

유소아 신질환에서 치료후 신기능회복에 대한 ^{99m}Tc-DMSA 신티그람의 임상적 고찰

부산대학교 의과대학 방사선과학교실, 내과학교실*, 비뇨기과학교실**

문 태 용·손 현 주·김 인 주*
윤 종 병**·이 석 홍·김 병 수

= Abstract =

^{99m}Tc-DMSA Scintigram for Renal Function Recovery after Therapy in Infants and Children

Tae Yong Moon, M.D., Hyun Ju Son, M.D., In Ju Kim, M.D.,* Chong Byung Yoon, M.D.,**
Suck Hong Lee, M.D. and Byung Soo Kim, M.D.

Departments of Radiology, Internal Medicine and Urology**, College of Medicine,
Pusan National University, Pusan, Korea

Authors retrospectively analysed 20 cases of follow-up ^{99m}Tc-DMSA renal scans to evaluate renal function recovery after treatment in urologic disorders of infants and children. There were 20 cases with both ^{99m}Tc-DMSA renal scans prior to and after therapy in 15 patients below 9 years old. Among them, 10 patients underwent ureteroneocystostomy under the diagnosis of vesicoureteral reflux, two patients pyeloplasty because of obstructive uropathy and one was treated with antibiotics even diagnosis of UPJ stricture. We have got the quantified uptake rate of ^{99m}Tc-DMSA renal scan by using the regression equation as "y=0.591x-2.105" (y=the quantified uptake rate, x=the simple uptake rate). The number of kidneys performed proper therapy were 29, and the cases with more increased radiotracer uptake rate in the follow-up ^{99m}Tc-DMSA renal scans were 20 in number as 69% in frequency. 19 cases with improved renal function on ^{99m}Tc-DMSA renal scans didn't show any significant difference related to aging or recovery duration after therapy. The ^{99m}Tc-DMSA renal scans were not useful to evaluate renal function recovery in infants and children, but could be good tests to assess residual renal function prior to or after treatment.

Key Words: Kidney, Radionuclide renal scan

서 론

양신장이 있는 경우 한 신장에 질환이 이환되어 상실된 신기능은 적절한 치료에 임한다 하더라도 회복되기는 어렵고 더 이상 악화되지 않도록 하는 것이 최상의 치료가 되고 있다¹⁾. 그러나 치료후 장시간이 경과 하였거나, 단일신장인 경우에는 그 신장의 기능이 회복되었던 예가

보고되고 있으며^{2,3)}, 영유아에서는 조기치료로 신기능회복을 기대할 수 있다는 보고가 있다⁴⁾. DMSA는 혈중단백질과 결합하여 세뇨관주위 신피질세포에 섭취되며 노배설이 아주 적은 약물로서 신피질과 수질의 섭취비가 높아 다른 방사선학적, 핵의학적 영상과는 달리 미세하게 섭취되는 간장을 제외하고는 신장만을 나타내 주므로 신피질의 기능손상유무를 형태적으로 관찰하기가 용이하다⁵⁾. 그리고 문등^{1,6)}에 의하면 단일 신장에서 대상성

으로 비대한 신장이 2배의 신기능을 갖고 있는 것을 ^{99m}Tc-DMSA 스캔으로 판정할 수 있는 바 ^{99m}Tc-DMSA 스캔은 신기능회복을 반영할 수 있는 신기능 검사라 할 수 있다. 이에 본 저자는 영유아 및 소아의 신질환 치료 후 신기능 회복에 대한 추적검사로 ^{99m}Tc-DMSA 스캔을 시행한 20예에서 임상적 결과를 분석 검토하여 신기능 회복이 일어나는지 확인하고 ^{99m}Tc-DMSA 신스캔의 유용성을 강조하고자 한다.

대상 및 방법

최근 3년동안 비요기제질환으로 부산대학교병원을 내원한 환자중 9세이하 유소아에서 치료를 받고 치료전과 치료후에 ^{99m}Tc-DMSA 신스캔으로 신기능변화에 대한 추적검사를 시행한 15명, 20예를 대상으로 하였다. 이중 5명의 환자에서는 치료후 2번의 추적검사를 시행하였다. 이들 환자의 첫 내원 당시 연령은 최저 7개월에서 최고 9세로 평균 3.75세였고, 남녀성비는 12대 3으로 대다수가 남아였다. 이들의 질환명은 12명이 방광요관역류

