

둔상 후 복부 전산화단층촬영에서 조영제 유출로 동맥색전술을 시행받은 환자의 복강내와 후복막강/골반강내 출혈 비교

서울아산병원 응급의학과¹, 울산대학교병원 응급의학과, 영상의학과²

윤지영¹ · 김선휴 · 안 력 · 황재철² · 홍은석

— Abstract —

Comparison of Intraperitoneal and Retroperitoneal/Pelvic Contrast Extravasation: The Characteristics and Prognosis of the Each Patient Group with Arterial Embolization according to the Abdominal Computed Tomography Scanning after Blunt Trauma

Ji Young Yoon, M.D.¹, Sun Hyu Kim, M.D., Ryeok Ahn, M.D.,
Jae Cheol Hwang, M.D.², Eun Seog Hong, M.D.

*Department of Emergency Medicine, Asan Medical Center¹, University of Ulsan College of Medicine
Department of Emergency Medicine and Radiology², Ulsan University Hospital, University of Ulsan College of Medicine*

Purpose: This study compared the characteristics of and the prognosis for intraperitoneal and retroperitoneal/pelvic contrast extravasation, which had been confirmed by enhanced abdominal CT scan, after blunt trauma in patients who had undergone angiographic embolization.

Methods: From January 2001 to March 2009, data were retrospectively collected regarding patients who had undergone contrast extravasation (CE) on CT scanning and arterial embolization after blunt trauma. The study patient group was divided into the intraperitoneal and the retroperitoneal/pelvic groups according to the area of contrast extravasation. We reviewed the initial demographic data, the location of injury, the solid organ injury, the embolized vessel, and the clinical outcome.

Results: The mean age of the study subjects was 40.2 ± 2.6 years old, and there were 24 male patients. The intraperitoneal group included 10 patients, and retroperitoneal/pelvic group was comprised of 17 patients. The amount of transfusion from presentation to intervention and during the first 24 hours was greater in the retroperitoneal/pelvic group than in the intraperitoneal group. The intraperitoneal group showed a higher frequency and severity of liver injury than the retroperitoneal/pelvic group. Angiography revealed that the hepatic artery (n=4) was the most frequently embolized vessel in the intraperitoneal group, while the internal iliac artery (n=6), followed by the renal artery (n=4), internal pudendal artery (n=3), and the gluteal artery (n=2), were the most frequently injured vessels in the retroperitoneal/pelvic group.

Conclusion: In patients with intra-abdominal contrast extravasation found on CT scanning and arterial embolization after blunt trauma, the need for transfusion was less in the intra-abdominal group than in the retroperitoneal/pelvic group. Liver injury was also more frequent and severe in the intraperitoneal group than in the retroperitoneal/pelvic group. (J Korean Soc Traumatol 2009;22:199-205)

Key Words: Computed tomography, Embolization, Trauma, Extravasation

* Address for Correspondence : Sun Hyu Kim, M.D.

Department of Emergency Medicine, Ulsan University Hospital, University of Ulsan College of Medicine,
290-3, Jeonha-dong, Dong-gu Ulsan 682-714, Korea

