

Evaluation of Renal Uptake Rate in ^{99m}Tc -DMSA Scan on Pediatrics

Seungju Baek*, Hyoyeong Lee, Sanghyeong Gil, Kyoungnam Jo

Pusan National University Yangsan Hospital

소아 ^{99m}Tc -DMSA 검사에서 신장 섭취율의 평가

백승주*, 이효영, 김상형, 조경남

양산부산대학교병원

Abstract

The aims of this study were to evaluate the difference of renal uptake rate in ^{99m}Tc -DMSA scan on pediatrics by including the bladder. Phantom and Clinical studies were performed. In the phantom study, we put $^{99m}\text{TcO}_4^-$ (300uCi, 11 MBq) in 3cups filled with distilled water at the rate 1:1:0, 1:1:0.5, 1:1:1, 1:1:2 and were placed Lt kidney, Rt kidney and bladder position on the table. To acquire the image, we used Symbia-E gamma camera from Siemens with preset count method(400,000 counts). In quantitative analysis, the counts of drawing ROIs on the phantom were analyzed. In clinical studies, we analyzed the 20 pediatrics who were examined by ^{99m}Tc -DMSA scan. At first, the images were acquired with both kidney and bladder. Secondly we acquired images after shielding the bladder. And the data were compared using a pared t-test by SPSS(ver.22.0). As a result of renal phantom's experiment, we compared with average of uptake rate(%), 1:1:0 was Lt 43.32%, Rt 45.97%, 1:1:0.5 was Lt 35.79%, Rt 36.89%, 1:1:1 was Lt 29.68%, Rt 31.45% and 1:1:2 was Lt 22.89%, Rt 24.32%. There was no correlation between the zoom and uptake rate. The results of patient were that excluded bladder was $29.83 \pm 8.81\%$ (Lt), $24.29 \pm 6.66\%$ (Rt) and included bladder was $26.65 \pm 8.03\%$ (Lt), $21.78 \pm 6.24\%$ (Rt). This is deemed statistically significant ($p < 0.05$). Renal uptake rate was undervalued because the counts of bladder were included in the total counts.

Keyword : ^{99m}Tc -DMSA scan, renal uptake rate

요 약

소아 ^{99m}Tc -DMSA 검사에서 방광의 포함 여부에 따른 신장 섭취율의 차이를 비교 하였다. 팬텀실험과 임상실험으로 진행되었으며 3개의 컵으로 좌, 우측신장 그리고 방광에 위치시키고 좌, 우측 신장의 방사능은 일정한 양(1.0)으로 고정하였고 방광에 해당되는 컵에는 0, 0.5, 1, 2배 방사능의 차이를 두어 영상을 획득하였다.

임상환자는 ^{99m}Tc -DMSA (300uCi, 11MBq)을 주사하여 2시간 뒤 동일하게 영상 획득하여 각각 정량 분석하였다. 통계분석은 SPSS(ver 22.0) 으로 대응표본 T검증(paired T-test)을 사용하여 분석하였고 $p < 0.05$ 는 통계적으로 유의하다고 판단하였다. 방광의 방사능을 제외한 양측 신장 섭취율은 $29.83 \pm 8.8\%$ (좌측), $24.29 \pm 6.66\%$ (우측)이었고, 방광을 포함했을 때 신장 섭취율은 $26.65 \pm 8.03\%$ (좌측), $21.78 \pm 6.24\%$ (우측)이었다. 신장 섭취율은 방광의 소변(방사능)이 증가할수록 양측 신장의 섭취율은 감소하였다.

이는 ^{99m}Tc -DMSA 신장스캔 시 좌, 우측 신장에서 방사능을 계수할 때 방광의 소변에 포함된 방사능의 계수가 포함되어 신장 섭취율 공식에서 총 계수가 포함되므로 실제 양측 신장 섭취율의 값이 감소되었다.

