

가토에서 Histoacryl[®]과 Lipiodol 혼합물을 이용한 신동맥 색전술의 유용성

Efficacy of Renal Artery Embolization using a Mixture of Histoacryl[®] and Lipiodol in a Rabbit Model

Kang Hoon Lee, Su Yeon Cho¹, Duk Jin Park¹, Byung Il Yoon¹, Sun Wook Kim¹, Dong Il Gwon, Moon Hee Paik, Hyun Woo Kim¹

From the Departments of Diagnostic Radiology and ¹Urology, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: We wanted to evaluate the efficacy and computed tomography (CT) findings of renal artery embolization with using a mixture of Histoacryl[®] and lipiodol in rabbit depending on the mixture proportions and the temporal course.

Materials and Methods: Eighteen rabbits were equally divided into two groups: group A received a 1:3 mixture and group B received a 1:5 mixture of Histoacryl[®] and lipiodol. We subdivided each group as follows: the 1-day group, the 10-day group and the 20-day group according to the elapsed days after embolization, respectively. As a result, the experimental groups were composed of six subgroups. After right renal artery embolizations, plain abdominal radiographs were obtained from all the rabbits. On the first day, the 10th day and the 20th day after embolization, abdominal CT was performed in each subgroup.

Results: On the post-embolization radiographs, the embolic casts were formed only at the main or segmental renal arteries in 7 cases of group A. On the other hand, the embolic casts were formed at the entire arterial trees in two cases of group A and all the cases of group B. On the pre-contrast-enhanced CT scans, there were radiopaque densities of embolic casts, residual lipiodol flecks and calcifications in the embolized kidneys. On the contrast-enhanced CT scans, global perfusion defects of the kidneys were noted in 17 rabbits. The cortical rim signs were noted in all rabbits of the 10-day and 20-day groups, except for one rabbit.

Conclusions: The mixture of Histoacryl[®] and lipiodol is effective for renal artery embolization. The CT findings of the embolized kidneys are characteristic depending on the mixture proportions of the embolic agents and the temporal courses. (Korean J Urol 2007;48:903-909)

Key Words: Renal artery, Therapeutic embolization, Tomography

대한비뇨기과학회지
제 48 권 제 9 호 2007

가톨릭대학교 의과대학
방사선과학교실, ¹비뇨기과학교실

이강훈 · 조수연¹ · 박덕진¹ · 윤병일¹
김선욱¹ · 권동일 · 백문희 · 김현우¹

접수일자 : 2007년 5월 8일
채택일자 : 2007년 7월 26일

교신저자: 김현우
가톨릭대학교 의과대학
성바오로병원 비뇨기과
서울시 동대문구 전농2동
620-56
☎ 130-709
TEL: 02-958-2155
FAX: 02-960-2746
E-mail: urokhw@
catholic.ac.kr

서 론

1969년 Lalli 등¹이 동물실험을 통해 치료의 개념으로 신동맥 색전술을 처음 소개하였고 1973년 Almgard 등²이 신장암 치료의 보조수단으로 사용한 이후, 신동맥 색전술은 신세포암 환자에서 수술 전 종양 크기를 감소시키고 출혈을 줄이기 위해 사용되거나, 수술이 불가능한 환자의 통증이나

혈뇨와 같은 증상을 완화시킬 목적으로 시행되었다.^{3,4} 그 밖에도 동정맥류의 치료나 출혈 등을 유발하는 양성 종양을 치료할 목적으로 이용되고 있다.⁵ 신동맥색전 시 사용되는 색전물질로는 젤폼, 자가혈괴와 같은 일시적 물질과 알콜, polyvinyl alcohol (Ivalone), steel coil, cyanoacrylate 등의 영구적 물질이 있다.^{6,9} Histoacryl[®] (N-butyl-2-cyanoacrylate)은 위, 식도 정맥류 출혈이나 뇌, 척수의 동정맥기형과 같은 각종 혈관질환의 치료 및 과혈관성 종양의 색전술에 널리

