

말기 신부전 환자에서 혈액투석 치료가 성대 및 강도의 변화에 미치는 영향

정희원 김 봉 현*, 조 동 욱**, 강 응 태***

The Influence of Vocal Cords and Intensity by Hemodialysis in End Stage Renal Disease

Bong-hyun Kim*, Dong-uk Cho**, Eung-Taek Kang*** *Regular Members*

요 약

신장 질환은 초고령화 사회로 접어들고 있는 현대 사회에서 발병율이 매우 높은 질환이다. 이러한 신장 질환을 초기에 발견하면 약물이나 식이요법으로 막을 수 있지만 악화될 경우 인공투석이나 신장이식을 받아야 한다. 따라서 본 논문에서는 혈액투석에 따른 성대 및 강도의 변화율을 측정, 분석하여 신장과 음성과의 상관성을 분석하였다. 이를 위해 혈액투석 치료를 받는 피실험자를 대상으로 혈액투석 전과 후의 음성을 수집하고 음성 분석학적 요소의 적용을 통해 비교, 분석하였다. 즉, 신장에 이상이 있을 때 목소리가 가라앉는다는 동양의학적 진단 이론에 기반하여 혈액투석 치료 전의 음성과 치료 후의 음성을 각각 수집하고 수집된 음성 자료에 성대의 떨림과 강도 분석을 적용하여 혈액투석 치료 전과 후의 음성 변화를 측정, 분석하였다.

Key Words : Kidney Disease, Hemodialysis, Auscultation, Pitch, Intensity

ABSTRACT

Kidney diseases rates in modern Korean society, which is entering an aging society, are growing. These diseases diagnosed at early stage can be cured with the drug or dietary treatment. If, however, at worsening stage, kidney dialysis or transplant is needed. In this context, we analyzed the relationship between kidney and voice by measuring and analyzing the changing rate of the vocal chord and intensity according to hemodialysis.

For this, we collected voice samples before and after hemodialysis, and compared and analyzed them through application of vocal analytical element. Namely, based on oriental medical diagnosis theory that voice is quieted down when kidney is abnormal, we collected voice samples before and after hemodialysis, and applied trembling and intensity analysis of vocal chord.

I. 서 론

최근 들어 초고령화 사회로 접어들고 있으며 노령 인구에 대한 사회적 역할과 기능이 증대되고 있는 추

세이다. 따라서 사회적, 환경적 변화속에서 노령 인구에 대한 건강 유지 및 관리가 고령 사회의 초점이 되고 있다. 그러나 스트레스로 인한 생활 습관의 변화와 적응의 실패에서 오는 각종 노인성 질환이 심각하게

