

# Diagnosis of Chronic Kidney Disease using Sonography

Yu-Ji Ahn,<sup>1</sup> Soo-Young Ye<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Catholic University of Pusan

<sup>2</sup>Department Radiological Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Received: May 30, 2017. Revised: June 20, 2017. Accepted: June 30, 2017

## ABSTRACT

Chronic kidney disease can be treated if it is detected early, but as the disease progresses, it becomes impossible to recover. Finally, renal replacement therapy such as transplantation or dialysis should be used. Ultrasonography is used to diagnose kidney cancer, inflammatory disease, nodular disease, and chronic kidney disease. It is used to identify information about degree of inflammation using information such as kidney size, internal echo characteristics. Currently, the degree of disease in the clinic uses the value of glomerular filtration rate. However, even in ultrasound, changes in the degree of inflammation and disease can be observed.

In this study, we used ultrasound images to quantify the changes in brightness, size, cortex, and subclinical changes of the kidney with progression of the disease, and compared them with the glomerular filtration rate used in clinical practice. In 105 cases, we performed 35 cases of normal kidney, 35 cases of early kidney disease, and 35 cases of terminal kidney. The brightness of the cortex of the image was obtained and the difference in brightness between the cortex and the proximal portion was obtained by the slope. The graph of the portion which was not smooth due to the ultrasonic characteristics was used as the function regress. The size reduction was obtained from the original data. The results were as follows:

It was proportional to the glomerular filtration rate. It is considered that the algorithm can be applied to the disease if the algorithm study continues.

Keywords: Ultrasonography, Chronic kidney disease, Glomerular filtration rate

## I. INTRODUCTION

최근 국내 대한 신장 학회 표본조사에서 대도시에 거주하는 35세 이상의 성인의 만성 콩팥병(chronic kidney disease, CKD) 유병률은 13.8%로 나타났고, 5년간 연평균 13.6%씩 급증하고 있는 경향을 보였다.<sup>[1]</sup> 국내에서 CKD의 주된 발병 원인은 당뇨병 41% 고혈압 16% 사구체신염 14%로 그 밖의 원인은 다낭성 신질환(Polycystic disease)과 기타 요로 질환으로<sup>[2]</sup> 식생활과 생활습관이 서구화되면서 고혈압과 당뇨병 등의 만성 질환 환자 수가 꾸준히 증가하고 있다.

미국신장재단과 국제신장학회의 Kidney Disease : I

mproving Global Outcome: KDIGO group에서는 원인에 상관없이 3개월 이상 사구체 여과율(Glomerular Filtration Rate; GFR)이 60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> 미만인 경우와 콩팥 손상(단백뇨, 혈뇨 또는 병리학적 소견의 증거가 있을 때 CKD로 정의하였다.<sup>[3]</sup> 최근 진행 정도를 추정하여 사구체 여과율의 정도에 따라 1기(stage1)부터 5기(stage5)까지 나누어 진단한다.<sup>[4]</sup>

콩팥은 노폐물을 배설하는 주요 기능뿐만 아니라 산염기의 균형을 유지하며 또한 수분과 전해질의 균형으로 적절한 체액량을 유지하며 혈압을 조절한다. 만성 콩팥병은 3 개월 이상 콩팥이 손상되어있거나 기능의 감소가 지속해서 나타나는 질병으로 초기에는 별다른 증상을 느끼지 못하지만, 콩팥의 기능이 저하되면서 피

\* Corresponding Author: Soo-Young Ye

E-mail: syye@cup.ac.kr

Tel: +82-51-510-0586

곤함, 가려움증, 식욕부진 등 요독 증상이 나타난다. 말기신부전에 이르면 호흡곤란 식욕부진 및 구토 증상이 심해지면서 투석이나 콩팥이식 등의 치료를 받지 않으면 정상생활을 할 수 없는 상태가 된다.<sup>[2]</sup>

