



# Clinical Role of Interventional Radiology in Abdominal Solid Organ Trauma

## 복부 고형 장기 외상에 대한 인터벤션의 임상적 역할

Hyun Seok Jung, MD<sup>1</sup> , Chang Ho Jeon, MD<sup>2</sup> , Sang Hyun Seo, MD<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, Wonkwang University Hospital, Iksan, Korea

<sup>2</sup>Department of Radiology, Eunpyeong St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

### ORCID iDs

Hyun Seok Jung <https://orcid.org/0000-0002-8408-5288>

Chang Ho Jeon <https://orcid.org/0000-0002-1762-5379>

Sang Hyun Seo <https://orcid.org/0000-0003-0708-4051>

Received April 25, 2023

Revised June 9, 2023

Accepted July 12, 2023

### \*Corresponding author

Sang Hyun Seo, MD  
Department of Radiology,  
Wonkwang University Hospital,  
Wonkwang University  
School of Medicine,  
895 Muwang-ro, Iksan,  
Jeonbuk 54538, Korea.

Tel 82-63-859-1920

Fax 82-63-851-4749

E-mail sanghyun1004@gmail.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Interventional management is commonly used for traumatic injuries to the abdominal solid organs. The American Association for the Surgery of Trauma (AAST) and the World Society of Emergency Surgery (WSES) recently published guidelines for the management and treatment of liver, spleen, and kidney injuries, emphasizing the importance of interventions. Here, we discuss the characteristics of each organ and the procedure method for each organ that interventional radiologists need to know when treating trauma patients.

**Index terms** Liver; Kidney; Spleen; Trauma; Radiology, Interventional

## 서론

외상 손상 중 복부 고형 장기 손상은 혈관내 외상 출혈 치료(endovascular resuscitation and bleeding management)가 가장 적극적으로 활용되는 분야이다(1). 최근 발표된 American Association for the Surgery of Trauma (AAST)의 Organ Injury Scaling System과 World Society of Emergency Surgery (WSES)에서 제시한 가이드라인을 바탕으로 대표적인 복부 고형 장기인 간, 비장, 신장에 대한 공통적인 내용을 정리하고, 각 장기별 특징에 대한 살펴보도록 하겠다(1-3).

## 복부 고형 장기 외상성 손상에 대한 인터벤션 치료의 일반적 사항

복부 고형 장기의 외상성 손상이 있는 경우 치료 방법 결정에 영향을 주는 주요 요소는 1) 환자

의 혈액학적 상태, 2) 동반 손상, 3) 해당 고형 장기의 손상 정도(organ injury grade)이다.

복부 장기 손상이 의심되는 환자가 혈액학적으로 불안전하거나 초기 수액 치료에 반응이 없는 경우는 고형 장기 손상 정도에 상관없이 응급 수술 적응증이 된다. 환자가 혈액학적으로 안정적이거나 안정화된 경우, 다른 수술적 적응증이 없다면 대다수가 비수술적 치료(non-operative management; 이하 NOM)를 시행한다(3). NOM 시행을 결정하기 위해서는 환자에 대한 조영증강 CT가 반드시 필요하다.

혈관조영술 및 색전술(angiography/angioembolization)은 크게는 NOM 범주에 포함되며, 수술을 대체하거나 NOM 실패를 막는데 큰 역할을 한다. 일반적으로 혈관조영술 및 색전술의 적응증은 다음과 같다.

- 1) 외상 환자 초기 치료 중 혈액학적으로 안정적인 환자가 CT에서 활동성 출혈이 있는 경우
- 2) 수술 후 임상적 또는 영상검사에서 출혈이 지속되는 경우
- 3) 치료 지연기에 활동성 출혈이나 가성동맥류가 확인된 경우

하지만 최근 혈액학적으로 초기 수액 치료에 반응이 있거나 혈액학적으로 불안정한 환자에 대해서도 임상 상황 및 병원별 상황에 따라 색전술을 동반한 NOM이 보다 더 많이 시도되고 있다(4).

간, 비장, 신장 손상에 있어서 CT에서 활동성 출혈이 확인되지만, 혈관조영술에서 확인되지 않는 경우가 30%~50%까지 보고된다(5). 이러한 경우 손상 부위에 보다 선택적 접근을 통해 인터벤션 치료를 시도할 수 있으며, 환자의 임상 상황 및 손상 장기의 특성을 고려하여 시술 여부를 결정한다.

색전물질은 혈관조영술 소견, 혈관 손상 장기 및 위치, 동반 손상 그리고 시술자의 선호도 등 다양한 요소에 의해 결정된다. 하지만 초기 대량 출혈이 있을 때 응고장애(coagulopathy)가 동반되는 경우에는 NBCA 색전술을 시행하는 것이 효과적이다(6, 7). 또한 손상 위치가 대동맥에 가까운 경우나 손상 장기가 끝동맥 장기(end artery organ)가 아닌 경우는 말초원위부 동맥 보존을 위해, 젤라틴 스펀지 등의 입자 색전물질 보다는 추진형(pushable) 또는 분리형(detachable) 코일이 적합하다(7). 젤라틴 스펀지와 같은 비영구 색전물질의 경우에는 장기손상으로 출혈이 의심되지만 혈관조영술상 불명확한 경우나 예방적 색전술이 필요한 경우 사용된다.