* 한밭대학교 컴퓨터공학과 (bhkim@hanbat.ac.kr),

** 충북도립대학교 정보통신학과 (ducho@cpu.ac.kr) (° : 교신저자)

*** 중앙대학교 의과대학 신장내과 (sullaria@paran.com)

논문번호 : KICS2009-11-559, 접수일자 : 2009년 11월 03일, 최종논문접수일자 : 2010년 06월 30일

증가 추세를 보이고 있다. 특히 당뇨 및 고혈압 등의 질환을 앓고 있는 환자가 급격히 많아지고 있으며 이러한 질환으로 인한 합병증으로 생활 기능 수행상의 장애까지 발생하고 있다. 이와 같은 사회적 현상속에서 현대 질환의 특성을 단적으로 보여주고 있는 것이 바로 신장 질환이다¹⁾. 최근 분당서울대병원 노인 보건연구단의 조사 결과에 의하면 65세 이상의 노령 인구 2명 중 1명이 만성 신장 질환을 앓고 있는 것으로 나타났다. 특히, 48.4%에 해당하는 노령 인구에서 3기 이상의 만성 신장 질환이 있는 것으로 나타났으며 3기 이상 만성 신장 질환 유병률은 연령이 증가할수록 점점 더 높아지고 있다²⁾. 3기 만성 신장 질환은 신장 기능이 50% 이상 상실된 경우를 말하며 신장 기능에 이상이 발생하면 신장염, 신부전증, 몸이 붓는 증세, 비만, 만성피로, 요산과다 및 요실금 등의 질환이 발병한다. 신장 기능이 나빠지면 간 기능도 연쇄적으로 나빠지며 피 속의 노폐물을 걸러내지 못하고 해독작용도 못하여 100여 가지의 질환이 발생하게 된다. 이러한 시기에는 약물요법과 식이요법 등의 적극적인 치료가 필요하다. 그러나 일단 기능이 파괴된 신장은 원래의 기능으로 잘 돌아오지 않는다³⁾. 이러한 신장 질환은 다양한 원인들로 인해 신장의 기능이 악화되고 초기엔 약물치료 및 식이요법 등으로 신장의 정상적 기능을 유지할 수 있다. 그러나 자각 증상이 거의 없는 질환의 특징 때문에 신장이 파괴되면 반드시 투석 치료를 받게 된다.

따라서 본 논문에서는 신장에 이상이 발생하면 목소리가 가라앉는다는 동양의학적 진단 이론을 기반으로 투석 치료에 따른 음성적 변화를 측정, 비교하는 실험을 수행하였다⁴⁾. 즉, 혈액투석 치료를 받기 전과 후의 음성 변화율을 측정하여 신장과 음성과의 관계를 정립하였다. 이를 위해 신장 질환을 앓고 있는 환자들을 대상으로 혈액투석 치료를 받는 환자들의 치료 전 음성과 치료 후의 음성을 동일한 실험 환경과 장비를 통해 실험 자료로 수집하였다. 또한 수집된 음성 실험 자료를 토대로 성대 진동음과 음성 에너지의 크기에 대한 변화를 측정하여 혈액투석 전·후의 음성 변화율을 비교, 분석하였다.

II. 신장과 투석

2.1 신장

동양의학에서 신장은 순환계의 보호를 담당하는 역할을 하고 있는 삼초(三焦)와 서로 통해 신장이 병들면 삼초를 조화시켜야 하며 삼초에 이상이 오면 신장

을 서둘러 보해야 한다고 전해지고 있다. 신장은 옆구리의 뒤쪽 뱃속에 있는 한 쌍으로 된 인체 기관이다. 오른쪽 신장은 간 밑에 있고 왼쪽 신장은 지라 밑에 위치하고 있다. 간이나 지라와 달리 비록 뱃속이지만 복막 속이 아닌 복막 뒤에 있기 때문에 이자와 십이지장, 그리고 상·하행 결장과 더불어 후복막 기관에 속한다.

이와 같은 신장은 몸 속의 체액 양과 이온 농도를 적절하게 조절하며 노폐물을 소변으로 내보내는 역할을 한다. 또한 독성 물질이나 약물, 그리고 대사산물의 독을 없앤 뒤 배출하며 여러 호르몬의 작용으로 세포 밖에 있는 수분의 양과 혈압을 조절하고 적혈구를 만드는데 관여하며 간과 더불어 뼈를 만드는 내분비 기능을 한다. 이러한 역할을 담당하고 있는 신장은 좌, 우에 하나씩 두 개가 있으며 등쪽 갈비뼈의 가장 밑 부분에 싸여서 척추의 양 옆으로 위치하고 있다. 각 신장은 약 100만개의 신원이라는 기본구조로 이루어지며 하나의 신원은 사구체라고 불리는 미세한 모세혈관 덩어리와 신세뇨관으로 구성이 되어 여과와 흡수의 기능을 하게 된다. 혈액이 흘러 사구체로 들어가게 되면 여과가 되고 이 여과된 수액은 세뇨관을 따라 흐르게 되는데 여기서 여러 화학물질들과 수분이 체내의 필요에 의해 첨가되거나 제거된 후 소변으로 배설 되는 것으로 이렇게 하여 신장은 24시간 잠시도 쉬지 않고 하루에 약 200리터의 수분을 거르고 재흡수하고 하는 일을 하며 이중 평균 약 2리터를 소변으로 배설하며 배설된 소변은 방광에 약 1~8시간가량 머무른 뒤 최종적으로 버려지게 된다^{5), 6)}.