증(vesicoureteral reflux)으로 이중 5명이 일측성, 7명이 양측성 방광요관역류증이었으며, 나머지 3명중 1명이 일측성 우측수신증(hydronephrosis), 1명이 일측성 좌요관신우연결부협착증(ureteropelvic junction stricture), 또 1명이 일측성 좌측요관신우연결부폐쇄증이였다. 이들 중 10명에서 일측성 또는 양측성 코헨식요관방광조구조술(尿管膀胱造口術: Cohen's ureteroneocystostomy)로, 2명은 일측성신우성형술(腎盂成形術: pyeloplasty)로, 1명은 사슬양삭(索: tethered cord)의 절제술(resection)을 시행하였고, 나머지 2명은 박트림(bactrim)을 포함한 항생제로 치료하였다. 이들 15명은 전부 치료전과 치료후에 ^{99m}Tc-DMSA 신스캔을 시행하였으며 이중 5명은 치료후 2차례의 추적검사를 시행하였다. 치료후 추적검사까지의 기간은 최저 1일, 최고 3년 9개월 25일로 평균 7개월 2일(n=20)이었다(Table 1).

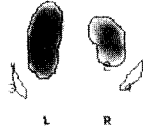
^{99m}Tc-DMSA 신티그램은 0.2 mCi/kg을 정맥주사한 후 3시간 신장후면 정적영상을 Siemens Pho/Camera 감마카메라로 40만 카운트를 촬영하였다. 정량신섬취방

Table 1. Patients Diagnosis, Treatment and Follow-up Scan Results

					Follow-up period of DMSA scan	
					First (L.R.T)	Second (L.R.T)
1	07m	M	B. VUR	B. UNC	1m6d (↑ ↓ ↑)	
2	08m	M	R. VUR	R. UNC	6d (↓ ↑ ↓)	
3	10m	M	R. HDN	R. PLP	4m15d (↓ ↓ ↓)	
4	10m	F	L. UPJ str	L. PLP	4m22d (↑ ↑ ↑)	
5	12m	M	B. VUR	B. UNC	2m10d (↑ ↑ ↑)	
6	13m	M	B. VUR	B. UNC	5m (↑ ↑ ↑)	
7	02y	M	L. VUR	L. UN	4m25d (↑ ↓ ↓)	
8	02y	F	B. VUR	Resect. of TC	7m19d (↓ ↓ ↓)	3y9m25d (↓ ↓ ↓)
9	03y	F	B. VUR	B. UNC	3m14d (↑ ↓ ↓)	6m7d (↑ ↓ ↑)
10	05y	M	R. VUR	R. UNC	12m10d (↓ ↓ ↓)	
11	05y	M	L. VUR	Bactrim	6m7d (↑ ↓ ↑)	10m (↑ ↑ ↑)
12	05y	M	L. UPJ obs	Antibiotics	1d (↑ ↓ ↓)	9m24d (↑ ↑ ↑)
13	07y	M	B. VUR	B. UNC	8m3d (↑ ↑ ↑)	
14	08y	M	B. VUR	B. UNC	6m20d (↑ ↑ ↑)	
15	09y	M	B. VUR	B. UNC	3m30d (↑ ↑ ↑)	

Age; y: years old, m: months old/Sex; M: Male, F: female/L: Left Kidney, R: Right Kidney, B: Both Kidneys, T: Both Kidneys/VUR: Vesicoureteral reflux, HDN: hydronephrosis, UPJ str: Ureteropelvic junction stricture, obs: obstruction, UNC: Ureteroneocystostomy, TC: Tethered cord, PLP: Pyeloplasty/Date; y: years, m: months, d: days/DMSA scan finding; ↑: increase, ↓: decrease

TIME=102348 VIEW=POS SCA=0400000
LIGHT PEN ROI SIEMENS 3/83



92/12/21

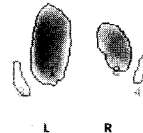
A

LIGHT PEN ROI SIEMENS 3/83

ROI 1	ROI 2
ORG. AREA=01260	ORG. AREA=00837
NOR. AREA=01048	NOR. AREA=01048
INT1 =0102067	INT2 =0068740
N. INT1=0151500	N. INT2=0086108
RATIO: N. INT1/N. INT2=001.75	

ROI 3	ROI 4
ORG. AREA=00138	ORG. AREA=00185
NOR. AREA=00161	NOR. AREA=00161
INT3 =0000641	INT4 =0000648
N. INT3=0000750	N. INT4=0000565
RATIO: N. INT3/N. INT4=001.32	

