대한방사선의학회지 2000;42:379-385

국내에서 개발된 비이온성 경정맥 조영제(Pamiray®)의 유용성 : 정상 가토를 이용한 실험적 연구[1]

이준우 · 김태경 · 김승협 · 김현범 · 김세형 · 황성일 · 연경모

목적 : 현재 널리 사용되고 있는 경정맥 비이온성 조영제(Iopamiro®)와의 비교를 통해 국내에서 개발된 비이온성 조영제인 Pamiray®의 조영 효과를 알아보고자 한다.

대상과 방법 : 3kg의 가토 총 40마리를 네 군으로 나누어 두 군에서는 300 mgI/mL의 Pamiray®와 Iopamiro®로 삼중 시기 나선식 복부 CT를 시행하고(조영증강 전, 조영제 주입 후 5초 및 30초 지연 영상), 나머지 두 군에서는 370 mgI/mL의 Pamiray®와 Iopamiro®로 대동맥 혈관조영술과 요로조영술을 시행하였다. 복부 CT에서는 간 실질, 양쪽 신장 실질, 대동맥, 문맥, 하대정맥에서 정량적으로 감쇄 계수를 측정하였고, 대동맥 혈관조영술과 요로조영술은 각 해부학적 부위의 조영증강 정도를 세단계로 나누어 정성적으로 평가하였다. 각 군간의 차이를 Mann-Whitney U test를 이용하여 통계적으로 분석하였다.

결과 : 대동맥 혈관조영술의 경우 Pamiray®를 사용한 군과 Iopamiro®를 사용한 군에서 영상의 질은 유의한 차이가 없었으며, 요로조영술에서는 Iopamiro®를 사용한 군에 비해 Pamiray®를 사용한 군에서 신배의 조영증강이 약한 경향이 있었는데 이중 통계적으로 유의한 경우는 15분 지연 영상에서의 우측 신배의 조영이었다. 반면 5분 지연 영상에서의 왼쪽 요관과 신우, 30분 지연 영상에서의 오른쪽 요관은 Pamiray®를 이용한 군에서 보다 잘 보였다(p <.05). 복부 CT에서는 조영제 주입 후 첫번째 시기에서 대동맥 감쇄 계수의 최고치가 Pamiray®를 이용한 군에서 유의하게 높았으며 그 외에는 두 군간에 유의한 차이가 없었다.

결론 : Pamiray®는 요로조영술 5분과 15분 지연 영상에서 신배와 요관의 조영증강 양상에 있어 약간의 차이가 있는 것을 제외하고는 대동맥 혈관조영술, 요로조영술, 복부 CT 검사에서 기존에 사용하던 비이온성 조영제와 동등하게 우수한 조영 효과가 있다.

과거에 CT, 혈관조영술, 경정맥 요로조영술(intravenous urography)에 경정맥 조영제로 주로 사용되던 이온성(ionic) 조영제는 높은 삼투압으로 인해 내피 손상, 뇌-혈관 장벽(blood-brain barrier)의 장해, 혈전 및 혈전성 정맥염 과 심장 장애 등의 여러 부작용이 나타날 수 있어서 문제가 되어 왔다. 그러나 현재는 이러한 이온성 조영제의 부작용을 감소시키면서도 높은 조영 효과를 얻을 수 있는 비이온성(nonionic) 조영제가 개발되어 널리 사용되고 있다(1-6). 저자가 근무하는 병원의 경우에 현재 하루 약 8000mL의 비이온성 조영제를 사용하고 있으며 이는 연간 약 17억원에 해당한다. 최근에 국제 물질 특허가 만기된 iopamidol을 원료로 한 비이온성 조영제가 국내에서 개발되었으며 이러한 조영제가 임상적으로 사용 가능하다면 수입 대체 효과가 클 것으로 생각된다. 본 연구의 목적은 기존에 널리 사용되고 있는 같은 원료의 비이온성 조영제와의 비교를 통해 국내에서 개발된 새로운 비이온성 조영제의 조영 효과를 판정하는 데에 있다.

대상과 방법

조영제

국내에서 새로 개발된 Pamiray® 300(Dongkuk Pharm., Seoul, Korea)은 iopamidol 0.612g/mL을, Pamiray® 370은 iopamidol 0.7552g/ml을 주성분으로 하고 있고, 이외에도 tromethamine 1.0mg/mL, edetate calcium disodium 0.39 mg/mL, hydocholoric acid, 물을 함유하고 있다. Pamiray® 300의 삼투압은 570±10 mOsm/kgH_2O이고 Pamiray® 370의 삼투압은 800±10 mOsm/kgH_2O이다. 비교 대상으로 기존에 널리 사용되고 있는 iopamidol을 원료로 한 비이온성 조영제인 Iopamiro®(Bracco, Milano, Italy)를 사용하였다. Iopamiro® 300은 Pamiray®와 동일하게 iopamidol 0.612g/ml (300mgI/mL)을, Iopamiro® 370은

[1]서울대학교 의과대학 방사선과학교실, 서울대학교의학연구원 방사선의학연구소
이 연구는 서울대학교병원 위탁 연구비(06-99-006) 보조로 이루어진 것임.
이 논문은 1999년 7월 23일 접수하여 1999년 11월 5일에 채택되었음.

iopamidol 0.7552g/ml (370mgI/mL)을 주성분으로 하고 있으며, Iopamiro® 300의 삼투압은 620±10 mOsm/kgH_2O이고 Iopamiro® 370의 삼투압은 800±10 mOsm/kgH_2O이다.

