

# 음성의 고저(高低) 분석을 통한 신장(腎臟)의 이상 유무 판단

김봉현\*, 가민경\*, 이세환\*, 조동욱\*\*, 김승연\*

\*한밭대학교 컴퓨터공학과

\*\*충북도립대학교 정보통신학과

e-mail : bhkim@hanbat.ac.kr

## Estimating the Abnormalty of Kidney using the Modulation Analysis of a Voice

Bong-Hyun Kim\*, Min-Kyoung Ka\*, Se-Hwan Lee\*, Dong-Uk Cho\*\*, Seung-Youn Kim\*

\*Dept. of Computer Engineering, Hanbat National University

\*\*Dept. of Information & Communications Science, Chungbuk Provincial University

### 요 약

한의학에서 신장(腎臟)은 단순히 소변을 만들어내는 곳으로 보는 것이 아니라 정력과 생식 활동을 담당하는 곳으로 표현하고 있다. 이러한 신장은 두 개의 강낭콩처럼 생긴 모양을 띄고 있으며 서로 마주 보고 있고 등에 붙어 있어 체내의 조절 기능을 수행하고 있다. 이와 같은 역할을 수행하는 신장에 이상이 발생하면 신부전, 신장염, 신우염 및 부종 등의 신장 질환을 앓게 된다. 따라서 본 논문에서는 신장 기능의 이상 유무를 손쉽게 판단하기 위한 방법으로 음성 분석을 통한 자가 진단법을 제안하고자 한다. 이를 위해 한의학에서 제시하고 있는 신장 질환자에 대한 목소리 패턴을 객관적 지표로 설계하기 위해 정상인과 신장 질환자를 대상으로 음성의 고저(高低)에 해당하는 분석 요소를 적용하여 피 실험자 집단간의 비교, 분석을 실험으로 입증하고자 한다.

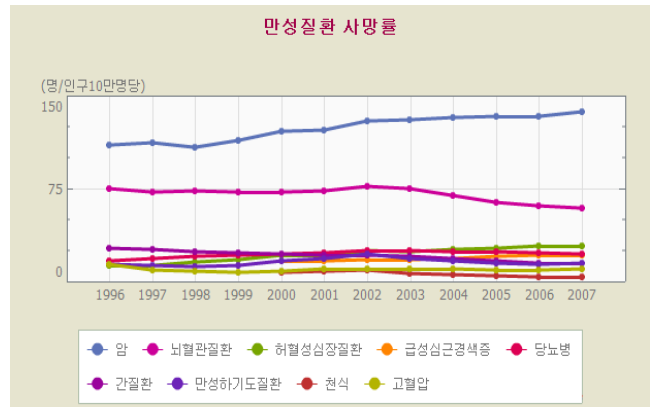
### 1. 서론

최근 들어 현대인들은 인구의 노령화, 생활 및 식습관의 변화, 환경 오염의 증가 등으로 인해 장기간 질병이 지속되는 만성 질환의 고통을 받고 있다. 만성 질환은 6개월 혹은 1년 이상 계속되는 질환을 의미하며 암, 심장질환, 당뇨병, 고혈압, 뇌질환, 간질환 등의 경우로 인해 사망까지 이르는 위험성을 보유하고 있다.

특히 만성 질환으로 인한 사망률은 암, 심장질환, 당뇨병, 고혈압 사망률이 97년에 비해 증가하였고 뇌혈관질환, 간질환 사망률은 감소 추세로 나타나고 있다. 또한 콜레스테롤 혈중에 의한 만성 질환 유병률이 점차 증가하고 있는 실정이다[1].

이와 같은 사회적 현상의 변화로 인해 만성 질환에 대한 관심도 증가되고 있다. 특히 고혈압, 당뇨병 등의 질환이 일반화되어가고 있으며 식생활 습관의 변화로 인해 내장지방이 많아지면서 신장 기능의 악화를 가져오고 있다. 또한 외모지상주의가 지속되면서 무리한 다이어트와 체형 관리 등으로 뱃살이 존재하는 마른 비만이 유행하면서 신장 질환에 대한 적신호가 보고되고 있는 실정이다.

특히 신장 질환은 당뇨병, 고혈압, 동맥경화 및 심장 질환 등과 함께 만성 질환으로 분류되면서 평소의 식습관과 신체 활동량에 따라 건강에 많은 영향을 미치고 있다[2].