TIME=014219 VIEW=POS SCA=0400000
LIGHT PEN ROI SIEMENS 3/83



93/08/02

B

LIGHT PEN ROI SIEMENS 3/83

ROI 1	ROI 2
ORG. AREA=01514	ORG. AREA=00719
NOR. AREA=01116	NOR. AREA=01116
INT1 =0103542	INT2 =0064255
N. INT1=0135348	N. INT2=0099776
RATIO: N. INT1/N. INT2=001.35	

ROI 3	ROI 4
ORG. AREA=00214	ORG. AREA=00158
NOR. AREA=00106	NOR. AREA=00106
INT3 =0001158	INT4 =0001137
N. INT3=0001802	N. INT4=0001338
RATIO: N. INT3/N. INT4=000.75	

Fig. 1. a. ^{99m}Tc-DMSA renal scan prior to therapy. b. Follow-up ^{99m}Tc-DMSA renal scan after treatment with right ureteroneocystostomy: The left kidney shows compensatory hypertrophy, and the right kidney shows no significant interval change.

Table 2. The Cases of Renopathy with Follow-up Scans

Renopathy	No. of Kidneys	Follow-up Scan Results	
		Increase (%)	Decrease (%)
Bilateral	20	13 (65.0)	7 (35.0)
Unilateral	9	7 (77.8)	2 (22.2)
	29	20 (69.0)	9 (31.0)

사능량의 측정은 방사성화합물 주입후 3시간 후면영상에서 좌·우신장의 섭취량을 계산하고 이를 동일한 크기의 배후방사능량을 감산한 뒤 좌·우신장의 합을 40만(万)으로 나누어 단순신섭취율을 구하였다⁷⁾(Fig. 1). 이렇게 구한 단순신섭취율은 성인을 기준하여 만들어진 정량적신섭취율을 구하는 회귀방정식에 도입하여 정량적신섭취율을 구하고 여기서 좌·우신장의 섭취방사능량을 백분율하여 개별적 신장의 정량신섭취율을 구하였다. 이때 사용한 회귀방정식은 정량신섭취율(y)=0.591

×단순신섭취율(x)-2.105였다⁸⁾. 일측성신질환의 경우 건측신의 보상성비대로 ^{99m}Tc-DMSA 신스캔상 총신섭취율에 변함이 없으므로^{1,6)} 치료후 총신장섭취율이 치료전보다 낮은 경우는 측정상 오차가 큰 것으로 간주하여 치료전의 총신섭취율을 기준하여 양신장에 분할보상하였다.

결 과

전체 15명, 20예에서 질병에 이환되어 치료를 받은 환자는 29개였으며, 치료후 ^{99m}Tc-DMSA 신스캔으로 추적검사상 방사성화합물의 섭취증가를 나타내어 신기능 회복으로 간주할 수 있었던 신장은 20개(69%)였고, 이중 양측성환신 20개중 신기능회복으로 간주할 수 있었던 신장은 13개(65%), 일측성환신 9개중 신기능회복으로 간주할 수 있었던 신장은 7개(78%)였다(Table 2, Fig. 2).

^{99m}Tc-DMSA 신스캔상 신기능 회복으로 간주한 신장

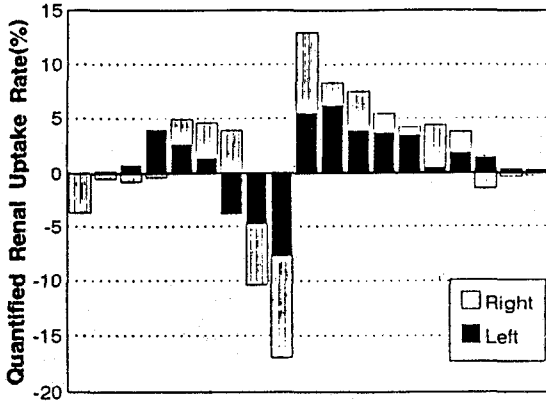


Fig. 2. Histogram showing the error count in the radioactivity measurement of ^{99m}Tc -DMSA renal scans for infants and children.