Tel : 82-52-250-8405, Fax : 82-52-250-8071, E-mail : stachyl@paran.com

접수일: 2009년 8월 14일, 심사일: 2009년 10월 6일, 수정일: 2009년 10월 22일, 승인일: 2009년 11월 13일

1. 서 론

복부 둔상에 의한 장기 손상 및 출혈의 진단은 복부 전산화단층촬영(Computed Tomography, CT)이 보편화되고 발달하면서 빠르고 정확하게 할 수 있게 되었다.(1-2) 둔상에 의한 복부 및 골반강내 출혈에 대한 치료는 수술적 방법과 더불어, 가능한 경우 비수술적 방법으로서 혈관조영술을 이용한 동맥색전술로도 가능하다. 내부 출혈 여부는 CT 소견으로 일차적으로 판단 가능하지만, 정확한 출혈부위에 대한 판단은 CT에서 조영제의 혈관의 유출이 명확하게 확인되는 경우에서만 일부 가능하고, 손상 혈관에 대한 정확한 진단은 혈관조영술로 직접 확인을 해야 가능하다. CT에서 조영제의 혈관의 유출이 확인되어 혈관조영술 및 동맥색전술을 고려해야 하는 경우에서 출혈 위치에 따른 임상적 특성 및 예후에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. Diamond 등(3)은 복부 및 골반 외상 후에 시행한 CT상 조영제의 혈관의 유출이 관찰되었던 환자군을 복강내와 후복강내/골반강내 유출군으로 나누어 각각의 특성 및 치료에 대해 비교한 바 있으나, 수술적 치료나 혈관조영술을 시행하지 않은 경우에는 CT상 조영제의 혈관의 유출 소견만 확인하였을 뿐, 정확한 출혈 부위에 대한 분석을 할 수 없었다.

이에 저자는 둔상 기전에 의한 복부 및 골반 부위 손상 후 시행한 복부 CT에서 조영제의 혈관의 유출 소견으로 응급실에서 혈관촬영 후에 동맥색전술을 시행받았던 환자를 대상으로, 복강내와 후복강내/골반강내 출혈 부위에 따른 정확한 혈관 손상 부위, 특성 및 예후에 대해 알아보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

2002년 1월부터 2009년 3월까지 울산대학교병원 응급실로 둔상 기전에 의한 복부 및 골반 부위 손상으로 내원한 환자 중, 복부 조영제 증강 CT 촬영에서, 조영제 혈관의 유출 소견이 있었고, 혈관조영술을 시행하여 동맥색전술을 시행받았던 28명의 환자를 대상으로 후향적 분석을 하였다. 1명의 환자는 조영제 혈관의 유출이 복강내 및 후복강내, 골반강내의 여러곳에서 관찰되었지만, 동맥색전술 시행 후 응급실 내에서 사망하여 연구 대상에서 제외함으로써 최종적으로 27명을 분석하였다. 복부 CT 촬영에서 조영제 혈관의 유출 소견이 있었다라도 혈관조영술을 시행하지 않았거나, 혈관조영술을 시행한 결과 명확한 출혈 부위를 확인할 수 없었던 환자는 연구대상에서 제외하였다.

환자는 복부 CT 조영제 유출 부위에 따른 복강내 조영제 혈관의 유출군(intraperitoneal group)과 후복강/골반강내 혈관의 유출군(retroperitoneal/pelvic group)으로 분류하였

고, 인구통계학적 지표, 초기 활력 징후, 손상 기전, 그리고 내원 시의 Injury Severity Score (ISS)와 Revised Trauma Score (RTS)를 측정하였다. 환자의 초기 말초혈액 검사와 동맥혈검사를 분석하였고, 수혈량, 중환자실 입원 및 사망에 대해서 분석하였다. 복부 CT를 이용하여 고형 장기 손상 여부를 판단하였고, 손상 정도는 미국외상의협회(American Association for the Surgery of Trauma, AAST)의 장기 손상 등급 기준에 따라 분류하였다. 골반골 골절의 분류는 Young System 분류법을 사용하여 측면 압박(lateral compression: LC I, II, III), 전후 압박(antero-posterior compression: APC I, II, III), 수직엇갈림(vertical shear: VS), 그리고 혼합(combined: CM) 골절로 분류하였고, 동맥색전술을 통한 혈관 손상 부위에 대해 복강내 유출군과 후복강/골반강내 유출군간 비교를 하였다. 사망한 환자의 사망 원인을 조사하였다. 본 연구는 울산대학교 병원 임상시험심사위원회(Institutional review board)의 심사를 통과하였다.

통계적 검정은 SPSS 14.0 프로그램(SPSS for window release 14.0, SPSS Inc, USA)을 이용하여 빈도분석 및 Mann-Whitney U test, chi-square test의 Fisher's exact test를 이용해 양 군에 대한 비교를 하였다. 95% 신뢰구간으로 $p < 0.05$ 를 통계적 유의 수준으로 하였다.

