

당뇨 및 고혈압 환자에서 혈액투석에 따른 Jitter와 Shimmer 요소값 변화 측정 및 분석

정회원 김 봉 현*, 조 동 옥*

Variation Measurement and Analysis of Jitter and Shimmer Parameter Value by Hemodialysis in Diabetic and Hypertensive

Bong-hyun Kim*, Dong-uk Cho*^o *Regular Members*

요 약

현대사회에서 만성질환은 고령인구의 건강한 삶을 위협하는 요소이며 당뇨 및 고혈압은 신장 기능의 파괴를 초래하고 악화될 경우 혈액투석, 인공장기, 장기이식술 등의 치료를 받아야 하는 위험한 질환이다. 따라서 본 논문에서는 당뇨 및 고혈압 환자들을 대상으로 혈액투석 치료에 따른 성대 진동 요소의 변화를 측정하여 혈액투석 치료가 성대 진동에 미치는 영향을 연구하였다. 이를 위해 발음에 문제가 없는 당뇨 및 고혈압 환자들을 피실험자로 선정하고 이들의 혈액투석 전과 후의 음성을 수집하여 성대 진동과 관련된 Jitter 및 Shimmer 분석 요소를 적용하여 변화되는 정도를 비교, 분석하는 실험을 수행하였다. 결론적으로 당뇨 및 고혈압 환자를 대상으로 한 혈액투석 치료가 신장 기능의 향상에 도움이 되는 것을 성대 진동의 안정성이 향상되는 실험 결과로 도출하였다.

Key Words : Hemodialysis, Jitter, Shimmer, Diabetes, Hypertension

ABSTRACT

Chronic diseases is being increased attention to threatening the elements healthy life of elderly population in modern society. Especially, Chronic diseases caused by diabetes and hypertension is destroyed kidney. In this case, subjective symptom is not little. So if health is worsened, hemodialysis, artificial organs, transplant an organ etc. should be treated as a dangerous diseases. Therefore, a patients receiving hemodialysis of diabetes and hypertension studied on the effects to regularity of amplitude and rate vibration of vocal cords in hemodialysis in this paper. To do this, a diabetic and hypertensive patients don't have a problem with pronunciation selected as of the subjects and their voices collected before and after hemodialysis. We studied on the effects of voice analysis to apply regularity of amplitude and rate vibration of vocal cords. In conclusion, we extracted a result that voice after than before hemodialysis is relatively low in voice measures values a regularity of amplitude and rate vibration of vocal cords.

1. 서 론

현대사회에서 스트레스와 식습관·생활 변화 등의 요인들로 인해 만성질환이 증가하고 있는 추세이며 이로 인해 건강한 삶을 영유하고자 하는 고령 인구층

에서 건강한 일상생활의 어려움을 겪고 있다. 만성질환은 보통 6개월 혹은 1년 이상 계속되는 질환으로 증세가 완만하게 나타나면서 장기간 증세가 지속되는 질환을 의미한다^{1,2)}. 우리나라의 경우 국민의 절반 정도가 만성질환을 앓고 있는 것으로 조사되고 있으며

* 충북도립대학교 전자정보계열(kimbh@cpu.ac.kr, ducho@cpu.ac.kr), (° : 교신저자)

논문번호 : KICS2011-01-065, 접수일자 : 2011년 1월 28일, 최종논문접수일자 : 2011년 7월 8일

만성질환의 대표적인 원인으로 당뇨와 고혈압을 들 수 있으며 조기 증상이 없는 당뇨와 고혈압의 특징 때문에 증세가 악화되기 쉬우며 이로 인해 합병증을 유발하게 되고 최악의 경우엔 사망에까지 이르게 하는 만성질환의 대표적인 원인이다.

당뇨는 혈당을 조절하는 호르몬인 인슐린이 부족하거나 기능을 제대로 발휘하지 못함으로써 당대사에 장애가 생겨 발생하는 질병이다. 이러한 당뇨병은 대표적인 만성 성인병의 하나이며 우리나라의 당뇨 환자는 1971년에는 30세 이상 성인의 1.5%에서 1993년에는 9.1%로 20년 사이에 6배 이상 증가하고 있으며 당뇨로 인한 사망률도 1983년에는 4.3명에서 2000년에는 22.6명으로 5배 가까이 늘어나고 있는 실정이다. 즉, 전체 인구의 25%인 1천2백만여명이 직·간접적으로 당뇨에 시달릴 것으로 보고되고 있다^{3,4)}. 또한, 고혈압은 혈관내의 혈액이 혈관벽을 강하게 밀기 때문에 발생하는 혈압의 수치가 정상보다 높게 나타날 때 발생하는 질환이다. 고혈압을 치료하여 정상 혈압을 유지해야 하는 이유는 고혈압이 동맥경화증을 일으키고 그 결과 혈관이 막히거나 터져 심장 및 신장질환이나 뇌졸중을 일으키게 된다. 이와 같은 당뇨 및 고혈압은 상태가 악화될수록 후유증으로 신장 기능이 파괴되는 질병 라이프 사이클을 지니고 있다⁵⁾.

