

남성 골반강의 자기공명영상

김 보 현

MRI는 주로 부인과 질환의 진단에 이용되어 왔으나 뛰어난 연조직 대조도와 다면 영상 능력으로 남성 골반강의 평가에서도 그 활용이 점차 확대되고 있다. 남성 골반강 MRI는 전립선을 중심으로 발전되어 왔으나 음경과 음낭, 요도 등을 침범한 외상, 종양 등의 질환에 매우 유용하므로 이들 부위에서의 MRI 이용이 더욱 증가할 것으로 보인다. 여기서는 전립선, 음경, 음낭 등의 남성 골반강 장기를 평가하는데 필요한 검사기법, 정상 해부학, 이상 질환의 MRI 소견 등에 대해 기술하고자 한다.

전립선(PROSTATE GLAND)

검사 기법

최근 골반강의 평가를 위해서 체코일(body coil) 대신 골반강 위상배열 표면코일(pelvic phased array surface coil)의 사용이 보편화되어 있다. 전립선의 MRI 검사를 위해서 체코일에 비해 경직장코일(endorectal coil)이 우수한 것으로 보고되었고(1-3) 경직장코일과 골반강 위상배열 표면코일을 조합하여 사용하는 것이 위상배열 표면코일만 사용하는 것에 비해 우수하다고 보고되었다(4).

남성 골반강의 평가에서는 부위와 무관하게 비슷한 박동연쇄(pulse sequence)를 사용한다. T1 강조영상은 스핀에코[이완시간(TR)/에코시간(TE) 300-600/10-30]를 사용하며 T2 강조영상은 고속스핀에코[이완시간(TR)/유효에코시간(effective TE) 3000-4000/60-100]를 보편적으로 사용한다. 전립선의 평가에는 T1 및 T2 강조영상이 쓰이며 조영증강은 필요치 않는 경우가 많다. T1 강조영상은 조직 검사 후의 출혈을 보거나 주위 지방으로의 종양의 신전을 평가하는데 좋고 림프절의 종대를 평가하는 데도 적합하다. 반면에 T2 강조영상은 전립선의 해부학적 영역(zonal anatomy)을 구별하고 전립선 내의 종괴를 평가하는데 적합하다. 전립선의 평가를 위해서는 정낭의 상부에서 전립선의 기저부까지 축상면 T1 및 T2 강조영상을 얻고 전립선과 정낭을 포함하는 시상면과 관상면 T2 강조영상을 얻는다. 관상면 영상은 정낭과 전립선의 첨단부(apex)를 평가하는데 좋

고 시상면 영상은 정낭의 내측을 평가하는데 적합하다. 호흡보상(respiratory compensation)과 혈류보상(flow compensation)을 쓰면 운동인공물(motion artifact)을 줄일 수 있다. 영상범위(FOV)는 경직장코일을 사용하는 경우에는 10-12cm, 경직장코일과 위상배열 표면코일을 조합하여 사용하는 경우에는 14-16cm을 사용하고 절편두께는 3mm 정도로 하는 것이 보통이다.

해부학

전립선은 선부위(glandular portion)와 비선부위(non-glandular portion)로 나뉘는데 선부위는 주변대(peripheral zone: 70%), 중심대(central zone: 25%), 이행대(transitional zone: 5%)의 세 가지 주 구역으로 나뉘나 요도주위선(periurethral gland)에도 소량의 선(gland)이 존재한다. 전립선암은 70%가 주변대에서 생기고 양성전립선비대증은 대부분 이행대에서 생긴다. 비선조직은 요도와 전방섬유근성간질(anterior fibromuscular stroma)로 구성되어 있다.