이용되고 있는 물질로 액체 상태인 단일분자상태로 존재하며 혈액이나 체액과 같은 이온성 용액에 노출되면 급속히 고분자화 (polymerization)가 일어남으로써 빠르게 굳어지는 성질을 갖고 있다.^{10,11} Lipiodol은 고분자화 지연제로 Histoacryl®의 급속한 고분자화로 인하여 초래될 수 있는 문제점을 줄일 수 있고, 방사선투시촬영에서 보이지 않는 Histoacryl®의 단점을 보완하여 색전물질의 주입상황을 관찰하여 중단해야 할 시점을 정하는 데 도움을 줄 수 있다. 현재까지 신세포암 환자에서 cyanoacrylate 단독이나 tantalum powder, iodized oil을 섞은 혼합물을 이용한 신동맥 색전술의 임상적 보고들이 있었으나,^{3,12,13} Histoacryl®과 lipiodol의 혼합비율에 따른 색전효과의 차이를 알아보고자 하는 시도는 아직 없었다. 이에 저자들은 토끼를 이용한 실험적 신동맥 색전술을 시행하여 이를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 실험대상

New Zealand white 토끼 (체중 3-3.7kg) 18마리를 대상으로 하였다. 이들을 9마리씩 2군으로 나누어 Histoacryl® (N-butyl-2-cyanoacrylate, B. Braun Surgical GmbH, Melsungen, Germany)과 lipiodol (Andre Guerbet, Aulnay-sous-Bois, France)을 1:3으로 혼합한 A군과 1:5로 혼합한 B군으로 분류하였다. 색전술 후 신경색의 변화과정을 관찰하기 위하여 A군과 B군을 각각 색전술 후 1일군 (A-1, B-1), 10일군 (A-2, B-2), 20일군 (A-3, B-3)으로 나누고 각 군마다 3마리씩 배분하여 총 6개의 소군으로 분류하였다.

2. 신동맥조영술

토끼를 실험 전 24시간 동안 금식 후 케타민 (ketamine HCl, 유한양행, 서울, 한국) 10mg/kg과 자일라진 (xylazine, 바이엘 코리아, 서울, 한국) 5mg/kg을 근육 주사하여 마취하였고 실험테이블에 양와위로 눕힌 후 사지를 고정하였다. 서혜부 피부를 4cm 절개 후 표재대퇴동맥에 21G 주사침을 삽입하였고 이를 통해 0.018 inch 미세철사 (hair wire, Cook, Bloomington, USA)를 동맥 내로 삽입하였다. 주사침을 제거하고 안내철사 (guide wire)를 이용하여 3.0Fr. 미세도관 (Microferret-18, Cook, Bloomington, USA)을 우측 주신동맥에 진입시킨 후 10ml 주사기를 이용하여 조영제 (Ultravist 370, Iopromide, Schering, Berlin, Germany) 1ml를 0.25ml/sec로 주입하며, 방사선투시촬영기 (Medix 230X, Hitachi, Tokyo, Japan)하에 신동맥조영술을 시행하였다. 신동맥조영술상 신장이 해부학적으로 정상이고 전체적으로 균일한 조영상을 보이는 것을 확인한 후 신동맥 색전술을 시행하였다.

3. 신동맥 색전술

5% dextrose 용액 (대한약품공업, 서울, 한국)으로 카테터를 일차 관류시킨 후, 방사선투시하에서 역류되지 않도록 주의하면서 Histoacryl®과 lipiodol을 1:3으로 혼합한 A군과, 1:5로 혼합한 B군을 “push” 술식을 사용하여 주입하였다. 색전물질을 카테터를 통하여 주입하고 방사선투시하에 5% dextrose 용액을 주입하여 색전물질을 신동맥 내로 밀어 넣었다. 색전술 후 카테터를 약간 빼내고 다시 신동맥조영술을 시행하여 신동맥이 완전히 막히는 것을 확인하고, 색전물질의 주조가 어느 동맥까지 분포하였는지를 알아보기 위하여 단순복부방사선투시촬영을 시행하였다. 토끼의 신동맥계를 주신동맥, 분절동맥, 엽간동맥으로 나누었고, 분절동맥과 엽간동맥처럼 여러 개의 분지가 있는 경우에는 각각의 동맥분지 개수의 반 이상에 주조가 형성되어 있을 경우에만 그 해당 동맥에 분포하고 있는 것으로 판단하였다.