2.2 투석

투석 치료는 신장이 더 이상 기능을 더 하지 못할 때 정상 신장이 하는 일 중의 일부의 기능을 대신 해주는 치료방법이다. 말기 신부전증으로 신장이 약 95% 이상의 기능을 손실하게 될 때 보통 투석 치료를 필요로 하게 되며 신장 기능이 어느 정도 남아있더라도 부종이 심하거나 부종이 없더라도 요독이 심하면 투석치료를 필요로 할 수 있다. 즉, 신장의 기능이 정상 5% 이하가 되거나 크레아티닌 청소율이 4~8ml/min 이거나 혈청 크레아티닌치가 10mg/dl 이상이 되면 투석 치료를 받게 된다. 그러나 이보다는 환자가 느끼는 증상(자각증상)이 중요하며, 예를 들면 심하게 메스껍거나 토하는 경우, 손발이 저릿저릿하는 경우, 요독에 의한 출혈증상이 생기는 경우 등에는 비록 신장기능이 많이 있어도 투석 치료를 시작할 수 있다. 즉, 산증, 고칼륨혈증 및 기타 요독증 증상이 더

이상 조절될 수 없는 급성 신부전이나 조절되지 않는 고혈압, 신증, 뼈 질환, 말초신경증, 요독성 뇌질환, 심한 빈혈 증상 등의 만성 신부전에 적용된다.

물론 만성 신부전증이 아니라 급성 신부전증의 경우에 일시적으로 투석 치료를 하게 되는 수도 있다. 급성 신부전증의 경우에는 신장 기능이 회복될 때까지 투석 치료를 필요로 하게 된다. 그렇지만 만성 신부전증의 경우엔 신장 기능이 회복될 수 없으므로 거의 대부분은 남은 여생 기간 내내 투석 치료를 필요로 하게 된다.

III. 실험 대상 및 방법

3.1 임상자료 수집 및 구성

본 논문에서는 혈액투석 치료에 따른 음성의 변화율을 측정하고 비교 분석하는 실험을 수행하기 위해 2008년 4월 1일부터 2009년 9월 30일까지 충북 옥천 소재의 신장전문병원인 송내과와 서울 종로 소재의 신장전문병원인 강의내과에서 혈액투석을 시행하고 있으며 발음이 비교적 정확한 남자 환자 30명과 여자 환자 30명을 대상으로 실험 자료를 구성하였다. 아래 표 1과 표 2는 실험에 사용된 음성 자료에 대한 환자

표 1. 혈액투석 남성 환자 집단 구성표

순번	성별	나이	병명
KDM-01	남성	67	고혈압
KDM-02		67	당뇨
KDM-03		66	당뇨
KDM-04		69	당뇨
KDM-05		66	당뇨
KDM-06		67	당뇨
KDM-07		78	당뇨
KDM-08		70	고혈압
KDM-09		87	당뇨
KDM-10		65	고혈압
KDM-11		36	고혈압
KDM-12		40	만성사구체질환
KDM-13		78	당뇨
KDM-14		48	당뇨
KDM-15		37	만성사구체신염
KDM-16		56	당뇨
KDM-17		67	고혈압
KDM-18		60	당뇨
KDM-19		70	당뇨
KDM-20		64	당뇨
KDM-21		67	당뇨
KDM-22		57	만성사구체신염
KDM-23		64	당뇨
KDM-24		57	당뇨
KDM-25		62	고혈압
KDM-26		58	고혈압
KDM-27		39	고혈압
KDM-28		71	만성사구체신염
KDM-29		66	당뇨
KDM-30		63	당뇨

