

# Analysis of the Correlation Between Kidney Function Indicators and Kidney Size According Age Groups in Ultrasonography

Ryo-won Go<sup>1,2</sup>, Youl-Hun Seoung<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>The Korean Registry for Diagnostic Medical Sonography

<sup>2</sup>Department of Radiological Science, College of Health & Medical Sciences, Cheongju University

Received: November 09, 2020. Revised: December 24, 2020. Accepted: December 31, 2020.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to analysis the correlation between kidneys function indicators and these size in ultrasonography. A total of 170 (male:86, female:84) patients of sex and age groups were examined by abdominal ultrasonography. The patients classified as those in their 20's, 30's, 40's, and over 50's. We measured the length, width, and cross-sectional height of the kidneys twice. At this time, the length of these were measured from the maximum upper to the maximum lower pole and the widest width in the same ultrasonography was measured to obtain the cross-sectional area. Other relevant indicators included body surface area, serum creatinine, glomerular filtration rate (GFR), MDRD (Modification of diet in renal disease) and C-G (Cockcroft-Gault). Significant comparisons of differences between relevant factors by age groups and sex were conducted with a one-way distribution analysis. Correlation analysis was also performed between relevant factors by using Pearson and Spearman correlation coefficient. It was defined as meaningful when the p-value was less than 0.05. As a result, the length, the width, and the cross-sectional area of kidneys were correlated with GFR, C-G, MDRD. Therefore, it is expected that the accuracy of diagnosis of kidneys disease will be increased if the relevant indicators are evaluated together rather than measuring only length of these in ultrasonography.

Keywords: Kidney ultrasonography, Kidney size, Kidney function indicators, Age group, Chronic kidney disease

## I. INTRODUCTION

신장의 크기는 신장 질환을 진단 및 예방하는데 유용한 지표가 되어왔다. 신장의 크기 측정은 과거 경정맥 조영술과 같은 방사선학적 검사 방법으로 이용했다. 그러나 방사선 민감도가 높은 신생아나 영아를 대상으로 수행할 경우 항상 방사선의 침습적 영향을 고려해야 한다<sup>[1]</sup>. 또한 성인의 경정맥 신우 조영술도 조영제의 부작용 및 검사의 신뢰성과 더불어 방사선 노출에 대한 문제점이 지적됐다<sup>[2]</sup>. 이처럼 방사선학적 신장 검사는 방사선 피폭에 대한 단점이 있다. 하지만 초음파 검사는 인체 무해하며 비교적 검사도 간단하고 건강보험 급여화되

면서 비용도 적은 장점이 있다<sup>[2]</sup>. 국내에서는 1999년 이방훈 등에 의해 한국 정상 성인에서 초음파 검사로 신장의 정상범위가 제시되었다<sup>[3]</sup>. 양측 신장은 해부학적 위치나 기능적인 차이가 있다. 우측 신장은 신장의 경사가 두드러지고 대 장기인 간 위에 있어 좌측 신장보다 낮은 위치에 있다. 좌측 신장은 동맥은 짧고 곧아서 혈류량이 많아 우측 신장보다 볼륨이 더 큰 특징을 가지고 있다. 따라서 신장의 크기는 의학적인 지표로 사용될 수 있다. 소아나 청소년의 경우는 성장에 따라서 신장의 크기도 변화가 됨을 알 수 있고 키와 몸무게가 중요한 인자가 되고 있다<sup>[4]</sup>. 만성 신장 질환인 경우에도 신장의 크기가 유의하게 작아질 뿐만 아니라 3개월

\* Corresponding Author: Youl-Hun Seoung E-mail: radimage@cju.ac.kr

Tel: +82-43-229-7993

이상 신장이 손상되어 있거나 신장 기능 감소가 지속되어도 나타난다<sup>[5]</sup>. 신장 기능 감소는 3개월 이상 평가 사구체 여과율(estimated Glomerular Filtration Rate, eGFR)의 빠른 감소 (60 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> 미만)와 높은 단백뇨 수치(≥500 mg/g) 그리고 조절되지 않는 고혈압과 고칼륨혈증인 경우에 발생한다고 미국신장재단과 국제신장학회의(kidney disease improving global outcome, KDIGO)에서 보고하였다<sup>[6]</sup>. 이때 사구체 여과율(Glomerular Filtration Rate, GFR)은 혈중 크레아티닌(Serum creatinine, Scr) 농도로 예측하거나 소변 검사로 크레아티닌 검사율(Creatinine clearance, Ccr)로 확인할 수 있다. 이처럼 임상적으로 신장의 크기와 사구체 여과율, 혈중 크레아티닌과 환자의 연령은 중요한 지표이다.