(그림 1) 만성질환 사망률 변화 추이

따라서 본 논문에서는 불규칙적인 생활 습관 등이 일상화되면서 발생하는 신장의 이상 현상을 자각하지 못하고 방치하면서 신장 만성 질환으로 악화되는 문제를 해결하기 위한 방법을 제안하고자 한다. 이를 위해 한의학적 청진 내용을 기반으로 신장에 이상이 발생하면 목소리가 가라앉는다는 진단 방법을 객관화하고자 한다. 특히 가라앉는 목소리에 대하여 음성분석학적 요소를 적용시켜 객관적, 시각적 진단 지표를 설계하고 이를 통해 신장 질환의 편리한 진단 방법을 제안하고자 한다.

## 2. 신장 질환의 이해

신장 질환은 매우 다양하고 비특이적으로 증상이 나타나는 경우가 대부분이다. 또한 신장이 형태학적으로나 기능적으로 심한 손상이 있을 때까지 증상이 없거나 징후가 경미하여 많은 사람들이 그냥 지나치는 경우도 많다. 이러한 이유로 인해 신장 질환으로 불편함이 없기 때문에 오히려 질환 자체를 더욱 키우는 현상이 발생한다.

따라서 정기적인 건강 검진을 통해 신장의 이상 유무를 진단해야 하는데 시간적, 비용적 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 간단한 음성 분석을 통해 신장의 이상 유무를 판단하고자 한다.

### 2.1 신장의 구조와 기능

신장은 복부 뒤 제 11흉추와 제12흉추의 위치에 척추 양쪽으로 위치하는 장기이며, 그 크기는 성인의 주먹보다 약간 작은 정도로서 길이가 약 10cm, 폭이 5cm, 두께가 3cm 정도이다. 신장 하나의 무게는 100 내지 150g 정도로 우리 몸 체중의 0.4-0.5%에 불과 하지만 심장에서 방출되는 혈액량의 약 25% 가량이 신장으로 흘러 들어간다.

신장이란 인체 장기의 특징 중 하나는 다량의 혈액이 흐르고 있다는 점이다. 다른 인체 장기와 비교하면 중요한 장기인 뇌나 간장보다 5배나 더 많은 혈액이 흐르는 셈이다. 이렇게 많은 양의 혈액이 신장을 통과하여 흐르는 것은 신장이 노폐물을 배설시킬 뿐만 아니라 끊임없이 우리 몸의 내적 환경인 혈액내의 여러 가지 물리적·화학적 조건을 조절하여야 할 필요성이 있기 때문이다[3].

이와 같은 형태의 신장에서 오줌을 생성하여 노폐물의 배설을 담당하고 우리 몸의 내적 환경의 여러 가지 조건들을 일정하게 유지하는 역할을 수행한다. 다시 말하면, 체내의 수분 및 전해질 양을 조절하고 삼투질 농도를 일정하게 유지하며 산-염기 평형에 기여하고 있다.

구조적으로 혈압을 조절하며, 적혈구를 만드는데 필요한 호르몬인 에리스로포이에틴(Erythropoietin)을 분비하고 비타민D를 활성화시키는 기능도 수행한다. 즉, 오줌은 신장이 이러한 여러 가지 기능을 수행한 결과 생긴 부산물이 된다[4].



(그림 2) 신장사구체(左)와 신장의 단면(右)

### 2.2 신장 질환의 종류

신장 질환의 초기 증상은 소변량에만 변화가 있어서 스스로 알기 어려운 경우가 많고 다뇨, 야뇨가 유일한 증상인 경우가 많다. 말기 증상은 피로감, 불쾌감, 불면증, 혹은 호흡곤란, 식욕부진 등을 호소하게 된다. 또한 아침마다 구토감을 느끼고 빈혈이 심해지는데 이러한 증상들은 요독 증상으로 독소 저류로 인한 것이며 말기에는 복막이나 혈액을 통해 투석을 해야 요독 물질을 배출할 수 있고 또 다른 방법으로는 신장을 이식하는 것을 고려해 볼 수도 있다.

이와 같은 증상이 나타나면 신장 질환을 의심해야 하는데 대표적인 신장 질환으로는 사구체신염, 부종, 방광염, 신우신염, 신부전 등이 있다. 사구체신염은 혈뇨 또는 단백뇨를 보이면서 신장 기능이 점차적으로 악화되는 질환으로 심한 경우 수 년에 걸쳐 만성 신부전으로 진행할 수도 있는 질환이다. 부종은 어떤 원인에 의해 몸의 체액이 많아져서 몸이 붓는 현상이며 방광염은 방광에 세균이 침입하여 염증을 유발하는 질환이며 신우신염은 세균이 방광을 거쳐 신장에까지 도달함으로써 신장 자체에 염증을 유발하는 질환이다. 또한 신부전은 신장이 지니고 있는 여러 가지 기능을 적절히 수행하지 못해 발생하는 질환을 말한다[3][4].