따라서 본 논문은 다음과 같은 취지에서 연구를 수행하였다. 첫째, 당뇨와 고혈압환자의 경우 자각 증상이 없는 고로 이로 말미암아 신장질환이 발생하여도 이를 자각하지 못한다. 이때 신장 질환이 있다면 병원에 내원하여 적극 치료를 수행하고 이로 말미암아 더 이상의 신장 질환 진행을 막을 수 있는 바 이를 행할 수 있는 시스템을 개발하기 위한 방법론을 제안하고자 한다. 둘째, 이를 위해 음성 기반의 신장 질환 감지 시스템을 개발하고자 하였으며 신장 질환자 특히 당뇨 및 고혈압으로 신장 질환을 앓고 있는 환자들을 대상으로 그 음성 특징을 규명하는 작업을 수행하였다. 셋째, 당뇨 및 고혈압으로 인해 신장 질환을 앓고 있는 환자들의 음성 특징이 사람이 음성 분석 요소 중 Jitter와 Shimmer와 연관이 있음을 새롭게 규명하고자 한다. 이를 위해 본 논문에서는 당뇨 및 고혈압으로 인해 신장 기능이 악화되어 혈액투석 치료를 받고 있는 환자들을 대상으로 혈액투석 치료로 인해 신장 기능이 향상되는 것을 입증하기 위해 성대 진동과 관련된 음성학적 분석 요소들의 변화 측정으로 비교, 분석하는 연구를 수행하였다. 즉, 혈액투석은 당뇨 및 고혈압 환자들이 신장 기능의 향상을 위해 정기적으로 받는 치료 방법으로 혈액투석을 통해 신장 기능의 안

정성이 보장되는지를 성대 진동 요소의 측정으로 분석하는 실험을 수행하였다. 당뇨 및 고혈압 환자가 혈액투석에 의해 신장 기능에 좋은 영향을 미치는 연구는 본 연구팀에서 기존에 신장 관련 얼굴 부위인 지각 영역의 색상 변화 분석 연구 및 신장과 입술소리의 관계를 제1 포트 주파수 대역폭 분석 방법으로 연구를 수행한 적이 있다. 그러나 실험 결과의 정확성 및 신뢰성을 향상시키기 위해서는 다양한 진단 지표의 설계가 필요하다. 즉, 혈액투석으로 인해 신장 기능의 향상을 측정하기 위해 영상 및 음성신호 분석 요소를 다양하게 적용시켜 상호 유의성이 도출되는 분석 요소들간의 통합적인 진단 지표를 설계, 개발하는 것이 조기 진단의 정확성을 높일 수 있게 된다. 따라서, 본 논문에서는 기존의 신장 기능 향상도 측정 실험과는 다른 방법을 적용하여 혈액투석 후에 실질적으로 신장 기능이 향상되었는지를 음성 분석 방법의 적용으로 손쉽게 알아보기 위한 음성 분석 응용 방법론을 제안하였다. 이를 위해 혈액투석을 받고 있는 당뇨 및 고혈압 환자들을 피실험자로 선정하고 혈액투석 전과 후의 음성을 수집하여 각각의 음성에 대한 Jitter 및 Shimmer 분석 요소를 측정하고 혈액투석에 따른 성대 진동 요소의 변화를 비교, 분석하여 혈액투석에 따른 신장 기능의 향상을 성대 진동 요소의 변화로 분석하는 연구를 수행하였다.

II. 혈액투석과 기존의 음성 연구

혈액투석은 당뇨 및 고혈압 등으로 인해 신장 기능이 악화되었을 때 정상 신장이 하는 일 중의 일부의 기능을 대신 해 주는 치료방법이다. 말기 신부전증으로 신장이 약 95% 이상의 기능을 손실하게 될 때 혈액투석이 필요하게 되며 신장 기능이 어느 정도 남아 있더라도 부종이 심하거나 부종이 없더라도 요독이 심하면 혈액투석을 필요로 할 수 있다. 즉, 신장의 기능이 정상의 5% 이하가 되거나 크레아티닌 청소율이 4~8ml/min 이거나 혈청 크레아티닌 수치가 10mg/dl 이상이 되면 투석 치료를 받게 된다. 그러나 심하게 메스껍거나 토하거나 손발이 저릿저릿하거나 요독에 의한 출혈증상이 생기는 등의 자각증상이 있을 때에도 혈액투석을 시작할 수 있다. 혈액투석은 반투과성 막을 통해 액체와 입자가 이동하는 원리를 이용하여 정상 수분 유지, 전해질, 산·염기 평형을 형성하고 체내에서 독성 대사 산출물을 제거하는 것으로 노폐물과 과다한 수분을 제거하고 신체 혈액 내의 칼륨, 염분, 산·염기 상태를 정상으로 유지시키고 혈압을