따라서 본 연구에서는 초음파 검사 시 신장 크기 측정의 유용성을 알아보기 위해 신장의 길이, 너비, 단면적과 신장 기능 지표를 연령대별로 상관관계를 분석하고자 하였다.

## II. SUBJECTS AND METHODS

### 1. 연구 대상

2020년 6월부터 2020년 10월 인천 소재 N건강 증진 센터에서 정규 혈액 검사 및 초음파 검사를 시행한 수검자 중 당뇨, 고혈압, 간 질환, 신장 질환자와 신장 내 낭종이 있는 사람을 제외한 20대에서 50대까지 170명 (남자: 86명, 여자: 84명)을 대상으로 하였다.

### 2. 실험 방법

#### 2.1 신체 지수 및 혈액 신장 기능 지표 평가

신체 지수는 대상군에서 키, 몸무게를 측정하였고 체표면적을 공식 (1)과 같이 구하였다.

$$\begin{aligned} & \text{체표면적(Body surface area, m}^2\text{)} \\ & = \text{Weight (kg)}^{0.425} \times \text{Height (m)}^{0.725} \times 0.007184 \\ & \text{-----(1)} \end{aligned}$$

크레아티닌과 사구체 여과율은 완전히 정비례하지 않고 성별, 나이와 같은 다양한 변수에 영향을 받기 때문에 이러한 변수를 포함하여 계산하여 사

용하는 것이 적절하다. 따라서 본 연구에서는 사구체 여과율을 계산하는 대표적인 방법인 C-G (Cockcroft - Gault) 공식과 MDRD (Modification of diet in renal disease) 공식으로 계산된 사구체 여과율을 아래와 같은 공식 (2), (3)을 이용하였다<sup>[2]</sup>.

$$\begin{aligned} & \text{C-G (mL/min/1.73m}^2\text{)} \\ & = [(140 - \text{age}) \times \text{Weight (kg)} / 72 \times \text{serum creatinine}] \\ & (\times 0.85, \text{ if female}) \times \text{BSA} / 1.73 \text{ m}^2 \text{-----(2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{MDRD (mL/min/1.73m}^2\text{)} \\ & = 186 \times \text{serum creatinine}^{-1.154} \times \text{age}^{-0.203} (\times 0.742, \text{ if female}) \\ & \text{-----(3)} \end{aligned}$$

#### 2.2 신장 초음파 검사 방법

신장 크기는 복부 진단용 초음파(Prosound α, ALOKA, Japan) 장비 2대를 이용하여 10년 이상의 경력을 가진 국제 초음파 자격을 가진 방사선사 2명이 교차 검사하였다. 장내 가스를 제거하기 위해 8시간 이상의 금식 상태에서 피검사자를 옆으로 돌아누운 자세에서 좌우 신장의 길이(최대 상극에서 최대 하극까지)와 최대 너비를 두 번씩 측정하여 아래와 같은 공식 (4)로 단면적을 구하였다<sup>[7,8]</sup>.

$$\begin{aligned} & \text{단면적(cm}^2\text{)} \\ & = [\pi \times \text{우측신장길이} \times \text{너비}] / 4 + [\pi \times \text{좌측신장길이} \times \text{너비}] / 4 \\ & \text{-----(4)} \end{aligned}$$

이때 Table 1과 같이 측정자 간의 신뢰도는 급내 상관계수(Intraclass correlation coefficient, ICC)의 Kohen's Kappa 계수(κ)를 이용하여 신뢰도를 확보하였다.

Table 1. Inter-observer intraclass correlation of on kidneys ultrasonography

Observer	Right Kidney				Left Kidney			
	Length ( )	p- value	Width ( )	p- value	Length ( )	p- value	Width ( )	p- value
1	0.718	0.013	0.640	0.001	0.769	0.001	0.616	0.001
2								

### 2.3 통계분석

통계분석 프로그램은 SPSS 24.0 for Windows, SPSS, Chicago, IL USA 이용하였다. 대상자들의 연령대별 인구학적 특성의 분석은 기술 통계분석을 실시하였다. 연령대별 성별 신장 크기의 유의한 차이는 독립 T-test를 실시하였다. 신장 크기 및 기능 지표에서 그룹 간의 유의한 차이 비교는 일원배치 분산분석(One-way analysis of variance, ANOVA)으로 시행하였고 scheffe 사후 검정을 이용하였다. 성별, 연령대별 관련 인자들 간의 상관관계는 Pearson 및 Spearman 상관계수를 이용하였다. 통계학적 유의한 수준은 *p* 값이 0.05 미만인 경우로 하였다.

