

# 신장 길이 측정에서 초음파와 Dimercaptosuccinic Acid (DMSA) 신주사 간의 차이

## Discrepancy of Measured Renal Length between Ultrasonography and Dimercaptosuccinic Acid (DMSA) Scintigraphy

Sung Soo Kim, Woo Jin Bang, Joo Wan Seo, Kang Su Cho, Sang Won Han

From the Department of Urology, Urological Science Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** An inter-observer variability exists in the measurement of the renal length during ultrasonography, but dimercaptosuccinic acid (DMSA) scintigraphy allows greater objectivity. Thus, the aim of this study was to evaluate the discrepancy of the renal length measured using the two methods.

**Materials and Methods:** Between January 2003 and June 2005, 249 consecutive patients underwent DMSA scintigraphy and ultrasonography. Due to the exclusion of kidneys where a photon defect was observed during DMSA scintigraphy, the number of kidney enrolled in this study was 439. The renal length measurements in any plane were longest using ultrasonography. The renal lengths were measured using DMSA scintigraphy by assessing the maximum pixel length, which was then converted to centimeters.

**Results:** The mean renal lengths measured by DMSA scintigraphy and ultrasonography were  $8.06 \pm 1.49$  and  $6.80 \pm 1.38$ cm, respectively. The mean difference in the renal length measured between the two methods was  $1.26 \pm 0.84$ cm. The sonographic renal length was significantly shorter than that found via scintigraphy (Student's t-test,  $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** Our results were similar to those of previously reported studies, where the scintigraphic renal length exceeded that obtained sonographically. Due to the possibility of underestimating the renal length when using ultrasonography, clinicians must be cautious when following up pediatric patients using ultrasonography. (**Korean J Urol 2007;48:77-81**)

**Key Words:** Kidney, Length, Ultrasonography, Technetium-99m-dimercaptosuccinic acid

대한비뇨기과학회지  
제 48 권 제 1 호 2007

연세대학교 의과대학  
비뇨기과학교실, 비뇨의과학연구소

김성수 · 방우진 · 서주완  
조강수 · 한상원

접수일자 : 2006년 7월 27일  
채택일자 : 2006년 9월 29일

교신저자: 한상원  
세브란스병원 비뇨기과  
서울시 서대문구 신촌동 134  
☎ 120-752  
TEL: 02-2228-2316  
FAX: 02-312-2538  
E-mail: swhan@yumc.  
yonsei.ac.kr

### 서 론

신장의 크기를 측정하는 일은 소아 신 질환의 진단, 치료, 예후 예측에서 중요한 의미를 가진다. 임상적으로 신성장이 적절한지를 판단하기 위해 신장의 크기를 측정하는데, 신장의 길이를 연속적으로 측정하는 것이 유용하다. Dimercaptosuccinic acid (DMSA) 신주사와 초음파는 소아 환자의

추적 관찰 시 널리 사용되는 도구로서 모두 신장의 길이를 측정할 수 있다. DMSA 신주사에 비하여 초음파로써 신장의 크기를 측정하는 것은 환자에게 무해하고 간편한 반면에 시술자의 주관적 판단에 의존하여 검사자 간 차이 (inter-observer variation)가 있을 뿐만 아니라 한 명의 검사자에 의해서도 재현성 (reproducibility)이 떨어질 수 있다고 보고되고 있다.<sup>1-3</sup>

저자들은 필요에 의하여 DMSA 신주사를 시행할 때 신장

의 길이를 동시에 측정하고 있기에 이를 이용하여 초음파로 측정하는 신장 크기 측정의 정확성에 대하여 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

2003년 1월부터 2005년 6월까지 본원에서 비뇨기계 질환으로 추적 관찰 중인 환아에서 DMSA 신주사와 초음파를 함께 시행한 환아 중 두 검사 시행 간격이 6개월 이상인 경우는 제외한 249명을 대상으로 하였다. 이 중 DMSA 신주사에서 방사선 동위원소의 충만 결손이 없는 439개의 신장을 좌우측 구분 없이 조사하였다.