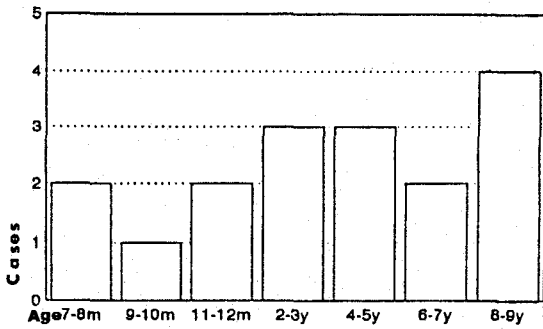


Fig. 3. Cases of improving findings according to aging.

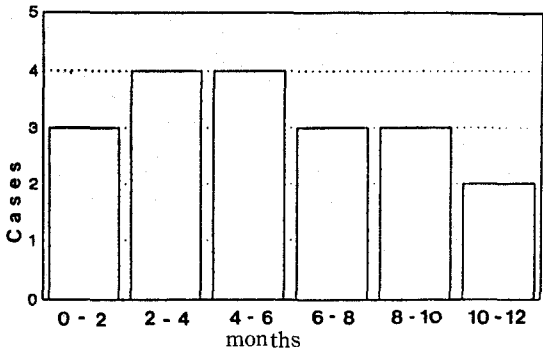


Fig. 4. Cases of improving findings according to follow-up period.

의 연령분포는 1살 이내가 3예 (15%), 1살~2살이 5예 (25%), 3살~5살이 5예 (25%), 6살~9살이 6예 (35%)

Table 3. The Cases of Improving Finding in Follow-up Scannings

FU period/ Age (Year)	0~1	1~2	3~5	6~9	Total
~ 1 month	2		1		3
2~ 4 month		2	1	2	5
5~ 6 month	1	3			4
6~ 9 month			1	4	5
9~13 month			2	1	3
Total	3	5	5	7	20

FU: Follow up

였으며, 치료후 ^{99m}Tc -DMSA 신스캔으로 추적한 기간 별 분포는 1개월 이내가 3예 (15%), 2~4개월이 5예 (25%), 5~6개월이 4예 (20%), 6~9개월이 5예 (25%), 9~13개월이 3예 (15%)였다 (Table 3). 치료 후 ^{99m}Tc -DMSA 신스캔으로 추적검사하여 신기능 회복 소견을 나타내었던 예들은 연령에 따른 회복의 차이도 없고, 치료후 시간의 경과에 따른 회복의 차이도 없었다 (Fig. 3, 4).

치료후 환자마다 좌·우신장의 섭취율이 증가한 경우는 25개이고, 감소한 경우는 12개이다.

고 안

어린이는 어른과 달리 방사선에 의한 백혈병이나 갑상선암의 발생빈도가 높으므로 핵의학적검사에는 환자를 위해 핵의학적검사가 방사선에 노출되어 생길 수 있는 부작용에 비하여 정당화가 하는 그 정당성 (Justification)을 고려해야 한다. 예를들면 ^{99m}Tc -DMSA 3 mCi를 정맥주사하였을 때 전신흡수선량은 0.043 rad, 신장의 흡수선량이 1.84 rad, 난소의 흡수선량이 0.0386 rad가 된다고 한다⁹⁾. 10 kg 몸무게를 가진 소아에서 ^{99m}Tc -DMSA 신스캔을 위해 사용되는 방사능량은 2 mCi이며, 이때 전신흡수선량은 0.0287 rad, 신장의 흡수선량은 1.23 rad가 되므로 전혀 무해하다고 할 수는 없다. 그러나 1 Sv (100 rems)의 방사능 흡수로 백혈병으로 사망할 수 있는 위험계수가 0.2×10^{-2} 즉 1/500이 되며^{10,11)}, ^{99m}Tc -DMSA에서 나오는 γ -ray의 REB (Relative Biological Effectiveness)를 1이라고 하면 ^{99m}Tc -DMSA 2 mCi의 신장 흡수선량 1.23 rad가 1.23

rem이 될 수 있고 전신 흡수선량은 0.0287 rem이 되므로 이 때 백혈병으로 사망할 수 있는 위험은 0.57×10^{-8} 확률적으로 2억분의 1이 된다.