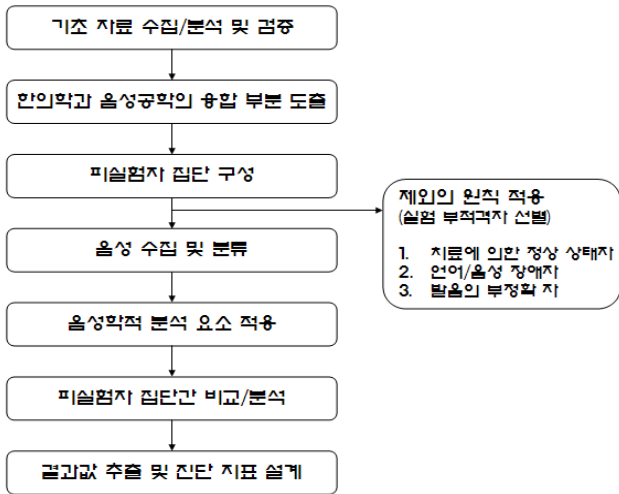
이러한 신장 질환들은 결과적으로 신장의 중요한 기능인 생체 항상성 유지 및 대사 노폐물, 약물 제거 등을 원활하게 해주지 못하는 것으로 초기에 치료하지 못할 경우 만성 질환으로 악화되어 신장 투석 치료 및 신장 이식 등의 어렵고 힘든 치료 과정을 거쳐야 하는 고통이 동반된다.

## 3. 연구 과정 및 방법

본 논문에서는 음성의 고저를 분석하여 신장 질환과의 연관성을 추출하기 위한 실험을 수행하였으며 이를 통해 신장 질환에 대한 조기 진단이 가능한 객관적 지표를 설계하는 연구를 수행하였다.

이를 위해 본 논문에서는 첫째로, 한의학적 청진 이론을 기반으로 연구 배경 및 진행 과정을 선정하였으며 이에 대한 기초 자료 수집 및 분석 결과를 한의학 전문의들에 의해 검증받았으며 둘째로, 검증 결과를 토대로 실험을 수행하기 위해 임상 자료에 대한 수집 과정을 진행하였으며 이를 위해 대전의 D 신장내과에서 임상 자료 수집 절차를 수행하였다. 또한, 임상 자료 수집 과정에서 중요한 부분이 동일한 환경과 조건으로 음성을 녹음하는 것이기에 진료실에서 일괄적으로 동일 장비를 통해 외부와의 잡음을 배제한 상황에서 녹음을 수집하였다. 셋째로, 수집된 임상 자료에서 전문의의 소견을 토대로 수술과 투석치료 등의 방법에 의해 신장 질환이 정상인과 동일하다고 판명된 자료, 언어 및 음성 장애가 있다고 판명된 자료 및 고령, 시력감퇴 등의 이유로 인해 발음이 불분명한 자료 등을 제외하고 나머지 임상 자료를 기반으로 피실험자 집단을 구성하였다. 마지막으로, 구성된 피실험자 집단의 음성

고저를 분석하기 위해 음성 파형의 대역폭, 스펙트럼 분포도 및 강도 분석을 통해 결과값을 추출하여 신장 질환에 대한 조기 진단이 가능한 분석 결과를 도출하였다[5].



(그림 3) 연구 진행도

실험에 사용할 임상 자료는 대전의 D신장내과에서 수집하였으며 신장내과 전문의의 승인과 검토 과정을 거쳐 연구에 필요한 피실험자 집단을 아래 <표 1>과 같이 남·녀 각각 3명씩 선정하였으며 평균 연령은 남성이 55.33세이며 여성이 55.67세이다. 또한 정상인들은 신장 질환을 앓고 있는 피실험자 집단과 비슷한 연령 및 동일한 성별로 신장에 이상이 없는 피실험자로 구성하였으며 이들의 평균 연령은 남성이 56.67세이며 여성이 55.33세이다. 실험의 정확성을 위해 대상자들에게 실험의 목적을 간단히 설명함으로써 화자 내에서는 동일한 목소리로 발음하도록 하였으며 총 실험대상은 정상인과 신장 질환자로 분류하여 실험을 수행하였다.