신장의 길이는 DMSA 신주사와 초음파를 이용하여 최장축을 기준으로 측정하였다. 대상 기간 동안 초음파는 환아를 양와위로 눕힌 자세에서 한 명의 방사선과 전문의가 시행했으며, 초음파로 측정된 신장 길이는 여러 각도에서 신장을 관찰한 뒤 신장의 최장축을 잡아 측정한 길이로 하였다. DMSA 신주사를 이용한 신장 길이의 측정은 검사 시 미리 설치해 놓은 1cm의 원형 표식자 (calibration factor)를 기준으로 표식자의 픽셀수에 대한 신장 최장축의 픽셀수의 비로 계산하였다 (Fig. 1). 픽셀수는 한 명의 비뇨기과 전공의에 의해서 측정되었다. 픽셀수 계산의 재현성 (reproducibility)과 정확성을 높이기 위해 영상의 밝기 (brightness)를 어둡게 하고 2배 확대한 후 세 번을 연속 측정하여 그 평균값을 취하였다. 두 검사 수단으로 측정된 신장 길이를 비교하였으며, 성별, 나이, 시행 간격, 중복요관 유무, 수신증의

등급과 그 차이의 정도와의 상관관계를 각각 조사하였다. 대상 중 남아는 177명 (71.1%), 여아는 72명 (28.9%)이었다. 평균 연령은 43.0개월 (2-216), 평균 검사 간 간격은 2.0개월 (0-6)이었다. 중복요관이 있는 신장은 3.4% (15/439)에서 있었다. Society of Fetal Urology (SFU)의 분류에 따른 수신증의 등급은 Grade 0, I, II, III 및 IV가 각각 271 (61.7%), 59 (13.4%), 66 (15%), 31 (7.1%) 및 12 (2.7%) 신장이었다 (Table 1). 초음파로 측정된 신장 길이가 더 큰 그룹과 DMSA 신주사로 측정된 신장 길이가 더 큰 그룹 간의 연령 (p=0.481), 시행 간격 (p=0.142), 수신증 정도 (p=0.059) 에는 통계학적인 차이가 없었다. DMSA 신주사로 측정된 신장 길이와 초음파로 측정된 신장 길이의 차이가 -1.0 미만의 경우, -1.0 이상 0 미만인 경우, 0 이상 1 미만인 경우, 1 이상 2 미만인 경우, 2 이상인 경우가 각각 1 (0.2%), 21 (4.8%), 148

Table 1. Patients' characteristics

M:F	177 (71.1%):72 (28.9%)
Mean age (month)	43.0 (2-216)
Hydronephrosis grade	
0	271 (61.7%)
I	59 (13.4%)
II	66 (15.0%)
III	31 (7.1%)
IV	12 (2.7%)
Duplicated ureter	15 (3.4%)

