리 과정과 그 예후를 평가할 수 있는 객관적인 도구가 필요하다. 신경과학적 객관적인 접근법 중의 하나인 MMN 연구를 통하여 뇌손상으로 인한 신경언어장애자의 MMN과 뇌병변과의 관계를 이해하고, 신경언어장애자와 정상인과의 MMN 결과를 비교함으로써, 환자의 회복 가능성 여부를 예측할 뿐 아니라, 환자에게 맞는 적절한 재활치료를 계획하는 데 도움을 주고자 한다.

# II. 실험 및 방법

## 1. 연구대상

뇌손상이 있으며 정상청력을 가진 만 34 - 63세까지의 신경언어장애 환자 10명을 대상으로 하였으며 일반적인 특징은 <표 - 1>과 같다. 연구대상 10명의 평균 나이는 48세(SD± 9.8)였으며 남자가 5명, 여자가 5명이었다. 본 실험이 실시된 시기는 발병 후 평균 23개월(SD ± 18.5)이었다. 원인은 뇌출혈이 5명, 뇌경색은 4명, 뇌외상 1명이었고, 신경언어장애 유형은 실어증이 7명, 마비말장애가 3명으로 실어증 환자가 더 많았다. 각 환자에서 주요병변은 가장 최근에 찍은 MRI와 CT를 이용하였다.

<표 - 1> 뇌손상 환자의 특징

| 환자 | 연령 | 성별 | 발병일 | 마비 | 병인 | 주요병변 | 학력 | 유형 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 34 | 남 | 00.12 | 오른쪽 | 뇌출혈 | 왼쪽 BG* | 고졸 | aphasia |
| B | 35 | 여 | 99.1 | 없음 | 뇌출혈 | 양쪽 BG | 고졸 | dysarthria |
| C | 42 | 남 | 01.5 | 오른쪽 | 뇌출혈 | 왼쪽 BG | 대졸 | aphasia |
| D | 47 | 남 | 99.5 | 왼쪽 | 뇌외상 | 양쪽 Cortex | 대졸 | dysarthria |
| E | 47 | 여 | 01.3 | 오른쪽 | 뇌경색 | 양쪽 Cortex | 중졸 | aphasia |
| F | 50 | 여 | 96.8 | 오른쪽 | 뇌경색 | 양쪽 BG | 중졸 | dysarthria |
| G | 54 | 남 | 00.12 | 오른쪽 | 뇌출혈 | 왼쪽 BG | 고졸 | aphasia |
| H | 55 | 남 | 99.12 | 오른쪽 | 뇌경색 | 왼쪽 Cortex | 고졸 | aphaisa |
| I | 61 | 여 | 99.5 | 오른쪽 | 뇌경색 | 왼쪽 BG | 초졸 | aphasia |
| J | 63 | 여 | 97.12 | 오른쪽 | 뇌출혈 | 왼쪽 BG | 대졸 | aphasia |

* BG: Basal Ganglia(기저핵)

특별한 병을 앓거나 신경학적 병변이 없는 만 30 - 70세까지의 정상청력을 가진 12명의 정상인을 대조군으로 하였다. 연구대상 12명의 평균 나이는 48세(SD ± 13.5)이고, 남자가 4명, 여자가 8명이었다.

신경언어장애의 임상적 분류는 한국판 웨스턴 실어증 검사(K-WAB)와 마비성 조음장애 감별검사(정옥란, 1993)를 이용하여 시행하였으며, 최근 검사를 기준으로 한 K-WAB과 마비성 조음장애 감별검사 결과에 대한 신경언어장애의 유형은 각각 <표 - 2> 및 <표 - 3>과 같다.

정상청력은 순음 기도 검사 결과, 500, 1000, 2000, 4000 Hz에서의 역치가 25 dB HL 이하이고, 고막 운동성 검사 결과 A형인 경우를 기준으로 하였다. 신경언어장애 환자 중 이해 및 표현언어가 저하되어, 순음 기도 검사를 실시하지 못한 경우도 있으나, 고막 운동성 검사에는 A형을 나타내었고, 환자의 보호자의 말에 의거하여 뇌손상 전에 정상청력을 가졌을 경우를 기준으로 하였다. 또한 인터뷰를 통하여 난청과 관계된 질병이 있는 경우, 과거에 신경과적 혹은 정신과적 질환으로 인하여 병원에 다닌 기왕력이 있는 경우, 알콜중독자, 학습장애자, 가족력이 있는 경우, 소음에 장기간 노출된 경우, 그리고 이명이 있는 경우는 검사 대상에서 제외하였다.