## 간

### 외상성 간 손상에 대한 인터벤션 진료 지침에서 강조되는 사항

외상성 간 손상에 대한 혈관조영술 및 색전술의 역할은 위에서 언급한 ‘복부 고형 장기 외상성 손상에 대한 인터벤션 치료의 일반적 사항’과 동일하다. 간 손상 치료 지침에서 다른 복부 장기보다 강조하는 사항은 외상 후 합병증에 대한 인터벤션의 역할이다. 이는 심한 외상성 간 손상이 있는 경우 12%~14%에서 합병증이 발생할 정도로 그 빈도가 높기 때문이다(1). 혈관색전술의 적응증인 지연성 출혈 또는 가성동맥류 외에 담즙 유출 또는 담즙종, 간괴사, 간농양 등의 합병증이 외상성 간 손상 후 발생할 수 있다. 한편 수술 및 혈관색전술이 이러한 합병증의 위험 인자로 작용하며, 색전술은 수술보다 합병증 발생 정도가 낮기는 하지만 가능성은 유념하여야 하겠다(8, 9). 담즙 유출 또는 담즙종은 간동맥 색전 과정에서 발생한 담관 괴사에 의해 발생할 수 있으며, 이는 피부

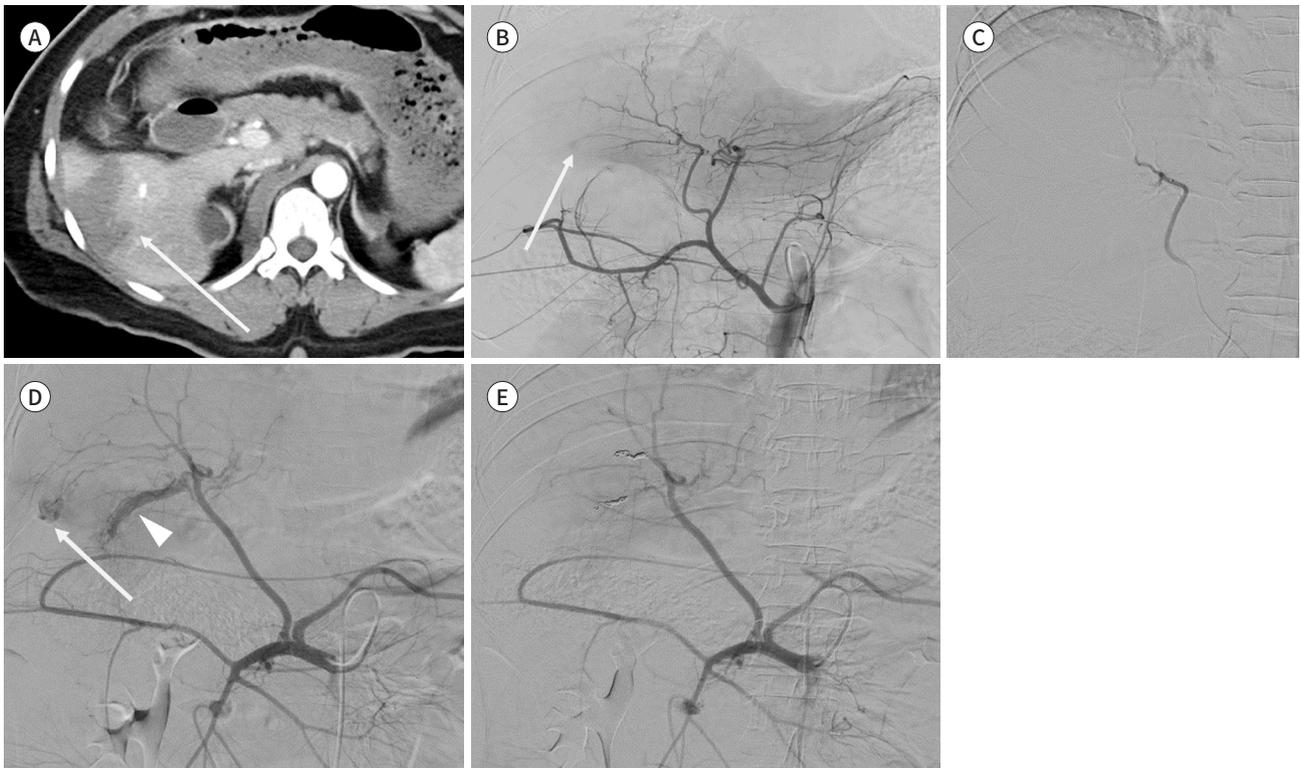
경유배액술 또는 피부경유담즙배액술 적응증이다. 또한 드물지만 간농양도 발생할 수 있다. 이러한 합병증이 생겼을 때는, 피부경유배액술 또는 피부경유담즙배액술로 치료한다(1, 8, 10).