III. 결 과

1. 환자의 특성

대상 환자 27명의 평균 연령은 40.2 ± 2.6 세이었고, 남자가 24명(85.7%)이었다. 손상 기전은 교통사고 14명(보행자 3명, 운전자 3명, 동승자 2명, 오토바이 6명), 추락사고 5명, 무거운 물체에 의한 충격, 압착 등의 기타 손상이 8명이었다. 복부 조영제 증강 CT에서 조영제 혈관의 유출이 복강내에 보였던 군이 10명이었고, 후복강 또는 골반강내에 보였던 군이 17명이었다.

두 군간의 초기 혈압 및 RTS의 차이는 없었고, 인체 주요 부위별 손상 지표인 Abbreviated injury scale (AIS)도 차이가 없었다. 초기 동맥혈가스 검사 소견 및 혈색소 수치도 양 군 간의 차이를 보이지 않았다. 응급실 도착 후 혈관조영술을 시행하기까지 수혈되었던 농축적혈구와 신선냉동혈장의 수혈량 합은 복강내 유출군에서 5.1 ± 6.1 단위로, 후복강/골반강내 유출군의 13.5 ± 11.6 단위보다 적었고($p=0.045$), 내원후 첫 24시간 동안의 수혈량도 역시 복강내 유출군에서 적었다(11.4 ± 11.0 vs 36.7 ± 35.9 , $p=0.041$) (Table 1).

2. 복강내 고형 장기 및 골반골 골절 비교

복강내 고형 장기 손상의 경우 복강내 유출군 3명이 다 발생 장기 손상을 보였고, 7명에서는 모두 간의 단일 고형 장기 손상을 보였다. 후복막강/골반강내 유출군에서의 복강내 고형 장기 손상은, 7명이 다발성 고형 장기 손상, 3명이 단일 신장 손상을 동반하였고, 6명은 복강내 고형 장기 손상이 동반되지 않았다. 각 고형 장기별 장기 손상 발생 빈도와 AAST 손상 등급에 따른 분류를 비교했을 때, 복강내 유출군에서 간 손상이 발생 빈도(80% vs 29.4%, $p=0.018$)와 중증 손상 발생(AAST organ injury scale 3.0 ± 0.9 vs 1.6 ± 0.5 , $p=0.011$)이 후복막강/골반강내 유출군에 비해 높았다. 비장, 신장, 및 췌장 손상의 경우 발생 빈도 및 손상 정도에 있어 두 군간의 차이는 없었다.

골반골 골절을 보였던 경우는 복강내 유출 군에서 2명, 후복막강 또는 골반강내 유출 군에서 15명이 있었다. 복강내 유출군 2명의 골반골 골절은 모두 측면 압박에 의한 골절이었고, 후복막강/골반강내 유출군의 골반골 골절은 측면 압박골절 7명, 전후 압박골절이 8명에서 있었다 (Table 2) (Fig. 1).

3. 동맥색전술이 시행되었던 손상 혈관

혈관 출혈로 동맥색전술을 시행되었던 손상 혈관 부위는, 복강내 유출군에서는 간동맥이 4명으로 가장 많았고, 신장동맥, 쓸개동맥, 요추동맥, 큰창자동맥, 하부 횡격막동맥, 췌장동맥 손상이 각각 1명씩 있었다. 후복막강/골반강내 유출군에서는 내영덩동맥이 6명으로 가장 많았고, 신장동맥 4명, 내음부동맥 3명, 불기동맥 2명이었으며, 영치동맥, 요추동맥, 췌장동맥 손상이 각각 1명씩 있었다(Table 3) (Fig. 2).

4. 임상 결과

복강내 유출군과 후복막강/골반강내 유출군 사이에서 응급실 도착에서부터 동맥색전술을 위한 혈관조영술 시행까지 소요되었던 시간은 차이가 없었다. 사망 환자를 제외한 복강내 유출군 9명, 후복막강/골반강내 유출군 12명에서의 중환자실 입원 일수, 전체 병원 입원 일수도 차이가 없었다. 사망은 복강내 유출군에서 10%(1/10), 후복막강/골반강내 유출군에서 29.4%(5/17)를 보였으나, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.363$). 사망 원인은 복강내 유출군