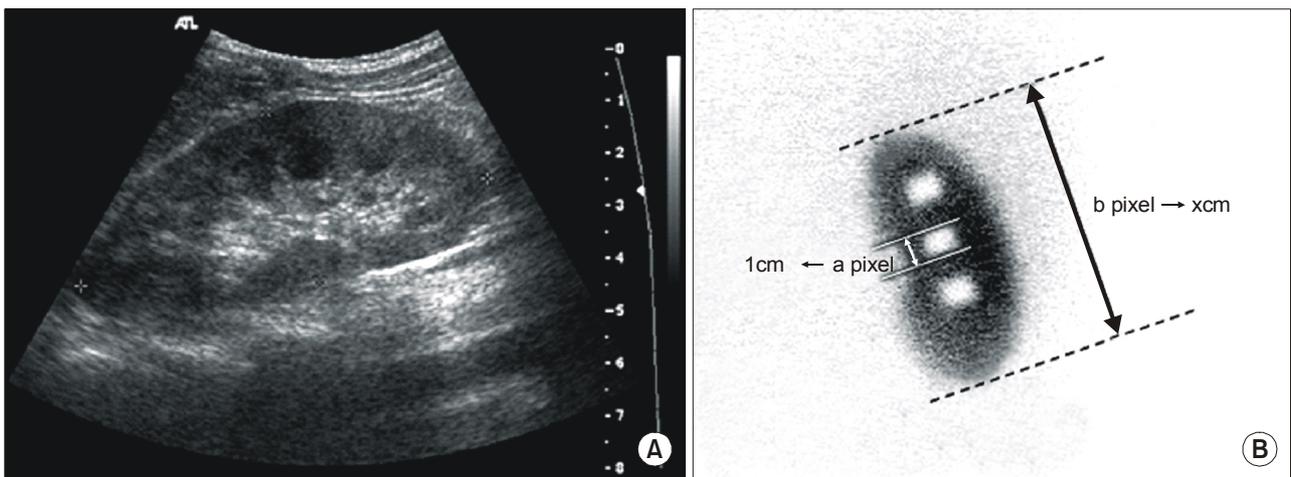
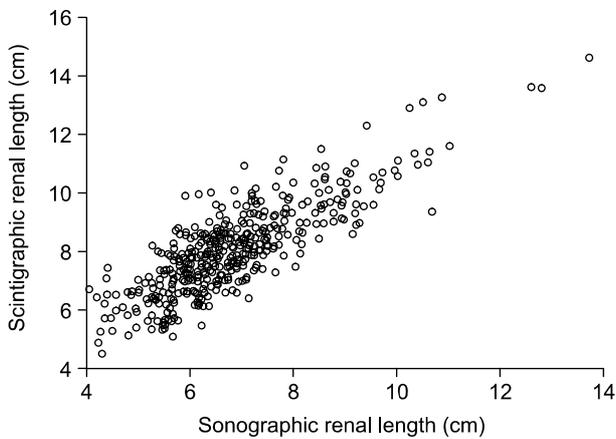


Fig. 1. Measurement of the renal length. (A) Ultrasonography and (B) dimercaptosuccinic acid (DMSA) scintigraphy. Three one centimeter whitish circles are calibration factors. (A) The measured renal lengths in any plane were longest using ultrasonography. (B) Renal lengths were measured using DMSA scintigraphy by assessing the maximum pixel length, which was then converted to centimeters. Scintigraphic renal length (x) =  $\frac{b}{a}$  cm.

**Table 2.** Discrepancy in the renal length between dimercaptosuccinic acid (DMSA) scintigraphy and ultrasonography according to age

Age group (months)	n (%)	DMSA (cm)	US (cm)	p-value
≤11	42 (9.6)	7.42±1.75	6.33±1.08	<0.001
12-23	92 (21.0)	7.73±1.27	6.55±1.15	<0.001
24-35	119 (27.1)	7.89±1.30	6.55±1.52	<0.001
36-47	51 (11.6)	7.99±1.36	6.66±1.23	<0.001
48-59	36 (8.2)	8.46±1.09	7.20±0.89	<0.001
≥60	99 (22.6)	8.79±1.69	7.65±1.66	<0.001
All	439 (100)	8.06±1.49	6.80±1.38	<0.001



**Fig. 2.** The distribution of the measured renal lengths between DMSA scintigraphy and ultrasonography ( $r^2=0.694$ ,  $p<0.001$ ).

(33.7%), 189 (43.1%), 80례 (18.2%)였다.

통계분석은 SPSS (Ver 12.0)을 사용하였고, Student's t-test를 시행하여 p값이 0.05 미만일 때 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다. 또 Pearson 상관계수를 구하여 초음파로 측정된 신장 길이와 DMSA 신주사로 측정된 신장 길이와의 상관관계를 알아보았다.

