



파킨슨 환자의 클리어 스피치 전후 음향학적 공기역학적 특성

An aerodynamic and acoustic characteristics of Clear Speech in patients with Parkinson's disease

신희백 · 고도흥*

Shin, Hee Baek · Ko, Do-Heung

Abstract

An increase in speech intelligibility has been found in Clear Speech compared to conversational speech. Clear Speech is defined by decreased articulation rates and increased frequency and length of pauses. The objective of the present study was to investigate improvement in immediate speech intelligibility in 10 patients with Parkinson's disease (age range: 46 to 75 years) using Clear Speech. This experiment has been performed using the Phonatory Aerodynamic System 6600 after the participants read the first sentence of a Sanchaek passage and the "List for Adults 1" in the Sentence Recognition Test (SRT) using casual speech and Clear Speech. Acoustic and aerodynamic parameters that affect speech intelligibility were measured, including mean F0, F0 range, intensity, speaking rate, mean airflow rate, and respiratory rate. In the Sanchaek passage, use of Clear Speech resulted in significant differences in mean F0, F0 range, speaking rate, and respiratory rate, compared with the use of casual speech. In the SRT list, significant differences were seen in mean F0, F0 range, and speaking rate. Based on these findings, it is claimed that speech intelligibility can be affected by adjusting breathing and tone in Clear Speech. Future studies should identify the benefits of Clear Speech through auditory-perceptual studies and evaluate programs that use Clear Speech to increase intelligibility.

Keywords: Clear speech, Parkinson's disease, dysarthria, speech intelligibility

1. 서론

파킨슨병(Parkinson's disease; PD)은 기저핵(basal ganglia)의 흑질(substantia nigra)에서 생성되는 도파민의 결핍으로 인해 나타나는 신경학적 퇴행성 질환 중 하나이다. 미국 국립신경질환뇌졸중연구소(National Institute of Neurological Disorders and Stroke; NINDS)에 따르면, 미국에서는 100만 명 이상이 퇴행성 신경학적 질병을 겪고, 매해 약 6만 명이 새롭게 진단을 받는다고 보고하였다. 2007년에 국내 파킨슨병에 대해 발표한 질병관리본부의 파킨슨병 유병률 및 실태조사에 따르면, 지역조사에서 65세 이상 노인 10만 명 중 1,522명(1.5%)이 파킨슨병을 겪고

있다고 보고하였다. 파킨슨병 유병률은 여성이 남성보다 두 배 이상 높았고 고령일수록 유병률이 더 높다고 보고하였다.

임상적 관점에서 파킨슨병 환자가 가지는 도파민 부족은 근경직(rigidity)의 증가, 휴식 시 떨림(rest tremor), 운동 느림증(bradykinesia), 비정상적 자세 반사(abnormal postural reflex) 그리고 자세 변화(postural change) 등의 운동 문제를 보이고, 균형, 걸음걸이에도 지속적인 퇴행이 나타난다. 근육의 문제로 인해 파킨슨병 환자들은 얼굴 표현이 감소하고, 음성 크기가 작아지고, 글씨 쓰기에 문제를 보이며 일반적인 행동에서도 어려움을 겪는다. 이러한 이유로 인해 결국에는 우울증과 감정적 변화까지도 야기할 수 있다.

* 한림대학교, dhko7@hallym.ac.kr, 교신저자

Received 28 July 2017; Revised 5 September 2017; Accepted 14 September 2017

도파민 부족은 비언어적 행동들에 영향을 줄 뿐만 아니라 (Lang & Lozano, 1998), 말 산출에도 다양한 영향을 줄 수 있으며 호흡, 발성, 조음, 그리고 운율 등 어떠한 영역에도 영향을 미칠 수 있다(Goberman & Coelho, 2002). 그 중 가장 중요한 말 문제는 조음기관의 위치와 순차적 움직임은 정확하지만 제한적인 운동 범위로 인해 호흡, 발성, 조음에서 가장 두드러진다(Darley et al., 1969; Holmes et al., 2000). 파킨슨병의 호흡 특징은 호흡을 위한 근육의 운동 제한으로 인해 정상인보다 빠르고 짧은 호흡 속도를 가진다. 이를 통해 적은 호흡량, 발화 시 호기 조절의 실패, 짧은 호흡 주기 등을 초래하고, 결국은 말 명료도에 영향을 미치게 된다. 또한 발성 측면에서는 불완전한 성대 내전으로 인해 거칠거나(harshness), 기식 음성(breathiness)을 보인다. 발성 시 성대가 완전히 내전되지 않아 성대 사이로 공기가 새어 나오게 되고, 음성 크기의 감소가 동반될 경우 말 명료도의 저하가 나타나게 된다. 파킨슨병 환자들에게 가장 크게 나타나는 문제는 다양한 조음 오류이며, 그 중 가장 흔한 오류는 부정확한 자음이다. 이러한 문제는 조음기관의 운동 범위 제한으로 인해 부정확하고 왜곡되어 산출되고, 운동 느림증, 근육의 경직에 기인하며, 말 명료도에 영향을 미치게 된다(Hammen et al., 1994; Weismer et al., 2001).