<표 - 2> K-WAB 결과

| 환 자 | 유창성 | 알아듣기 | 따라말하기 | 이름대기 | 실어증 지수 | 실어증 유형 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 8 | 9.1 | 7.8 | 8.2 | 82.4 | 명칭실어증 |
| C | 7.5 | 7.3 | 9.1 | 5.4 | 73.6 | 명칭실어증 |
| E | 8 | 8.4 | 1.9 | 1.6 | 55.8 | 전도성실어증 |
| G | 1 | 5.2 | 1.7 | 1.5 | 20.8 | 브로카실어증 |
| H | 3.5 | 7.1 | 4.6 | 4.2 | 42.1 | 브로카실어증 |
| I | 2.5 | 5.2 | 1.6 | 1.3 | 26.2 | 브로카실어증 |
| J | 5 | 7.6 | 9.7 | 0.8 | 56.2 | 초피질감각실어증 |

<표 - 3> 마비말장애 검사 결과

| 환자 | 모음연장 | 교대/<br>일련운동 | 문구 읽기 | 주요 특징 | 유형 |
|---|---|---|---|---|---|
| B | 발성부전 | 빠른 속도 | 발성부전, 소리 높낮이<br>및 크기의 단조로움 | 강직 및<br>저하된 운동 | 저하운동성 |
| D | 기식음, 거센음성,<br>비강 기류 | 비교적 규칙적임 | 단음도, 자음오류 | 불협응 | 일측상부운동<br>신경성 |
| F | 과비음, 비강기류,<br>쥐어짜는 음성의 질 | 느리지만<br>규칙적임 | 부정확한 조음,<br>느린 속도 | 경직 | 경직성 |

## 2. 검사 장비

MMN을 측정하기 위하여 방음실에서 유발전위(evoked potential) 측정 장비(Nicolet,

Viking IV)를 사용하였다. 순음 청력 역치 검사는 청력 측정기(Welch Allyn, GSI 61)를 이용하였으며, 고막 운동도 검사는 이미턴스 측정기(Welch Allyn, GSI 33)를 사용하였다.

## 3. 검사 절차 및 방법

### 가. 검사 자극음

본 연구에서 사용한 기본음(standard)과 변이음(deviant)의 주파수는 각각 750 Hz, 1000 Hz로 하였고, ISI는 800 ms, 강도는 역치와는 상관없이 75 dB HL로 하였다. 음향자극은 Nicolet Tip 300 삽입형 이어폰을 사용하여 양 귀에 동시에 제시하였다. 기본음의 제시 빈도는 90 %이고, 변이음은 10 %이었으며 1회 검사할 때마다 자극음 횟수는 400번을 주었다.

기록 시간은 850 msec(자극 전 100 msec과 자극 후 750 msec)이고, 자극 전 100 ms 동안 얻어진 값을 기저선(baseline)으로 하였다. 뇌 전기 활동들은 2 - 30 Hz로 대역 여과(bandpass filtering)한 후 100만 배 증폭하여 온라인(on-line)으로 평균하였다. 또한 눈 움직임이나 근육 움직임으로 인해 생기는 잡음(artifacts)을 최소화하기 위해 90 μV가 넘는 반응들은 평균에서 제외하였다.

### 나. 검사 절차

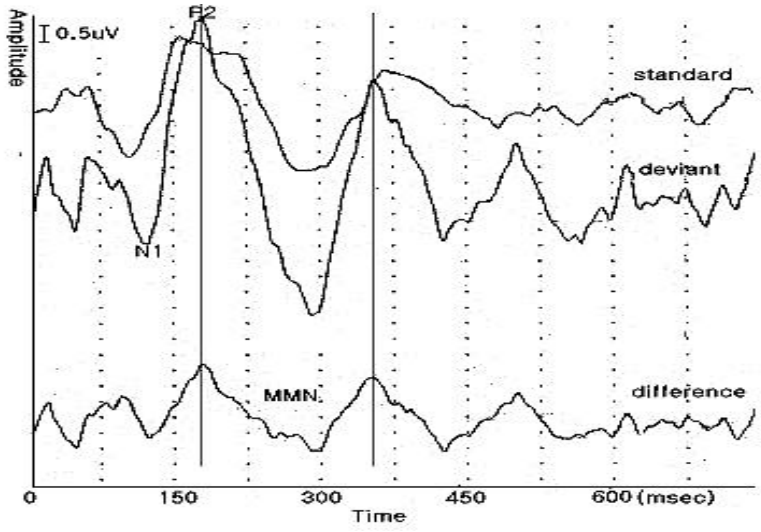
MMN 측정을 다음과 같은 절차에 의해 측정하였다. 주위 자극과 산만함을 차단한 방음실에 피험자를 앉도록 한 후, 피험자에게 검사 절차와 검사 목적에 대해 충분히 설명을 하였다. 피검자의 피부를 Omniprep으로 닦고 전기 전도성이 높은 금으로 도포되어 있는 돔 형태인 디스크(disc)형 전극에 전기전도 크림(electrode cream)을 발라 활성 전극을 전두부(Fz)에 부착하고, 이마에는 접지 전극을, 그리고 기준 전극은 비배(nasal dorsum)에 부착시켰다. 검사가 일정하게 유지되도록 하기 위해 저항을 5 kΩ 이내로 하였으며 전극간의 저항은 1 kΩ 이내가 되도록 조절하였다. 그런 다음 피험자를 양와로 침대에 눕게 한 후 삽입형 이어폰을 귀속에 삽입하여 두귀에 동시에 소리 자극을 주었다. 검사시, 자극 음에 집중하는 것을 방해하기 위해 이야기 동화를 음장 상태(free field) 하에서 준비된 카세트로 들려주었다. 검사 도중 움직이지 말고 눈을 감고 조용한 상태를 유지하도록 안내를 하고 검사 도중 환자의 상태를 지속적으로 관찰하였다. 연습 시행 단계를 통해 피험자가 과제 수행 방식을 익혀서 본 시행 동안 과제를 수행하는데 어려움이 없도록 하였다.

