



Intervention for Urologic Trauma

비뇨기계 외상 인터벤션

Hoon Kwon, MD¹ , Chang Ho Jeon, MD^{1,2*} , Chang Won Kim, MD¹

¹Department of Radiology, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

²Medical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

Urinary tract injuries occur in up to 10% of patients with abdominal trauma, and the kidney is the most commonly injured structure of the urinary system. The kidney is the third most common abdominal organ to be injured by trauma, following the spleen and liver, in that order. The American Association for the Surgery of Trauma kidney injury scale is the most commonly used classification system for blunt renal injuries, which grades renal injury based on the size of laceration and its proximity to the renal hilum on CT. CT aids in delineating the most important features of urological injury that affect the diagnosis and management, including interventions. The major renal injuries are usually surgical emergencies. The current trend toward a more conservative management of renal trauma and advances in interventional radiology in the field of trauma may increase the use of interventional procedures for patients with renal injury. Urethral injuries can be anterior or posterior depending on the injury site, and interventional urethral realignment plays an important role in the treatment of urethral injury and surgical repair or endoscopic urethral realignment. Therefore, in this paper, we provide a literature review and discuss the efficacy and clinical significance of intervention for urologic trauma.

Index terms Embolization, Therapeutic; Interventional Radiology; Kidney; Trauma; Urethra

서론

비뇨기계 손상은 복부 외상환자의 약 10%에서 발생하며, 그중 신장은 가장 자주 손상되는 비뇨기계 장기다. 복부 손상 환자 중 신장 손상은 1.2~3.25%까지 보고된다(1, 2). 가장 흔한 임상적 징후는 혈뇨지만 그 출혈의 정도가 보통 신손상의 정도를 반영하지는 않는다. 신문부에 생긴 손상의 경우 1/3의 환자에서는 혈뇨가 발생하지 않는다. 영상 검사는 손상의 정도를 파악하고 적절한 치료 계획을 세우기 위한 평가에 필수적이며 그중에서도 전산화단층촬영(computed tomography; 이하 CT)이 단순 촬영이나 초음파 검사에 비해 중요한 검사로 사용된다. 신손상에 대한 치료 방침은 동반된 다른 복부 장기 손상 여부를 감안해 결정되는 경우가 많다. 신손상 중 75~80%는 좌상이나 표재성 열상의 경미한 손상으로, 비수술적 보존적 치료를 할 수 있다. 주요 신손상은 상대적으로 낮은 빈도로 발생하며, 일반적으로 외

Received February 24, 2019

Revised May 4, 2019

Accepted May 9, 2019

*Corresponding author

Chang Ho Jeon, MD
Department of Radiology,
Pusan National University Hospital,
179 Gudeok-ro, Seo-gu,
Busan 49241, Korea.

Tel 82-51-240-7354

Fax 82-51-254-0192

E-mail changho.jeon@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.

ORCID iDs

Chang Ho Jeon 

<https://>

orcid.org/0000-0002-1762-5379

Hoon Kwon 

<https://>

orcid.org/0000-0003-4055-5863

과적 응급으로 받아들여진다. 그러나 미세카테터의 사용과 색전 물질의 발전과 함께 인터벤션 시술의 효용성, 안전성이 지속적으로 발표됨에 따라 주요 신손상의 치료에 있어서도 비수술적 보존적 치료가 외상 영역의 중요한 흐름으로 자리 잡아가고 있다(3). 요도 손상은 손상 부위에 따라 전부요도손상과 후부요도손상으로 나눌 수 있으며, 손상 부위에 따라 원인, 동반 손상, 치료방법 및 합병증 빈도에 차이가 있다. 전부요도손상은 요도에 직접 가해지는 외상으로 인한 단독 손상이 흔한 반면에, 후부요도손상은 골반골절과 연관성이 있어 다른 장기에 손상이 동반되는 경우가 많다. 요도 손상의 치료는 수상 직후 시행하는 일차봉합술과 내시경하 일차적 요도재배열술 및 치골상부 방광루 설치술 후 지연교정술의 세 가지로 크게 나눌 수 있으며 인터벤션 요도배열술도 요도 손상의 치료에 있어 중요한 역할을 담당하고 있다(4).

신장 손상

신손상의 기전: 둔상성 손상

신장은 후복막기관이며 늑골, 신장 근막, 신장 주위 지방에 의해 둔상성 외상으로부터 보호되는 장기이다. 대부분의 신손상은 교통사고, 추락 등에 의한 둔상성 손상에 의하며, 표재성 또는 심부성 열상, 신주위 또는 신장 내 혈종, 그리고 신파열 등이 생길 수 있다. 신손상은 둔상성 또는 관통성 복부 손상의 8~10%에서 발생하며(5), 이로 인한 신장 내로의 출혈은 종종 신집합계로의 출혈로 이어져 혈뇨를 유발한다. 교통사고에서 일어날 수 있는 감속 손상에 의해서는 드물지만 주 신동맥의 박리나 파열이 일어날 수도 있다. 미국 외상 데이터베이스를 기반으로 한 연구(6)에 따르면, 신동맥 손상은 전체 둔상성 외상 환자의 0.05%에서 나타나며 신손상 환자 중에서는 2.5~4%까지도 나타나는 것으로 알려져 있고 이는 관통성 손상에 의한 것보다 많은 비율이다(7, 8). 혈뇨는 신동맥 손상에서는 종종 나타나지 않아 혈뇨가 없는 신동맥 손상에서는 이를 간과할 경우에 진단이 늦어지는 원인이 된다. 위의 미국 외상 데이터베이스를 기반으로 한 연구에서 신동맥 손상 환자의 사망률은 21%였으며, 몇 증례에서는 수술적으로 신동맥의 재개통이 시행되었지만 사망률이 15%로 여전히 높았다고 보고하였다. 신동맥에 대한 외상은 혈관 내막 손상과 혈관 박리를 일으키고, 이후 혈소판이 응집되며 응고 연쇄반응을 일으켜 신동맥 폐색을 야기한다. 이런 경우 CT에서는 신장의 조영증강이 완전 소실되며 수 시간이 경과하면 신피막 동맥에 의한 결순환 관류로 인해 피질 테두리 징후(cortical rim sign)가 확인될 수 있다. 드물지만 신동맥의 완전 파열이 있는 경우는 인근 대동맥 주위에 혈종이 보일 수 있다.

신손상의 기전: 관통성 손상

날카로운 물체에 의한 자상, 총상, 경피적 신생검, 그리고 경피적 신루술은 신장에 좁고 긴 경로를 남기게 된다. 따라서 이런 경우 동맥 손상의 가능성이 높아지는데 특히 자상이나 총상의 경우에 높은 비율로 가상동맥류 또는 동정맥루가 생길 수 있다. 전형적으로 관통성 신손상 환자는 지속적인 혈뇨를 보이며 심하면 쇼크로 진행할 수 있다. 그러나 임상적으로 관통성 손상에 의한 출혈 중 많은 경우는 의인성 손상으로 경피적 신생검, 신루술, 쇄석술과 관련되어 이차적으로 일어

난다. 이러한 시술들은 상대적으로 안전하고 출혈의 위험이 적은 것으로 알려져 있지만 의학적 필요에 의해 그 사용이 빈번해짐에 따라 의인성 손상의 발생이 증가하게 되었다. 특히 이식 신의 신기능 감소의 원인을 알아보기 위해서 신생검이 시행되는데, 이와 같은 이식 신에 대한 경피적 신생검 후 혈관 합병증이 15%까지 보고된 바 있다(9). 자상이나 총상에 의한 신손상의 경우, 상처가 좁고 길기 때문에 손상의 깊이를 알기 위한 외과적으로 평가하는 것이 어렵고 제한적일 수 있다. 그러나 관통성 손상의 경우 무균성 환경이 아닐 가능성이 높아 변연 절제술이나 근치적 신장절제술 등의 수술적 치료가 많은 경우에서 필요하다.