실험 동물 및 전처치

체중 3kg 내외의 뉴질랜드산 가토(New Zealand White rabbit)를 대상으로 하였다. 방사선 영상을 얻기 전 가토의 체중을 잰 후 2.7에서 3.3kg사이를 벗어나는 토끼는 제외하였다. Ketamine hydrochloride(Ketalar; Yuhan Yanghang, Seoul, Korea) 10mg/kg와 xylazine hydrochloride(Rom-pun; Bayer Korea, Seoul, Korea) 50mg/kg의 혼합액을 대퇴부에 근육 주사하여 마취를 유도하였다. 토끼의 귀를 펴 놓은 뒤 귀의 안쪽 변연부의 정맥 위에 알코홀을 점적하여 혈관이 잘 보이도록 한 후 22-gauge 정맥 도관을 삽입하였다.

방사선 영상

Pamiray® 300, 370과 Iopamiro® 300, 370를 사용하여 복부 대동맥 혈관조영술, 요로조영술, 복부 CT를 시행하였다. 40마리의 가토를 네 군으로 나누어서 Pamiray® 370과 Iopamiro® 370으로는 각각 10마리씩의 가토를 대상으로 대동맥 혈관조영술과 요로조영술을 함께 시행하였고, Pamiray® 300과 Iopamiro® 300으로는 각각 10마리씩의 가토에 대해서 복부 CT를 시행하였다.

대동맥 혈관조영술과 요로조영술은 다음과 같이 시행하였다. 가토를 앙와위로 눕히고 복부 단순촬영술을 시행하여 요로조영술의 조영제 주입 전 영상을 얻은 후 전기 이발기로 한쪽의 도관 삽입이 실패할 경우에 대비해서 양쪽 대퇴부의 털을 깎고 우측이나 좌측 대퇴 동맥을 수술적으로 박리하여 노출시켰다. 노출된 대퇴 동맥에 20-gauge 도관(cannula)을 삽입한 후 정맥 도관을 통해 hairwire PMG-18-60-cope(Cook, Bloomington, IN)를 넣어 복부 대동맥에 위치시켰다. 이 후 도관을 빼고 hairwire PMG-18-60-cope(Cook, Bloomington, IN)를 따라 미리 적당히 짤라 놓은 3F infusion catheter RF-SP 3010 C (Terumo, Tokyo, Japan)를 11번째나 12번째 흉추(thoracic vertebra body) 높이의 대동맥에 위치시켰다. 조영제는 180mgI/ml의 농도가 되도록 식염수를 가하여 희석하여, 주사기에 조영제 12mL를 재고 먼저 1mL 미만의 양으로 도관을 채운 후 초당 5mL의 속도로 2초 간 총 10mL를 손으로 주입하였다. 주사가 끝나는 시점에 단순촬영술을 시행하여 대동맥 혈관조영술을 얻었다. 이 후 조영제가 주입된 시간을 기점으로 5분, 15분, 30분 후에 단순촬영술을 시행하여 요로조영술 영

Table 1. Image Quality of Urography

			Pamiray* (n=9)			Iopamiro† (n=9)			*p*-value‡
			3‖	2‖	1‖	3‖	2‖	1‖	
5 min§	RK	Paren	4¶	5	0	5	4	0	0.730
		Calyx	2	6	1	4	4	1	0.190
		Pelvis	5	4	0	3	5	1	0.340
		Ureter	5	3	1	2	6	1	0.297
	LK	Paren	6	3	0	3	6	0	0.258
		Calyx	4	5	0	4	5	0	1.000
		Pelvis	8	1	0	4	4	1	0.113
		Ureter	8	1	0	3	6	0	0.050
15 min§	RK	Paren	4	5	0	8	1	0	0.113
		Calyx	2	4	3	4	4	1	0.050
		Pelvis	4	5	0	6	2	1	0.605
		Ureter	4	5	0	4	4	1	0.863
	LK	Paren	6	3	0	5	4	0	0.605
		Calyx	3	6	0	3	5	1	0.796
		Pelvis	5	4	0	5	3	1	0.863
		Ureter	5	4	0	3	5	1	0.340
30 min§	RK	Paren	5	3	1	7	2	0	0.387
		Calyx	2	1	6	5	2	2	0.113
		Pelvis	5	3	1	6	2	1	0.730
		Ureter	2	4	3	6	3	0	0.050
	LK	Paren	8	1	0	5	4	0	0.258
		Calyx	3	3	3	1	7	1	1.000
		Pelvis	4	4	1	5	4	0	0.605
		Ureter	4	4	1	4	5	0	0.863
	Bladder		9	1	0	9	0	0	1.000