### 다. 자료 분석

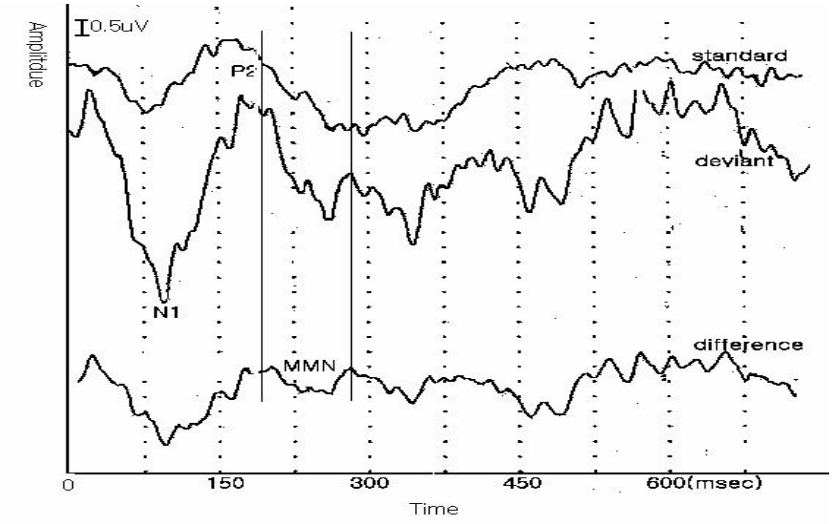
자료 분석 및 그래프를 위하여 SPSS 통계 프로그램과 엑셀 프로그램을 사용하였다. 신경언어장애자와 정상인 간에 MMN뿐 아니라, 신경언어장애자 간의 병인, 주요병변, 대뇌 반구의 MMN 비교를 위해 독립 표본 $t$ - 검정을 실시하였고, 성별에 따른 정상인과 신경·말 언어장애자간의 MMN 비교를 위해 이변량 상관계수의 상관분석법을 사용하였다.

## III. 연구결과

기본음에 의해서 유발된 반응을 변이음에 의해 유발된 반응에서 뺀 차이 파형(difference wave)에서 두 파형이 처음으로 분리되는 지점을 초기잠복기(onset latency)라 하고, 가장 크게 차이나는 지점을 정점잠복기(peak latency), 정점잠복기 다음에 나오는 양성파(positive peak)의 잠복기를 말기잠복기(offset latency), 말기잠복기에서 초기잠복기를 뺀 차이 값을 파간잠복기(onset-offset difference latency), 파간잠복기(ms)×최대진폭(μV)을 계산한 값을 범위(영역)라 정의한다. 본 연구에서 얻어진 각 집단의 대표적인 MMN 반응은 <그림 - 2> 및 <그림 - 3>과 같다.




<그림 - 2> 정상 성인의 대표적인 MMN 반응




<그림 - 3> 신경언어장애자의 대표적인 MMN 반응

## 1. 신경언어장애자와 정상인 간의 MMN 비교

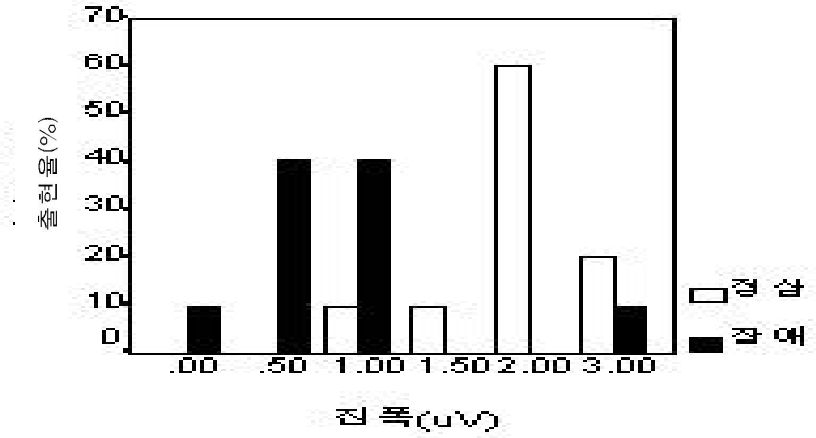
정상 성인과 신경언어장애자 두 집단간의 초기잠복기, 정점잠복기, 말기잠복기, 파간잠복기, 범위는 <표 - 4>와 같다.