**결 과**

DMSA 신주사로 측정된 신장의 길이는 평균 8.06±1.49 cm였고, 초음파로 측정된 것은 평균 6.80±1.38cm였다. 두 검사 수단으로 측정된 신장 길이 차이의 평균은 1.26±0.84 cm였고, 초음파로 측정된 길이가 통계학적으로 유의하게 작은 것으로 나타났다 (Table 2). 초음파로 측정된 신장의 길이와 DMSA 신주사로 측정된 신장의 길이 사이에는 양의 상관관계가 있었다 ( $r^2=0.694$ ,  $p<0.001$  by bivariate correlation analysis) (Fig. 2). 수신증의 정도에 따라 신장 길이 차이

의 평균에 차이가 있는지의 유무를 알아보기 위해 수신증의 정도가 2 이하인 그룹과 3 이상인 그룹으로 나누어 두 검사 수단으로 측정된 신장 길이의 차이를 비교했을 때 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 ( $p=0.659$ ). 두 검사 수단으로 측정된 신장 길이의 차이와 나이 ( $r=-0.025$ ,  $p=0.604$ ), 시행간격 ( $r=0.032$ ,  $p=0.505$ ) 간에는 유의한 상관관계가 존재하지 않았고 중복요관 존재 유무에 따른 통계학적으로 유의한 차이도 없었다 ( $p=0.990$ ).

**고 찰**

요로계 질환을 가진 환아를 추적 관찰 시 신장의 크기를 연속적으로 측정하는 일은 환아의 신장이 정상적으로 건강하게 성장하는지 유무를 확인하기 위해 중요하다. 신장의 크기를 가장 정확히 반영하는 것은 신장의 용적이라 하였으나,<sup>4</sup> 임상적으로는 신장 크기를 알기 위해 신장 길이를 측정하는 것이 가장 편리하게 이용되고 있다. Hodson 등<sup>5</sup>은 신장 길이와 신장의 단면적이 신장 크기의 중요한 지표가 됨을 보고하였으며, Emamian 등<sup>6</sup>은 신장의 크기를 측정하는 데 있어 용적을 구하는 것보다 길이를 측정하는 것이 검사자 간 차이 (interobserver variation)가 가장 적어 재현성 (reproducibility)이 뛰어나다고 하여 이를 뒷받침하고 있다.

초음파는 신장의 길이뿐만 아니라, 수신증의 변화, 신실질의 에코 질감 (echotexture), 요관 확장 그리고 방광벽의 비후등과 같은 여러 정보를 같이 제공해 준다. 특히, 시술에 따른 통증이나 불편감이 거의 없고, 방사선 노출이 없다는 점에서 소아 환자에게 손쉽게 적용할 수 있는 장점이 있다. 그러나 초음파를 이용한 신장 길이 측정에는 검사자 간 차이 (interobserver variation)뿐만 아니라 검사자 내 차이 (intraobserver variation)가 있어 재현성이 떨어지는 것이 가장 큰 문제로 지적되고 있다.<sup>1-3</sup> 특히 Ablett 등<sup>3</sup>은 이환된 신장에서는 신상극과 신하극을 정확히 판별할 수 없어 검사자

간 차이와 검사자 내 차이가 정상 신장에서보다 더 커질 수 있다고 하였고, Schlesinger 등<sup>1</sup>은 이러한 차이가 소아의 연간 신 성장률 (2.2-5.7mm/년)과 맞먹는 수치이므로 소아, 특히 1세 이하의 영아에서는 더욱 주의가 필요하다고 하였다.

이와 같이 초음파를 이용한 신장 길이 측정이 한계점을 가지는 것은 초음파를 이용한 신장 길이 측정이 여러 가지 요인에 의해서 영향을 받기 때문이다. 우선, 초음파 검사는 검사자의 숙련도에 따라 최대 종단 길이가 보이는 영상의 선택 여부가 달라질 수 있고, 최대 종단 길이가 보이는 영상을 선택하더라도 캘리퍼 (caliper) 위치 선택의 적절성 여부에 따라서 측정되는 신장 길이가 달라질 수 있다. 또, Carrico와 Zerin<sup>7</sup>과 De Sanctis 등<sup>8</sup>은 환자의 자세에 의해서, Fernbach 등<sup>9</sup>과 Gross와 Boal<sup>10</sup>은 환자의 척추 기형의 유무에 의해 영향을 받을 수 있다고 하였다. 예컨대, 신경인성 방광으로 추적 관찰 중인 척수수막류 환아는 신경인성 장 (neurogenic bowel)을 동반하는 경우가 많은데, 이때 장내 가스 팽창으로 인해 초음파로 최대 종단 길이가 보이는 영상을 얻기가 어려워 힘들 수 있다. 또 좋은 영상을 얻기 위해 호흡에서 숨을 참는 동작이 도움이 되는데 이에 대한 피검자의 순응도에 따라 신장의 경사, 모양, 위치가 달라져 측정된 신장 길이가 달라질 수도 있다.<sup>11</sup> 심지어 초음파 장비 자체, 즉 탐촉자 (probe)나 소프트웨어 (software), 측정 방식에 따라서도 신장 길이가 달라질 수 있다고 보고되고 있다.<sup>12</sup>