조절하는 치료 방법이다. 혈액투석은 확산, 삼투 및 초여과의 원리를 이용하여 신부전 환자에게서 대사성 노폐물과 과다한 전해질 및 체액을 인위적인 방법으로 제거하는 것이다. 이러한 투석 치료에 의해 부종이 개선되고 호흡곤란도 사라지게 되며 두통, 구토 증상 등이 해소되고 식욕이 회복되어 신장 기능이 거의 정상적으로 유지된다. 그러나 1회 4시간, 주당 3회의 투석 치료를 정기적으로 받아야 한다는 불편함이 따른다^{6,7)}. 이와 같은 혈액투석을 받게 되는 가장 결정적인 원인이 당뇨 및 고혈압에 의한 신장 기능의 파괴이다. 당뇨병은 혈액 중 포도당의 농도가 비정상적으로 높아 소변으로 포도당이 배설되는 대사성 만성질환이며 고혈압은 혈압이 정상보다 높은 증상이 나타나는 질환이다.

생체 신호 분석 방법의 적용을 통한 인체 장기와의 상관성 분석에 관한 연구는 서양의학에서 다양한 방식으로 진행되고 있으며 최근에는 무선통신 기반의 원격진료 시스템, 생체 신호 처리용 칩 개발, 전자혈압계, 환자감시장치, 생체 전기 현상 및 심전도 고급 신호처리 기술 응용 등의 의료기기 개발 분야에서 널리 사용되고 있다^{8,9)}. 그러나 한의학을 기반으로 한 생체 신호 분석 연구는 상당히 미비한 실정이다. 따라서 본 연구팀에서는 한의학적 진단 이론을 기반으로 영상 및 음성 분석 기술을 적용, 응용하여 한의학적 진단 방법의 문제점을 해결하는 연구를 지속적으로 수행하고 있다. 즉, 임상어의 직관에 의해 진단 결과가 도출되는 한의학의 문제를 보완하기 위해 IRB (Institutional Review Board) 승인 절차를 통한 임상 자료를 기반으로 영상 및 음성 분석 기술을 적용하여 객관적인 진단 지표를 출력하는 실험을 수행하였다.

기존의 신장 관련 음성 연구는 한의학적 진단 이론에 근거하여 신장에 이상이 생겼을 때 입술소리에 해당하는 순음(脣音)에 문제가 생겨 “口, ㅂ, ㄹ” 발음이 불분명해진다는 것을 제 1 포먼트 주파수 대역폭 분석에 의해 객관적 지표를 설계, 출력하였다. 또한, 동양의학적 진단 이론에 근거하여 신장에 이상이 발생하면 목소리가 가라앉는다는 것을 1초간의 성대 떨림 및 음성 에너지의 세기에 의해 객관적 지표를 설계, 출력하였다^{10,11)}. 따라서 본 논문에서는 기존의 신장 관련 음성 연구를 기반으로 신장 기능이 악화된 당뇨, 고혈압 환자를 대상으로 혈액투석 치료를 받음으로써 신장 기능이 향상되는 것을 성대 진동의 세부적 분석 요소인 Jitter 및 Shimmer의 적용으로 실험 결과의 유의성을 도출하는 연구를 수행하였다.

III. 연구 과정 및 방법

3.1 임상자료 수집과 분류

본 논문에서는 당뇨 및 고혈압으로 인해 신장 기능이 파괴되어 혈액투석을 받고 있는 환자들 중에서 발음에 문제가 없는 환자를 피실험자 집단으로 선정하고 이들의 음성에서 성대 진동의 변화율과 규칙성을 추출하여 비교, 분석하였다. 이를 위해 서울 종로구 소재의 신장전문병원인 강의내과에서 당뇨 및 고혈압으로 혈액투석을 받고 있는 환자를 대상으로 비교적 발음이 정확한 남자 환자 20명과 여자 환자 20명을 피실험자로 선정하였다.