표 2. 혈액투석 여성 환자 집단 구성표

순번	성별	나이	병명
KDF-01	여성	57	고혈압
KDF-02		66	루프스
KDF-03		71	만성사구체질환
KDF-04		69	세뇨관간질질환
KDF-05		48	고혈압
KDF-06		67	당뇨
KDF-07		58	고혈압
KDF-08		37	만성사구체신염
KDF-09		69	신장결핵
KDF-10		62	당뇨
KDF-11		77	고혈압
KDF-12		37	고혈압
KDF-13		71	고혈압
KDF-14		60	고혈압
KDF-15		62	고혈압
KDF-16		67	고혈압
KDF-17		67	고혈압
KDF-18		57	당뇨
KDF-19		72	당뇨
KDF-20		66	고혈압
KDF-21		59	당뇨
KDF-22		63	당뇨
KDF-23		64	고혈압
KDF-24		45	고혈압
KDF-25		72	만성사구체신염
KDF-26		58	고혈압
KDF-27		66	고혈압
KDF-28		68	당뇨
KDF-29		59	고혈압
KDF-30		52	만성사구체신염

소견표를 나타낸 것이다.

실험 환경은 외부의 잡음이 배제된 공간에서 실험 대상자의 입과 마이크를 15cm로 유지한 동일한 입력 장치들 기반으로 혈액투석 치료를 받기 전의 음성을 수집하고 혈액투석 치료를 받은 후의 음성을 수집하였다. 또한 최대한 동일한 상태를 유지한 실험 자료를 수집하기 위해 기상 후 1시간 내외의 시간이 지난 후 혈액투석 치료를 받기 위해 내원한 환자를 대상으로 혈액투석 치료 전의 음성을 수집하였으며 투석 치료 후의 음성 수집도 혈액투석 후 1시간 내외의 시간이 지난 다음에 음성을 수집하였다. 실험에 사용한 문장은 “마파도에서 살고 있는 박미풍 평민은 선거에서 백만표를 얻었다”라는 것으로 한의학적으로 신장 질환과 관련된 입술소리에 근거하여 문장을 구성하였다. 한의학에서 신장의 소리는 발음상 순음(唇音), 즉 입술소리에 해당한다. 따라서 신장에 이상이 발생시 순음(唇音)에 문제가 있음을 가지고 신장 질환 여부를 판단하고 있다. 따라서 신장과 음성과의 관계를 분석하기 위해 신장은 우(狹)소리이며 발음으로는 입술소리인 순음(唇音)을 기반으로 실험 문장을 구성하였다⁷⁾.

3.2 실험 방법

본 논문에서는 신장에 이상이 발생하면 가라앉은 목소리를 나타낸다는 동양의학적 이론을 기반으로 투석 치료에 따른 성대 진동율과 음성 강도의 변화율을 비교, 분석하는 실험을 수행하였다. 이를 위해 옥천의 송내과와 서울의 강내과에서 동일한 환경과 조건으로 외부와의 잡음을 배제한 상황에서 음성을 수집하였다. 또한, 수집된 임상 자료에서 전문의의 소견을 토대로 언어 및 음성 장애가 있다고 판명된 자료 및 고령, 시력감퇴 등의 이유로 인해 발음이 불분명한 자료 등을 제외한 나머지 임상 자료를 기반으로 남성 30명, 여성 30명의 혈액투석 치료 환자를 대상으로 실험 집단을 구성하였다.

3.2.1 성대 진동율

프라트에서의 피치 분석에서는 몇 가지 분석 파라미터에 대한 입력값을 선정하여 결과를 추출하는데 보다 정확하고 소음에 영향을 덜 받는 입력 요소값을 선택하는 것이 매우 중요하다. 피치 분석 파라미터에는 크게 후보 찾기(Finding the candidates) 항목과 경로 찾기(Finding a path) 항목으로 분류할 수 있다.

