

# 읽기과제에서 나타난 뇌성마비인의 기본주파수 및 진폭의 분포 특성

남현욱(춘해대), 최양규(대구대)

## <차 례>

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. 서론                | 3. 연구 결과            |
| 1.1. 연구의 의의          | 3.1. 기본주파수 분포 특성    |
| 1.2. 연구의 문제          | 3.1.1. 경직형 뇌성마비인    |
| 2. 연구 방법             | 3.1.2. 불수의운동형 뇌성마비인 |
| 2.1. 연구 대상           | 3.1.3. 정상인          |
| 2.2. 연구 절차 및 방법      | 3.2. 진폭 분포 특성       |
| 2.2.1. 실험 문장         | 3.2.1. 경직형 뇌성마비인    |
| 2.2.2. 자료 수집 방법 및 도구 | 3.2.2. 불수의운동형 뇌성마비인 |
| 2.2.3. 자료 분석 방법 및 도구 | 3.2.3. 정상인          |
| 2.3. 결과 해석           | 4. 논의               |
|                      | 5. 결론 및 제언          |

## <Abstract>

### Distributions on F0 and Amplitude of Persons with Cerebral Palsy in the Reading Task

Hyun-Wook Nam, Yang-Gyu Choi

The purpose of this study was to investigate the characteristics of fundamental frequency(F0) and amplitude distributions in persons with cerebral palsy(CP) in the reading task. Participants were divided into three groups: 6 persons with spastic CP, 6 persons with athetoid CP and 6 normal persons who are around 15-20 years old. On the results of this study, firstly, in F0 distributions, most of the spastic CPs tended to appear narrow distributions on the basis of mode, but most of the athetoid CPs were opposite, and both of the CP groups tended to distribute highly on lower and higher frequencies than mean and mode. On the other hand, normal persons had a tendency to appear narrow distributions on the basis of mode. Finally, in amplitude distributions, the spastic CPs showed a tendency that there are little differences between the distribution of mode and the others, and most of the athetoid CPs showed a tendency that the distributions of mode were higher than the others. In addition to, the normal persons had a tendency that the distributions of mode were remarkably higher than both of the CP groups.

## 1. 서 론

### 1.1. 연구의 의의

뇌성마비는 뇌의 비진행성 병변(nonprogressive lesions)으로 인한 근육 활동의 협응 곤란 때문에 정상적인 자세의 유지 및 운동 수행에 큰 지장을 초래하는 임상증후군으로서, 다양한 유형의 지각 장애, 약간의 정신지체 및 간질(epilepsy)과 더불어 언어, 시각, 청각 등의 손상을 수반한다[1]. 특히, 뇌성마비인들은 구어산출과 관련된 근육의 약증, 마비, 불협응 등이 나타나는 마비성구어장애(마비말장애, dysarthria)로 인해 구어의 운율적 측면에 기여하는 음도, 강도, 발화시간, 쉼 등의 적절한 변화를 산출하기가 어렵다. 또한 이들은 호흡운동의 이상, 발성기관의 기능부전, 조음기관의 운동기능 장애 때문에 복잡하고 다양한 유형의 구어장애를 나타내는데, 이 때문에 문맥의 내용과 상황에 적절한 구어를 상대방에게 전달하는데 많은 문제들을 나타내 보인다.

대부분의 뇌성마비인들은 구어 산출의 모든 측면, 즉 호흡, 발성, 공명, 조음, 운율 등의 구어메커니즘의 하위체계들에 많은 문제들을 가지고 있는데[2], 특히 호흡, 후두, 연인두 및 조음 기관의 문제로 인한 다양한 구어장애 증상들을 보인다. 이러한 뇌성마비인들의 구어장애 특성을 구어메커니즘의 하위체계별로 살펴보면, 먼저 호흡 특성에서, 근육의 위축(atrophy)으로 인해 호기 및 흡기의 양이 감소하며 [3], 폐의 용적이 제한됨으로써 구어산출을 위한 충분한 호기의 유지에 어려움을 나타내고, 역호흡(reversed breathing)으로 인해 잦은 호흡, 불규칙적인 호흡 주기가 나타난다[4]. 이러한 호흡의 이상은 뇌성마비인들의 음성에 영향을 미치게 된다. 둘째, 발성 특성에서, 뇌성마비인들은 발성을 위해 움직이는 성대의 부적절한 내전과 긴장으로 인해 기식화된 음성(breathiness)이나 목쉰 음성(hoarseness)과 같은 비정상적인 음성 특성을 나타내며, 성대의 지나친 긴장으로 인한 과내전(hyperadduction)으로 인해 호기에 적절한 성대 진동이 이루어지지 않아 긴장되거나 귀에 거슬리는 음성을 산출할 수도 있다[2]. 또한, 김종현(1996)은 뇌성마비인들이 나타내는 발성장애 유형으로 호기에 맞춰 발성을 시작하지 못하는 유형, 성대를 너무 강하게 내전시키는 유형, 성대의 긴장조절이 잘 이루어지지 않는 유형, 발성 시간 조절이 부적절한 유형 등을 지적하였다[5]. 셋째, 공명 특성에서, 뇌성마비인들은 연인두 폐쇄부전(velopharyngeal insufficiency: VPI)으로 과대비성(hypernasality)이나 비성방출(비강누출, nasal emission)을 나타내는 것으로 알려져 있다. 예를 들면, Kent와 Netsell(1978)과 Hardy(1961)는 불수의운동형 뇌성마비인들이 연구개 거상의 불안정으로 인해 간헐적인(intermittent) 과대비성을 나타낸다고 지적하였으며 [6][7], 경직형 뇌성마비인들은 지속적으로 과대비성을 나타내는 경향이 있다[8]. 넷째, 조음 특성에서, 뇌성마비인들은 턱, 입술, 혀 등과 같은 구강 조음기관들의

구조 및 기능의 이상으로 인해 다양한 조음장애를 나타내는데, Platt 등 (1980)과 Workinger와 Kent(1991)는 불수의운동형 뇌성마비인들이 경직형보다 더 많은 조음 오류를 나타낸다고 지적하였다[8][9]. 마지막으로, 운율 특성에서는 음도 조절, 강도 및 음절 산출의 타이밍 조절이 어려워 억양이나 운율이 매우 단조롭거나 비정상적인 특징을 나타낸다[2]. 한편, 뇌성마비의 운동 특성에 따른 유형 중 대부분을 차지하는 경직형과 불수의운동형의 음도 및 강도 등과 관련된 구어 특성을 구체적으로 살펴보면, 일반적으로 경직형 뇌성마비인들은 음도 및 강도의 조절이 나쁘고, 억압적인 음성(strained-strangled voice), 기식화된 음성, 불규칙적인 음성 크기, 억양의 단조로움 등을 나타내며, 불수의운동형 뇌성마비인들은 기식화된 음성, 속삭이는 소리 등의 비정상적인 발성을 산출하고 불규칙적인 폭발적 음성으로 인해 낮은 구어명료도를 나타내는 것으로 알려져 있다.

뇌성마비는 자연회복이 불가능한 증후군이기 때문에 뇌성마비인들에 대한 언어치료의 궁극적인 목표는 정상적인 구어의 산출이라기보다는 좀 더 명료한 구어 산출을 통한 의사소통 능력의 향상에 초점을 두어야 하며, 이러한 명료한 구어의 산출을 위해서는 뇌성마비인의 음도나 강도와 같은 음성의 특성을 정확하게 파악하는 것이 중요하다. 음성의 3대 매개변수는 음도(pitch), 강도(loudness), 음질 등이며, 이는 정상인 및 구어장애인들의 음성 특성을 평가하는데 사용되는 중요한 요소들이다. 이러한 매개변수들 중 음도는 인간에 의해 지각되는 음의 높낮이이며, 이를 물리적인 도구로 측정할 때는 기본주파수(fundamental frequency: F0)를 이용한다. 다시 말해서, 음도는 음의 자극에 대한 청자의 직접적인 주관적 반응으로 판단되고, 기본주파수는 물리적인 도구에 의해 객관적으로 측정된다. 기본주파수는 성대 진동 및 개폐의 속도를 의미하는 것으로, 성대의 길이와 긴장도에 의해 결정되며[10], 음성 평가에 있어 주관적인 평가 결과와 높은 상관성을 나타내는 객관적인 평가 자료로 널리 사용되고 있다[11]. 한편, 강도는 음의 시끄러운 정도를 측정하는 것이며, 인간 음성에서의 강도는 음의 크기, 즉 성대 진동 및 개폐의 세기(intensity)를 의미하는 것으로, 성문(glottis)이 열리는 정도와 성문을 통과하는 공기의 양과 속도에 의해 결정된다. 이러한 강도도 음도와 마찬가지로 물리적인 용어와 심리적인 용어를 달리 사용하는데, 객관적으로 측정할 때 쓰이는 물리적 용어는 진폭(amplitude) 또는 세기이며, 심리적 용어로는 강도를 사용한다.

