



# Role of Transarterial Embolization in the Management of Urologic Diseases

## 비뇨기계 질환에서의 색전술의 역할

Kichang Han, MD\*

Department of Radiology, Severance Hospital, Research Institute of Radiological Science, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Transarterial embolization has been widely utilized in the management of urologic diseases. Acute hemorrhage can be caused by tumor, trauma, and percutaneous procedures and is the most common indication for embolization. In the past, surgical intervention was the standard treatment for urological bleeding. However, it entailed high morbidity and mortality. The demand for less-invasive treatments led to the use of transarterial embolization as an alternative to surgery. Embolization is a safe and effective treatment option for hemorrhage in various urological organs. Additionally, embolization has been employed to prevent or treat hemorrhage associated with angiomyolipoma or to treat high-flow priapism. Embolization of the target vessel in a superselective manner and use of appropriate embolic materials are key to a safe and effective procedure.

**Index terms** Hemorrhage; Embolization, Therapeutic; Urologic Neoplasm

## 서론

최근 인터벤션 기술이 비약적으로 발전하면서 경동맥 색전술은 다양한 비뇨기계 질환에서 사용되어 오고 있다. 가장 대표적으로 외상, 암, 수술, 시술 등에 의해 발생할 수 있는 출혈과 혈관근육지방종, 지속발기증과 같은 질환에서도 유용성이 입증되었다. 특히, 출혈의 경우 불안정한 생체징후를 동반할 경우 즉시 교정을 필요로 하는 응급질환으로 분류될 수 있다. 급성 동맥성 출혈의 경우 보존적 치료로는 대개 효과가 제한적이며, 수술적 치료는 합병증을 초래할 가능성이 높아 색전술이 유용할 수 있다. 본 고찰에서는 장기별로 비뇨기과 계통의 질환에서 쓰이고 있는 색전술의 역할에 대해 살펴보고자 한다.

Received May 1, 2019

Revised June 21, 2019

Accepted June 24, 2019

\*Corresponding author

Kichang Han, MD

Department of Radiology,

Severance Hospital,

Research Institute

of Radiological Science,

Yonsei University

College of Medicine,

50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu,

Seoul 03722, Korea.

Tel 82-2-2228-7400

Fax 82-2-393-3035

E-mail wowsaycheese@hanmail.net

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 iD**

Kichang Han

[https://](https://orcid.org/0000-0002-9701-9757)

[orcid.org/0000-0002-9701-9757](https://orcid.org/0000-0002-9701-9757)

## 신장

### 부분 신절제술(Partial Nephrectomy) 후 발생한 출혈에 대한 색전술

부분 신절제술은 신종괴 치료성적 면에서 근치적 신절제술에 필적하는 치료법으로 자리 잡았다(1-3). 최근 수술법의 발전에 따라 부분 신절제술 시행 시 개복하기보다는 복강경이나 로봇을 이용하는 경우가 빠르게 늘고 있으며, 개복술과 대등한 치료 성적을 보이고 있다. 하지만, 어떠한 신절제 술식을 사용하든 가성동맥류, 혈관의 유출, 동정맥루 등과 같은 혈관 관련 합병증은 꾸준히 발생하고 있으며, 이러한 출혈은 때때로 혈액학적 쇼크를 초래하기도 한다. 신제술 후 혈관계 합병증은 대개 수일 후에 발생하는 것으로 알려져 있으나, 때로는 수개월 후에 가성동맥류가 진단되는 경우도 있어 적절한 추적관찰이 필요하다(4).

