

## Comparison of the Vocal Characteristics of Adults with and without Cerebral Palsy on Musical Speech Tasks

Park, Han Na\*

The purpose of this study was to compare the vocal characteristics of 40 adults with and without cerebral palsy (CP), upon presentation of three speech tasks (i.e., reading, chanting, and singing). The Praat program was utilized to generate data on fundamental frequency, voice intensity, jitter, and shimmer. The results of the analysis revealed no significant differences on fundamental frequency and intensity. However, both groups showed significant decreases in jitter and shimmer when engaged in singing tasks. The analysis of group differences indicated that adults with CP showed significantly higher variation scores on jitter and shimmer than the group without CP, and the difference on jitter and shimmer became greater during rhythmic chanting. In terms of jitter variation, the interaction effects according to the groups and types of speech tasks were greater, demonstrating the differences between the two groups. This study can be utilized as a basic research, regarding changes in vocal characteristics of adults with CP according to different musical speech tasks.

*Keywords* : musical speech task, adults with cerebral palsy, healthy adults, vocal characteristics

---

\* Lecturer, Dept. of Music, Jeonju Kijeon College, Korean Certified Music Therapist (KCMT)  
(hanasgarden@naver.com)

## 뇌성마비 성인과 일반 성인의 음악적 발화과제 시 음성 특성 비교

박한나\*

본 연구의 목적은 뇌성마비 성인과 일반 성인에게 각각 동일한 발화과제(일반, 리듬, 선율 발화)를 제공한 뒤 집단(일반 및 뇌성마비 성인)과 발화과제에 따라 어떠한 음성 특성이 나타나는지 알아보는 것이다. 연구대상은 뇌성마비 성인 20명과 일반 성인 20명이며 프라트(Praat) 프로그램을 사용하여 발화과제에 따른 기본주파수, 음성강도, 주파수 변동률, 진폭 변동률수치를 구하였다. 각 집단의 발화 과제에 따른 음성 특성 분석 결과, 기본주파수와 음성강도의 경우 두 집단 모두 유의한 차이는 없었으나 주파수 변동률 및 진폭 변동률의 경우 일반성인집단과 뇌성마비성인집단 모두 선율 발화 시 유의하게 가장 낮은 수치를 보였다. 집단에 따른 차이를 분석한 결과, 뇌성마비성인집단의 주파수 변동률 및 진폭 변동률이 일반성인집단에 비해 유의하게 높은 수치를 보였다. 또한 일반성인집단과는 달리 뇌성마비성인집단의 경우 리듬 발화 시 주파수 변동률 및 진폭 변동률 수치가 가장 높게 나타났으며 주파수변동률의 경우 집단과 발화과제 종류에 따른 상호작용 효과가 유의해 두 집단 사이에 상이한 양상이 발견되었다. 본 연구는 발화 시 적용된 음악요소에 따라 나타나는 즉각적 음성 특성에 대한 정보를 제공해주는 기초자료로 사용될 수 있다.

핵심어 : 음악적 발화과제, 뇌성마비 성인, 일반 성인, 음성 특성

---

\* 전주기전대학교 음악과 강사, 음악중재전문가(KCMT) (hanasgarden@naver.com)

## I. 서론

뇌성마비(Cerebral Palsy, 이하 CP)는 출생 전후 또는 유아기의 뇌에 발생한 병변으로 인해 (Bax et al., 2005), 비정상적인 움직임과 자세 패턴의 장애를 보인다(Sankar & Mundkur, 2005; Zafeiriou, 2004). 이러한 운동 장애와 함께 감각, 인지, 의사소통 영역에서도 장애가 수반될 수 있으며 뇌전증이나 근골격계 질환이 동반되어 나타나기도 한다(Rosenbaum et al., 2007). 병의 원인인 뇌 병변 상태는 비진행성인 반면 이로 인해 유발된 장애들은 성인기를 거치며 노화와 함께 악화되는 진행성인 특성을 보여 성인기의 경우 이차적 합병증으로 인한 통증, 근육의 경직성, 근력의 변화, 관절의 구축과 변형 등으로 인해 운동 영역의 장애가 특히 심화될 수 있다 (Andersson & Mattsson, 2001; Haak, Lenski, Hidecker, Li, & Paneth, 2009).

운동 영역에서의 문제는 대근육 운동뿐만 아니라 구강 운동 기능(oral motor function) 및 호흡, 발성, 조음을 비롯한 구어 산출 관련 근육운동에서도 이상을 야기할 수 있다(Kim & Kwon, 2005; Nam, 2011). 이러한 근육운동의 이상으로 인해 비정상적인 구강운동패턴이 나타나거나 저작능력을 비롯한 섭식과 삼킴 기능저하(Pennington, 2008), 음성 및 구어 산출 시 필요한 근육의 협응 능력이 저하될 수 있다(Duffy, 2005).

이러한 구강 및 조음기관의 근육운동 이상으로 인한 음성 및 구어 문제는 뇌성마비로 인한 언어 장애 중 가장 보편적인 증상으로 보고되고 있다(Haak et al., 2009). 특히 발화 문제 중 호흡 기능 문제는 복근 및 흉근을 비롯한 호흡 관련 근육운동 시 나타나는 과도한 긴장 혹은 불수의적 반대작용으로 인해 발생하며(Jeong, Kim, Sim, & Park, 2011) 이는 구어 산출 시 폐활량감소, 불규칙한 호흡패턴 및 음성 멈춤 현상 등 불안정한 발성으로 연결된다(Nordberg, Miniscalco, & Lohmander, 2014). 또한 발성 시 후두근의 비정상적인 근긴장으로 인해 성대 개폐 시 발생하는 진동을 통해 산출되는 소리의 음고(pitch)와 관련된 수치인 기본주파수(Fo)의 최소-최대 범위가 일반 성인 집단에 비해 제한된 모습을 보인다(Tamplin, 2007).

뇌성마비 유형 중 가장 많은 비중을 차지하는 경직형의 경우(Kim & Kwak, 2008) 비정상적인 근긴장도로 인한 발성 관련 근육의 과긴장과 성대의 과내전으로 인해 쥐어짜는 듯한 음성이 산출되며 단음도 음성과 함께(Nam & Kwon, 2009) 연구개 근육의 경직으로 인한 과대비성(hypernasality)이 나타날 수 있다(Nam & Yoo, 2010). 경직형 다음으로 많은 비중을 차지하는 불수의 운동형의 경우(Andersson & Mattsson, 2001), 불안정한 패턴의 기류흐름과 부적절한 음성정지 및 방출로 인해 음성산출 시 리듬장애(dysrhythmia)가 나타날 수 있다(Workinger, 2005).