### 외상성 간손상에 대한 인터벤션 치료에서 고려해야 할 사항

외상성 간 손상에 대한 혈관조영술 및 색전술을 시행하기 전 우선적으로 고려해야 할 사항은 조영증강 CT에 대한 면밀한 확인이다. 간동맥은 타 장기에 비해 해부학적 변이가 많다(11). 외상성 손상이 있는 경우 간 주변 혈중에 의해 간실질 위치가 변하여 혈관조영술을 통한 색전 부위 판단이 부정확할 수 있다(Fig. 1). 또한 조영증강 CT에서 보이는 활동성 출혈이 혈관조영술에서 확인되지 않지만 예방적 색전술이 필요한 경우가 드물지 않다. 따라서 시술 전 간손상 부위에 대해 영상 의학적 해부학 및 수술적 해부학을 동시에 확인하여 손상 부위에 대한 정확하고 빠른 치료를 시행하여야 하겠다(12). 그리고 담낭동맥에 대한 면밀한 확인도 필요하다. 비의도적으로 담낭동맥을 색전할 경우 담낭의 허혈 및 경색으로 담즙 유출 등의 심각한 합병증이 발생할 수 있다.

**Fig. 1.** A 38-year-old female with multifocal penetrating abdominal injuries caused by stabbings.

- A.** CT scan shows hepatic parenchymal laceration without contrast extravasation (arrow).
- B.** A celiac angiogram shows suspicious contrast blushing in the lateral portion of the enhanced hepatic parenchyma (arrow). At that time, it was considered a hepatic injury detected on CT; thus, it was embolized.
- C.** After the empirical embolization of one segmental hepatic artery arising from the proper hepatic artery, a follow-up angiogram reveals the occlusion of subsegmental branches.
- D.** The right hepatic angiogram from the superior mesenteric artery shows multifocal vascular injuries, such as pseudoaneurysm (arrow) and an arterioportal shunt (arrowhead), corresponding with the CT scan. Therefore, the previous embolization for one segmental artery arising from the proper hepatic artery and celiac trunk was unnecessary.
- E.** After the selection of culprit vessels, successful embolization was done with multiple detachable coils.



다음으로 고려해야 할 사항은 간실질에서 간동맥은 상호 연결성이 높다는 점이다. 손상 부위 근위부만 막는 경우 결가지(collateral)를 통한 혈액 공급으로 출혈이 지속될 수 있기에 손상 부위 원위부에 대한 색전술도 시행하여야 한다(13). 하지만 이러한 특성은 반대로 간동맥 손상 부위가 비교적 근위부인 경우 적절한 색전물질을 선택하여 근위부만 색전술을 시행한다면, 시술 후 결가지를 통한 원위부에 혈류가 유입되어 불필요한 허혈 및 경색의 위험을 낮출 수 있게 해준다. 간 손상 치료 지침에서도 근위부 간동맥 손상에 대한 수술적 결찰술(ligation)은 괴사, 농양, 담즙종 등의 위험성이 높기 때문에, 가능한 경우 수술 후 혈관내 접근을 권고하고 있다(1).

다음으로 간은 간동맥과 간문맥을 통해 이중으로 혈액을 받는다는 점도 주의하여야 한다. 이 때문에 간은 타 고형 장기에 비해 간동맥 색전술 후 허혈 및 경색 정도가 낮다. 하지만 외상에 의해 해당 부위 간문맥 손상이 동반된 경우나 간동문맥 단락이 있는 경우는 이러한 위험성이 증가한다. 따라서 시술 전 조영증가 CT 및 혈관조영술을 통한 평가가 필요하다. 또한 동문맥 단락을 치료하지 않는 경우 추후 문맥고혈압으로 진행될 수 있어 보다 세심한 평가가 필요하다(12).

## 비장

### 외상성 비장 손상에 대한 인터벤션 진료 지침에서 강조되는 사항

외상성 비장 손상에 대한 혈관조영술 및 색전술의 역할은 다른 복부 고형 장기와 비교하여 더욱 강조된다. 비장 손상의 경우 위에서 언급한 세 가지 공통적인 적응증 이외에 NOM 실패 가능성을 줄이기 위해, 즉 수술적 비장 절제를 줄이기 위해서 혈관조영술 및 색전술을 적극적으로 활용할 것을 권고하고 방법론까지 자세히 명시하고 있다(2).

외상성 비장 손상에 대해 인터벤션 치료를 우선적으로 권장하는 데에는 여러 가지 이유가 있다. 첫째로 비장 전절제의 수술 후 합병증 위험성이 높기 때문이다. 비장은 복강내 존재하는 가장 큰 림프기관으로 면역계에서 중요한 역할을 하며, 적혈구와 혈소판을 재생시키는 역할을 한다. 최근의 연구에서는 비장절제술을 시행하였을 때, 호지킨림프종(Hodgkin lymphoma), 비호지킨림프종(non-Hodgkin lymphoma), 만성골수세포백혈병(chronic myeloid leukemia), 다발골수종(multiple myeloma)과 같은 각종 혈액암 발병 가능성이 크게 증가하고, 폐렴, 폐색전증 및 심혈관계 질환의 위험도 증가된다는 보고가 있다(14). 나이가 고형암 발생도 증가한다는 보고도 있다(15).