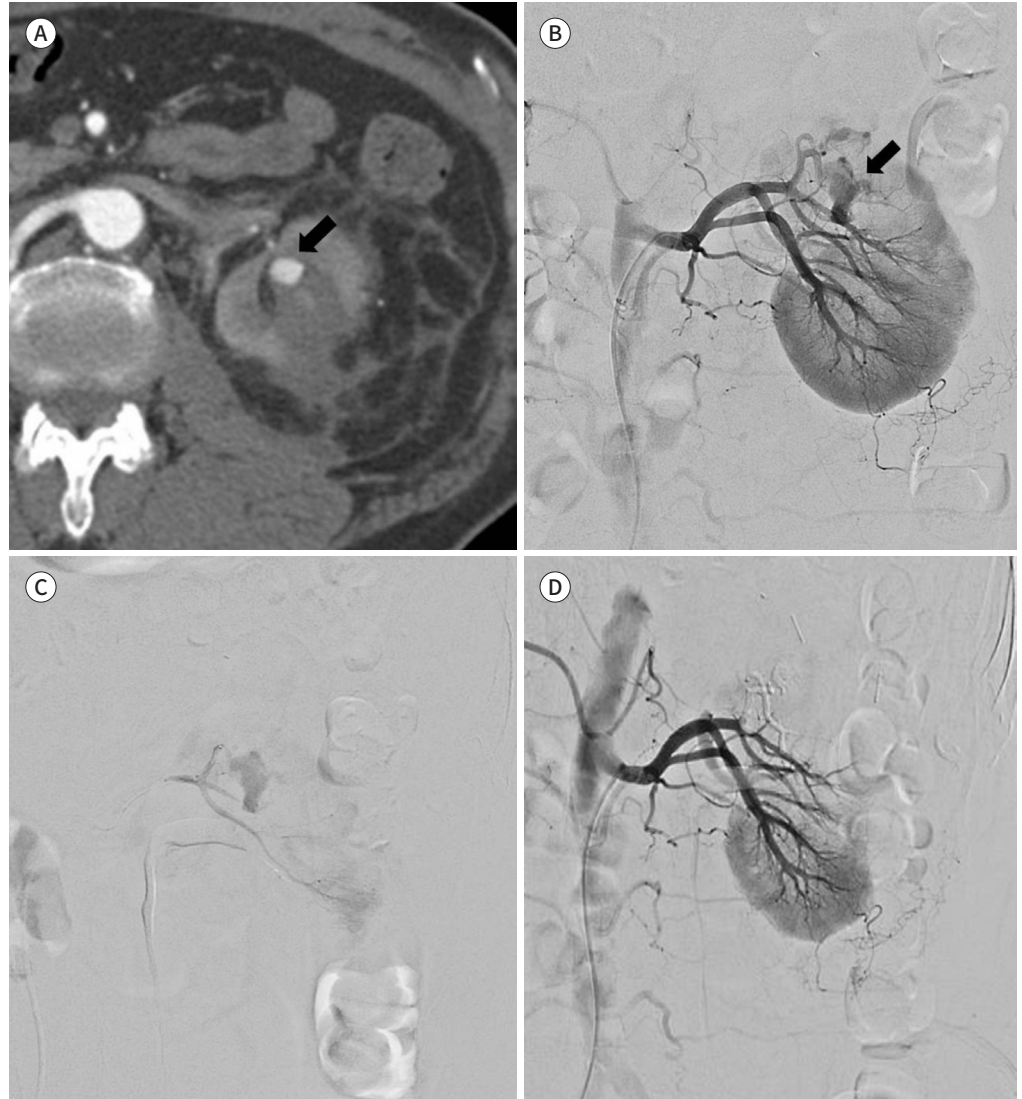
### 색전술의 효과

술식별 혈관계 합병증을 비교한 메타분석에서는 개복술에서 1%, 최소침습적 술식에서 1.96%로 유의한 차이를 보였다(5). 다기관 후향적 분석에서는 최소 침습적 수술 후에 약 2%의 환자에서 출혈이 발생했다(6). 최소 침습적 수술법 중에서는 복강경에 비해 로봇을 이용한 수술에 합병증이 적게 보고되고 있다. Shin 등(7)은 부분 신제술을 시행 받은 환자 1187명을 분석하였는데 약 3%의 환자에서 출혈 관련 합병증으로 색전술을 시행 받았다(Fig. 1). 술식에 따른 분석에서는 복강경(5.9%)을 사용한 경우가 개복술(1.8%)이나 로봇(2.4%)을 사용하여 수술을 시행한 경우에 비해 유의하게 출혈 관련 합병증을 유발하는 것으로 나타났다. 이는 로봇을 이용하는 경우 3차원 확대 시야를 제공하며, 좀 더 정교하고 미세한 조작이 가능하기 때문인 것으로 생각된다(8, 9).

경동맥 색전술은 최소 침습적인 시술로 부분 신절제술 후에 발생하는 출혈 관련 합병증 치료에 사용되어 있다(Table 1). 색전술의 기술적 성공률은 100%, 임상적 성공률은 94.4~100%로 보고되었다(7, 10). 초선택적 색전술이 전제된 경우 색전술 전후에 신기능은 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다(7, 11-13). 색전 물질로는 단독 혹은 병합 요법으로 색전술이 이루어졌는데, 출혈의 원인이 되는 혈관이 재개통되는 경우가 드물게 보고되었다(14). 특히, 응고장애 있는 환자에서 코일만을 단독으로 사용할 경우 재개통의 가능성이 있는데 이는 코일의 파이버(fiber)가 응고장애로 인해 효과적인 혈전 형성으로 이어지지 못하기 때문이다. 최근 들어, 다양한 출혈 부위에 N-butyl cyanoacrylate (이하 NBCA) glue가 쓰이고 있는데 응고인자와 상관없이 색전효과를 발휘하므로 신절제술 후에 발생한 환자에서도 매우 유용한 게 쓰일 수 있다(15-17).

### 혈관근육지방종에 대한 색전술

혈관근육지방종(angiolipoma; 이하 AML)은 진단명에서 드러나듯이 혈관, 지방, 평활근으로 이루어진 양성 종괴이다(18-20). AML은 비록 양성 종양에 속하지만 서서히 성장하는 것으로 알려져 있으며, 이로 인해 주변 조직 및 신장에 종괴 효과(mass effect)를 초래할 수 있다(21). 종양이 성장하면서 내부에 혈관조직에 변형이 초래되면서 후복강으로 출혈을 유발할 수 있다(22). 특히, 종양 내부의 혈관이 조직학적으로 내측 탄력막(elastic lamina)이 없으면서, 평활근층이 비정

**Fig. 1.** Patient who developed hematuria after partial nephrectomy for renal cell carcinoma.**A.** CT reveals a pseudoaneurysm (arrow) arising from the renal artery.**B, C.** Renal angiography demonstrates a pseudoaneurysm (arrow), which is superselected using a micro-catheter.**D.** The pseudoaneurysm was completely excluded after embolization using n-butyl cyanoacrylate glue.**Table 1.** Outcomes of Transarterial Embolization for Hemorrhage after Partial Nephrectomy

Author	Type of Surgery	Number of Patient	Hemorrhage	Onset	Technical Success
Heye et al. (56)	OPN	251	7	8.9 (2-22)*	100
Netsch et al. (57)	OPN	289	4	12.5 (6-25) <sup>†</sup>	100
Shapiro et al. (9)	LPN	259	6	12.6 (5-23)*	100
Hyams et al. (6)	LPN/RALPN	998	20	14.5 (3-24)*	100
Shin et al. (7)	OPN/RALPN/LPN	1187	36	5 (0-89) <sup>†</sup>	94.4

\*Presented as mean and range.

<sup>†</sup>Presented as median and range.

LPN = laparoscopic partial nephrectomy, OPN = open partial nephrectomy, RALPN = robot-assisted laparoscopic partial nephrectomy

상적으로 형성되어 있어 가성동맥류나 파열에 취약한 것으로 알려져 있다(23). AML 환자의 약 20%는 결정성 경화증에 동반하여 발생하고, 결정성 경화증 환자에서 일생 동안 약 반수에서 AML이 발생하는 것으로 알려져 있다(24).

과거에는 영상의학적으로 악성 종과의 감별이 쉽지 않아 산발성 AML (sporadic AML)은 대부분 외과적으로 절제를 하였다(22). 하지만, MRI를 이용한 영상의학적 진단기술이 빠르게 발전하여 현재는 AML의 진단 정확도가 크게 향상되어 수술보다는 보전적 치료를 시행하는 것으로 바뀌게 되었다(25). 최소침습적 치료의 대표적인 방법으로 경동맥 색전술이 널리 받아들여지고 있다(26). 경동맥 색전술은 수술적 절제와 비교하여 종양의 영양 동맥만을 초선택하여 시술하므로 잔여 신기능을 최대한 보존할 수 있으며, 시술 후 회복이 빠르다는 장점이 있다. 특히, AML이 양측성으로 발현할 수 있는 결정성 경화증 환자에게 있어 신기능 보존은 더욱 중요할 수 있다.