정상적인 전립선은 T1 강조영상에서 균질성의 중간 정도의 신호강도를 보이며 T2 강조영상에서는 주변대가 고 신호강도를, 그리고 중심대와 이행대는 저 신호강도를 보인다(Fig. 1) (5). 중심대는 펴라밋 모양으로 전립선의 기저부(base)에서 선조직의 주류를 이룬다. 이행대는 요도주위선의 양 옆에 말발굽 모양으로 보이고 주변대는 전립선의 후방과 측방, 그리고 첨단부에 위치하며 전립선 하부 선조직의 주류를 이룬다(Fig. 1A). 전방섬유근성간질은 전방 부위에 T2 강조영상에서 저 신호강도로 보이며 전립선 피막은 주변대 주위로 약 1mm 두께의 저 신호강도의 선으로 보인다. 이를 해부학적 피막(anatomical capsule)이라 부르며 양성전립선비대증의 수술적 피막(surgical capsule)과는 구분된다. 정낭은 대칭적인 구조물로 T2 강조영상에서 외벽은 저 신호강도로 보이고 내부 내용물은 물과 같은 고 신호강도를 보인다(Fig. 1B).

근위부 요도는 방광 경부에서 전립선의 앞쪽 1/3을 통해 정구(verumontanum)로 연결되는데 이 부위는 Foley 도관이 삽

대한자기공명의과학회지 3:28-40(1999)

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 진단방사선과
접수 : 1998년 10월 15일, 채택 : 99년 1월 30일
통신저자 : 김보현 서울시 강남구 일원동 50

Tel. 82-2-3410-2510, 2520, 2540 Fax. 82-2-3410-2559

입되어 있지 않으면 MRI에서 보기 가 힘들다. 요도는 정구에서 앞쪽으로 약 35도 쪼이는데 이 부위 아래에서는 균육층으로 둘러싸이므로 주변대 내에 저 신호강도로 존재한다.

선천성 이상

전립선의 선천성 이상은 다른 비뇨생식기로이상(urinary tract anomaly)을 잘 동반한다. 예를 들면 선천성 전립선 저형성은 prune-belly syndrome에 잘 동반한다. MRI는 전립선의 이상 뿐 아니라 동반된 낭종이나 생식기 이상을 진단할 수 있다(Fig. 2-3).

전립선 부위의 낭종은 그 기원에 따라 볼프관낭종(wolffian duct cyst) 혹은 물러리안관낭종(mullerian duct cyst)으로 나눌 수 있는데 볼프관낭종에는 정낭낭종, 정관낭종, 사정관낭종 등이 있고 물러리안관낭종은 전립선소실(prostatic utricle)을

포함한다. 물러리안관낭종은 정중선에 위치하는 반면 볼프관낭종은 외측에 위치한다(6). 볼프강낭종에서 환측 정낭은 낭종에 포함되어 정상적인 정낭은 한쪽만 있는 경우가 많고 동측 신장의 무형성이나 심한 이형성증을 동반한다(Fig. 2). 물러리안관낭종은 전립선의 전장에 걸쳐 주행하는데 반해 볼프강낭종은 그렇지 않고 동측 사정관이 확장되거나 이형성을 보일 수 있다(Fig. 3). 정낭낭종은 이소성요관류(ectopic ureterocele)처럼 흔히 방광내로 돌출한다. MRI는 이를 낭종을 발견하고 감별하는데 뿐 아니라 전립선, 방광, 정낭, 사정관 등과의 관계를 파악하는데에도 유용하다(6). MRI에서는 정중선 전립선낭종과 정낭낭종의 감별이 가능하고 낭종 내용물의 출혈이나 염증을 동반한 경우에는 신호강도의 변화를 보일 수 있다(Fig. 3) (7-8).