파킨슨병의 말 명료도 증가를 위한 중재는 의학적 조치를 통해 효과가 나타날 수도 있지만, 행동 및 도구에 근거한 치료 방법은 말 명료도를 증가시키기 위해 여전히 중요하게 인식되고 있다. 그 중 클리어 스피치(Clear Speech)는 과거 몇 년 동안 말 명료도에 관한 흥미로운 연구 주제로 여겨져 왔고, 과거에는 “좋은 발음” 또는 “뚜렷한 발음”의 용어들로 설명되어 왔다. 클리어 스피치를 이용한 초기 연구들은 청력손실 대상자와 의사소통 하기 위한 명료도 증가 전략으로 개발되었다(Picheny et al., 1985). 클리어 스피치는 화자 스스로 좀 더 분명한 방법을 사용하여 청자가 이해할 수 있는 가능성을 최대화 시켜줄 수 있는 방법이다. 즉, 화자 스스로 의사소통 파트너에게 습관적인 말의 명료도를 최대한 증가시키는 수정 방법으로써, 의식적, 혹은 무의식적으로 각 상황에 맞게 사용되어 시끄러운 의사소통 환경에서 대화를 하거나, 청각장애를 가진 대상자와 의사소통하는 상황에서 사용될 수 있다(Uchanski, 2005). 다른 전략들은 좀 더 쉬운 문법을 이용하거나, 좀 더 쉬운 단어들을 이용하고, 선택적인 관계대명사를 끼워 넣어 구어를 좀 더 쉽게 이해할 수 있도록 만들지만, 클리어 스피치는 이런 것들을 고려하지 않고 화자가 사용하는 언어 자체의 명료도를 증가시키고자 한다(Uchanski, 2005; Valian & Wales, 1976). 또한, 클리어 스피치는 음성 강도를 증가시킨 말(loud speech)이나 소음 상황에서 산출되는 롬바드 스피치(lombard speech) 같은 다른 대화 방법과 차이를 보이는 데, 클리어 스피치는 단순히 소리를 크게 내는 것이 아니라, 모든 음소들을 정확하고 분명하게 조음하며, 말속도가 어느 정도 느려지며, 생각과 표현 사이에서 약간의 쉼이 생기고, 많은 변화는 아니지만 어느 정도 증가된 음성크기를 보인다(Gillespie & Gartner-Schmidt, 2016; Gobermans & Elmer, 2005; Picheny et al., 1986; Searl & Evitts, 2013; Uchanski, 2005).

최근 들어, 클리어 스피치는 마비말장애, 신경학적 진단, 음성장애를 가진 환자들에게 다양하게 적용될 수 있다고 보고되고 있다(Duffy, 2005; Hustad & Weismer, 2007). 특히, 마비말장애 환자에 대한 클리어 스피치 연구들이 활발히 진행되고 있으며 (Beukelman et al., 2002; Dromey, 2000; Goberman & Elmer, 2005; Tjaden et al., 2013), 이러한 연구들은 음향학적, 공기역학적, 지각적 측정을 토대로 말 명료도를 증가시킬 수 있는 치료 테크닉의 근거 자료로 발전되고 있다.

Goberman & Elmer(2005)의 연구에서는 파킨슨병 환자들의 일반 말소리와 클리어 스피치의 음향학적 특징을 비교하였다. 이 연구에서는 F0 와 F1, F2, 모음 공간과 조음 속도에 대해 측정하였으며 그 결과, 조음 속도는 클리어 스피치에서 높은 효과크기를 보이며 일반 말소리와 유의미한 차이를 보였다. 또한, F0 와 F0 SD에서도 클리어 스피치에서 유의미하게 증가하는 것으로 보였고, 12 명의 대상자 중 7 명은 클리어 스피치를 사용할 경우에 더 큰 모음공간을 보였다. 클리어 스피치를 사용할 경우 나타나는 이러한 결과들은 파킨슨병 환자들의 명료도 증가에 효과적일 수 있다고 보고하였다.

클리어 스피치를 통한 명료도 증가를 위해서는 적절한 지시 방법이 더 좋은 결과를 이끌어낼 수 있다. Lam & Tjaden(2013)의 연구에서는 정상 성인을 대상으로 클리어 스피치를 지시하는 방법에 따라 음향학적 측정치와 문장 명료도의 차이를 연구하였다. 이 연구에서는 클리어 스피치를 산출하도록 지시하는 방법을 3 가지로 나누었다. “clear speech(명료하게 말하세요)”, “Hearing impairment(청각장애인에게 말한다고 생각하고 말하세요)”, “overenunciate(발음을 세게 해서 말하세요)”로 정의하였고, 세 가지 지시 방법을 통해 클리어 스피치와 일반 말소리를 비교한 결과, 모두 유의미한 차이를 보였지만, 그 중, “hearing impairment”로 지시했을 때, 초분절적 측정치(평균 SPL, SPL SD, F0 IQR, 평균 F0)에서 가장 큰 변화를 보이는 것으로 나타났다. 하지만, 이 연구는 정상 성인을 대상으로 연구했기 때문에 향후 다양한 장애군을 대상으로 실시해야 할 것을 제안했다.

클리어 스피치에 대한 대부분의 선행 연구들은 신경학적인 문제가 없는 정상 성인을 대상으로 음향학적, 공기역학적 변화들을 살펴본바 있다(Picheny et al., 1986; Lam et al., 2012; Lam & Tjaden, 2013; Searl & Evitts, 2013). 이러한 연구들은 말 명료도 증가가 필요한 마비말장애 환자들이나 청각장애 환자들에게 실시되어야 할 것을 제안하였다. 그 중 파킨슨병 환자들은 낮은 명료도를 가지며, 궁극적으로는 명료도를 증가시키는 것이 치료 목표인 경우가 있고, 클리어 스피치의 음향학적, 공기역학적 변화들과 더불어, 이러한 변화들이 파킨슨병 환자들의 말 명료도 향상에 어떤 영향을 줄 수 있는지 연구하는 것은 매우 중요하다. 따라서, 본 연구는 파킨슨병 환자들의 대화 방식에 따라(casual speech, Clear Speech) 어떤 음향학적 변화들이 나타나고, 이를 통해 말 명료도 증가에 어떤 영향을 줄 수 있는지를 알아보고자 한다. 이러한 결과들을 통해, 근본적인 음향학적, 공기역학적 변화의 의미를 확인하여 파킨슨병에 대한 이해를 돕고, 클리어 스피치가 중재 기법으로 어느 정도의 효율성을 가지고 있는지를 확

인하여 최적화된 클리어 스피치 훈련 프로그램을 개발하기 위한 근거 자료로 사용하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1. 연구 대상