RK = right kidney, LK = left kidney, Paren = renal parenchyma
* The group in which urography were done with Pamiray® 370
† The group in which urography were done with Iopamiro® 370
‡ Statistical significance test was done by Mann-Whitney U-test
§ 5min, 15min, 30min-delayed image after contrast injecton
‖ Image Quality - 3: good, 2: moderate, 1: poor
¶ number of rabbits

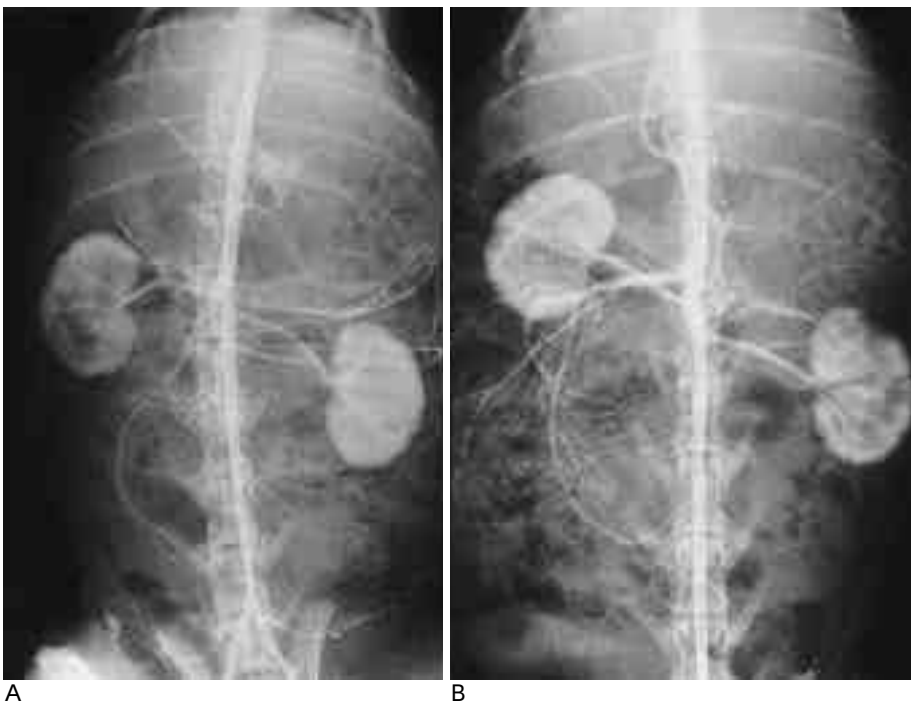
상을 얻었다.

복부 CT는 HiSpeed Advantage(GE Medical System, Milwaukee, U.S.A.)를 사용하였다. 가토를 앙와위로 눕힌 후 조영 전 10mm 간격의 고식적 방법으로 복부 스캔을 하여 간과 양쪽 신장의 위치를 확인하고, 간 상부에서 왼쪽 신장 아래까지 스캔 범위를 정한 후 10mm 간격, 10mm 재구성, 1:1 피치, 테이블 속도(table speed) 10mm/sec, 120 kV, 200mA로 조영제 주입 전에 나선식 스캔을 시행하였다. 이후 확보해 놓은 귀 정맥을 통해 180 mgI/ml의 농도가 되도록 식염수를 가하여 희석한 조영제 10 mL를 자동주입기로 1 mL/sec의 속도로 주입하면서 같은 조건으로 조영제 주입 시작 5초 후에 첫 번째 나선식 스캔을 시작하고, 주입 시작 후 30초 가 되는 시

Table 2. HU on Abdomen CT

First Phase After Contrast Enhancement§	Pamiray* (n = 10)	Iopamiro† (n = 10)	*p*-value‡
	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.	
Aorta enhancement	587.3 ± 215.3	530.0 ± 166.0	0.165
Aorta peak enhancement	717.3 ± 168.0	565.0 ± 144.3	0.019
Liver enhancement	1.9 ± 14.5	2.3 ± 8.8	0.971
Portal vein enhancement	47.6 ± 46.9	45.6 ± 21.1	0.631
IVC enhancement	114.3 ± 96.5	65.0 ± 37.7	0.393
RK enhancement	213.1 ± 84.4	206.6 ± 65.8	0.912
LK enhancement	255.4 ± 96.1	193.3 ± 75.5	0.315
Second Phase After Contrast enhancement‖	**Pamiray* (n = 10)**	**Iopamiro† (n = 10)**	***p*-value‡**
	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.	
Aorta enhancement	110.5 ± 38.9	118.7 ± 23.8	0.796
Liver enhancement	67.8 ± 38.0	72.5 ± 23.2	0.631
Portal vein enhancement	131.3 ± 70.0	133.7 ± 28.0	0.529
IVC enhancement	108.4 ± 38.2	105.6 ± 23.7	0.853
RK enhancement	213.8 ± 86.6	180.9 ± 55.3	0.353
LK enhancement	208.4 ± 63.1	178.9 ± 49.0	0.315