### 색전술 치료의 적응증과 치료 효과

현재까지 활동성 후복강 출혈 혹은 증상(통증, 혈뇨)을 동반한 AML이 색전술의 적응증으로 널리 받아들여지고 있다(27). 종양의 크기가 4 cm 이상일 경우 활동성 출혈로 이어질 가능성이 높다고 보고된 이후에 이를 기준으로 하기도 하였으나 후속 연구에서 크기 기준을 6~8 cm으로 늘리는 것을 제안하기도 하였다(28, 29). AML 환자에서 초선택적 경동맥 색전술은 90%를 상회하는 좋은 기술적 성공률을 보였으며, 종양 크기의 감소는 내부에 혈관과 근육층을 많이 포함할수록 병변의 크기가 많이 줄어드는 것으로 보고되었다(Fig. 2) (30, 31). AML에 대한 색전술에는 다양한 색전 물질이 단독 혹은 병용하여 사용되고 있다. 색전 물질에 대한 메타연구에서 367명 포함되었으며, 172명(46.8%)의 환자에서 2가지 이상의 색전 물질이 병용되어 사용되었으며, 코일만 단독으로 사용한 환자가 23명(46.8%)이었다(27). 에탄올만을 사용한 환자는 153명(41.7%)이었으며, 코일만 단독으로 사용한 환자가 23명(6.2%)이었다. 에탄올 단독 요법을 시행한 연구의 경우 색전술의 기술적 성공률이 95.5% 였으며, 색전술 후 평균 크기 감소는 2.3 cm였다. 2개 이상의 색전 물질을 사용한 경우 기술적 성공률 95% 색전술 후 종괴의 평균 크기 감소는 4.6 cm이었다. 따라서, AML의 색전술 치료에 있어 어느 색전 물질이 다른 색전 물질보다 치료 효과가 우수하다고 특정하기는 어려우며, 시술자에게 익숙한 색전 물질을 적절히 사용하여 초선택적으로 시술하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

### 경피적 시술과 관련된 신장 손상(iatrogenic Renal Injury)에 대한 색전술

임상현장에서 신장을 대상으로 조직검사, 신루술, 신석절제술 등 다양한 경피적 시술이 이루어지며, 이로 인해 합병증이 발생하기도 한다. 시술과 관련된 출혈은 1~7%의 환자에서 발생하며, 대개 자연적으로 치유되나 때로는 심한 혈뇨나 불안정한 생체징후로 인해 색전술과 같은 적극적인 치료법이 필요할 수 있다(32).

### 색전술의 효과

의인성 신장 혈관 손상에 대한 색전술의 기술적 그리고 임상적 성공률은 각각 87~100%, 57~



**Fig. 2.** Angiomyolipoma patient who complained of flank pain.

**A.** CT shows angiomyolipoma (\*) in the upper pole of the left kidney.

**B.** Renal angiography demonstrates the tumor.

**C.** The lesion is superselected and embolized using polyvinyl alcohol particles (250–355  $\mu$ m).

**D.** The tumor (\*) decreases in size on the 6-month follow-up CT.

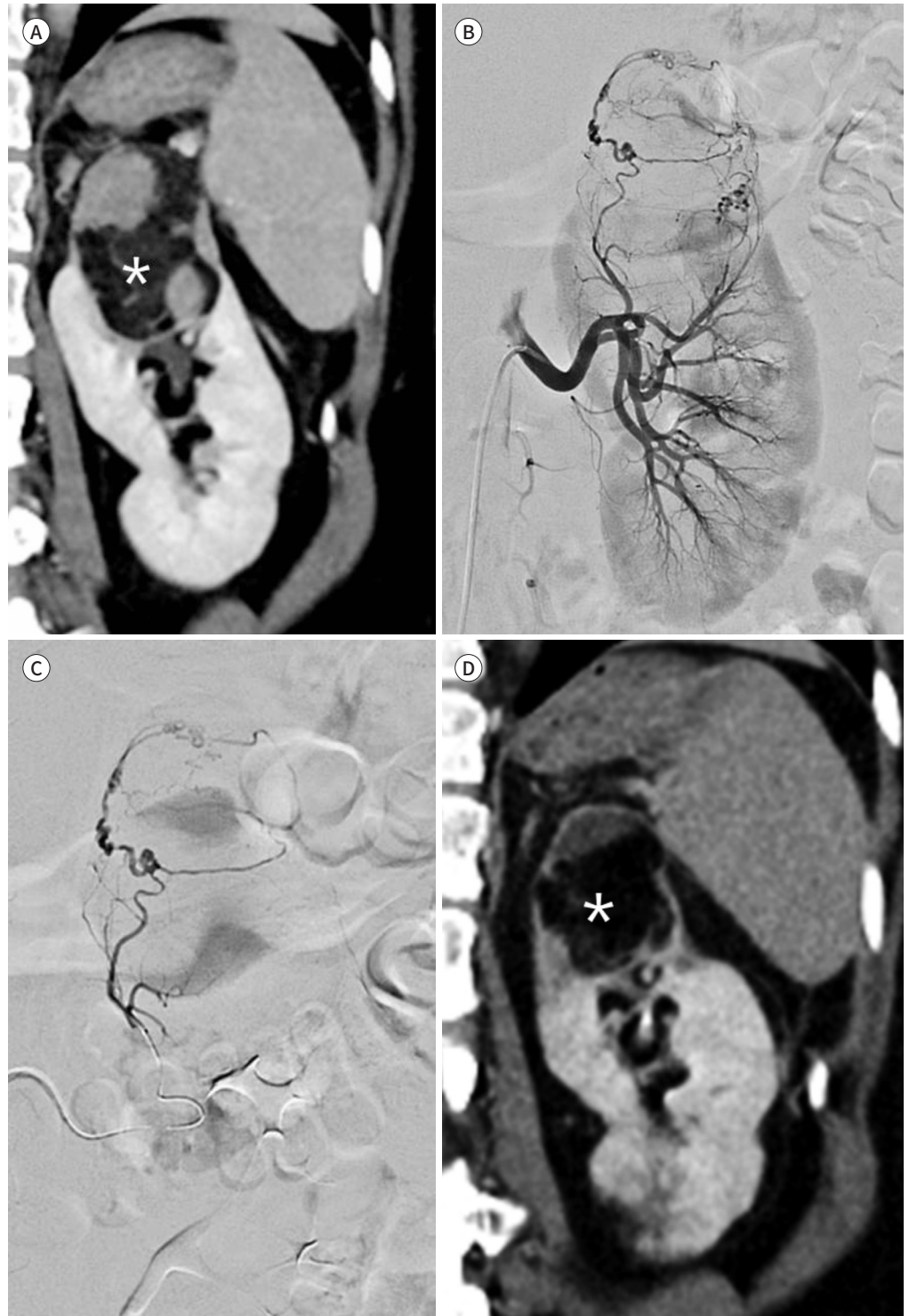


Table 2. Outcomes of Transarterial Embolization for Vascular Injury Associated with Percutaneous Procedures