4. 복부 전산화단층촬영

색전술 후 신경색의 변화과정을 관찰하기 위하여 1일, 10일, 20일 후에 앞에서 기술한 방법으로 전신마취시킨 후 복부 전산화단층촬영을 시행하였다. 전산화단층촬영기 (Xpeed, Toshiba, Tokyo, Japan)하에 조영증강 전 영상과 조영증강 후 영상을 얻었으며 영상 간 슬라이스 두께는 6mm로 하였다. 조영증강 전 영상을 얻은 후, 23G 주사침으로 토끼 귀의 정맥을 천자하고 조영제를 서서히 점적주입 (drip infusion)하면서 조영제를 반 정도 주입 후부터 조영증강 후 영상을 얻었다. 조영증강 전 영상에서는 색전물질의 주조와 잔류 lipiodol, 석회화에 의한 방사선투과성 음영의 모양과 분포 양상을 분석하였다.

5. 통계처리

단순복부방사선투시촬영과 복부 전산화단층촬영소견이 A군과 B군 사이에 또는 시간 경과에 따라 차이를 보이는지를 비모수 검정방법인 Kruskal-Wallis test를 이용하였고 통계적 유의 수준을 p값이 0.05 미만인 경우로 하였다.

결 과

색전술 전 시행한 신동맥조영술상 신장은 모두 정상 소견이었고, 극동맥 (polar artery)은 관찰되지 않았다. 색전술은 성공적으로 시행되었고 색전술 후 신동맥조영술상 주신동맥은 완전히 폐쇄되었다.

1. 색전술 후 단순복부방사선촬영 소견

A군의 경우 총 9례 중 4례에서 주신동맥에, 3례에서 주신동맥과 분절동맥에, 나머지 2례에서는 주신동맥, 분절동맥, 엽간동맥에 색전물질의 주조가 형성되었고, B군은 모든 예에서 엽간동맥까지 주조가 형성되었다 (Table 1) (Fig. 1). A군과 B군에서 엽간동맥까지 색전물질의 이동은 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

2. 색전술 후 복부 전산화단층촬영 소견

조영증강 전 복부 전산화단층촬영에서 신장에는 색전물질의 주조와 잔류 lipiodol, 석회화에 의해 형성된 방사선비

Table 1. Location of the embolized artery

Location	No. of cases	
	Group A	Group B
MRA	4	—
MRA+SA	3	—
MRA+SA+ILA	2	9
Total	9	9

MRA: main renal artery, SA: segmental artery, ILA: interlobular artery, Group A: 1:3 mixture of Histoacryl[®] and lipiodol, Group B: 1:5 mixture of Histoacryl[®] and lipiodol



Fig. 1. Immediate post-embolization angiograms show a radio-opaque embolic cast of Histoacryl[®] and lipiodol in the main renal artery (arrow) in group A (A) and in the entire arterial trees of the kidney in group B (B).