HU = Hounsfield Unit, S.D. = standard deviation, IVC = inferior vena cava,
RK = right kidney, LK = left kidney,
* The group in which abdomen CT were done with Pamiray® 300
† The group in which abdomen CT were done with Iopamiro® 300
‡ Statistical significance test was done by Mann-Whitney U-test
§ The difference between the HU of the first phase after enhancement and that of precontrast
‖ The difference between the HU of the second phase after enhancement and that of precontrast



A B

Fig. 1. Aortography in normal rabbits.
A. Aortography using Pamiray® 370 as a contrast agent clearly shows contrast-enhanced intraabdominal vessels including aorta, celiac trunk, hepatic arteries, gastric artery, superior mesenteric artery, and bilateral renal arteries.
B. Aortography obtained in another rabbit using Iopamiro® 370 also shows contrast-enhanced intraabdominal vessels with a similar degree as A.

점에서 두 번째 나선식 스캔을 시행하였다.

결과의 분석

대동맥 혈관조영술과 요로조영술의 조영 효과는 영상에 사용된 조영제의 종류를 모르는 두 명의 방사선과 의사가 합의하여 정성적 평가를 시행하였다. 대동맥 혈관조영술에서는 복부 대동맥, 복강동맥, 총간동맥, 우간동맥, 좌간동맥, 상장간막동맥, 양쪽 신동맥 각각에 대해서 조영증강 정도를 세 단계로 평가하였다. 혈관이 뚜렷이 조영되어 잘 보이는 경우를 3점으로, 조영증강이 불충분하여 혈관이 주위와 잘 구별되지 않는 경우는 1점으로, 1점과 3점 사이를 2점으로 하였다. 요로조영술은 조영제 주입 후 5분, 15분, 30분 영상에서 신장의 실질, 신배, 신우, 요관의 조영 정도와 30분 영상에서 방광의 조영 정도를 각각 세 단계로 나누었고 평가하였다. 뚜렷이 조영증강 되어 보일 경우를 3점, 뚜렷한 조영증강을 보이지 않은 경우를 1점으로 하고, 미약한 조영증강을 볼 수 있었던 경우를 2점으로 하였다. Pamiray®를 사용한 군과 Iopamiro®를 사용한 군에서의 결과를 Mann-Whitney U test를 사용하여 비교하였다. *p*-value가 0.05 미만일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