MRI는 혈정액증(hematospermia)나 사정관 폐색을 가진 환자의 평가에도 매우 유용하다(9, 10). 혈정액증에서는 정낭의 확장이나 낭종 형성, 정중선낭종 등을 흔히 동반하며 출혈로 인

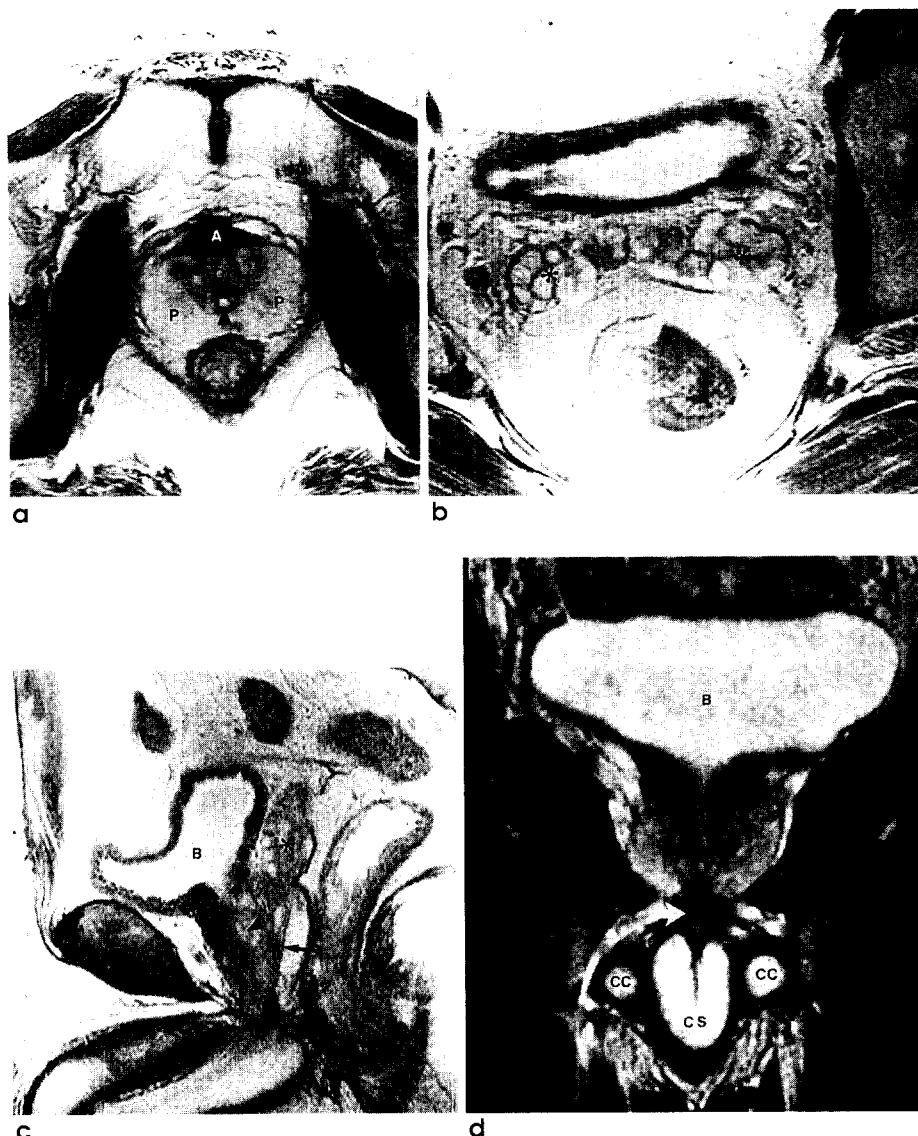


Fig 1. Normal prostate and seminal vesicles on T2WI.

- a.** Transaxial scan through mid prostate gland. Peripheral zone areas (P) demonstrate a high signal intensity on T2WI. A : anterior fibromuscular stroma, C : central zone, arrowhead : urethra.
- b.** Transaxial scan through seminal vesicles (asterisks). Seminal vesicles are seen as multiple locules filled with high signal intensity fluid contents.
- c.** Midline sagittal scan demonstrates anatomical relationship of the bladder (B), prostate, and seminal vesicles (asterisk). Arrowheads : prostatic urethra, arrow : ejaculatory duct.
- d.** Coronal scan through the bladder base and prostate (P). B : bladder, CC : corpora cavernosa, CS : bulb of corpus spongiosum, white arrow: membranous urethra.