Author	Number of Patient	Cause of Bleeding (%)	Embolized Vessel (%)	Embolic Material (%)	Clinical Success (%)	Major Complication
Choi et al. (38)	79	Biopsy (32, 40.5) PNL (30, 38) PCN (13, 16.5) Others (4, 5.1)	Intrarenal branch (66, 91.7) Renal capsular artery (3, 4.2) Lumbar artery (2, 2.8) Cicumflex iliac artery (1, 1.4)	Coil (23, 31.9) NBCA glue (16, 22.2) Coil + gelforam (13, 18.1) Coil + NBCA glue (4, 5.6) Other combination (7, 9.8)	85.7 (60/70)	0
Sam et al. (37)	50	Biopsy (17, 34) PNL (14, 28) PN (11, 22) PCN (5, 10) Others (3, 6)	Intrarenal branch (50, 100)	Coil (34, 68) Coil + PVA (7, 14) NBCA glue (5, 10) Coil + gelfoam (2, 4) Other combination (2, 4)	96 (46/48)	0
Mavili et al. (39)	15	Biopsy (5, 33.3) PNL (4, 26.7) PN (3, 20) Others (3, 20)	Intrarenal branch (15/15, 100)	Coil (7, 46.6) NBCA glue (4, 26.7) Combination (4, 26.7)	87 (13/15)	0

NBCA = N-butyl cyanoacrylate, PCN = percutaneous nephrostomy, PN = partial nephrectomy, PNL = pecutaneous nephrolithotomy, PVA = polyvinyl alcohol

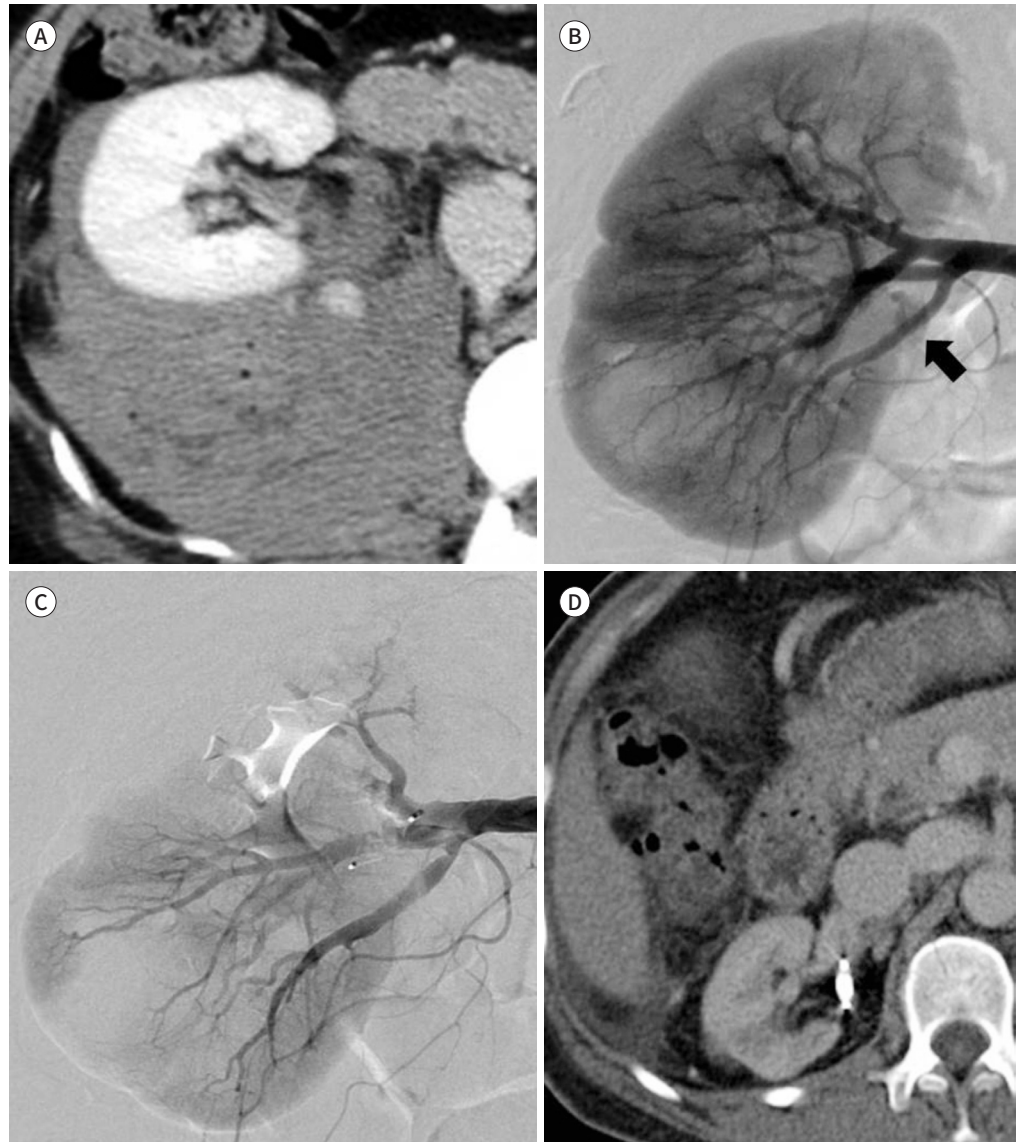
100%로 보고되었다(Table 2) (33-39). Choi 등(38)은 경피적 신장 시술 후에 혈관조영술을 시행한 79명의 환자를 후향적으로 분석하였다(Fig. 3). 81%의 환자에서 혈관조영술에서 출혈이 확인되어 단독 혹은 2개 이상의 색전 물질을 이용해서 색전술을 시행 받았으며, 출혈이 확인되지 않은 환자 15명 중 6명이 경험적 색전술을 시행 받았다. 기술적 성공률은 100%였으며, 임상적 성공률은 85.7%였으며, 경험적 색전술을 시행 받은 6명의 환자는 모두 임상적으로 호전되었다. 드물게 출혈이 신장 동맥이 아닌 신장 피막 동맥, 요추 동맥, 표재성 장골동맥 등에서도 출혈이 발생한 경우가 있어 주의해야 한다. Park 등(40)은 간이식, 신장 조직검사, 신루술 등을 시행 받은 환자에서 생긴 신장피막동맥(renal capsular artery)으로 부터의 출혈에 대한 색전술의 효과를 분석하였다(40). 기술적 성공률은 90.9%, 임상적 성공률은 80%로 보고하였는데, 신장 또는 신장 주변의 경피적 시술, 간 하부 공간(subhepatic space) 혹은 신장주변(perirenal space)에 혈종이나 출혈이 있는 경우 신장피막동맥을 포함해서 혈관조영술을 시행하는 것이 필요하다.