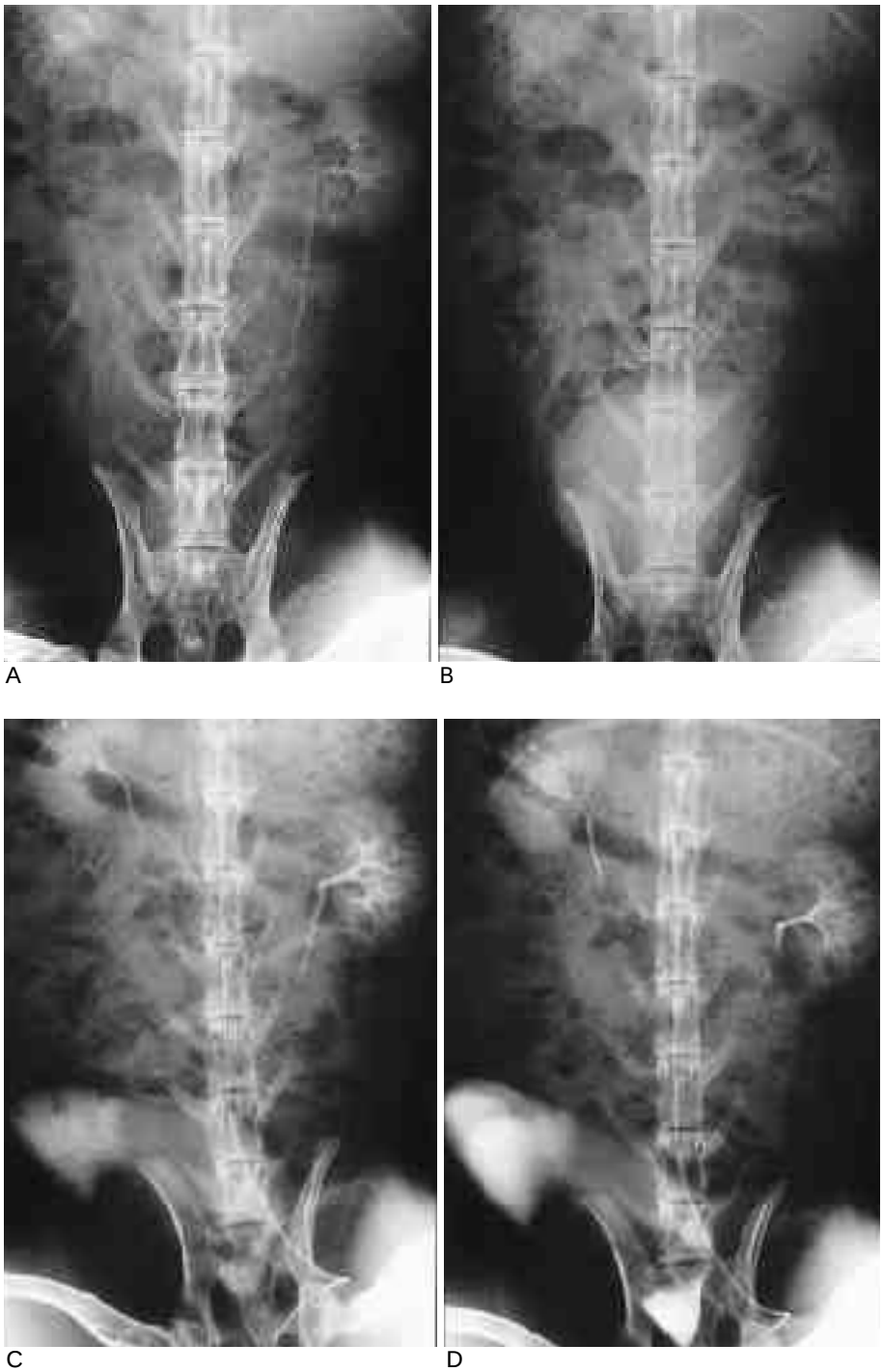


Fig. 2. Urography in normal rabbits.
A, B. Urography obtained 5minutes (A) and 30 minutes (B) after injection of Pamiray® 370 show enhancement in renal parenchyma, calyces, ureters, and bladder. Calyces are not clearly depicted due to faint enhancement.
C, D. On urography obtained 5minutes (C) and 30 minutes (D) after injection of Iopamiro® 370 in another rabbit, renal calyces are more clearly depicted compared with A and B.

복부 CT에 대해서는 조영증강 전 나선식 스캔과 조영 후 나선식 스캔에서 5-8 mm^2 크기의 원형 관심영역(region of interest)을 설정하여 간 실질, 양쪽 신장 실질, 대동맥, 하대정맥, 간문맥에서 감쇄계수(Hounsfield unit, HU)를 측정하는 정량적 분석을 시행하였다 (7). 간에서는 좌문맥의 배꼽 부분(umbilical segment)이 보이는 단면의 좌문맥 주위 정상 간 실질에서 간 혈관을 피하여 HU를 측정하였으며, 양쪽 신장에서는 실질에서 가장 조영증강이 잘 되어 보이는 부위에서 HU를 측정하였고, 대동맥, 하대정맥, 간문맥은 우측 신장이 보이기 시작하는 단면에서 HU를 측정하였다. 조영 후 첫번째 시기의 스캔(5초 지연 영상)에서는 대동맥 감쇄 계수의 최고치를 아울러 측정하였으며, 이를 위해서 전 스캔 단면에서 복부 대동맥의 HU를 잰 후 이중 가장 HU가 높은 부분을 기록하였다. 각 장기에서 조영증강 전에 측정한 HU를 뺀 HU을 계산하여 조영 전과 비교해서 얼마나 조영증강 되었는지 분석하였다. Pamiray®를 사용한 군과 Iopamiro®를 사용한 군에서의 결과를 Mann-Whitney U test를 사용하여 비교하였다. *p*-value가 0.05 이하일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결 과

대동맥 혈관조영술

Pamiray® 370과 Iopamiro® 370으로 각10마리씩 20마리의 토끼를 대상으로 복부 대동맥 혈관 조영 검사를 시행하였으나, 주입 도중에 도관이 꺾여서 조영제가 2초안에 충분히 주입되지 못했거나 가토가 심하게 움직여서 영상의 해석이 어려웠던 5예는 분석에서 제외하였다. 두 군 모두에서 대동맥 혈관 조영술의 정성적 분석 결과는 복부 대동맥, 복강동맥, 총간동맥, 우간동맥, 좌간동맥, 상장간막동맥, 양쪽 신동맥 모두 3점으로서 두 군 간에 유의한 차이가 없었다(Fig. 1) (p = 1.00).