초음파검사는 콩팥의 크기 및 형태학적인 다른 이유로 신기능이 감소하는 경우 등을 확인하는 것이 매우 중요하며, 영상학적으로 병기를 나눌 수 있어 중요하게 권고되는 검사 중 하나이다. 초음파 영상에서 정상 콩팥의 특징은 간 보다 저에코를 보이는 콩팥 겉질(Renal cortex) 부분과 고에코를 보이는 신동(Renal sinus) 부분으로 구성된 타원형의 모양을 하고 있다. 겉질과 콩팥동굴의 경계는 뚜렷하고 중심부의 높은 에코가 보인다. 반면 지속해서 손상된 콩팥은 섬유화에 의해 겉질의 초음파 에코가 증가한다. 그로 인해 밝아진 겉질과 콩팥동굴의 경계는 불분명하게 관찰된다. 그리고 기능의 저하로 인해 크기가 감소해 콩팥 위축이 관찰된다. 일반적으로 만성 콩팥병은 한번 발생하면 지속해서 진행된다. 그러나 초기에 진단을 한다면 콩팥 기능이 감소하는 속도를 늦출 수 있으며 만성 콩팥병에서 회복할 수 있다.<sup>[3]</sup> 그러므로 초기의 만성 콩팥병에서 말기 콩팥질환의 전 단계인 4단계까지 조기 발견을 하여 신기능을 감소시킨 원인을 진단하고 치료하는 것이 매우 중요하다.<sup>[1]</sup>

본 논문에서는 초음파 영상으로 질병의 정도를 추정하여 조기진단에 대해 도움이 될 수 있는지 알아보고자 하였다. 정상 콩팥 영상, 초기 CKD 영상, 말기 CKD 영상과 컴퓨터 알고리즘을 이용하여 겉질 명도의 변화, 겉질과 콩팥동굴의 명도 차이에 의한 기울기, 콩팥 크기를 산출하였다. 그리고 초음파 특성에 의해 명확하지 않은 겉질과 신동 부분의 기울기는 회기분석법을 이용하였다. 그 결과는 현재 임상에서 이용하는 사구체여과율과 수치가 일치하는지 실험하였다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 연구대상 및 장비

2015년 1월부터 2016년 12월까지 경남 양산 소재 R 병원에서 CKD로 진단된 환자의 초음파 영상으로 하였다. 정상 영상, 초기 CKD 영상, 말기 CKD 영상 총 105명 환자의 영상을 이용하였다.

정상 환자와 초기 CKD 환자는 검진대상자로 하였고, 말기 CKD 환자는 병원에서 신대체요법인 혈액투석을 받는 환자를 대상으로 하였다. 대상자의 연령은 45세~68세로 하였고, 성별에 대한 분류는 표 1과 같이 나타내었다. 실험 영상은 영상의학과 전문의의 판독과 세포병리학적 진단결과를 기반으로 분석하였고, 콩팥암과 콩팥낭종, 콩팥의 선천적 질병이 있는 경우는 실험에서 제외했다. 실험 장비는 RS80A (Samsung medison, Korea) 초음파 장비를 이용하였고 영상조건은 Gain 50, dynamic range 56, Frame average 8, power 95, Frequency general로 영상을 획득 하였다.

Table 1. Subjects of kidney sonogram. (unit:count)

Subjects	Male	Female	total
Normal Kidney	18	17	35
Early CKD	21	14	35
End stage CKD	17	18	35

### 2. 연구 방법

실험방법은 콩팥의 초음파 영상에서 관심영역(ROI)을 설정하고, MATLAB 2012a(MathWorks Inc. USA)를 이용하여 결과를 산출하였다. 장비에서 스캔하여 획득한 RGB영상은 Gray scale 방식으로 변경하여 실험하였다.

관심영역(ROI)은 콩팥의 장축영상에서 선택하였다. 콩팥의 바깥쪽 부분에서 초음파 노이즈에 의한 인공물(artifact)이 없는 영역을 선택하였다. 명도를 분석할 때 관심영역(ROI)은 그림 1과 같이 장축영상의 겉질 중 수질을 제외한 영역으로 30\*30 픽셀 크기로 영상을 획득하였다.