신장에 대한 경피적 시술로 인한 출혈은 신장 동맥을 비롯한 다양한 혈관에서 발생할 수 있으므로 이에 대한 이해를 바탕으로 출혈 혈관에 대한 초선택적인 색전술을 시행하는 것이 중요하겠다.

## 전립선과 방광

방광이나 전립선에서도 심한 출혈이 유발될 수 있으며, 대개 혈뇨로 나타나게 된다. 심한 혈뇨의 원인으로는 방광암, 방사선 방광염, 사이클로스포린(cyclosporine) 유발성 방광염, 전립선의 경요도 치료, 전립선암 등이 있다. 이러한 환자들에서 혈뇨가 보존적 치료로 호전되지 않는 경우가 많다(41). 수술적 치혈은 위험성이 높고 접근도 어려워 흔하게 시행되기 어려운 가운데 경동맥 색전술로 방광 동맥이나 전립선 동맥을 색전 하는 것이 좋은 치료법으로 대두되고 있다.

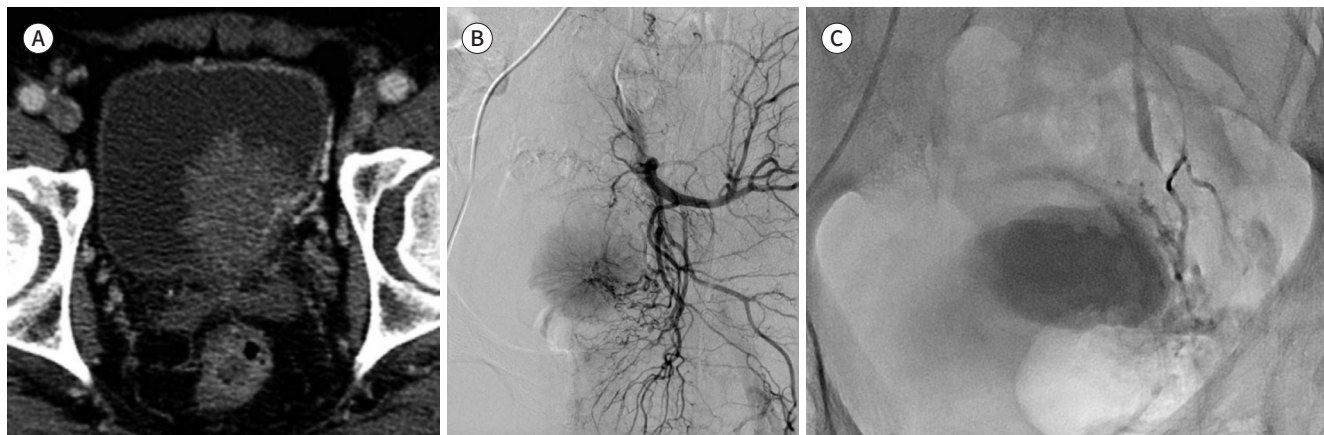
**Fig. 3.** A 49-year-old male who developed hemorrhage after percutaneous renal biopsy.  
**A.** CT reveals a pseudoaneurysm and hematoma in the kidney.  
**B.** Renal angiography shows a pseudoaneurysm (arrow).  
**C.** The affected branch is embolized using n-butyl cyanoacrylate glue and vascular plug.  
**D.** Follow-up CT shows mild atrophy of the renal parenchyma, supplied by the embolized vessel.  
 CT = computed tomography



### 색전술의 효과와 합병증

방광이나 전립선에서 발생한 출혈로 인한 시행된 색전술의 효과에 대한 보고는 많지 않지만, 초선택적 색전술의 기술적 성공률이 92.6~100%로 알려져 있다(Fig. 4) (42-44). 골반강 내 동맥은 작은 분지들 사이에 많은 연결성을 보이므로 가급적 초선택적 색전술이 중요하다. 초선택 색전술을 시행하지 않은 경우 허혈성 합병증이 68.5%의 많은 환자에서 발생했다는 보고가 있는 반면, 초선택적 시술 시 10% 미만의 낮은 합병증을 보고하였다(42-45). 다만, 하부요도에 출혈이 대개 고령의 환자에서 발생하여 접근 동맥에 협착이 있거나 구불구불한 경우가 많아 내장골동맥의 접근이

**Fig. 4.** Bladder cancer patient who complained of hematuria.  
**A.** CT shows a tumor on the left side of the bladder.  
**B.** The mass is opacified on left internal iliac angiography.  
**C.** The feeding artery is superselected and embolized using Gelfoam.



어렵거나 표적 동맥의 초선택이 어려운 경우가 있어, C-arm CT를 이용한 혈관 평가 및 시술자의 숙련도 매우 중요하다.

보존적 치료로 조절되지 않는 방광이나 전립선에서 발생한 출혈에 대해 색전술을 시도해 볼 수 있으며, 이로 인해 합병증의 위험성이 높은 수술적 치료의 필요성을 낮출 수 있다. 하지만, 다른 장기와 비교해서 색전술의 효과와 안정성에 대한 근거가 적은 편으로 이에 대한 추가 연구가 필요하다.

