

파킨슨병 환자와 정상노인 간의 문장 읽기에 나타난 운율 특성 비교

A study of prosodic features of patients with idiopathic Parkinson's disease

강영애¹⁾ · 성철재²⁾ · 윤규철³⁾

Kang, Youngae* · Seong, Cheoljae** · Yoon, Kyuchul***

ABSTRACT

In view of the hypothesis that the effects of Parkinson's disease on voice production can be detected before pharmacological intervention, the prosodic features of patients with idiopathic Parkinson's disease (IPD) and a healthy aging group were diagnostically analyzed with the long term object of establishing, for clinical purposes, early disease-progression biomarkers. Twenty patients (male 8; female 12) with IPD (prior to pharmacological intervention) and a healthy control group of 22 (male 10; female 12) were selected. Ten sentences were recorded with a head-worn microphone. One sentence was chosen for the analysis of this paper. Relevant parameters, i.e. 3-dimensional model (F0, intensity, duration) and pitch and intensity related slopes (maxEnergy, maxF0, meanAbS, semiT, meanEnergy, meanF0), were analyzed by two-group discriminant analysis. The stepwise estimation method of discriminant analysis was performed by gender. The discriminant functions predicted 83.9% of the male test data correctly while the prediction rate was 93.1% for the female group. The results showed that meanF0_slope and semiT_slope were more important parameters than the others for the male group. For the female group, the meanEnergy_slope and maxEnergy_slope were the important ones. These findings indicate that significant parameters are different for the male and female group. Gender lifestyle may be responsible for this difference. Dysprosodic features of IPD show not simultaneously but progressively in terms of F0, intensity and duration.

Keywords: idiopathic Parkinson's disease (IPD), dysprosody, 3-dimensional model, slope related parameters

1. 서 론

파킨슨병은 중뇌 기저핵 흑색질의 도파민 생성 문제로 야기 되는 파소운동형 마비말장애로 널리 알려져 있다. 우리 몸에 있는 운동 관련 하행 신경로는 수의적 운동을 조절하는 추체로(pyramidal tract)와 불수의적 운동에 영향을 주는 추체외로(extraparamidal tract)가 있다. 두 경로는 상보적 관계로 상호 보완적 역할을 담당한다. 추체외로에는 고리회로(loop-like circuit)를 형성하는 대표적인 대뇌피질-기저핵-시상-피질회로(motor-cortex-basal-ganglia-cortex circuit)가 있으며, 이 회로는 대뇌피질로부터 나오는 신호가 기저핵을 거친 후 내측 창

백핵으로 가는 직접경로와 기저핵을 거친 후 외측 창백핵과 시상밑부핵으로 가는 간접경로로 이루어져있다. 이 경로에서 분비되는 신경전달물질로는 흥분성인 글루타민산(glutamate)과 억제성인 감마아미노부티르산(gamma aminobutyric acid, GABA)이 있으며, 이 신경전달물질의 적절한 조절로 원활한 근육활동을 수행하게 된다.

기저핵의 역할은 시상과 대뇌피질의 흥분성 신호를 담당하는 직접경로와 시상과 대뇌피질의 억제성 신호를 전달하는 간접경로 간의 협응 기능을 담당한다.

기저핵의 흑색질에서 유리(release)되는 도파민은 D1 유형의 도파민 수용기에 반응하여 직접경로에 흥분성 효과를 주고, D2 유형의 도파민 수용기에 반응하여 간접경로에 억제성 효과를 준다. 결과적으로, 도파민 결핍은 직접경로 기능 저하와 상대적으로 간접경로 기능 부각이 되어 대뇌피질의 과도한 억제성 기능을 전달한다. 이런 생리적 기전으로 좁은 운동 범위, 무표정한 얼굴, 안정상태 손 떨림(resting tremor), 느린 행동, 굽은 허리, 특이한 보행자세(shuffling gait)를 보이는 파