음도 및 강도를 비롯한 음성이상의 유무를 평가하는 음향학적 분석에서 가장 보편적으로 사용되는 변수들에는 기본주파수, 진폭, 주파수변동률(jitter), 진폭변동률(shimmer), 소음대배음비율(NHR) 등이 있다. 박희정 등(2004)은 경직형 마비성 구어장애인들의 후두와 성대의 긴장 유무가 음성에 미치는 영향을 측정하기 위하여 기본주파수와 진폭을 측정하였으며[12], 이무경 등(2000)은 성대에 어떤 병리가 발생하면 일반적으로 성대의 질량이나 부피가 증가되어 내외전 속도가 떨어지며, 음향학적으로는 기본주파수가 감소하는 경향이 있으므로, 평균기본주파수의 감소

를 통해 피검자의 성대 병리 발생을 어느 정도 예상할 수 있다고 하였다[13]. 한편, 이러한 기본주파수나 진폭의 측정을 위한 과업으로는 주로 모음 연장 발생을 실시하는데, 이는 피검자의 대표적인 음도를 알아보는 것으로 부적절할 수도 있다. 왜냐하면, 피검자들은 연장 발생 시에 대화중에 산출하는 습관적인 음도보다 다소 높은 음도를 산출하는 경향이 있기 때문이다[13]. 또한, 기본주파수의 변화성이나 음도 및 강도 범위 등을 측정한 대부분의 선행연구들에서는 그러한 변화성 및 범위를 최고치에서 최저치를 뺀 값으로 평가하였는데[12][14], 이러한 평가방법은 발생 및 발화동안의 다양한 화자의 음도 및 강도 변화를 나타내기에는 제한점이 있으므로, 이러한 문제점들을 보완하기 위해서는 화자의 연속적인 발화에 대한 기본주파수 및 진폭의 분포 양상을 살펴보는 것이 필요할 것이다. 예를 들면, 박미영 등(2004)은 전체 기본주파수의 분포 양상 및 최빈치의 위치와 같은 기본주파수와 관련된 음성적인 특성들이 그 화자의 발화가 정상 발화인지를 확인할 수 있는 중요한 요소라고 하였다[15]. 따라서 음도 및 강도를 보다 정확하게 측정하기 위해서는 읽기, 독백, 대화 등의 연속적인 발화에서 나타난 화자의 기본주파수 및 진폭의 분포 양상을 파악하는 것은 필수적이며, 특히 연속적인 구어에서 음도 및 강도의 다양한 변화 및 특성을 나타내는 뇌성마비인들의 발화를 이러한 평가방법들로 분석해야만 뇌성마비인들의 음성 특성에 대한 보다 많은 시사점들을 얻을 수 있을 것이다.

따라서, 본 연구는 뇌성마비의 운동 특성에 따른 유형 중 대부분을 차지하는 경직형 및 불수의운동형 뇌성마비인들을 대상으로 읽기과제에서 나타난 기본주파수 및 진폭의 분포 특성을 파악함으로써, 그들의 음도 및 강도의 변화 양상과 특성을 보다 구체적으로 살펴볼 수 있는 기초자료를 수집하고자 한다.

## 1.2 연구의 문제

1.2.1 경직형 및 불수의운동형 뇌성마비인들과 정상인들의 기본주파수 분포 특성은 어떠한가?

1.2.2 경직형 및 불수의운동형 뇌성마비인들과 정상인들의 진폭 분포 특성은 어떠한가?

## 2. 연구 방법

### 2.1 연구 대상자

본 연구는 대구와 부산에 거주하고 지체부자유학교에 재학 중인 15~20세의

경직형 뇌성마비인 6명과 불수의운동형 뇌성마비인 6명, 그리고 동일 거주지역, 동일 연령대의 정상인 6명을 대상으로 선정하였다.

각 대상자의 심한정도(severity)는 담당 치료교사 및 언어치료사가 구어 의사소통 및 일상생활의 자조기능 특성을 근거로 하여 분류하였다. 심한 정도별 분류 기준은 다음과 같다.

- 경도(mild) - 뇌성마비인의 구어 특성을 나타내지만 구어 의사소통에는 문제가 없거나 최소한 4어절 이상의 발화를 평균적으로 산출할 수 있으며, 적당한 일상생활 자조기능 가지고 있으면서 보조기구 없이 보행이 가능한 자.
- 중등도(moderate) - 모든 구어 의사소통에서 평균적으로 2~3어절을 사용하면서 간혹 4어절 이상의 발화를 산출하며, 일상생활 자조기능이 부족하고 보행시 특별한 기구를 필요로 하는 자.
- 고도(severe) - 모든 구어 의사소통에서 1어절 발화를 일반적으로 사용하며, 치료와 적당한 기구를 사용하더라도 일상생활 자조기능 및 보행이 어려운 자.

기타 대상자 선정기준으로는 첫째, 글을 읽을 수 있는 자, 둘째, 읽기과업으로 인해 자신의 구어산출 특성에 영향을 받지 않는 자, 셋째, 부모가 경상도 토박이로서 경상도 말씨로 언어적 자극을 주거나 그 가정에서 경상도 말투가 사용되는 자이다. 집단별 대상자 특성은 <표 1>과 같다.

<표 1> 집단별 대상자 특성

경직형	대상자	1	2	3	4	5	6
	성 별	남	남	남	여	여	여
	연 령	16세	18세	19세	17세	19세	19세
	심한정도	경도	중등도	고도	경도	고도	중등도
불수의 운동형	대상자	1	2	3	4	5	6
	성 별	남	남	여	여	여	여
	연 령	19세	18세	16세	17세	19세	20세
	심한정도	고도	고도	경도	경도	중등도	경도
정 상	대상자	1	2	3	4	5	6
	성 별	남	남	남	여	여	여
	연 령	20세	16세	20세	19세	18세	20세
	심한정도	정상	정상	정상	정상	정상	정상

## 2.2 연구 절차 및 방법

### 2.2.1 실험 문장

본 연구에서 발화를 위해서 읽기과업에 사용된 문장은 연구자가 뇌성마비인들

의 수준을 고려하여 초등학교 4학년 1학기부터 6학년 2학기의 읽기 및 말하기·듣기 교과서를 기초로 문장으로 구성하였으며, 15어절(45음절)로 된 접속문을 사용하였다. 실험 문장은 다음과 같다.

아름다운 우리나라는 산마다 푸른 숲이 우거져 있고 숲에는 귀여운 동물이 살며 골짜기에는 맑은 물이 흐릅니다.

### 2.2.2 자료 수집 방법 및 도구

본 연구에서는 발화하도록 읽어야 하는 문장을 A4용지에 인쇄하여 대상자들에게 제시한 후, 실험 문장을 평상시대로 편안하게 읽으라고 지시하였다. 연구자는 대상자와 함께 몇 차례의 연습 후에 대상자의 발화를 녹음하였다. 각 대상자의 발화는 SOUND MAP Digital IC Recorder(IRS-1610L, SAFA)로 녹음하였고, 실험 장소는 각 대상자들이 재학 중인 학교의 소음이 차단된 비교적 조용한 장소였다.

### 2.2.3 자료 분석 방법 및 도구

대상자들의 기본주파수 및 진폭의 분포 특성을 알아보기 위하여, SOUND MAP Digital IC Recorder에 녹음된 각 대상자의 발화를 Window용 Praat(ver.4219)과 Microsoft Office Excel 2003을 사용하여 분석하였다.

기본주파수 및 진폭의 분포를 분석하는 방법은 다음과 같다. 첫째, 기본주파수 분포에 대한 분석은 Praat에서 음성파형을 Edit 창에 띄워 놓고, Pitch 메뉴의 'Show pitch'를 선택하여 pitch 곡선을 나타낸 후 곡선에서 벗어난 부분은 잡음으로 간주하여 제외하는 것을 원칙으로 하되 대상자의 음성이 확실히 들리는 부분은 포함시켰다. 그 다음 'Pitch listing'을 선택하여 분석된 모든 기본주파수를 확인한 후, 그 기본주파수들을 Excel로 옮겨서 각 기본주파수대별로 나타난 빈도를 분석하였다. 이 때, 기본주파수대의 간격은 10Hz 단위로 구분하고, 70~500Hz까지를 분석하였다.

둘째, 진폭 분포에 대한 분석도 또한 기본주파수 분석과 마찬가지로, Praat에서 음성파형을 Edit 창에 띄워 놓고, Intensity 메뉴의 'Show intensity' intensity 곡선을 나타내어 곡선에서 벗어난 부분을 확인한 후 'Intensity listing'을 선택하여 분석된 모든 진폭을 확인한 다음, 그 진폭들을 Excel로 옮겨서 각 진폭대별로 나타난 빈도를 분석하였다. 이 때, 진폭대의 간격은 5dB 단위로 구분하고, 20~90dB까지를 분석하였다.