뇌성마비 성인의 음성 및 구어 문제 개선을 위한 일반적인 치료기법으로는 보바스(Bobath)의 신경발달 치료법과 점진적 이완법, 고유 수용 자극기법 등이 있는데(Jeon, 2003) 국내에서 가장 많이 적용되고 있는 보바스 치료 기법의 경우 발성 및 조음 기관의 발달 순서에 근거하여 각각의 조음 기관의 독립적인 움직임 훈련을 단계적으로 유도한다(Jeon, 2003). 이완 기법의 경우, 비정

상적인 근긴장도 완화를 위한 스트레칭 훈련(Kim & Kwon, 2005) 및 부드럽게 발성 시작하기 (easy onset) 훈련 등이 적용되며 관절가동범위운동의 일환으로써 구강동작 훈련 등이 적용되기도 한다(Cho, 2005).

음악치료 영역에서도 음성 및 구어 문제 개선에 음악요소를 치료적으로 적용하려는 시도가 지속적으로 이루어져 왔다. 특히 리듬의 사용은 외부에서 제공된 청각 신호에 맞추어 근육이 움직이도록 촉진해 말 속도 조절 및 관련 근육의 운동학적 효율성에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Thaut, McIntosh, McIntosh, & Hoemberg, 2001). 외부에서 제공된 리듬 자극으로 인한 동조화 현상(entrainment)은 관련 근육의 동작을 시간적으로 조절하도록 유도함으로써 관련 근육들의 운동 기능을 활성화한다(Thaut, McIntosh, & Hoemberg, 2014).

또한 노래 부르기와 구어산출은 신경기체와 활성화되는 근육들을 공유하고 있는데 이로 인하여 노래 부르기 시 호흡, 발성, 조음 및 공명 관련 근육 조직들이 직접적으로 자극되는 것으로 보고되었다(Wan, Rüber, Hohmann, & Schlaug, 2010). 노래를 부를 때 제시된 음가유지를 위해 호흡 조절을 하게 되는데(Wan et al., 2010), 이로 인해 노래 부르기가 흡기 시간 감소, 일호흡 용적(tidal volume) 증가, 구어산출에 필요한 폐활량 및 호기시간 증가, 음성 강도 향상으로 이어지기도 한다(Binazzi et al., 2006). 또한 음고 이동에 따라 성대의 진동수가 수시로 변화하여 후두 근육 운동이 촉진되며 후두 주변 근육조직이 강화되고 성대주름(vocal fold) 진동의 운동학적 효율성이 향상되어(Sabol, Lee, & Stemple, 1995) 구어 산출 시와는 다른 특성의 음성이 산출될 수 있다.

신경학적 환자의 경우에도 음성 및 구어 장애 개선을 위해 리듬 혹은 선율을 치료적으로 적용한 음악 중재의 효과가 연구를 통해 입증되고 있다(Baker, Wigram, & Gold, 2005; Pilon, McIntosh, & Thaut, 1998; Tamplin, 2007; Wan et al., 2010). 파킨슨 병으로 인한 마비말장애 환자에게 리드미한 박자에 맞추어 구어를 산출하도록 했을 시 말장애 수준이 심각할수록 말 명료도가 향상되었다(Thaut et al., 2001). 또한 척수손상(spinal cord injury)으로 인한 사지마비 환자에게 노래 부르기 훈련을 적용한 결과 호흡근 기능 및 폐활량이 향상되었으며 음성의 강도 및 최대발성시간 역시 향상되었다(Tamplin, Baker et al., 2013; Tamplin, Brazzale et al., 2011). 음성의 질적인 측면에서도 음도의 불규칙성에 대한 지표인 주파수변동률(jitter)과 성대진동 주기마다 발생하는 강도의 불규칙성에 대한 지표인 진폭변동률(shimmer)이 감소되어(Ferrand, 2007) 기식성 음성(breathiness) 및 거친 음성(roughness) 개선에도 긍정적인 영향을 끼친 것으로 나타났다(Tamplin, Baker, Buttifant, & Berlowitz, 2014).

한편 뇌성마비 성인은 가변적인 근긴장도와 예측 불가능한 근육 운동 패턴을 보이므로(Staudt, Pavlova, Böhm, Grodd, & Krägeloh-Mann, 2003) 찬팅, 노래 등을 적용한 음악치료 활동을 실시할 경우 발성 및 조음 기관에서 타 대상군과는 다른 양상의 해부학적 반응이 야기될 수 있어 발화 시 제공된 음악요소에 따라 어떠한 음성 특성이 나타나게 되는지에 대한 이해가 선행되어야

한다. 하지만 뇌성마비 성인의 음성 및 구어 문제 개선을 위한 음악치료 중재안의 효과에 대한 연구의 수는 부족한 편이며(Son, 2013) 뇌성마비 성인이 선율 혹은 리듬이 적용된 발화과제를 수행할 경우 발화 과정에서 어떠한 음성특성이 나타나게 되는지에 대한 기초자료가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 리듬 및 선율적 음악요소가 적용된 발화과제를 구성한 뒤 일반성인 집단과 뇌성마비성인집단의 세 가지 발화과제(일반 발화, 리듬 발화, 선율 발화)에 따른 음성 특성을 비교하고자 하는 것이다. 향후 뇌성마비 성인의 음성 개선에 각각의 음악 요소가 어떠한 영향을 미칠 수 있는지에 대한 근거제공에 도움이 될 수 있으며 이를 기반으로 한 치료 기법의 개발에도 도움이 될 것으로 사료된다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

#### 1) 연구 대상자 선정

본 연구 대상자 중 뇌성마비 성인 모집을 위해 서울 및 경기 소재 뇌성마비 복지관 및 재활병원 목록을 작성하고 임의 선정된 기관에 전화를 걸어 연구진행에 관한 문의를 하였고, 기관의 허가를 받은 총 3개 기관(서울 소재 재활병원, 뇌성마비 복지관 및 경기지역 뇌병변 장애인 협회)에서 연구가 실시되었다. 각 기관에 대상자 선정기준 및 연구내용을 포함한 모집공고를 붙이고 연구 참여 의사를 밝힌 뇌성마비 성인 중 간단한 개별 면담을 통해 연구내용을 구두 및 문서로 전달하고 참여에 동의한 뇌성마비 성인들에게 서면 동의서를 받았다. 일반 성인의 경우 서울 및 경기지역 내 대학을 임의 선정하여 선정기준에 부합한 대상자를 편의표집 하였으며, 참여에 동의한 성인에게 연구 목적과 내용에 관한 서면 및 구두설명을 제공하고 참여에 동의할 경우 서면 동의서를 작성하도록 하였다. 이 과정을 통해 모집된 대상자는 총 40명(뇌성마비 성인 20명과 일반 성인 20명)이다. 뇌성마비 성인 집단의 모집 기준은 다음과 같다.