1) 충남대학교, redoffice1@yahoo.co.kr

2) 충남대학교, cjseong@cnu.ac.kr

3) 영남대학교, kyoona@ynu.ac.kr, 교신저자

접수일자: 2010년 10월 22일

수정일자: 2010년 11월 22일

게재결정: 2010년 12월 4일

킨슨병인 퇴행성 질병을 초래한다[1][2][3]. 이와 같은 파킨슨 병의 생리적 현상은 신체 행동 증상을 설명하며, 일부 말 증상까지도 설명한다. 하지만 대뇌에서의 말 작용은 고리회로 뿐 아니라, 대뇌피질-기저핵-소뇌 회로(cortex-basal-ganglia-cerebellum-cortex circuit), 말 산출(speech production)에 부분적으로 관여하는 보조운동영역(supplementary motor area), 말 생성(speech generation)을 하는 전대상피질(anterior cingulate cortex), 말 계획(planning of speech articulation movement)을 하는 좌측 뇌섬, 안면 근육 협응을 담당하는 전전두엽, 전두엽, 측두엽, 브로카와 베르니케 영역의 기능적 복합 작용이다[3]. 그러므로 환자들에게서 나타나는 신체 행동적 증상과 말 증상의 일치점을 찾지 못하는 사례가 많다. 즉, 행동적 증상으로는 중증도의 단계이지만 말의 청지각적 인상은 정상에 속하는 경우가 있는가 하면, 그 반대의 경우도 있다. 파킨슨병 환자의 말 특성은 신체 행동 특성처럼 단일하게 나타나지 않고 복합적이면서 다양한 모습을 보이고 있기 때문에, 연구측면에서도 다양한 접근이 이루어지고 있다. 신체 행동에 사용되는 근육 사용범위(range of motor)와 말 간의 상관 연구[4], 혹은 유병인자를 진단할 수 있는 파라미터 연구로 모음 공간 연구[5] 등, 파킨슨병 말에 대한 다각적 접근 연구가 이루어지고 있다.

파킨슨병 환자에게서의 운율장애(dysprosody)는 마비말장애로 인한 동반 현상으로 알려져 있다. 이 특징을 살펴보면, 발성 초기 움직임의 어려움으로 나타나는 부적절한 침묵, 전체적으로 가속되는 말 속도, 호흡문제로 짧은 구 생성 등을 들 수 있다. 이는 호흡, 발성, 조음 기능에서의 과소기능의 결과로 생각되어 왔으며[6], 최근에는 파킨슨병 환자의 운율장애는 인지(mental)적 문제 간의 연구[7][8][9]가 이루어져 시각적 비구어 감정인지에도 장애가 있는 것으로 보아 감정인지 장애로 인한 구어 운율장애의 결과를 보인다는 주장[10][11]이 되고 있다. 감정 조절 기능으로 알려진 변연계(limbic system)의 역할을 기저핵도 어느 정도 한다는 결론이 도출될 수 있거나, 기저핵이 감정 인식에 간접적으로 관여하여 기능해리(diaschisis)로도 보이기 때문에 흥미로운 관점이지만, 아직은 심도 있는 접근이 더 이루어져야 할 것으로 본다.

운율은 말의 복합적 양상으로 발화시 분절적인 요소와 언어외적(paralinguistic) 요소 간의 상호작용의 결과물이다. 운율 연구는 일반적으로 길이, 음도, 강도라는 세 가지 특성을 조합하거나 분리하여 발화 속에 내재된 역동성(intradynamic)을 파악해 왔다[12].

본 연구는 파킨슨병 환자를 대상으로 문장 읽기 시 나타나는 운율적 측면에 관심을 두었다. 많은 선행연구와 차별을 두기 위하여, 파킨슨병 환자군을 항파킨슨 약물 복용 전으로 통제하여 약물 효과를 배제하고 유병(有病) 인자만 포함시켰다. 앞에서 기술하였듯이, 환자의 신체 행동적 증상과 말 증상이

현저하게 다르게 나타나는 경우가 많이 있다. 이점을 고려하여, 통제군과의 비교를 통한, 파킨슨병을 진단 할 수 있는 운율적 파라미터를 연구하고자 한다.