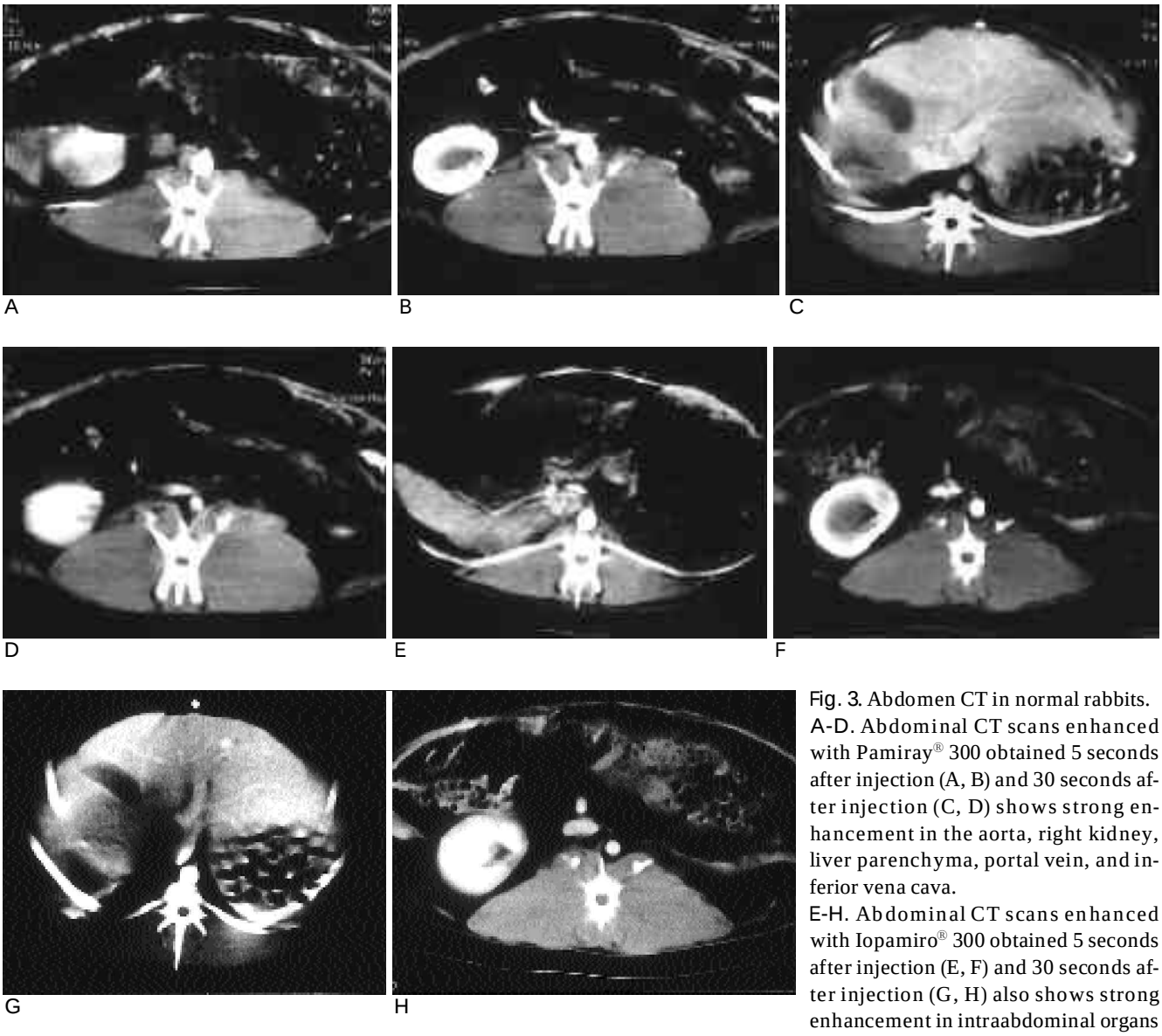


Fig. 3. Abdomen CT in normal rabbits.
A-D. Abdominal CT scans enhanced with Pamiray® 300 obtained 5 seconds after injection (A, B) and 30 seconds after injection (C, D) shows strong enhancement in the aorta, right kidney, liver parenchyma, portal vein, and inferior vena cava.
E-H. Abdominal CT scans enhanced with Iopamiro® 300 obtained 5 seconds after injection (E, F) and 30 seconds after injection (G, H) also shows strong enhancement in intraabdominal organs and vessels similar to A-D.

요로조영술

Pamiray® 370과 Iopamiro® 370으로 각 10마리씩 20마리의 가토를 대상으로 요로조영술을 시행하였으나, 이중 한쪽 신장에 수신증(hydronephrosis)이 있었던 1예와 토끼가 실험 도중 마취에서 깨어나서 조영증강 후5분 및 15분 영상을 얻지 못한 1예는 분석에서 제외하였다. 요로조영술의 정성적 분석 결과는 표 1와 같다. Iopamiro® 370을 사용한 군에 비해 Pamiray® 370을 사용한 군에서 전반적으로 신배의 조영증강이 덜 되는 경향이 있었으며 이중 통계적으로 유의한 경우는 15분 지연 영상에서의 우측 신배의 조영이었다 (Fig. 2)(p = .05). 5분 지연 영상에서의 왼쪽 요관과 신우, 30분 지연 영상에서의 오른쪽 요관은 Pamiray® 370을 이용한 군에서 Iopamiro® 370을 사용한 군에 비하여 유의하게 조영증강이 잘 되었다(p < .05).