<표 1> 피실험자 집단 구성표

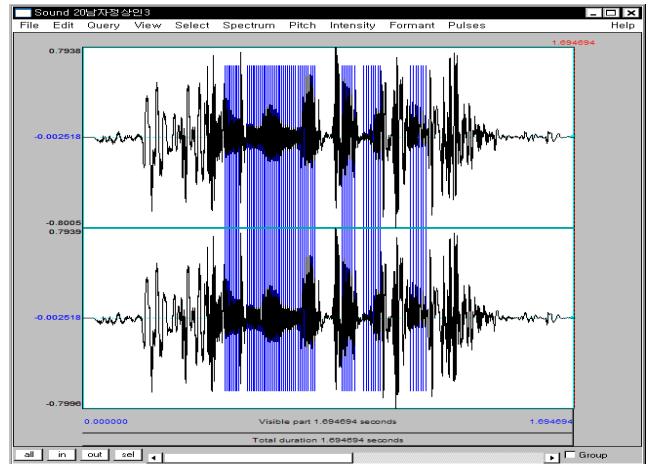
신장질환자				정상인			
구분	성별	나이	병명	구분	성별	나이	비고
K-01	남	53	신우염	N-01	남	55	정상
K-02		56	신부전	N-02		57	폐렴
K-03		57	신우염	N-03		58	위염
평균연령		55.33		평균연령		56.67	
K-04	여	52	사구체신염	N-04	여	51	간염
K-05		58	신부전	N-05		59	정상
K-06		57	신우염	N-06		56	정상
평균연령		55.67		평균연령		55.33	

4. 시뮬레이션 결과 분석

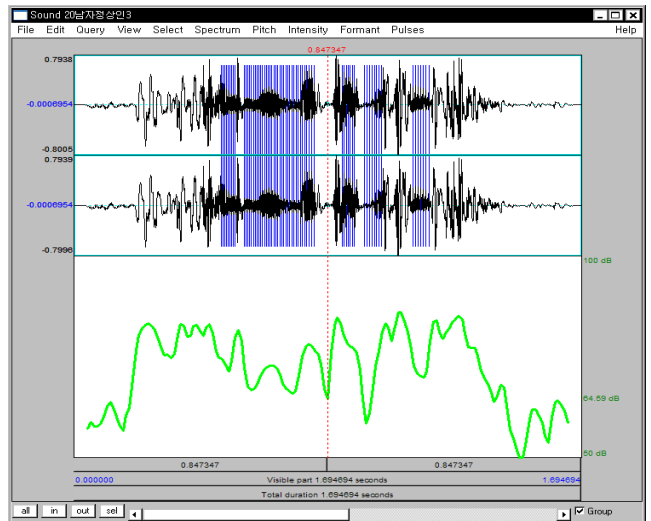
본 논문은 신장과 음성의 고저 분석과의 연관 관계를 추출하기 위한 것으로 신장 질환에 대한 조기 진단의 방법을 제안하기 위한 실험을 수행하였다.

이를 위해 본 논문에서의 음성 분석용 실험 환경 설정은 Microsoft Windows XP Professional 을 운영체제로 사용하였으며 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 분석 요소를 사용하였다[6].

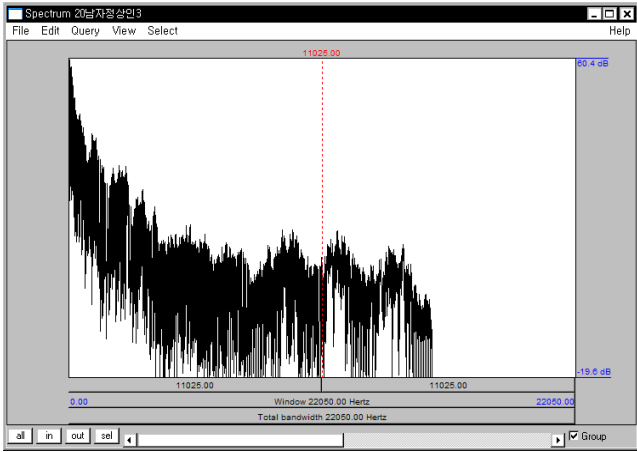
본 논문에서는 신장과 음성의 고저 분석 결과와의 연관성 추출을 위한 실험을 수행하기 위해 음성 파형의 대역폭 추출 실험과 스펙트럼 분포도 추출 실험, 그리고 강도 분석 파형 추출 실험을 수행하였다. 아래 (그림 4)는 음성 파형에 대한 대역폭을 추출하는 분석 화면이며 (그림 5)는 강도 분석을 통한 파형 추출 실험을 나타낸 화면이다. 마지막으로 (그림 6)은 스펙트럼 분포도를 추출하는 분석 화면이다.