- (1) 만 18세 이상의 뇌성마비 성인
- (2) 실어증 및 구강 실행증을 나타내지 않는 자
- (3) 분석 가능한 정도의 음성 산출이 가능한 자
- (4) 청각 및 시각 장애가 동반되지 않은 자
- (5) 노래 가사를 읽는 데 문제가 없는 자
- (6) 연구자가 지시하는 내용 이해가 가능한 정도의 인지 수준을 지닌 자

일반 성인의 경우에는 음성 특성 관련 변인을 비교 분석하는 과정에서 외재적 변인에 의한 영향을 최대한 배제하고 음악적 배경과 관련하여 가창을 비롯한 음악 경험이 상대적으로 적을 수밖에 없는 뇌성마비 성인과의 이질성을 줄이고자 성악을 전공한 자와 가창과 관련된 정기적 음악활동을 1년 이상 경험한 자는 연구대상에서 제외하였다. 일반 성인의 모집 기준은 다음과 같다.

- (1) 만 18세 이상의 음성 질환 및 구어 관련 장애가 없는 일반 성인
- (2) 음성 질환과 관련된 과거 병력 및 호흡기 질환이 없는 자
- (3) 가창과 관련된 정기적 음악활동을 1년 이상 하지 않은 자
- (4) 청각 및 시각 장애가 없는 자

## 2) 연구 대상자 특징

### (1) 일반성인집단과 뇌성마비성인집단의 특징

본 연구의 대상자는 일반 성인 20명과 뇌성마비 성인 20명이며 대상자 정보에 관한 내용은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Demographic Information

Variables	Adults without CP ( <i>n</i> = 20)	Adults with CP ( <i>n</i> = 20)
Age (years, <i>M</i> ± <i>SD</i> )	34.4 ± 14.5	37.8 ± 6.3
Gender (Male/Female)	11 / 9	13 / 7
Duration of music education (months, <i>M</i> ± <i>SD</i> )	28.0 ± 5.1	45.3 ± 23.4

*Note.* Duration of music education means how long the participants received various forms of music education (e. g., taking music lessons).

### (2) 뇌성마비성인집단의 발화 특징

뇌성마비성인집단은 경직형(spastic type) 9명, 이상운동형(dyskinetic type) 11명으로 총 20명이다. 대상자의 음성 관련 특성을 조사하기 위해 뇌성마비 성인을 대상으로 한 언어 치료 관련 선행 연구에서 제시된 분류 기준(Nam & Kwon, 2009)을 참고하여 대상자가 일상생활 대화 시 보편적으로 발화 가능한 어절의 수를 평가한 결과, 1개 단어 발화가 가능한 대상자가 2명, 2-3개 단어 발화가 가능한 대상자가 9명, 4개 이상의 단어 발화가 가능한 대상자가 9명이었다. 또한 문헌에 제시된 뇌성마비 성인의 유형별 음성 특성을 기준으로 하여(Workinger, 2005) 대상자의 음성 특성을 살펴본 결과, 발성 자체에 어려움을 보인 대상자가 2명, 잦은 헛과 발성 시도 간 연장

된 간격 등으로 인하여 불규칙하게 음성 산출 특성을 보인 대상자가 7명, 쥐어짜는 듯한 음성 산출을 보인 대상자가 2명, 음성 산출 시 큰 어려움을 보이지 않은 대상자가 8명이었다.

## 2. 연구 도구

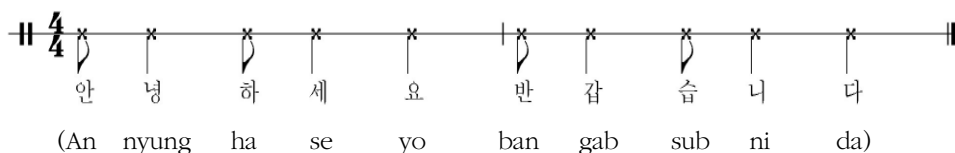
### 1) 발화과제 선정

#### (1) 일반 발화 과제

본 과제는 일반적인 구어 산출 시 나타나는 음성 특성 측정을 위해 제시된 과제이다. 음성 및 구어 특성 평가를 위해 사용되는 발화과제는 화자와 청자가 그 의미를 정확히 알고 있는 과제일 때 대상군의 구어 산출 하위체계를 평가하기에 유용하므로(Nam, Ann, & Jung, 2009), 대상자가 충분히 이해 가능한 수준이며 일상생활 대화와 관련된 “안녕하세요 반갑습니다.”를 발화 문장으로 선정하였다.

#### (2) 리듬 발화 과제

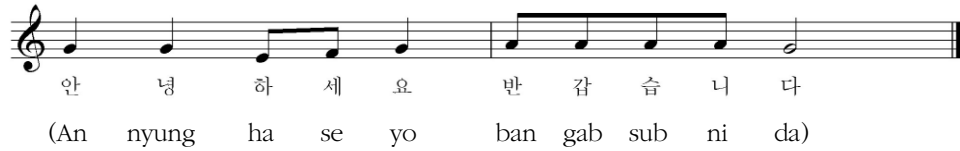
리듬 발화과제는 리듬을 적용하여 찬탕 형식으로 발화하도록 했을 때 나타나는 음성 특성을 알아보기 위해 제시된 과제이다. 당김음의 리듬 패턴을 구성함으로써 길이가 긴 음이 약박에 위치하도록 하여 강박의 위치를 바꾸어 순간적으로 강세를 주며 발화하도록 유도하였다(Figure 1) 참조).



(Figure 1) Speech task with rhythmic chanting. The words mean “Hello, nice to meet you.”