후보찾기(Finding the candidates) 항목으로는 분석 시간 간격(Time step), 최소피치 값(Minimum pitch), 최대 피치후보 값 수(Max. number of candidates)를 지정할 수 있다. Time step은 음성파형의 시간축에서 얼마의 간격으로 분석 값을 구해내는지를 지정한다. Minimum pitch를 지정하면 그 값 이하는 피치로 인정하지 않는다. 병적인 성대를 가진 사람들의 피치 값은 75 Hz보다 낮은 경우도 있기 때문에 이 값을 50이나 그 이하로 조정할 필요가 있다. Max. number of candidates는 15로 기본 값이 주어져 있는데 이 값으로 몇 개까지를 피치 값의 후보로 인정할 지를 정한다. 그 다음에 있는 정확도(Very accurate) 박스에 체크표시가 되면, (6/최소 피치 값)의 길이에 해당하는 가우시안(Gaussian)창을 사용하고, 빈칸으로 두면 (3/최소 피치 값)의 길이에 해당하는 해닝(Hanning)창을 사용하여 분석해준다. 경로찾기(Finding a path) 항목으로는 분석하고자 하는 음성 전체에서 최대 진폭 값의 3%에 해당하는 값 이하는 묵음으로 처리하는 묵음 문턱 값(Silence threshold)으로 처리하거나, 최대 자기상관계수 값에 비하여 무성후보 값의 강도를 지정하는 유성문턱 값(Voicing threshold)이 있는데, 소음으로 인한 피치 값의 오류가 많을 때 기본 값인 0.45를 0.7이나 0.8로 해보면 모음의 시작과 끝 부분의 피치 오류 값들이 걸러지게 된다. octave-jump cost는

값이 높을수록 갑작스런 피치변화를 줄여준다. Voiced/unvoiced cost는 최대 자기상관계수 값에 비하여 유성에서 무성으로 또는 그 반대로 변해갈 때 갑작스럽게 변하지 않도록 해준다. 마지막으로 Maximum pitch(Hz)는 최대값을 지정하여 이 범위보다 높은 값들은 피치 값으로 나타내지 않는다^{8,9)}.

3.2.2 음성 강도

프라트에서의 강도 분석 파라미터를 살펴보면 Minimum pitch는 음성신호에서 최소 주기 주파수를 말한다. 이 값을 너무 높여두면 피치 값과 일치되는 진폭 변화를 보여주고 너무 낮게 지정하면 강도 윤곽이 서로 붙여져서 세밀한 변화 모양이 없는 완만한 곡선을 보여준다. 처리되는 알고리즘은 음성신호의 각 시간점의 값들을 제공하고 Kaiser-20 창(각 프레임 신호의 양쪽이 -190 dB)으로 합친다. Time step은 몇 초 간격마다 강도 값을 구할 것인지 지정한다. 여기서는 임의로 5 밀리초 마다 구해지도록 0.005를 선정한다⁹⁾.

IV. 실험 결과 및 분석

4.1 성대 진동율 및 강도 추출

본 논문은 혈액투석 전·후의 음성 변화율을 비교, 분석하기 위해 한의학적 진단 이론에 근거하여 순음에 해당하는 발음으로 구성된 “마파도에서 살고 있는 박미풍 평민은 선거에서 백만표를 얻었다”라는 문장을 녹음하여 성대 진동율과 강도 분석 결과값을 추출하는 실험을 수행하였다. 이를 위해 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 Pitch 및 Intensity 분석 요소를 사용하였다⁹⁾. 아래 표 3은 혈액투석 남성 환자 집단에 대한 혈액투석 전과 후의 성대 진동율 및 강도 분석에 대한 결과값을 나타낸 것이다. 또한 표 4는 혈액투석 여성 환자 집단에 대한 혈액투석 전과 후의 성대 진동율 및 강도 분석에 대한 결과값을 나타낸 것이다.

실험 결과에서 나타나듯이 혈액투석 남성 환자의 경우 투석 전의 피치 평균값과 투석 후의 피치 평균값의 편차가 7.365Hz로 추출되었으며 투석 전의 강도 평균값과 투석 후의 강도 평균값의 편차는 1.688dB로 추출되었다. 또한, 혈액투석 여성 환자의 경우 투석 전의 피치 평균값과 투석 후의 피치 평균값의 편차가 13.567Hz로 추출되었으며 투석 전의 강도 평균값과 투석 후의 강도 평균값의 편차는 1.174dB로 추출되었다.