## III. RESULTS

### 1. 대상자의 연령대별 일반적 기술적 통계

Table 2. General characteristics of patients according to the age groups

Item	Age groups (years)				
	<29 (n=46)	30~39 (n=48)	40~49 (n=45)	50< (n=31)	Total (N=170)
Height (cm)	172.9 ±7.4	159.5 ±5.4	168.8 ±8.9	169.4 ±8.1	167.7 ±7.7
Weight (kg)	66.1 ±16.9	68.4 ±13.2	65.3 ±12.2	65.0 ±10.5	66.2 ±13.2
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.4 ±4.0	23.5 ±3.3	23.4 ±3.1	24.2 ±2.6	23.6 ±3.3
Scr (mg/dL)	0.8 ±0.2	0.8 ±0.2	0.9 ±0.2	0.8 ±0.2	0.8 ±0.2
BSA (m <sup>2</sup> )	1.9 ±1.1	1.8 ±0.2	1.7 ±0.3	1.7 ±0.2	1.8 ±0.4
C-G (mL/min/1.73m <sup>2</sup> )	135.8 ±117.3	113.3 ±27.7	92.3 ±28.8	85.4 ±24.5	106.7 ±49.6
MDRD (mL/min/1.73m <sup>2</sup> )	103.9 ±24.7	96.4 ±27.4	89.0 ±18.4	90.7 ±20.1	95.0 ±22.7

대상자의 특성을 연령대별로 비교한 결과는 Table 2와 같다. 연구 대상자는 20대 46명, 30대 48명, 40대 45명, 50대 31명으로 총 170명이었다. 20대 평균 신장 172.9±7.4 cm, 평균 체표면적 1.9±1.1 cm<sup>2</sup>, 평균 C-G 공식 135±117.39 mL/min/1.73m<sup>2</sup>, 평

균 MDRD 공식 103.9±24.7 mL/min/1.73m<sup>2</sup> 이었다. 30대 평균 신장 159±5.4 cm, 평균 체표면적 1.8±0.2 cm<sup>2</sup>, 평균 C-G 공식 113.3±27.7mL/min/1.73m<sup>2</sup>, 평균 MDRD 공식 96.4±27.4 mL/min/1.73m<sup>2</sup> 이었다. 40대 평균 신장 168.8±8.9 cm, 평균 체표면적 1.7±0.3 cm<sup>2</sup>, 평균 C-G 공식 92.3±28.8 mL/min/1.73m<sup>2</sup>, 평균 MDRD 공식 89.0±18.4 mL/min/1.73m<sup>2</sup> 이었다. 50대 평균 신장 169±8.1 cm, 평균 체표면적 1.7±0.2 cm<sup>2</sup>, 평균 C-G 공식 85.4±24.5 mL/min/1.73m<sup>2</sup>, 평균 MDRD 공식 90.7±20.1 mL/min/1.73m<sup>2</sup> 이었다.

### 2. 연령대별 성별 신장 크기 평균 비교

연령대별 지방간 등급별 빈도분석 결과는 Table 3과 같다. 20대 남성 우측 신장 평균 너비 5.14±0.67 cm, 20대 여성 신장 평균 너비 4.52±0.54 cm, 20대 남성 신장 단면적 평균 75.48±11.82 cm, 20대 여성 신장 단면적 평균 66.02±6.35 cm이었다. 30대 남성 우측 신장 너비 4.10±0.60 cm, 30대 여성 우측 신장 너비 3.62±0.33 cm, 30대 남성 좌측 신장 평균 너비 5.01±0.54 cm, 30대 여성 좌측 신장 평균 너비 4.28±0.71 cm, 30대 남성 신장 평균 단면적 76.46±8.86 cm, 30대 여성 신장 평균 단면적은 64.29±10.02 cm 이었다. 40대 남성 우측 신장 평균 너비 4.19±0.55 cm, 40대 여성 우측 신장 평균 너비 3.56±0.35 cm, 40대 남성 좌측 신장 평균 너비 4.96±0.51 cm, 40대 여성 좌측 신장 너비 4.42±0.49 cm, 40대 남성 신장 평균 단면적 74.90±9.84 cm, 40대 여성 신장 평균 단면적 64.00±5.80 cm이었다. 50대 이상 남성 우측 신장 평균 너비 4.17±0.53 cm, 50대 이상 우측 신장 평균 너비 3.79±0.33 cm, 50대 이상 남성 좌측 신장 평균 너비 5.17±0.56 cm, 50대 이상 여성 좌측 신장 평균 너비 4.53±0.48 cm, 50대 이상 신장 평균 단면적 75.00±8.13 cm, 50대 이상 평균 단면적 64.43±7.46 cm로 유의한 차이를 보였다.