또 다른 이유는 비장에 대한 수술적 치료의 한계점이다. 비장 실질은 부분 절제가 어려워 대부분 전절제를 시행한다. 따라서 비장 실질 보존이 어렵다. 이를 극복하기 위해 비장 실질 일부에 대한 자가이식(autotransplantation) 등의 수술적 대안이 제시되었다(16). 하지만 이는 아직까지 지침에 포함될 정도의 학문적 증거는 부족하다.

가장 중요한 이유는 외상성 비장 손상에 대한 혈관색전술은 출혈에 대한 치료 효과가 높고, 나이가 비장 실질 보존율도 높다는 것이다(17, 18). 따라서 지침에서는 혈관색전술이 비장의 활동성 출혈에 대한 지혈만이 아니라, 고령 및 다발손상 등 NOM 실패 위험인자가 있는 경우에는 예방적 색전술을 권고하고 있다(2).

### 외상성 비장 손상에 인터벤션 치료시에 고려해야 할 사항

외상성 비장 손상에 대한 혈관조영술 및 색전술을 시행하는 경우보다 유의해야 할 사항은 다음과 같다. 첫째로 비장 크기는 환자의 혈역학적 안정성에 크게 영향을 받는다는 것이다. 즉, 혈역학적으로 불안정한 환자의 경우 비장 실질 및 혈관이 크게 수축된다(19). 이는 비장 색전술 시행 과정에서 비장 실질 보존을 위해 충분한 색전을 주저하는 요인이 될 수 있다. 하지만 환자가 시술 후 혈역학적으로 안정화되면 생존 비장 실질의 크기가 보다 커지는 경우도 많기에 출혈에 대한 색전술 시행을 망설이지 말아야 하겠다.

둘째로, 비장은 측부 순환이 많다는 점이다. 단위동맥(short gastric artery), 췌장혈관망(pancreatic vascular network), 위대망동맥(gastroepiploic artery) 등이 대표적이다(20). 이로 인한 재출혈 위험성도 있으나, 색전술 후 비장 실질 보존 가능성에서는 긍정적인 요소로 작용한다.

이 중에서 췌장 동맥에 대해서는 보다 주의를 요한다. 치료 지침에서 비장 손상 환자가 다른 출

**Fig. 2.** A 43-year-old male showing a shattered spleen after a car accident.

**A.** CT shows high-grade splenic laceration with contrast extravasation (arrow).

**B.** Splenic angiography confirms a shattered spleen with multifocal contrast leakage and pseudoaneurysms.

**C.** Residual normal parenchymal enhancement was not detected on splenic angiogram; thus, embolization of the main splenic artery was done using an N-butyl-2-cyanoacrylate and lipiodol mixture.

**D.** A follow-up angiogram after embolization reveals no residual bleeding but shows patent pancreatic arteries arising from the proximal portion of the splenic artery (arrows).

**E.** CT after two months shows viable splenic parenchyma after embolization of the main splenic artery (arrow).



혈 부위가 없고 비장에서도 명확한 출혈은 없으나, 임상적으로 출혈이 지속되는 경우에 비장 동맥 근위부에 대한 색전술을 권고하고 있다. 이때 근위부 색전술 시행에서 췌장 동맥 위치에 대한 세심한 평가 후 이보다 원위부에서 색전술을 시행할 것을 추천한다(Fig. 2). 췌장 동맥, 이 중에서도 등췌장동맥(dorsal pancreatic artery)이 비장의 주요 측부 순환 통로이기 때문이다(21).

셋째, 비장 색전술 시행 시 적합한 색전물질 선택에 주의를 기울여야 한다(Fig. 3). 근위부 색전을 시행할 경우는 입자색전물질보다는 코일이나 플러그 등을 이용하여 색전술을 실시하여야 측부 순환에 의한 비장보전이 용이하다. 하지만 이러한 근위부 색전은 측부 순환에 의한 재출혈의 가능성이 있으므로, 시술 후에도 환자가 혈액학적으로 좋아지지 않는다면 수술적 치료를 고려해야 한다. 대량 출혈 환자에서 응고장애가 동반되는 경우나 혈액학적으로 불안정하여 비장 실질내 혈관 수축이 심한 경우에 입자 색전물질을 사용하면 재출혈 위험성이 높다(22). 환자가 손상 혈관

**Fig. 3.** A 74-year-old male with a splenic injury after a car accident.

- A.** CT shows high-grade splenic lacerations with multifocal pseudoaneurysms and contrast extravasation.
- B.** A splenic angiogram shows multifocal pseudoaneurysms (arrows), contrast extravasation (arrowheads), and an arteriovenous shunt (blank arrow).
- C, D.** Multifocal selective angiograms and selective embolization were done with a liquid embolic agent and multiple microcoils.
- E.** After embolization, a follow-up splenic angiogram reveals no residual bleeding.