2. 연구 대상 및 절차

2.1. 연구 대상

본 연구는 2007년 8월부터 2009년 1월까지 병원에 내원하여 신경과 전문의로부터 파킨슨병으로 진단 받은 환자를 대상으로 이루어졌으며, 사전에 연구에 대하여 충분히 설명 하였고, 담당의와 환자에게 개별적으로 동의를 구하였다. 참가한 대상자는 항파킨슨 약물을 복용하기 전 상태인 특발성 파킨슨병 환자(Idiopathic Parkinson's Disease, IPD) 20명과 통제군으로 신체 활동에 불편이 없는 정상 노인 22명이다. 자세한 대상자 정보는 <표 1>에 제시하였다. 환자군과 통제군에서 고혈압과 당뇨 관련 약물을 복용하는 경우가 많아 다른 약물복용 유무를 대상자 선정기준에 고려하지 않았다. 대상자와 보호자의 보고에 의하여 피험자 모두 일상생활에 어려움을 초래하는 인지 및 청력문제는 없음을 확인하였다.

표 1. 대상자 정보
Table 1. Information of subject characteristics

	통제군		환자군	
	남성	여성	남성	여성
인원	10	12	8	12
평균연령	60.8±5.9	65.0±6.2	67.3±5.2	68.1±6.3
평균유병기간			1.7±4.3	1.3±3.8
진단명	특발성(모두)			
평균 H-Y단계			1.7±0.5	1.3±0.5
평균 UPDRS			28.6±11.2	17.1±9.1
K-MMSE			25.1±2.5	24.3±1.9

H-Y단계 : Hoehn-Yahr stage

UPDRS : United Parkinson Dis. Rating Scale-III motor section

K-MMSE : Korea-Mini Mental State Examination

2.2. 연구 절차 및 분석 방법

환자의 음성 녹음은 입원중인 경우에는 병원내 조용한 방에서 실시하였고, 퇴원한 경우에는 연구자가 직접 방문하여 자택에서 이루어졌다. 통제군 음성 녹음은 연구자가 개별적으로 직접 방문 실시하였다.

녹음은 카디오이드 다이내믹형 헤드셋 마이크(Shure WH20 XLR, USA)와 Praat(ver. 5132, Amsterdam, Netherlands)을 이용하였으며 22,050Hz 표본화율, 16bit 양자화 조건에서 디지털화 하였다.

녹음자료는 종결어미만 차이가 있는 10개씩의 평서문과 의문문 문장으로 구성하였고, 본 연구에서 분석한 문장은 녹음순번 9번째 평서문인 [아침은 춥고, 낮에는 덥지.]이다. 이 문장을 선택한 이유는 무감정상태의 사실기술의 문장 내용이고, 중간 쉼을 기준으로 앞뒤 일정한 길이를 보유하기 때문이다. 사전에 읽기 연습시간을 주었으며, 대상자의 시력 저하로 인해 읽기에 지장을 초래하는 경우는 연구자가 옆에서 문장별로 읽어주었다.

분석 파라미터는 x/y/z 축을 운율 변수인 음도/강도/길이를 표현한 3차원 모델을 기반으로 하는 선행연구[13][14]에 근본적으로 기초하며, 여기에 파킨슨병 환자의 운율특성을 나타내 줄 음도와 강도 관련 기술기 파라미터 6개를 확장시켜 총 9개 파라미터를 선정하였다. 분석 파라미터는 <표 2>에 정리하였다.

표 2. 파라미터 분류
Table 2. Parameter classification

분류	3차원 모델 관련	기술기 관련
파라미터	F0	maxEnergy
	intensity	maxF0
	duration	meanAbs
		semiT
		meanEnergy
		meanF0

F0, maxF0, meanF0(Hz); maxEnergy, meanEnergy(dB); meanAbs(Hz/sec); semiT(semitone/sec); duration(sec)