실험 환경은 외부의 잡음이 배제된 강의내과의 부속실에서 피실험자의 입과 마이크를 15cm로 유지한 상태에서 한의학적 진단 이론에 기반하여 실험 문장을 선정하였다. 즉, 당뇨와 고혈압에 의한 신장 기능이 악화된 경우에 따른 음성학적 진단 방법인 입술소리로 구성된 「마파도에서 살고 있는 박미풍 평민은 선거에서 백만표를 얻었다」라는 실험 문장을 통해 입력 자료를 수집하였다¹²⁾. 입력 자료는 혈액투석 전과 후의 상황을 최대한 동일하게 유지하기 위해 기상 후 1시간이 경과된 음성과 혈액투석을 받은 후 1시간이 경과된 음성으로 각각 수집하였다. 아래 그림 1은 본 논문에서 수행한 연구 과정을 나타낸 것이다. 또한, 아래 표 1은 본 논문에서 사용한 남성과 여성의 피실험자 집단 구성표이다.

표 1. 피실험자 집단 구성표

순번	나이	성별	병명	순번	나이	성별	병명
HM-01	67	남성	당뇨	HF-01	64	여성	당뇨
HM-02	66		당뇨	HF-02	58		당뇨
HM-03	56		당뇨	HF-03	66		당뇨
HM-04	66		당뇨	HF-04	65		당뇨
HM-05	72		당뇨	HF-05	72		당뇨
HM-06	62		당뇨	HF-06	71		당뇨
HM-07	64		당뇨	HF-07	57		당뇨
HM-08	56		당뇨	HF-08	55		당뇨
HM-09	60		당뇨	HF-09	62		당뇨
HM-10	57		당뇨	HF-10	65		당뇨
HM-11	62		고혈압	HF-11	54		고혈압
HM-12	64		고혈압	HF-12	74		고혈압
HM-13	59		고혈압	HF-13	68		고혈압
HM-14	61		고혈압	HF-14	56		고혈압
HM-15	56		고혈압	HF-15	66		고혈압
HM-16	58		고혈압	HF-16	68		고혈압
HM-17	52		고혈압	HF-17	59		고혈압
HM-18	64		고혈압	HF-18	63		고혈압
HM-19	73		고혈압	HF-19	57		고혈압
HM-20	54		고혈압	HF-20	58		고혈압

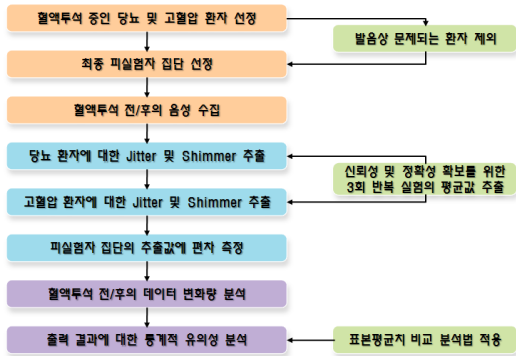


그림 1. 연구 과정 흐름도

3.2 음성 분석 요소의 적용

본 논문에서는 음성 분석 프로그램인 프라트를 사용하여 수집한 음성 자료에 대해 성대 진동의 변화율과 진폭의 규칙성을 측정하였다. 혈액투석으로 인해 신장 기능이 향상되는 것을 측정하기 위한 기존의 음성 분석 실험에서 초당 성대 진동 횟수를 나타내는 피치 분석 요소가 혈액투석 전과 후의 피실험자 음성에서 유의성이 도출되었다. 따라서 본 논문에서는 피치 분석 요소 중 세부적으로 성대 진동에 대한 다양한 측정 요소를 적용하여 실험을 수행한 결과 성대 진동의 변화율을 나타내는 Jitter와 진폭의 규칙성을 나타내는 Shimmer 분석 요소에서 실험 결과의 유의성을 도출하게 되어 Jitter 및 Shimmer에 대한 실험을 수행하였다. Jitter는 성대 진동의 변화율을 의미하는 것으로 단위 시간 안의 발음에서 성대의 진동인 피치의 변화가 얼마나 많은지를 나타내는 음성 분석 요소이다. Jitter는 Momentary pitch period(음성파형 1회 진동)에 대한 Short-term average pitch period(음성파형 3회 진동) 길이의 비율로 나타낸다. 또한, 기본주파수 내 진동시간을 백분율로 표시하며, Relative Average Perturbation 측정을 목적으로 Koike공식으로 산출한다. 정상적인 음성에서는 변화율이 높지 않지만, 성대에 결절이 있거나 암조각이 있으면 변화가 많게 된다^[13]. Jitter의 경우 연령의 증가와 상관성이 있다는 연구와 연령의 증가와는 상관성이 없다는 연구가 모두 공존한다. 또한 Jitter는 진동주파수의 한 주기가 얼마나 변동적인지를 말하여 주는데, 청지각적으로 목 쇠소리와 거친 소리에 관련이 많다^[14].

$$jitter = \frac{\sum_{i=2}^{N-1} |2T_i - T_{i-1} - T_{i+1}|}{\sum_{i=2}^{N-1} T_i} \quad (1)$$