### 2.3 결과 해석

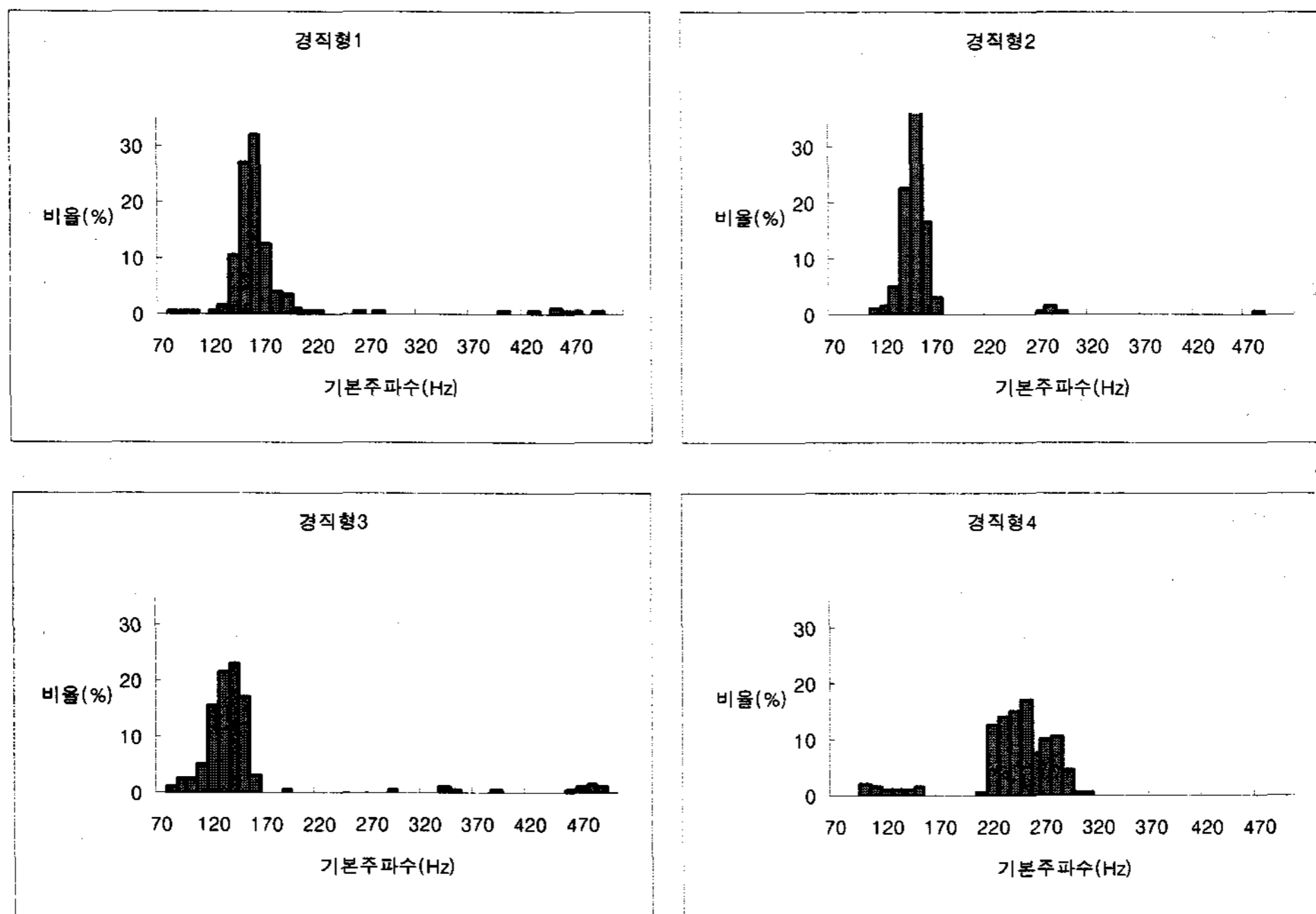
각 집단별 기본주파수 및 진폭 분포의 특성을 살펴보기 위하여 각 대상자별로 분석된 결과를 분포도(distribution graph)로 표시하고, 그 분포도를 바탕으로 해당 집단의 분포 특성을 기술하였다. 또한, 기본주파수 및 진폭 분포와 관련된 통계값을 각 대상자별로 평균, 표준편차, 중앙값(median), 최빈값(mode), 왜도(skewness), 최소값, 최대값, 범위 등으로 제시하고, 그 특성을 분석해서 기술하였다.

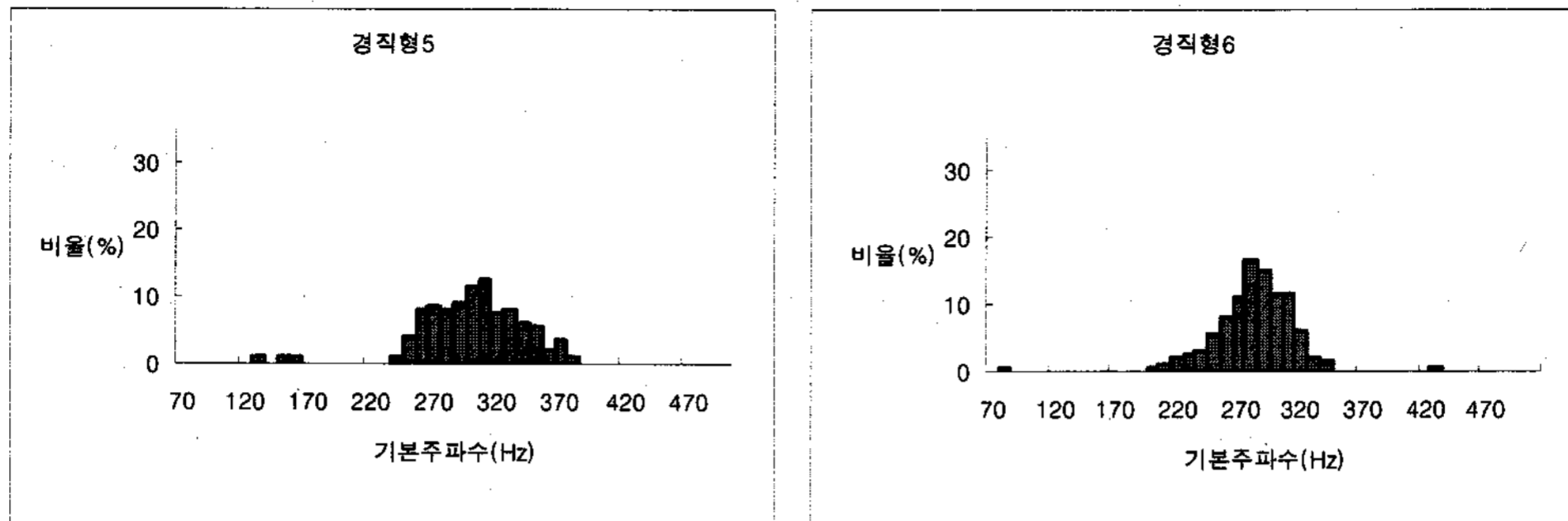
## 3. 연구 결과

### 3.1 기본주파수 분포 특성

#### 3.1.1 경직형 뇌성마비인

경직형 뇌성마비 집단의 각 대상자별 기본주파수의 분포를 <그림 1>에 도표로 제시하였다. Y축은 전체 나타난 기본주파수 빈도에 대한 각 주파수대의 빈도를 비율로 제시한 것이다. 각 대상자들에 대한 기본주파수 관련 정보를 <표 2>에 제시하였다.





<그림 1> 경직형 뇌성마비인의 기본주파수 분포도

<표 2> 경직형 뇌성마비인의 기본주파수 관련 정보(단위: Hz)

대상자	평균	표준편차	중앙값	최빈값	왜도*	최소값	최대값	범위
1	165.82	76.67	152.14	155	0.54	76.53	493.56	417.03
2	149.46	37.75	144.26	150	0.41	77.43	480.82	403.39
3	151.79	82.97	130.57	135	0.77	76.79	492.63	415.84
4	236.17	38.24	240.24	250	-0.32	97.13	308.29	211.16
5	293.91	43.26	297.11	305	-0.22	83.54	409.35	325.81
6	278.26	32.30	279.56	280	-0.12	75.58	460.02	384.44

\*왜도 = (평균-중앙값)×3 / 표준편차

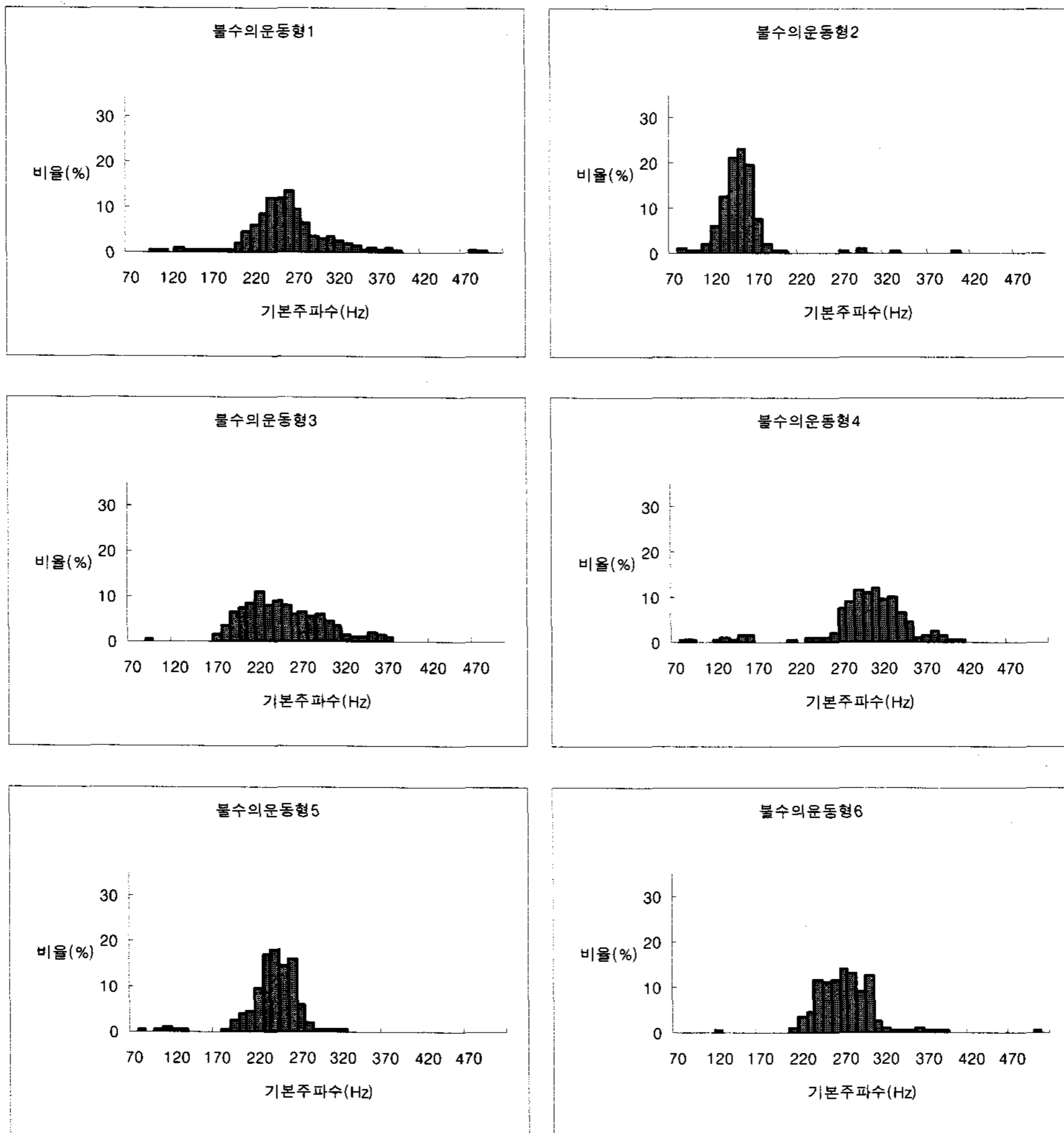
<그림 1>을 보면 경직형 뇌성마비인들의 기본주파수는 대체로 최빈값을 중심으로 좁게 분포되어 있으면서 집중경향치(평균, 중앙값, 최빈값)으로부터 벗어난 저주파수대의 분포(경직형 4, 5)나 고주파수대의 분포(경직형 1, 3)가 나타남을 알 수 있다.