복부 CT

Pamiray® 300과 Iopamiro® 300을 사용한 두 군의 복부 CT에서 측정된 HU는 표 2와 같다. 조영증강 후 첫 번째 시기에서 대동맥이 600-700 HU 정도로 강하게 조영증강 되고, 양쪽 신장도 200 HU내외로 조영증강 되었다. 조영증강 후 두 번째 시기에서는 대동맥, 간, 문맥, 하대정맥, 양쪽 신장이 모두 100-200 HU정도로 조영증강 되었다. 모든 가토의 조영증강 후 첫 번째 시기의 스캔에서 위쪽에서 아래쪽으로 모든 스캔 단면에서 복부 대동맥의 HU를 측정하였을 때 중간 부분의 스캔 단면에서 HU가 최고에 이르고 그 이후에는 감소하였다 (Fig. 3). 조영증강 후 첫 번째 시기의 스캔에서 측정한 복부 대동맥의 조영증강이 Pamiray® 300을 이용한 군에서 Iopamiro®300보다 유의하게 높았다(p < .05). 그 외에는 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이는 경우는 없었다.

고 찰

현재 요로조영술, 혈관조영술, CT에 사용되는 조영제는 대부분 비이온성 조영제이다. 비이온성 조영제는 triiodobenzene 유도체로 benzene 링의 나머지 위치에 hydroxyl groups이 치환되는 구조물이며, monomer와 dimer의 두 종류의 화합물이 있다. Pamiray®의 주성분인 iopamidol은 monomer의 대표적인 조영제로 화학식은 L-5-(2-hydroxypropionylamino)-2,4,6-triiodisophathalic acid bis-(2-hydroxy-1-hydroxymethyl)diamide)이다.

요로조영술에 있어서 기존의 조영제인 Iopamiro®에 비하여 Pamiray®를 사용했을 때 신배가 약하게 조영증강 되는 경향이 있었다. 이와 같이 신배가 불충분하게 조영증강 되는 것은 Pamiray®를 임상적으로 요로조영술에 사용하기에 문제가 될 수 있는 점인데, 이에 대한 정확한 원인은 현재로서는 알기 어렵다. 생각해 볼 수 있는 가설로는 삼투압이 낮은 조영제일수록 이뇨량이 감소한다는 보고를 고려할 때 Pamiray®의 삼투압이 Iopamiro®보다 조금 더 높다면 이뇨량이 증가해서 상대적으로 조영제가 희석되어 신배가 흐리게 조영증강 될 것이다(11, 12). 그러나 실제로 두 조영제 간에 삼투압의 차이는 없으므로 이러한 가설은 그 가능성이 낮을 것으로 생각된다.

복부 CT에서 조영증강 후 첫번째 시기에서 대동맥 조영증강의 최고치가 Pamiray®를 사용한 경우에 유의하게 높았는데, 그 정확한 원인도 불분명하다. 같은 가토에 대해 두 조영제로 각각 실험하지 않고 다른 가토로 실험을 시행하였으므로, 토끼의 체중이나 체액 상태의 변화에 따른 차이를 생각할 수 있겠으나 각 군에서 3kg내외의 비슷한 체중의 10마리의 가토를 사용했으므로, 전체적으로 본다면 가토 자체에 대한 차이는 적으리라 생각된다. 모든 가토에서 근위부 복부 대동맥에서 HU가 증가하다가 중간 부분에서 최고에 이르고 원위부로 가면서 다시 감소하는 추세였으므로, 스캔 시기가 잘 맞지 않아서 발생한 오차의 가능성도 배제할 수 있을 것으로 여겨진다.

복부 대동맥 혈관조영술 검사는 두 조영제에서 모두 우수하였으나, 평가한 혈관들이 대동맥과 주된 분지의 근위부였으므로, 말초 미세혈관 조영에서의 차이에 대한 평가는 이번 실험에서는 제외되었으며, 이러한 문제는 실제 병변을 대상으로 한 비교 실험에 적용하면서 다시 평가되어야 할 것으로 생각된다.

본 실험적 연구에서 사용한 새로운 조영제인 Pamiray®는 기존에 그 성질이 잘 알려진 물질로만 구성된 화합물로서 Iopa-miro®과 유사한 빈도의 독성반응을 나타낼 것으로 예상되지만 인체 적용을 시도하기에 앞서 급성 독성 시험을 비롯한 안전성을 검증하여야 할 것으로 생각된다. 본 연구에서는 실험 후 관찰기간이 짧았고 체액을 통한 생리적 반응 유무를 검증하지 않았지만 조영제 주입 후 실험 동물의 특이한 변화는 관찰되지 않았다. 이 조영제의 독성 유무에 대한 실험적 연구는 현재 진행되고 있는 단계이며 아직 그 결과가 보고되어 있지는 않다.

요약하면, Pamiray®는 일부 요로조영술 영상에서 기존의 조영제보다 신배를 보는 데에서는 조영증강 효과가 약간 낮은 경향을 제외하고는 기존의 조영제와 비교해서 여러 조영증강 방사선학적 검사에 동등한 조영증강 효과가 있다. 이 결과를 토대로 추가의 기초 및 임상 실험을 통해 기존의 수입 비이온성 조영제에 못하지 않은 진단적 유용성과 안전성이 입증되면 앞으로 널리 이용될 수 있으리라고 기대된다.