Fig. 1. Brightness ROI of Kidney sonogram.

그리고 그림 2와 같이 경계면의 기울기 분석할 때 관심영역(ROI)은 콩팥영상과 수직이 되는 부분 중 겹질과 신동의 경계면 위치에 30\*5 픽셀크기로 하였다. 각각의 관심영역(ROI)의 크기가 다른 이유는 경계면의 기울기를 구할 때 Y축의 픽셀수는 중복이 되므로 관심영역의 크기를 줄여서 사용했다.



Fig. 2. Cortex-sinus slope ROI of Kidney sonogram.

### 2.1. 명도

명도(brightness)는 물체의 색이나 빛의 색이 지니는 밝고 어두운 정도를 말한다. 백색에서부터 회색을 거쳐 흑색까지의 모든 범위를 의미하며, 0에서 부터 255 까지 총 256단계의 밝기 값(intensity)으로 영상의 픽셀 값을 나타낸다. 일반적인 정상 콩팥의 겹질은 혈관과 수분이 많아 저음영으로 나타나고 콩팥질환이 진행될수록 섬유화가 증가되어 고음영으로 나타난다. Grayscale로 변환한 정상 콩팥영상, 초기 CKD영상, 말기 CKD 영상의 밝기를 픽셀값으로 산출하였다. 그림 3, 4는 정상 콩팥과 진행된 말기 콩팥질환의 초음파 영상을 나타내었다.



Fig. 3. Normal kidney ultrasound image.



Fig. 4. Chronic kidney disease ultrasound image.

### 2.2. 콩팥의 겹질-신동 기울기

만성 콩팥질환으로 진행될수록 저에코의 콩팥 실질은 섬유화의 증가로 고음영으로 관찰된다. 그로 인해 콩팥 실질과 콩팥의 신동 사이의 관계는 불분명해진다. 콩팥 실질과 콩팥 동굴 사이의 경계면의 기울기를 알아보았다. 그리고 초음파 특성상 매끄럽지 못한 부분은 회기분석법을 이용하여 분석하였다.

#### 2.2.1. 회귀 분석법 (Regression analysis)

통계적 방법의 하나인 회귀분석은 관찰된 연속형 변수들에 대해 두 변수 사이의 모형을 구한 뒤 적합도를 측정해 내는 분석 방법이다. 한 개 이상 독립변수의 종속변수에 대한 영향의 추정을 할 수 있는 기법으로 시간에 따라 변화하는 데이터나 어떤 영향, 가설적 실험, 인과 관계의 모델링 등 통계적 예측에 이용될 수 있다.

회귀 직선  $y = \beta_0 + \beta_1 x$ 은 어떤 의미에서 데이터 점에 가장 가까운 선을 찾음으로써 데이터 점  $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 에 일치하게 된다.

그림 5와 같이 가장 일치하는 선은 수직편차  $Q = \sum_{i=1}^n (y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i))^2$ 의 제곱들의 합을 최소화한 선이 선택되고 이것은 최소제곱법 모델로 불린다.

### 2.3. 콩팥의 위축률

초음파 영상에서 정상 콩팥의 크기는 일반적으로 세로축의 길이가 9~12 cm, 가로축의 길이가 4~5 cm 정도이다. 만성 콩팥질환으로 진행될수록 초음파 영상의 특징은 콩팥의 크기가 콩팥 기능 장애의 진행에 따라 9 cm 이하로 현저히 위축되는 경향을 보인다.