한 정낭 신호강도의 변화를 보일 수 있다(Fig. 4) (9). 사정관 폐색 시에는 정낭이나 사정관의 확장을 볼 수 있다(10).

양성 전립선 비대증 (benign prostatic hypertrophy; BPH)

주로 BPH는 이행대나 요도주위선에 호발하며 전립선의 종대를 초래한다. 미만성 형태와 국소 선종성 형태(focal adenomatous form)를 보일 수 있다. 요도주위선이 커지면 방광 기저부에 국소적인 돌출을 보이는데 이는 흔히 “정중엽(median lobe)”이라고 불리우나 잘못된 명칭이다.

MRI에서는 조직학적 구성이나 영상연쇄(imaging sequence)에 따라 매우 다양한 소견을 보인다. MRI는 BPH의 형태를 잘 그려주지만 불행히도 양성이나 악성 변화를 구별하지

못한다(11-12). 미만성 형태는 전립선의 전체적인 종대를 초래하는데 T2 강조영상에서 균질성이거나 비균질성이며 중 정도 내지 고 신호 강도를 보이는 등 매우 다양한 신호강도를 보인다. 결절성 형태는 결절성의 종대를 보이며 국소적으로 외형의 이상을 보일 수도 있다. 커진 이행대 결절과 압박된 주변대와의 사이에 외과적 가피막(surgical pseudocapsule)을 보일 수 있는데 T2 강조영상에서 저 신호강도의 띠로 보인다.

전립선암

미국에서는 남성에서 가장 흔한 악성 종양으로 최근에는 우리나라에서도 유병율이 증가하고 있다. 정확한 유병율은 알 수 없으나 서구에서는 60세 이상 남성의 40%에서 무증상의 전립선암을 가지고 있다고 한다. 전립선암은 70%가 주변대에서 생기고

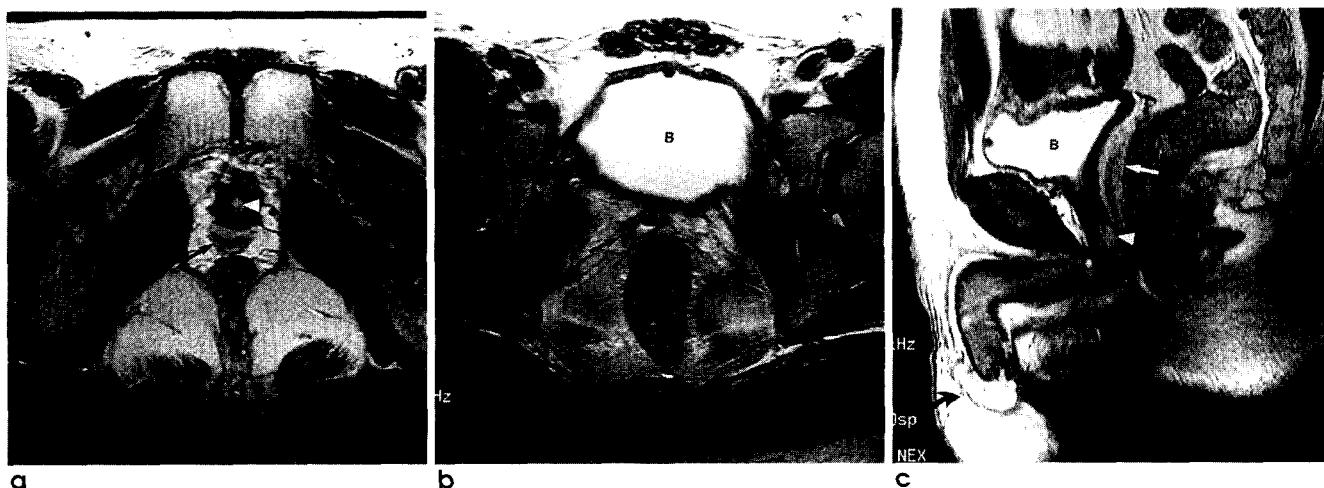


Fig 2. Wolffian duct cyst with prostatic hypoplasia.