표 3. 혈액투석 남성 환자 집단의 실험 결과표

순번	투석치료	피지평균	피지편차	강도평균	강도편차
KDM-01	전	166.684	-1.014	76.194	0.736
	후	165.670		76.930	
KDM-02	전	121.543	1.501	72.972	2.680
	후	123.044		75.652	
KDM-03	전	121.523	28.348	72.530	3.578
	후	149.871		76.108	
KDM-04	전	162.845	-2.170	78.041	-0.235
	후	160.675		77.806	
KDM-05	전	163.430	24.648	75.194	1.719
	후	188.078		76.913	
KDM-06	전	97.377	17.939	68.255	4.091
	후	115.316		72.346	
KDM-07	전	133.328	22.889	75.326	1.521
	후	156.217		76.847	
KDM-08	전	144.424	4.001	74.952	0.572
	후	148.425		75.524	
KDM-09	전	125.713	0.559	74.979	-0.217
	후	126.272		74.762	
KDM-10	전	104.618	19.394	68.012	8.432
	후	124.012		76.444	
KDM-11	전	124.628	0.454	72.385	1.007
	후	125.082		73.392	
KDM-12	전	118.648	0.834	68.954	0.451
	후	119.482		69.405	
KDM-13	전	164.845	-7.561	76.403	1.281
	후	157.284		77.684	
KDM-14	전	112.548	10.349	70.848	-0.328
	후	122.897		70.520	
KDM-15	전	134.854	1.628	71.548	1.497
	후	136.482		73.045	
KDM-16	전	101.878	47.836	72.220	2.368
	후	149.714		74.588	
KDM-17	전	121.550	8.386	68.054	3.628
	후	129.936		71.682	
KDM-18	전	142.964	1.344	59.358	3.087
	후	144.306		62.445	
KDM-19	전	115.821	-7.950	68.789	1.837
	후	107.871		70.626	
KDM-20	전	92.569	13.512	70.781	1.846
	후	106.081		72.627	
KDM-21	전	126.415	-9.696	75.622	-0.968
	후	116.719		74.654	
KDM-22	전	133.472	0.582	72.624	-0.567
	후	134.054		72.057	
KDM-23	전	104.307	27.585	71.032	4.238
	후	131.892		75.270	
KDM-24	전	124.820	1.934	73.548	1.374
	후	126.754		74.922	
KDM-25	전	116.824	1.230	70.548	0.321
	후	118054		70.869	
KDM-26	전	125.488	8.591	68.942	1.206
	후	134.079		70.148	
KDM-27	전	124.607	2.166	71.054	1.898
	후	126.773		72.952	
KDM-28	전	118.942	-5.064	69.488	1.559
	후	113.878		71.047	
KDM-29	전	120.480	1.991	69.648	1.287
	후	122.471		70.935	
KDM-30	전	118.954	6.694	72.882	0.726
	후	125.648		73608	