영상 검사

전통적으로 비뇨기계 영상의학 영역에서는 역행성 요로조영술 또는 고식적 경정맥 신우조영술이 사용되었다. 그러나 이 검사들은 시간이 많이 소요되고 결과가 비특이적이며 신실질에 대한 평가에 제한이 있어서, 현재는 다른 검사로 많이 대체되었다(10). 초음파 검사는 침상에서 비침습적으로 빠르게 시행할 수 있어서 비뇨기계 평가에 유용하다. 특히 최근에는 Focused Assessment with Sonography for Trauma라는 명칭으로 응급, 외상 영역에서 활용 범위가 점차 확대되고 있으며, 복부 내의 체액 저류를 평가해서 생명을 위협하는 수준의 손상 여부를 빠르게 판정하고 응급 개복술을 포함하는 후속 치료 방침을 마련하는 선별검사로 이용된다. 그러나 초음파로는 각 장기의 손상을 평가하는데 제한이 있으며 후복막강 출혈에 대한 평가에는 민감도가 떨어진다. 특히 신장의 병증 및 손상에 대해 낮은 민감도를 보이기 때문에 초음파에서의 음성 소견만으로는 낮은 등급의 신손상을 배제할 수 없다(11, 12).

조영증강 CT는 신손상이 의심되는 경우에 시행하는 가장 주요한 영상 검사이다(13, 14). CT는 응급의학 영역에서 널리 사용되고, 다중 검출기 CT는 혈액학적으로 불안정한(systolic blood pressure < 90 mm Hg) 상태의 환자에게 신속히 시행 가능하며, 영상 획득과 그 정보의 해석에 있어 검사자에 의존하지 않는 객관적인 검사이다. 조영증강을 하면 신실질의 손상 유무나 정도, 동맥 출혈의 유무를 높은 민감도와 특이도로 평가할 수 있으며, 지연기 영상으로 신집합계의 상태에 대한 정보도 얻을 수 있다. 뿐만 아니라, 신손상 환자의 대부분이 다른 복부 장기의 손상을 동반하기 때문에, 복부 장기손상과 후복막강의 손상 유무를 포함한 전체적이고 객관적인 정보를 한 번에 얻을 수 있다는 장점이 있다. 둔상성 외상 환자에서 육안적 혈뇨가 있거나 현미경적 혈뇨와 함께 혈액학적 불안정성을 동반하는 경우, 또는 고속 주행 중의 자동차 사고와 같이 신손상과 연관성이 있다고 알려진 원인으로 인한 복부 손상인 경우라면 CT는 필수적이다(15, 16).

고식적 혈관조영술은 원래 신동맥의 손상 여부를 평가하기 위한 일차적인 검사였으나, 현재 CT로 쉽고 신속하게 평가할 수 있어서 진단적 목적의 혈관조영술은 거의 시행되지 않으며, 신손상으로 인한 동정맥류, 가성동맥류, 동맥출혈 등에 대한 치료적 목적으로 주로 사용되고 있다. 그밖에 신조직의 활력소실(devitalization), 소변 유출, 요로계 혈관손상 등을 평가하기 위해 진단적 목적으로 시행할 수도 있다.

신손상 분류

신손상에 대한 분류는 CT 영상에 기초한 미국 외상외과협회(The American Association for Surgery of Trauma; 이하 AAST) 분류법을 많이 사용하고 있다. AAST 분류법은 신손상 정도를 손상의 깊이, 혈관이나 집합계의 손상 유무에 따라 분류해 놓은 것으로 CT 영상소견과 일치한다. 적절한 신손상의 분류가 환자에 대한 적절한 치료를 가능하게 하며(17), 이 분류법에 따른 신손상 정도는 환자가 받게 될 수 있는 신적출술에 대한 가장 확실한 예측인자가 된다는 연구가 있다(18).

2018년에 개정된 AAST 신손상 분류(Table 1)에서 1등급 손상은 전체 신손상의 75%로 가장 많은 부분을 차지하며, 1등급 손상의 영상소견은 타박상이면서 혈뇨가 있거나 신실질의 열상 없이 피막하 혈종만을 보인다. 타박상은 병소가 잘 구분되지 않을 수 있고, 뚜렷하게 조영증강이 감소한 부위로 보일 수도 있다. 2등급 손상은 집합계를 포함하지 않아 조영제 누출이 없는 1 cm 이하의 신실질 열상이 있는 경우이거나, 신주위 근막 안에 국한되고 신주위 혈종이 있는 경우이다. 3등급 손상은 집합계를 포함하지 않아 조영제 누출이 없는 깊이 1 cm 초과 신실질 열상이 있는 경우이거나, 신주위 근막 안에 국한된 혈관 손상 또는 활동성 출혈이 있는 경우이다. 4등급 손상은 다섯 가지로 나눌 수 있다: 1) 조영제의 누출이 동반된 집합계를 포함하는 신실질 열상, 2) 요관신우이행부의 완전파열을 동반하거나 동반하지 않는 신우의 열상이거나, 3) 신동맥 또는 정맥 분지의 손상이거나, 4) 신주위 근막을 넘어서 복강이나 후복강으로 팽창하는 활동성 출혈이 있는

Table 1. AAST Kidney Injury Scale, 2018 Revision (48)

AAST Grade	AIS Severity	Description of Injury
I	2	- Subcapsular hematoma and/or parenchymal contusion without laceration
II	2	- Perirenal hematoma confined to Gerota fascia - Renal parenchymal laceration ≤ 1 cm depth without urinary extravasation - Renal parenchymal laceration > 1 cm depth without collecting system rupture or urinary extravasation
III	3	- Any injury in the presence of a kidney vascular injury or active bleeding contained within Gerota fascia - Parenchymal laceration extending into urinary collecting system with urinary extravasation - Renal pelvis laceration and/or complete ureteropelvic disruption
IV	4	- Segmental renal vein or artery injury - Active bleeding beyond Gerota fascia into the retroperitoneum or peritoneum - Segmental or complete kidney infarction(s) due to vessel thrombosis without active bleeding - Main renal artery or vein laceration or avulsion of hilum
V	5	- Devascularized kidney with active bleeding - Shattered kidney with loss of identifiable parenchymal renal anatomy

Vascular injury is defined as a pseudoaneurysm or arteriovenous fistula and appears as a focal collection of vascular contrast that decreases in attenuation with delayed imaging. Active bleeding from a vascular injury presents as vascular contrast, focal or diffuse, that increases in size or attenuation in delayed phase. Vascular thrombosis can lead to organ infarction. Grade based on highest grade assessment made on imaging, at operation, or on pathologic specimen. More than one grade of kidney injury may be present and should be classified by the higher grade of injury. Advance one grade for bilateral injuries up to Grade III.

AAST = American Association for the Surgery of Trauma, AIS = abbreviated injury scale

경우이거나, 5) 활동성 출혈을 동반하지 않는 혈관색전증으로 인한 분절성 또는 완전신경색이다. 5등급 손상은 조각난 신장이거나, 신문부위 찢김이나 주 신동맥 또는 신정맥의 열상 즉 신문부의 손상으로 인해 신장의 활력소실이 생긴 경우이거나, 활력이 소실된 신장에 활동성 출혈이 동반되는 경우의 세 가지로 구분된다. 3등급 손상까지는 양측성인 경우에는 한 등급 상향된다.

치료 방법: 둔상성 신손상

출혈을 최소화하고 신기능을 보존하는 것이 신손상에 대한 치료의 주요 목표이다. 그러므로 대부분의 경우에 보존적인 치료법이 쓰인다. 많은 신손상에서 다른 장기 손상 동반을 확인하기 위해 시험적 개복술을 시행하는 경우가 많은데, 신 관통상을 받은 환자의 61%에서 개복술이 시행되었다는 보고가 있다(19). 이렇게 시험적 개복술을 받게 되면 보존적 치료를 받는 환자에 비해 신적출혈 시행이 보다 많아진다. 게다가 신장 봉합술 등의 수술적 치료 후에 종종 신기능이 현저히 저하되기도 한다. 신손상에서 보존적 치료가 현재의 주요 흐름이 된 것은 CT 사용의 증가, 집중치료실 환자 관리의 개선, 그리고 카테터를 이용한 색전술의 임상적 유용성과 안정성에 기인한다.

신손상에 대한 치료는 지난 20년 동안 빠르게 진화해왔다. 대부분의 경우 외과적 개복술이 일반적으로 수행되었지만, 이제는 대부분의 경우에서 비수술적, 보존적 접근이 받아들여진다(20). 1등급과 2등급의 신손상은 자연 치유되기 때문에 경과관찰이 권장된다. 전향적 관찰 연구에 포함된 200명의 환자 중 18명의 신 관통상이 있는 환자에서 1등급 신손상의 96%, 2등급 신손상의 73%가 비수술적인 치료로 성공적으로 회복되었고, 나머지는 즉시 또는 지연된 수술적 치료가 필요했다(19). 3등급과 4등급 병변의 치료는 여전히 논란의 여지가 있으며 해당 의료 기관의 방침에 따라 치료 방법이 각각 다르다. 많은 수의 3등급 신손상이 경과관찰과 더불어 보존적으로 치유되는 반면, 일부 3등급 병변은 외과적 수술 교정이 필요하기도 한다.