선행연구[13]에서 제시한 3차원 모델 분석방법은 다음과 같다. 통제군과 환자군의 분석 문장에 대하여 음도, 강도, 길이를 구하고, 환자 한명과 통제군 모두를 세 요소별로 유클리드 거리에 기초하여 비교를 하여 환자군 점수 세트를 구하게 된다. 이 점수 세트를 음도, 강도, 길이의 3가지 축으로 이루어진 3차원 공간에 좌표점으로 표현하여, 통제군과 환자군 간의 집단 구분을 확인하는 것이다. 통제군 한명에 대해서도 자신을 포함한 통제군의 나머지 모두와 일대일로 같은 방법으로 비교하여 통제군 점수 세트를 구하게 되고 역시 같은 3차원 공간에 좌표점으로 표현하게 된다. 이렇게 하면 통제군의 좌표 세트는 원점(0, 0, 0)에 가까운 곳에 무리를 이루게 될 가능성이 높고, 통제군과는 다른 운율 양상을 가진 환자군은 원점에서 보다 먼 곳에 무리를 이루게 될 가능성이 높다고 가정할 수 있다. 이렇게 통제군과 환자군의 3차원 공간 내의 무리 집단을 판별함수로 설정해 놓고, 미지의 환자에 대하여 통제군 모두와 개별적으로 비교한 좌표값을 이용하여 판별분석을 행하게 되면 미지의 환자가 과연 기존의 환자군에 속할 가능성이 높은지 아니면 환자가 아닌 통제군에 속할 가능성이 높은지, 즉 환자가 아닌지를 판별분석을 통해 확률적으로 예측할 수 있게 되는 것이다.

첫 단계로 비교할 두 문장을 음절별로 레이블링을 하고, 대응하는 음절별 길이를 동일하게 복제 합성을 한 후에, 두 문장의 음도와 강도를 각각 비교하게 된다(<그림 1>과 <그림 2> 참조). <그림 1>과 같이 음절별 길이를 동일하게 한 후 두 문장의 음도를 비교하게 되는데, 한 문장에 존재하는 n개의 피치점(pitch point)을 n-차원의 좌표로 간주하고 다른 문장도 마찬가지로 간주한 다음, 대응하는 피치점별로 유클리드 거리를 구하게 된다. 길이 비교는 길이 복제 합성을 하기 전의 원래 문장을 대상으로 음절별 길이를 비교하게 되는데, 마찬가지로 한 문장에 존재하는 n개의 음절 길이를 n개의 좌표로 생각하고 다른 문장을 m개의 좌표로 가정하고 유클리드 거리를 구한다. 이렇게 되면 음도, 강도, 길이에 해당하는 비교값이 세 개 나오게 되며 이것이 하나의 3차원 좌표값이 되고, 3차원 모델 공간에 표시될 수 있는 것이다.

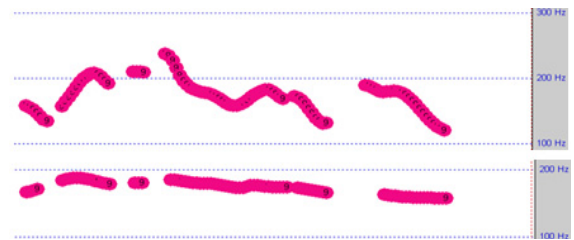


그림 1. 통제군(상)과 복제된 환자군(하) 음도 비교
Figure 1. The comparison of the pitch contour point between the control group(upper) and cloned patient group(lower)

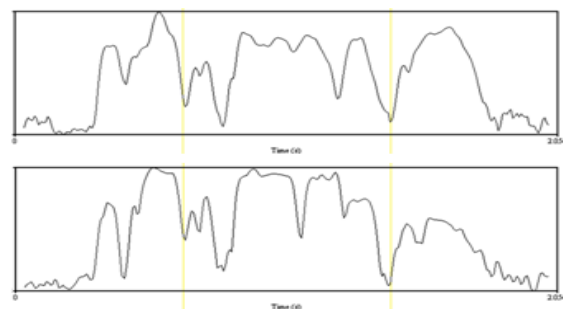
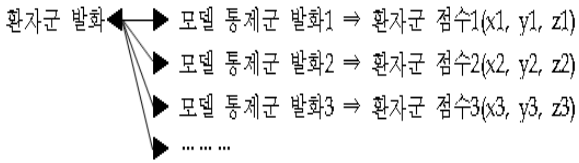


그림 2. 통제군(상)과 복제된 환자군(하) 강도 비교
Figure 2. The comparison of the intensity contour between the control group(upper) and cloned patient group(lower)

통제군 내 모든 대상자들 간의 파라미터 수치를 측정하였는데, 통제군 남성이 10명이므로, 한명 당 10개의 3차원 좌표값이 나오므로 통제군내 전체 파라미터 수치는 10×10=100개가 된다. 환자군은 통제군과 판별을 하는 것이므로, 환자군내 비교가 아닌 환자군 한 명당 통제군 전체 인원과 쌍을 이루어 측정하였으며, 환자군 남성 8명이므로, 8×10=80개이다. 결과적으로 통제군과 환자군 모두를 포함하는 남성군 사례수는 180개가 된다. 이와 같은 방식으로 환자군과 통제군 여성의

사례수는 288개이다.