이와는 달리 DMSA 신주사는 객관적인 검사이며, 신장 길이 측정 시 재현성이 높은 것으로 보고되고 있다. Wallin 등<sup>13</sup>은 10마리의 돼지를 이용한 실험에서 DMSA 신주사로 측정된 신장의 길이는 절제된 신장을 직접 잴 것 보다 약간 컸으며 차이는 4% 미만이었다고 하였고, 신장의 경사 (inclination)가 그 원인일 것으로 추측하였다. Sisayan 등<sup>14</sup>은 총만 결손이 없는 정상 DMSA 신주사를 이용하여 연령에 따른 신장 길이의 노모그램 (nomogram)을 DMSA 신주사로 측정하여 보고하였는데, DMSA 신주사로 얻은 노모그램이 기존의 초음파로 얻은 노모그램에 비해 평균 1cm 정도 크다고 하였다. 덧붙여 이의 원인을 호흡에 의한 영향으로 추측하였다. 즉, 초음파로 신장 길이를 측정할 때는 피검자의 호흡에 따라 신장의 위치와 경사가 달라져 정확한 신장 길이 측정이 어려울 수 있으므로, 이는 초음파로 측정된 신장 길이가 실제보다 과소평가될 수 있음을 시사한다. 노모그램의 단순비교에서 나아가 Rossleigh 등<sup>15</sup>은 DMSA 신주사, 초음파로 측정된 신장 길이와 해부학적인 신장 길이의 차이를 돼지 신장을 적출하여 직접 비교하였다. 이 실험에서 DMSA 신주사로 측정된 신장의 길이는 적출된 신장으로 측정된 해부학적인 신장 길이보다 평균 6% 컸으며, 이는 적출

된 신장의 길이를 잴 때 이미 신장 내부의 혈액이 다 빠졌기 때문일 것으로 추측하였다. 주목할 만한 점은 초음파로 측정된 신장의 길이는 해부학적인 신장의 길이보다 평균 22% 작게 측정되었고 가변성 (variability)이 높았다는 점이다. 이러한 결과의 원인은 피검체가 동물이어서 협조가 되지 않으므로 최대 흡기 (full inspiration) 상태에서 신장 길이를 측정할 수 없었기 때문이었을 것으로 추측하였고, 또 초음파는 신장의 최장축을 객관적이고 정확하게 판단하기에는 제한점이 있기 때문이라고 하였다. 임상적으로도 소아 환아 들은 초음파 검사 시 성인에 비해 호흡 협조가 어려운 경우가 대부분이다. 즉, 이 실험을 토대로 본다면 소아 환아 들의 초음파 검사 결과를 해석하는 데 있어 과소평가 가능성을 항상 염두에 두어야 함을 유추할 수 있다. 본 연구에서도 초음파로 측정된 신장 길이는 DMSA 신주사로 측정된 신장 길이 보다 평균  $1.26 \pm 0.84$ cm 작게 측정되어, 기존의 연구와 일치된 결과를 보여 초음파로 측정된 신장 길이가 실제보다 과소평가 되었을 가능성이 있다고 생각한다.