## 음경(Penis)

### 지속발기증(Priapism)

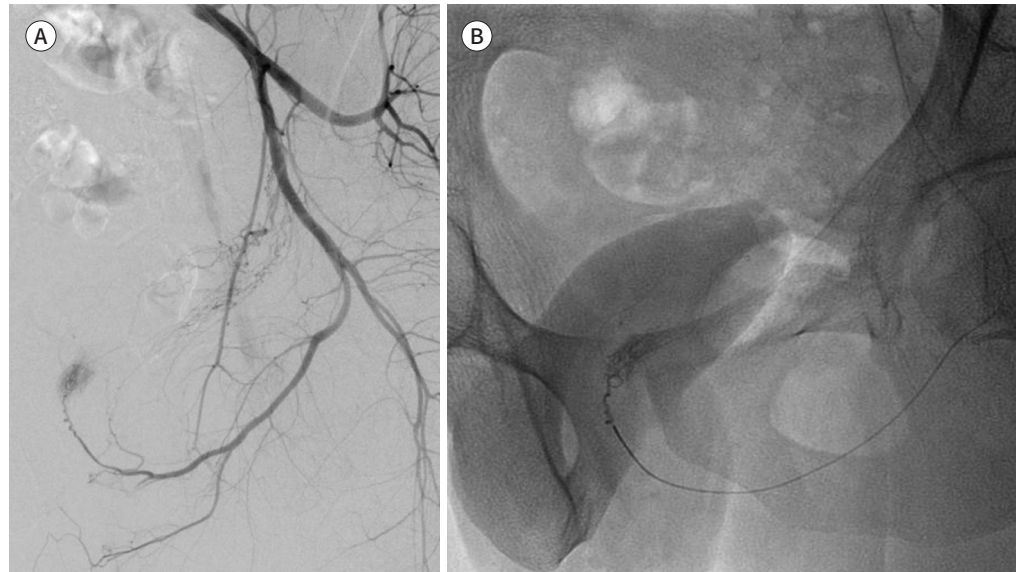
지속발기증(arterial, high-flow priapism)은 성적 자극이나 욕구와는 상관없이 지속적으로 음경이 발기되어 있는 질환이다(46, 47). 병태생리에 따라 고혈류(high-flow) 혹은 저혈류성(low-flow) 지속발기증으로 분류된다. 고혈류성 지속발기증은 음경이나 회음부의 둔상으로 인해 해면체 동맥(cavernosal artery)가 손상되어 동맥과 열공(arterio-lacunar) 간에 누공(fistula)이 형성되어 발생한다(48).

### 경동맥 색전술 치료

경동맥 색전술은 동맥 손상이 원인이 되는 고혈류성 지속발기증 치료에 사용되어 왔다(49). 경동맥 색전술은 1977년 Wear 등(50)에 의해 처음 시도된 이후로 초선택적 색전술의 도입으로 고혈류성 지속발기증 치료에 널리 쓰이고 있는데, 이를 위해서는 내장골동맥에서 기원하는 음경 동맥(penile artery)의 혈류를 다양한 색전 물질을 이용해 차단한다(Fig. 5). 색전 물질로는 자가 혈전(autologous blood clot), NBCA glue, polyvinyl alcohol (PVA), 코일 등 다양하게 사용되고 있다. 2003년 미국 비뇨기과학회(American Urological Association) 가이드라인에 따르면 지속발기증 치료에 있어 일시적 색전 물질의 사용을 권장했다(51). 그 이유는 시술 성공률(74% vs. 78%)은 비



**Fig. 5.** A 34-year-old male who developed priapism.  
**A.** Penile angiography shows contrast extravasation.  
**B.** Embolization is performed using gelfoam.



숫하면서도 색전술 후 발기 부전 발생률(5% vs. 39%)이 영구 색전 물질을 사용했을 경우에 높았기 때문이다. 일부 연구자들은 색전술 후에 혈관 재개통 및 발기능 보존을 위해 일시적인 색전 물질의 사용을 주장하였으나, 다른 연구자들은 영구 색전 물질을 사용해서도 발기능을 보전하면서 색전술이 가능하다고 보고하였다(52, 53).

Kim 등(54)은 다기관 후향적 연구에서 고혈류성 지속발기증으로 초선택적 색전술을 시행 받은 27명의 환자를 대상으로 색전술의 효용성과 안정성에 대해 분석하였다. 24명(89%)의 환자에서 1회의 색전술로 지속발기증이 효과적으로 치료되었으며, 2명(7%)의 환자는 반복 시술이 필요하였으며 나머지 2명(7%)은 정맥폐쇄성 병변을 동반하여 단락(shunt) 수술을 추가로 받아야 했다. 평상시 정상적인 발기능을 가졌던 23명의 환자 중 18명(78%)이 색전술 후에도 정상적인 발기능을 유지할 수 있었다. 색전 물질로 사용된 젤폼과 자가혈전은 반복 시술이나 시술 후 발기능과 유의한 연관 관계를 가지지는 않았다( $p=0.537$ ). Kojima 등(55)은 96예의 고혈류성 지속발기증을 분석하였는데, 일시적 색전 물질을 사용했던 33명의 환자 중 28명에서 증상 호전을 경험했으며, 32명에서 발기능을 보존할 수 있었다. 영구 색전 물질을 사용한 경우 63명 모두에서 증상 호전 및 61명에서 발기능을 보존할 수 있었다고 보고하였다. 임상 증상 호전에서는 영구 색전 물질을 사용한 경우에서 유의하게 효과가 좋았으나, 발기능 보존 측면에서는 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

고혈류성 지속발기증 치료에 있어 색전술은 뛰어난 치료 효과를 보였으며, 시술 후 발기능 보존에도 탁월한 효과를 보여왔다. 시술자에서 익숙한 색전 물질을 이용해서 초선택적으로 시술하는 것이 치료 효과를 극대화하는데 가장 중요한 것으로 여겨지며, 향후 좀 더 많은 환자를 대상으로 보다 안전하고 효과적으로 시술할 수 있는 색전 물질에 대한 연구가 더 필요하다.

## 결론

본 종설에서 살펴본 것과 같이 출혈을 비롯하여 다양한 비뇨기 계통의 질환에 대해 색전술은 유용하게 사용되고 있다. 안전하고 효과적인 색전술을 위해서는 가급적 출혈이 있는 혈관을 초선택해야 하며 혈액동학과 해부학을 고려하여 적절한 색전 물질을 사용하는 것이 필수적이다.

## Conflicts of Interest

The author has no potential conflicts of interest to disclose.