많은 외상의들은 환자가 혈액학적으로 안정적일 때는 보존적 치료를 선택한다(21). 혈액학적으로 안정적인 3등급 및 4등급 신손상 환자의 대부분은 보존적으로 치료할 수 있지만, 지연된 신장 출혈이 발생할 수 있고 이는 환자에게 치명적일 수 있다(2). 혈관조영술과 동맥색전술이 불필요한 외과적 수술을 피하고 지연된 재출혈 빈도를 줄이는데 중요한 역할을 하기 때문에, 3등급 및 4등급 신손상은 혈관조영술과 동맥색전술의 가장 적절한 적응증이다. 이러한 범주 내에서 크기가 큰 신주위 혈종이 있거나 활동성 혈관 외 조영제 유출이 있다면 혈관조영술을 적극적으로 고려하는 것이 필요하다. 그러나 매우 심한 혈액학적 불안정성, 다른 복부 장기의 심한 손상, 소변 누출의 존재 또는 신실질의 50% 이상 손상이 있는 경우에는 수술적 치료가 종종 필요하다. 이전 연구에 따르면 1등급에서 4등급 신손상의 전체 사망률은 약 5%로 낮고, 1등급과 4등급 신손상 환자 사이의 사망률에는 유의한 차이가 없다(22). 5등급 신손상은 비교적 드물고 일반적으로 외과적 수술적 치료가 필요한 것으로 알려져 있으나(22) 최근 들어 4등급뿐만 아니라 5등급 신손상까지도 동맥색전술을 포함한 보존적 치료로 좋은 성과를 얻은 보고가 많기 때문에(23, 24), 모든 등급의 신손상에서 적극적으로 혈관조영술과 동맥색전술을 치료의 선택지로 고려하는 것이 필요하다. 다만 5등급 신손상의 경우에는 다른 복부 장기에 심각한 손상이 동반된 경우가 많으므로, 다른 장기의 손상을 치료하기 위해서라도 수술적 치료를 적극적으로 고려하게 된다. 그러나 신손상은 임상적으로 의

심되거나 수술 전 영상 검사로 입증되는 경우를 제외하면, 다른 복강 내 손상에 대한 응급개복술 동안 간과될 수 있으니 주의해야 한다. 5등급 신손상에서 사망률은 29%에 이른다(22).

치료 방법: 신동맥 손상

신동맥 손상(4등급 및 5등급 손상)의 치료를 위해서는 신장 절제술, 수술적 봉합, 인터벤션 및 경과관찰의 방법이 있다. 신동맥 손상으로 인한 허혈은 2시간만 지나도 비가역적인 신손상을 일으킬 수 있다(25). 따라서 신동맥 손상 이후 수 시간이 지나고 나면 수술적 봉합이나 인터벤션 치료는 권장되지 않는다. 그러나 양측의 신동맥 손상이거나 또는 단독 신장의 신동맥 손상인 경우에는, 허혈 시간이 수 시간을 초과하더라도 치료를 시도할 수 있다. 신장 동맥의 수술적 혈관 봉합술은 수술 이후에 신장 관류 회복이 제한적이어서 전통적으로 예후가 좋지 않았다(26, 27). 한 연구에서 보고된 바에 따르면, 신장 동맥 손상이 있는 36명의 환자 중 6명은 응급 신장 절제술을 받았고 9명의 환자에서 혈관 봉합술을 받았는데 그중 2명에서만 신장 보존이 가능했다(7).

치료 방법: 관통성 신동맥 손상

동맥색전술은 관통성 신손상의 치료에 더 일반적으로 사용될 가능성이 크다. 동맥색전술의 적응증을 결정하는 데 있어서, 환자의 혈액학적 안정 상태, 신장과 인접한 소장 및 대장 손상의 동반 여부는 필수적인 고려사항이다. 그러나 응급 혈관조영술과 동맥색전술은 치료에 반응하지 않는 쇼크 상태의 혈액학적 불안정을 안정화시키고, 후속 수술 시행의 빈도도 감소시킬 수 있다. 동맥색전술은 특히 관통성 신손상 환자의 수술에 대한 대안으로 권장되어야 한다. 이전에 발표된 관통성 신손상에서의 성공적인 색전술 증례의 대부분이 수술적 치료가 실패한 경우를 대상으로 하고 있기 때문이다.

관통성 신손상에서는 지연성 재출혈에 대해 인지하고 치료에 대비하고 있어야 한다. 지연성 출혈은 심한 열상, 5등급 손상, 또는 보존적으로 치료 중인 신손상의 경우에서 더 높은 빈도로 발생한다(28). 일차적인 출혈 후에 언제든지 발생할 수 있으며, 가장 흔하게는 외상 후 2~3주에 발생한다. 보통 가성동맥류 또는 동정맥류의 형태로 발생하며 관통성 신손상의 경우는 둔상성 신손상에 비해 지연성 재출혈의 빈도가 높다(28). 지연성 재출혈에 대해서는 대부분 혈관조영술과 동맥색전술로 치료가 가능하다.

치료 방법: 동맥색전술의 적응증

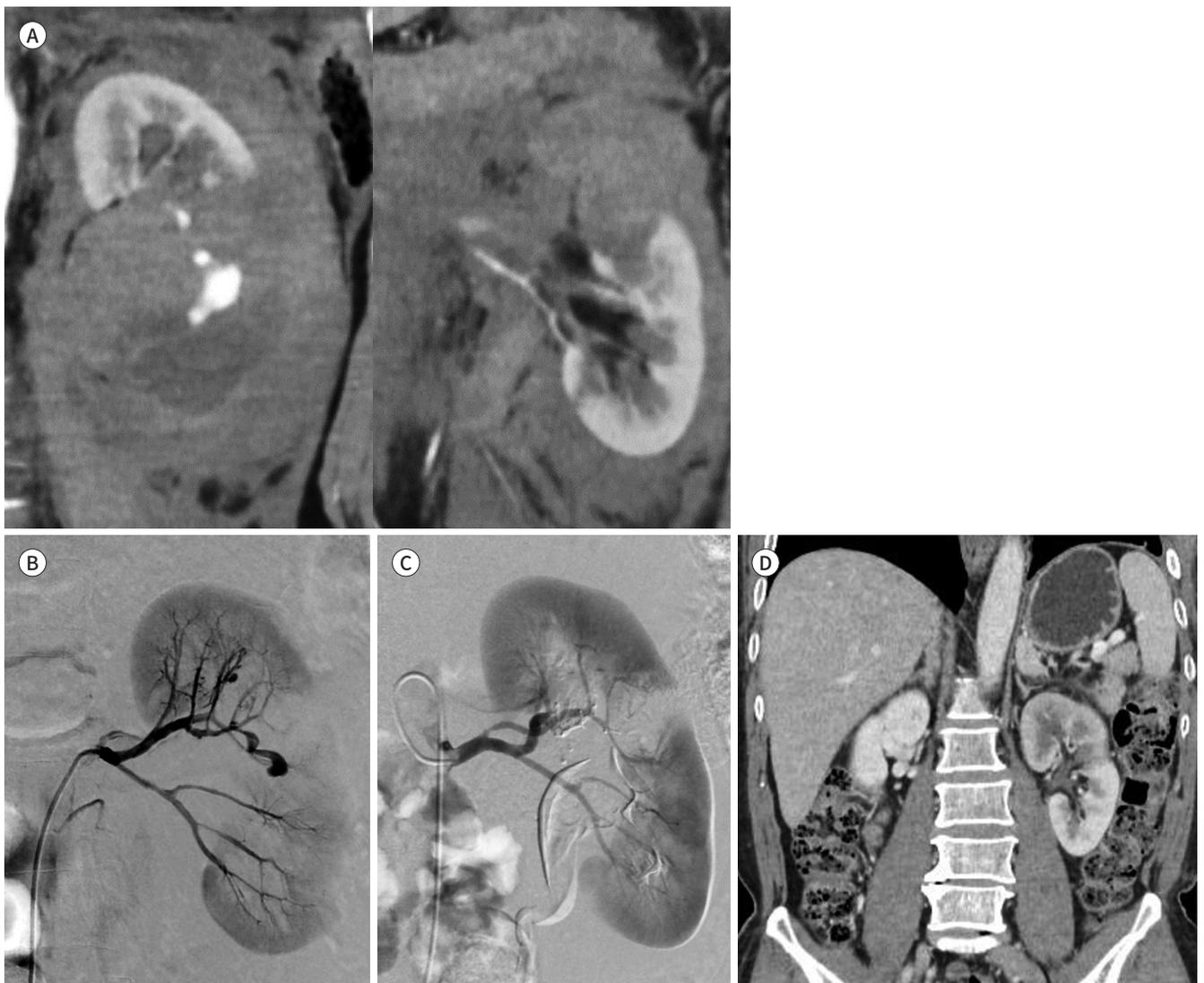
동맥색전술의 시행 여부는 외상 후 혈뇨의 유무, 적혈구 용적률 수치, CT에서 신장 내 혈종 또는 신장 주위 혈종의 유무 등을 종합적으로 고려해 결정해야 한다. 혈관조영술 검사가 가능할 정도로 환자는 충분히 혈액학적으로 안정된 상태여야 하나, 혈액학적 불안정성 때문에 혈관조영술과 동맥색전술이 지연되어서도 안 된다. 왜냐하면 동맥색전술이 급격한 동맥 출혈을 막고, 환자의 혈액학적 안정화를 빠르게 유도할 수 있는 기회를 제공하기 때문이다. 활동성 동맥 출혈, 가성동맥류, 동정맥류 및 동맥요관류 등이 대표적인 동맥색전술의 적응증이다. 이외에도 절단된 신동맥의 연결을 시도하다가 연결이 불가능한 경우 추후 발생할 급격한 동맥 출혈을 예방하기 위해 절단된 동