#### (3) 선율 발화 과제

선율 발화 과제는 선율을 표현하도록 했을 때 나타나는 음성 특성을 알아보기 위해 제시된 과제이다. 연령 혹은 학력과 상관없이 뇌성마비 성인과 일반 성인 모두에게 익숙한 선율을 제시하기 위해, 대중에게 일반적으로 알려진 동요인 ‘고향의 봄’ 첫 소절의 멜로디를 사용하였다. 첫 소절의 가사를 타 과제의 발화 내용과 동일하게 구성하기 위하여 “안녕하세요 반갑습니다.”로 개사하여 부르도록 하였다. 또한 본 연구의 목적은 음정을 정확하게 산출하는 능력에 관한 것이 아니므로 대상자가 편하게 부를 수 있는 음역에서 부르도록 했으며 음정의 정확성보다는 노래 부르듯이 발화하도록 유도하는 것에 비중을 두며 본 과제를 제시하였다(Figure 2) 참조).



〈Figure 2〉 Example of speech task with melody

## 2) 음성 특성 측정 도구

### (1) 프라트(Praat) 음성 분석 프로그램

발화 과정 중 음성 특성의 변화를 알아보기 위해 음성녹음 및 분석 프로그램인 프라트 프로그램을 사용하였다. 본 연구에서는 대상자의 음성 특성을 분석하기 위한 변인으로 기본주파수(fundamental frequency), 음성강도(intensity), 주파수 변동률(jitter), 진폭 변동률(shimmer)이 측정되었다.

### (2) 음성 녹음 마이크

음성 녹음 시에는 프라트 프로그램이 설치된 컴퓨터에 연결된 전자헤드셋(Philips SHM1900)이 사용되었다. 일정한 자세 유지에 어려움을 보이는 경우가 많은 뇌성마비 성인에게 외부에 설치된 마이크가 제공될 경우 입과 마이크의 거리가 가변적일 수 있어, 머리에 쓰는 방식의 헤드셋에 부착된 마이크를 사용하여 음성 녹음을 실시했으며 실험대상자의 입과 마이크와의 거리는 3cm로 일정하게 유지하였다.

## 3. 연구 절차

### 1) 연구 대상자 모집 방법

본 연구에서는 뇌성마비 성인과 일반 성인을 대상으로 하여 2014년 5월부터 2014년 9월에 걸쳐 발화 과제에 따른 음성 녹음으로 이루어진 1회성의 실험 조사가 이루어졌다. 두 집단 모두 연구 참여에 동의한 기관에 한하여 기관담당자, 보호자 및 본인의 동의가 획득된 연구 대상자를 선정하였다. 모든 대상자들은 본인이 직접 연구 참여 동의서를 작성하였으며, 필요에 따라 법적 대리인의 서명이 추가되었다.

### 2) 발화과제 시행 방법 (약 5-10분)

두 집단에게 동일한 세 가지 발화과제가 제시되었으며 순서 효과를 배제하기 위해 발화과제 제시 순서는 각 대상자별로 매번 임의로 배정하여 제공하였다. 발화과제가 시행되는 동안 마이크



를 사용하여 발화 시의 음성을 녹음하였고, 과제 시행이 모두 종료된 이후 프라트 프로그램을 통하여 녹음된 자료에서 음성 지표에 대한 수치를 수집하였다. 각 발화 과제에 대한 설명은 다음과 같다.

- (1) 일반 발화: 주어진 문장(“안녕하세요. 반갑습니다.”)을 편하게 읽어보도록 한다.
- (2) 리듬 발화: 연구자가 전자드럼을 사용하여 들려주는 찬팅 리듬에 맞추어 발화하도록 한다. 다음의 절차로 발화 과제가 시행되었다.
  - ① 리듬동조화를 위해 연구자가 전자드럼을 사용하여 발화 직전 해당 리듬 패턴을 약 5초간 들려줌.
  - ② 연구자가 리듬신호에 맞추어 발화하며 1회의 모델링을 제시함.
  - ③ 1회의 연습과정을 거친 후 음성 녹음을 시행함.
- (3) 선율 발화: 동요 ‘고향의 봄’의 첫 소절 멜로디를 사용하였으며 절차는 다음과 같다.
  - ① 대상자에게 본인이 편한 음역대로 원곡(고향의 봄)의 첫 소절을 불러 보도록 함.
  - ② 대상자가 부른 원곡의 음역대를 연구자가 채택한 뒤, 해당 음역대에 맞추어진 선율(“안녕하세요. 반갑습니다.”로 개사된 원곡의 멜로디)을 제공함.
  - ③ 연구자의 1회 모델링 제시, 대상자의 1회 연습을 거친 후 음성 녹음을 시행함.

#### 4. 자료 분석

집단(일반성인집단과 뇌성마비성인집단)과 발화과제(일반 발화, 리듬 발화, 선율 발화)에 따른 음성 특성을 비교하기 위해 SPSS 통계 프로그램을 사용하였으며 각 집단의 발화과제 간 음성 특성 변화에 유의한 차이가 있는지 알아보기 위하여 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 통계적 유의미성 분석 후 유의미한 차이가 발견된 평가 변수의 경우 세 가지 발화 과제 중 어느 변수 간에서 유의한 차이가 있었는지를 분석하기 위해 사후 분석으로 Tukey 방법을 사용하여 다중비교를 실시하였다. 또한 집단과 발화과제의 종류에 따른 차이 및 상호작용 효과 검정을 위해 반복측정 이원변량분석(two-way repeated ANOVA)을 실시하였다.

### III. 결 과

#### 1. 일반성인집단의 발화과제에 따른 음성 특성 차이

일반성인집단의 세 가지 발화과제 시 음성특성을 분석한 기술 통계 결과, 기본주파수의 경우 선율 발화 시 가장 높은 수치를 보였으며 일반 발화 시 가장 낮은 수치를 보였다. 음성 강도에

있어서는 리듬 발화 시 가장 높은 수치, 일반 발화 시 가장 낮은 수치를 나타내었다. 주파수 변동률과 진폭 변동률의 경우에는 일반 발화 시 가장 높은 수치, 선율 발화 시 가장 낮은 수치를 보였다(〈Table 2〉 참조).