신장의 정상 초음파는 연령이 증가함에 따라 길이와 너비, 단면적 모두 점점 감소하고 있고 30대 남성 좌우측 신장의 평균 길이가 가장 길게 보였다. 30대 여성은 우측 신장 길이가 가장 길었으며 20대 여성도 좌측 길이가 가장 길게 관찰되었다.

Table 3. Age group distribution of mean analysis of size in kidneys for male and female group.

Age Group	Sex	Right Kidney				Left Kidney				Cross-sectional area (mm <sup>2</sup> )	p-value
		Length (mm)	p-value	Width (mm)	p-value	Length (mm)	p-value	Width (mm)	p-value		
<29	M	10.19±0.73	0.768	4.04±0.60	0.160	10.64±0.68	0.229	5.14±0.67	0.001	75.48±11.82	0.003
	F	10.13±0.64		3.65±0.37		10.41±0.61		4.52±0.54		66.02±6.35	
31<39	M	10.54±0.57	0.145	4.10±0.60	0.001	10.80±0.51	0.160	5.01±0.54	0.001	76.46±8.86	0.001
	F	10.26±0.73		3.62±0.33		10.39±0.62		4.28±0.71		64.29±10.02	
40<49	M	10.29±0.65	0.240	4.19±0.55	0.001	10.51±0.96	0.344	4.96±0.51	0.001	74.90±9.84	0.001
	F	10.08±0.54		3.56±0.35		10.30±0.39		4.42±0.49		64.00±5.80	
50<	M	10.08±0.56	0.510	4.17±0.53	0.021	10.36±0.81	0.250	5.17±0.56	0.002	75.00±8.13	0.001
	F	9.65±0.61		3.79±0.33		10.00±0.85		4.53±0.48		64.43±7.46	

### 3. 신장 크기와 기능 지표에서 연령대 간의 평균 분석

신장 크기 지표에서 연령대 간의 평균 분석 결과는 Table 4와 같다. 우측 신장 길이에서는 30대와 50대에서 평균 10.42±0.65 cm와 9.86±0.62 cm로 유의한 차이가 있었다(p<.05). 좌측 신장 길이에서 30대와 50대에서 평균 10.63±0.59 cm와 10.17±0.84 cm로 유의한 차이가 있었다(p<.05). 신장 기능 지표에서 연령대 간의 평균 분석 결과는 Table 5와 같다. C-G 공식은 20대와 50대에서 평균 135.83±117.33 mL/min/1.73m<sup>2</sup>와 85.44±24.54 mL/min/1.73m<sup>2</sup>로 유의한 차이를 보였다(p<.05). MDRD 공식은 20대와 40대에서 평균 103.93±24.73 mL/min/1.73m<sup>2</sup>와 88.95±18.40 mL/min/1.73m<sup>2</sup>로 유의한 차이를 보였다(p<.05). 혈중 크레아티닌은 50대와 20대에서 평균 213.65±35.75 mg/dL와 191.72±32.24 mg/dL에서 유의한 차이를 보였다(p<.05). GFR은 20대와 40대 그리고 50대에서 유의한 차이를 보였다(p<.05).

### 4. 남녀 및 연령대의 관련인자 간의 상관관계 분석

남녀의 관련인자 간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 6, 7과 같다. 남녀 관련인자 간의 상관관계에서는 혈중 크레아티닌과 MDRD 공식에서 남성은 r=-0.736 여성은 r=-0.926으로 가장 높은 음(-)의 상관관계를 보였으나 체표면적과 C-G 공식에서 남

성은 r=0.817, 여성은 r=0.973으로 가장 높은 양(+)의 상관관계를 보였다. 20대는 체표면적과 C-G 공식이 r=0.697로 가장 높은 양(+)의 상관관계를 보였으며 유의한 차이로 체표면적과 단면적에서 r=0.623으로 높은 양(+)의 상관관계를 나타냈다.