a. Transaxial T2WI demonstrates lack of prostate tissue around urethra (arrowhead). Note a tubular structure (Wolffian duct cyst; arrow) in posterior aspect of periurethral tissue. b. Consecutive transaxial section shows the tubular structure coursing to the right side. c. Sagittal T2WI clearly demonstrates anatomical relationship of utricle (arrowhead) and Wolffian duct cyst (arrow) to the bladder and urethra. Note “penoscrotal transposition” (curved arrow) : the penis is located more posteriorly than the scrotum.

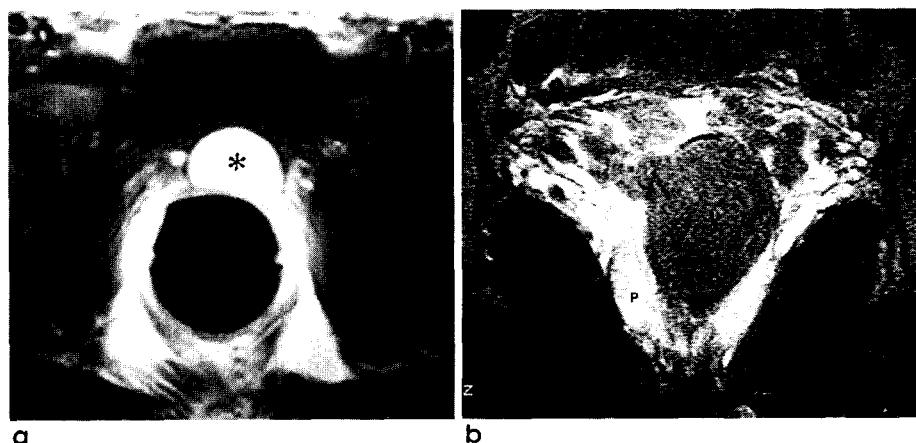


Fig 3. Hemorrhagic mullerian duct cyst. a. Transaxial T1WI demonstrates a high intensity cystic lesion (asterisk) in midline supraprostatic area. b. Coronal T2WI shows a large elliptical lesion containing low signal intensity fluid (asterisk), which extends out of the prostate (P).

20%가 이행대, 10%가 중심대에서 생긴다고 알려져 있다. 전립선 종양은 T2강조영상에서 저 신호강도를 보이므로 고 신호강도로 보이는 주변대 내에서는 주위 조직과 구별되나 비균질성의 신호 강도를 보이는 이행대에서는 BPH와 구별하기 힘들다(13). MRI를 이용한 전립선 암의 발견율은 92%까지 높게 보고되었으나 한 대규모 다기관 연구에서는 한쪽이 5mm가 넘는 병변의 62%만이 발견되었다(14). 그러므로 MRI는 전립선암의 발견보다는 조직 검사로 전립선암이 확진된 환자의 병기 결정에 주로 쓰인다(15-17).

이처럼 전립선의 조직 생검을 한 다음 병기 결정을 위하여 MRI를 하는 경우가 많은데 조직 생검에 의한 출혈은 MRI의 정확도를 감소시킨다. 주변대의 출혈은 시기에 따라 다르나 T1 강조영상에서 고 신호강도로, T2 강조영상에서는 저 신호강도로 보여 전립선암과 감별되지 않을 때가 많다(*Fig. 5*) (18). 그러므로 MRI는 조직 생검 후 3-5주 이상 경과한 후 검사하는 것이 바

람직하다(18).