대부분 신질환은 하부뇨로 감염이나 하부뇨로폐쇄로 인한 이차적인 신기능 손상으로 인한 것이며, 뇨로폐쇄로 인한 신기능 변화는 여러가지 요소로 인한 복잡한 상호관계에 의해 달라지는데 일반적으로 폐쇄의 초기 사구체여과율의 변화가 일어나고 폐쇄후 3~5시간이 경과하면 신혈류가 점차 감소되며 동시에 신세뇨관 기능에 변화를 초래한다. 이로써 뇨로 회복술을 시행하여 폐쇄를 제거했을 때 24시간 이내의 경우 신사구체 여과율과 신세뇨관기능의 완전 회복을 기대할 수 있으나 36시간 이상 경과된 경우 신기능의 완전회복은 불가능한 것으로 판단하고 있다¹²⁾.

시마다(福崎)등¹³⁾에 의하면 소아 수신증시 신조직장애는 임상증상에 비해 가볍고 뇨로 회복술로 기능회복이 가능하다고 하였다. Vaughan 등¹⁴⁾에 의하면 개실험에서 일측성 뇨로폐쇄로 24시간 이내 신혈류와 뇨로압력이 급격히 저하되었고 보상성으로 반대편 신장의 신혈류 증가가 있었으며 폐쇄된 뇨로의 뇨로회복술을 시행하여 신혈류회복을 관찰할 수 있었다고 한다. 임상적으로 단독 신장에 수신증을 초래한지 40일이 경과한 신장에서 뇨로 회복술로 신기능회복한 예도 보고³⁾하고 있어 폐쇄성신질환으로 인한 신기능손상이 뇨로 회복술로 기능회복할 수 있음을 시사하고 있다. 그러나 신기능회복을 확인하기 위한 검사로는 조영제를 이용한 신우조영술로 술전과 술후를 비교하여 배설기능의 회복을 관찰하여 신기능회복을 추측하였으나 이들 검사는 검사시간의 기준이나 방법에 따라 조영제의 영상이 다를 수 있으며 수신증시 신우신배의 팽창으로 희석된 조영제의 농도가 뇨로회복술로 신우신배의 수축으로 조영제의 높은 농도를 나타내었다고 신기능 회복으로 간주 한다는 것은 논란의 소지가 있다⁴⁾.

신기능을 평가함에 있어서 $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 스캔은 다른 검사에 비하여 검사방법이 간단하며, 신장의 개별적 기능을 평가하는데 유용하며, 신장기능을 정량화할 수 있어 $^{99m}\text{Tc-DTPA}$ 나 $^{131}\text{I-OIH}$ 검사에 비하여 많은 장점이 있다^{7,15)}. 또한 $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 는 신장의 피질에 살아 있는 신세뇨관주위세포에 독특하게 섭취되므로 기능적 신세포량의 측정이 가능하고 주위 다른 장기에 섭취되지 않으므로 영상에 쓸데없는 음영(artifact)이 적다. 그리

고 $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 의 신섭취는 신장혈류량과 비례적으로 일치하므로 신장의 뇨배설 기능을 반영한다고 할 수 있다¹⁶⁾.

실험적으로 동일개체에서 동일한 신질환에 관한 동일한 시간에서의 신기능회복에 관한 $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 신티그램은 비교적 정확한 결과를 얻을 수 있으나¹⁾, 임상적으로 $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 신스캔을 이용하여 환측신장의 개별적 신기능의 회복을 정량적 평가한다는 것은 사실상 불가능하다. 그 이유로는 다음과 같이 신장의 기능변화는 양신장이 시소놀이(see-saw game)하듯 건측이나 환측신장의 기능변화가 일률성이 없고, 두신장 기능의 합이 일률적일 것으로 사려되나 실재는 임계치까지 기능황폐가 없는 한 두 신장 기능의 합도 다양하게 나타나며, 치료후 추적시간이 다양하여 추적기간내에 시시각각으로 일어나는 신기능의 변화를 정도화할 수가 없고, 치료후 사용되는 약물이나 신기능에 변화를 주는 음식에 따른 신장기능의 변화를 정도화할 수가 없고, 치료전과 치료후 사용되는 방사성화합물의 주입용량, 주입시간, 체내투여량, 신장섭취방사능의 측정시간 등이 다르므로 이때 발생하는 오차에 관한 정도가 없다(Fig. 4). 또한 유소아의 연령분포에 따른 정량적신기능의 평가에 대한 자료가 없기 때문에 추적검사 기간중에 성장에 따른 신섭취량의 증가를 신기능회복으로 간주하였을지도 모른다. 향후 번거로움이 있더라도 환자마다 절대적인 신섭취율을 구하던지 아니면 분신기능을 평가할 수 있는 다른 어떤 검사가 필요하리라 사려되어진다.