Table 4. One-way analysis of variance for kidney size

Variable	Age groups	Mean	SD	F	p-value	Scheffe
Rt. Kidney length (mm)	<29 (a)	10.15	0.67	4.927	0.003	d<b
	30<39 (b)	10.42	0.65			
	40<49 (c)	10.19	0.60			
	50< (d)	9.86	0.62			
Rt. Kidney width (mm)	<29 (a)	3.82	0.51	0.542	0.654	-
	30<39 (b)	3.90	0.56			
	40<49 (c)	3.88	0.56			
	50< (d)	3.97	0.47			
Lt. Kidney length (mm)	<29 (a)	10.51	0.64	2.859	0.039	d<b
	30<39 (b)	10.63	0.59			
	40<49 (c)	10.41	0.74			
	50< (d)	10.17	0.84			
Lt. Kidney width (mm)	<29 (a)	4.79	0.67	0.454	0.715	-
	30<39 (b)	4.70	0.71			
	40<49 (c)	4.70	0.57			
	50< (d)	4.84	0.61			
Cross-sectional area (mm <sup>2</sup> )	<29 (a)	70.14	10.19	1.074	0.362	-
	30<39 (b)	71.39	11.07			
	40<49 (c)	69.56	9.74			
	50< (d)	69.55	9.35			

Table 5. One-way analysis of variance for kidney function indicators

Variable	Age groups	Mean	SD	F	p-value	Scheffe
C-G	<29 (a)	135.83	117.33	4.969	0.003	c,d<a
	30<39 (b)	113.30	27.65			
	40<49 (c)	92.29	28.76			
	50< (d)	85.44	24.54			
MDRD	<29 (a)	103.93	24.73	3.664	0.014	c<a
	30<39 (b)	96.37	27.44			
	40<49 (c)	88.95	18.40			
	50< (d)	90.69	20.06			
BSA	<29 (a)	1.89	1.07	0.995	0.397	-
	30<39 (b)	1.79	0.20			
	40<49 (c)	1.70	0.28			
	50< (d)	1.70	0.18			
Scr	<29 (a)	191.72	32.24	3.140	0.027	a<b,d
	30<39 (b)	210.96	33.61			
	40<49 (c)	202.09	42.29			
	50< (d)	213.65	35.75			
GFR	<29 (a)	107.11	18.22	8.837	0.001	b,c<a
	30<39 (b)	96.52	23.82			
	40<49 (c)	89.09	14.89			
	50< (d)	88.97	15.61			

#### IV. DISCUSSIONS

본 연구에서는 연령대 별로 신장의 크기를 초음파 영상으로 계측하고 혈액 검사로 신장 기능 지표를 분석하였다. 초음파로 신장 크기를 측정하는 것은 측정자 간 가시능의 오차를 유발할 수 있다. 특히, 신장의 길이를 측정할 때는 신장 축이 회전에 다양한 변이가 있어 탐측자의 방향을 적절히 기울여 신장의 가장 장축을 찾는 것이 중요하다. 따라서 본 연구에서 두 명의 측정자들이 교차측정 하였고 신뢰할 수 있는 수준에서 측정값을 구했다. 그러나 너비 측정은 길이 측정보다 신뢰수준이 낮았는데 이는 신문부(renal hilum)에 위치한 신우(renal pelvis)와 요관 간의 경계면이 불명확하여 유발된 측정지점의 차이라고 판단된다.

일반적으로 우측 신장보다 좌측 신장이 유의한 차이로 더 크며, 남성이 여성보다 유의하게 큰 것으로 보고되고 있으나 성장 중인 청소년들은 남녀 모두 양측 신장의 크기 차이가 없다고 알려져 있다<sup>[3]</sup>. 그러나 소아는 좌측 신장이 우측 신장보다 더 볼륨과 길이가 약간 더 크다고 보고하였다<sup>[9-11]</sup>.

본 연구에서는 남녀 간의 좌측 신장 평균 길이가 전 연령대에서 남녀 모두 유의한 차이는 없었지만 남성의 신장이 큰 경향성을 보이고 있었다. 양측 신장 길이는 30대와 50대에서 유의한 차이를 보였지만 신장의 길이는 나이가 많아질수록 유의하게 감소하는 경향이 있었다. 20대 남성을 대상으로 CT 검사에서 신장 길이를 측정된 2009년 선행연구에서는 좌측 신장은 평균 10.90±0.72 cm, 우측 신장은 평균 10.70±0.76 cm로 보고하였다<sup>[12]</sup>. 본 연구에서는 좌측 신장은 평균 10.64±0.68 cm, 우측 신장은 평균 10.19±0.73 cm로 측정되어 상대적으로 작게 측정되었다. 이는 측정 영상장비의 차이와 측정자들의 측정 정확성의 차이로 추가 연구가 필요하다고 판단된다. 그러나 선행연구에서 측정된 한국인의 신장 길이는 남녀, 좌우의 구분 없이 최소 하향치 8.76 cm, 최대 상향치 12.36 cm로 제시한 범위 안에 있었다.