<표 2>에서 우선, 표준편차는 <표 3>의 불수의운동형 뇌성마비인들과는 별다른 차이가 없었으나, <표 4>의 정상인들과 비교해 보면 큰 것으로 나타나 기본주파수의 분포가 평균으로부터 흩어져 있다는 것을 알 수 있는데, 이러한 특성은 경직형 1과 3에게서 두드러지게 나타났다. 또한 왜도는 경직형 1, 2, 3이 양(+)의 값을 나타내어 분포가 중앙값에서 좌측으로 치우쳐 있는 것(오른쪽으로 꼬리가 긴 경우)으로 나타났는데, 이는 중앙값보다 고주파수대의 분포가 나타났기 때문이다. 한편 경직형 4, 5, 6은 음(-)의 값을 나타내어 중앙값에서 우측으로 치우친 분포(왼쪽으로 꼬리가 긴 경우)라는 것을 알 수 있는데, 이는 중앙값보다 저주파수대의 분포가 있었다는 것을 의미한다.



### 3.1.2 불수의운동형 뇌성마비인

<그림 2>는 불수의운동형 뇌성마비 집단의 각 대상자별 기본주파수 분포를 분포도로 나타낸 것이고, <표 3>은 각 대상자들에 대한 기본주파수 관련 정보를 정리한 것이다.



<그림 2> 불수의운동형 뇌성마비인의 기본주파수 분포도

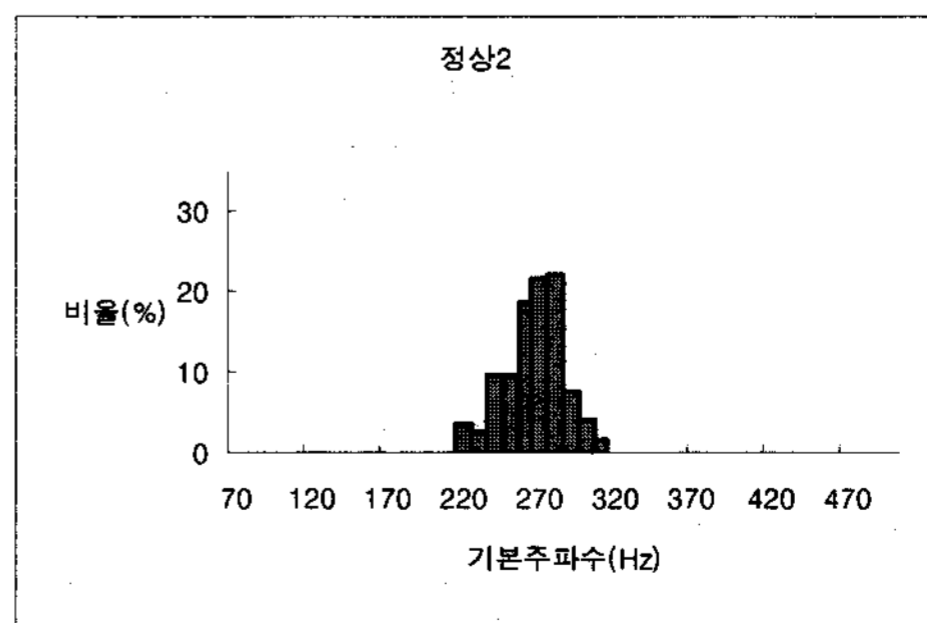
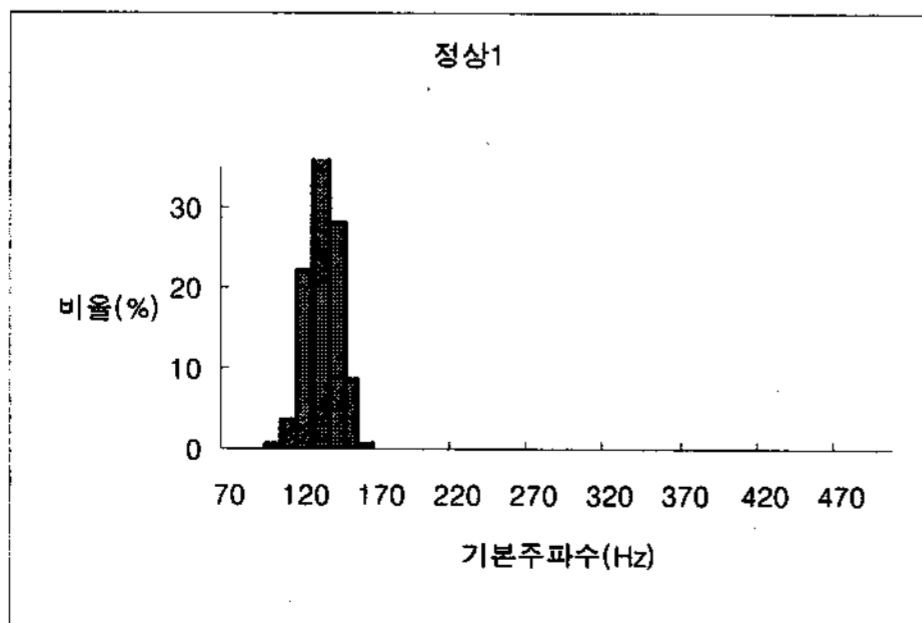
&lt;표 3&gt; 불수의운동형 뇌성마비인의 기본주파수 관련 정보(단위: Hz)

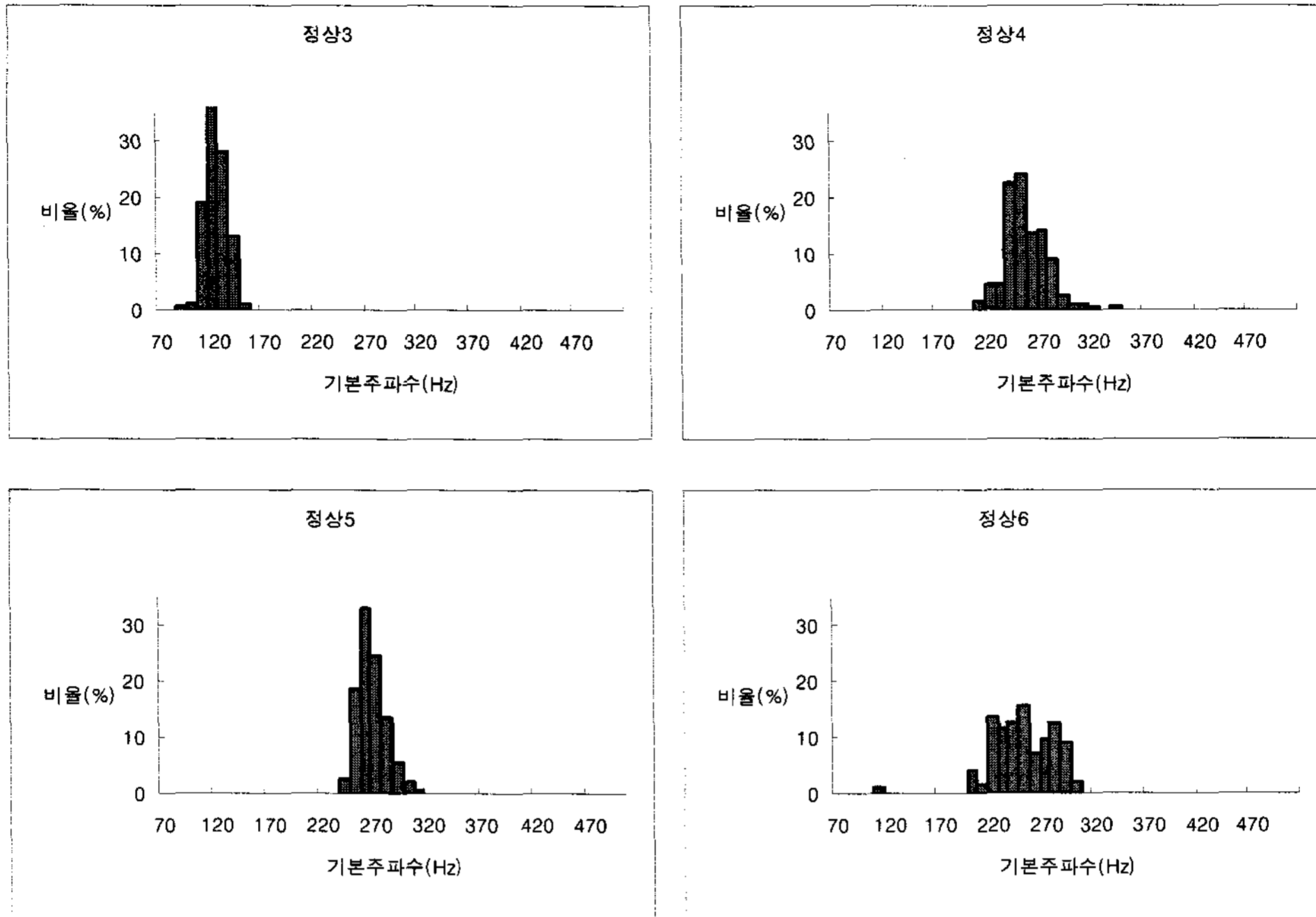
대상자	평균	표준편차	중앙값	최빈값	왜도	최소값	최대값	범위
1	253.86	46.27	250.12	255	0.24	76.58	488.40	411.82
2	147.08	38.38	143.04	150	0.32	75.02	442.17	367.15
3	242.65	47.00	234.42	215	0.53	83.88	441.76	357.88
4	295.48	53.25	300.23	310	-0.27	76.83	442.63	365.80
5	231.38	31.69	235.05	240	-0.35	76.19	332.01	255.82
6	267.59	35.41	265.15	295	0.21	114.19	499.09	384.90