〈Table 2〉 Speech Parameters of Adults without CP During Vocalization

Variable	Reading		Chanting		Singing	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Fundamental frequency (Hz)	170.90	55.57	176.25	51.57	199.23	58.16
Intensity (dB)	63.57	7.26	66.69	6.89	65.91	7.35
Jitter (%)	1.72	0.53	1.31	0.42	0.81	0.23
Shimmer (dB)	1.02	0.19	0.98	0.20	0.79	0.17

발화 과제에 따른 음성 특성 차이의 유의미성을 검증하기 위해 일원변량분석을 실시한 결과, 기본주파수의 경우 발화과제에 따른 수치 변화 차이가 유의하지 않았다( $F(2, 57) = 1.48, p = .23$ ). 음성 강도 역시 발화과제에 따른 해당 수치의 차이가 유의하지 않았다( $F(2, 57) = 1.02, p = .36$ ). 반면 발화과제에 따른 변동률 지표의 차이는 유의한 것으로 나타났는데, 주파수 변동률에 있어 일원변량분석 결과는  $F(2, 57) = 24.05, p < .001$ , 진폭 변동률에 있어서의 결과는  $F(2, 57) = 8.81, p < .001$ 로 나타났다.

발화과제에 따라 유의한 차이가 나타난 주파수 변동률과 진폭 변동률에 있어 실시한 사후검정 결과, 주파수 변동률의 경우 대응된 과제 간 비교 모두에서 유의한 차이를 보였다. 진폭 변동률의 경우 일반 발화와 리듬 발화를 제외한 대응된 과제 간 비교 모두에서 유의한 차이가 나타났다(〈Table 3〉 참조).

〈Table 3〉 Comparison of Jitter and Shimmer Between Speech Tasks in Adults without CP

Dependent variable	(I) Task	(J) Task	<i>MD</i> (I-J)	<i>Std. Error</i>	<i>Sig.</i>
Jitter (%)	Reading	Chanting	.41	.13	.008**
	Reading	Singing	.91	.13	.000***
	Chanting	Singing	.50	.13	.001
Shimmer (dB)	Reading	Chanting	.04	.06	.786
	Reading	Singing	.23	.06	.001***
	Chanting	Singing	.19	.06	.005**

\*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$ .

## 2. 뇌성마비성인집단의 발화과제에 따른 음성 특성 차이

뇌성마비성인집단의 세 가지 발화과제 시 음성특성을 분석한 기술 통계 결과, 기본주파수의 경우 선을 발화 시 가장 높은 수치를 보였으며 음성 강도의 경우 리듬 발화 시 가장 높은 수치를 나타내었다. 주파수 변동률과 진폭 변동률의 경우에는 선을 발화 시 가장 낮은 수치를 보였다 (<Table 4> 참조).

<Table 4> Speech Parameters of Adults with CP During Vocalization

Variable	Reading		Chanting		Singing	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Fundamental frequency (Hz)	180.10	59.34	195.52	40.31	198.48	53.63
Intensity (dB)	62.52	7.64	65.82	7.19	63.94	6.97
Jitter (%)	2.13	0.85	2.31	0.90	1.56	0.93
Shimmer (dB)	1.32	0.26	1.33	0.22	1.11	0.27

또한 발화 과제에 따른 음성 특성 차이의 유의미성을 검증하기 위해 일원변량분석을 실시하였다. 분석 결과, 기본주파수의 경우 발화과제에 따른 수치 변화 차이가 유의하지 않았다( $F(2, 57) = 0.72, p = .48$ ). 음성 강도 역시 발화과제에 따른 해당 수치의 차이가 유의하지 않았다( $F(2, 57) = 1.03, p = .36$ ). 반면 주파수 변동률과 관련하여 분석 결과는  $F(2, 57) = 3.79, p = .02$ , 진폭 변동률과 관련된 결과는  $F(2, 57) = 4.82, p = .01$ 로 나타나 발화과제에 따른 변동률 지표의 차이가 유의한 것으로 나타났다.

발화과제에 따라 유의한 차이가 나타난 주파수 변동률과 진폭 변동률에 있어 실시한 사후검정 결과, 주파수 변동률의 경우 리듬 발화와 선을 발화 비교 시 유의한 차이가 나타났다. 진폭 변동률의 경우 일반 발화와 리듬 발화를 제외한 대응된 과제 간 비교 모두에서 유의한 차이가 나타났다(<Table 5> 참조).

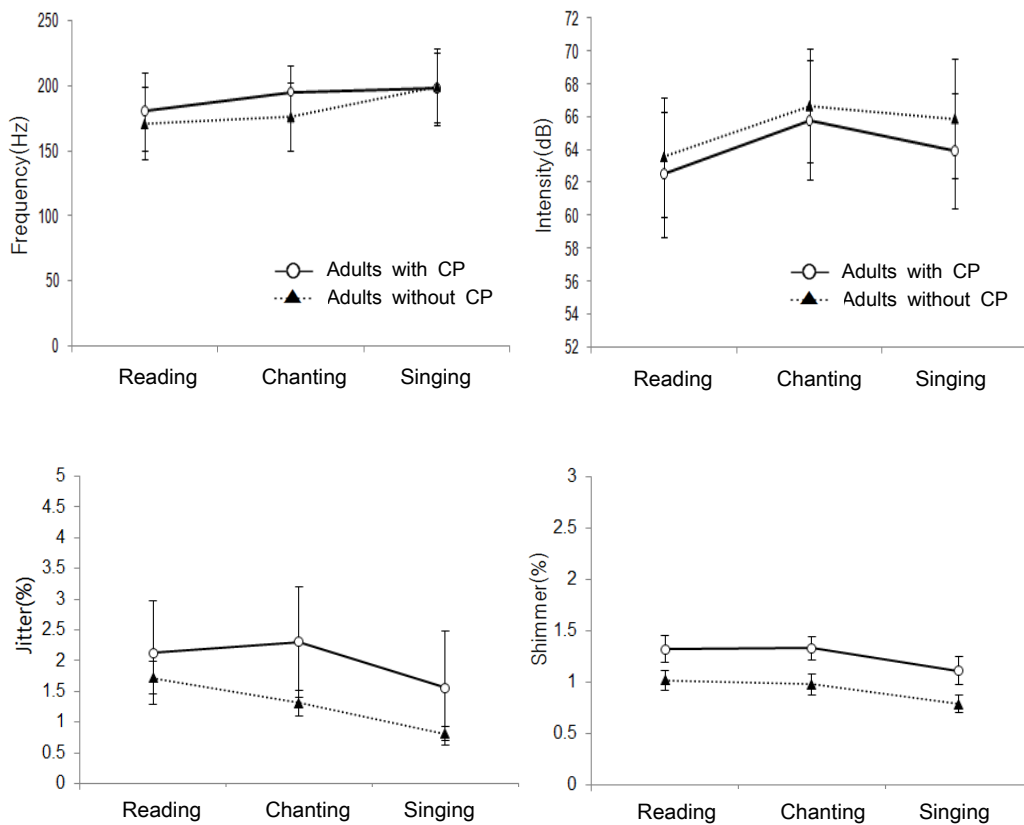
<Table 5> Comparison of Jitter and Shimmer Between Speech Tasks in Adults with CP

Dependent variable	(I) Task	(J) Task	<i>MD</i> (I-J)	<i>Std. Error</i>	<i>Sig.</i>
Jitter (%)	Reading	Chanting	-.18	.28	.79
	Reading	Singing	.56	.28	.12
	Chanting	Singing	.75	.28	.02*
Shimmer (dB)	Reading	Chanting	-.00	.08	.99
	Reading	Singing	.21	.08	.028*
	Chanting	Singing	.21	.08	.022*

\* $p < .05$ .