신장 너비는 20대 우측 신장을 제외한 나머지 연령대와 좌, 우측 신장에서 남성이 여성보다 유의하게 크게 나타났다. 이러한 결과는 기존 연구에서는 언급되지 않았던 결과로서 신장 단면적 차이에도 영향을 준 것으로 판단된다. 또한 이방훈 등의 연구에서 체표면적에 따른 신장 크기는 r=0.185로 체표면적이 작다고 보고하였지만 본 연구에서는 남성은 좌, 우측 신장 길이에서 각각 r=0.499, r=0.459로 측정되었고 여성은 좌측 신장 길이와 너비 그리고 단면적에서 각각 r=0.250, r=0.229, r=0.286으로 비교우위의 높은 상관관계를 보였다. Hoy 등과 Neugarten 등은 체표면적이 신장 무게의 독립적 결정이며 연령이 증가하면서 체표면적의 감소가 작은 신장과 관련이 있을 것으로 주장하였다<sup>[13,14]</sup>. 본 연구에서도 연령이 증가할수록 신장 크기는 감소하였다.

Table 6. Age group distribution of correlation analysis of kidney size and kidney function indicators in male

	Age groups***	Rt. Kidney length	Rt. Kidney width	Lt. Kidney length	Lt. Kidney width	Cross-sectional area	C-G	MDRD	BSA	Scr	GFR
Age groups***	1.000	-0.076	0.122	-0.156	0.040	0.001	-0.431**	-0.100	-0.158	0.120	-0.378**
Rt. Kidney length		1	0.220*	0.682**	0.182	0.623**	0.447**	0.031	0.499**	-0.124	0.147
Rt. Kidney width			1	0.224*	0.221*	0.707**	0.255*	-0.031	0.341**	-0.120	0.072
Lt. Kidney length				1	0.097	0.617**	0.404**	0.020	0.459**	-0.061	0.094
Lt. Kidney width					1	0.670**	0.350**	0.270*	0.319**	-0.100	0.093
Cross-sectional area						1	0.525**	0.138	0.570**	-0.155	0.145
C-G							1	0.492**	0.817**	-0.383**	0.429**
MDRD								1	0.010	-0.736**	0.686**
BSA									1	0.024	-0.013
Scr										1	-0.908**
GFR											1

\*. p<.05, \*\*. p<.01, \*\*\*, Spearman correlation coefficient

Table 7. Age group distribution of correlation analysis of kidney size and kidney function indicators in female

	Age groups***	Rt. Kidney length	Rt. Kidney width	Lt. Kidney length	Lt. Kidney width	Cross-sectional area	C-G	MDRD	BSA	Scr	GFR
Age groups***	1.000	-0.224*	0.099	-0.217*	0.003	-0.131	-0.500**	-0.348**	-0.114	0.092	-0.428**
Rt. Kidney length		1	0.045	0.566**	0.193	0.564**	0.211	0.257*	0.129	-0.199	0.285**
Rt. Kidney width			1	-0.028	0.137	0.468**	0.090	0.030	0.069	-0.104	0.109
Lt. Kidney length				1	0.220*	0.577**	0.311**	0.261*	0.250*	-0.192	0.273*
Lt. Kidney width					1	0.797**	0.240*	-0.001	0.229*	0.065	0.096
Cross-sectional area						1	0.342**	0.164	0.286**	-0.113	0.266*
C-G							1	0.406**	0.973**	-0.275*	0.393**
MDRD								1	0.215*	-0.926**	0.807**
BSA									1	-0.105	0.228*
Scr										1	-0.698**
GFR											1