감사의 글

이번 실험을 도와주신 연구원 최혁재님과 한현주님, 전공의 유소영님과 소영호님, 방사선사 박상영님과 정우진님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 이종태, 서정호, 서진석, 이연희. 비이온성저삼투질농도의조영제 Iopromide(Ultravist)의임상이용과부작용 . *대한방사선의학회지* 1988;24:324-329
2. 홍현숙, 김대호, 이혜경외 . 비이온성 저삼투암 조영제 Ioversol (Optiray®)의혈관내이용과부작용에대한보고 . *대한방사선의학회지* 1990;26:1284-1290
3. McClennan BL. Ionic and nonionic iodinated contrast media: evolution and strategies for use. *AJR* 1990;155:225-233
4. 이호규, 김승협, 김성진, 이영석, 김주완, 한만청. 수용성조영제와

혈관주사약물의부적합성에관한실험적연구 . *대한방사선의학회지* 1991;27:176-182
5. Bettmann MA, Heeren T, Greenfield A, Goudey C. Adverse events with radiographic contrast agents: results of the SCVIR Contrast Agent Registry. *Radiology* 1997;203:611-620
6. Hudson ER, Smith TP, McDermott VG, et al. Pulmonary angiography performed with iopamidol: complications in 1434 patients. *Radiology* 1996;198:61-65
7. Leander P, Golman K, Strande P, Klaveness J, Besjakov J, Falt K. A comparison between IEEC, a new biodegradable particulate contrast medium, and iohexol in a tumor model for computed tomography imaging of the liver. *Invest Radiol* 1993;28:513-519
8. Krause W, Miyazawa T, Uchimoto R, et al. Comparison of iopamidol and ioversol in vitro and in animal studies. *Arzneim-Fersch/ Drug Res* 1995;45:200-204
9. Thomson KR, Evill CA, Fritzsche J, Benness GT. Comparison of iopamidol, iozaglate, and diatrizoate during coronary arteriography in dogs. *Invest Radiol* 1980;15:234-241
10. Bonati F, Felder E, Tirone P. Iopamidol: new preclinical and clinical data. *Invest Radiol* 1980;15(Suppl):310-316
11. Wilcos J, Evill CA, Sage MR, Benness GT. Urographic excretion studies with nonionic contrast agents; iopamidol vs. iothalmate. *Invest Radiol* 1983;18:207-210
12. 조은옥, 김원홍, 정명성, 김용훈, 허감. 신장전산화단층촬영에서이온성조영제와비이온성조영제의영향에대한비교연구 . *대한방사선의학회지* 1993;29:1295-1299

J Korean Radiol Soc 2000;42:379- 385

Efficacy of Pamiray® as a Nonionic Intravenous Contrast Material : Experimental Study Using Normal Rabbits[1]

Joon Woo Lee, M.D., Tae Kyoung Kim, M.D., Seung Hyup Kim, M.D., Hyun Beom Kim, M.D., Se Hyung Kim, M.D., Sung-Il Hwang, M.D., Kyung Mo Yeon, M.D.

[1]*Department of Radiology, Seoul National University College of Medicine and the Institute of Radiation Medicine, SNUMRC*

Purpose : To evaluate the efficacy of Pamiray® as an intravenous nonionic contrast material by comparing it with an established nonionic contrast material (Iopamiro®).

Materials and Methods : Forty adult New Zealand white rabbits weighing about 3.0 kg were used in this study. Aortography and urography (scout, 5, 15 and 30 minutes delay after injection) were performed in ten rabbits with Pamiray® (370 mgI/mL) and in other ten rabbits with Iopamiro® (370 mgI/mL). All twenty rabbits underwent abdominal triple-phase spiral CT before and 5 and 30 seconds after injection of the contrast material. The degree of contrast enhancement seen on aortograms and intravenous urograms was determined using a three-point scale by two radiologists, who reached a consensus. CT attenuation expressed in Hounsfield units (HU) was measured using the regions of interest (ROIs) facility in the liver, bilateral kidneys, aorta, portal vein, and inferior vena cava. The Mann-Whitney U test was used in image evaluation for intergroup comparisons.

Results : There was no significant difference between the two groups in the degree of contrast enhancement seen on aortograns. In urography, however, Iopamiro® was superior to Pamiray® in demonstrating calyces of the right kidney on 15-minute delay images and Pamiray® was superior to Iopamiro® in demonstrating the right ureter and the renal pelvis on five minute-delay images and the left ureter on 30 minutes delay ($p < .05$). Peak enhancement of the aorta during the first phase of abdominal CT was higher in the group in which Pamiray® was used.

Conclusion : When normal rabbits were used for aortography, abdominal CT, and urography, Pamiray® provided more effective contrast enhancement than a previously used nonionic contrast material, namely Iopamiro. There were, however, slight differences in the enhancement features of renal calyces and ureters seen on 5- and 15-minute urograms.

Index words : Contrast media
Contrast media, experimental studies
Contrast media, comparative studies

Address reprint requests to : Seung Hyup Kim, M.D., Department of Radiology, Seoul National University Hospital, # 28 Yongon-dong, Chongno-gu, Seoul, 110-744, Korea.
Tel. 82-2-760-2584 Fax. 82-2-743-6358