<표 - 4> 정상인과 신경언어장애 집단 간의 MMN 비교

| | | 평 균 | | 표준 편차 | | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 정상 | 장애 | 정상 | 장애 | |
| 잠복기 (ms) | 초 기 | 148.50 | 167.10 | 52.75 | 15.79 | .15 |
| | 정 점 | 224.60 | 214.90 | 54.47 | 24.27 | .30 |
| | 말 기 | 299.20 | 250.60 | 52.60 | 28.88 | .01 |
| | 파 간 | 147.70 | 84.10 | 28.30 | 17.68 | .00 |
| 진폭(μV) | | 1.96 | 0.91 | 0.58 | 0.78 | .00 |
| 범위(ms ×μV) | | 317.98 | 77.37 | 117.77 | 54.85 | .00 |

초기잠복기와 정점잠복기는 정상집단에서 각각 148.50 ms, 224.60 ms이고, 장애집단에서는 각각 167.10 ms, 214.90 ms로 초기잠복기는 18.60 ms, 정점잠복기는 9.70 ms의 차이가 나지만, 초기잠복기 및 정점잠복기는 통계적으로 유의하지 않았으나($p > .05$), 말기잠복기는 정상 집단이 299.20 ms이고 장애집단이 250.60 ms로 평균 차이는 48.60 ms로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 그리고 파간잠복기는 정상 집단이 147.70 ms이고 장애집단이 84.10 ms로 평균 63.60 ms로 역시 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 정상집단의 MMN 범위 평균은 317.98, 장애집단의 MMN 범위 평균은 77.37로 약 240.61 정도의 통계적으로 유의한 차를 나타내었다($p < .05$).

정상집단의 MMN 진폭 평균은 1.96 μV, 장애집단의 MMN 진폭 평균은 0.91 μV로 약 1.05 정도의 차이를 나타내었고 이는 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 또한 진폭은 정상의 경우 약 2 μV가 가장 출현율이 높았고, 장애는 0.50 μV와 1 μV가 출현율이 높아 정상에서 진폭이 크게 나타나는 것을 다시 한번 증명하였다(<그림 - 4> 참조).




<그림 - 4> 정상 성인과 신경언어장애자간의 진폭과 진폭 출현율 비교

## 2. 주요병변에 따른 MMN 비교

잠복기(초기, 정점, 말기), 진폭, 범위는 주요 병변에 따라 통계적으로 유의한 결과가 나타나지 않았다. 그러나 파간잠복기에서 통계적으로 유의하게 차이를 나타내었는데, 결과는 <표 - 5>와 같다. 기저핵 손상 환자의 파간잠복기는 76 ms, 피질 손상 환자의 파간잠복기는 102 ms로 평균 22 ms의 차를 보였다($p < .05$).

<표 - 5> 신경언어장애자 간의 주요 병변에 따른 MMN 비교

| | | 평 균 | | 표준 편차 | | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 기저핵 | 피질 | 기저핵 | 피질 | |
| 잠복기 (ms) | 초 기 | 166.71 | 168.00 | 17.56 | 14.00 | .45 |
| | 정 점 | 214.86 | 215.00 | 25.64 | 26.06 | .49 |
| | 말 기 | 243.14 | 268.00 | 30.41 | 18.19 | .11 |
| | 파 간 | 76.43 | 102.00 | 15.41 | 2.65 | .01 |
| 진폭(μV) | | 0.96 | 0.78 | 0.94 | 0.26 | .38 |
| 범위(ms ×μV) | | 76.44 | 79.53 | 65.54 | 25.30 | .47 |

## 3. 신경언어장애자의 병인(뇌경색, 뇌출혈)에 따른 MMN 비교

잠복기(초기, 정점, 파간, 말기), 진폭은 병인에 따라 통계적으로 유의한 결과를 나타내지 않았다. 그러나 MMN 범위에서 통계적으로 유의하게 차이를 나타내었는데, 결과는 <표 - 6>과 같다. 뇌경색의 평균 범위는 117.23 ms, 뇌출혈의 평균 범위는 44.32 ms로 평균 72.91 ms의 차로 통계적으로 유의하였다($p < .05$).

<표 - 6> 신경언어장애자 간의 병인에 따른 MMN 비교

| | | 평 균 | | 표준 편차 | | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 뇌출혈 | 뇌경색 | 뇌출혈 | 뇌경색 | |
| 잠복기 (ms) | 초 기 | 166.60 | 165.00 | 18.28 | 16.02 | .44 |
| | 정 점 | 216.40 | 208.75 | 30.84 | 18.64 | .39 |
| | 말 기 | 241.20 | 255.50 | 32.90 | 25.09 | .24 |
| | 파 간 | 74.60 | 92.00 | 17.60 | 14.38 | .07 |
| 진폭(μV) | | 0.53 | 1.39 | 0.32 | 1.08 | .06 |
| 범위(ms ×μV) | | 44.32 | 117.23 | 13.83 | 69.42 | .02 |

## 4. 대뇌 손상 반구에 따른 MMN 비교

잠복기(초기, 정점, 파간, 말기), 진폭은 통계적으로 차이를 보이지 않았다. 그러나 MMN 범위에서 통계적으로 유의하게 차이를 나타내었는데, 결과는 <표 - 7>과 같다. 양측

반구 손상자의 평균 범위는 115.37 ms, 좌측 반구 손상자의 평균 범위는 52.03 ms로 평균 63.35 ms의 차로 통계적으로 유의하였다($p < .05$).