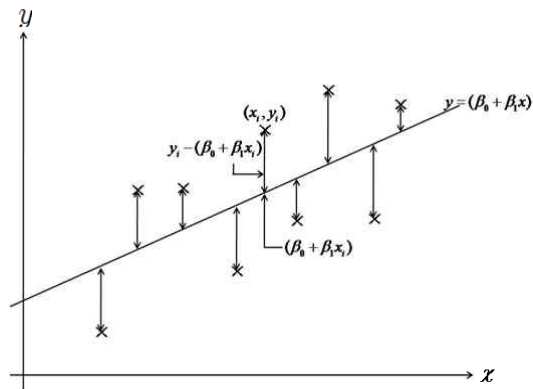


Fig. 5. The least squares fit.

### III. RESULT

#### 1. 명도

먼저 컴퓨터 알고리즘을 이용하여 초음파 영상의 명도 값을 산출한 결과, 표 2와 같이 정상 수준의 평균 명도 값은  $23 \pm 7.7(9.3 \sim 36.3)$ , 초기 CKD 영상의 평균 명도 값은  $68.1 \pm 12.9(41.2 \sim 90.3)$ , 말기 CKD 영상의 평균 명도 값은  $70.2 \pm 10.9(49.5 \sim 92.2)$ 로 나타내었다. 정상 초음파 영상과 초기 CKD 영상의 명도 값은 사구체 여과율과 비례한 밝기 차이가 나는 결과를 나타내었다. 즉 사구체 여과율 수치가 낮아질수록 명도의 평균값이 높아지는 것을 알 수 있었다.

Table 2. Brightness of renal cortex sonogram.

	(unit:pixel value)			
	Min	Max	Mean	SD
Normal Kidney	9.3	36.3	23	7.7
Early CKD	41.2	90.3	68.1	12.9
End stage CKD	49.5	92.2	70.2	10.9

#### 2. 콩팥의 기울기

겉질과 신동의 경계면의 불분명한 정도를 알아보기 위해 컴퓨터 알고리즘을 이용하여 기울기를 분석하였다. CKD로 질병의 단계가 진행할수록 겉질의 명도가 증가되고 그로 인해 신동과의 경계가 불분명해진다. 표 3과 같이 정상 수준의 평균 기울기는  $9.1 \pm 1.7(7.1 \sim 12.9)$ , 초기 CKD 영상의 평균 기울기 값은  $0.35 \pm 0.21(0.1 \sim 0.8)$ , 중증환자의 평균 기울기 값은  $0.29 \pm 0.21(0.05 \sim$

$0.7)$ 로 정상과 초기 CKD 영상의 명도 값은 사구체 여과율과 반비례한 밝기 차이가 나는 결과를 나타내었다.

Table 3. Cortex-sinus slope of sonogram.

	(unit:pixel value)			
	Min	Max	Mean	SD
Normal Kidney	7.1	12.9	9.1	1.7
Early CKD	0.1	0.8	0.35	2.1
End stage CKD	0.05	0.7	0.29	2.1

#### 3. 콩팥의 크기변화

콩팥의 크기변화를 보기 위해 장축 콩팥 영상의 원본 데이터에서 크기를 측정된 값을 이용하였다.

표 4와 같이 정상 장축 콩팥의 평균 크기는  $11 \pm 0.4$  cm 이고, 초기 CKD 영상의 평균 콩팥 크기는  $9.6 \pm 0.8$  cm 그리고 말기 CKD 영상의 콩팥은 평균  $8 \pm 0.9$  cm 정도로 말기 CKD 환자의 콩팥은 병의 진행에 비례하여 위축되어있는 것으로 나타났다.

Table 4. Kidney size.