Table 1. Characteristics of the patients

	Intraperitoneal (n=10)	Retroperitoneal/pelvic (n=17)	<i>p</i> value
Age, yrs	43.0 ± 13.4	37.7 ± 13.6	0.336
Sex, n			1.000
Male	9	14	
Female	1	3	
Injury mechanism, n			0.181
Pedestrian TA*	0	3	
Driver TA	3	0	
Passenger TA	1	1	
Motorcycle TA	3	3	
Fall	1	4	
Others	2	6	
Initial SBP** (mmHg)	110.8 ± 37.0	98.3 ± 25.9	0.311
Initial DBP† (mmHg)	68.0 ± 25.0	60.4 ± 21.0	0.407
RTS‡	11.3 ± 1.3	11.1 ± 1.3	0.641
ISS§	29.1 ± 9.6	32.5 ± 14.8	0.527
AIS¶ head	3.5 ± 0.7	3.8 ± 0.8	0.604
AIS chest	3.0 ± 0.9	3.1 ± 0.8	0.836
AIS abdomen	4.1 ± 0.7	4.0 ± 0.5	0.687
AIS pelvis	2.6 ± 0.5	2.9 ± 0.3	0.251
Initial pH	7.33 ± 0.96	7.31 ± 0.12	0.666
Initial hemoglobin (g/dL)	12.0 ± 2.6	10.0 ± 2.7	0.075
Initial PT¶ INR***	1.35 ± 0.38	1.40 ± 0.36	0.751
Ttransfusion from presentation to angiography, units	5.1 ± 6.1	13.5 ± 11.6	0.045
24 hour transfusion, units	11.4 ± 11.0	36.7 ± 35.9	0.041

*TA: traffic accident, **SBP: systolic blood pressure, †DBP: diastolic blood pressure, ‡RTS: revised trauma score,

§ISS: injury severity score, ¶AIS: abbreviated injury scale, ¶PT: prothrombin time, ***INR: international normalized ratio

1명에서 패혈증에 의한 다발성 장기부전으로 사망하였고, 후복막강/골반강내 유출군에서는 패혈증에 의한 다발성 장기부전으로 2명, 중증 뇌 손상으로 2명, 폐렴으로 1명이 사망하였다(Table 4). 연구에서는 제외되었던 복강내 및 후복강, 골반강내의 다발성 혈관외 유출 소견이 있었던 환자는 지속적인 출혈에 의한 저혈량성 쇼크로 사망하였다.

IV. 고 찰

둔상에 의한 복부 및 골반 부위 손상은 내부 고형 장기의 손상 및 내부 출혈을 유발한다. 주된 손상 기전은 교통사고, 낙상, 무거운 물체에 의한 충격, 압착 등의 손상에 의하여 발생한다. 과거 중증 복부 및 골반 손상은 수술적

Table 2. Solid organ injury and pelvic bone fracture

	Intraperitoneal (n=10)	Retroperitoneal/pelvic (n=17)	<i>p</i> value
Solid organ injury, n (%) (AAST* organ injury scaling, M±SD†)			
Spleen	2 (20) (3.5±0.7)	2 (11.8) (3.5±3.5)	0.613 1.000
Liver	8 (80) (3.0±0.9)	5 (29.4) (1.6±0.5)	0.018 0.011
Kidney	2 (20) (1.5±0.7)	6 (35.3) (3.5±1.4)	0.666 0.107
Pancreas	2 (20) (2.0±1.4)	1 (5.9) (2.0)	0.535 1.000
Adrenal gland	0	1 (5.9) (3.0)	1.000
Pelvic bone fracture, n			0.032
Lateral compression	n=2	n=7	
Lateral compression I	2	1	
Lateral compression II	0	6	
Anteroposterior compression	n=0	n=8	
Anteroposterior compression I	0	3	
Anteroposterior compression II	0	4	
Anteroposterior compression III	0	1	

*AAST: American Association for the Surgery of Trauma, †M±SD: mean ± standard deviation

Table 3. Injured vessels with arterial embolization

	Intraperitoneal (n=10)	Retroperitoneal/pelvic (n=17)
Internal iliac artery	0	6
Renal artery	1	4
Sacral artery	0	1
Cystic artery	1	0
Gluteal artery	0	2
Lumbar artery	1	1
Internal pudendal artery	0	3
Hepatic artery	4	0
Colic artery	1	0
Inferior phrenic artery	1	0
Pancreatic artery	1	1