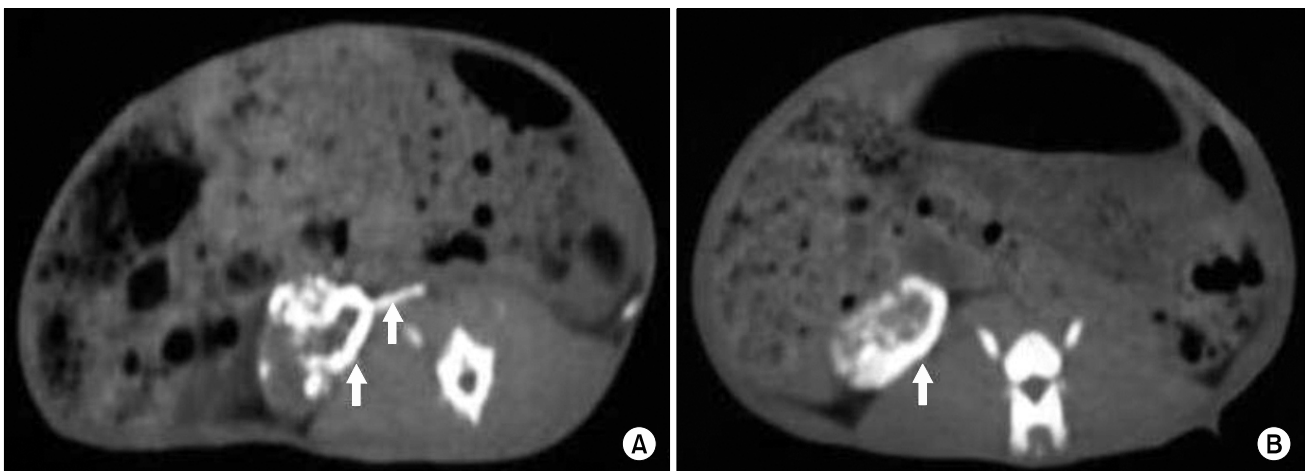


Fig. 2. After embolization, pre-contrast CT scans show linear and nodular radiopaque embolic casts and lipiodol flecks (arrows) in the main renal artery and kidney of group A (A), and circumferential lipiodol flecks (arrow) were seen in the kidney, mainly at the cortex of group B (B).

투과성 음영들이 다양한 형태로 분포되어 있었다. 이러한 방사선 비투과성 음영들은 A군에서는 주로 선형 (linear) 또는 결절형 (nodular)으로 신장 중심부에 위치해 있었고, B군에서는 주로 환형 (circumferential)으로 신장 변연부를 따라 위치하는 경향이 있었다 (Fig. 2). 조영증강 후 복부 전산화 단층촬영 검사에서는 B-3군 중 한 마리를 제외한 모든 예 (94%)에서 신장 전체가 조영증강이 되지 않았다 (Table 2) (Fig. 3). 신경색의 중요한 징후 중 하나인 피질 테두리 징후 (cortical rim sign)는 1일군에서는 관찰되지 않았으나, 10일군에서는 모든 예 (100%)에서, 20일군에서는 6례 중 5례 (83%) (A-3군 3례, B-3군 2례)에서 관찰되었다 (Fig. 4). 1일군에 비하여 10일군과 20일군에서 피질 테두리 징후의 출현 빈도는 유의하게 증가하였다 ($p < 0.05$).

Table 2. Computed tomographic findings after renal artery embolization

	Pre-contrast lipiodol flecks		No. of post-contrast enhancement (%)	
	Shape	Location	Absence	Presence
Group A	Linear, nodular	Central		
1-day			3 (100)	-
10-day			3 (100)	-
20-day	Circumferential	Peripheral	3 (100)	-
Group B				
1-day			3 (100)	-
10-day			3 (100)	-
20-day			2 (67)	1 (33)