	(unit:cm)			
	Min	Max	Mean	SD
Normal Kidney	10.4	12	11	0.4
Early CKD	7.5	11	9.6	0.8
End stage CKD	6.2	9.5	7.5	0.9

#### 4. 사구체 여과율

만성콩팥병은 사구체 여과율이  $60 \text{ mL/min/1.73 m}^2$  이하가 3개월 이상 계속되는 경우로 정의한다.<sup>[5]</sup>

표 5와 같이 정상 콩팥에서 평균 사구체 여과율은  $105 \pm 16.7(78 \sim 152)$ , 초기 CKD 사구체 여과율은  $40 \pm 9.7(19 \sim 55)$ , 말기 CKD 사구체 여과율은  $4 \pm 4.2(2 \sim 6)$ 로 나타났다. 정상 콩팥 영상에서 초기 CKD로 진행하면서 겉질의 명도와 겉질과 신동의 기울기 변화는 저명하게 관찰되었다. 그에 비해 말기 CKD에서는 작은 감소가 관찰되었지만 콩팥 크기의 감소를 확연하게 볼 수 있었다. 그러므로 종합적으로 분석해 볼 때 사구체 여과율과 비교하여 비례함을 알 수 있었다.

Table 5. GFR. (unit:mL/min/1.73m<sup>2</sup>)

	Min	Max	Mean	SD
Normal Kidney	78	152	105	16.7
Early CKD	19	55	40	9.7
End stage CKD	2	6	4	4.2

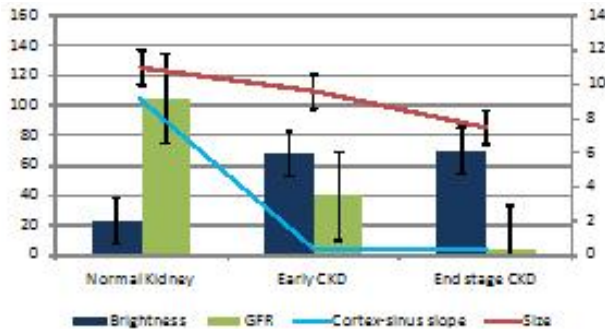


Fig. 6. Total result graph.

#### IV. CONCLUSION

최근 만성 콩팥병은 10명에 1명의 빈도로 발생할 정도로 흔한 질환이 되어가고 있다.<sup>[6]</sup> 평균 수명 연장과 당뇨, 고혈압 등 원인 질환이 늘어감에 발생 빈도가 증가하고, 합병증으로 심혈관계 질환을 흔히 동반한다. 이는 개인에게는 경제적 손상을 주나 국가 경제적으로도 심각한 국가 의료부담을 가중하는 주된 질환이 되어가고 있다. 2014년 국민건강영양조사 결과 우리나라의 만성콩팥병의 유병률 (만30세 이상, 사구체 여과율 (MDRD-GFR)이 60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> 미만인 분율)은 전체 3.3%, 남자 3.5%, 여자 3.1%였다. 또한 2015년 미국 콩팥 데이터 시스템(USRDS) 조사 결과, 우리나라 만성 콩팥병 환자의 증가율은 세계 3위였다.

1986년부터 시작한 대한신장학회 말기 신부전환자 등록사업에 등록된 신 대체요법 환자 수는 1986년 2,534명, 1996년 18,072명, 2007년 48,675명으로 20년 사이에 20배 가까이 증가하였으며 2015년에는 63,341명으로 지속해서 증가하고 있다. 건강보험심사평가원에 따르면 만성 신부전 환자의 총 진료비는 2006년 8,953억 원에서 2010년 1조 3,214억 원으로 5년사이에 47.6% 증가 하였으며, 2012년 1조 5,319억 원으로 연 평균 14% 이상 계속 증가하고 있다.

만성 콩팥병은 초기에 증상이 없어 조기 발견이 어렵고 치료시기를 놓치게 되면 콩팥의 손상은 다시 돌아오지 않는다.<sup>[7,8]</sup> 만성 콩팥병은 간단한 검사로 조기 검사가 가능하며 초기에 발견하면 치료할 수 있으므로 적극적인 검사가 매우 중요하다.