치료가 우선시 되었으나 최근 복부 CT가 보편화되고 발달하면서 복강내 장기 손상의 중증도와 내부 출혈량 및 출혈 부위를 정확하게 판단할 수 있게 되어 비수술적 치료를 먼저 시도하는 방향으로 발전하게 되었다. Taylor 등(4)은 외상 후 CT에서 조영제의 혈관의 유출이 0.2% 정도에서 관찰된다고 하였으나 Diamond 등(3)은 4.8%의 환자에서 CT에서 혈관의 유출이 관찰되었다고 보고하였다. 이는 복부 CT와 같은 영상기법의 발달과 연관이 있다. 이러한 영상기법의 발달로 인하여 CT에서 복강 또는 골반내 고형 장기 손상이나 혈관의 유출이 있는 경우 과거 수술적 치료가 우선시 되었으나 동맥색전술과 같은 중재적 시술의 발전으로 비수술적 치료의 적용 범위가 확대되었다.(5,6)

복부 둔상에 의한 장기 손상은 성인, 소아 모두에서 일반적으로 비장 손상이 가장 많다고 보고되고 있다.(7,8) Pang 등(9)의 연구에서는 복부둔상 환자 224명중 비장 손상은 85명, 간 손상은 60명으로 비장 손상이 더 많았으나 김 등(10)은 130명중 간 손상이 35명, 비장 손상이 26명으로 보고하였다. 본 연구에서는 간 손상의 빈도가 가장 높게 나타났으며, 이는 본 연구의 환자 대상군 선정에서 복부 둔상 후 혈관조영술을 시행한 환자만을 대상으로 하였기 때문에 이전의 보고와 차이가 있을 수 있을 것이며 연구 대상 환자의 숫자가 적은 것도 결과에 영향을 미쳤을 것이다.

Velmahos 등(11)에 의하면 동맥색전술 치료를 받은 골반골 골절환자의 손상 혈관은 내영덩동맥이 가장 높은 빈도를 보였고 Kamaoui 등(12)에 의해서도 골반골 골절 42명의 환자에서 내영덩동맥색전술을 받은 환자가 19명으로 가장 많았으며 그 외의 환자들은 내영덩동맥의 분지혈관에 색전술을 시행받았다. 본 연구에서도 후복막강/골반강내 유출군에서의 색전술을 시행한 혈관으로 내영덩동맥이 가장 높은 빈도를 보였으며 그 밖으로는 신장동맥, 내음부동맥, 볼기동맥의 순서였다. 박 등(13)의 연구에 의하면 골반골 골절 환자에서 고형 장기 손상 중 가장 높은 비율을 차지한 것은 신장 손상이었으며 그 다음으로 간 손상이 가장 많았다. 본 연구에서도 후복막강/골반강내 유출군에서 신장 손상이 가장 많았으며 그 다음으로 간 손상이 많았다.

총 수혈량은 복강내 유출군보다는 후복막강/골반강내 유출군이 더 많았으며 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 후복막강/골반강내 군에서 골반골의 골절의 동반이 17명 중 15명으로 복강내 유출군의 10명 중 2명보다 많았다. 골반골 골절은 비교적 심한 외력에 의해 골절이 발생하기 때문에 장기의 파열, 후복벽 출혈, 두부 손상 및 혈흉 등의 동반 손상으로 사망률이 높다.(14) 박 등(13)의 연구에서는 골반골 골절 환자 중 쇼크군에서 고에너지 손상에