기울기 관련 파라미터는 음절레이블링된 파일에서 음도와 강도를 대상으로 구하였는데 기본적으로 특정 시간값(x)에 대응하는 y 값의 흐름을 최소자승오차법으로 구하는 전략을 사용하였다.

maxF0는 각 음절의 최대 주파수와 그 최대주파수가 측정된 시간 값들을 구한 뒤, 시간값들을 독립변수(x)로, 주파수값을 종속변수(y)으로 삼았다.

meanF0는 maxF0와 동일한 방식이지만, 주파수가 평균주파수값이고, 시간값은 음절의 가운데 지점의 값을 삼은 것이 차이가 난다.

주파수 대신 에너지를 사용한 점만 제외하고, maxEnergy는 maxF0와 동일 방식이고, meanEnergy도 meanF0와 동일 방식을 구하였다.

그러나 <표 2>의 meanAbs(=mean absolute slope)와 semiT(=semiTone slope)의 경우는 각 프레임 단위의 시간값과 기본주파수값을 구하여 연속적인 앞뒤 프레임 사이의 차이값을 절대값으로 계산하였다. 이런 절대값들의 총합을 구하고 이를 문장 처음과 끝점까지의 시간변화량으로 나누는 방법을 사용하였다. semiT는 기본주파수값을 semiTone으로 변경하였고 연산 과정은 meanAbs와 동일하다.

pitchTable	Time	F0
1	0.3414512471655329	107.45342405579187
2	0.3514512471655329	91.23493824833415
3	0.3614512471655329	89.8753983464448
:	:	:
:	:	:
34	0.6714512471655328	88.6743413706793
35	0.6814512471655328	84.0685999829788
36	0.6914512471655329	83.72303382709953

그러므로, meanAbs의 단위는 Hz/sec이고, semiT의 단위는 semitone/sec이다.

정리하면, 음도와 강도 관련 기울기중 최대값 계열인 최대 강도(maxEnergy)와 최대음도(maxF0) 기울기는 각 음절의 최대값(F0, Intensity)을 y 값으로 하고, 그 최대값과 일치되는 시간 점을 x 값으로 삼아 최소자승법(least square)으로 구하였다.

또한, 음도와 강도 관련 기울기중 평균값 계열, 즉 평균 강도(meanEnergy), 평균 기본주파수(meanF0)]는 각 음절의 평균값(F0, Intensity)을 y 값으로 하고, 음절 가운데 지점의 시간 값

을 x 값으로 하여 최소자승법 구하기를 적용한 것이다.

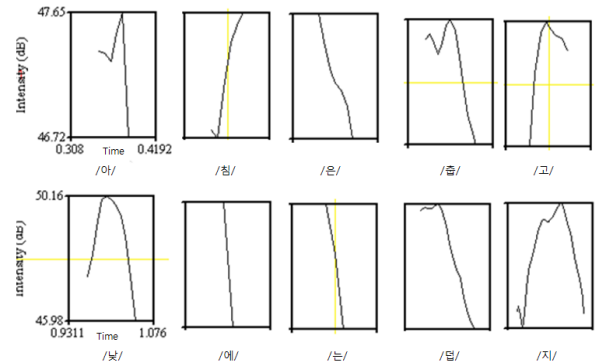


그림 3. 통제군의 음절별 강도 곡선(y -강도, x -시간)
Figure 3. Intensity contour of control group(y -dB, x -second)

통계 분석은 한글판 SPSS 12.0(SPSS Inc., USA)를 이용하여 남녀 집단별로 묶어 환자군과 통제군 간에 두 집단 판별 분석(two-group discriminant analysis)을 적용하였으며, 판별력이 높은 파라미터 순서를 추정하도록 단계입력(stepwise estimation) 방식을 선택하였다.