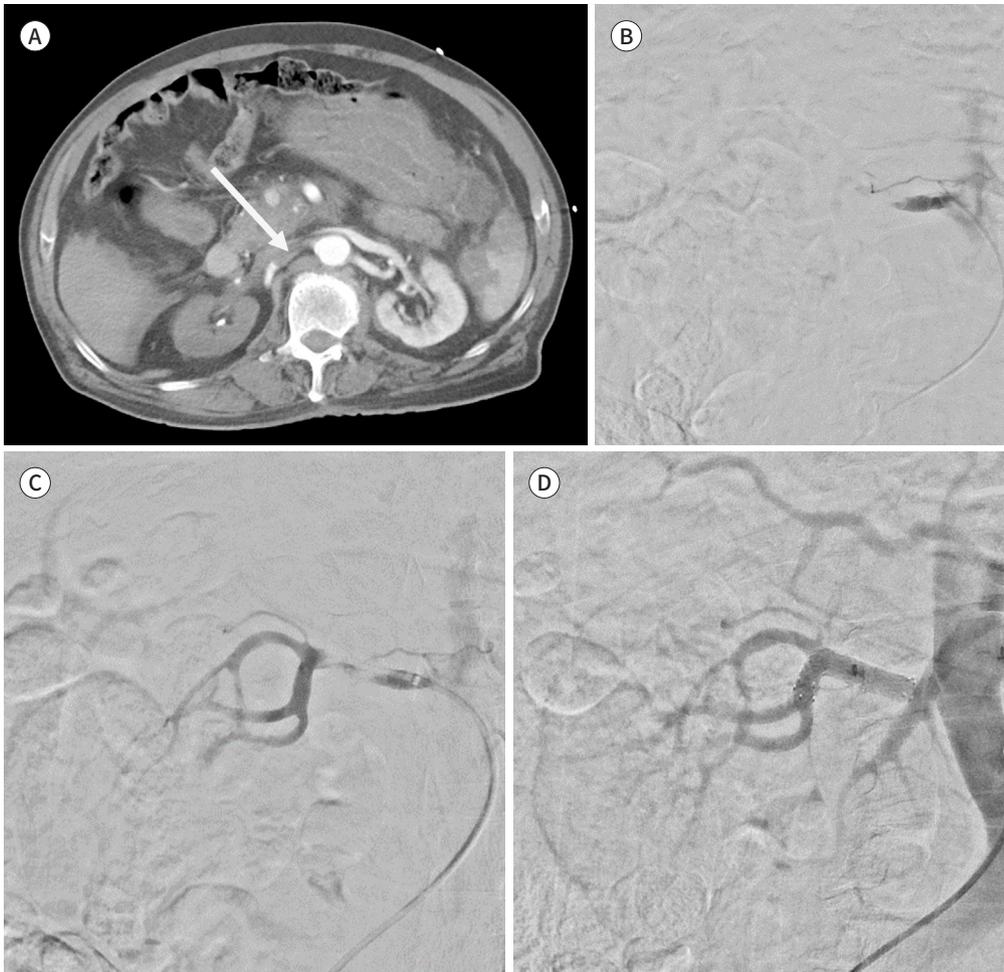


에 대한 선택적 색전술을 시행할 수 있는 비장 손상 및 혈역학적 상태인 경우에는 젤라틴 스펀지 등의 입자 색전물질보다는 NBCA 등이 적합할 것이다.

마지막으로 고려해야 할 사항은, 비장 손상의 경우 지연성 가성동맥류가 발생할 가능성이 7%–15%로 높은 편이며, 그로 인한 파열 위험성 또한 높다는 점이다. 특히 중등도 이상의 고등급 손상이 있는 경우 지연성 가성동맥류 등의 후기 혈관 손상을 평가하기 위해서, 48–72시간 이내의 추적 검사를 권고하고 있고, 많은 외상센터에서 이를 따르고 있다(2). 따라서, 비장 손상 환자의 초기 CT에서 활동성 출혈이 없고 혈역학적으로 안정하다면, 추적 검사 후 시술 여부를 결정할 수 있다.

**Fig. 4.** An 81-year-old male with a main renal artery injury after a motorcycle accident.

- A.** A CT scan shows the discontinuation of the right renal artery (arrow) and almost no enhancement in the right kidney.
- B.** A selective renal angiogram taken two hours after the accident shows a flow-limiting dissection of the right main renal artery.
- C.** After advancing a 5-Fr catheter beyond the flow-limiting dissection, a renal angiogram reveals the exact dissection extent.
- D.** After the deployment of the 10-mm self-expandable metallic stent, an abdominal aortogram shows restoration of the right main renal vascular flow.