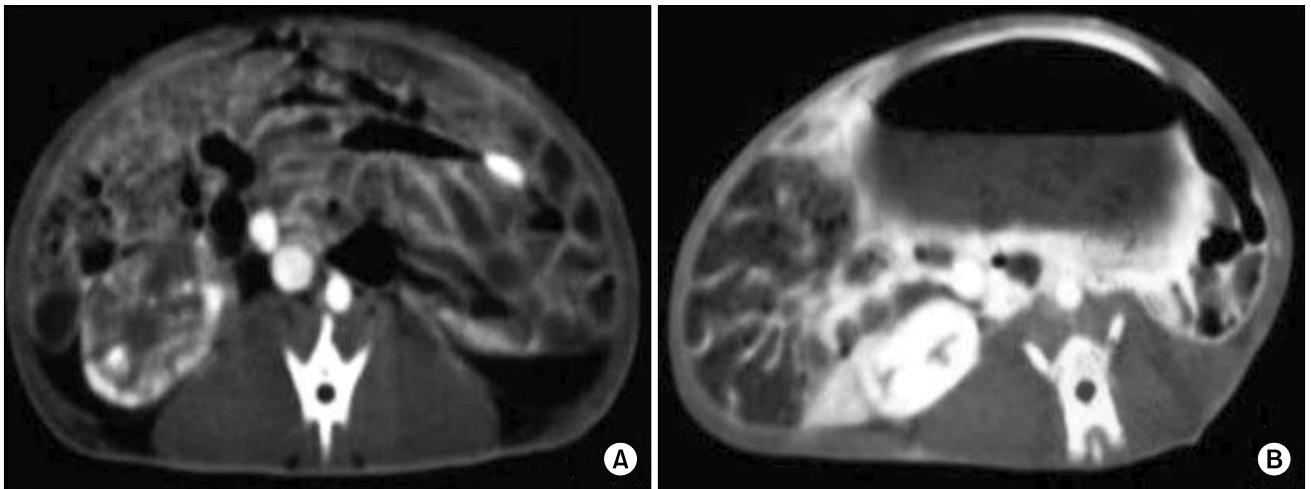


Fig. 3. After embolization, post-contrast CT scans show the complete absence of renal enhancement in groups A and B (A) with only one exception in group B-3 (B).

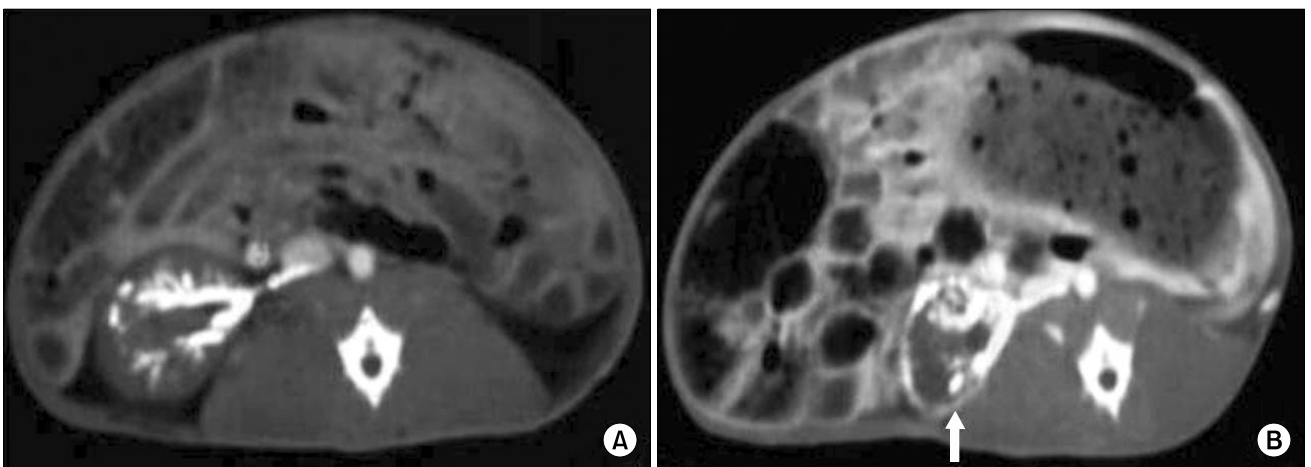


Fig. 4. After embolization, post-contrast CT scans show no cortical rim sign in group A-1 (A) and a cortical rim sign (arrow) is seen in group A-3 (B).

고찰

1969년 Lalli 등¹에 의해 소개된 신색전술은 신세포암에서 수술 전 처치 또는 보조적 치료로 사용되어 왔고^{14,15} 신동맥 색전술을 포함한 동맥색전술은 비뇨기와 영역에서 신장의 과혈관성 종양, 외상에 의한 신출혈, 동정맥류, 음경지속발기증, 정계정맥류 등에 치료의 한 방법으로 이용되고 있다.^{4,16,17}