요 약

유소아 신질환에서 치료후 신기능회복을 관찰하기 위하여 $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 신스캔을 추적 검사하였다.

치료전과 치료후에 $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 신스캔을 시행한 9세 이하의 유소아환자는 15명 20예였다. 이들중 10명이 방광요관역류증으로 코헨식요관방광조구조술을, 2명의 수신증은 신우성형술을, 1명은 좌요관신우연결부협착증으로 항생제로 치료하였다. $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 신스캔상 정량적신섭취율은 $y=0.591x-2.105$ 의 회귀방정식을 이용하여 구하였다.

질병에 이환되어 치료를 받은 환자는 모두 29개였으며, 치료후 $^{99m}\text{Tc-DMSA}$ 신스캔상 섭취증가를 나타내어 신기능회복으로 나타내었던 신장은 20개(69%)였다.

신기능회복소견을 보였던 예들은 연령에 따른 회복의 차이도 없고 치료후 시간경과에 따른 회복의 차이도 없었다.

유소아 신질환에서 ^{99m}Tc -DMSA 신스캔은 측정상의 큰 오차로 치료후 미세한 신기능회복을 평가하는데는 도움이 되지 않았다.

REFERENCES

- 1) 문태용, 남상화, 박종연, 김병수: 편측 수신증에서 경피적 신조루술후 ^{99m}Tc -DMSA 신티그램을 이용한 신장기능 회복에 관한 실험적 연구. 대한방사선의학회지 28(4):483-489, 1992
- 2) Better OS, Arieff AI, Massry SG, Kleeman DR, Maxwell MH: *Studies on Renal Function After Relief of Complete Unilateral Ureteral Obstruction of Three Months' Duration in Man. Am J Med* 54: 234-240, 1973
- 3) Shapiro SR, Bennett AH: *Recovery of Renal Function After Prolonged Unilateral Ureteral Obstruction. J Urol* 115:136-140, 1976
- 4) 北村康男: 先天性水腎症의 臨床的研究 - 預備的腎瘦術의 意義と 適應 - 日泌尿會誌 80(12):1776-1782, 1989
- 5) Lim TH, Khentigan A, Winchell HS: *A ^{99m}Tc -chelate substitute for organoradiopharmaceutical renal agents. J Nucl Med* 15:34-35, 1974
- 6) 문태용: ^{99m}Tc -DMSA 신티그램을 이용한 신장기능의 임상적 평가. 대한방사선의학회지 27(5):732-739, 1991
- 7) 이종화, 최민연, 문태용, 김병수: ^{99m}Tc -DMSA 신티그램의 단순신섭취율로 측정된 신기능의 정량적 평가. 대한방사선의학회지 27:727-731, 1991
- 8) 문태용, 김용기, 황수희, 윤종병, 성경탁: 정량화한 ^{99m}Tc -DMSA 신섭취율의 공식표. 대한핵의학학회지 27:248-255, 1993
- 9) 김종순: 방사선안전관리, 고창순 편저 핵의학, 고려의학 167-174, 1992
- 10) ICRP: *Publication 26, Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. Annals of the I.C.R.P., 1, 3, Pergamon Press, Oxford, 1977*
- 11) Tubiana M, Dutreix J, Wambersie A, Bewley DK: *Introduction to Radiobiology. London, New York, Philadelphia: Taylor & Francis* 336, 1990
- 12) Brenner and Rector: *The Kidney. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1448, 1986*
- 13) 福崎 篤, 鈴木省河, 金籐漢行, 岡田康弘, 折笠精一: 偏側性水腎症의 腎盂尿成分排泄率を用いた腎機能回復能豫想法의 臨床的檢討 日泌尿會誌 76:814-821, 1985
- 14) Vaughan ED, Sorenson EJ, Gillenwater JY: *The renal hemodynamic response to chronic unilateral complete ureteral occlusion. Invest Urol* 8:78-90, 1970
- 15) 岡村菊夫, 尹藤浩一: 分腎機能檢査としての ^{99m}Tc -DMSA 시노시클라피어의 有用性について 泌尿紀要 31:931-936, 1985
- 16) Goldraich NP, Alvarenga AR, Goldraich IH, Ramos OL, Sigulem D: *Renal Accumulation of ^{99m}Tc -DMSA in the Artificially Perfused Isolated Rat Kidney. J Urol* 134:1282-1286, 1985