<그림 2>를 보면 불수의운동형 뇌성마비인들의 기본주파수는 경직형과는 달리 대체로 최빈값을 중심으로 넓게 분포되어 있으며, 집중경향치에서 벗어나 저주파수대의 분포(불수의운동형 4, 5)나 고주파수대의 분포(불수의운동형 2, 6)가 나타남을 볼 수 있다. <표 3>을 살펴볼 때, 표준편차를 정상인들과 비교하면 경직형과 마찬가지로 큰 것으로 나타나 기본주파수가 평균에서 흩어져 분포한다는 것을 알 수 있으며, 이러한 특성은 불수의운동형 1, 2, 4에서 두드러졌다. 그리고 왜도에서는 불수의운동형 4, 5가 음의 값을 나타내어 중앙값을 중심으로 우측으로 치우친 분포라는 것을 알 수 있으며, 이는 70-150Hz대의 분포가 많았던 것이 영향을 미친 것으로 판단된다. 한편 나머지 대상자들은 양의 값을 나타내어 중앙값보다 좌측으로 치우친 분포라는 것을 의미하며, 이는 중앙값보다 고주파수대의 분포가 많다는 것이다.

### 3.1.3 정상인

정상 집단의 각 대상자별 기본주파수 분포도는 <그림 3>에 제시하였으며, 각 대상자들에 대한 기본주파수 관련 정보는 <표 4>와 같다.





<그림 3> 정상인의 기본주파수 분포도

<표 4> 정상인의 기본주파수 관련 정보(단위: Hz)

대상자	평균	표준편차	중앙값	최빈값	왜도	최소값	최대값	범위
1	126.67	11.50	127.33	130	-0.17	98.32	152.57	54.25
2	261.21	13.17	263.38	275	-0.49	209.58	314.37	104.79
3	118.50	17.93	117.71	115	0.13	80.74	143.76	63.02
4	250.62	30.71	246.59	240	0.39	202.97	385.05	182.08
5	260.45	25.30	258.64	260	0.21	233.15	306.98	73.83
6	244.45	28.96	243.34	220	0.11	100.58	338.00	237.42

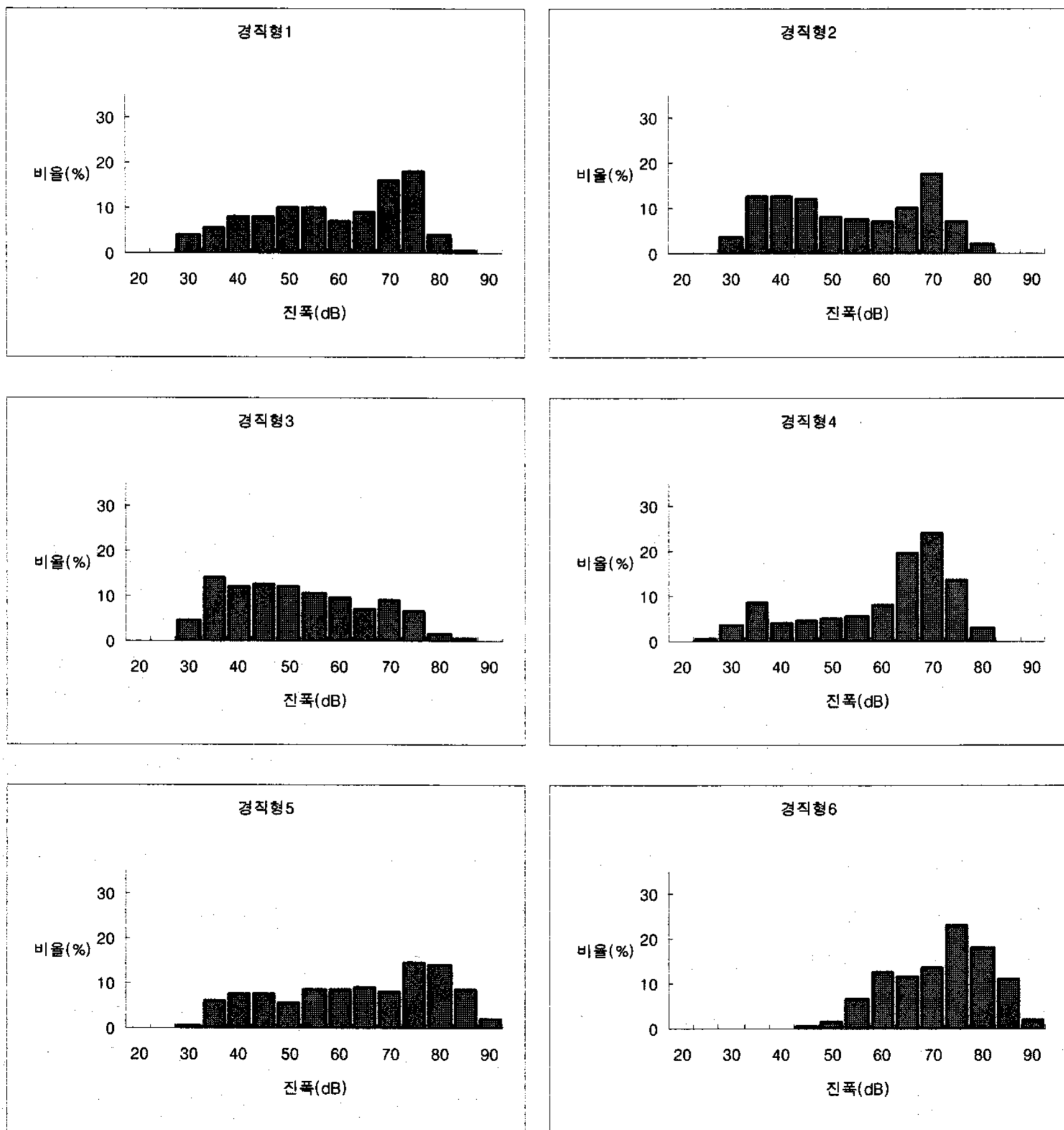
<그림 3>을 보면 기본주파수는 뇌성마비인들과는 달리 모두 최빈값을 중심으로 보다 집중적으로 분포되어 있는 경향이 있으며, 집중경향치에서 벗어난 저주파수대의 분포나 고주파수대의 분포는 거의 나타나지 않았다.

또한, <표 4>에서 보면 표준편차의 수치가 적은 것을 확인할 수 있는데, 이는 정상인들의 경우 기본주파수가 평균을 중심으로 모여서 분포한다는 것을 의미한다. 그리고 왜도에서는 개인적 차이에 의해 정상 1, 2는 중앙값보다 약간 우측으로 치우치는 기본주파수 분포의 경향을 나타내며, 나머지 대상자들은 모두 중앙값을 기준으로 약간 좌측으로 치우치는 기본주파수 분포의 경향을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

### 3.2 진폭 분포 특성

#### 3.2.1 경직형 뇌성마비인

경직형 뇌성마비 집단의 각 대상자별 진폭 분포도는 <그림 4>와 같다. Y축은 전체 나타난 진폭 빈도에 대한 각 진폭대의 빈도를 비율로 제시한 것이다. 또한, 각 대상자들에 대한 진폭 관련 정보는 <표 5>에 제시하였다.