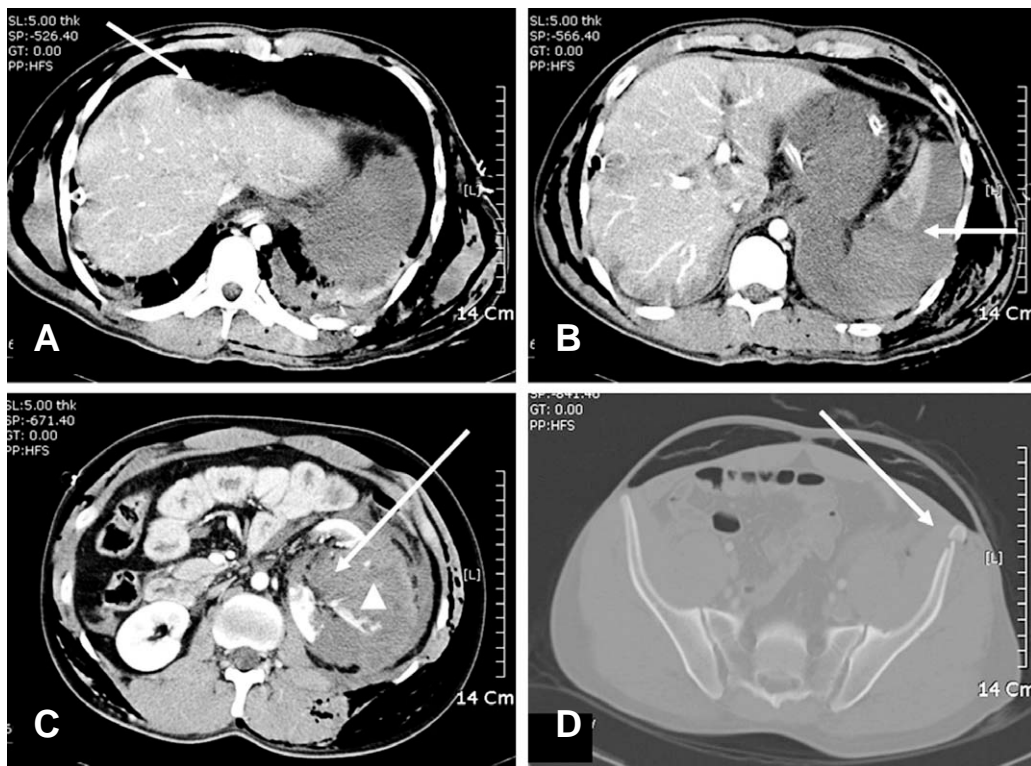


Fig. 1. (A) Contrast enhanced abdominal computed tomography scanning of 25-year-old man who was injured by fall down, show hepatic subcapsular hematoma of grade I, (B) segmental lacerated spleen of grade V, (C) completely shattered kidney with contrast extravasation (head arrow) of grade V. (D) and iliac crest fracture of lateral compression type II.

해당하는 교통사고가 71.4%였으며 그 중 보행자 교통사고가 51.4%로 가장 높게 나타났다. 본 연구에서도 후복막강/골반강내 유출군 환자에서 보행자 교통사고나 추락, 압착 등의 고에너지 손상이 많았으며 이러한 원인들이 초기 수혈량을 더 많게 했을 것으로 생각된다.

박 등(13)의 연구에서 골반골 골절 환자를 대상으로 쇼크군과 비쇼크군으로 분류하여 비교 분석한 결과, 쇼크군에서 중환자실 재원기간이 더 길었으며 14.3%의 환자가 사망하였다. 본 연구에서 중환자실 재원기간은 사망환자를 제외하고 연구하였고 사망률은 후복막강/골반강내 유출군 환자들이 29.4%로 높았으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 복부 및 골반 외상과 동반된 손상으로 Dauterive 등(15)은 사지골절이 가장 많다고 보고하였으나, 국내에서는 대부분 흉부 손상이 많은 것으로 보고되었으며, 김 등(10)은 흉부 손상이 39%, 사지골절이 33.1%로 보고하였다. 본 연구에서도 동반 손상으로 흉부 손상이 가장 많았다. 그의 다른 손상은 소장 손상이 1명 있었으며 횡격막 손상이 1명 있었다.