<표 - 7> 신경언어장애자 간의 손상 반구에 따른 MMN 비교

| | | 평 균 | | 표준 편차 | | $p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 양반구 | 좌반구 | 양반구 | 좌반구 | |
| 잠복기 (ms) | 초 기 | 162.75 | 170.00 | 13.40 | 17.78 | .25 |
| | 정 점 | 215.50 | 214.50 | 25.72 | 25.75 | .47 |
| | 말 기 | 252.75 | 249.17 | 22.97 | 34.33 | .43 |
| | 파 간 | 91.50 | 79.17 | 12.97 | 19.71 | .15 |
| 진폭(μV) | | 1.36 | 0.60 | 1.07 | 0.37 | .07 |
| 범위(ms × μV) | | 115.37 | 52.03 | 69.15 | 24.89 | .03 |

## 4. 성별에 따른 MMN 비교

정상인의 성별에 따른 MMN의 비교에서 초기와 정점 잠복기는 남자가 여자보다 길게 나타났고, 말기와 파간 잠복기는 여자가 남자보다 길게 나타났다. 진폭과 범위는 여자가 월등히 크게 나타났으며 이는 통계적으로도 의의가 있었다($p < .05$). 신경언어장애의 성별에 따른 MMN 비교에서는 모든 측정조건에서 남녀의 차가 정상인보다 적었다. 모든 잠복기에서 성별의 차는 적었지만, 초기를 제외한 잠복기에서 여성의 잠복기가 남자의 잠복기보다 길었다. 진폭과 범위 모두에서도 여자가 남자보다 큰 수치를 나타냈으며 이 중 특히 범위는 통계적으로도 유의한 차이를 나타내었다($p < .05$)(<표 - 8> 및 <표 - 9> 참조).

<표 - 8> 정상성인의 성별에 따른 MMN 비교

| | | 평 균 | | 표준 편차 | | $p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 남자 | 여자 | 남자 | 여자 | |
| 잠복기 (ms) | 초 기 | 170.33 | 139.14 | 75.30 | 44.10 | .20 |
| | 정 점 | 233.33 | 220.86 | 41.65 | 61.79 | .30 |
| | 말 기 | 291.33 | 302.57 | 69.51 | 49.96 | .35 |
| | 파 간 | 121.00 | 159.14 | 12.49 | 25.30 | .98 |
| 진폭(μV) | | 1.38 | 2.20 | 0.61 | 0.38 | .01 |
| 범위(ms × μV) | | 213.00 | 362.97 | 116.73 | 91.61 | .02 |

<표 - 9> 신경언어장애의 성별에 따른 MMN 비교

| | | 평 균 | | 표준 편차 | | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 남자 | 여자 | 남자 | 여자 | |
| 잠복기 (ms) | 초 기 | 169.00 | 165.20 | 19.17 | 13.59 | .36 |
| | 정 점 | 211.80 | 218.00 | 26.54 | 24.44 | .35 |
| | 말 기 | 248.40 | 252.80 | 39.06 | 18.40 | .41 |
| | 파 간 | 79.40 | 88.80 | 23.36 | 10.11 | .26 |
| 진폭(μV) | | 0.54 | 1.27 | 0.35 | 0.96 | .07 |
| 범위(ms ×μV) | | 48.14 | 106.60 | 21.64 | 64.53 | .04 |

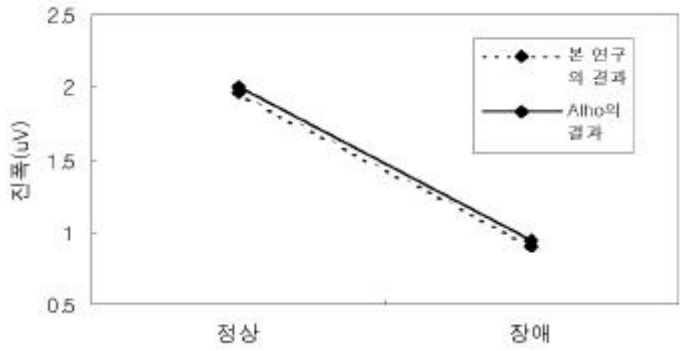
# Ⅳ. 고 찰

MMN은 반복적인 청각 기준 자극(standard)음에서 차이나는 음자극의 변화(deviant)에 대한 100 - 200 ms 사이의 정점을 나타내는 초기 ERP (event-related potential)의 negative 반응이다(Naatanen, 2000). 종합해 보면, 약 100 - 200 ms의 전기적 두뇌반응은 음의 지각, 전두엽의 각성과 의미 영역과 관련이 있으며, MMN은 일시적인 청각 기억능력에 의존한다고 할 수 있다. 따라서 파간잠복기(onset-offset different latency)가 길수록 일시적인 청각 기억능력은 좀 더 유지될 수 있음을 유추할 수 있다. 본 연구에서도 정상인이 신경언어장애인보다 파간 잠복기가 길게 나타나서 청각 기억 능력이 더 우수함을 증명하였다.