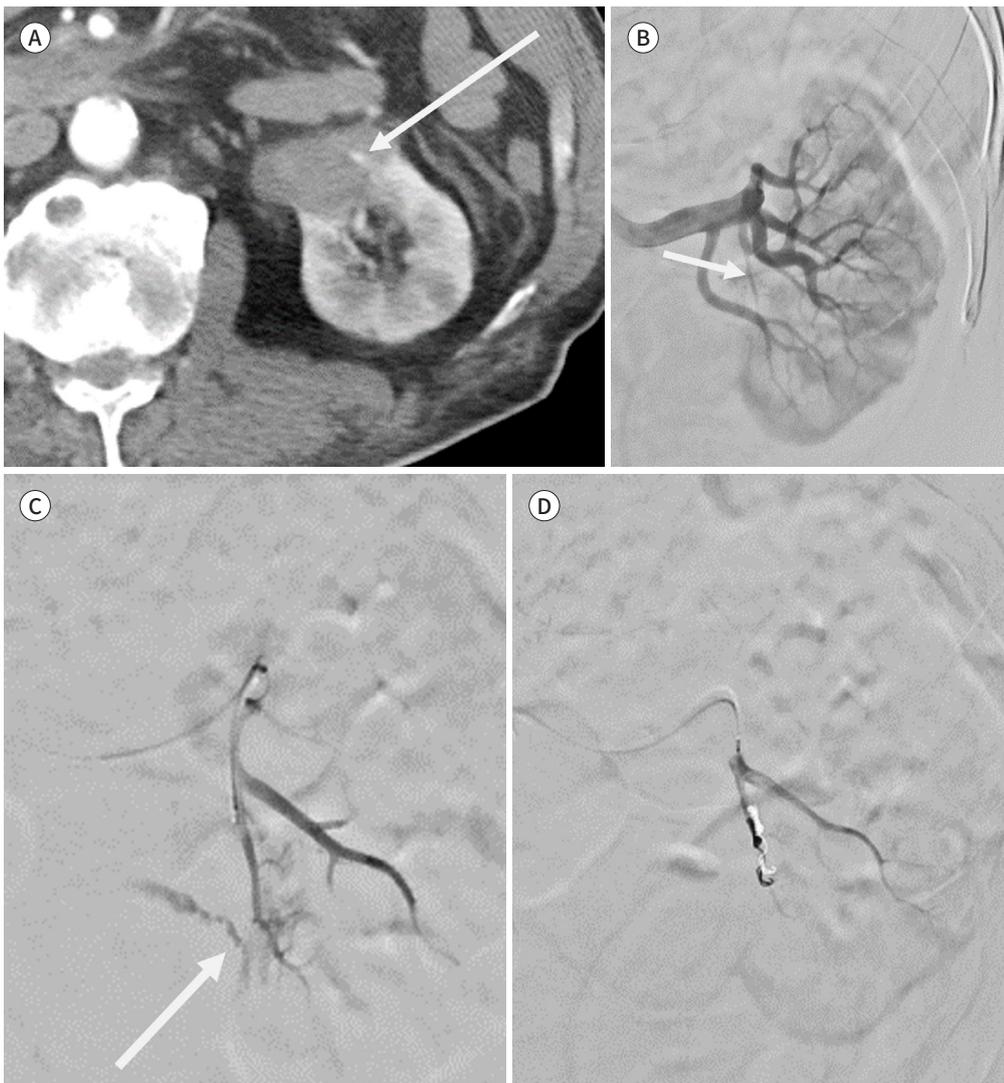
## 신장

### 외상성 신장 손상에 대한 인터벤션 진료에서 강조되는 사항

신장의 외상성 손상에 대한 치료 지침에서 타 장기에 비해 보다 강조되는 사항은 신장 실질 보존이다(3, 23). 신장은 장기 특성상 끝동맥 장기(end artery organ)이기 때문에 신장 손상 부위에 색전술을 시행하면 경색이 유발되어 해당 부위는 기능을 상실하며, 과도한 색전술을 시행할 경우 잔여 신장 실질이 적어져 신부전으로 진행할 수 있다. 또한 외상 환자 초기 평가에서 기저 신기능 평가가 제한적인 경우도 있고, 외상 자체가 신부전의 위험 요소이기에 보다 주의를 요한다. 따라서

**Fig. 5.** A 74-year-old male with a left renal injury after a car accident.

- A.** A CT scan shows left renal parenchymal laceration with contrast extravasation (arrow).
- B.** A left renal angiogram reveals no contrast extravasation, but it also shows an abrupt cut-off of a segmental renal artery (arrow).
- C.** A more selective left renal angiogram with a microcatheter show focal contrast extravasation (arrow), corresponding with the CT findings.
- D.** After embolization using multiple detachable coils, a repeat angiogram shows no more bleeding.



외상성 신장 손상의 진료 지침에서 이를 반영하여, 혈관조영술 및 색전술 시행에 있어 가능한 초선택적 색전술을 권고하고 있다. 또한 출혈 부위가 혈관 조영술에서 불명확한 경우 경험적 색전술(empirical embolization)을 시행하기 하는 것보다 경과 관찰을 하고 필요한 경우 재시술을 권고하고 있다.