<그림 4> 경직형 뇌성마비인의 진폭 분포도

<표 5> 경직형 뇌성마비인의 진폭 관련 정보(단위: dB)

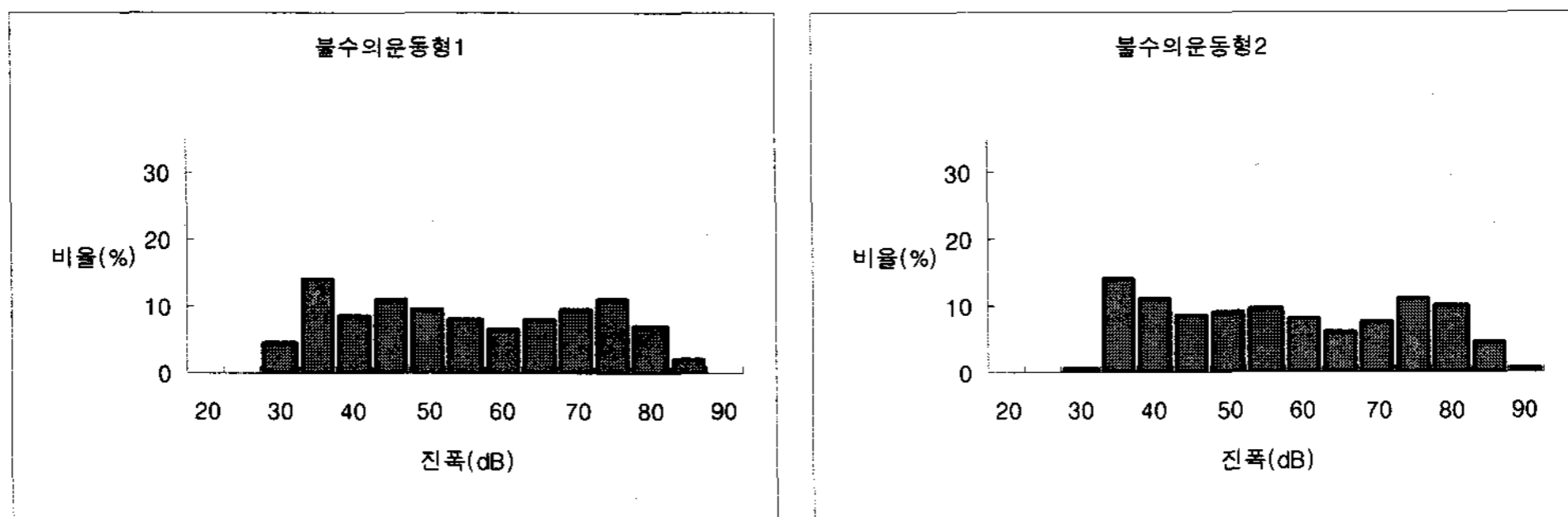
대상자	평균	표준편차	중앙값	최빈값	왜도	최소값	최대값	범위
1	56.17	12.50	57.37	75	-0.29	25.20	82.32	57.12
2	51.69	12.79	50.98	70	0.17	25.30	80.64	55.34
3	49.35	11.61	48.15	35	0.31	25.88	84.43	58.55
4	57.91	11.60	63.12	70	-1.35	24.64	79.27	54.63
5	61.10	13.68	63.30	75	-0.48	29.21	88.80	59.59
6	69.27	9.61	71.05	75	-0.56	36.02	88.83	52.81

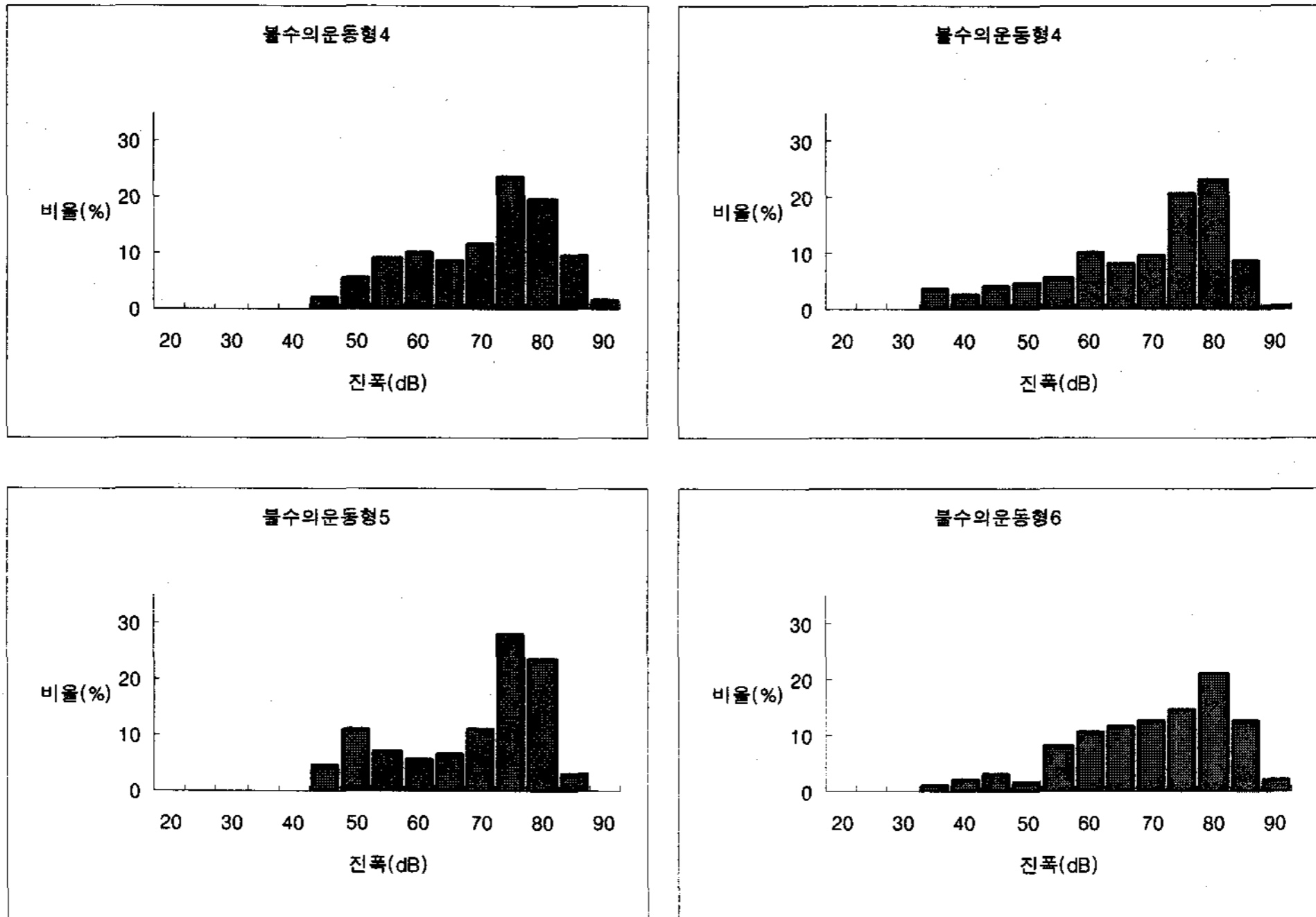
<표 5>, <표 6>, <표 7>에서 살펴보듯이 표준편차가 뇌성마비인들과 정상인들 간에 전반적으로 큰 차이가 나타나지 않았다. 그리고 기본주파수의 경우 70-500Hz 까지를 10Hz씩 급간을 구분하여 총 43개의 급간(class interval)을 제시한 반면에, 진폭은 20-90dB를 5dB씩 급간을 나누어 총 12개의 급간으로만 되어 있어 다양한 급간에 대한 분석이 곤란하다. 따라서 기본주파수 분포와는 달리 진폭 분포 특성을 분포도를 이용한 최빈값의 비율과 다른 진폭대의 비율을 직접적으로 비교해 보는 것이 효과적일 수 있다. 그렇게 하였을 때, <그림 4>에 나타난 경직형 뇌성마비인들의 진폭은 최빈값의 분포 비율이 다른 진폭대의 비율과 거의 유사하게 나타나는 경향이 있음을 알 수 있으며, 특히, 경직형 4를 제외한 나머지 대상자들에게서 그러한 경향은 더욱 두드러진다.

<표 5>에 제시된 왜도를 살펴보면 경직형 1, 4, 5, 6은 70-80dB 주변의 진폭대 비율이 높아서 중앙값보다 우측으로 치우친 분포를 나타내었으며, 경직형 2, 3은 30-40dB 주변의 진폭대 비율이 높아서 중앙값보다 좌측으로 치우친 분포를 나타내었다.

### 3.2.2 불수의운동형 뇌성마비인

불수의운동형 뇌성마비 집단의 각 대상자별 진폭 분포도는 <그림 5>와 같다. 또한, 각 대상자들에 대한 진폭 관련 정보는 <표 6>에 제시하였다.





<그림 5> 불수의운동형 뇌성마비인의 진폭 분포도

<표 6> 불수의운동형 뇌성마비인의 진폭 관련 정보(단위: dB)