신동맥 색전술에 이용되고 있는 색전물질 중 자가혈괴, 젤폼, coil 등은 혈관의 근위부에 색전을 일으켜 측부순환이 발달하거나 혈관 재개통이 일어나 완전한 조직의 괴사를 일으킬 수 없기 때문에,⁹ 외상이나 종양에 의한 출혈의 치료에는 유용하게 사용되지만 악성 종양의 치료를 위해서는 적합하지 못한 물질이다. 이에 반해 polyvinyl alcohol, cyanoacrylate, 무수 에탄올 등은 말초혈관까지 색전을 일으키고 영구적인 폐색을 일으켜 신세포암의 치료에 사용되고 있으나, 완전한 조직의 괴사를 유발하기 위해서는 Ivalon과 같은 입자성 물질보다는 cyanoacrylate나 무수 에탄올과 같은 액체성 물질의 효과가 더욱 우수하다. Histoacryl[®]은 n-butyl-2-cyanoacrylate계의 조직 접합제로 1970년 처음 개발되어 외과영역에서 부착제로 사용되었으며 이후 미세혈관의 지혈제, 또는 기관지능막류, 식도기관류의 부분봉합제로 사용되었고,¹⁸ 1986년 Soehendra 등¹⁹이 정맥류출혈의 치료에 사용한 이후 현재까지 정맥류치료에 많이 이용되는 응고 및 접착능력이 매우 강한 부착제이다. 비뇨기와 영역에서는 회음부 손상에 의한 고혈류형 음경지속발기증, 정맥 폐쇄기전의 이상에 의한 발기부전의 색전물질로 사용되고, 또한 부분신적출술 후 발생한 요누공 (urinary fistula)이나 신배누공 (calyceal fistula)의 봉합제로 사용된다.^{16,17} Histoacryl[®]은 근위부뿐만 아니라 원위부 동맥에도 완전하고 비가역적인 폐쇄를 유발하며, 동맥 내강에 색전물질의 주조 형성 시 방사선비투과성 물질과 혼합하면 주조를 확인할 수 있으며, 내경이 작은 도관을 통해서도 주입이 가능하다는 장점이 있다. 그러나, 방사선투시영상에서 보이지 않고 혈액과 접촉 시 급속히 굳어져 다루기 어려우며, 주입속도와 양을 조절하기 힘들다는 단점을 가지고 있다. Histoacryl[®]과 lipiodol 혼합액은 방사선투시영상에서 잘 보이기 때문에 색전술 시 투시촬영을 통하여 색전물질의 주입을 적절히 조절할 수 있고, 또한 lipiodol이 Histoacryl[®]의 고분자화를 어느 정도 지연시킬 수 있으므로 색전술을 좀 더 용이하게 시행할 수 있다. Spiegel 등²⁰은 isobutyl-2-cyanoacrylate에 초산을 첨가할 경우 고분자화 시간이 지연되어 원위부 동맥까지 색전물질이 이동할 수 있다는 것을 보고하였고, Suh

등²¹도 Histoacryl[®]에 텅스텐 가루를 섞어 쓰면 고분자화가 지연되어 색전물질의 원위부 이동이 많아진다고 보고하였다. 본 실험에서도 Histoacryl[®]과 lipiodol을 1:3으로 혼합한 A군보다 1:5로 혼합한 B군에서 색전물질이 엽간동맥까지 이동이 많은 것을 관찰할 수 있었으며 이것은 lipiodol의 농도가 높을수록 Histoacryl[®]의 고분자화가 더욱 지연되어 나타난 것으로 생각한다.

신세포암의 색전술 시 고려해야 할 사항은 색전술 후 발생하는 혈관재생 (revascularization)으로 이는 색전된 혈관이 재소통되거나 측부순환이 발달함으로써 일어난다.¹² 신종양으로부터 출혈이 생길 경우 흡수성 색전물질을 사용한 색전술은 혈관 재소통을 통한 재출혈의 가능성이 있기 때문에 영구적 색전물질을 사용해야 하고 아울러 측부순환에 의한 혈관재생을 방지하기 위해서는 가능한 한 원위부 혈관을 포함하여 전체 종양혈관을 완전히 폐쇄시키는 것이 필요하다. 따라서 신세포암에 대해서 색전술을 시행할 경우에는 Histoacryl[®]과 lipiodol의 혼합비율을 적절히 조절하여 가능한 한 원위부 세동맥까지 비가역적으로 폐쇄시켜야 한다. 본 실험 결과 색전된 신장의 복부 전산화단층촬영소견으로 A군과 B군 모두에서 효과적인 색전 효과를 확인할 수 있었으나, 혼합비율에 따른 차이를 발견할 수는 없었다. Histoacryl[®]과 lipiodol 혼합액의 원위부 이동에 관여하는 요소들은 위에 언급한 lipiodol의 농도뿐만 아니라 혈관의 크기, 혈류의 속도에 좌우되고 Suh 등²¹에 따르면 혈류속도가 가장 느린 혈관벽이나 와류가 형성되어 있는 부위에 카테터 선단을 대고 색전물질을 주입할 경우에는 원위부로 이동이 방지된다고 하였다.