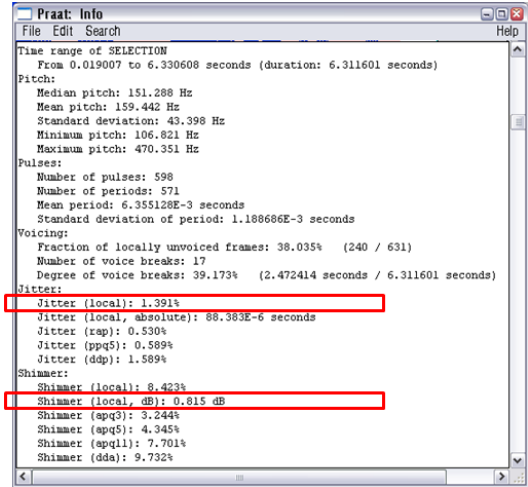


그림 2. Jitter 및 Shimmer 추출 결과 화면

Shimmer는 음성파형에서 각 지점의 진폭 값의 변화가 얼마나 규칙적인지를 나타내준다. 성대 진폭의 변이 양상을 보여주어 진폭의 정확도를 말하여 준다. 즉, 진동 주기당 진폭의 변화를 dB로 평가하며, 진폭의 변화가 불규칙적일수록 dB값이 증가하게 된다^[15]. 진폭 변화의 규칙성은 성악가들의 경우 음의 크기를 훈련에 의해 서서히 증가시키거나 감소시키는 조절을 할 수 있다. 보통 후두암과 같은 환자의 경우에는 성대의 진동이 불규칙적이면 각 시점의 진폭 값도 일정하지 않게 된다^[14].

IV. 실험 결과 및 분석

4.1 실험 결과

본 논문에서는 당뇨 및 고혈압 환자들을 대상으로 신장 기능이 파괴되어 혈액투석을 받고 있는 환자에서 혈액투석 전과 후의 음성 변화율을 분석하는 연구를 수행하였다. 이를 위해 한의학적 진단 이론에 근거하여 신장과 연관성이 있는 입술소리에 해당하는 발음으로 구성된 “마파도에서 살고 있는 박미풍 평민은 선거에서 백만표를 얻었다”라는 실험 문장을 녹음하여 성대 진동의 변화율과 진폭의 규칙성에 대한 결과값을 추출, 분석하는 실험을 수행하였다. 논문에서 사용한 음성 데이터 수집 장치로는 스테레오 고품질 녹음 모드인 STHQ 방식의 SONY ICD-SX67을 사용하였고 음성 신호의 비교·분석을 위해 사용한 음성 분석 도구는 Praat 5.0.23의 Jitter 및 Shimmer 분석 요소를 사용하였다^[14].

표 2는 당뇨 및 고혈압을 앓고 있는 피실험자 집단

표 2. 피실험자 남성 집단의 음성 분석 결과표

순번	성대 진동 변화율(%)		편차	성대 진폭 규칙성(dB)		편차
	혈액 투석 전	혈액 투석 후		혈액 투석 전	혈액 투석 후	
HM-01	2.338	2.009	-0.329	1.462	1.117	-0.345
HM-02	1.631	1.522	-0.109	0.736	0.725	-0.011
HM-03	3.185	2.119	-1.066	0.995	1.005	0.01
HM-04	1.576	1.281	-0.295	0.863	0.805	-0.058
HM-05	1.810	1.692	-0.118	0.826	0.794	-0.032
HM-06	1.646	1.862	0.216	0.883	0.782	-0.101
HM-07	1.821	1.634	-0.187	0.894	0.852	-0.042
HM-08	1.449	1.227	-0.222	0.756	0.714	-0.042
HM-09	1.824	1.247	-0.577	1.125	0.995	-0.13
HM-10	2.452	1.886	-0.566	0.868	0.902	0.034
HM-11	1.803	1.638	-0.165	0.923	0.908	-0.015
HM-12	2.042	1.936	-0.106	1.105	0.965	-0.14
HM-13	1.754	1.852	0.098	0.884	0.922	0.038
HM-14	1.528	1.405	-0.123	0.862	0.784	-0.078
HM-15	2.224	1.586	-0.638	0.954	1.102	0.148
HM-16	1.682	1.624	-0.058	1.286	1.195	-0.091
HM-17	1.936	1.685	-0.251	0.753	0.768	0.015
HM-18	2.824	2.664	-0.16	0.848	0.714	-0.134
HM-19	2.376	2.458	0.082	0.829	0.783	-0.046
HM-20	1.838	1.565	-0.273	0.738	0.725	-0.013
HF-01	1.391	1.124	-0.267	0.815	0.792	-0.023
HF-02	1.573	1.871	0.298	0.809	0.742	-0.067
HF-03	1.582	1.414	-0.168	0.886	0.770	-0.116
HF-04	1.674	1.388	-0.286	0.924	0.868	-0.056
HF-05	2.442	2.172	-0.27	0.820	0.805	-0.015
HF-06	3.045	2.738	-0.307	1.102	0.994	-0.108
HF-07	1.584	1.642	0.058	1.245	0.969	-0.276
HF-08	1.882	1.634	-0.248	0.925	1.127	0.202
HF-09	1.550	1.528	-0.022	0.975	0.885	-0.09
HF-10	1.875	1.315	-0.56	0.789	0.748	-0.041
HF-11	1.825	1.428	-0.397	0.842	0.885	0.043
HF-12	1.547	1.635	0.088	0.935	0.869	-0.066
HF-13	1.386	1.287	-0.099	1.285	1.042	-0.243
HF-14	2.275	1.983	-0.292	1.053	0.885	-0.168
HF-15	1.692	1.304	-0.388	0.905	0.820	-0.085
HF-16	1.738	1.428	-0.31	0.883	0.836	-0.047
HF-17	0.985	1.124	0.139	0.682	0.702	0.02
HF-18	2.871	2.425	-0.446	1.042	0.834	-0.208
HF-19	1.540	1.267	-0.273	0.958	0.795	-0.163
HF-20	3.071	2.408	-0.663	0.728	0.704	-0.024
평균값	1.932	1.700	-0.232	0.930	0.866	-0.064