맥 자체를 색전할 수도 있다. 또한 절단된 주요 신동맥의 경우 연결을 시도할 수 있으며, 이 기술이 여의치 않은 경우에는 추후 발생할 급격한 동맥 출혈을 예방하기 위해 절단된 동맥 자체에 대한 색전술을 시행할 수도 있다.

인터벤션의 기술적 고려 사항

신손상은 주 신동맥의 내막 파열, 출혈이 동반되거나 동반되지 않는 신동맥 분지의 절단, 가상 동맥류 형성 및 동정맥루 등의 여러 형태로 발생할 수 있다(Fig. 1). 먼저 신장 동맥의 위치와 수를 평가하기 위해 복부 대동맥 혈관조영술을 시행하는 것이 필요하다. 신동맥 선택에는 주로 5 Fr 카

Fig. 1. A 57-year-old man showing a shattered kidney (The American Association for Surgery of Trauma V) after slipping.
A. CT scan shows a shattered kidney presenting as renal parenchyma completely separated from the renal capsule and contrast extravasation.
B. Left renal angiography confirms a shattered kidney. In addition, contrast leakage and pseudoaneurysm are demonstrated.
C. Selective embolization for the two feeders of contrast leakage and pseudoaneurysm using a mixture with 1:3 ratio of N-butyl-2-cyanoacrylate to lipiodol.
D. Follow-up CT after 2 months shows no perirenal fluid collection or urine leakage. The degree of enhancement is mildly reduced, but the re-modeled kidney shows better renal perfusion on the coronal image.



테터를 쓰지만 소아의 경우 4 Fr를 사용하거나 영아의 경우에는 마이크로 카테터만으로 선택하는 경우도 있다. 출혈의 위치를 정확하게 파악하고 원인이 되는 혈관 선별을 위해, 필요에 따라 여러 가지 각도로 혈관조영술을 반복해서 수행할 수 있다.

분절형 또는 부분절형 신동맥 분지를 초선택할 때 동축 마이크로 카테터 시스템은 효과적이고 안전하게 색전술을 시행할 수 있도록 한다(29). 일반적으로 1.6 Fr 내지 2.5 Fr까지의 내경을 갖는 마이크로 카테터를 많이 사용하며 이 내경에 따라 사용할 수 있는 미세코일의 직경, 젤라틴 스펀지 입자의 크기 등이 결정된다. 동맥색전술을 시행하게 되면, 거의 대부분의 경우 부분적인 신장 경색이 부수적으로 발생하기 때문에 목표로 하는 신장 동맥 분지의 초선택이 색전술 전에 반드시 필요하다. 그렇지만 혈역학적으로 불안정한 환자의 경우에는 3분마다 1%의 사망예측도가 증가하기 때문에(30), 초선택을 위해 너무 많은 시간을 할애하는 것은 오히려 나쁜 결과를 초래할 수 있어 주의해야 한다. 손상 통제 인터벤션(Damage control interventional radiology)의 개념이 외상 환자 치료에 있어서 중요함을 보고한 논문들의 권고에 따르면(31, 32), 하나의 출혈 의심 혈관을 초선택하는데 10분 이내로 시간을 제한하고, 실패하는 경우 환자의 생명을 살리기 위해서는 장기의 부분적 또는 전체적 희생도 감수하는 넓은 부위의 색전술도 불가피하다면 적극적으로 고려해야 함을 강조하고 있다. 색전 물질의 선택은 혈관 손상의 정도, 손상된 동맥의 크기 및 혈관의 유동 역학 등 여러 가지 요인에 기초하여 판단하게 된다. 젤라틴 스펀지는 색전 물질로서의 유효성, 빠른 흡수성, 사용 용이성 및 조작자에게 친숙함으로 인해 색전술에 가장 일반적으로 사용된다(33). N-butyl cyanoacrylate는 말단부 동맥혈 출혈의 치료에 매우 효과적으로 사용된다. 더 큰 혈관 손상이나 동정맥루가 존재한다면, 폐색을 위해 코일의 사용이 필요하다. 고유량의 동정맥루가 존재하면, 코일을 포함한 색전물질이 동맥 혈관 내 정확한 위치에 있지 않고, 정맥 시스템으로 흐를 수 있다. 이러한 경우 분리 가능한 코일을 사용하면 보다 안전한 색전술이 가능하다.

주 신동맥에 대한 외상성 손상의 경우(Fig. 2) 복부 대동맥 조영술은 손상된 신동맥의 위치를 평가하여 적절한 카테터를 선택한다. 카테터와 유도철사로 손상받은 신장 동맥을 선택하는 경우 추가 손상이나 혈관 경련을 일으키지 않도록 매우 주의해야 한다. 신장 동맥 파열의 경우, 파열된 부분에 불필요한 힘을 가하지 않고, 혈관 내강으로 유도철사를 정확하게 지나가게 해야 한다. 만약 0.035-inch 유도철사로 여의치 않은 경우 0.014-inch 내지 0.018-inch의 유도철사와 마이크로 카



Fig. 2. 27-year-old man with main renal artery injury struck by an industrial robot.
A. CT scan shows discontinuation of the left renal artery (arrow) and almost no enhancement in the left kidney.