신경색의 복부 전산화단층촬영 소견은 널리 알려져 있으며 국소적으로 또는 전체를 침범하는 형태로 나타날 수 있다.²²⁻²⁴ 신동맥의 작은 분지가 막힐 경우 조영증강 후 복부 전산화단층촬영에서 국소적인 쐐기모양의 저음영 부위로 나타나고, 큰 분지가 폐쇄될 경우 신장의 반 이상을 침범하는 균일한 저음영의 형태로 보이게 된다. 저자들의 실험 결과 조영증강 전 전산화단층촬영에서 색전물질의 주조와 잔류 lipiodol, 석회화에 의한 방사선비투과성 음영들이 있었고 A군에서는 선형 또는 결절형으로 신장 중심부에, B군에서는 환형으로 신장 변연부를 따라 위치하였다. 이러한 현상은 B군의 경우 상대적으로 색전물질의 lipiodol 농도가 높고 원위부 혈관까지 더 잘 이동하는 현상과 관련이 있는 것으로 보인다. 조영증강 후 전산화단층촬영에서 한 마리를 제외한 전 예에서 신장전체가 조영증강이 되지 않는 소견을 보여 Histoacryl[®]과 lipiodol 혼합액은 효과적인 신색전물질로 생각한다.

피막하 피질이 얇게 조영증강되는 피질 테두리 징후는

신장 주위의 측부순환에 의해 초래되는 신동맥 색전증의 중요한 징후 중 하나로 신경색의 50% 내외에서 관찰된다.²²⁻²⁴ Kamel과 Berkowitz²⁴가 사람의 외상성 신경색 시 피질 테두리 징후의 출현시기를 분석한 바에 의하면 혈류 차단 후 최소 8시간 경과 후에 나타나고, 일주일 경과 시 모든 예에서 나타난다고 하였다. Glazer 등²²은 개를 이용한 동물 실험에서 피질 테두리 징후는 색전술 직후에는 보이지 않고 약 일주일 후에 나타난다고 하였다. 저자들의 실험에서도 1일군에서는 관찰되지 않았고, 10일군에서는 모든 예(100%)에서, 20일군에서는 6례 중 5례(83%)에서 관찰되었다. 따라서 신경색에 의하여 신장 주위 측부순환형성이 유도되기 위해서는 일정 시간이 필요하고, 급성 신경색에서는 피질 테두리 징후가 보이지 않을 수 있다.

결 론

저자들은 토끼를 이용한 실험적 신동맥 색전술을 통해 Histoacryl[®]과 lipiodol 혼합액은 우수한 방사선비투과성을 가져 시술과 조작이 용이하고 안전한 물질임을 확인하였다. 향후 장기간의 추적검사와 임상적 연구를 통하여 영구적인 색전을 필요로 하는 신질환에서 효과적인 색전물질로 사용될 수 있을 것으로 생각한다. 또한 색전된 신장의 복부 전산화단층촬영에서 색전물질의 혼합비율과 색전 후 시간 경과에 따라 특징적인 소견이 관찰되었고 혼합비율에 따른 색전효과의 차이는 없는 것을 알 수 있었다.