또한 주 신장 동맥 손상이 있는 경우에도 인터벤션 치료가 권고된다. 이와 같은 손상이 있는 경우 혈관내 혈관 성형술 또는 스텐트 그래프트 설치 적응증이 된다(Fig. 4). 이는 다른 장기에 비해 신장 손상에서 주 동맥 손상이 보다 흔하고, 수술적 재개통술 성적이 낮기 때문이다(24). 지침에서는 손상 후 4시간 이내일 경우 시행을 권고하고 있으나, 임상에서는 보다 가변적이다.

### 외상성 신장 손상에 인터벤션 치료시에 고려해야 할 사항

간혈관에 비해 빈도 및 중요성이 낮기는 하지만, 신장 동맥 또한 해부학적 변이가 드물지 않다. 이에 시술 전 신장 동맥의 위치와 수에 대한 평가가 우선되어야 한다. 또한 신장 주변에 위치하지만 기원이 다른 극동맥(polar artery) 등에 파악도 시술 전 면밀하게 하는 것이 필수적이다(25). 이는 시술 전 CT 영상을 통해 평가할 수 있으며, 경우에 따라 복부 대동맥 혈관조영술을 시행하는 것이 필요하다.

CT의 활동성 출혈이 조영술에서 확인되지 않는 경우가 신장 손상에서는 타 장기 손상에 비해 보다 흔하다(5). 이는 신장이 후복강에 위치하고 있어 복강에 위치한 타 장기에 비해 잠재적 공간이 작아 혈중에 의한 외부 압박으로 지혈되는 경우가 많기 때문이다. 또한 혈관조영술을 시행할 때 신장은 과혈관 장기로 다른 정상혈관에 의해 가려져 출혈 병변이 보이지 않는 경우도 많다. 이를 극복하기 위해 손상 부위에 대해 보다 선택적 조영술이 필요하다(Fig. 5). 또한 C-arm의 각도 조절을 통해 조영술을 반복하고 필요한 경우 cone-beam CT를 시행하는 것도 도움이 되겠다. 색전물질 선택에 있어서도 입자 색전물질보다는 코일이 선호된다(26).

## 결론

복부 고형 장기 외상에 대한 인터벤션은 혈액학적으로 안정된 환자의 출혈에 대한 1차 치료로 사용되고 있고, 최근에는 혈액학적으로 불안정한 환자라도 그 영역이 확대되고 있다. 따라서, 각각의 복부 고형 장기 손상 환자에서 각 장기에 따른 인터벤션 영상학과 의사가 알아야 할 사항과 기술적 조언을 숙지하여야 적절하고 효과적인 인터벤션 치료를 시행할 수 있다.

### Author Contributions

Conceptualization, all authors; data curation, J.C.H.; investigation, all authors; methodology, all authors; project administration, all authors; software, J.H.S., S.S.H.; supervision, J.H.S., S.S.H.; validation, all authors; visualization, J.H.S., S.S.H.; writing—original draft, J.H.S.; and writing—review & editing, J.C.H., S.S.H.

### Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

### Funding

None

## REFERENCES

1. Coccolini F, Coimbra R, Ordonez C, Kluger Y, Vega F, Moore EE, et al. Liver trauma: WSES 2020 guidelines. *World J Emerg Surg* 2020;15:24
2. Coccolini F, Montori G, Catena F, Kluger Y, Biffl W, Moore EE, et al. Splenic trauma: WSES classification and guidelines for adult and pediatric patients. *World J Emerg Surg* 2017;12:40
3. Coccolini F, Moore EE, Kluger Y, Biffl W, Leppaniemi A, Matsumura Y, et al. Kidney and uro-trauma: WSES-AAST guidelines. *World J Emerg Surg* 2019;14:54
4. Inukai K, Uehara S, Furuta Y, Miura M. Nonoperative management of blunt liver injury in hemodynamically stable versus unstable patients: a retrospective study. *Emerg Radiol* 2018;25:647-652
5. Yuan KC, Wong YC, Lin BC, Kang SC, Liu EH, Hsu YP. Negative catheter angiography after vascular contrast extravasations on computed tomography in blunt torso trauma: an experience review of a clinical dilemma. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012;20:46
6. Yonemitsu T, Kawai N, Sato M, Tanihata H, Takasaka I, Nakai M, et al. Evaluation of transcatheter arterial embolization with gelatin sponge particles, microcoils, and N-butyl cyanoacrylate for acute arterial bleeding in a coagulopathic condition. *J Vasc Interv Radiol* 2009;20:1176-1187
7. Singh A, Kumar A, Kumar P, Kumar S, Gamanagatti S. "Beyond saving lives": current perspectives of interventional radiology in trauma. *World J Radiol* 2017;9:155-177
8. Viridis F, Reccia I, Di Saverio S, Tugnoli G, Kwan SH, Kumar J, et al. Clinical outcomes of primary arterial embolization in severe hepatic trauma: a systematic review. *Diagn Interv Imaging* 2019;100:65-75
9. Green CS, Bulger EM, Kwan SW. Outcomes and complications of angioembolization for hepatic trauma: a systematic review of the literature. *J Trauma Acute Care Surg* 2016;80:529-537
10. Saltzherr TP, van der Vlies CH, van Lienden KP, Beenen LF, Ponsen KJ, van Gulik TM, et al. Improved outcomes in the non-operative management of liver injuries. *HPB (Oxford)* 2011;13:350-355
11. Song SY, Chung JW, Yin YH, Jae HJ, Kim HC, Jeon UB, et al. Celiac axis and common hepatic artery variations in 5002 patients: systematic analysis with spiral CT and DSA. *Radiology* 2010;255:278-288
12. Gilyard S, Shinn K, Nezami N, Findeiss LK, Dariushnia S, Grant AA, et al. Contemporary management of hepatic trauma: what IRs need to know. *Semin Intervent Radiol* 2020;37:35-43
13. Tzeng WS, Wu RH, Chang JM, Lin CY, Koay LB, Uen YH, et al. Transcatheter arterial embolization for hemorrhage caused by injury of the hepatic artery. *J Gastroenterol Hepatol* 2005;20:1062-1068
14. Sabe AA, Claridge JA, Rosenblum DI, Lie K, Malangoni MA. The effects of splenic artery embolization on nonoperative management of blunt splenic injury: a 16-year experience. *J Trauma* 2009;67:565-572; discussion 571-572
15. Kristinsson SY, Gridley G, Hoover RN, Check D, Landgren O. Long-term risks after splenectomy among 8,149 cancer-free American veterans: a cohort study with up to 27 years follow-up. *Haematologica* 2014;99:392-398
16. Pisters PW, Pachter HL. Autologous splenic transplantation for splenic trauma. *Ann Surg* 1994;219:225-235
17. Lee R, Jeon CH, Kim CW, Kwon H, Kim JH, Kim H, et al. Clinical results of distal embolization in grade V splenic injury: four-year experience from a single regional trauma center. *J Vasc Interv Radiol* 2020;31:1570-1577.e2
18. Haan JM, Biffl W, Knudson MM, Davis KA, Oka T, Majercik S, et al. Splenic embolization revisited: a multicenter review. *J Trauma* 2004;56:542-547
19. Enslow MS, Preece SR, Wildman-Tobriner B, Enslow RA, Mazurowski M, Nelson RC. Splenic contraction: a new member of the hypovolemic shock complex. *Abdom Radiol (NY)* 2018;43:2375-2383
20. Walker TG. Mesenteric vasculature and collateral pathways. *Semin Intervent Radiol* 2009;26:167-174
21. Quencer KB, Smith TA. Review of proximal splenic artery embolization in blunt abdominal trauma. *CVIR Endovasc* 2019;2:11
22. Lopera JE. Embolization in trauma: principles and techniques. *Semin Intervent Radiol* 2010;27:14-28
23. Kwon H, Bae M, Jeon CH, Hwangbo L, Lee CM, Kim CW. Volume preservation of a shattered kidney after blunt trauma by superselective renal artery embolization. *Diagn Interv Radiol* 2022;28:72-78
24. Knudson MM, Harrison PB, Hoyt DB, Shatz DV, Zietlow SP, Bergstein JM, et al. Outcome after major renovascular injuries: a Western trauma association multicenter report. *J Trauma* 2000;49:1116-1122
25. Ozkan U, Oğuzkurt L, Tercan F, Kizilkiliç O, Koç Z, Koca N. Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients. *Diagn Interv Radiol* 2006;12:183-186
26. Kwon H, Jeon CH, Kim CW. Intervention for urologic trauma. *J Korean Soc Radiol* 2019;80:667-683

## 복부 고형 장기 외상에 대한 인터벤션의 임상적 역할

정현석<sup>1</sup> · 전창호<sup>2</sup> · 서상현<sup>1\*</sup>

외상성 복부 장기 손상 환자의 치료에서 비수술적 치료의 비중이 증가하고 있으며, 이는 혈관 내 인터벤션 치료의 발전과 보편화와 연관이 있다. 최근 American Association for the Surgery of Trauma (AAST)의 Organ Injury Scaling System과 World Society of Emergency Surgery (WSES)에서 간, 비장, 신장 외상 진료 및 치료에 대한 가이드라인을 발표하였고, 인터벤션 치료의 역할을 명확히 제시하였다. 이를 바탕으로 인터벤션 영상의학의 관점에서 외상 환자 치료에 참여하면서 기본적으로 알고 있어야 할 내용 및 각 장기별 인터벤션 치료시 고려할 사항에 대해 알아보하고자 한다.

<sup>1</sup>원광대학교병원 영상의학과,

<sup>2</sup>가톨릭대학교 의과대학 은평성모병원 영상의학과