3. 연구 결과

3.1 남성군 분석결과

환자군과 통제군 간의 남성군 분석한 결과, Wilks 람다(lambda) 값이 0.489($p=0.000$)로 유의미하게 나타났다. 구조행렬은 표준화된 정준판별함수간의 상관계수를 나타낸 것이고 이 상관계수는 판별적재값(discriminant loading)이라고 한다. 일반적으로 판별적재값이 가장 큰 값부터 크기순으로 제시되고, ± 30 (혹은 .40)이상인 경우 유의적으로 받아들인다. 판별적대값은 절대값 순으로 판별력이 결정되는 것이며 양수와 음수의 해석 제약은 받지 않는다. 또한 판별분석의 가장 중심 알고리즘은 각 집단의 중심점(centroid)에서 개별 변수간의 거리(mahalanobis distance)에 기초한다. 그 거리가 멀면 집단중심점에서 멀어지는 것이며 그러므로 집단중심점에서 먼 특정 파라미터는 자동으로 분석시 제외된다. <표 3>에 제시한 남성군 대상 구조행렬을 보면, 평균 기본주파수(meanF0) 기울기가 가장 큰 판별력을 보이고, 그 다음이 반음(semiT) 기울기 순이다. 판별 분류 결과로는 통제군 정분류 85%, 환자군 정분류 82.5%이며, 전체 사례수 180개 대상으로 83.9%인 높은 판별 예측력을 보이고 있다(<표 4> 참조).

표 3. 남성군 구조행렬
Table 3. Structure matrix of male group

	함수
	1
meanF0_slope	.436
semiT_slope	.375
meanEnergy_slope ^(a)	.187
maxEnergy_slope	.143
meanAbS_slope ^(a)	-.125
duration	-.096
maxF0_slope	.081
F0	-.080
intensity ^(a)	-.022

(a) 이 변수는 분석에 사용되지 않음.

표 4. 남성군 분류결과
Table 4. Classification results of male group

	1통제군	2환자군	예측소속집단		전체
			1	2	
빈도	1		85	15	100
	2		14	66	80
%	1		85.0	15.0	100.0
	2		17.5	82.5	100.0

원래 집단 케이스 중 83.9%가 올바르게 분류 됨.

3.2 여성군 분석결과

환자군과 통제군 간의 여성군 분석한 결과, Wilks 람다(lambda) 값이 0.400(p=0.000)으로 유의미하게 나왔다. 구조행렬을 보면, 평균강도(meanEnergy) 기울기가 가장 큰 판별력을 보이고, 그 다음이 최대강도(maxEnergy) 기울기 순이다(<표 5> 참조). 여성군만을 대상으로 하여 판별을 한 결과, 통제군 정분류 95.8%, 환자군 정분류 90.3%이며, 전체 사례수 288개 대상으로 93.1%인 높은 판별예측력을 보이고 있다(<표 6> 참조)

표 5. 여성군 구조행렬
Table 5. Structure matrix of female group

	함수
	1
meanEnergy_slope	.631
maxEnergy_slope	.454
duration	-.230
meanAbS_slope	-.203
meanF0_slope	-.158
maxF0_slope ^(a)	-.135
F0 ^(a)	-.128
intensity ^(a)	-.125
semiT_slope	.020

(a) 이 변수는 분석에 사용되지 않음.

표 6. 여성군 분류결과
Table 6. Classification results of female group

	1통제군	2환자군	예측소속집단		전체
			1	2	
빈도	1		138	6	144
	2		14	130	144
%	1		95.8	4.2	100.0
	2		9.7	90.3	100.0

원래 집단 케이스 중 93.1%가 올바르게 분류 됨.

4. 결론 및 논의

파킨슨병 환자와 정상 노인 간의 문장 읽기 시 나타나는 운율 특성을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 남성군의 경우, 평균 기본주파수 기울기(meanF0_slope), 반음 기울기(semiT_slope) 파라미터가 파킨슨병 환자와 정상 노인을 판별해주는 높은 예측력을 보인다. 음도관련 파라미터가 판별력이 높다는 것은, 환자군의 발화가 통제군보다 저하된 음도인 단음도 형태의 발화가 되었다고 판단된다. 높은 예측력은 아니지만 최대강도 기울기에서도 차이를 보이는 것은 폐활량의 문제와 연관하여 생각해 볼 수 있다. 폐활량 조절은 호흡근육의 지지력을 바탕으로 한다. 환자의 신체가 경직(rigid)이 되므로, 호흡 근육 조절에서 느린 형태를 보일 것이고, 이는 발화 강도조절에 반영되었을 것으로 여겨진다.