본 연구는 서울 및 경기지역에 거주하는 파킨슨병 환자 총 10명을 대상으로 하였다. 대상자들의 평균 연령은 63.7세(SD:8.88)로 나타났으며 연령 범위는 46세에서 75세였다. 환자들의 인지 수준과 치료 예후의 연구는 Ramig *et al.*(1995)의 연구에서 정상적 인지수준을 가진 대상자가 치료에 가장 잘 반응한다고 보고하였기 때문에 K-MMSE(Korean Mini Mental State Exam)를 실시하여 최소 25점 이상의 수행을 나타내는 대상자를 선정하였다. 대상자들은 모두 도파민 약을 복용하고 있었고 언어치료를 받아보지 않았거나, 언어치료를 받은지 2년이 지났다. 또한, Ramig *et al.*(1995)의 연구에서는 Hoehn & Yahr stage¹와 치료 예후의 상관관계를 볼 때, 1,2 단계의 환자들은 LSVT를 통해 일상적인 구어의사소통을 유지하도록 도움을 받을 수 있다고 보고하였다. 하지만, 김윤경 외(2012)의 연구에서는 LSVT를 사용한 10편의 연구에 대해 메타 분석한 결과, 파킨슨병 대상자들의 H & Y 단계(stage)는 3점 미만으로 나타났다. 따라서, 본 연구에 포함된 대상자들의 H & Y 단계는 3점까지 포함하여 진행하였다. 참여한 대상자들에 대한 자세한 내용은 <표 1>에 명시하였다.

표 1. 연구 참가자 정보

Table 1. Participants' information

구분	성별	나이	진단 경과	K-MMSE	언어 치료	약 복용	H&Y
1	F	67	17y	28	X	O	3
2	M	70	12y	28	X	O	2
3	F	70	6y	28	X	O	2
4	F	46	2y	26	O	O	1
5	F	56	13y	23	X	O	2
6	F	75	5y	29	X	O	2
7	F	56	6y	30	X	O	1.5
8	M	65	3y	26	X	O	2.5
9	M	74	11y	28	X	O	1.5
10	F	58	17y	29	X	O	3

2.2. 분석

2.2.1. 실험자료

파킨슨병 환자들의 습관적인 말과 클리어 스피치에 대한 음향학적, 공기역학적 변화를 확인하기 위한 음성 자료 수집은 두 번에 걸쳐 수집되었다. 국외 문헌에서는 Sentence Intelligibility Test(SIT)의 문장을 많이 사용하는 반면, 한국에서는 표준화된

평가 문장이 많지 않다. 그 중, 장현숙 외(2008)의 연구에서는 한국어의 특성과 연령별 특성을 고려한 일상생활에서의 의사소통을 위한 문장인지검사를 위하여 일반용 및 학령기용의 표준화된 한국어 문장표를 개발하였다. 따라서, 본 연구에서는 파킨슨병 환자들의 습관적인 말과 즉각적인 클리어 스피치의 음향학적, 공기역학적 변화를 확인하기 위해 1) 산책 문단의 첫 문장과 2) 문장인지검사 중 일반용 문장표 목록 1에 포함된 10문장을 이용하여 실시하였다. <표 2>에 연구에서 사용한 실험문장을 제시하였다.

표 2. 읽기자료

Table 2. Reading materials

no	산책 문단- 첫 문장
1	높은 산에 올라가 맑은 공기를 마시며 소리를 지르면 가슴이 활짝 열리는 듯 하다.
일반용 문장표- 목록 1	
1	백화점에 가서 목걸이와 만지기를 샀습니다.
2	휴지를 버려주세요.
3	우체국은 병원 앞에 있어요.
4	약을 하루에 두 번씩 드세요.
5	감기에 걸리지 않도록 조심해라.
6	내가 퇴근하는 시간은 항상 같다.
7	물이 차다.
8	오늘처럼 눈이 오는 날은 조심해서 운전해야 한다.
9	당신이 만든 작품을 설명해 보세요.
10	당근은 무슨 색입니까?

2.2.2. 자료 수집 절차

파킨슨병 환자들의 말 샘플은 대화 방식에 따라 각 문장들을 읽게 하여 수집하였다. 대화 방식에 따른 음향학적 변화들을 확인하기 위한 데이터 수집은 소음이 40dB 이하인 장소에서 Phonatory Aerodynamic System(PAS; model 6600, KayPENTAX, NJ, USA)를 이용하여 실시하였다. PAS 6600은 보정된 마이크의 호기류계와 얼굴 마스크가 한 쌍이 되어 구성된다. 대상자는 바른 자세로 앉아 마스크를 잡고 편안하게 입과 코를 덮은 뒤 문장을 읽었다. 연구자는 대상자들이 문장을 읽기 전에 부드럽게 흡기할 수 있도록 하고, 얼굴 마스크 주변에서 공기가 새는지 체크하였다. 연구자는 먼저 대상자들의 습관적인 말(casual speech)을 이용하여 편하고 자연스럽게 산책 문단의 첫 문장을 읽게 하였다. 그 후 30초에서 1분간의 휴식을 가진 후 10문장을 연속해서 읽도록 하였다. 다시 1분간의 휴식을 가진 후 클리어 스피치를 이용하여 산책 문단의 첫 문장을 읽게 하였다. 그 후 30초에서 1분간의 휴식을 가진 후 10문장을 연속해서 읽도록 하였다.

대상자들이 자연스럽게 클리어 스피치를 산출할 수 있도록 Lam & Tjaden(2013)의 연구에 따라, 대상자들에게 “청각장애 환

자들에게 말하는 것처럼 말하세요”로 지시하였다. 이러한 지시 방법으로 클리어 스피치를 산출하는 것은 “명확하게 말하세요” 또는 “발음을 세게 하세요” 같은 추상적인 다른 지시 방법보다 조금 더 직접적으로 클리어 스피치를 산출할 수 있으며 효과적인 클리어 스피치를 산출할 수 있다.

2.3. 자료 분석 및 측정

2.3.1. 자료 분석

연구자는 PAS 6600 프로그램 프로토콜 중 연결발화 프로토콜 (running speech)를 이용하여 분석하였다. 커서를 이용하여 발성을 위한 호흡과 dB SPL을 추적하여 파형의 시작과 끝에 수동으로 위치시켜 분석하였다. 연결발화 프로토콜을 이용하면 대상자들의 연결 발화에 대하여 발화기본주파수, 피치 범위, 강도, 호흡 수, 평균 호기류율에 대하여 자동적으로 분석할 수 있고, 말속도는 연구자가 수동으로 분석하였다.