동맥색전술을 시행한 후 24시간내에 수술을 시행한 환자는 총 9명이었다. 2명은 복강내 방광파열과 골반골 골절이 있었으며 동맥색전술 시행 후 수술을 시행하였다. 동맥색전술 시행 후에도 지속적으로 출혈이 있어 수술을 한 환자는 2명이었으며 한명은 CT상 췌장동맥의 혈관의 조영제 유출이 있었으며 췌장절제를 시행하였다. 다른 한 환자는 쓸개동맥의 혈관의 조영제 유출이 있었으며 동맥색전술 이후에도 활동성 출혈 의심되어 시험적 개복술을 시행하였으며 지혈 및 담낭절제술을 시행하였다. 입원 중 6일 후 지연성 소장 천공으로 인해 수술을 받은 환자가 1명 있었으며, 또 다른 환자는 간헐적 복부 통증을 호소하여 추적관찰한 복부 CT에서 소장종괴가 관찰되었고, 시험적 개복술로 소장 절제 및 단측 문합술을 시행 받았으며 조직검사상 만성 염증의 결과가 나왔다.

이 연구의 제한점으로는 연구 대상 선정에서 후향적 분석으로 CT를 시행한 환자 중 혈관조영술을 시행한 환자를 대상으로만 연구를 하여 환자의 불안정한 생체징후나 응급실 상황 등에 따라 치료 과정의 변화가 있을 수 있었으

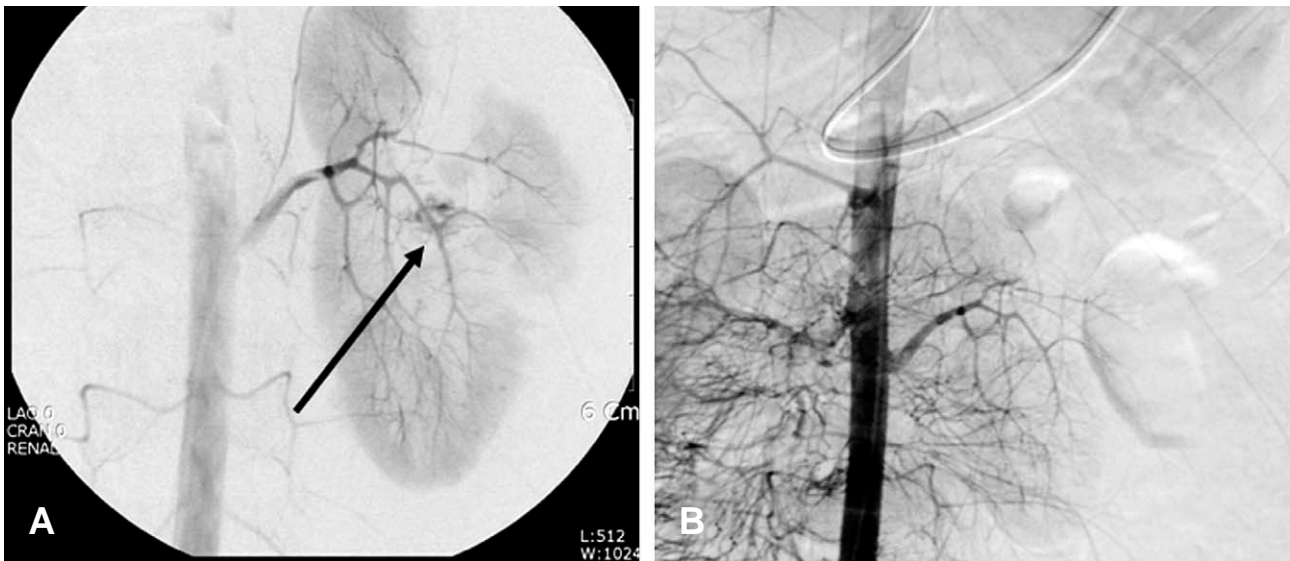


Fig. 2. (A) Digital subtraction angiography identifies contrast extravasation from left renal artery (arrow). (B) After successful embolization of left renal artery with multiple microcoils, angiography shows no more contrast extravasation.