MMN은 차이나는 두 주파수 음을 인지하는 것이 아닌, 집중과는 상관없는(automatic attention-independent) 자동화된 반응을 토대로 하고 있기 때문에, 음을 구별하는 능력과는 별개의 것이며, 집중 전 단계의 청각적 프로세스 정보의 양을 나타낸다. 이는 신경언어장애자의 집중 전 단계 청각 프로세스는 중추 및 말초 신경계 손상으로 인하여 약화되었다고 할 수 있으며, 뇌손상으로 인한 감소된 해석 및 인지 능력을 본 연구에서 신경언어장애자의 MMN 진폭과 범위에서 잘 보여 주고 있다.

Alho, Naatanen & Sams (1994)의 연구에 의하면, 중대뇌 동맥(Middle Cerebral Artery, MCA)의 전중심 가지(precentral branch)에 뇌경색을 가진 배측방 전전두 피질(Dorsolateral Prefrontal Cortexs, DPFCx) 병변을 가진 10명의 환자 집단과 13명의 정상 통제 집단을 비교해 본 결과 P1, N1, P2의 변화는 없으나, 통계적으로 MMN 최대 진폭 감쇠가 명백히 나타났고, 이는 전두엽에서 청각 대뇌피질로의 입력이 감소되어 생기는 것이라고 주장하였다.

MMN의 발생지가 측두 피질(양측 청각 피질)과 전두 피질이라는 가설(Gene-Cos et al., 1999)하에 본 연구에서도 환자의 병변 위치는 MCA에 의한 두정엽, 전두엽, 측두엽의 손상이며, 그 부위가 양측 또는 일측으로 흩어져 있으므로 Alho, Naatanen & Sams (1994)의 연구결과와 타당성 있는 비교가 가능한데, 비교 결과는 <그림 - 5>와 같다. 즉, Alho, Naatanen & Sams (1994)의 연구에서 평균 진폭은 정상 집단 2 μV, 장애 집단 0.95 μV이고, 본 연구에서 평균 진폭은 정상 집단 1.96 μV, 장애 집단 0.9 μV로 두 연구의 상관관계가 상당히 높음을 알 수 있었다.




<그림 - 5> Alho의 결과와 본 연구결과에 나타난 진폭 비교

MMN의 발생지는 청감각 기억과 무의식적(involuntary) 집중의 대뇌 메카니즘을 이해하는 데 도움을 줄 수 있어, MMN의 근원을 밝히려는 많은 연구가 이루어졌다. 본 연구에서는 신경언어장애자의 주요 병변은 크게 피질과 피질하 구조인 기저핵으로 나뉘는데, MMN의 파간잠복기 반응이 기저핵 손상 환자가 피질 손상 환자보다 감쇠됨이 나타났다. 이는 기저핵 손상 환자의 기억 흔적 지속시간이 더 짧다는 것을 설명한다. 또한 진폭은 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 주요 MMN의 근원지는 청각 피질에서 나타난다고 하지만, MMN의 정확한 위치는 자극 조건의 양상(예: 주파수, 지속시간, 강도 등)과 음의 복합성(예: 단순음과 복합음)에 따라 변화한다(Alho, Naatanen & Sams, 1994). MMN의 발생지는 청각 피질과 전전두 피질 이외에도 다른 하부요소가 제안되고 있는데, Csepe, Karmos & Molnar (1989)은 고양이의 시상과 해마에서 MMN과 유사한 음성파를 측정하였다. 이와 같이 청각 피질 외에도, 전두 피질, 시상(thalamus)과 해마(hippocampus)에서도 MMN이 나타남을 알 수 있다. 또한 신경언어장애자의 주요 병변인 피질과 피질하구조(기저핵 등)에서 모두 감소

된 MMN이 나타나는 것으로 보아, MMN의 근원은 피질만이 아닌 피질하구조에서도 생성됨을 추측할 수 있다.

뇌출혈과 뇌경색에 관한 MMN 비교에서 뇌출혈의 평균 범위가 상대적으로 감쇠되어 나타났는데, 5명의 뇌출혈 환자의 주요 병변은 5명 모두 기저핵이고, 4명의 뇌경색 환자의 주요 병변은 2명은 기저핵, 2명은 피질 부위이다. Ryang et al. (2000)은 지주막하 출혈(Subarachnoid Hemorrhage, SAH)후 환자의 MMN에 관한 연구에서 MMN의 범위가 명백히 감소되었음을 보고하였다. MMN 범위 감소 원인을 SAH 후, 비록 회복으로 인해 CT상 병소부위가 사라졌지만, 기억과 집중력 결손과 같은 신경 정신 병리학적(neuropsychological) 후유증과 연관지었다. 또한 피질 손상 환자와 기저핵 손상 환자의 비교는 피험자의 수 차이가 많이 나 통계검증의 큰 의미는 없으나, 통계적으로 유의한 차가 나타나는 이유는 magnitude에 따른 주요병변(기저핵과 피질)과 병인의 상관관계에 의한 연구 결과임을 추론할 수 있다. 병인은 혈관 분포와 그 방향에 따라 언어적 특성과 그 예후를 설명할 수도 있는데, MMN으로써 병인(뇌경색, 뇌출혈)에 따른 예후를 판단하기에는 선행연구가 부족하고, 더 많은 실험 대상자의 공급이 필요하리라 사료된다.