2.3.2. 음향학적, 공기역학적 측정

말 명료도에 영향을 줄 수 있는 음향학적, 공기역학적 측정치는 발화기본주파수, 피치 범위, 강도, 말속도, 평균 호기류율, 호흡 수를 통해 측정하였다. 음향학적, 공기역학적 선행 연구들은 음향학적 변화가 명료도 변화를 예측하고 설명할 수 있다고 제안한다. 예를 들어, 모음 사각도나, 자음의 특수성을 측정하여 명료도를 예측할 수 있고(심희정 외, 2012; Amano-Kusumoto *et al.*, 2014; Lansford & Liss, 2014), F0와 전체 시간 측정 등을 통해서도 명료도를 예측할 수 있다고 보고하였다(Bunton *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2011). 특정한 음향학적, 공기역학적 변수들이 명료도를 예측할 수 있는 중요성을 제공하기 때문에 본 연구에서 사용되었다.

PAS 6600 을 이용하여 녹음한 말 샘플을 분석할 경우, 발화기본주파수, 피치 범위, 강도는 프로그램에서 자동으로 분석되어지며, 대상자들의 말속도는 음절수를 발화지속시간(초)으로 나누는 초당음절수(syllable per second; SPS)로 계산하였다. 말속도는 유창성을 기준으로 전체 말속도와 조음 속도로 나눌 수 있으며, 본 연구에서는 발화 내에 2 초(2,000ms) 이상의 비전형적인 쉼(pause)과 머뭇거림 시간이 있을 경우, 이를 제외한 나머지 시간을 ‘휴지를 제외한 발화지속시간’으로 계산하였다. 그리고 총 음절에서 의미전달 음절만을 선택하고 그 수를 세어서 ‘내용전달음절수’로 계산하였다. 그 후, ‘내용전달 음절 수’를 ‘휴지를 제외한 발화지속시간’으로 나누어 전체 말속도를 계산하였다(심홍임, 2004). 평균 호기류율의 경우, 전체 호기량을 발화지속 시간으로 나누어 초당 호기류(mL/s)로 구하였다. 마지막으로 호흡 수는 연결발화 프로토콜의 기류 선을 통하여 호흡을 위한 들숨을 체크하여 그 수를 수동으로 세었다. 단, 문장인지검사의 경우 문장 간 쉼은 포함시키지 않고 문장 내 쉼만을 포함하였다.

2.3.3. 통계처리

자료는 수치화하여 SPSS(version 22) 프로그램을 이용하여 통계 처리 하였다. 연구에 포함된 대상자 수가 10명이기 때문에 정규

성 검정을 실시하였다. 파킨슨 환자들의 음성을 수량화한 음향학적, 공기역학적 측정치들은 정규성이 확인되어 대응표본 t 검정을 이용하여 유의수준 0.05에서 분석하였다.

3. 결과

산책 문단과 문장인지검사 자료에서 파킨슨병 환자들의 대화 방식에 따른 음향학적, 공기역학적 특성에 대한 평균 및 표준편차는 <표 3>과 <표 4>에 제시하였다.

산책 문단에서 습관적인 말과 클리어 스피치에 대해 대응 표본 t 검정을 실시한 결과, 발화기본주파수($t = -4.265; p = 0.002$), 피치 범위($t = -2.389; p = 0.041$), 말속도($t = 0.754; p = 0.000$), 호흡 수($t = -0.272; p = 0.022$)에서 대화 방식간의 유의미한 차이를 나타냈다. 문장인지검사 자료에서 습관적인 말과 클리어 스피치에 대해 대응 표본 t 검정을 실시한 결과, 발화기본주파수($t = -5.044; p = 0.001$), 피치 범위($t = -2.404; p = 0.040$), 말속도($t = 3.495; p = 0.007$)에서 대화 방식 간 유의미한 차이를 나타냈다.

표 3. 산책 문단에서 측정치의 평균과 표준편차

Table 3. Mean (standard deviation) of acoustic-aerodynamic parameters for Sanchaek passage

	Parkinson group(n=10)	
	Casual speech	Clear speech
발화기본주파수(Hz)	175.83(27.22)	202.53(33.15)**
피치 범위(Hz)	122.18(48.53)	159.90(43.04)*
강도(dB)	66.39(4.26)	65.53(4.66)
말속도(SPS)	6.08(0.72)	4.88(0.77)***
평균호기류율(mL/s)	144.76(131.87)	173.04(113.93)
호흡 수	1.70(1.25)	3.20(1.75)*

*** $p < .001$ ** $p < .005$ * $p < .05$

표 4. 문장인지검사 목록표-1에서 측정치의 평균과 표준편차

Table 4. Mean (standard deviation) of acoustic-aerodynamic parameters for Sentence Recognition Test

	Parkinson group(n=10)	
	Casual speech	Clear speech
발화기본주파수(Hz)	169.94(23.03)	194.55(29.77)***
피치 범위(Hz)	138.60(22.08)	176.16(45.60)*
강도(dB)	66.01(2.47)	67.04(3.03)
말속도(SPS)	6.37(0.72)	5.31(0.80)**
평균 호기류율(mL/s)	203.51(107.47)	153.50(99.86)
호흡 수	2.20(2.74)	4.20(3.70)

*** $p < .001$ ** $p < .005$ * $p < .05$

산책 문단과 문장인지검사를 통한 평균을 이용한 시각적 그래프는 <그림 1>과 <그림 2>에 제시하였다.