### 3. 집단과 발화 과제 종류의 따른 음성 특성 차이

집단과 발화과제 종류에 따른 음성 특성 차이 간의 상호작용 효과를 알아보기 위해 각 음성 지표 별 반복측정 이원변량분석을 실시하여 결과를 <Figure 3>으로 제시하였다. 기본주파수의 경우, 발화과제에 따른 주효과는 유의한 반면( $F(2, 76) = 12.87, p < .001$ ), 집단에 따른 주효과는 유의하지 않은 것으로 나타났다( $F(1, 38) = 0.33, p = .56$ ). 집단과 발화과제 사이의 상호작용 효과 역시 유의하지 않은 것으로 나타났다( $F(2, 76) = 0.95, p = .33$ ). 음성 강도에 있어서는 발화과제에 따른 주효과는 유의한 반면( $F(2, 76) = 11.67, p < .001$ ), 집단에 따른 주효과는 유의하지 않은 것으로 나타났다( $F(1, 38) = 0.36, p = .550$ ). 집단과 발화과제 사이의 상호작용 효과 역시 유의하지 않은 것으로 나타났다( $F(2, 76) = 0.39, p = .67$ ).



<Figure 3> Voice characteristics between adults with and without CP

주파수 변동률의 경우, 발화과제의 주효과가 통계적으로 유의했고( $F(2, 76) = 34.535, p < .001$ ), 집단에 따른 주효과 역시 유의한 것으로 나타나 뇌성마비성인집단의 음성의 질이 일반성인집단에 비해 저하된 것으로 나타났다( $F(1, 38) = 14.08, p = .001$ ). 또한 뇌성마비성인집단의 주파수 변동률의 경우 일반성인집단과 달리 리듬 발화 시 가장 증가된 수치를 보였는데 집단과 발화과제 간 상호작용 효과에서도 통계적 유의성이 나타나( $F(2, 76) = 4.86, p = .01$ ), 두 집단 간 상이한 양상이 발견되었다. 진폭 변동률의 경우 주파수 변동률의 경우와 비슷한 양상이 나타났는데, 발화과제에 따른 주효과( $F(2, 76) = 38.60, p < .001$ ) 및 집단에 따른 주효과( $F(1, 38) = 26.76, p < .001$ )가 모두 유의한 것으로 나타났다. 한편 집단과 발화과제 간 상호작용 효과는 유의하지 않아( $F(2, 76) = 0.13, p = .717$ ), 해당 지표의 경우 변화 양상의 집단 간 상이성이 유의한 수준은 아닌 것으로 나타났다.

#### IV. 논의 및 결론

본 연구는 일반 성인과 뇌성마비 성인에게 동일한 세 조건의 발화과제(일반 발화, 리듬 발화, 선율 발화)를 제시한 후 과제에 따라 어떠한 음성 특성이 나타나는지 알아보고자 하였다. 프라트 프로그램을 사용하여 발화과제에 따른 기본주파수, 음성강도, 주파수 변동률, 진폭변동률에 대한 수치를 측정하였으며 이에 대한 비교 분석을 통해 다음과 같은 결론이 도출되었다.

첫째, 기본주파수의 경우 일반성인집단과 뇌성마비성인집단 모두 선율 발화 시 가장 높은 수치를 보이는 양상이 발견되었다. 선율 발화 과제 시 표현 가능한 음고의 범위가 확장됐음을 의미하며 이러한 결과는 구어의 운율생성과 기본주파수 변화에 상관관계가 있음을 보여주는 선행연구 결과와도 일치한다(Baker et al., 2005). 또한 성대의 진동속도가 빨라질수록 기본주파수 수치는 높아지는데(Ferrand, 2006) 이는 노래를 부르도록 했을 시 성대의 진동 속도가 더욱 빨라졌음을 의미하며 음고 이동 시 후두 근육 운동이 촉진되며 성대의 진동수가 수시로 변하게 된다는 선행연구 결과와도 일치한다(Wan et al., 2010). 즉 뇌성마비 성인의 경우에도 선율을 표현하도록 했을 때 성대의 진동 운동이 촉진될 수 있음을 의미한다.

둘째, 음성강도의 경우 일반성인집단과 뇌성마비성인집단 모두 리듬 발화 시 가장 높은 수치를 보였는데, 이는 리듬 발화 시 생성되는 역양과 강세로 인한 것으로 사료된다. 리듬을 적용하여 발화하게 되면 음절 간의 분절시간 및 지속시간이 어느 정도 규칙적이게 되며 이러한 시간적 신호에 의해 발화 시 강세를 주어 음절을 산출하게 될 수 있다. 또한 리듬 발화 과제 수행 과정에서 대상자는 당김음으로 구성된 리듬패턴으로 인해 강세를 주며 찬팅 형식으로 발화하도록 유도된다. 즉 외부에서 주어진 청각적 리듬 신호 및 리듬 패턴으로 인해 문장에 강세를 주어 말하게 되었고 이 과정에서 폐에서 생성된 기류가 양측 성대를 순간적으로 뚫고 빠른 속도로 지나가게

되어 이 때 생성되는 성대 사이의 성문하압이 증가해 공기를 진동시키는 힘이 커지게 되었음을 예측해볼 수 있으며 이로 인해 음성강도 수치가 높게 나타나게 된 것으로 유추해볼 수 있다. 이는 혼합형 마비말장애 환자를 대상으로 악센트가 적용된 멜로디 찬팅 훈련을 실시한 결과 음성강도가 유의미하게 향상되었다는 선행연구 결과와(Kim & Jo, 2013), 강세를 주어 말하게 되면 성문하압이 증가하여 음성의 크기가 커진다는 문헌의 내용과도 일치한다(Go, 2013). 한편 두 집단 모두 발화과제에 따른 기본주파수 및 음성강도 수치 변화의 차이가 유의한 수준으로 검정되지 않아 일반화된 결론을 도출하기에는 어려움이 있다.