만성 콩팥병의 단계는 사구체 여과율에 따라 5단계로 나뉜다. 이렇게 만성 콩팥병을 정의하고 분류하는 이유는 초기에 만성 콩팥병을 감지할 수 있으며 다음 단계로 진행되거나 나쁜 결과가 초래되는 위험인자를 평가할 수 있게 한다는 것이다. 그러나 이러한 분류법은 만성 콩팥병의 다양한 질환을 고려하지 않아 환자의 예후를 평가하는데 제한점을 가지고 있기도 하다.<sup>[11]</sup>

초음파 영상분류법의 장단점은 원인질환이 종양, 선천적 질환, 다낭성 콩팥 등 형태적 질환에 의해 사구체 여과율이 감소한 경우, 원인질환과 질병의 단계를 한번에 알 수 있다는 점과 인체에 해가 없으므로 여러 번 추적검사가 가능하다는 점이다. 그러나 초음파 영상 검사만으로는 진단의 정확도가 부족할 수 있는데 그 이유는 초음파 영상이 정량화되지 않아 검사가 매우 주관적이며, 검사자의 숙련도에 따라 정확도가 차이가 있기 때문이다. 최근에는 초음파 장비에서 얻어지는 영상을 이용하여 정량화된 파라미터를 추출함으로써 좀 더 신뢰도 있고 정확한 임상진단을 가능하게끔 하는 연구가 여러모로 이루어지고 있다. 하지만 간, 유방, 갑상샘 등 여러 가지 병변에 대한 컴퓨터 알고리즘을 이용하여 객관적이고 정량적인 분석결과를 제공하여 높은 병변 인식률을 가져다주었는데 현재까지 만성콩팥질환에 대한 영상연구는 없었다.<sup>[12]</sup>

이에 본 연구에서는 콩팥의 초음파 영상을 가지고 컴퓨터 알고리즘을 적용하여 영상분석을 시도하였다. 만성 콩팥병의 경우 일반적으로 초음파 영상에서 얻어지는 콩팥의 실질의 밝기 정도가 변화하는 것을 볼 수 있다. 그 밝기의 정도 측정하고 실질의 밝기에 따라 신동 부분과 경계 지점이 완만해지는 정도를 수치화하여 정량화하였고 마지막으로 기능하지 못해 감소하는 콩팥의 크기를 측정하였다. 그리고 현재의 임상 기준인 혈액검사 수치와 진행 정도를 비교하였다. 그 결과 질병이 진행하면서 명도의 증가와 기울기의 변화를 관찰하였고, 말기에서는 크기의 감소를 저명하게 관찰할 수 있었다. 그리고 사구체 여과율과 비교한 연구 결

과는 영상의학과 임상의 판독과 일치하였다.

실험 결과에서 본 한계점으로는 임상증례 영상의 수가 다소 작고 타 장기에 비해 크기가 작아 콩팥의 ROI를 크게 선택하지 못함으로써 주관이 개입될 수 있다는 점을 들 수 있다. 향후 구체적인 파라미터 계산 및 알고리즘에 관한 연구를 통해 영상 처리 시스템이 개발 및 도입된다면 혈액검사와 함께 만성 콩팥병의 조기진단과 치료를 비롯한 임상적 의사결정에서 중요한 역할을 할 것으로 생각한다.

### Acknowledgement

본 논문은 2017년 부산가톨릭대학교 교내학술연구과제로 수행되었음.

### Reference

[1] Y. H. Kim, Recent therapeutic strategies based on the stage of chronic kidney disease, Korean journal of internal medicine, Vol. 5, No. 76, pp. 521-527, 2009.

[2] H. J. Jin, I. y. yoon, Medipana news, 2017. [https://www.medipana.com/news/news\\_viewer.asp?NewsNum=194925&MainKind=A](https://www.medipana.com/news/news_viewer.asp?NewsNum=194925&MainKind=A)

[3] S. H. Kwon, D. H. Han, Diagnosis and screening of chronic kidney disease, Korean journal of internal medicine, Vol. 5 No. 76, pp. 515-520, 2009.

[4] B. S. Choi, Management of Chronic Kidney Disease, Korean journal of internal medicine Vol. 4, No. 82, pp. 427-431, 2012.