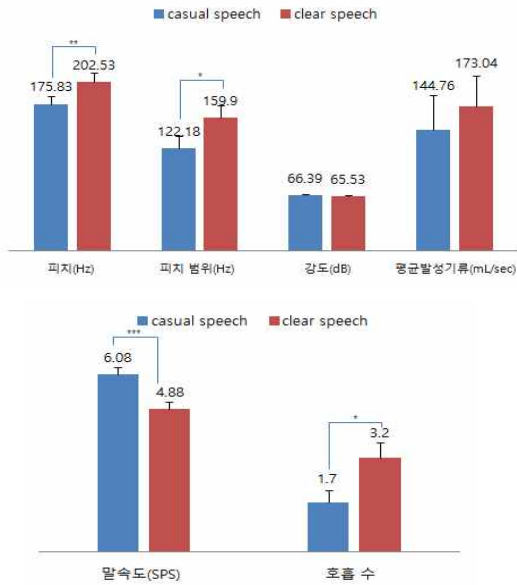


그림 1. 산책 문단의 음향학적-공기역학적 평균 그래프
Figure 1. Graph of acoustic-aerodynamic parameters for Sancheck passage

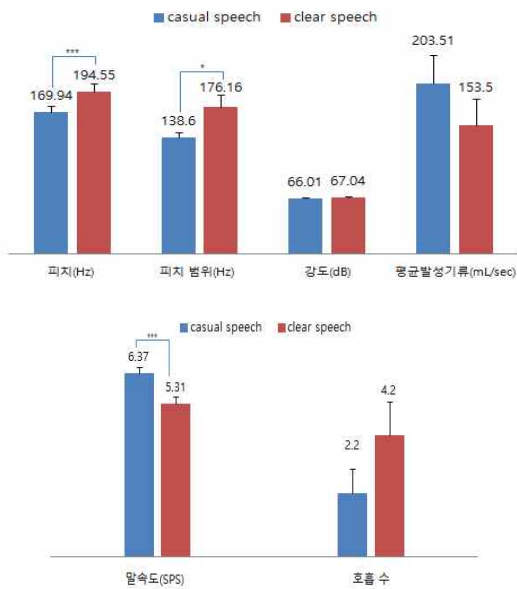


그림 2. 문장인지 검사의 음향학적-공기역학적 평균 측정치
Figure 2. Graph of acoustic-aerodynamic parameters for Sentence Recognition Test

4. 결론 및 토의

본 연구는 파킨슨병 환자의 말 명료도를 예측할 수 있는 음향학적, 공기역학적 변화들을 살펴보고자 하였다. 연구에서 살펴본 음향학적, 공기역학적 측정치들은 발화기본주파수, 피치 범위, 강도, 말속도, 평균발성기류, 호흡 수로 나누어 측정하였다.

본 연구에서 측정된 평균 발화기본주파수는 남성과 여성의 평균으로 측정하였다. Goberman & Coelho(2002)의 연구에서는

남성과 여성을 나누어 연결발화의 발화기본주파수를 구분하여 측정하였지만, 향후 연구에서는 성별에 따른 발화기본주파수의 차이가 비교적 일관적이라고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 성별에 관계없이 발화기본주파수를 분석하였을 때, 산책 문단에서 습관적인 말과 클리어 스피치의 발화기본주파수를 비교해보면 각각 175.83Hz, 202.52Hz로 나타났고, 문장인지 검사에서는 169.94Hz, 194.55Hz로 나타났다. 이러한 결과는 과제와 상관없이 클리어 스피치로 읽기를 실시할 경우 비교적 더 높은 평균 발화기본주파수를 보이는 것으로 나타났다. 정상 성인을 대상으로 한 선행 연구에서도 클리어 스피치가 습관적인 말보다 더 높은 평균 발화기본주파수를 가진다고 보고하였고, 이러한 결과는 클리어 스피치를 산출하기 위한 후두의 긴장이 증가되는 결과로 설명할 수 있다(Picheny *et al.*, 1986). 선행 연구와 마찬가지로 본 연구에서도 파킨슨 환자의 평균 발화기본주파수가 증가하였다. 하지만 이러한 결과는 파킨슨 환자들이 클리어 스피치를 산출할 경우, 자발적인 후두의 긴장이외에 파킨슨병과 관련된 생리학적 강직(rigidity)의 결과 일 수도 있다(Goberman & Elmer, 2005).

피치 범위는 최대 피치에서 최소 피치를 뺀 수치로써 파킨슨 환자의 억양을 나타낼 수 있는 측정치이다. 즉, 피치 범위가 넓을수록 단조로운 억양을 벗어나 더 다양한 억양을 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 산책 문단에서는 습관적인 말의 피치 범위가 122.18Hz, 클리어 스피치의 피치 범위는 159.9Hz로 나타났고, 문장인지검사에서는 대화 방식에 따라 각각 138.6Hz, 176.16Hz로 나타나며 클리어 스피치를 사용할 경우 비교적 더 넓은 피치 범위를 가지고 더 다양한 억양을 사용하는 것으로 나타났다. Goberman & Elmer(2005)의 연구에서는 클리어 스피치를 통해 운율 손실을 부분적으로 보완할 수 있다고 보고하였다. 파킨슨병 환자의 말 명료도를 저해하는 요인 중 하나는 억양을 넓게 산출하지 못하다는 것이며(Darley *et al.*, 1969), 본 연구에서는 클리어 스피치를 사용할 경우 조금 더 넓은 억양을 사용할 수 있는 것으로 나타났다. 하지만, 클리어 스피치로 인한 넓은 피치 범위를 산출하기 위해서는 호흡 문제와 근육의 강직으로 인해 피치 범위를 넓게 사용하기 위한 지각적 피로도가 높아질 것으로 예상되며 이러한 피로도 증가가 클리어 스피치를 이용한 중재 프로그램으로 개선 될 수 있는지 확인하는 연구가 필요하다.

빠른 말속도는 말 명료도를 저해하는 요소 중 하나로서, Uchanski *et al.*(1996)은 말속도가 명료도에 가장 큰 영향을 준다고 보고하였다. 또한, 말속도를 조절하는 것은 말 명료도를 높이기 위한 효과적인 방법 중에 하나이다(Duffy, 2005; Yorkston *et al.*, 1990). 파킨슨병 환자들은 호흡문제와 조음기관의 감소된 운동범위로 인해 부정확한 조음과 동시에 빠른 말속도로 말 명료도가 낮아지게 되는데, 클리어 스피치는 조음의 운동 범위를 증가시켜, 모음 산출과 발성에 도움을 줄 수 있다(Bradlow *et al.*, 2003; Krause & Braid, 2002; Picheny *et al.*, 1986). 본 연구에서는 산책 문단을 습관적인 말로 읽을 경우 6.08SPS, 클리어 스피치로 읽을 경우 4.88SPS로 나타났고, 문장인지 검사에서는 습관적

인 말에서 6.37SPS, 클리어 스피치에서 5.31SPS로 나타났다. 즉, 습관적인 말은 1 초에 약 6 음절을 산출하는 반면, 클리어 스피치의 경우 1 초에 약 5 음절을 산출하면서 좀 더 느린 말속도를 확인할 수 있었다. 정상 성인을 대상으로 한 이전 선행연구에서도 클리어 스피치를 산출할 경우 말속도가 느려지는 것을 볼 수 있었는데(Bradlow *et al.*, 2003), 이는 클리어 스피치를 산출하기 위해 호흡 수와 조음기관의 운동 범위가 조금 더 넓어지기 때문인 것으로 볼 수 있다. 또한 클리어 스피치는 파킨슨 환자의 말 명료도 증가를 위한 간단하지만 매우 유용한 전략이라고 보고하였다(Uchanski *et al.*, 1996).