REFERENCES

- Lalli AF, Peterson N, Bookstein JJ. Roentgen-guided infarctions of kidneys and lungs. A potential therapeutic technic. *Radiology* 1969;93:434-5
- Almgard LE, Fernstrom I, Haverling M, Ljungqvist A. Treatment of adenocarcinoma by embolic occlusion of the renal circulation. *Br J Urol* 1973;45:474-9
- Papo J, Baratz M, Merimsky E. Infarction of renal tumors using isobutyl-2-cyanoacrylate and lipiodol. *AJR Am J Roentgenol* 1981;137:781-5
- Wallace S, Chuang VP, Swanson D, Bracken B, Hersh EM, Ayala A, et al. Embolization of renal carcinoma. *Radiology* 1981;138:563-70
- Moorhead JD, Fritzsche P, Hadley HL. Management of hemorrhage secondary to renal angiomyolipoma with selective arterial embolization. *J Urol* 1977;117:122-3
- Ellman BA, Parkhill BJ, Curry TS, Marcus PB, Peters PC. Ablation of renal tumors with absolute ethanol: a new technique. *Radiology* 1981;141:619-26
- Ekelund L, Jonsson N, Treugut H. Transcatheter obliteration of the renal artery by ethanol injection: experimental results. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1981;4:1-7
- Mazer MJ, Baltaxe HA, Wolf GL. Therapeutic embolization of the renal artery with Gianturco coil: limitations and technical pitfalls. *Radiology* 1981;138:37-46
- Barth KH, Strandberg JD, White RI Jr. Long term follow-up of transcatheter embolization with autologous clot, oxycel and gelfoam in domestic swine. *Invest Radiol* 1977;12:273-80
- Soehendra N, Nam VC, Grimm H, Kempeneers I. Endoscopic obliteration of large esophagogastric varices with bucrylate. *Endoscopy* 1986;18:25-6
- Wikholm G, Lundqvist C, Svendsen P. Embolization of cerebral arteriovenous malformations: part I-technique, morphology and complications. *Neurosurgery* 1996;39:448-59
- Giuliani L, Carmignani G, Belgrano E, Puppo P. Transcatheter arterial embolization in urological tumors: the use of isobutyl-2-cyanoacrylate. *J Urol* 1979;121:630-4
- Gunther R, Schubert U, Bohl J, Georgi M, Marberger M. Transcatheter embolization of the kidney with butyl-2-cyanoacrylate: experimental and clinical results. *Cardiovasc Radiol* 1978;1:101-8
- Kaisary AV, Williams G, Riddle PR. The role of preoperative embolization in renal cell carcinoma. *J Urol* 1984;131:641-6
- Craven WM, Redmond PL, Kumpe DA, Durham JD, Wetzlauffer JN. Planned delayed nephrectomy after ethanol embolization of renal carcinoma. *J Urol* 1991;146:704-8
- Alvarez Gonzalez E, Pamplona M, Rodriguez A, Garcia-Hidalgo E, Nunez V, Leiva O. High flow priapism after blunt perineal trauma: resolution with bucryllate embolization. *J Urol* 1994;151:426-8
- Peskircioglu L, Tekin MI, Boyvat F, Karabulut A, Ozkardes H. Embolization of the deep dorsal vein for the treatment of erectile impotence due to veno-occlusive dysfunction. *J Urol* 2000;163:472-5
- Yok KY, Kum CK, Goh PM. Endoscopic hemostasis of upper gastrointestinal bleeding with histoacryl: last resort before surgery. *Endoscopy* 1996;28:256-8
- Soehendra N, Nam VC, Grimm H, Kempeneers I. Endoscopic obliteration of large esophagogastric varices with bucrylate. *Endoscopy* 1986;18:25-6
- Spiegel SM, Vinuela F, Goldwasser JM, Fox AJ, Pelz DM. Adjusting the polymerization time of isobutyl-2 cyanoacrylate. *Am J Neuroradiol* 1986;7:109-12
- Suh DC, Kim HJ, Kim ST, Choi CG, Lee HK, Song HY, et al. Experimental evaluation of embolic effect: pure glue and glue-tungsten mixture. *J Korean Radiol Soc* 1997;37:963-8
- Glazer GM, Francis IR, Brady TM, Teng SS. Computed tomography of renal infarction: clinical and experimental observations. *AJR Am J Roentgenol* 1983;140:721-7
- Wong WS, Moss AA, Federle MP, Cochran ST, London SS.

- Renal infarction: CT diagnosis and correlation between CT findings and etiologies. Radiology 1984;150:201-5
24. Kamel IR, Berkowitz JF. Assessment of the cortical rim sign in posttraumatic renal infarction. J Comput Assist Tomogr 1996;20:803-6
-