마지막으로, 주파수 변동률과 진폭 변동률의 경우 두 집단 모두 발화 과제 간의 수치 차이가 유의한 것으로 나타났다. 특히 선율 발화 과제의 경우 두 집단에서 동일한 경향성이 도출되었다. 두 집단 모두 선율 발화 시 음성의 질과 관련된 평가 변수인 주파수 변동률 및 진폭 변동률이 가장 유의하게 감소되는 모습을 보여 일반 성인 뿐만 아니라 뇌성마비 성인의 경우에도 선율을 적용하여 음성을 산출하도록 했을 시 음성의 질이 개선되는 양상이 나타났다. 이는 뇌성마비 성인의 경우에도 선율 발화 시 성대의 진동 주기가 보다 안정적으로 변하는 반응이 나타날 수 있음을 의미한다. 특히 사후분석을 통한 다중비교 결과 선율 발화 시 가장 큰 폭으로 주파수 변동률과 진폭 변동률이 유의하게 감소되었다. 이러한 주파수 변동률과 진폭 변동률 수치 감소는 진동 주기간의 시간적 변동률이 감소되었음을 의미하며, 성대 진동에 관여하는 근력 조절이 보다 안정적으로 이루어졌음을 의미한다(Ferrand, 2006). 음고를 이동하며 발성했을 시의 성문의 전자성문과형검사를 실시한 결과 말하기시보다 성대가 안정적인 진동과형을 보였다는 선행 연구 결과와도 일치한다(Roubeau, Henrich, & Castellengo, 2009). 즉 선율 발화 시 진동 주기가 보다 안정적으로 형성되어 음성의 질이 향상된 것으로 사료된다. 또한 이러한 결과는 노래를 부르기 위해 선율에 맞추어 음성을 산출했을 시 후두 근육 운동이 촉진되어 후두 기능과 성대 주름의 근육 협응이 일반적인 구어 산출시보다 더 잘 이루어지는 것으로 나타난 선행연구 결과(Wan et al., 2010)와도 일치하는 결과이다.

하지만 두 집단 간의 주파수 변동률 및 진폭 변동률의 수치변화 양상을 비교한 결과 뇌성마비 성인집단과 일반성인집단이 서로 다른 양상을 보였다. 일반성인집단의 경우 선율 발화, 리듬 발화, 일반 발화의 순으로 주파수 변동률과 진폭변동률의 평균 수치가 낮게 나타났으나 뇌성마비성인집단의 경우에는 선율 발화, 일반 발화, 리듬 발화의 순으로 낮게 나타났다. 즉 뇌성마비성인집단의 경우 리듬을 적용했을 시 주파수 변동률 및 진폭 변동률 수치가 가장 증가되는 양상이 발견되어 일반 발화 시보다 음성의 질이 저하되었음을 확인할 수 있었다. 성대근을 비롯한 발성 관련 근육의 긴장도가 과대 긴장을 보일 경우 주파수 변동률 수치가 증가했다는 선행연구결과(Orlikoff, 1991)를 바탕으로 리듬 발화 시 주파수 변동률과 진폭 변동률 수치가 더 높게 나왔다는 것은 강세나 억양을 표현하도록 했을 시 후두 근조직에 부적절한 긴장이 유발되었을 가능성이 있는 것으로 사료된다. 즉 일반 성인의 음성의 질에는 리듬요소가 부정적인 영향을 미치지 않

았으나 뇌성마비 성인의 경우 가변적이며 불안정한 근긴장도로 인해 해당 요소가 음성의 질이 저하될 수 있음을 의미한다. 하지만 본 연구는 발화과제 시 나타나는 즉각적인 음성 특성에 대한 차이만을 비교 분석하는 연구로써 리듬요소에 대한 중재 효과를 입증하는 연구가 아니므로 치료적 효과에 대한 결론 도출에는 어려움이 있으며 본 연구 결과를 근거로 한 중재 적용을 위한 기초 자료를 위해서는 이에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

결론적으로 뇌성마비 성인 역시 일반 성인과 마찬가지로 선율 발화 시 음성의 질이 개선된 형태로 음성이 산출될 수 있으나 리듬 발화 시에는 일반 성인과 다른 양상으로 음성이 산출될 수 있다는 가능성이 제시되었다. 즉 선율 발화의 경우 일반 성인과 마찬가지로 뇌성마비 성인의 경우에도 음성의 질에 긍정적 영향을 끼칠 수 있는 것으로 나타났으나, 리듬 발화의 경우 뇌성마비 성인에게는 부정적인 영향을 끼칠 수 있음을 의미한다. 따라서 뇌성마비 성인에게 음악적 발화과제를 치료적 중재안으로 제공할 때 음성산출과정에서 일반 성인과는 다른 양상으로 음성이 산출될 수 있음을 고려할 필요가 있어 보인다. 하지만 본 연구에서는 음악요소가 적용된 발화과제에 따른 즉각적인 음성 특성만을 연구했으므로 장기적인 측면에서 발화과제 시 적용된 음악요소로 인한 치료적 효과에 대해서는 후속연구가 이루어져야 할 것으로 사료되는 바이다. 또한 뇌성마비는 병인의 특성상 뇌병변의 위치 및 정도에 따라 서로 상이한 메커니즘의 운동 패턴 및 근긴장도를 보이게 되므로 뇌성마비의 유형별 특성이 음악요소 적용 시에는 각각 어떤 식으로 다르게 나타나게 되는지에 대한 연구가 추후 이루어져야 할 것이다.