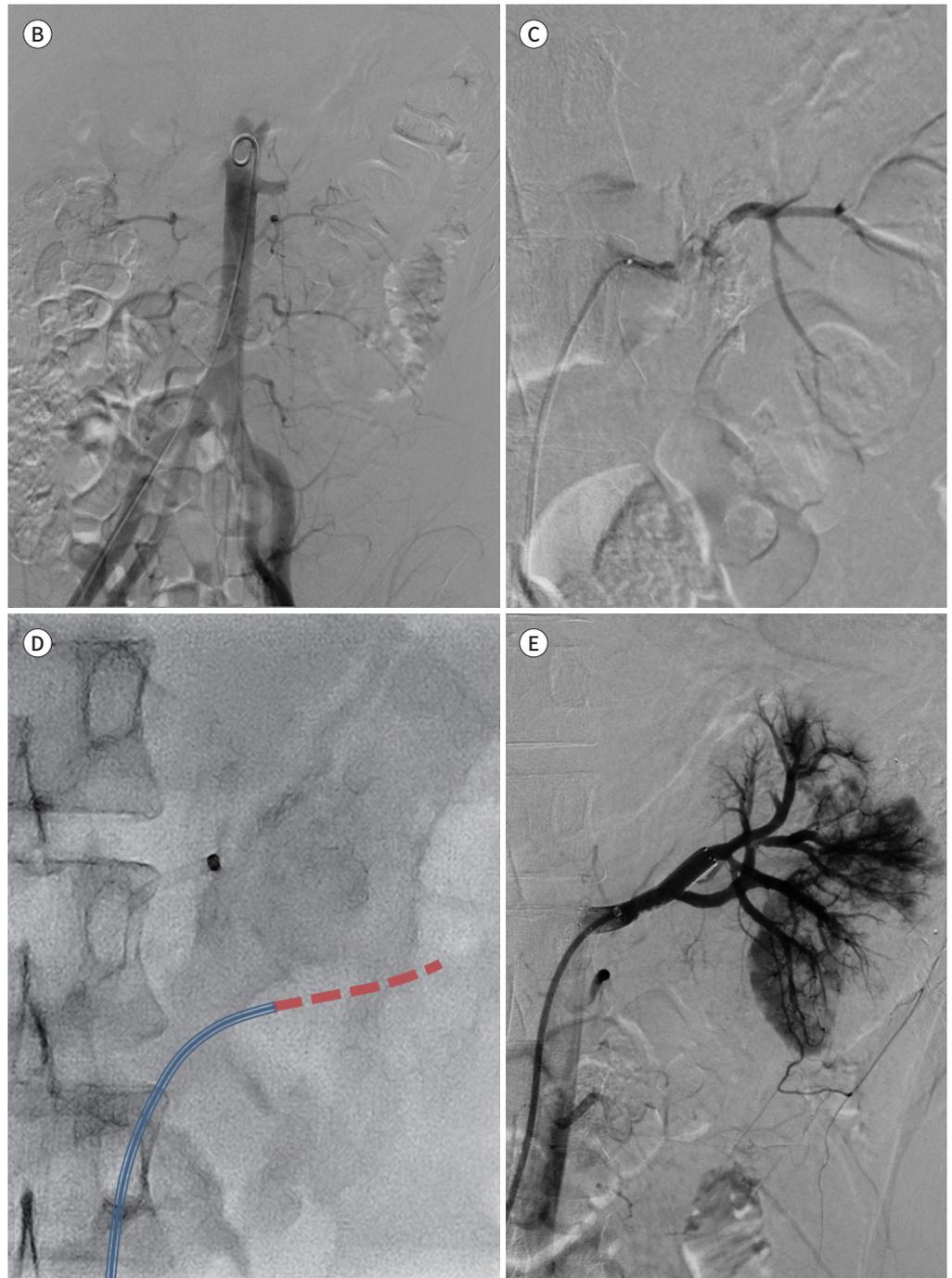
Fig. 2. 27-year-old man with main renal artery injury struck by an industrial robot.

B. The left kidney is not visible on suprarenal abdominal aortography probably due to the transection or flow-limiting dissection of the left main renal artery.

C. The distal flow is faintly visible when contrast was injected through the 5-Fr catheter. However, the 0.035-inch hydrophilic coated guidewire could not pass beyond this point because of the acute vessel angle.

D. After changing the vessel angle using the 6-Fr angled guiding sheath (blue triple line), we succeeded in administering the 0.035-inch hydrophilic coated guidewire (red dotted line) up to the distal portion.

E. After the deployment of the 8-mm self-expandable metallic stent, completion renal angiography shows restoration of the parenchymal perfusion and venous drainage.



테터를 이용하면 기구로 인한 외력을 최소화할 수 있기 때문에 도움이 된다. 동맥의 각도가 매우 급하면 유도철사가 진행하기 어려운 경우가 있는데, 이럴 때는 내측 지지체로서 유도카테터를 신장 동맥의 개구부로 전진시켜 도움을 받을 수 있다(Fig. 2C, D). 일단 유도철사가 손상 부위를 정확히 지나간 것이 확인되고 나서 혈관조영술을 수행하면 신동맥 손상 부위에 정확하게 스텐트(풍선 확장형 스텐트 또는 자가 팽창형 스텐트)를 설치할 수 있다(34).

금기 사항

신동맥 색전술은 절대 금기 사항은 없으나, 조영제를 사용하게 되므로 일반적인 고려 사항인 신기능 장애나 감염이 있는 환자에서는 주의해야 한다. 하나의 신장을 가진 환자에서는 완전한 신부전을 피하기 위해 최대한 선택적 색전술을 시행해야 하지만, 환자가 혈액학적으로 불안정한 경우에는 위의 모든 사항보다도 환자의 생체징후를 안정화하는 시술이 가장 우선시되어야 할 것이다.

시술 관련 합병증

혈관조영술 및 동맥색전술의 잠재적 합병증은 동맥 천자 부위의 출혈 또는 손상이다. 조영제 과민 반응 또는 조영제 유발 신병증이 발생할 수도 있다. 조영제 사용에 따른 신병증은 이미 신외상이 동반되어 있기 때문에 진단하기가 어려울 수 있다. 합병증 중 가장 중요한 것은 신동맥의 의도하지 않은 부위 또는 대동맥의 다른 부위로 부주의하게 배포되는 색전 물질에 의한 것이다. 또한, 코일이 목표한 곳보다 근위부에 놓이게 되거나 원하지 않은 분지까지 침범하거나 이동하는 경우, 보다 광범위한 폐색을 초래하여 큰 신장경색이 발생할 수 있다. 목표로 하지 않는 위치에 놓인 코일은 올가미 카테터(snare catheter)로 제거할 수 있으며, 정확한 배치가 중요하다면 처음부터 색전 물질로 분리 가능한 코일(detachable coil)을 사용하면 도움을 받을 수 있다. 시술과 관련한 감염은 빈도가 높게 보고되는 합병증은 아니지만, 응급 시술에서 시술 전 멸균 상태에 대해 종종 간과할 수 있으므로 주의를 기울여야 한다.

만약 신장의 상당 부분에 해당하는 큰 분지 또는 전 신동맥에 대한 색전술이 시행되었다면 시술 후 중등도 이상의 심한 통증이 예상된다. 의학적으로 금기 사항이 아니라면 적극적으로 수분을 공급하고 진통제를 사용해서 통증을 조절해야 한다. 일반적인 색전술 후 증후군은 통증, 백혈구 증가 및 일과성 발열 등으로 나타난다. 이는 종종 48시간 이내에 시작되며 수일 동안 지속될 수 있다. 색전된 부분이 상대적으로 소량이라면 색전술 후 증후군은 드물게 나타난다. 색전술 후 증후군이 나타나면 수액 공급, 해열제, 구토 방지제, 진통제 등의 보존적인 방법으로 치료가 가능하다. 전 신동맥 색전술이 시행된 경우 환자가 안정화되면 경과에 따라 보존적 치료나 수술적 절제술을 시행할 수도 있다.

임상적 결과 고찰

신동맥색전술은 1973년, Bookstein과 Goldstein (35)이 조직 검사 후 발생한 동정맥루에 대해 동맥색전술을 시행하면서 처음으로 보고되었다.

많은 5등급 병변은 수술적으로 치료되지만, Brewer 등(23)은 5등급 신장 외상을 가진 9명의 혈

역학적으로 불안정한 환자에서 동맥색전술을 시행하였다. 포함된 모든 환자는 신외상 이외의 다른 손상을 동반하고 있었다. 9명의 환자 중 4명이 주 신동맥에 손상을 입었고 나머지는 신장 실질에 손상을 입었다. 9명의 환자 중 7명이 주 신동맥의 완전 색전술을 시행 받았고 2명의 환자는 선택적 색전술을 시행 받았으며 색전 물질로는 젤라틴 또는 코일이 쓰였다. 이 연구에서는 수술을 포함한 추가적 치료가 필요 없이 모든 환자에서 기술적, 임상적 성공을 거두었다. 장기 추적 관찰 시(평균 32개월) 신부전이 발생하지 않았으며 단 한 명의 환자만이 고혈압이 발생하였지만 정도도 경미했으며, 환자의 신외상과 직접적인 관계가 증명되지는 않았다.

2000년에 발표된 Santucci와 MeAninch (36)의 연구에 따르면 5등급 신손상의 93% 이상에서 수술적 치료가 시행된 반면에 보존적 치료는 0%였다. 2006년 Wright 등(18)이 발표한 미국 내 외상 데이터베이스를 대상으로 한 연구에서는 56%에서 신적출술이 시행되었고 44%에서 보존적 치료가 시행되었다. 그 후로 10년이 흐른 2016년 May 등(37)이 발표한 연구에서는 4등급 신외상 환자의 7%, 5등급 신외상 환자의 75%에서 보존적 치료를 시행하였다고 보고하였다.