\*. p<.05, \*\*. p<.01, \*\*\*, Spearman correlation coefficient

초음파로 측정된 신장 크기는 신장의 길이뿐 아니라 체표면적과 단면적 등 신체 지표와 계산된 GFR의 상관관계를 구하였다. 특히, 체표면적과 단면적은 남성에서 각각  $r=0.817$ ,  $r=0.525$ 로 C-G 공식과 높은 상관관계를 보였다. 여성에서도 각각  $r=0.973$ ,  $r=0.324$ 로 C-G 공식과 높은 상관관계를 보였다. 또한 C-G 공식 및 MDRD 공식으로 계산된 GFR은 20대에서 유의하게 높게 나타났다. GFR은 만성 혈액 투석(chronic hemodialysis)을 받는 환자에서 신장 크기 평가가 유용하고 보고하고 있다<sup>[15]</sup>. 본 연구에서는 연령이 높아질수록 GFR이 감소하고 있었는데 기능 저하라는 관점에서 선행연구와 일치하고 있었다. 남녀 및 전 연령대 관련인자 간의 상관관계에서는 단면적, C-G 공식과 체표면적에서 가장 높은 양(+)의 상관관계를 보였다. 남녀 관련인자는 혈중 크레아티닌과 MDRD 공식은 가장 높은 음(-)의 상관관계를 보였다. 이러한 결과는 신장 기능 지표가 신장의 길이, 너비, 단면적과 상관관계가 있음을 보여주고 있다. 신장 기능의 저하는 만성 신장 질환과 상관관계가 있기 때문에 신장 크기 측정으로 신장 기능을 예측할 수 있으리라 판단된다.

본 연구는 특정 지역 내 수검자들 대상으로 분석한 결과라는 점과 대상군의 수가 기존의 연구보다 적은 점으로 일반화하기에는 한계점이 있다.

## V. CONCLUSIONS

본 연구에서는 초음파 검사 시 연령대별로 신장 크기를 측정한 결과, 연령이 증가할수록 신장 길이, 너비, 단면적이 신장 기능과 함께 감소하는 상관관계를 보여 신장 크기 측정의 유용성을 확인할 수 있었다. 따라서 신장의 크기를 측정할 때 신장 길이 하나만을 측정하기 보다는 너비와 단면적을 함께 평가하여 신장 질환에 진단 정확도를 높일 수 있으리라 기대한다.

## Reference

[1] S. S. Kim, W. J. Bang, J. W. Seo, G. S. Jo, S. W. Han, "Discrepancy of Measured Renal Length between Ultrasonography and Dimercaptosuccinic Acid (DMSA) Scintigraphy", Korean Journal of

Urology, Vol. 48, No. 1, pp. 77-81, 2007.  
<http://dx.doi.org/10.4111/kju.2007.48.1.77>

- [2] Y. S. Shin, S. Y. Park, D. C. Jin, H. W. Kim, Y. S. Kim, Y. S. Chang, and B. K. Bang, "Ultrasound Measurements of Kidney Size in the Elderly without Renal Disease", *Kidney Research and Clinical Practice*, Vol. 27, No. 4, pp. 433-438, 2008.
- [3] B. H. Lee, H. J. An, W. H. Kang, G. H. Seo, B. Kim, S. G. Lee, Y. G. Kim, W. S. Huh, Y. G. Kim, D. J. Kim, S. H. Choi, B. H. Kim, S. H. Hwang, H. Y. Oh, "Estimation of Kidney Size by Ultrasonography in Normal Korean Adults", *Kidney Research and Clinical Practice*, Vol. 18, No. 1, pp. 46-51, 1999.
- [4] W. X. Zhang, Z. M. Zhang, B. S. Cao, W. Zhou, "Sonographic measurement of renal size in patients undergoing chronic hemodialysis: Correlation with residual renal function", *Experimental and Therapeutic Medicine*, Vol. 7, No. 5, pp. 1259-1261, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.3892/etm.2014.1560>
- [5] B. S. Choi, "Management of Chronic Kidney Disease", *The Korea Journal of Medicine*, Vol. 82, No. 4, pp. 427-431, 2012.  
<https://doi.org/10.3904/kjm.2012.82.4.427>
- [6] H. W. Kim, S. C. Kim, "Study on knowledge levels of Pre-dialysis, chronic renal failure patients at glomerular filtration rates (GFRs) and their educational demands", *Journal of Korean Biological Nursing Science*, Vol. 12, No. 2, pp. 114-126, 2010.
- [7] S. H. Yoon, Y. M. Kim, J. G. Choi, "A Study of Factors Affecting Measurement of Kidney Size in Ultrasonography", *Korean Society of Radiological Science*, Vol. 31, No. 2, pp. 161-169, 2008.
- [8] L. A. Stevens, J. Coresh, T. Greene, A. S. Levey, "Assessing kidney function - Measured and estimated glomerular filtration rate", *New England journal of medicine*, Vol. 354, No. 23, pp. 2473-2483, 2006.  
<http://dx.doi.org/10.1056/NEJMra054415>
- [9] J. M. Zerlin, C. E. Blane, "Sonographic assessment of renal length in children : A reappraisal", *Pediatric Radiology*, Vol. 24, No. 2, pp. 101-106, 1994.  
<http://dx.doi.org/10.1007/BF02020164>
- [10] M. Tajim, "Ultrasonic kidney size measurement. 2. In normal adolescents", *Hinyokika Kiyo*, Vol. 33,

No. 11. pp. 1742- 1748, 1987.