에 대한 혈액투석 전과 후의 성대 진동 변화율과 진폭 규칙성을 추출한 결과이다. 또한 아래 그림 3은 피실험자 집단에 대한 혈액투석에 따른 Jitter 결과값의 변화를 그래프로 나타낸 것이며 그림 4는 피실험자 집단에 대한 혈액투석에 따른 Shimmer 결과값의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

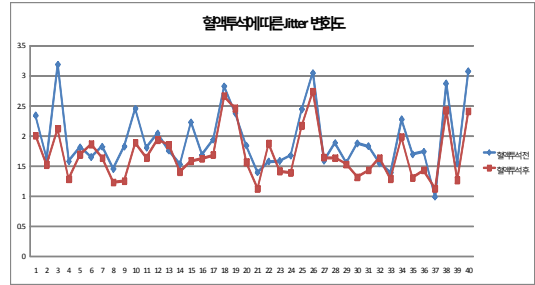


그림 3. 혈액투석에 따른 Jitter 결과값 변화도

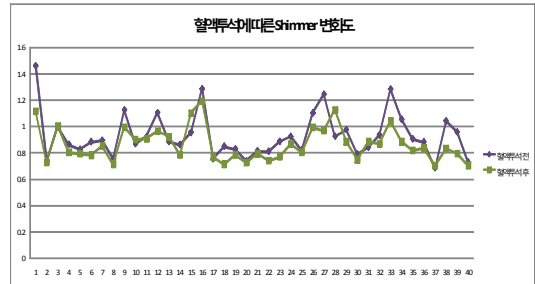


그림 4. 혈액투석에 따른 Shimmer 결과값 변화도

4.2 통계적 유의성 분석

본 논문에서의 실험은 혈액투석 후의 음성이 혈액 투석 치료에 의해 영향을 받는 의존적 현상이기 때문에 서로 독립된 두 표본에서 나온 평균치의 분석 방법을 적용할 수가 없다. 따라서, 각각의 개체 대상에서의 변화 정도로 자료를 변화시키면 원래의 자료가 갖고 있던 정보도 그대로 남아 있을 뿐만 아니라 그 변화량을 나타내는 값들은 독립성을 갖게 된다. 이와 같은 특성을 통해 두 표본의 성대 진동 변화율 및 진폭 규칙성의 평균치 비교 방식을 도입하여 Paired T-Test 방식에 의한 통계 분석을 수행하였다.

즉, 각각의 개체 대상에서의 혈액투석 전과 후의 차이 d_i 들의 평균 d 와 차들의 분산 σ_d^2 으로서 분석한다. d 의 귀무상태는 0이고 이의 실측치는 $X_a - X_b$ 의 값과 같으며, 이는 다시 $\mu_a - \mu_b$ 의 불편추정치가 된다. d_i 들의 분산 σ_d^2 은 알 수 없으므로 표본분산 S_d^2 을 이용하여 t-분포를 적용하여 분석한다¹⁶⁾.

$$S_d^2 = \sum (d_i - d)^2 / (n - 1) \quad (2)$$

$$t = (d - 0) / \sqrt{S_d^2 / n} \quad (\text{단, 자유도는 } n - 1) \quad (3)$$

이러한 동일 개체에 대한 두 표본평균치의 비교 분

석 방식을 Paired T-Test 방식에 의해 분석하였다. 아래 표 3은 피실험자 집단의 혈액투석에 따른 Jitter 결과값 변화에 대한 표본평균치 비교 분석 결과를 나타낸 것이며 표 4는 피실험자 집단의 혈액투석에 따른 Shimmer 결과값 변화에 대한 표본평균치 비교 분석 결과를 나타낸 것이다.