Hagiwara 등(38)은 신외상에 관조영술과 동맥색전술 적용에 대한 유일한 전향적 연구를 수행했다. 저자들은 진단적 CT 후 3시간 이내에 모든 3등급에서 5등급의 혈역학적으로 안정한 신외상 환자에게 혈관조영술을 시행하는 연구를 계획했다. 조영제의 혈관 외 유출이 있거나 동정맥루가 확인되면 동맥색전술을 시행하였으며, 주 신동맥 또는 주 신정맥 손상의 경우는 제외하였다. 21명의 환자에서 혈관조영술을 시행하였으며, 그중 8명에서 조영제의 혈관 외 유출 또는 동정맥루가 보여, 이에 대해 모두 성공적으로 동맥색전술을 시행하였다. 21명의 환자 중 1명은 신장 정맥의 박리로 인해 혈관조영술 후 신장 절제술을 필요로 했으며, 21명의 환자 중 2명은 다발성 장기부전으로 인해 사망하였다. 전체적으로 저자들은 환자의 90% 이상에서 개복술을 피할 수 있었음을 보고하였다.

Whigham 등(34)이 1995년에 외상 후 신동맥 손상을 위한 스텐트 설치술을 처음으로 기술하였는데, 이 연구에서는 신동맥 내막 파열 치료를 위해 Palmaz 풍선 확장 스텐트를 사용하였다. 이후의 다른 두 연구(39, 40)에서도 Palmaz 스텐트 삽입 후 신동맥의 원위 흐름이 유지되고 신장 실질의 관류 결손 없음이 보고되었다. Villas 등(41)은 이후에 Wallstent와 같은 자가 팽창성 스텐트 삽입 증례도 보고하였다. 그러나 2011년 보고된 Lopera 등(42)의 연구에서 6명의 신동맥 손상 환자에게 스텐트는 성공적으로 설치하였으나, 장기간 신기능 보존에 있어서는 회의적인 결과를 보여, 이에 대해서는 추후 후속연구가 필요할 것으로 보인다.

미래

최근 신외상 환자의 치료는 수술적 치료 못지않게 보존적 치료의 중요성이 강조되어 왔는데, 특히 동맥색전술과 스텐트 삽입술과 같은 인터벤션 치료가 신적출술을 줄이고, 신기능을 보존하는데 큰 역할을 담당해 왔다. 향후 인터벤션 영상의학 전문의의 지속적인 관심과 적극적인 다학제적 참여가 뒷받침된다면 고등급 신외상 환자에 대한 치료 방침에 있어서도 보존적 치료로의 패러다임 전환을 가져올 수 있을 것이다.

요도 손상

손상 분류와 기전

요도손상은 위치에 따라 전부요도 및 후부요도손상으로 나뉘고, 이러한 손상 부위에 따라 원인, 동반 손상, 치료 방법 및 합병증의 빈도에 차이를 보인다. 전부요도손상은 요도에 직접 가해지는 외상으로 인한 단독 손상이 흔한 반면에, 후부요도손상은 골반골절과 연관성이 있어 다른 장기에 손상이 동반되는 경우가 많다.

요도 손상의 치료

요도 손상의 치료는 수상 직후 시행하는 일차봉합술과 내시경하 일차적 요도재배열술 및 치골상부 방광루 설치술 후 지연교정술의 세 가지로 크게 나눌 수 있다. 먼저 전부요도손상의 경우, 구부요도손상이 있으나 요누출이 적으면 치골상부 방광루 설치술만으로 70% 이상에서 치유된다는 보고가 있다. 그 외 일차봉합술 및 치골상부 방광루 설치술 후 지연 수술에 대해서는 논란이 있으나, 근래에는 내시경하 일차적 요도재배열술 시행 후 우수한 성적들이 보고되고 있는 추세이고, 최근에 Lee 등(4)은 인터벤션을 통한 일차적 요도재배열술로 전부요도손상에서 효과적이고 안전한 치료 효과를 얻었음을 발표하였다. 반면에 외상에 의한 후부요도파열에서 조기에 요도재배열술을 시행할 것인지 아니면 치골상부 방광루 설치술 후 지연 수술을 시행할 것인지는 여전히 논란 중이다. 지연 치료의 장점은 골반 혈종 내로 들어가는 것을 피할 수 있고, 환자가 동반손상에서 회복되어 있을 경우 양측의 정상적인 요도 점막을 잇는 요도재건술을 시행할 수 있다는 것이다. 이에 반해 조기 요도재배열술의 장점은 수상 직후에 요도의 연속성을 유지시킴으로써 심한 요도협착이 생기는 것을 막아 대부분의 환자에서 요도재건술을 피할 수 있다는 점이며 술기가 수술에 비해 덜 침습적이며 부분마취를 통해서도 시행할 수도 있어서 비용-효율이 높은 치료법이라는 것이다. 두 가지 치료 방법을 비교하여 발표한 초기 연구들은 대체적으로 지연 치료를 옹호하는 입장에 있었다. 그러나 최근 내시경적 수술 방법이 도입되면서 손상된 골반부위에는 거의 영향을 주지 않으면서 안전하게 일차적 요도재배열술이 시행될 수 있고, 발기부전이나 요실금과 같은 합병증은 수술보다는 손상 자체의 정도에 의해 좌우된다는 주장들이 제기되고 난 후에는, 방광경이나 내시경을 이용한 조기 요도재배열술의 치료 성적이 활발히 보고되고 있다(43-45). 영상의학적 요도재배열술은 Clark 등(46)에 의해 처음으로 소개되었고, 이후 Londergan 등(47)이 6명의 환자를 영상의학적 요도재배열술로 치료한 사례를 보고하였다. Lee 등(4)의 보고에 의하면, 전부요도손상 환자에서 인터벤션을 통한 일차적 요도재배열술의 기술적으로 성공률은 92.3%였다. 이들은 인터벤션 요도재배열술의 장점을 다음과 같이 설명하였다. 마취가 필요하지 않으며 환자가 쇠석위(lithotomy) 자세를 취하지 않아도 된다. 이는 생체징후가 불안정한 복합골반골절 환자에서는 절대적인 장점으로 작용할 수 있을 것이다. 골반 혈종이 있는 경우 내시경으로는 시야를 확보할 수 없으나 인터벤션 요도재배열술에서는 투시 하 시술로 진행되기 때문에 이와 같은 제한을 받지 않는다는 장점이 있다. 그러나, 복합골반골절에 동반된 후부요도파열(Fig. 3)은 전부요도손상과는 달리 골반혈종으로 인해 파열된 요도 간의 거리가 멀어지므로 수술적인 요도재배열술뿐만 아니라

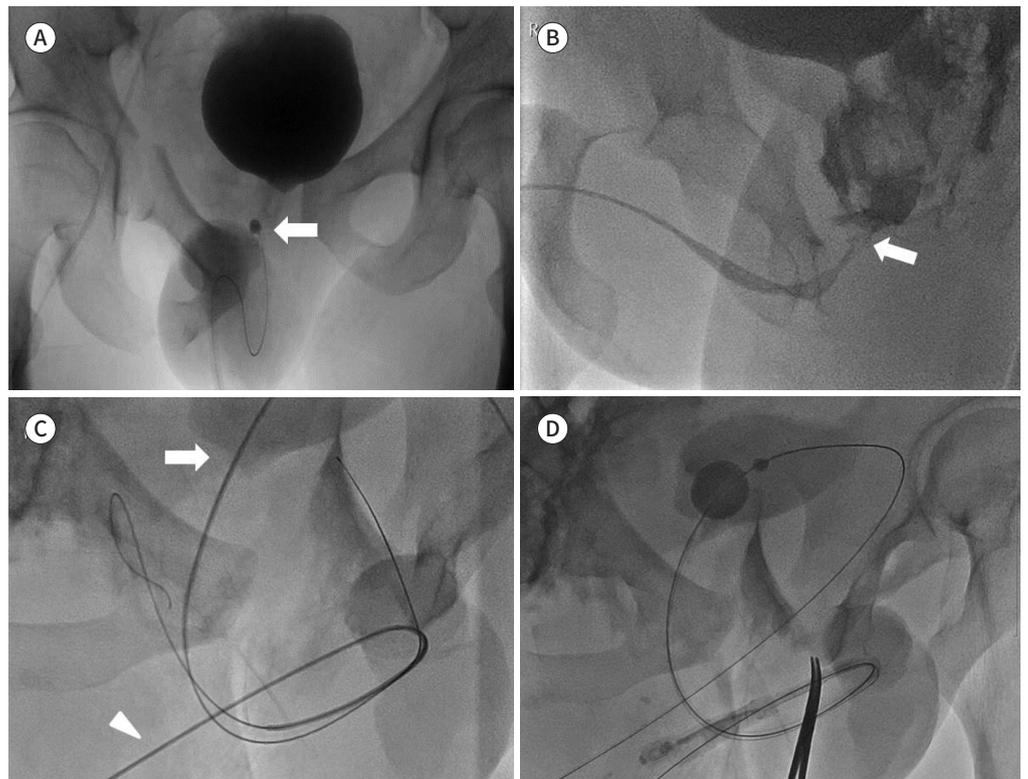
Fig. 3. Interventional realignment for posterior urethral disruption. A 32-year-old man with posterior urethral disruption after a motorcycle accident.