표 4. 혈액투석 여성 환자 집단의 실험 결과표

순번	투석치료	피지평균	피지편차	강도평균	강도편차
KDF-01	전	165.595	8.584	74.796	1.654
	후	174.179		76.450	
KDF-02	전	172.348	1.706	73.052	0.893
	후	174.054		73.945	
KDF-03	전	149.248	10.897	68.482	3.666
	후	160.145		72.148	
KDF-04	전	184.274	2.131	74.281	1.603
	후	186.405		75.884	
KDF-05	전	172.642	-1.594	70.482	-0.660
	후	171.048		69.822	
KDF-06	전	198.477	11.550	74.825	-2.799
	후	210.027		72.026	
KDF-07	전	206.047	1.146	74.125	1.525
	후	207.193		75.650	
KDF-08	전	189.640	1.914	76.240	1.618
	후	191.554		77.858	
KDF-09	전	182.528	0.454	71.550	-0.122
	후	182.982		71.428	
KDF-10	전	198.576	13.306	73.653	0.745
	후	211.882		74.398	
KDF-11	전	150.167	28.912	71.869	0.096
	후	179.079		71.965	
KDF-12	전	125.507	75.499	70.185	1.112
	후	201.006		71.297	
KDF-13	전	183.021	6.149	73.168	0.450
	후	189.170		73.618	
KDF-14	전	149.318	26.573	72.078	0.703
	후	175.891		72.781	
KDF-15	전	155.393	60.689	59.278	4.332
	후	216.082		63.610	
KDF-16	전	138.940	32.053	64.353	1.602
	후	170.993		63.955	
KDF-17	전	163.786	35.963	73.479	2.254
	후	199.749		75.733	
KDF-18	전	166.298	8.481	73.375	2.886
	후	174.779		76.261	
KDF-19	전	172.642	-2.224	69.054	1.121
	후	170.418		70.175	
KDF-20	전	168.420	13.038	73.254	1.610
	후	181.458		74.864	
KDF-21	전	182.488	8.160	75.801	0.684
	후	190.648		76.485	
KDF-22	전	176.482	16.166	73.648	2.610
	후	192.648		76.258	
KDF-23	전	186.924	1.130	68.241	0.689
	후	188.054		68.930	
KDF-24	전	186.482	-7.097	69.482	1.572
	후	179.385		71.054	
KDF-25	전	177.685	-1.261	70.825	-1.345
	후	176.424		69.480	
KDF-26	전	169.846	14.958	72.645	1.220
	후	184.804		73.865	
KDF-27	전	177.835	0.647	73.548	0.557
	후	178.482		74.105	
KDF-28	전	182.668	2.386	72.684	-1.436
	후	185.054		71.248	
KDF-29	전	168.689	24.969	72.836	4.059
	후	193.658		76.895	
KDF-30	전	186.921	11.727	72.550	2.306
	후	198.648		74.856	

4.2 통계 분석

본 논문에서는 동일 환자에 대한 혈액투석 전과 후의 음성 변화율을 측정하고 결과값을 기반으로 피실험자 집단의 혈액투석 전과 후 사이에 상관성이 존재하는지에 대한 정보 추출 및 통계적 유의성을 추출하기 위한 분석을 수행하였다. 이를 위해 혈액투석 치료가 음성에 미치는 영향을 성대 진동 및 음성의 강도를 통해 측정, 분석하였다.

위의 표 3과 표 4의 실험 결과를 토대로 혈액투석 후의 음성은 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 및 음성 강도의 평균치 비교 방식을 도입하여 대응 표본 T-검정에 의한 통계 분석을 수행하였다¹⁰⁾.

즉, 각각의 개체 대상에서의 혈액투석 치료 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 분석한다.

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

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

이러한 동일 개체에 대한 두 표본평균치의 비교 분석 방식을 대응 표본 T-검정에 의해 분석하였다. 아래 표 5는 혈액투석 남성 환자의 치료 전·후의 성대 진동 및 음성 강도에 대한 분석 결과를 나타낸 것이며 표 6은 혈액투석 여성 환자의 치료 전·후의 성대 진동 및 음성 강도에 대한 분석 결과를 나타낸 것이다.

분석 결과를 통해 혈액투석 남성 환자의 성대 진동 차의 평균은 7.365 ± 12.889 로 나타났으며 음성 강도 차의 평균은 1.688 ± 1.855 로 나타났다. 이에 대한 유의확률은 각각 0.03969와 0.000027로 유의수준 0.05보다 작게 추출되어 검정통계량이 유의성을 보였다. 또한 혈액투석 여성 환자의 성대 진동 차의 평균은 13.567 ± 18.475 로 나타났으며 음성 강도 차의 평균은 1.174 ± 1.556 으로 나타났고 유의확률은 각각 0.000377