파킨슨 환자의 말속도와 명료도에 영향을 줄 수 있는 공기역학적 변수는 호흡 수이다(Picheny *et al.*, 1986). 즉, 짧은 호흡에 의해서 빠른 말속도를 가지는 파킨슨병 환자들이 클리어 스피치를 산출할 경우, 호흡하는 수가 많아지면 많아질수록 말속도가 느려질 뿐만 아니라 끝까지 충분한 숨을 이용하여 발화를 산출할 수 있기 때문이다. 본 연구 결과, 산책 문단에서는 습관적인 말로 1.7 회, 클리어 스피치는 3.2 회로 유의미하게 증가된 것으로 나타났으며, 문장인지검사에서는 습관적인 말로 2.2 회, 클리어 스피치는 4.2 회로 증가했지만 유의미한 결과를 보이지 않았다. 문장인지검사에서 유의미한 결과를 보이지 않은 이유는 클리어 스피치의 인식문제로 볼 수 있다. 즉, 파킨슨환자들이 좀 더 길어진 말 과제에서 클리어 스피치 전략을 사용할 경우, 처음에는 호흡에 대해 인식할 수 있지만, 과제의 후반에는 호흡에 대해 인식하지 못하고 본래의 호흡 패턴으로 돌아가는 것으로 생각될 수 있다. 이러한 문제는 클리어 스피치를 이용한 명료도 증가 프로그램을 개발하여 파킨슨병 환자들에게 호흡에 대한 인식을 늘리는 것으로 개선될 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구의 측정치 중 강도와 평균발성기류에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 본 연구에 참여한 파킨슨 대상자들은 산책 문단에서 습관적인 말과 클리어 스피치에서의 음성 강도가 각각 66.39dB, 65.53dB, 문장인지검사에서는 습관적인 말이 66.01dB, 클리어 스피치에서 67.04dB로 나타났다. 평균발성기류는 산책 문단에서 습관적인 말이 144.76mL/s, 클리어 스피치에서 173.04mL/s로 나타났고, 문장인지 검사에서 습관적인 말은 203.51mL/s, 클리어 스피치는 153.5mL/s로 나타났다.

음성 강도에서는 대화 방식에 따라 큰 차이를 나타내지 않았으며 파킨슨병 환자의 말 명료도 증가를 위해서 음성 크기의 증가가 꼭 필수적인 것은 아니다. 중증도가 심하지 않은 파킨슨 환자의 경우, 읽기 과제에서 평균 음성 강도가 정상 화자들과 비교했을 때 어느 정도 보존되어 비슷한 음성 강도를 가진다(Ramig *et al.*, 2001; Tjaden & Wilding, 2004; Tjaden *et al.*, 2014). Tjaden *et al.*(2014)의 연구에서는 파킨슨 환자의 습관적인 말(Habitual speech), 클리어 스피치(Clear speech), 큰 소리의 말(Loud speech)을 비교하였는데, 그 중 음성 강도는 큰 소리의 말에서 가장 높게 증가하였다. 클리어 스피치에서도 음성 강도가 어느 정도 증가하긴 하지만, 큰 소리의 말에 비해서는 큰 음성 강도를 보이지 않았다. 파킨슨병의 음성 재활 방법 중, 큰 소리의 말을 이용하여 음성 크기를 증가시키는 리실버만 음성치료

(Lee Silverman Voice Treatment; LSVT)는 음성 강도의 증가를 통해 기능적인 의사소통 상황에서 말 명료도 증가에 기여할 수 있도록 도움을 줄 수 있다고 보고된다(Liotti *et al.*, 2003; Sapir *et al.*, 2007; Spielman *et al.*, 2007). LSVT는 파킨슨병 환자들의 음성에 대해 새로운 음성 강도를 습득하고 훈련함으로써, 명료도를 증가시키고자 하였다(Fox *et al.*, 2002). 하지만, 클리어 스피치는 과장된 발화 혹은 과조음(hyperarticulation)에 초점을 맞춘 대화 방식이다. 정상 보다 느린 속도와 증가된 음성 강도가 클리어 스피치의 특징이긴 하지만, 가장 중요한 것은 조음을 과장되게 사용하는 것이다(Tjaden *et al.*, 2013). 물론, 높은 음성 강도는 부분적으로 증가된 말 명료도를 설명할 수 있다(Neel, 2009; Yorkston *et al.*, 2007). 그러나, 일부 연구에서는 향상된 분절적 분리, 증가된 운율 변화 등의 변수들이 말 명료도를 설명하기 위해 더 중요한 역할을 한다고 보고하였다(Neel, 2009; Tjaden & Wilding, 2004). 또한, 클리어 스피치는 후두 근육계에 특별한 집중적 처치 없이 말소리 개선이 가능하고, 계층적으로 훈련해야 하는 전통적인 치료 방법과 다르게 연결발화를 통해서 즉각적으로 명료도 향상에 기여할 수 있다(Gillespie & Gartner, 2016). 그렇기 때문에 음성강도가 증가하지 않아도 클리어 스피치를 통해 부정확한 조음과 운율 문제를 즉각적으로 해결할 수 있는 보상전략으로 제공될 수 있다.