## REFERENCES

- MacLennan S, Imamura M, Lapitan MC, Omar MI, Lam TB, Hilvano-Cabungcal AM, et al. Systematic review of perioperative and quality-of-life outcomes following surgical management of localised renal cancer. *Eur Urol* 2012;62:1097-1117
- Thompson RH, Siddiqui S, Lohse CM, Leibovich BC, Russo P, Blute ML. Partial versus radical nephrectomy for 4 to 7 cm renal cortical tumors. *J Urol* 2009;182:2601-2606
- Pahernik S, Roos F, Hampel C, Gillitzer R, Melchior SW, Thüroff JW. Nephron sparing surgery for renal cell carcinoma with normal contralateral kidney: 25 years of experience. *J Urol* 2006;175:2027-2031
- Albani JM, Novick AC. Renal artery pseudoaneurysm after partial nephrectomy: three case reports and a literature review. *Urology* 2003;62:227-231
- Jain S, Nyirenda T, Yates J, Munver R. Incidence of renal artery pseudoaneurysm following open and minimally invasive partial nephrectomy: a systematic review and comparative analysis. *J Urol* 2013;189:1643-1648
- Hyams ES, Pierorazio P, Proteek O, Sukumar S, Wagner AA, Mechaber JL, et al. Iatrogenic vascular lesions after minimally invasive partial nephrectomy: a multi-institutional study of clinical and renal functional outcomes. *Urology* 2011;78:820-826
- Shin J, Han K, Kwon JH, Kim GM, Kim D, Han SC, et al. Clinical results of transarterial embolization to control postoperative vascular complications after partial nephrectomy. *J Urol* 2019;201:702-708
- Leslie S, Goh AC, Gill IS. Partial nephrectomy--contemporary indications, techniques and outcomes. *Nat Rev Urol* 2013;10:275-283
- Shapiro EY, Hakimi AA, Hyams ES, Cynamon J, Stifelman M, Ghavamian R. Renal artery pseudoaneurysm following laparoscopic partial nephrectomy. *Urology* 2009;74:819-823
- Jeon CH, Seong NJ, Yoon CJ, Byun SS, Lee SE. Clinical results of renal artery embolization to control postoperative hemorrhage after partial nephrectomy. *Acta Radiol Open* 2016;5:2058460116655833
- Chen J, Yang M, Wu P, Li T, Ning X, Peng S, et al. Renal arterial pseudoaneurysm and renal arteriovenous fistula following partial nephrectomy. *Urol Int* 2018;100:368-374
- Gahan JC, Gaitonde M, Wadskier L, Cadeddu JA, Trimmer C. Renal function outcomes following selective angioembolization for iatrogenic vascular lesions after partial nephrectomy. *J Endourol* 2013;27:1516-1519
- Strobl FF, D'Anastasi M, Hinzpeter R, Franke PS, Trumm CG, Waggshauser T, et al. Renal pseudoaneurysms and arteriovenous fistulas as a complication of nephron-sparing partial nephrectomy: technical and functional outcomes of patients treated with selective microcoil embolization during a ten-year period. *Rofo* 2016;188:188-194
- Ghoneim TP, Thornton RH, Solomon SB, Adamy A, Favaretto RL, Russo P. Selective arterial embolization for pseudoaneurysms and arteriovenous fistula of renal artery branches following partial nephrectomy. *J Urol* 2011;185:2061-2065
- Han K, Ahmed BM, Kim MD, Won JY, Lee DY, Kim GM, et al. Clinical outcome of transarterial embolization for postgastrectomy arterial bleeding. *Gastric Cancer* 2017;20:887-894
- Huang YS, Chang CC, Liou JM, Jaw FS, Liu KL. Transcatheter arterial embolization with N-butyl cyanoacrylate for nonvariceal upper gastrointestinal bleeding in hemodynamically unstable patients: results and predictors of clinical outcomes. *J Vasc Interv Radiol* 2014;25:1850-1857
- Koo HJ, Shin JH, Kim HJ, Kim J, Yoon HK, Ko GY, et al. Clinical outcome of transcatheter arterial emboliza-

tion with N-butyl-2-cyanoacrylate for control of acute gastrointestinal tract bleeding. *AJR Am J Roentgenol* 2015;204:662-668

18. Koo KC, Kim WT, Ham WS, Lee JS, Ju HJ, Choi YD. Trends of presentation and clinical outcome of treated renal angiomyolipoma. *Yonsei Med J* 2010;51:728-734
19. Soulen MC, Faykus MH Jr, Shlansky-Goldberg RD, Wein AJ, Cope C. Elective embolization for prevention of hemorrhage from renal angiomyolipomas. *J Vasc Interv Radiol* 1994;5:587-591
20. Murray TE, Lee MJ. Are we overtreating renal angiomyolipoma: a review of the literature and assessment of contemporary management and follow-up strategies. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2018;41:525-536
21. Mues AC, Palacios JM, Haramis G, Casazza C, Badani K, Gupta M, et al. Contemporary experience in the management of angiomyolipoma. *J Endourol* 2010;24:1883-1886
22. Oesterling JE, Fishman EK, Goldman SM, Marshall FF. The management of renal angiomyolipoma. *J Urol* 1986;135:1121-1124
23. Lenton J, Kessel D, Watkinson AF. Embolization of renal angiomyolipoma: immediate complications and long-term outcomes. *Clin Radiol* 2008;63:864-870
24. Nelson CP, Sanda MG. Contemporary diagnosis and management of renal angiomyolipoma. *J Urol* 2002;168:1315-1325
25. Lienert AR, Nicol D. Renal angiomyolipoma. *BJU Int* 2012;110 Suppl 4:25-27
26. Faddegon S, So A. Treatment of angiomyolipoma at a tertiary care centre: the decision between surgery and angioembolization. *Can Urol Assoc J* 2011;5:E138-141
27. Murray TE, Doyle F, Lee M. Transarterial embolization of angiomyolipoma: a systematic review. *J Urol* 2015;194:635-639
28. Mourikis D, Chatziioannou A, Antoniou A, Kehagias D, Gikas D, Vlahos L. Selective arterial embolization in the management of symptomatic renal angiomyolipomas. *Eur J Radiol* 1999;32:153-159
29. Dickinson M, Ruckle H, Beaghtler M, Hadley HR. Renal angiomyolipoma: optimal treatment based on size and symptoms. *Clin Nephrol* 1998;49:281-286
30. Hocquelet A, Cornelis F, Le Bras Y, Meyer M, Tricaud E, Lasserre AS, et al. Long-term results of preventive embolization of renal angiomyolipomas: evaluation of predictive factors of volume decrease. *Eur Radiol* 2014;24:1785-1793
31. Ramon J, Rimón U, Garniek A, Golan G, Bensaid P, Kitrey ND, et al. Renal angiomyolipoma: long-term results following selective arterial embolization. *Eur Urol* 2009;55:1155-1161
32. Summerton DJ, Kitrey ND, Lumen N, Serafetinidis E, Djakovic N; European Association of Urology. EAU guidelines on iatrogenic trauma. *Eur Urol* 2012;62:628-639
33. Dinkel HP, Danuser H, Triller J. Blunt renal trauma: minimally invasive management with microcatheter embolization experience in nine patients. *Radiology* 2002;223:723-730
34. Dorffner R, Thurnher S, Prokesch R, Bankier A, Turetschek K, Schmidt A, et al. Embolization of iatrogenic vascular injuries of renal transplants: immediate and follow-up results. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1998;21:129-134
35. Perini S, Gordon RL, LaBerge JM, Kerlan RK Jr, Wilson MW, Feng S, et al. Transcatheter embolization of biopsy-related vascular injury in the transplant kidney: immediate and long-term outcome. *J Vasc Interv Radiol* 1998;9:1011-1019
36. Poulakis V, Ferakis N, Becht E, Deliveliotis C, Duex M. Treatment of renal-vascular injury by transcatheter embolization: immediate and long-term effects on renal function. *J Endourol* 2006;20:405-409
37. Sam K, Gahide G, Soulez G, Giroux MF, Oliva VL, Perreault P, et al. Percutaneous embolization of iatrogenic arterial kidney injuries: safety, efficacy, and impact on blood pressure and renal function. *J Vasc Interv Radiol* 2011;22:1563-1568
38. Choi MJ, Kim PH, Shin JH, Kim JW, Gwon DI, Kim JH, et al. Angiographic management of percutaneous renal procedure-related bleeding: a single-center experience. *Int J Urol* 2019;26:406-412
39. Mavili E, Dönmez H, Özcan N, Sipahioğlu M, Demirtaş A. Transarterial embolization for renal arterial bleeding. *Diagn Interv Radiol* 2009;15:143-147
40. Park HJ, Shin JH, Han KC, Yoon HK, Ko GY, Sung KB. Transcatheter arterial embolization of angiographically visible and occult renal capsular artery hemorrhage in 28 patients. *J Vasc Interv Radiol* 2016;27:973-980
41. Choong SK, Walkden M, Kirby R. The management of intractable haematuria. *BJU Int* 2000;86:951-959
42. Delgal A, Cercueil JP, Koutlidis N, Michel F, Kermarrec I, Mourey E, et al. Outcome of transcatheter arterial embolization for bladder and prostate hemorrhage. *J Urol* 2010;183:1947-1953