Table 4. Clinical outcomes

	Intraperitoneal (n=10)	Retroperitoneal/pelvic (n=17)	<i>p</i> value
Interval from presentation to embolization, minutes	413.0 ± 537.6	423.8 ± 683.3	0.143
ICU* length of stay, days (n)	10.4 ± 7.7 (9)	13.4 ± 9.7 (12)	0.458
Hospital length of stay, days (n)	68.6 ± 68.6 (9)	63.2 ± 31.2 (12)	0.811
Mortality, n (%)	1 (10)	5 (29.4)	0.363
Interval from presentation to death, days	83	34.4 ± 35.7	0.282

*ICU: intensive care unit

며, 이는 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 단일기관 연구로 환자 대상군이 27명으로 작았다. 따라서 앞으로 이러한 제한점을 보완한 계획되고 전향적인 대규모의 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

둔상에 의한 외상으로 시행한 CT에서 복강내 또는 후복막강/골반강내 조영제 혈관의 유출이 관찰되어 치료적 방법으로 혈관조영술 및 동맥색전술을 고려해야하는 경우, 후복막강 또는 골반강내에서 조영제 유출군에서는 지속적인 출혈 가능성이 높을 것으로 판단하고 신속한 치료 결정 과정이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Federle MP, Goldberg HI, Kaiser JA, Moss AA, Jeffrey RB Jr, Mall JC. Evaluation of abdominal trauma by computed tomography. *Radiology* 1981;138:367-44.
- 2) Hamilton JD, Kumaravel M, Censullo ML, Cohen AM, Keivlan DS, West OC. Multidetector CT evaluation of active extravasation in blunt abdominal and pelvis trauma patients. *Radiographics* 2008;28:1603-16.
- 3) Diamond IR, Hamilton PA, Garber AB, Tien HC, Chughtai T, Rizoli SB et al. Extravasation of intravenous computed tomography scan contrast in blunt abdominal and pelvic trauma. *J Trauma* 2009;66:1102-7.
- 4) Taylor GA, Kaufman RA, Sivit CJ. Active hemorrhage in children after thoracoabdominal trauma: clinical and CT features. *AJR* 1994;162:401-4.
- 5) Feliciano DV, Mattox KL, Jordan GL Jr, Burch JM, Bitondo CG, Cruse PA. Management of 1000 consecutive cases of hepatic trauma (1979-1984). *Ann Surg* 1986;204:438-45.
- 6) Cogbill TH, Moore EE, Jurkovich GJ, Feliciano DV, Morris JA, Mucha P. Severe hepatic trauma: a multi-center experience with 1,335 liver injuries. *J Trauma* 1988;28:1433-8.
- 7) Schafermeyer R. Pediatric trauma. *Emerg Med Clin North Am* 1993;11:187-205.
- 8) Powell M, Courcoulas A, Gardner M, Lynch J, Harbrecht BG, Udekwu AO et al. Management of blunt splenic trauma: significant differences between adults and children. *Surgery* 1997;122:654-60.
- 9) Fang JF, Wong YC, Lin BC, Hsu YP, Chen MF. Usefulness of multidetector computed tomography for the initial assessment of blunt abdominal trauma patients. *World J Surg* 2006;30:176-82.
- 10) Kim HJ, Kim HS, Seo KW, Ju JK, Ryu SY, Kim JC et al. Analysis of the prognostic factors for abdominal trauma. *J Korean Soc Traumatol* 2007;20:12-8.
- 11) Velmahos GC, Chahwan S, Falabella A, Hanks SE, Demetriades D. Angiographic embolization for intraperitoneal and retroperitoneal injuries. *World J Surg* 2000;24:539-45.
- 12) Kamaoui I, Courbiere M, Floccard B, Monneuse O, Allaouchiche B, Pilleul F. Pelvic trauma: impact of iodinated contrast material extravasation at MDCT on patient management. *J Radiol* 2008;89:1729-34.
- 13) Park SM, Lee KH, Choi HJ, Park KH, Kim SC, Kim H et al. Factors affecting hemodynamic instability in patients with pelvic bone fracture. *J Korean Soc Traumatol* 2008;21:22-7.
- 14) Kim SJ, Chung HK, Lee KH, Chung ST. A clinical study of the pelvic bone fracture. *J Korean Orthop Assoc* 1991;26:1441-9.
- 15) Dauterive AH, Flancbaum, L, Cox EF. Blunt intestinal trauma. A modern-day review. *Ann Surg* 1985;201:198-203.