본 연구에서는 각각 한 명의 시술자에 의하여 초음파로 측정된 신장 길이와 DMSA 신주사를 이용한 객관적 신장 길이를 비교하였다. 따라서 두 검사 수단으로 측정된 신장 길이에 검사자 간 차이 (interobserver variation)가 존재한다고 보기는 어렵다. 그러나 후향적 연구로서 검사자 내 차이 (intraobserver variation)가 있는지, 그 정도는 어떤지에 대한 평가도 할 수 없었다는 한계점이 있다. 향후 이에 대한 객관적 평가를 바탕으로 검사자 내 차이를 줄일 수 있는 방법에 대한 고찰이 필요하다. 이를 통해 더 정확한 신장 길이를 측정할 수 있게 된다면 임상에서 소아 환아를 추적 관찰 시 두 검사수단을 더 유용하게 사용할 수 있게 될 것으로 생각한다.

## 결 론

본 연구는 DMSA 신주사보다 초음파에서 통계적으로 유의하게 신장 길이가 더 작게 측정됨으로써 기존의 연구와 일치된 결과를 보였다. 나이, 시행간격, 수신증의 정도, 중복요관 유무에 따른 두 검사수단의 신장 길이 차이는 없었다. 이로써 소아 환아의 추적 관찰시 초음파로 측정된 신장 길이의 데이터 활용에 유의해야 한다고 생각한다.

## REFERENCES

- Schlesinger AE, Hernandez RJ, Zerin JM, Marks TI, Kelsch RC. Interobserver and intraobserver variations in sonographic renal length measurements in children. *AJR Am J Roentgenol* 1991;156:1029-32

2. Sargent MA, Wilson BP. Observer variability in the sonographic measurement of renal length in childhood. *Clin Radiol* 1992;46:344-7
  3. Ablett MJ, Coulthard A, Lee RE, Richardson DL, Bellas T, Owen JP, et al. How reliable are ultrasound measurements of renal length in adults? *Br J Radiol* 1995;68:1087-9
  4. Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF, Ytte L. Kidney dimensions at sonography: correlation with age, sex and habitus in 665 adult volunteers. *AJR Am J Roentgenol* 1993; 160:83-6
  5. Hodson CJ, Drewe JA, Karn MN, King A. Renal size in normal children: a radiographic study during life. *Arch Dis Child* 1962;37:616-22
  6. Emamian SA, Nielsen MB, Pedersen JF. Intraobserver and interobserver variations in sonographic measurements of kidney size in adult volunteers. A comparison of linear measurement and volumetric estimates. *Acta Radiol* 1995;36: 399-401
  7. Carrico CW, Zerlin JM. Sonographic measurement of renal length in children: does the position of the patient matter? *Pediatr Radiol* 1996;26:553-5
  8. De Sanctis, JT, Connolly SA, Bramson RT. Effect of patient position on sonographically measured renal length in neonates, infants and children. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170:1381-3
  9. Fernbach SK, Davis TM. The abnormal renal axis in children with spina bifida and gibbus deformity-the pseudohorseshoe kidney. *J Urol* 1986;136:1258-60
  10. Gross GW, Boal DK. Sonographic assessment of normal renal size in children with myelodysplasia. *J Urol* 1988;140:784-6
  11. Farrant P, Meire HB. Ultrasonic measurement of renal inclination; its importance in measurement of renal length. *Br J Radiol* 1978;51:628-30
  12. Rosenbaum DM, Korngold E, Teele RL. Sonographic assessment of renal length in normal children. *AJR Am J Roentgenol* 1984;142:467-9
  13. Wallin L, Thorne J, Palmer J, Bajc M. Kidney size estimation in piglets using dimercaptosuccinic acid (DMSA) scintigraphy. *Clin Physiol* 1997;17:591-7
  14. Sisayan RM, Rossleigh MA, Mackey DW. Nomograms of renal length in children obtained from DMSA scintigraphy. *Clin Nucl Med* 1993;18:970-3
  15. Rossleigh MA, Farnsworth RH, Leighton DM, Yong JL, Rose M, Christian CL. Technetium-99m dimercaptosuccinic acid scintigraphy studies of renal cortical scarring and renal length. *J Nucl Med* 1998;39:1280-5
-