호기류율(airflow rate)은 음성을 산출할 경우, 일정 시간 동안 성대를 지나가는 공기의 양을 말한다. 이를 시간으로 나눈 수치를 평균 호기류율(mean airflow rate; MFR)이라고 하며 단위시간 내에 성문을 지나가는 평균 공기량을 말한다. 본 연구에서 평균 호기류율 역시 강도와 마찬가지로 유의미한 차이가 나타나지 않았지만, 산책 문단에서 평균 호기류율은 클리어 스피치를 사용할 경우 약 28.28mL/s 증가하였고, 문장인지검사의 경우 약 50.01mL/s 감소하였다. 평균 호기류율은 성문폐쇄부전이 있는 경우 값이 증가하며, 성문폐쇄근의 긴장이 심한 경우에는 값이 감소한다. Hanson *et al.*(1984)의 연구에서는 파킨슨 환자 대부분에게서 성대의 휨과 같은 병리적 문제가 나타난다고 보고하였다. 성대의 휨은 파킨슨병뿐만 아니라 정상 노인에게서도 흔히 나타나는 문제이기 때문에, 산책 문단같이 짧은 문장을 클리어 스피치로 읽기 위해서 파킨슨환자들이 발성을 위한 많은 노력이 필요하지 않을 뿐만 아니라, 증가된 호흡 수로 인해 성대를 지나는 평균 호기류율이 더 많아지는 것으로 예상된다. 반면, 문장인지검사같이 더 길어진 말 과제에서는 호흡 수가 증가하지만, 그에 따른 생리적인 강직과 발성을 위한 노력이 증가하면서 평균 호기류율이 감소하는 것으로 보여진다.

본 연구에서는 파킨슨 환자의 명료도에 영향을 줄 수 있는 음향학적, 공기역학적 특징들의 변화를 확인하고자 하였다. 그 결과, 파킨슨병 환자의 명료도를 증가시킬 수 있는 발화기본 주파수, 피치 범위, 말속도에서 유의미한 차이를 나타냈고, 호흡 수는 산책 문단에서는 유의미한 차이를 나타냈지만 문장인지 검사에서는 유의미한 차이를 보이지 않았다. 또한, 음성 강도와 평균발성기류에서도 유의미한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는, 클리어 스피치 전략은 음성 강도의 증가와 평균 호기류

율의 영향에 기인하지 않더라도 말 명료도에 영향을 줄 수도 있다는 것을 의미한다. 따라서, 향후 연구에서는 클리어 스피치의 음향학적, 공기역학적 변화들과 말 명료도에 대한 청지각적 평가를 실시하여 어떠한 상관관계를 보이는지 알아보는 연구도 진행되어야 한다. 이러한 연구들은 앞으로 파킨슨병 환자의 말 명료도 증가를 위한 명료도 향상 프로그램의 기초 자료로 사용되어질 것으로 보여진다.

참고문헌

- Amano-Kusumoto, A., Hosom, J., Kain, A., & Aronoff, J. (2014). Determining the relevance of different aspects of formant contours to intelligibility. *Speech Communication, 59*, 1-9.
- Beukelman, D., Fager, S., Ullman, C., Hanson, E., & Logemann, J. (2002). The impact of speech supplementation and clear speech on the intelligibility and speaking rate of people with traumatic brain injury. *Journal of Medical Speech-Language Pathology, 10*(4), 237-242.
- Bradlow, A., Kraus, N., & Hayes, E. (2003). Speaking clearly for children with learning disabilities sentence perception in noise. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 46*(1), 80-97.
- Bunton, K., Kent, R., Kent, J., & Duffy, J. (2001). The effects of flattening fundamental frequency contours on sentence intelligibility in speakers with dysarthria. *Clinical Linguistics & Phonetics, 15*(3), 181-193.
- Darley, F., Aronson, A., & Brown, J. (1969). Clusters of deviant speech dimensions in the dysarthrias. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 12*(3), 462-496.
- Dromey, C. (2000). Articulatory kinematics in patients with Parkinson disease using different speech treatment approaches. *Journal of Medical Speech Language Pathology, 8*(3), 155-162.
- Duffy, J. (2005). *Motor Speech Disorders: Substrates, Differential Diagnosis, and Management*. St Louis, MO: Elsevier Mosby.
- Fox, C., Morrison, C., Ramig, L., & Sapir, S. (2002). Current perspectives on the Lee Silverman Voice Treatment (LSVT) for individuals with idiopathic Parkinson disease. *American Journal of Speech-Language Pathology, 11*(2), 111-123.
- Gillespie, A., & Gartner-Schmidt, J. (2016). Immediate effect of stimulability assessment on acoustic, aerodynamic, and patient-perceptual measures of voice. *Journal of Voice, 30*(4), 507-e9.
- Goberman, A., & Coelho, C. (2002). Acoustic analysis of Parkinsonian speech I: Speech characteristics and L-Dopa therapy. *NeuroRehabilitation, 17*(3), 237-246.
- Goberman, A., & Elmer, L. (2005). Acoustic analysis of clear versus conversational speech in individuals with Parkinson disease. *Journal of Communication Disorders, 38*(3), 215-230.
- Hammen, V., Yorkston, K., & Minifie, F. (1994). Effects of temporal alterations on speech intelligibility in Parkinsonian dysarthria. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 37*(2), 244-253.
- Hanson, D., Gerratt, B., & Ward, P. (1984). Cinegraphic observations of laryngeal function in Parkinson's disease. *The Laryngoscope, 94*(3), 348-353.
- Holmes, R., Oates, J., Phyland, D., & Hughes, A. (2000). Voice characteristics in the progression of Parkinson's disease. *International Journal of Language & Communication Disorders, 35*(3), 407-418.
- Hustad, K., & Weismer, G. (2007). Interventions to improve intelligibility and communicative success for speakers with dysarthria. *Motor Speech Disorders, 217*-228.
- Jang, H., Lee, J., Lim, D., Lee, K., Jeon, A., & Jung, E. (2008). Development of Korean standard sentence lists for sentence recognition tests. *Audiology, 4*(2), 161-177. (장현숙·이정학·임덕환·이경원·전아름·정은조 (2008). 문장인지검사를 위한 한국표준 문장표 개발. *청능계활, 4*(2), 161-177.)
- Kim, H., Hasegawa-Johnson, M., & Perlman, A. (2011). Vowel contrast and speech intelligibility in dysarthria. *Folia Phoniatrica et Logopaedica, 63*(4), 187-194.
- Kim, Y., Choi, Y., Kim, Y., & Choi, E. (2012). Treatment efficacy of LSVT program on individuals with Parkinson disease: A meta analysis. *Journal of Speech-Language & Hearing Disorders, 21*(1), 71-87. (김윤경·최예린·김윤정·최은희 (2012). Lee Silverman Voice Treatment (LSVT) 프로그램이 파킨슨병의 음강 개선에 미치는 효과. *언어치료연구, 21*(1), 71-87.)
- Krause, J., & Braida, L. (2002). Investigating alternative forms of clear speech: The effects of speaking rate and speaking mode on intelligibility. *The Journal of The Acoustical Society of America, 112*(5), 2165-2172.
- Lam, J., & Tjaden, K. (2013). Intelligibility of clear speech: Effect of instruction. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 56*(5), 1429-1440.
- Lam, J., Tjaden, K., & Wilding, G. (2012). Acoustics of clear speech: Effect of instruction. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 55*(6), 1807-1821.
- Lang, A., & Lozano, A. (1998). Parkinson's disease. *New England Journal of Medicine, 339*(15), 1044-1053.
- Lansford, K., & Liss, J. (2014). Vowel acoustics in dysarthria: Speech disorder diagnosis and classification. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 57*(1), 57-67.
- Liotti, M., Ramig, L., Vogel, D., New, P., Cook, C., Ingham, R., Ingham, J., & Fox, P. (2003). Hypophonia in Parkinson's disease neural correlates of voice treatment revealed by PET. *Neurology, 60*(3), 432-440.
- Neel, A. (2009). Effects of loud and amplified speech on sentence and