(그림 4) 음성 파형의 대역폭 추출 화면



(그림 5) 강도 분석 파형 추출 화면



(그림 6) 스펙트럼 분포값 추출 화면

위의 (그림 4)에서 (그림 6)과 같은 음성분석학적 요소를 피실험자 음성 자료에 적용하여 아래 <표 2>와 <표 3>과 같은 분석 결과값을 추출하였다. 시뮬레이션 결과에서 알 수 있듯이 음성 파형의 대역폭, 강도 분석 파형의 평균값 및 스펙트럼 분포값 등에서 신장 질환자 집단이 정상인 집단보다 다소 낮게 추출되었음을 알 수 있다. 이는 신장에 이상이 발생하면 목소리가 가라앉는다는 한의학적 진단 이론을 수치적으로 나타낸 것이다.

그러나 피실험자 집단의 임상 자료가 신뢰성을 높이기에는 다소 부족하고 두 집단간의 실험 결과값에서 통계적 유의성을 도출하기엔 차이가 크지 않기에 보다 많은 임상 자료를 대상으로 실험의 신뢰성을 확보하기 위한 노력이 필요할 것으로 생각된다.

<표 2> 신장 질환자 결과값 추출표

구분	성별	나이	음성대역폭	강도값	스펙트럼분포
K-01	남	53	1.843	71.452	79.2
K-02		56	1.922	74.584	78.0
K-03		57	1.594	73.228	80.0
<b>평균값</b>			<b>1.79</b>	<b>73.09</b>	<b>79.07</b>
K-04	여	52	1.806	73.847	78.4
K-05		58	1.675	74.582	78.0
K-06		57	1.832	72.391	80.2
<b>평균값</b>			<b>1.77</b>	<b>73.61</b>	<b>78.87</b>

<표 3> 정상인 결과값 추출표

구분	성별	나이	음성대역폭	강도값	스펙트럼분포
K-01	남	55	1.924	78.415	79.8
K-02		57	2.0	74.284	81.0
K-03		58	1.892	75.648	80.2
<b>평균값</b>			<b>1.94</b>	<b>76.12</b>	<b>80.33</b>
K-04	여	51	1.924	76.284	79.0
K-05		59	1.786	74.086	80.2
K-06		56	1.848	74.791	78.4
<b>평균값</b>			<b>1.85</b>	<b>75.05</b>	<b>79.20</b>

## 5. 결론

현대 사회의 식생활 습관의 변화, 스트레스 및 무리한 체형 교정 및 환경 오염의 증가 등으로 인해 당뇨병, 고혈압 등의 만성 질환이 증가되고 있으며 이로 인한 신장 질환 유병률이 점차 늘어가고 있는 실정이다. 신장 질환은 초기엔 별다른 증상이 없는 질환으로 정기적인 검진 외에는 질환 유무를 판단하기가 매우 어려운 질환이다.

따라서 본 논문에서는 u-헬스 서비스 환경의 구축을 위한 기반 기술의 설계를 목적으로 음성 분석을 통한 신장의 이상 유무를 판단하는 방법을 제안하였다. 특히 한의학적 진단 이론에 근거하여 신장에 이상이 발생하면 목소리가 가라앉는다는 내용을 음성 공학적 분석 요소의 적용을 통해 객관적, 시각적, 정량적 진단 지표를 설계하기 위한 방법을 실험으로 수행하였다.

실험 결과에서도 나타나듯이 신장 질환자 집단이 정상인 집단보다 남·녀 모두 음성 파형 대역폭, 강도 분석 파형의 평균값 및 스펙트럼 분포값이 다소 낮게 추출되었음을 알 수 있다. 그러나 두 집단간의 통계적 유의성을 나타내기에는 임상 자료가 부족하고 실험 결과값에서도 뚜렷한 차이를 추출할 수 없기에 보다 많은 임상 자료의 수집과 다른 분석 요소의 적용을 통해 실험 결과의 신뢰성을 확보하기 위한 추가적 실험이 수행될 것으로 생각된다.

## 참고문헌

- [1] 통계청, 사망원인통계연보, 2009.
- [2] 최경애, 신장질환, 나눔의 집, 2002.
- [3] 신곡태, 내과학 5 - 신장질환, 정담, 2005.
- [4] 대한신장학회, <http://www.ksn.or.kr/>
- [5] 고도홍, 정옥란, 음성 및 언어 분석기기 활용법, 한국문화사, 2001.
- [6] 양병곤, 프라트를 이용한 음성 분석의 이론과 실제, 만수출판사, 2003.