중심단어: ^{99m}Tc -DMSA, 신장 섭취율

I. INTRODUCTION

^{99m}Tc -DMSA (^{99m}Tc -dimercaptosuccinic acid)를 이용한 신장 검사는 매우 좋은 신장피질의 영상을 얻을 수 있으며, 신장의 크기, 윤곽, 모양, 피질과 수질이 구별되는지 여부, 피질의 결손, 좌우 콩팥의 섭취 정도를 평가하는데 유용하다^[1]. 특히, 1989년까지는 DMSA 검사는 방광 요관 역류 환자에서 신반흔의 진단과 추적관찰을 위해서 주로 사용되어 왔으나, 그 이후 여러 실험과 임상을 통해서 급성 신우신염을 감별할 때 유용하게 쓰이는 중요한 검사로 여겨지고 있다^[2].

신장 섭취율을 정량적으로 측정하기 위해서는 방사능의 반감기, 조직 두께에 따른 감쇄량, 주사부위에 비흡수 방사능량의 교정, 혈관 주사 후 주사기에 남아있는 방사능량의 교정, 배후 방사능의 보정으로 대단히 복잡하고 수많은 계산이 필요로 하게 된다^[3]. 그래서 신장 후면 상(post)을 획득한 총 계수(total count)에 대한 신장의 계수를 비교하여 측정하므로 신장 기능을 평가 할 수 있는 단순 신장 섭취율을 구하였고, 회귀 방정식을 통해 정량 신장 섭취율을 구할 수 있다^[4].

하지만 소아 환자들을 검사하다보면 방광이 포함되어 촬영된다. 그 이유는 어른에 비해 신장과 방광의 간격이 짧고, 소아 신장 검사 전 진정(sedation)으로 인해 자가 배뇨(self-voiding)가 어려우므로 때문에 방광의 방사능이 양측 신장의 방사능 계수와 포함되어 측정된다. 이에 방광의 방사능이 양측 신장의 방사능과 동시에 계수됨으로써 신장 섭취 값에 영향을 미칠 거라고 생각되었다.

이에 본 연구에서 소아 환자의 ^{99m}Tc -DMSA 검사 시 방광 내 모인 소변(방사능)의 포함 여부에 따른 신장 섭취율 차이를 알아보고자 하였다.

II. MATERIALS AND METHOD

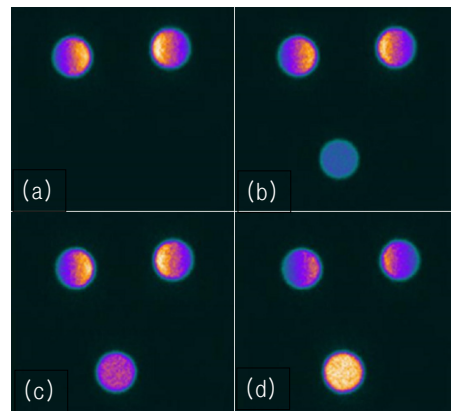
1. 신장 모형 팬텀실험

검사 테이블 위에 좌·우측 신장과 방광 위치를 표시한 곳에 종이컵을 올려놓았다.[Fig. 1]



Fig. 1 A picture is renal and bladder replaced by cup. It were filled with water and shaken with $^{99m}\text{TcO}_4^-$.

$^{99m}\text{TcO}_4^-$ 와 물을 희석하여 좌·우측 신장과 방광의 비율을 (1:1:0), (1:1:0.5), (1:1:1), (1:1:2)의 비율로 주입하고 같은 확대율(zoom rate)로 네 번 측정하였다. 위와 같은 방법으로 촬영 시 영상 확대율(zoom rate)을 1, 1.23, 1.45, 1.78, 2, 2.29, 2.67 배로 정하여 측정하였고, 모두 40만 계수를 획득하였다.[Fig. 2.]



(a) 1:1:0, (b) 1:1:0.5. (c) 1:1:1, (d) 1:1:2

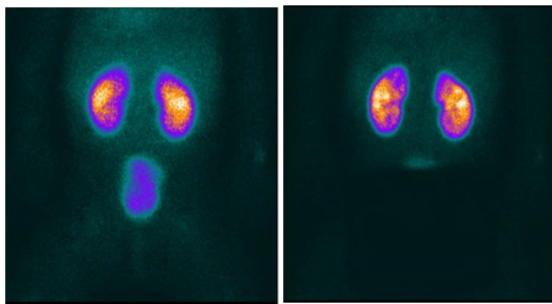
Fig. 2. A picture is phantom image.