[5] T. W. Lee, HEALTH CHOSUN, 2017. [http://health.chosun.com/site/data/html\\_dir/2017/02/28/2017022801240.html](http://health.chosun.com/site/data/html_dir/2017/02/28/2017022801240.html)

[6] Health encyclopedia, Chronic renal. failure <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=926942&mobile&cid=51007&categoryId=51007>

[7] W. M. Hwang, Optimal treatment strategy for chronic kidney disease stage, Korean Society of Internal Medicine Spring Conference, pp.54-57, 2016.

[8] Jo J. Y, Kim. C. S, Kang S. S, Ko S. J, S. Y. Ye, Image Analysis of computer Aided Diagnosis using Gray Level Co-occurrence Matrix in the Ultrasonography for Benign Prostate Hyperplasia, Korea Contents Association, Vol. 15, No. 3, pp. 184-191, 2015.

[9] J. W. Jeong, S. Y. Lee, S. H. Kim, Computer-Assisted Ultrasonic Diagnosis of Fatty Liver, Korean Information Science Society Fall Conference, Vol. 28, No. 2, pp. 337-339, 2001.

[10] S. H. Lee, Stepwise management of patients with chronic kidney disease, Korean journal of internal medicine, pp. 27-30, 2014.

[11] J. T. Park, H. J. Oh, S. W. Kang, Cardiovascular disease in end-stage renal disease, Korean Medical Association, pp. 576-582, 2013.

[12] H. W. Jang, K. B. Kim, C. W. Kim, The Classification of Fatty Liver by Ultrasound Imaging using Computerizing Method, Journal of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers, pp. 2206-2212, 2013.

[13] H. W. Kim, kyeonggi Daily News, Medical Column, 2015. <http://www.kyeonggi.com/news/articleView.html?idxno=581115>

[14] Korea Centers for Disease Control and Prevention, National Health Statistics, 2014.

## 초음파 영상을 이용한 만성 콩팥병의 진단

안유지,<sup>1</sup> 예수영<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>부산가톨릭대학교 방사선학과 대학원

<sup>2</sup>부산가톨릭대학교 보건과학대학 방사선학과

### 요 약

만성 콩팥질환은 조기에 발견할 경우 치료가 가능하지만 질병이 진행될수록 회복이 불가능해지며 결국 이식이나 투석 등 신대체요법을 사용하여야 한다. 초음파 검사는 콩팥암, 염증성질환, 결절성 질환, 만성콩팥질환 등을 진단하는 검사 방법으로 콩팥의 크기, 내부 에코의 특성 등의 정보를 이용하여 염증의 정도에 대한 정보를 확인하기 위해서 사용된다. 현재 임상에서 질병의 정도는 사구체 여과율의 수치를 사용한다. 하지만 초음파에서도 염증과 질병의 정도 변화는 관찰이 가능하다.

본 연구에서는 초음파 영상을 컴퓨터 알고리즘을 이용하여 콩팥의 질병이 진행됨에 따라 변화하는 명도와 크기, 결질과 속질의 불분명해지는 것을 수치로 정량화하여 임상에서 사용되고 있는 사구체여과율과 비교하여 영상이 일치하는지 실험하였다. 전체 영상 105증례에서 정상 콩팥 영상 35증례, 초기 콩팥질환 영상 35증례, 말기 콩팥질환 영상 35증례로 실험하였다. 영상의 결질의 명도를 구하고 결질과 신동 부분의 명도차이를 기울기로 구했고, 초음파 특성상 매끄럽지 못한 부분의 그래프는 함수 regress를 이용하였다. 크기감소는 원본 데이터의 값으로 구하였다. 분석한 결과 영상은 영상의학과 판독과 일치하였고, 사구체 여과율과 비례하였다. 이는 향후 알고리즘 연구가 계속 진행된다면 초음파 영상의 질병에 대한 적용이 가능할 것으로 사료된다.

중심단어: 초음파 검사, 만성콩팥질환, 사구체 여과율