- [11] J. H. Kim, M. J. Kim, H. Lim, J. E. Kim, M. J. Lee, "Length and Volume of Morphologically Normal Kidneys in Korean children: Ultrasound Measurement and Estimation Using Body Size", *Korean Journal of Radiology*, Vol. 14, No. 4, pp. 677-682, 2013.  
<http://dx.doi.org/10.3348/kjr.2013.14.4.677>
- [12] H. S. Shin, B. H. Chung, S. E. Lee, W. J Kim, H. I. Ha, C. W. Yang, "Measurement of Kidney Volume with Multi-Detector Computed Tomography Scanning in Young Korean", *Yonsei Medical Journal*, Vol. 20, No. 2, pp. 262-265, 2009.
- [13] W. E. Hoy, R. N. Douglas-Denton, M. D. Hughson, A. Cass, K. Johnson, J. F. Bertram, "A stereological study of glomerular number and volume: Preliminary findings in a multiracial study of kidneys at autopsy", *Kidney international. Supplement*, Vol. 83, pp. S31-S37, 2003.  
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.63.s83.8.x>
- [14] J. Neugarten, B. Kasiske, S. R. Silbiger, J. R. Nyengaard, "Effects of sex on renal structure", *Nephron*, Vol. 90, No. 2. pp. 139-144, 2002.  
<http://dx.doi.org/10.1159/000049033>
- [15] A. A. Sanusi, F. A. Arogundade, O. C. Famurewa, A. D. Akintomide, F. O. Soyinka, O. E. Ojo, A. Akinsola, "Relationship of ultrasonographically determined kidney volume with measured GFR, calculated creatinine clearance and other parameters in chronic kidney disease (CKD)", *Nephrol Dial Transplant*. Vol. 24, No. 5. pp. 1690-1694, 2009.  
<https://doi.org/10.1093/ndt/gfp055>



## 신장 초음파 검사에서 연령대에 따른 신장 기능 지표와 신장 크기 간의 상관관계 분석

고려원,<sup>1,2</sup> 성열훈<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>한국 의료 초음파 연수원

<sup>2</sup>청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과

### 요 약

본 연구에서는 초음파 검사 시 정상인을 대상으로 연령대에 따른 신장 기능 지표와 신장 크기 간의 상관관계를 분석하고자 하였다. 복부 초음파 검사를 실시한 정상인 170명(남:86명, 여:84명)을 20대, 30대, 40대, 50대 이상으로 분류하였다. 피검사자는 옆으로 누운 자세로 좌/우측 신장을 2번씩 신장 길이와 너비 그리고 단면적으로 신장 크기를 측정하였다. 이때 신장 길이는 최대 상극에서 최대 하극까지 측정하고 같은 초음파 영상에서 가장 넓은 너비를 측정하여 단면적을 구하였다. 그 외 관련인자로 체표면적, 혈중크레아티닌, 사구체여과율, MDRD (Modification of diet in renal disease), C-G (Cockcroft-Gault)를 조사하였다. 성별에 따른 연령대별로 관련인자 간의 유의한 차이 비교는 일원배치분산분석으로 실시하였다. 또한 관련인자들 간의 상관관계 분석을 시행했으며 Pearson과 Spearman correlation coefficient를 이용하였다. 이때  $p$  값이 0.05 보다 작을 때 유의성이 있다고 정의하였다. 그 결과, 신장의 길이, 너비, 단면적 등은 사구체 여과율, C-G, MDRD와 상관관계가 있었다. 따라서 신장 초음파 검사 시 신장 길이 하나만을 측정하기보다는 관련 인자를 함께 평가한다면 신장 질환에 진단 정확도를 높일 수 있으리라 기대한다.

중심단어: 신장초음파, 신장크기, 신장기능지표, 연령대, 만성신장질환.

### 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	고려원	한국 의료 초음파 연수원 청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과	방사선사 학부생
(교신저자)	성열훈	청주대학교 보건의료대학원 방사선학과	교수