2. 임상검사

양산부산대학교병원에서 2014년 7월부터 9월까지

^{99m}Tc -DMSA 검사를 받은 소아 20명(1~24Months)을 대상으로 하였다. ^{99m}Tc -DMSA (maximum dosage : 2~3mCi, 74~111MBq)을 주사 하였다. 주사 후 2시간 후에 감마 카메라를 사용하여 전·후면 상(ant-posterior)을 40만 계수하였다.

동일한 환자에서 첫 번째는 방광을 포함하였고(group 1), 두 번째는 차폐물질(납)을 이용해 방광을 포함하지 않고(group 2) 영상을 획득하였다.[Fig. 3]



(a) Including bladder (Group 1) (b) Excluding bladder (Group 2)

Fig. 3. A picture is ^{99m}Tc -DMSA image.

3. 장비 및 검사설정

검사에 사용된 장비는 Symbia E(siemens, USA)를 이용하여 검사하였다. 조준기는 저에너지 고분해능 조준기, 행렬은 256×256을 사용하였다.

4. 섭취율 공식

신장과 신장하부 주위(background)를 C자형으로 수동으로 그려 관심 영역을 설정하였다. 각각의 계수와 픽셀을 이용해 다음과 같은 식으로 구하였다.[Fig. 4]

$$\left[\frac{\text{Lk.Kidney Counts} - \left(\frac{\text{Lt.Kidney Pixel} \times \text{Lt.Kidney Background Counts}}{\text{Lt.Kidney Background Pixel}} \right)}{400000} \right] \times 100$$

$$\left[\frac{\text{Rk.Kidney Counts} - \left(\frac{\text{Rt.Kidney Pixel} \times \text{Rt.Kidney Background Counts}}{\text{Rt.Kidney Background Pixel}} \right)}{400000} \right] \times 100$$

Fig. 4. Renal uptake rate formula.

5. 통계분석

통계처리는 SPSS (version 22.0,Chicago,Illinois,USA)를 이용하였고, 대응표본 T 검증(paired T-test)을 통하여 두 그룹을 비교하였고, P-value 0.05 미만의 경우에 통

계적으로 유의하다고 판단하였다.

III. RESULT

1. 모의실험

종이컵으로 실험한 결과 첫 번째 실험(1:1:0)에서의 평균 섭취율이 좌측 43.3±0.94%, 우측 45.97±0.98%, 두 번째 실험(1:1:0.5)에서 좌측 34.79±0.77%, 우측 36.89±0.80%, 세 번째 실험(1:1:1)에서 좌측 29.68±0.60%, 우측 31.45±0.58%, 네 번째 실험(1:1:2)에서 좌측 22.89±0.40%, 우측 24.32±0.52% 로 나타났다.

그리고 소아 신장 영상 획득 시 확대율(zoom rate)은 신장 섭취율에 거의 영향을 미치지 않았다[Table 1]. 방광의 방사능이 높아짐에 따라 좌측과 우측 신장의 섭취율이 감소하였다.[Fig. 5]

2. 환자실험

^{99m}Tc -DMSA 검사에서 방광을 포함한 그룹(group 1)과 방광을 차폐한 그룹(group 2)의 평균과 표준편차값은 group 1에서 좌측, 우측의 신장 섭취율은 26.65±8.03%, 21.78±6.24%이었고, group 2는 좌측, 우측의 신장 섭취율은 29.83±8.82%, 24.29±6.66%로 나타났다[Table 2].

IV. DISCUSSION AND CONCLUSION

초음파는 휴대가 간편하고, 안전할 뿐만 아니라 실시간 영상을 얻을 수 있고, 값이 싸기 때문에 의료영상 획득에서 많이 사용되나 영상의 질이 좋지 않은 큰 단점을 가진다^[5]. 소아에서 ^{99m}Tc -DMSA 검사의 민감도는 93%로 초음파의 민감도인 45%보다 더 높아서 급성 신우신염을 진단하기에 유용하다^[6]. 급성 신우신염으로 진단된 소아에 1세 이하는 55%, 1세에서 5세까지는 79%, 5세 이상에서 69%는 ^{99m}Tc -DMSA 검사에서 양성반응을 보였다^[7].