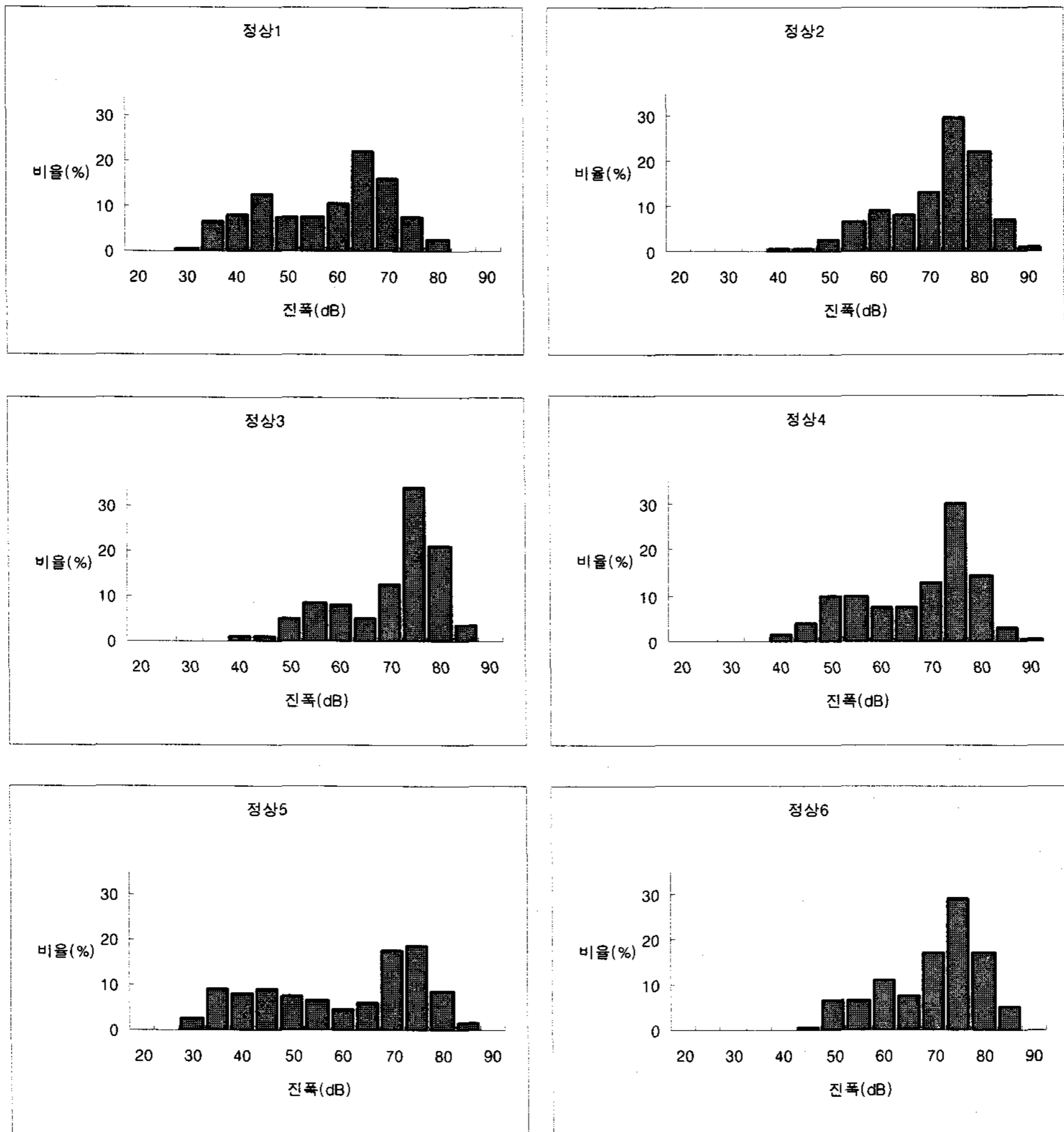
대상자	평균	표준편차	중앙값	최빈값	왜도	최소값	최대값	범위
1	52.83	14.00	51.49	35	0.29	25.99	86.08	60.09
2	55.00	14.23	53.99	35	0.21	28.97	86.52	57.55
3	68.03	9.00	70.78	75	-0.92	40.87	87.68	46.81
4	66.18	11.09	71.13	80	-1.34	29.74	86.54	56.80
5	66.45	9.58	70.92	75	-1.40	39.75	84.53	44.78
6	67.79	9.80	69.97	80	-0.67	30.30	88.27	57.97

<그림 5>의 결과를 볼 때, 불수의운동형 뇌성마비인들의 진폭은 불수의운동형 1과 2를 제외한 나머지 대상자들의 경우 경직형과는 달리 최빈값의 비율이 다른 진폭대에 비해 높은 경향을 나타내는 것을 알 수 있다.

<표 6>을 살펴보면, 표준편차가 정상인들과 별다른 차이가 나타나지 않았다. 그리고 왜도의 경우, 불수의운동형 1과 2는 30-40dB 주변의 비율이 높아 중앙값보다 좌측으로 치우친 분포를 나타내었고, 나머지 대상자들은 70-80dB 주변의 진폭대 비율이 높아서 중앙값보다 우측으로 치우친 분포를 나타내었다.

### 3.1.3 정상인

정상 집단의 각 대상자별 진폭 분포도는 <그림 6>과 같다. 또한, 각 대상자들에 대한 진폭 관련 정보는 <표 7>과 같다.



<그림 6> 정상인의 진폭 분포도

&lt;표 7&gt; 정상인의 진폭 관련 정보(단위: dB)

대상자	평균값	표준편차	중앙값	최빈값	왜도	최소값	최대값	범위
1	55.29	10.92	59.18	65	-1.07	27.23	78.17	50.94
2	69.13	7.62	71.74	75	-1.03	35.71	86.21	50.50
3	67.85	8.10	71.22	75	-1.25	37.88	82.59	44.71
4	64.99	9.90	69.08	75	-1.24	36.54	88.00	51.46
5	57.31	14.18	62.34	75	-1.06	26.00	86.60	60.60
6	67.46	7.81	70.24	75	-1.07	44.50	85.70	41.20

<그림 6>을 보면 정상인들의 진폭은 뇌성마비인들과는 달리 최빈값의 비율이 다른 진폭대의 비율에 비해 두드러지게 높은 경향을 보임을 알 수 있다.

<표 7>에서 살펴보듯이 표준편차가 크지 않아 평균을 중심으로 모여서 분포하는 경향이 있으며, 왜도의 경우 최빈값의 높은 분포 비율로 인해 모든 대상자들이 중앙값보다 우측으로 치우쳐 있는 분포를 나타내었다.

#### 4. 논 의

본 연구는 경직형 및 불수의운동형 뇌성마비인들과 정상인들을 대상으로 읽기 과제에서 나타난 기본주파수 및 진폭의 분포도 및 관련 정보들을 비교함으로써 뇌성마비인들의 기본주파수 및 진폭 분포 특성을 알아보려고 하였다.

첫째, 기본주파수 분포 특성에서, 경직형 뇌성마비인들은 대부분 최빈값을 중심으로 좁게 분포되어 있으면서도, 대표값으로부터 벗어나 저주파수대나 고주파수대에서도 분포하는 경향을 나타내었다. 특히, 경직형 1과 3은 최빈값에 비해 고주파수대에 분포하는 특성을 나타냈는데, 경직형 1의 경우 읽기에 있어 한 음절씩 끊어 읽는 패턴으로 인해 음도 및 강도의 변화가 심한 것 같으며, 경직형 3은 소음이 들리는 흡기(audible inspiration)와 발화의 시작 부분에 음도 변화가 두드러졌던 것이 영향을 미친 것으로 사료된다. 한편, 경직형 4와 5는 저주파수대에서 분포하는 특성을 나타내었는데, 이는 호기가 끝나는 부분에서의 그렁거림(grunt at end of expiration)과 음성프라이(vocal fry)가 들릴 정도의 저음 산출이 영향을 미친 것으로 판단된다. 불수의운동형 뇌성마비인들은 경직형과는 달리 대부분 최빈값을 중심으로 넓게 분포되어 있는 경향이 있으며, 집중경향치보다 저주파수대나 고주파수대에서도 분포하는 경향을 나타내었다. 특히, 불수의운동형 1은 다른 불수의운동형 대상자들에 비해 저주파수대와 고주파수대 모두에서 많이 분포하는 특성을 나타내었는데, 이는 장애정도가 심하여 호흡조절이나 음도 및 강도의 변화가 두드러지게 불규칙적인 것이 원인이 된 것으로 판단된다. 그리고 불수의운동형 2와 6은 고주파수대에 많은 분포를 나타내었는데, 불수의운동형 2는 장애정도가 심



해 다른 대상자들보다 음도의 조절이 더 부적절한 것이 영향을 미친 것 같으며, 불수의운동형 6은 특이하게 읽기 문단 중에서 “에”음절을 높게 발화하는 특성이 영향을 미친 것으로 판단된다. 또한 불수의운동형 4와 5는 저주파수대에서 분포하는 특성을 나타내었는데, 이 대상자들의 경우 호기 끝부분의 발화에서 약한 음성을 산출하고 음성 진전(voice tremor)이 나타난 것이 영향을 미친 듯하다. 한편, 정상인들은 뇌성마비인들과는 대조적으로 모두 최빈값을 중심으로 집중적으로 분포되어 있는 경향이 있으며, 평균값 및 최빈값보다 저주파수대나 고주파수대에서의 분포는 거의 나타나지 않았다. 이러한 결과를 볼 때, 경직형 및 불수의운동형 뇌성마비인들이 집중경향치보다 저주파수대나 고주파수대에서도 분포가 나타나는 것은 발화를 산출하는 동안 뇌성마비인들의 성대 근육의 운동 속도가 불규칙적이라는 것을 의미하는 것이며, 이러한 경향성은 경직형 및 불수의운동형 뇌성마비인들이 구어를 산출하는 동안 갑작스런 비정상적인 음도 변화로 인해 음도파열(음도 이탈, pitch break)을 자주 나타낸다는 연구들[16][17][18][19]의 의견을 뒷받침하는 근거자료가 될 수 있다. 또한 불수의운동형 집단이 경직형 집단에 비해 최빈값을 중심으로 기본주파수가 넓게 분포한다는 것은 보다 넓은 범위에서 빈도가 높게 나타난다는 것으로, 이는 불수의운동형 뇌성마비인들의 경우 성대 근육의 불수의적인 움직임으로 인해 음도의 변화가 더 심하고 불규칙적이라는 것을 의미하는 것이다.