이와 같은 분석 결과를 통해 피실험자 집단의 혈액투석 전과 후에 대한 Jitter 결과값의 변화량 유의확률은 0.000002063이며 Shimmer 결과값의 변화량 유의확률은 0.000283975로 유의수준 0.05보다 작게 추출되어 검정통계량이 유의한 값을 보였음을 알 수 있다.

표 3. Jitter값 변화량 통계 분석 결과

Jitter 변화값 분석	혈액투석 전	혈액투석 후
평균	1.931675	1.700175
분산	0.262360276	0.174742815
관측수	40	
피어슨 상관 계수	0.859229694	
자유도	39	
t 통계량	5.567663538	
P(T<=t) 단측 검정	0.000001032	
t 기각치 단측 검정	1.684875122	
P(T<=t) 양측 검정	0.000002063	
t 기각치 양측 검정	2.022690901	

표 4. Shimmer값 변화량 통계 분석 결과

Shimmer 변화값 분석	혈액투석 전	혈액투석 후
평균	0.929825	0.865725
분산	0.028865481	0.016445076
관측수	40	
피어슨 상관 계수	0.802659907	
자유도	39	
t 통계량	3.987860924	
P(T<=t) 단측 검정	0.000141987	
t 기각치 단측 검정	1.684875122	
P(T<=t) 양측 검정	0.000283975	
t 기각치 양측 검정	2.022690901	

V. 결 론

최근 들어 초고령화 사회로 접어들면서 만성 질환에 대한 사회적 관심이 증대되고 있으며 이러한 만성 질환으로 인한 노년층의 의료 비용이 11조원 이상으로 해마다 급격히 증가하고 있다. 특히 우리나라 사람

들의 신체 체질의 50% 이상이 태음인 바 이 같은 체질 특성상 만성질환의 대표적인 질병인 당뇨와 고혈압을 가장 많이 앓고 있다. 그러나 무엇보다 당뇨와 고혈압은 완치가 안 되는 질병으로 합병증이 진행이 안 되도록 막는 것이 최선의 치료 방법이다. 특히 당뇨와 고혈압을 방치할 경우 심장질환, 신장질환 등의 합병증을 앓게 되며 이 중 합병증으로 신장질환이 더욱 많은 빈도를 보이고 있다.

따라서 본 논문에서는 당뇨와 고혈압으로 인해 혈액투석을 받고 있는 만성 질환자들이 실질적으로 혈액투석에 의해 신장 기능에 좋은 영향을 미치는지를 연구하기 위해 상대 진동 요소값들의 변화를 측정하여 혈액투석에 따른 신장 기능의 향상을 음성 분석학적 방법의 응용으로 입증하는 실험을 수행하였다. 즉, 혈액투석을 받기 전과 후의 음성을 동일한 환경에서 실험자료를 수집하고 이를 음성 공학적 분석 요소 중에서 Jitter와 Shimmer를 적용하여 음성의 변화를 추출, 분석하는 연구를 수행하였다. 실험 결과를 통해 당뇨 및 고혈압 환자의 성별에 관계없이 혈액투석 전보다 투석 후의 Jitter와 Shimmer의 결과값이 감소하는 현상을 나타냈다. 또한, 통계적 유의성 분석을 통해 Jitter와 Shimmer의 P 양측 검정 결과가 유의수준 0.05에서 낮게 분석되어 통계적 유의성을 보였다. 이와 같은 연구 결과를 통해 당뇨 및 고혈압에 의한 혈액투석 치료를 받는 환자들에게 혈액투석이 Jitter와 Shimmer에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과는 본 연구팀에서 기존에 수행한 제 1 포먼트 주파수 대역폭과 신장 질환의 연관성 연구에 비해 신뢰성이 다소 낮게 측정되었지만 다양한 음성 분석학적 요소들을 결합한 다양한 진단 지표를 통합적으로 설계하여 적용했을 때 정확성이 향상되는 결과를 나타냈기 때문에 신장 질환 진단 방법의 세부 요소로 활용 가치가 있을 것으로 판단된다. 그러나 본 논문은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다. 첫째, 신장질환의 발병 원인을 당뇨와 고혈압 환자로 한정시켜 보다 폭넓은 적용에 한계를 가질 수 있다. 둘째, 현재 개발한 시스템은 Jitter와 Shimmer 값의 변이값에 대해 기준 표준안이 마련되어 있지 않다. 다시 말해, Jitter와 Shimmer값이 상승하면 신장 질환이 발생할 개연성에 대해 제시만 해 줄 뿐 그 수치 변이폭에 따른 질병의 경(輕), 중(中), 중(重) 등의 기준안이 마련되어 있지 않아 차후 보다 광범위한 임상 자료를 통해 이 기준안을 마련해야 할 것으로 사료된다. 실제 양방의 임상 현장에서는 크레아티닌 수치, BUN 수치, 단백뇨량 등의 수치들을 기준으로 진단에 대한 표준안 및 질병의

경(經), 중(中), 중(重)이 마련되어 있으므로 향후 이 같은 작업이 더 연구 수행되어야 할 것으로 여겨진다.