43. Prasad V, Sacks BA, Kraus S, Clouse ME. Embolotherapy for lower urinary tract hemorrhage. *J Vasc Interv Radiol* 2009;20:965-970
44. Rastinehad AR, Caplin DM, Ost MC, VanderBrink BA, Lobko I, Badlani GH, et al. Selective arterial prostatic embolization (SAPE) for refractory hematuria of prostatic origin. *Urology* 2008;71:181-184
45. Pisco JM, Martins JM, Correia MG. Internal iliac artery: embolization to control hemorrhage from pelvic neoplasms. *Radiology* 1989;172:337-339
46. Pautler SE, Brock GB. Priapism. From priapus to the present time. *Urol Clin North Am* 2001;28:391-403
47. Sánchez-López S, González-Gómez S, Di Lizio-Miele K, González-Gómez J. High-flow priapism treated with superselective transcatheter embolization using polyvinyl alcohol particles. *SAGE Open Med Case Rep* 2017; 5:2050313X17693179
48. Burnett AL, Bivalacqua TJ. Priapism: new concepts in medical and surgical management. *Urol Clin North Am* 2011;38:185-194
49. Liu BX, Xin ZC, Zou YH, Tian L, Wu YG, Wu XJ, et al. High-flow priapism: superselective cavernous artery embolization with microcoils. *Urology* 2008;72:571-573; discussion 573-574
50. Wear JB Jr, Crummy AB, Munson BO. A new approach to the treatment of priapism. *J Urol* 1977;117:252-254
51. Montague DK, Jarow J, Broderick GA, Dmochowski RR, Heaton JP, Lue TF, et al. American Urological Association guideline on the management of priapism. *J Urol* 2003;170:1318-1324
52. Bastuba MD, Saenz de Tejada I, Dinlenc CZ, Sarazen A, Krane RJ, Goldstein I. Arterial priapism: diagnosis, treatment and long-term followup. *J Urol* 1994;151:1231-1237
53. Park JK, Jeong YB, Han YM. Recanalization of embolized cavernosal artery: restoring potency in the patient with high flow priapism. *J Urol* 2001;165:2002-2003
54. Kim KR, Shin JH, Song HY, Ko GY, Yoon HK, Sung KB, et al. Treatment of high-flow priapism with superselective transcatheter embolization in 27 patients: a multicenter study. *J Vasc Interv Radiol* 2007;18:1222-1226
55. Kojima H, Tanigawa N, Kariya S, Komemushi A, Shomura Y, Yanishi M, et al. High-flow priapism undergoing arterial embolization: review of literature following American Urological Association guideline on the management of priapism. *Minim Invasive Ther Allied Technol* 2009;18:1-5
56. Heye S, Maleux G, Van Poppel H, Oyen R, Wilms G. Hemorrhagic complications after nephron-sparing surgery: angiographic diagnosis and management by transcatheter embolization. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 184:1661-1664
57. Netsch C, Brüning R, Bach T, Gross AJ. Management of renal artery pseudoaneurysm after partial nephrectomy. *World J Urol* 2010;28:519-524



## 비뇨기계 질환에서의 색전술의 역할

한 기 창\*

비뇨기계 질환에서의 경동맥색전술은 널리 쓰이고 있다. 대표적으로 종양, 외상, 경피적 시술 등 여러 원인에 의해 출혈이 발생하는 경우 대개 보존적 치료로 조절이 가능하지만, 때로는 혈액학적 불안정이 초래될 중대한 출혈이 발생할 경우 경동맥 색전술이 유용하게 쓰일 수 있다. 이는 수술적 치료법에 비해 합병증은 덜 유발하면서도 뛰어난 치료성과 안정성을 보여 왔기 때문이다. 장기별로는 부분신제술 후에 발생한 출혈이나, 신종괴로 인한 출혈에 대한 고식적 색전술을 비롯하여 외상으로 인해 발생한 출혈에 대해 색전술이 활발하게 이루어지고 있다. 혈관근육지방종의 파열 예방이나 파열 시 지혈 목적으로의 색전술이 사용될 수 있다. 전립선이나 방광의 경우 종양이나 외상으로 인해 발생한 출혈 및 음경에서 발생한 지속 발기 증에도 색전술의 효용성이 입증되었다. 다양한 비뇨기 질환에서의 색전술은 지혈을 위한 일차적 치료로 고려될 수 있으며, 가장 적합한 색전물질을 이용해서 선택적으로 시행하는 것이 시술의 효용성 및 안전성을 높이는데 중요하다.

연세대학교 의과대학 세브란스병원 영상의학과