둘째, 여성군의 경우, 평균강도 기울기(meanEnergy_slope), 최대강도 기울기(maxEnergy_slope) 파라미터가 파킨슨병 환자와 정상 노인을 판별해주는 높은 예측력을 보인다. 강도 관련 파라미터에서 차이를 보인 점은 남성군에서와 마찬가지로 호흡과 상관지어 생각해 볼 수 있다. 호흡량과 호흡 조절은 발화의 강도에 영향을 줄 수 있으며, 이는 남성군과 여성군 모두에게서 나타나는 점을 미루어 볼 때, 호흡관련 인자가 파킨슨병으로 인한 차이점의 원인이 될 수 있음을 시사한다. 하지만 본 대상자의 호흡을 정밀하게 측정하지 않았으므로, 추후 정밀한 호흡량과 호흡 근육의 활동성 측정은 필요하다. 또한 여성군에서는 남성군과 달리, 음도관련 파라미터가 높은 판별력을 갖지 않았다. 이는 남성 환자군에서는 단음도(monopitch) 현상이 보인 반면에, 여성 환자군에서는 단음도의 변화가 아직 나타나지 않음을 보여준다. 즉, 남성 환자군의 단음도 증상이 여성 환자군에서는 늦게 발현된다고 말할 수 있다. 이런 원인은 남녀의 평소 생활양식의 차이에 기인한다고 추론할 수 있다.

3차원 모델에서 이용한 음도, 강도, 길이 파라미터는 [13]에서처럼 환자군과 통제군을 구분해주는 절대적 파라미터는 되지 않았다. 파킨슨병 환자들이 항파킨슨 약물 복용전인 초기

균으로 경도(mild)의 신체 증상이고, 말에서 나타나는 증상 또한 경도인 점을 고려할 때, 초기 환자군에서는 문장 발화 전체적으로 음도, 강도, 길이 측면이 동시에 말 증상이 나타나기보다는 기율기 파라미터의 판별예측력이 보여주듯이 특정 한 두개의 파라미터 성질에서 유병인자로 인한 뚜렷한 차이점이 보인다고 생각된다.

만성 파킨슨병 환자를 대상으로 하는 많은 파킨슨 운동 연구에서 단음도, 단강도, 짧은 구 발화 등과 같은 확연한 여러 특징을 보인 반면[6][15], 초기 환자군과 정상군의 비교에서는 이런 선행 연구 대조가 무색할 만큼 환자군의 말 특징이 경미하면서도 각양각색이라는 점을 밝히고 싶다. 하지만, 유병이라는 공통 인자가 있다면 분명 운동에서도 나타나는 결과치가 존재할 것으로 생각하였고, 임상현장에서 미세한 차이점을 청지각적으로 판단할 수 있었기에, 그런 미세한 차이점을 만드는 파라미터를 찾아내는 작업이 본 연구인 셈이다. 본 연구 결과에서 보여준 파라미터들이 파킨슨병 운동 진단에 유용한 파라미터임을 더욱 확실하게 검증하기 위해서는, 추후 만성 환자군과 정상군 비교, 환자군내 약물 복용 전후비교, 뇌심부 자극술 전후 비교 등 다양한 조건의 환자를 대상으로 파라미터의 유용성 증명 작업과 다른 파라미터 연구가 계속적으로 이루어져야 할 것이다. 추가 파라미터로는 환자의 음성 떨림에 대한 연구와 이것을 표현할 단위 개발을 생각해 볼 수 있다. 끝으로 이런 다양한 파라미터를 이용하여 과소운동형 마비말장애인 파킨슨병 환자군과 과대운동형 마비말장애인 다른 환자군과 비교를 해 보는 것도 파라미터 검증에 도움이 될 것으로 판단한다.