## References

- Andersson, C., & Mattsson, E. (2001). Adults with cerebral palsy: A survey describing problems, needs, and resources, with special emphasis on locomotion. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 43(2), 76-82.
- Baker, F., Wigram, T., & Gold, C. (2005). The effects of a song-singing programme on the affective speaking intonation of people with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 19(7), 519-528.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., ... Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(8), 571-576.
- Binazzi, B., Lanini, B., Bianchi, R., Romagnoli, I., Nerini, M., Gigliotti, F., ... Scano, G. (2006). Breathing pattern and kinematics in normal subjects during speech, singing,

- and loud whispering. *Acta Physiologica*, 186(3), 233-246.
- Cho, K. Y. (2005). Body-relaxing training to improve articulation vocalization in children with spastic cerebral palsy. *Korean Journal of Physical, Multiple & Health Disabilities*, 45, 209-224.
- Duffy, J. (2005). *Motor speech disorders: Substrates, differential diagnosis and management* (2nd ed.). St. Louis, MO: Mosby-Year Book.
- Ferrand, C. T. (2006). *Speech science: An integrated approach to theory and clinical practice*. Boston: Allyn & Bacon.
- Go, D. H. (2013). *Anatomy and physiology for speech, language, and hearing*. Seoul: Hakjisa.
- Haak, P., Lenski, M., Hidecker, M. J. C., Li, M., & Paneth, N. (2009). Cerebral palsy and aging. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(s4), 16-23.
- Jeon, H. S. (2003). A study on the approach method of Bobath for the speech and language training of children with cerebral palsy. *Korean Journal of Physical, Multiple & Health Disabilities*, 42, 15-31.
- Jeong, J. O., Kim, D. Y., Sim, H. S., & Park, E. S. (2011). The maximum phonation time and temporal aspects in Korean stops in children with spastic cerebral palsy. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, 3(1), 135-143.
- Kim, H. W., & Kwak, Y. H. (2008). Musculoskeletal surgeries for optimization of ambulation ability in patients with spastic cerebral palsy. *Journal of the Korean Medical Association*, 51(5), 475-482.
- Kim, H. K., & Kwon, D. H. (2005). The effect of respiratory muscles training program on improvement of speech production mechanism in children with spastic cerebral palsy. *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 14(2), 89-109.
- Kim, S. J., & Jo, U. (2013). Study of accent-based music speech protocol development for improving voice problems in stroke patients with mixed dysarthria. *NeuroRehabilitation*, 32(1), 185-190.
- Nam, H. W. (2011). The characteristics of intensity variations in diadochokinesis in the speakers with cerebral palsy. *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 20(1), 157-171.
- Nam, H. W., Ann, J. B., & Jung, H. (2009). The auditory-perceptual characteristics of articulation and prosody by the types of cerebral palsy in reading tasks. *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 18(4), 91-103.
- Nam, H. W., & Kwon, D. H. (2009). A comparative study of the characteristics of the



- subsystems for speech production the types of cerebral palsy. *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 18(2), 17-50.
- Nam, H. W., & Yoo, J. Y. (2010). The characteristics of nasalance in speakers with spastic cerebral palsy according to the types of sentence used for nasalance test. *Journal of the Korean Society of Speech Sciences*, 2(1), 121-125.
- Nordberg, A., Miniscalco, C., & Lohmander, A. (2014). Consonant production and overall speech characteristics in school-aged children with cerebral palsy and speech impairment. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 16(4), 386-395.
- Orlikoff, R. F. (1991). Assessment of the dynamics of vocal fold contact from the electroglottogram data from normal male subjects. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 34(5), 1066-1072.
- Pennington, L. (2008). Cerebral palsy and communication. *Paediatrics and Child Health*, 18(9), 405-409.
- Pilon, M. A., McIntosh, K. W., & Thaut, M. H. (1998). Auditory vs visual speech timing cues as external rate control to enhance verbal intelligibility in mixed spastic ataxic dysarthric speakers: A pilot study. *Brain Injury*, 12(9), 793-803.
- Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., & Bax, M., Damiano, D., ... Jacobsson, B. (2007). A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 8-14.
- Roubeau, B., Henrich, N., & Castellengo, M. (2009). Laryngeal vibratory mechanisms: The notion of vocal register revisited. *Journal of Voice*, 23(4), 425-438.
- Sabol, J. W., Lee, L., & Stemple, J. C. (1995). The value of vocal function exercises in the practice regimen of singers. *Journal of Voice*, 9(1), 27-36.
- Sankar, C., & Mundkur, N. (2005). Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. *Indian Journal of Pediatrics*, 72(10), 865-868.
- Son, S. J. (2013). *A meta-analysis of the music therapy research for patient with neurological disease* (Master's thesis). Retrieved from <http://www.riss.kr.access.ewha.ac.kr/link?id=T13054282>.
- Staudt, M., Pavlova, M., Böhm, S., Grodd, W., & Krägeloh-Mann, I. (2003). Pyramidal tract damage correlates with motor dysfunction in bilateral periventricular leukomalacia (PVL). *Neuropediatrics*, 34(4), 182-188.
- Tamplin, J. (2007). A pilot study into the effect of vocal exercises and singing on dysarthric speech. *NeuroRehabilitation*, 23(3), 207-216.

- Tamplin, J., Baker, F. A., Buttifant, M., & Berlowitz, D. J. (2014). The effect of singing training on voice quality for people with quadriplegia. *Journal of Voice*, *28*(1), 128.e19-128.e26.
- Tamplin, J., Baker, F. A., Grocke, D., Brazzale, D. J., Pretto, J. J., Ruehland, W. R., ... Berlowitz, D. J. (2013). Effect of singing on respiratory function, voice, and mood after quadriplegia: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *94*(3), 426-434.
- Tamplin, J., Brazzale, D. J., Pretto, J. J., Ruehland, W. R., Buttifant, M., Brown, D. J., & Berlowitz, D. J. (2011). Assessment of breathing patterns and respiratory muscle recruitment during singing and speech in quadriplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *92*(2), 250-256.
- Thaut, M. H., McIntosh, G. C., & Hoemberg, V. (2014). Neurobiological foundations of neurologic music therapy: Rhythmic entrainment and the motor system. *Frontiers in Psychology*, *5*, 1-6.
- Thaut, M. H., McIntosh, K. W., McIntosh, G. C., & Hoemberg, V. (2001). Auditory rhythmicity enhances movement and speech motor control in patients with parkinson's disease. *Functional Neurology*, *16*(2), 163-172.
- Wan, C. T., Rüber, T., Hohmann, A., & Schlaug, G. (2010). The therapeutic effects of singing in neurological disorders. *Music Perception*, *27*(4), 287-295.
- Workinger, M. S. (2005). *Cerebral palsy resource guide for speech-language pathologist*. New York: Thomson Delmar Learning.
- Zafeiriou, D. I. (2004). Primitive reflexes and postural reactions in the neurodevelopmental examination. *Pediatric Neurology*, *31*(1), 1-8.

- 게재신청일: 2015. 04. 05.
- 수정투고일: 2015. 09. 20.
- 게재확정일: 2015. 11. 21.