그러나 본 논문은 음성 기반으로 신장 질환이 있는지 그 여부를 간단히 스마트폰 기반 등으로 간단히 알아 볼 수 있는 시스템으로 향후 이를 기반으로 한 모바일 앱 서비스 등이 가능하며 만일 이를 토대로 Jitter와 Shimmer값의 변이가 의미가 있을 정도면 신장내과에 내원하여 정밀진단을 받으므로 신장 질환의 예방 차원 시스템으로 적용하기에 적합할 것으로 여겨진다. 향후 보다 광범위한 임상자료 확보로 진단 오차를 줄이기 위한 노력과 더불어 신장 질환과 유의성 있는 음성 분석 요소를 더 규명하여 진단 오차를 줄이기 위한 연구가 더 행해져야 하리라 여겨진다.

참 고 문 헌

- [1] 만성병조사팀, *건강형태 및 만성질환 통계 자료 집*, 질병관리본부, 2006.
- [2] 김노영, “노인 만성질환 영향 요인 조사연구,” *원광대학교 학위논문*, 2009.
- [3] 대한당뇨병학회, <http://www.diabetes.or.kr>, 2009.
- [4] 정수미, “당뇨교육 경험이 환자의 당뇨지식과 자가건강행위에 미치는 영향,” *충남대학교 학위논문*, 2005.
- [5] 츠시마 모토오, *고혈압 예방과 치료*, 우듬지, 2005.
- [6] 일본HDF연구회, *혈액투석여과*, 대영, 2007.
- [7] 유용규, “혈액투석,” *로얄동물임상의학 제1권 제1호*, 2003.
- [8] 오성준 외 1, “모바일 단말기 기반의 생체신호 측정 시스템 구현,” *대한전자공학회지*, 2008.
- [9] 김규동, “INMARSAT 위성통신을 이용한 생체신호 기반의 원격진료 시스템 개발,” *동명대학교 석사학위논문*, 2009.
- [10] 김봉현 외 1, “포먼트 주파수 대역폭 추출 및 분석을 이용한 신장 질환 진단 방법의 설계,” *한국통신학회논문지*, 2009.
- [11] 김봉현 외 2, “말기 신부전 환자에서 혈액투석 치료가 성대 및 강도의 변화에 미치는 영향,” *한국통신학회논문지*, 2010.
- [12] 신동원, *한권으로 읽는 동의보감*, 들녘, 1999.
- [13] 이형석 외 5명, “Dr. Speech Science를 이용한 정상 및 후두질환 환자의 음향분석,” *대한음성언어학회지*, 1997.
- [14] 양병곤, *프라트를 이용한 음성 분석의 이론과 실*

제, 만수출판사, 2003.

- [15] 고도홍, 정옥란, *음성 및 언어분석기기 활용법*, 한국문화사, 2001.
- [16] 최태성, 김성호, *사회과학을 위한 통계자료분석*, 다산출판사, 2004.

김 봉 현 (Bong-hyun Kim)

정회원



2000년 2월 한밭대학교 전자계산학과
2002년 2월 한밭대학교 전자계산학과 공학석사
2009년 3월 한밭대학교 컴퓨터공학과 공학박사
2002년 3월~현재 한밭대학교 외래강사

2005년 9월~현재 충북도립대학교 외래강사
2009년 한국정보처리학회 논문대상 수상
2011년 한국정보처리학회 최우수논문상 수상
<관심분야> 생체신호분석, 음성처리, 전자상거래

조 동 옥 (Dong-uk Cho)

정회원



1983년 2월 한양대학교 전자공학 학과
1985년 8월 한양대학교 전자공학 학과 공학석사
1989년 2월 한양대학교 전자통신공학과 공학박사
1991년~2000년 서원대학교 정보통신공학과 교수

1999년 Oregon State University 교환교수
2000년~현재 충북도립대학교 전자통신전공 교수
2007년 기술혁신대전 대통령 표창 수상
2008년 한국정보처리학회 학술대상 수상
2009년 한국산학기술학회 학술대상 수상
2011년 한국정보처리학회 최우수논문상 수상
<관심분야> BIT융합기술, 영상 및 음성처리