감사의 글

연구에 동참해주신 모든 환자분들과 환자 정보 수집에 도움을 주신 건양대학교병원 신경과 김용덕 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- Kim, H. H. (2009). *Neuroanatomy For Speech-Language Pathology*, Seoul: Sigmappress, pp. 156-174.
(김향희 (2009). 언어병리학의 신경해부, 시그마프레스, pp. 156-174.)
- Kim, G. H., Kim, J. (2008). *Physiology*, Seoul: Medrang, Inforang LTD., pp. 216-238.
(김기환, 김전 (2008). 인체생리학, 의학문화사, pp. 216-238.)
- Pinto, S., Ozsancak, C., Tripoliti, E., Thobois, S., Limousin-Dowsey, P., Auzou, P. (2004). "Treatments for dysarthria in Parkinson's disease", *Lancet, Neurology* 3, september, pp. 547-556.
- Goberman, A. M. (2005). "Correction between acoustic speech characteristics and non-speech motor performance in Parkinson disease", *Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research*, 11, 3, pp. 109-116.
- Sapir, S., Ramig, L. O., Spielman, J. L., Fox, C. (2010). "Formant centralization ratio (FCR): a proposal for a new acoustic measure of dysarthric speech", *Journal of speech, language, and hearing research*, Feb. 53, 1, 114, [Epub ahead of print]
- Duffy, J. R. (1995). *Motor Speech Disorders: substrates, differential diagnosis and management*. St Louis: Mosby. pp. 166-188.
- Van Lancker sditis, D., Pachana, N., Cummings, J. L., Sditis, J. J. (2006). "Dysprosodic speech following basal ganglia insult: toward a conceptual framework for the study of the cerebral representation of prosody", *Brain and Language*, 97, pp. 135-153.
- Schroder, C., Nikolova, Z. T., Dengler, R. (2010). "Changes of emotional prosody in Parkinson's disease", *Journal of the neurological sciences*, 289, pp. 32-35.
- Lloyd, A. J. (1999). "Comprehension of prosody in Parkinson's disease", *Cortex*, 35, pp. 389-402.
- Scott, S., Caird, F. I., Williams, B. O. (1991). "Evidence for an apparent sensory speech disorder in Parkinson's disease". *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 47, pp. 840-843.
- Casekebeke, J. F. V., Jennekens-schinkel, A., Van der Linden, M. E., Buruma, O. J., Roos, R. A. C., (1991). "The interpretation of dysprosody in patients with Parkinson's disease". *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 54, pp. 145-148.
- Kent, R. D., Weismer, G., Kent, J. F., Vorperian, H. K., Duffy, J. R. (1999). "Acoustic studies of dysarthric speech: methods, progress, and potential", *Journal of communication disorders*, 32, pp. 141-186.
- Yoon, K. Ch. (2009). "Building a sentential model for automatic prosody evaluation", *Phonetics and Speech Sciences*, 1-4, pp. 47-59.
- Yoon, K. Ch. (2009). "Synthesis and evaluation of prosodically exaggerated utterances", *Phonetics and Speech Sciences*, 1-3, pp. 73-85.
- Kent, R. D. (ed.) (2004). *The MIT Encyclopedia Of Communication Disorders*, Cambridge, MA: The MIT Press, pp.126-129.

- **강영애(Kang, Youngae) 제1저자**
충남대학교 대학원 언어병리학과 박사수료
대전광역시 유성구 궁동 220번지
Email: redoffice1@yahoo.co.kr
관심분야: 신경말-언어장애, 장애음성분석
현재 원광대학교 임상언어치료전공 초빙교수

- **성철재(Seong, Cheoljae)**
대전광역시 유성구 궁동 220번지
Tel: 042) 821-6395
Email: cjseong@cnu.ac.kr
관심분야: 운율분석, 장애음성 분석
현재 충남대학교 인문대학 언어학과 교수

- **윤규철(Yoon, Kyuchul) 교신저자**
경상북도 경산시 대동 214-1번지
Tel: 053) 810-2145
Email: kyoony@ynu.ac.kr
관심분야: 운율분석, 전산언어
현재 영남대학교 문과대학 영어영문학부 조교수