이처럼 나이에 따라서 ^{99m}Tc -DMSA 검사의 민감도 차이는 소아에서 나이가 어릴수록 그 기능이 미숙하고, 해부학적으로 신장과 방광 간의 인접해 위치하므로 인해

Table 1. Results of uptake rate in phantom

Zoom Factor	1:1:0		1:1:0.5		1:1:1		1:1:2	
	LT	RT	LT	RT	LT	RT	LT	RT
1	43.92	45.55	35.72	37.53	29.63	31.53	23.09	24.72
1.23	42.81	45.14	34.4	36.14	29.49	30.97	22.81	23.95
1.45	43.7	46.05	35.01	37.27	30.26	31.76	23.15	24.68
1.78	42.41	45.07	34.04	36.19	29	30.92	22.45	23.79
2	42.62	45.9	34.06	36.77	29.26	31.4	22.46	24.24
2.9	42.84	45.25	34.37	36.14	29.4	31	22.7	23.76
2.67	44.93	47.82	35.9	38.18	30.72	32.55	23.57	25.13
Mean ± SD	43.32 ± 0.94	45.97 ± 0.98	34.79 ± 0.77	36.89 ± 0.80	29.68 ± 0.60	31.45 ± 0.58	22.89 ± 0.40	24.32 ± 0.52

* Lt Kidney : Rt Kidney : Bladder

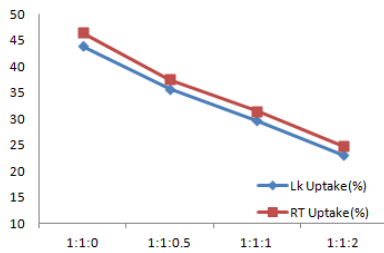


Fig. 5. Relation of uptake rate and radioactivity of the bladder.

검사 시 방광 내 방사능이 신장의 방사능 계수에 포함 되어 신장 섭취율이 낮게 측정되었다. 모든 소아 환자에게 배뇨 후 검사를 시행하고 있지만, 소아의 경우 진정 (sedation) 상태에서 검사를 진행하고 있기에 방광 내 방사능의 조절은 인위적으로 제거하기는 어려운 실정이다. 따라서 신장 섭취율의 영향을 최소화하기 위해 방광 내 방사능을 납으로 차폐시켜 검사 결과에 영향을 미치지 않도록 해야 한다.

이번 연구는 소아 ^{99m}Tc-DMSA 검사에서 방광의 소변(방사능)이 증가 될수록 양측의 신장 섭취율이 감소 하였다.

Table 2. Results of renal uptake rate in patient

	Group 1		Group 2	
	Lt. Kidney	Rt. Kidney	Lt. Kidney	Rt. Kidney
Uptake	26.65 ± 8.03	21.78 ± 6.24	29.83 ± 8.82	24.29 ± 6.66

* Group 1 : Including bladder, Group 2: Excluding Bladder

Reference

- [1] Tee-Yong Moon : Clinical evaluation of renal function with ^{99m}Tc-DMSA scintigram. Korean Journal of Radiology 27:732-739,1991
- [2] Goldraich NP. Goldraich IH. Update on dimercaptosuccinic acid renal scanning in children with urinary tract infection. Pediatric Nephrol 9:221-6, 1995
- [3] Jong-Hwa Lee, Min-Yeon Choi, Tee-Yong Moon, Byung-Su Kim : Quantitative Analysis of Renal Function Measured by Simple Renal Uptake of ^{99m}Tc-DMSA Scintigram. Korean Journal of Radiology 27:727-731, 1991
- [4] Tea-Yong Moon, Yong-Ki Kim, Su-Hee Hwang, Chong-Byung Yoon, Kyung-Tak Seung : Formal Charts for Quantified ^{99m}Tc-DMSA Renal Uptake Rates. The Korean journal of Nuclear Medicine 27:248-255, 1993
- [5] Junhaeng Lee : Interference Effect within the Cyst by Ultrasound in the Renal Ultrasonography J.Korean. Soc. Radiol. Vol.8, No.3, :111-115, 2014
- [6] Lavocat MP, Grandjon D, Allard D, Freycon MT, Dubois F. Imaging of pyelonephritis. Pediatr Radiol 27:159-65,1997
- [7] Benador D, Benador N, Slosman D, Mermillod B, Girardin E. Are youngest children at higher risk of renal sequelae after pyelonephritis? Lancet 349:17-9, 1997