둘째, 진폭 분포 특성에서, 경직형 뇌성마비인들의 경우 경직형 4를 제외한 나머지 대상자들은 최빈값의 분포가 다른 진폭대의 분포와 유사하게 나타나는 경향이 있었다. 경직형 4는 호기 끝부분의 그렁거림은 있었으나 장애정도가 경하여 전반적으로 편안한 발화산출이 가능하였기 때문에 강도의 변화가 적었던 것으로 판단된다. 한편, 불수의운동형 뇌성마비인들의 경우 불수의운동형 1과 2를 제외한 나머지 대상자들은 경직형 뇌성마비인들보다 최빈값의 분포가 다른 진폭대에 비해 높은 경향이 있는 것으로 나타났다. 불수의운동형 1과 2는 앞서 설명한 바와 같이 장애정도가 심하여 다른 대상자들에 비해 보다 불규칙적인 음도 및 강도의 조절이 영향을 미친 것으로 사료된다. 정상인들은 뇌성마비인들보다 최빈값의 분포가 두드러지게 높은 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 뇌성마비인들이 호흡근육의 이상으로 인해 일정한 강도유지에 필요한 적절한 성문하압을 형성할 수 없으며, 성대 운동의 세기 조절이 불규칙적이라는 것을 나타내는 것으로, 이는 뇌성마비인들의 구어 산출 시 강도의 변화가 심하다는 것을 의미하는 것이다. 특히 경직형 집단이 불수의운동형 집단보다 최빈값 이외의 다른 진폭대에서도 빈도가 높게 나타난다는 것은 경직형 뇌성마비인들의 성대근육의 경직이 성대의 적절한 내외전 및 긴장 조절에 보다 많은 영향을 미쳐 성대 운동의 세기가 불규칙적으로 변한 것으로 판단된다.

## 5. 결론 및 제언

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 기본주파수 분포 특성에서, 경직형 뇌성마비인들은 대부분 최빈값을 중심으로 좁게 분포되어 있는 반면에, 불수의운동형 뇌성마비인들은 대부분 최빈값을 중심으로 넓게 분포되어 있는 경향이 있으며, 두 집단 모두 평균값 및 최빈값보다 저주파수대나 고주파수대에서도 분포하는 경향을 나타내었다. 한편, 정상인들은 뇌성마비인들과는 대조적으로 모두 최빈값을 중심으로 집중적으로 분포되어 있는 경향이 있으며, 평균값 및 최빈값보다 저주파수대나 고주파수대에서의 분포는 거의 나타나지 않았다.

둘째, 진폭 분포 특성에서, 대부분의 경직형 뇌성마비인들은 최빈값의 분포가 다른 진폭대와 유사한 분포를 나타내는 경향이 있었으며, 불수의운동형 뇌성마비인들은 대부분 경직형 뇌성마비인들보다 최빈값의 분포가 다른 진폭대에 비해 높은 경향이 있는 것으로 나타났다. 또한, 정상인들은 모두 뇌성마비인들보다 최빈값의 분포가 두드러지게 높은 경향을 나타내었다.

본 연구의 결과를 통해서 향후의 연구를 위한 몇 가지 제언을 덧붙이자면 다음과 같다. 첫째, 각 집단의 기본주파수 분포도를 앞서 제시한 기본주파수 범위와 비교해 보면, 뇌성마비 집단의 기본주파수 범위가 정상 집단의 기본주파수 범위보다 더욱 크다는 것을 알 수 있다. 이는 뇌성마비인들이 정상인들보다 읽기 과업에서 보다 적절하고 다양한 음도의 변화를 산출한다라기 보다는 불규칙적인 음도파열에 기인한 것으로 판단된다. 또한, 기본주파수 범위는 보통 최대값과 최소값의 빈도에는 상관없이 '최대값 - 최소값'으로 구하게 되는데, 단순히 음도범위가 크다고 해서 음도파열이라고 단정 짓기에도 무리가 따를 수 있으므로, 본 논문에서 제시한 분포도를 이용한다면 보다 명확한 음도범위 및 음도파열의 근거를 제시할 수 있을 것이다.

둘째, 각 집단의 진폭 분포도를 앞서 제시한 진폭 범위와 비교해 보면, 뇌성마비인들의 진폭 범위는 정상인 집단의 진폭 범위와 별다른 차이가 나타나지 않으나, 진폭 분포도에서는 명확한 차이를 나타내었다. 이와 같이, 진폭 분포도를 이용한다면 진폭 범위의 특성만을 가지고 뇌성마비인들과 정상인들 간의 강도 변화에는 별다른 차이가 없다는 잘못된 결론 도출을 방지할 수도 있고, 보다 명확한 뇌성마비인들의 강도 이상을 밝힐 수 있을 것이다.

셋째, 앞서 언급한 주파수 및 진폭 범위를 구하는 방식의 문제점은, 예를 들어 최대값 및 최소값이 동일한 경우, 빈도가 각각 1회인 범위와 50회 이상인 범위가 동일하게 계산된다는 것이다. 그러나, 이러한 다른 빈도를 나타내는 두 가지 발화는 청지각적 판단에서 다르게 지각될 수도 있을 것이다. 따라서, 기본주파수 및 진폭의 분포 특성, 음도 및 강도의 범위, 그리고 음도 및 강도에 대한 청지각적

분석 간의 상관관계를 분석한다면, 뇌성마비인들의 음도 및 강도 장애에 대한 평가와 치료에 유용한 자료를 제시할 수 있을 것이다.

마지막으로, 본 연구결과 자료만으로는 부족하지만 차후에 대상자 수, 뇌성마비 유형 및 심한정도, 그리고 독백 및 대화와 같은 보다 자연스러운 구어과업 등을 고려한 후속연구를 통해 좀 더 정확하고 폭넓은 기초자료들을 수집한다면 뇌성마비인과 정상인등 간의 구분을 명확히 해주고, 또한 뇌성마비인의 경우라도 그 유형 및 심한정도에 따른 구분이 가능해지며, 더 나아가 기본주파수와 진폭의 분포특성을 이용하여 진단을 위한 효과적인 검사도구 개발모색이 가능할 것으로 보인다.

## 참고 문헌

- [1] M. S. Workinger, *Cerebral Palsy Resource Guide for Speech-Language Pathologists*, NY: Thomson, 2005.
- [2] 전현선, 한경임, 노선옥, *뇌성마비아 언어 치료 교육*, 대구: 대구대학교출판부, 2004.
- [3] J. C. Hardy, *Cerebral Palsy*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1983.
- [4] 윤병완, *뇌성마비 언어장애와 치료*, 대구: 요한바오로2세 어린이집, 1992.
- [5] 김종현, *뇌성마비 언어치료*. (강수균 외 공저 중), *구어 산출 장애*, pp. 203-226, 대구: 한국언어치료학회, 1996.
- [6] R. D. Kent, R. Netsell, "Articulatory abnormalities in athetoid cerebral palsy", *Journal of Speech & Hearing Disorders*, Vol. 43, pp. 353-373, 1978.
- [7] J. C. Hardy, "Intraoral breath pressure in cerebral palsy", *Journal of Speech and Hearing Disorders*, Vol. 26, pp. 309-319, 1961.
- [8] M. S. Workinger, R. D. Kent, "Perceptual analysis of the dysarthrias in children with athetoid and spastic cerebral palsy". In C. A. Moore, K. M. Yokrston, & Beukelman, D. R. (Eds). *Dysarthria and Apraxia os Speech: Perspectives on Management*. pp. 109-126. Baltimore: Paul H. Brookes, 1991.
- [9] L. Platt, G. Andrews, P. M. Howie, "Dysarthria of adult cerebral palsy: II. Phonemic analysis of articulation errors", *Journal of Speech and Hearing Research*, Vol. 23, pp. 41-55, 1980.
- [10] J. Stemple, L. Glaze, B. Klaben, *Clinical Voice Pathology: Theory and Management, 3rd Ed.*, San Diego: Singular Publishing Group, 2000.
- [11] R. D. Kent, M. Ball, *Voice Quality Measurement*, San Diego: Singular Publishing Group, 2000.
- [12] 박희정, 신혜정, 정옥란 외, "경직형 마비성 구어장애자의 장애 정도별 음성 특성", *음성과학*, Vol. 11, No. 4, pp. 185-195, 2004.
- [13] 이무경, 유재연, 정옥란, "성대 병리 화자의 연장 발성과 낭독에서의 평균기본주파수", *언어치료연구*, Vol. 9, No 2, pp. 105-113, 2000.
- [14] 남현욱, 권도하, "경직형 및 불수의 운동형 뇌성마비인의 운율 특성", *언어치료연구*,

Vol. 14, No. 2, pp. 11-128, 2005.

- [15] 박미영, 신지영, 강선미, “위장·모방 발화에서 나타나는 기본주파수 변화 양상에 관한 연구”, *한국어학*, Vol. 24, pp. 65-98, 2004.
- [16] 김은경, 불수의 운동형 뇌성마비에서 호흡이 언어장애와 연하곤란증에 미치는 영향, 이화여자대학교 석사학위논문, 1999.
- [17] 윤미경, 호흡과 구강운동 병행훈련이 뇌성마비아동의 조음 명료도에 미치는 영향, 단국대학교 석사학위 논문, 2002.
- [18] 김혜경, 고유수용성 신경근 촉진법을 이용한 호흡근 강화 훈련이 경직형 뇌성마비아동의 구어산출기전에 미치는 효과, 대구대학교 석사학위 논문, 2004.
- [19] 김창평, 학령전기 경직형 뇌성마비아의 자음 산출 특성 연구, 대구대학교 박사학위 논문, 2006.

접수일자: 2008년 2월 5일

게재결정: 2008년 5월 15일

▶ 남현욱(Hyun-Wook Nam)

주소: 689-784 울산광역시 울주군 응촌면 곡천리 산72-10 춘해대학 유아특수언어재활과

소속: 춘해대학 유아특수언어재활과 교수

전화: 016-9533-7466

E-mail: 32m-star@hanmail.net

▶ 최양규(Yang-Gyu Choi) : 교신저자

주소: 705-714 대구광역시 남구 대명3동 2288 대구대학교 언어치료학과

소속: 대구대학교 언어치료학과 교수

전화: 053) 650-8276

E-mail: ygchoi@daegu.ac.kr