Alho, Naatanen & Sams (1994)은 실험을 통해서 모음의 기억흔적(memory trace)은 뒤쪽 좌반구에, 순음의 기억 흔적은 양반구에 있을 것이라 추측하였다. 순음 자극에 의한 본 연구의 MMN 결과는 대뇌 반구에 병변이 있는 신경언어장애자는 감소된 범위를 나타내었고, 그 중에서도 양반구 병변 환자보다 좌반구 손상을 가진 환자에게서 MMN 범위가 상대적으로 감소하였다. Aaltonen et al. (1993)은 전두엽 손상 환자에게 음장 증폭기로써 양이(兩耳)에 제시한 자극음에 대해 두드러진 MMN을 발견하였고, Alho, Naatanen & Sams (1994)은 전두엽 손상 환자에게 일측(ipsilateral)으로 헤드폰을 통해 자극음을 주었을 때 감쇠된 MMN을 보였다. 본 연구에서는 귓속형 이어폰을 사용하여 양이에 자극음을 제시한 결과, 감쇠된 MMN을 보였다. 이러한 결과는 MMN이 구어 인지와 청각인지를 기초로 한 자동 감각 프로세스를 연구하는데 적절함을 시사하고 있다. 그러나, 본 연구에서 병변 부위와 검사 귀에 대한 MMN 비교를 체계적으로 시행하지 않았으나, 선행 연구들이 차후 이와 관련된 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Aaltonen et al. (1994)은 남자보다 여자에서 잠복기가 길고, 진폭은 성별에 의해 영향을 받지 않는다고 하였다. 그러나 Barrett & Fulfs (1998)은 MMN 잠복기는 남녀 차이가 없고, 진폭은 여자에게서 더 크게 나타난다고 하였다. 또한 탁평곤(2002)의 연구 결과에서도 잠복기, 진폭 모두 남녀간에 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 본 연구에서는 성별에 따른 MMN 연구 결과, 잠복기에서는 차이를 보이지 않았고 진폭에 있어 여자가 남자보다 크게 나

타났다. 이는 MMN을 유발하는 방식에서 차이가 있었기 때문이므로 성별에 따른 MMN의 변화는 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

MMN은 청각적 변별 능력에 있어 객관적인 평가법이며, 신경학적 손상에 있어 신경계 가소성(neural plasticity)의 지표로서의 기능을 할 수가 있고(Pekkonen, 2000), 각기 다른 신경학적 손상으로부터 자동적 청각 프로세싱을 추적할 수 있는 객관적인 측정도구이다(Lang et al., 1995). 단, 많은 수의 신경언어장애 환자와 각기 다른 유형의 신경언어장애에 관한 종적 연구가 언어장애의 예후를 판단하는 데 필요할 것이다. 핀란드에서 좌반구 내측 병변을 가진 8명의 실어증 증세를 가진 뇌졸중 환자를 대상으로 발병후 3 - 5일, 10일, 3개월, 6개월의 종적 연구가 시행되었는데, 자연 회복에 따라 3 - 5일과 10일 째는 MMN이 관찰되지 않았으나, 3개월 째부터 작은 MMN이 관찰되기 시작하였다고 한다(Ilvonen et al., 2000). 본 연구에서 환자수의 제한으로 인해 실어증 유형(브로카, 워니키, 전도성)과 실어증 지수에 따른 MMN 잠복기 및 진폭의 특수성을 볼 수는 없었으나, 뇌손상으로 인한 신경언어장애자의 MMN 진폭 및 범위의 감쇠는 명백한 사실이다.

## 참 고 문 헌


김향희 · 나덕렬(1997).『한국판 보스톤 이름대기 검사(K-BNT, Korean version-Boston Naming Test)』. 서울: 학지사.

김향희 · 나덕렬(2001).『파라다이스 한국어판-웨스턴실어증 검사』. 서울: 파라다이스복지재단.

이승환 · 배소영 · 심현섭 · 김영태 · 김상희 · 신문자 · 한재순 · 김진숙 · 이정학(2001).『의사소통장애 개론』. 서울: 하나의학사.

정옥란(1993). 마비성 조음장애 감별검사.『신경 언어 장애 진단도구』. 대구: 한국언어치료학회.

탁평곤(2002). Mismatch Negativity (MMN)의 연령 효과.『언어청각장애연구』, *7(1)*, 203-213.

Aaltonen, O., Tuomainen, J., Laine, M. & Niemi, P. (1993). Cortical differences in tonal versus vowel processing as revealed by an ERP component called Mismatch Negativity(MMN). *Brain and Language, 44,* 139-152.