표 5. 혈액투석 남성 환자 집단의 통계 분석표

	평균	표준편차	차이의 95% 신뢰구간		t	자유도	유의확률 (양쪽)
			하한	상한			
투석후남자피치 - 투석전남자피치	7.364667	12.888915	2.551867	12.177467	3.130	29	0.003969
투석후남자강도 - 투석전남자강도	1.687500	1.855084	0.994800	2.380200	4.982	29	0.000027

표 6. 혈액투석 여성 환자 집단의 통계 분석표

	평균	표준편차	차이의 95% 신뢰구간		t	자유도	유의확률 (양쪽)
			하한	상한			
투석후여자피치 - 투석전여자피치	13.567067	18.475307	6.668274	20.465860	4.022	29	0.000377
투석후여자강도 - 투석전여자강도	1.173500	1.556242	0.592390	1.754610	4.130	29	0.000281

과 0.000281로 유의수준 0.05보다 작게 추출되어 검정통계량이 유의성을 보인다는 결론을 내릴 수 있다.

V. 결 론

현대 사회가 고령화 시대를 맞이하면서 노령 인구에 대한 건강관리 및 유지가 관심의 초점이 되고 있다. 또한 이와 같은 사회적, 환경적 변화속에서 신장 질환에 대한 유병률이 높아지고 있으며 악화된 신장 기능을 보완하기 위한 투석 치료가 많은 신장 질환자들에게 수행되고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 혈액투석 치료에 따른 음성의 변화율을 측정하는 실험을 수행하였다. 즉, 동양의학적 이론에 근거하여 신장에 이상이 발생하면 목소리가 가라앉는다는 것을 음성 공학적으로 추출, 분석하는 연구를 수행하였다. 이를 위해 동일 환자에 대해 혈액투석 치료 전과 후의 음성을 수집하여 성대 진동 및 음성 강도에 대한 분석을 수행하였다.

실험 결과를 통해 성별에 관계없이 혈액투석 전보다 투석 후의 성대 진동 및 음성 강도의 분석 결과값이 높게 나타났다. 또한 통계 분석을 통해 혈액투석 치료 전과 후의 음성 변화율이 유의수준 0.05에서 유의성을 보였다. 이와 같은 연구 결과를 통해 투석 치료에 의한 신장 기능이 회복되어 음성에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 향후 본 논문에서 추출한 연구 결과를 기반으로 신장 질환에 대한 방대한 양의 임상 실험을 수행하여 신장 기능의 이상 유무를 파악할 수 있는 객관적 지표를 설계할 수 있을 것으로 생각된다.

참고 문헌

- [1] 박정식, 만성 신장질환의 예방과 치료, 메디컬리뷰, 통권46호, 2007.
- [2] 김기웅, 한국인의 건강과 노화에 관한 연구, 분당서울대병원 노인보건연구단, 2007.
- [3] 김문재, “신장과 고혈압”, 대한신장학회, 신장과 건강 2권, 단일호, 2002.
- [4] 권혁세, 익생양술(益生養術), 하나로, 1998.
- [5] 최경애, 신장 질환, 나눔의 집, 2002.
- [6] 신곡태, 최규현, 내과학 5(신장질환), 정담, 2005.
- [7] 신동원, 한권으로 읽는 동의보감, 들녘, 1999.
- [8] Boone, D. M. & McFarlane, S. C, *The Voice and Voice Therapy(4th ed.)*, Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall, 1988.
- [9] 양병근, 프라트를 이용한 음성분석의 이론과 실제, 만수출판사, 2003.
- [10] 이훈영, SPSS를 이용한 데이터 분석, 청람, 2006.

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
 <관심분야> 생체신호분석, 음성처리, 전자상거래

조 동 옥 (Dong-uk Cho)

정회원



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

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

강 응 택 (Eung-Taek Kang)

정회원



1984년 2월 중앙대학교 의과대학
 1986년 2월 중앙대학교 의과대학 의학석사
 1992년 2월 중앙대학교 의과대학 의학박사
 1989년 서울대학교 의과대학 펠로우(신장내과학)

1991년~현재 중앙대학교 의과대학 교수(신장내과)
 <관심분야> 신부전증, 고혈압, 혈액 및 복막투석