A. Fluoroscopy reveals a complex pelvic fracture with contrast filling of the urinary bladder. The end (arrow) of the Foley catheter is not in the bladder.

B. Retrograde urethrogram shows posterior urethral disruption. The end of the disrupted membranous urethra has a beak appearance (arrow).

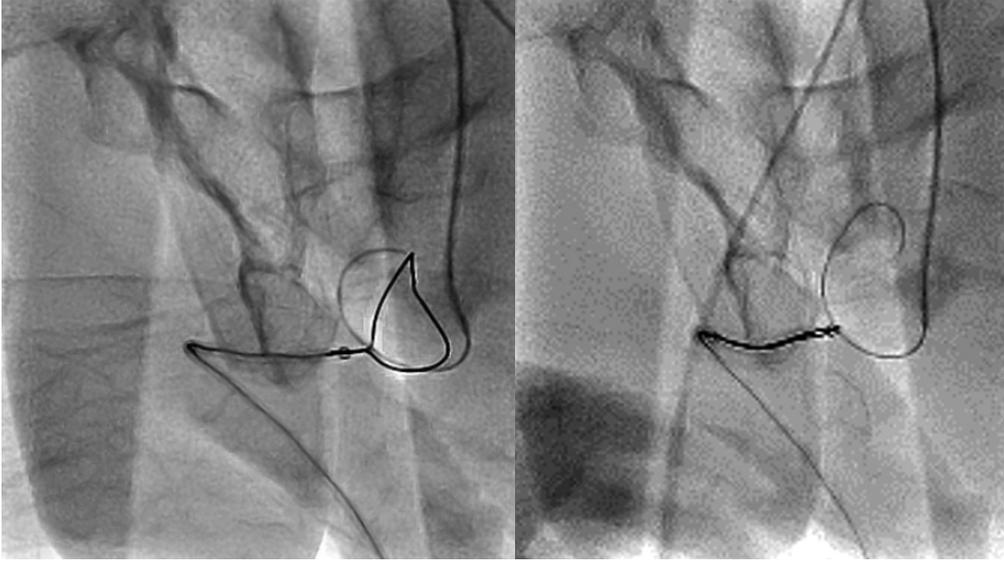
C. Supported by the 5-Fr catheter, a 0.035-inch hydrophilic coated guidewire (arrowhead) was located in the free space in the pelvic cavity without detecting the disrupted contralateral proximal urethra (retrograde approach). Another 0.035-inch hydrophilic coated guidewire (arrow), which was loaded in the 5-Fr catheter, was passed through the suprapubic cystostomy and navigated to pass through the site of the posterior urethral disruption so as to reach the external urethral orifice (antegrade approach).

D. A 16-Fr Foley catheter was inserted in the bladder over the guidewire (through-and-through technique) for posterior urethral realignment.



인터벤션을 통한 일차적 요도재배열술도 유사한 어려움이 있을 것을 예상해 볼 수 있다. 먼저 바깥 요도 구멍을 통한 역행성 카테터 진입만으로는 파열된 요도의 하부에서 골반 강 내 자유공간을 지나 요도의 상부로 진입시키는 게 기술적으로 어렵고, 마찬가지로 치골상부 방광루를 통한 순행성 카테터 진입으로도 자유공간에서 파열된 하부요로 내부로의 진입 또한 어렵다. 이러한 이유로 먼저 역행성 요로로 넣어 놓은 카테터를 경계표(landmark)로 삼아 전후상, 경사상 영상을 확인하면서, 순행성 요로의 guidewire를 조정하여, 파열되어 떨어진 요도 간의 자유공간 부분을 지나, 원위부 요도의 진내강(true lumen)을 찾아 바깥 요도 구멍으로 통과시키는 방법이 도움이 될 수 있다. 만약 이 방법으로도 자유공간에서 요도를 찾는 것이 어렵다면 자유공간에서 올라가 카테터를 이용한 랑데부 기술(Rendezvous technique)이 도움이 될 것으로 보인다(Fig. 4).

Fig. 4. Snare catheter being used for effectively grasping the guidewire with the retrograde approach.



결론

대부분의 경한 신장 외상은 보존적으로 관리되고, 5등급의 매우 심한 경우는 많은 환자들이 외과적 치료의 대상이 되며, 종종 신장 절제술을 시행 받는다. 그 5등급을 포함하는 대부분의 신외상에서 카테터를 이용한 동맥색전술은 출혈의 근본적 치료 및 환자의 생체 징후 안정화에 중요한 역할을 할 수 있으며 신기능 보존의 기회를 증가시킨다. 신장 동맥 손상의 경우, 적절한 시기에 치료를 시작할 수 있다면 인터벤션이 신보존에 중요한 역할을 할 수 있다. 일차적 인터벤션 요로재배열술은 안전하며 최소침습적인 방법이며, 골반골절에 동반된 후부요도파열 환자에서 시행할 수 있고, 조기에 요도의 연속성을 유지시킴으로써 침습적인 수술의 빈도를 낮출 수 있는 효과적인 치료 방법이라 할 수 있다.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

Acknowledgments

This work was supported by clinical research grant from Pusan National University Hospital in 2018.

REFERENCES

1. Herschorn S, Radomski SB, Shoskes DA, Mahoney J, Hirshberg E, Klotz L. Evaluation and treatment of blunt renal trauma. *J Urol* 1991;146:274-276
2. Wessells H, Suh D, Porter JR, Rivara F, MacKenzie EJ, Jurkovich GJ, et al. Renal injury and operative management in the United States: results of a population-based study. *J Trauma* 2003;54:423-430
3. Wessells H, McAninch JW, Meyer A, Bruce J. Criteria for nonoperative treatment of significant penetrating renal lacerations. *J Urol* 1997;157:24-27
4. Lee MS, Kim SH, Kim BS, Choi GM, Huh JS. The efficacy of primary interventional urethral realignment for the treatment of traumatic urethral injuries. *J Vasc Interv Radiol* 2016;27:226-231
5. Patel P, Duttaroy D, Kacheriwala S. Management of renal injuries in blunt abdominal trauma. *J Res Med*