Aaltonen, O., Eerola, O., Lang A, Uusipaikka, E. & Tuomainen, J. (1994). Automatic discrimination of phonetically relevant and irrelevant vowel parameters as reflected by mismatch negativity. *Journal of the Acoustical Society of America, 96,* 1489-1493.

Alho, K., Naatanen, R. & Sams, M. (1994). Responses of the primary auditory cortex to pitch changes in a sequence of tone pips: Neuromagnetic recodrdings in man. *Neuroscience Letters, 50*, 127-132.

Barrett, K. A. & Fulfs, J. M. (1998). Effect of gender on the mismatch negativity auditory evoked

potential. *Journal of American Academy of Audiology, 9,* 444-451.

Csepe, V., Karmos, G. & Molnar, M. (1989). Subcortical evoked potential correlates of early information processing: mismatch negativity in cats. In E. Baar & T. H. Bullock(Eds.), *Spring series in brain dynamics 2.* Berlin: Springler-Verlag.

Csepe, V., Osman-Sagi, J., Molnar, M., Winkler, I. & Karmos, G. (1995). *Topography of mismatch negativity to speech stimuli in aphasic patients: Event-related potential analysis of impaired speech comprehension.* Manuscript submitted for publication.

Gene-Cos, N., Ring, H. A., Pottinger, R. C. & Barrrett, G. (1999). Possible roles for mismatch negativity in neuropsychiatry. *Neuropsychiatry, Neuropsychology, & Behavioral Neurology, 12(1),* 17-27.

Ilvonen, T., Kzou, H., Kujala, T. & Naatanen, R. (2000). The applicability of MMN to patient studies. Cognitive Brain Research Unit, Department of Psychology, University of Helsinki, Finland.

Kraus, N., McGee, T., Micco, A., Sharma, A., Carrell, T. & Nicol, T. (1993). Mismatch negativity in school-age children to speech stimuli that are just perceptibly different. *Electroencephalography and Clinical Neruophysiology, 88,* 123-130.

Lang, H., Eerola, O., Korpilahti, P., Holopainen, I., Salo, S., Uusipaikka, E. & Aaltonen, O. (1995). Clinical applications of the mismatch negativity. *Ear and Hearing, 16,* 118-129.

Makela, J. P., Salmelin, R., Kotila, M., Slonen, O., Laaksonen, R., Hokkanen, L. & Hari, R. (1998). Modification of neuromagnetic cortical signals by thalamic infarctions. *Electroencephalography and clinical neurophysiology, 106,* 433-443.

Naatanen, R. (2000). Mismatch negativity (MMN): Perspectives for application. *International Journal of Psychophysiology, 37,* 3-10.

Pekkonen, E. (2000). Mismatch negativity in aging and in Alzheimer's and Parkinson's diseases. *Audiology and Neurophysiology, 5(3-4),* 216-224.

Ryang, Y., Kreitschmann-Andermahr, I., Waberski, T., Kawohl, W., Huetter, B. O., Buchner, H. & Gilsbach, J. M. (2000). Mismatch negativity in patients after subarachnoid hemorrhage. Gilsbach Departments of Neurosurgery and Neurology, University of Technology, Aachen, Germany.

ABSTRACT

# Mismatch Negativity of Adults with Neurogenic Speech-Language Disorders

**Sunghye Park** (Hangang Sacred Heart Hospital, Hallym Universtiy)

**Jinsook Kim** (Dept. of Spoeech-Languge Pathology & Audiology, Hallym University)

The Mismatch Negativity(MMN) is known as the valid measure of the accuracy of central auditory processing in the human brain. The MMN has been documented in a number of studies to disclose neuropathological changes. We recorded and analyzed the MMN latency, amplitude, magnitude between healthy adults and adults who had neurogenic speech-language disorders. The MMN was measured in 10 adults with neurogenic speech-language disorders and 12 healthy adults with normal hearing. The tones were binaurally presented to the subjects in random order(probability of 0.1 deviants and 0.9 standards). The standard tone was 750 Hz, 75 dB HL tone burst stimulus. The deviant tone was similar to the standard tone except the 1000 Hz of frequency. Interstimulus interval was 800 ms. The event-related potential (ERP) was recorded from frontal midline (Fz, active electrode), nasal dorsum (reference electrode), forehead (ground electrode). The MMN onset-offset difference latency of the disorder group was 84.10 ms and normal group was 147.70 ms ($p < .05$). The MMN amplitude and magnitude of the disorder group was -0.91 μV, 77.37 and the normal group was -1.96 μV, 317.98, respectively ($p < .05$). In conclusion, the MMN onset-offset difference in latency, amplitude and magnitude significantly decreased with adults of neurogenic speech-language disorders.

▸ **게재 신청일**: 2002년 5월 30일
▸ **게재 확정일**: 2002년 7월 16일

▸ **박성혜(제 1 저자)**: **한림대부속 한강성심병원 이비인후과**, e-mail: iamlearning@hanmai.net
▸ **김진숙(교신 저자)**: **한림대학교 언어청각학부 교수**, e-mail: jskim@hallym.ac.kr