- word intelligibility in Parkinson disease. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 1021-1033.
- Picheny, M., Durlach, N., & Braida, L. (1985). Speaking clearly for the hard of hearing I: Intelligibility differences between clear and conversational speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 28(1), 96-103.
- Picheny, M., Durlach, N., & Braida, L. (1986). Speaking clearly for the hard of hearing II: Acoustic characteristics of clear and conversational speech. *Journal of Speech and Hearing Research*, 29(4), 434-446.
- Ramig, L., Pawlas, A., & Countryman, S. (1995). *The Lee Silverman Voice Treatment: A practical guide for treating the voice and speech disorders in Parkinson disease*. Iowa: National Centre for Voice and Speech.
- Ramig, L., Sapis, S., Fox, C., & Countryman, S. (2001). Changes in vocal loudness following intensive voice treatment (LSVT®) in individuals with Parkinson's disease: A comparison with untreated patients and normal age matched controls. *Movement Disorders*, 16(1), 79-83.
- Sapis, S., Spielman, J., Ramig, L., Story, B., & Fox, C. (2007). Effects of intensive voice treatment (the Lee Silverman Voice Treatment [LSVT]) on vowel articulation in dysarthric individuals with idiopathic Parkinson disease: Acoustic and perceptual findings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(4), 899-912.
- Searl, J., & Evitts, P. (2013). Tongue - palate contact pressure, oral air pressure, and acoustics of clear speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56(3), 826-839.
- Shim, H. (2004). Fluency and speech rate for the standard Korean speakers. *Speech Sciences*, 11(3), 193-200. (심희백 (2004). 한국 표준어 화자의 유창성과 말속도에 관한연구. *음성과학*, 11(3), 193-200.)
- Shim, H., Park, W., & Ko, D. (2012). Characteristics of speech intelligibility and the vowel space in patients with Parkinson's disease. *Phonetics and Speech Sciences*, 4(3), 161-169. (심희정·박원경·고도홍 (2012). 파킨슨병 환자의 말 명료도와 모음 공간 특성. *말소리와 음성과학*, 4(3), 161-169.)
- Spielman, J., Ramig, L., Mahler, L., Halpern, A., & Gavin, W. (2007). Effects of an extended version of the Lee Silverman Voice Treatment on voice and speech in Parkinson's disease. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 16(2), 95-107.
- Tjaden, K., & Wilding, G. (2004). Rate and loudness manipulations in dysarthria: Acoustic and perceptual findings. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 47(4), 766-783.
- Tjaden, K., Lam, J., & Wilding, G. (2013). Vowel acoustics in Parkinson's disease and multiple sclerosis: Comparison of Clear, loud, and slow speaking conditions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 56(5), 1485-1502.
- Tjaden, K., Sussman, J., & Wilding, G. (2014). Impact of clear, loud, and slow speech on scaled intelligibility and speech severity in Parkinson's disease and multiple sclerosis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 57(3), 779-792.
- Uchanski, R. (2005). Clear speech. In D. Pisoni, & R. Remez (Eds.), *The Handbook of Speech Perception* (pp. 207-235). Malden: Blackwell Publishing.
- Uchanski, R., Choi, S., Braida, L., Reed, C., & Durlach, N. (1996). Speaking clearly for the hard of hearing IV: Further studies of the role of speaking rate. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(3), 494-509.
- Valian, V., & Wales, R. (1976). What's what: Talkers help listeners hear and understand by clarifying sentential relations. *Cognition*, 4(2), 155-176.
- Weismer, G., Jeng, J., Laures, J., Kent, R., & Kent, J. (2001). Acoustic and intelligibility characteristics of sentence production in neurogenic speech disorders. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 53(1), 1-18.
- Yorkston, K., Hakel, M., Beukelman, D., & Fager, S. (2007). Evidence for effectiveness of treatment of loudness, rate, or prosody in dysarthria: A systematic review. *Journal of Medical Speech-Language Pathology*, 15, 11-36.
- Yorkston, K., Hammen, V., Beukelman, D., & Traynor, C. (1990). The effect of rate control on the intelligibility and naturalness of dysarthric speech. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 55(3), 550-560.

• **신희백 (Shin, Hee Baek)**

한림대학교 대학원 언어청각학과
강원도 춘천시 한림대학길 1
Tel: 033-248-2227
Email: yj2000102@gmail.com
관심 분야: 음성학, 음성장애

• **고도홍 (Ko, Do-Heung)** 교신저자

한림대학교 언어청각학부 교수
강원도 춘천시 한림대학길 1
Tel: 033-248-2212
Email: dhko7@hallym.ac.kr
관심 분야: 음성과학, 음성장애