Dent Sci 2014;2:38-42

6. Sangthong B, Demetriades D, Martin M, Salim A, Brown C, Inaba K, et al. Management and hospital outcomes of blunt renal artery injuries: analysis of 517 patients from the National Trauma Data Bank. *J Am Coll Surg* 2006;203:612-617
7. Carroll PR, McAninch JW, Klosterman P, Greenblatt M. Renovascular trauma: risk assessment, surgical management, and outcome. *J Trauma* 1990;30:547-552; discussion 553-554
8. Cass AS, Bublick M, Luxenberg M, Gleich P, Smith C. Renal pedicle injury in patients with multiple injuries. *J Trauma* 1985;25:892-896
9. Plainfosse MC, Calonge VM, Beyloune-Mainardi C, Glotz D, Duboust A. Vascular complications in the adult kidney transplant recipient. *J Clin Ultrasound* 1992;20:517-527
10. Cass AS, Vieira J. Comparison of IVP and CT findings in patients with suspected severe renal injury. *Urology* 1987;29:484-487
11. McGahan JP, Richards JR, Jones CD, Gerscovich EO. Use of ultrasonography in the patient with acute renal trauma. *J Ultrasound Med* 1999;18:207-213
12. Perry MJ, Porte ME, Urwin GH. Limitations of ultrasound evaluation in acute closed renal trauma. *J R Coll Surg Edinb* 1997;42:420-422
13. Bretan PN Jr, McAninch JW, Federle MP, Jeffrey RB Jr. Computerized tomographic staging of renal trauma: 85 consecutive cases. *J Urol* 1986;136:561-565
14. McAninch JW, Federle MP. Evaluation of renal injuries with computerized tomography. *J Urol* 1982;128:456-460
15. Alonso RC, Nacenta SB, Martinez PD, Guerrero AS, Fuentes CG. Kidney in danger: CT findings of blunt and penetrating renal trauma. *Radiographics* 2009;29:2033-2053
16. Goldman SM, Sandler CM. Urogenital trauma: imaging upper GU trauma. *Eur J Radiol* 2004;50:84-95
17. Carpio F, Morey AF. Radiographic staging of renal injuries. *World J Urol* 1999;17:66-70
18. Wright JL, Nathens AB, Rivara FP, Wessells H. Renal and extrarenal predictors of nephrectomy from the national trauma data bank. *J Urol* 2006;175:970-975
19. Armenakas NA, Duckett CP, McAninch JW. Indications for nonoperative management of renal stab wounds. *J Urol* 1999;161:768-771
20. Broghammer JA, Fisher MB, Santucci RA. Conservative management of renal trauma: a review. *Urology* 2007;70:623-629
21. Matthews LA, Smith EM, Spirnak JP. Nonoperative treatment of major blunt renal lacerations with urinary extravasation. *J Urol* 1997;157:2056-2058
22. Santucci RA, McAninch JW, Safir M, Mario LA, Service S, Segal MR. Validation of the American Association for the surgery of trauma organ injury severity scale for the kidney. *J Trauma* 2001;50:195-200
23. Brewer ME Jr, Strnad BT, Daley BJ, Currier RP, Klein FA, Mobley JD, et al. Percutaneous embolization for the management of grade 5 renal trauma in hemodynamically unstable patients: initial experience. *J Urol* 2009;181:1737-1741
24. Stewart AF, Brewer ME Jr, Daley BJ, Klein FA, Kim ED. Intermediate-term follow-up of patients treated with percutaneous embolization for grade 5 blunt renal trauma. *J Trauma* 2010;69:468-470
25. Bruce LM, Croce MA, Santaniello JM, Miller PR, Lyden SP, Fabian TC. Blunt renal artery injury: Incidence, diagnosis, and management. *Am Surg* 2001;67:550-554
26. Brown MF, Graham JM, Mattox KL, Feliciano DV, DeBaakey ME. Renovascular trauma. *Am J Surg* 1980;140:802-805
27. 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
28. McGuire J, Bultitude MF, Davis P, Koukounaras J, Royce PL, Corcoran NM. Predictors of outcome for blunt high grade renal injury treated with conservative intent. *J Urol* 2011;185:187-191
29. Beaujeux R, Saussine C, Al-Fakir A, Boudjema K, Roy C, Jacqmin D, et al. Superselective endo-vascular treatment of renal vascular lesions. *J Urol* 1995;153:14-17
30. Matsumoto J, Lohman BD, Morimoto K, Ichinose Y, Hattori T, Taira Y. Damage control interventional radiology (DCIR) in prompt and rapid endovascular strategies in trauma occasions (PRESTO): a new paradigm. *Diagn Interv Imaging* 2015;96:687-691
31. Howell GM, Peitzman AB, Nirula R, Rosengart MR, Alarcon LH, Billiar TR, et al. Delay to therapeutic interven-

- tional radiology postinjury: time is of the essence. *J Trauma* 2010;68:1296-1300
32. Pryor JP, Braslow B, Reilly PM, Gullamondegi O, Hedrick JH, Schwab CW. The evolving role of interventional radiology in trauma care. *J Trauma* 2005;59:102-104
 33. Fisher RG, Ben-Menachem Y, Whigham C. Stab wounds of the renal artery branches: angiographic diagnosis and treatment by embolization. *AJR Am J Roentgenol* 1989;152:1231-1235
 34. Whigham CJ Jr, Bodenhamer JR, Miller JK. Use of the Palmaz stent in primary treatment of renal artery intimal injury secondary to blunt trauma. *J Vasc Interv Radiol* 1995;6:175-178
 35. Bookstein JJ, Goldstein HM. Successful management of postbiopsy arteriovenous fistula with selective arterial embolization. *Radiology* 1973;109:535-536
 36. Santucci RA, McAninch JW. Diagnosis and management of renal trauma: past, present, and future. *J Am Coll Surg* 2000;191:443-451
 37. May AM, Darwish O, Dang B, Monda JJ, Adsul P, Syed J, et al. Successful nonoperative management of high-grade blunt renal injuries. *Adv Urol* 2016;2016:3568076
 38. Hagiwara A, Sakaki S, Goto H, Takenega K, Fukushima H, Matuda H, et al. The role of interventional radiology in the management of blunt renal injury: a practical protocol. *J Trauma* 2001;51:526-531
 39. Goodman DN, Saibil EA, Kodama RT. Traumatic intimal tear of the renal artery treated by insertion of a Palmaz stent. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1998;21:69-72
 40. Paul JL, Ota P, Perreault P, Galinier P, Baunin C, Puget C, et al. Treatment of posttraumatic dissection of the renal artery with endoprosthesis in a 15-year-old girl. *J Trauma* 1999;47:169-172
 41. Villas PA, Cohen G, Putnam SG 3rd, Goldberg A, Ball D. Wallstent placement in a renal artery after blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1999;46:1137-1139
 42. Lopera JE, Suri R, Kroma G, Gadani S, Dolmatch B. Traumatic occlusion and dissection of the main renal artery: endovascular treatment. *J Vasc Interv Radiol* 2011;22:1570-1574
 43. Cohen JK, Berg G, Carl GH, Diamond DD. Primary endoscopic realignment following posterior urethral disruption. *J Urol* 1991;146:1548-1550
 44. Melekos MD, Pantazakos A, Daouaher H, Papatsoris G. Primary endourologic re-establishment of urethral continuity after disruption of prostatomembranous urethra. *Urology* 1992;39:135-138
 45. Moudouni SM, Patard JJ, Manunta A, Guiraud P, Lobel B, Guillé F. Early endoscopic realignment of post-traumatic posterior urethral disruption. *Urology* 2001;57:628-632
 46. Clark WR, Patterson DE, Williams HJ Jr. Primary radiologic realignment of membranous urethral disruptions. *Urology* 1992;39:182-184
 47. Londergan TA, Gundersen LH, Van Every MJ. Early fluoroscopic realignment for traumatic urethral injuries. *Urology* 1997;49:101-103
 48. Kozar RA, Crandall M, Shanmuganathan K, Zarzaur BL, Coburn M, Cribari C, et al. Organ injury scaling 2018 update: spleen, liver, and kidney. *J Trauma Acute Care Surg* 2018;85:1119-1122

비뇨기계 외상 인터벤션

권 훈¹ · 전창호^{1,2*} · 김창원¹

비뇨기계 손상은 복부 손상 환자의 10% 정도에서 발생한다. 신장은 비뇨기계 손상 중에서 가장 흔히 침범되는 장기이고, 전체 복부 장기 손상 중에서는 비장과 간 다음의 빈도로 발생한다. 신장 손상에 대한 분류 체계 중 가장 일반적으로 사용되는 것은 미국 외상외과협회 분류로 열상의 크기와 신문부에 근접한 정도에 따라 신 손상을 평가하며, 전산화단층촬영 소견에 기초한 비뇨기계 손상의 가장 중요한 특징을 나타내어, 외상환자의 진단 및 인터벤션을 포함한 치료에 영향을 준다. 주요 신손상의 경우 수술적 치료가 우선시되었으나 인터벤션 시술의 효용성, 안전성이 지속적으로 발표됨에 따라 주요 신손상의 치료에 있어서도 비수술적 보존적 치료가 비뇨기계 외상 영역의 중요한 흐름으로 자리 잡아가고 있다. 요도 손상은 손상 부위에 따라 전부요손상과 후부요도손상으로 나눌 수 있다. 인터벤션 요도배열술은 수술적 봉합술이나 내시경적 요도재배열술과 함께 요도 손상의 치료에 있어 중요한 역할을 담당하고 있다. 본 연구에서는 문헌 고찰을 통해 비뇨기계 외상에 대한 인터벤션 치료의 유용성과 고려 사항에 대해 알아보려고 한다.

¹부산대학교병원 영상의학과, ²부산대학교병원 의생명연구원