전립선 암이 전립선 내에 국한되어 있는 경우에는 근치적 전립선 절제술로 치료하며 피막 바깥 쪽으로 퍼진 경우에는 대개 호르몬 치료나 방사선 치료를 시행한다. 병기 결정은 변형Jewett 병기 혹은 TNM 병기를 따르는데 체코일을 이용한 MRI의 전반적인 정확도는 69%-89%, 피막 외 침범 유무를 결정하는 Stage B와 C의 구별은 44%-62%로 각각 보고되었으며 경직장코일을 이용한 Stage B와 C의 구별에 대한 정확도는 82%로 증가된다고 보고되었다(1-2). 또 다른 연구에서는 경직장코일과 골반강 위상배열 다중코일을 조합한 경우의 정확도가 77%로 골반강 위상배열 다중코일 단독 사용(68%)에 비해 우수하다고 보고하였다(4).

MRI에서 Stage B 종양은 종양이 전립선 내에 국한되어 있는 경우에, 그리고 Stage C 종양은 피막을 침범하거나 정낭, 방광, 직장 등 전립선 밖으로 종양이 신전된 증거가 보이는 경우에



Fig 4. Left seminal vesicle hemorrhage and a small midline cyst (asterisk).

a. Transaxial T1WI demonstrates high signal intensity hemorrhage (H) within left seminal vesicle. b. Coronal T2WI shows an ovoid midline cyst (asterisk) and left seminal vesicle hemorrhage (H). P : prostate.

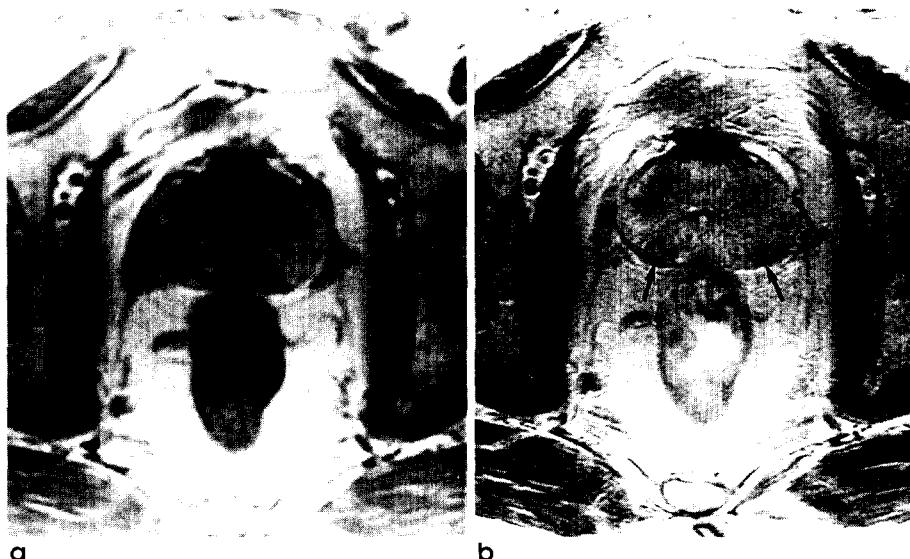


Fig 5. Post-biopsy hemorrhage in peripheral zone areas.

a. Transaxial T1WI shows high intensity hemorrhage within peripheral zone areas (asterisks) in both sides. b. On T2WI, hemorrhagic areas are seen as low signal intensity areas (arrows) which mimicks prostate cancer.

각각 진단할 수 있다. 피막을 통한 종양의 신전은 저 신호강도의 전립선 피막의 단절, 전립선 외형 밖으로 뛰어 나오는 국소적인 외형의 돌출, 후외측 신경혈관속(neurovascular bundle)으로의 종양의 신전 등으로 진단할 수 있다(Fig. 6) (16). 전립선 주위의 지방 조직이나 정맥총에 이상 신호강도를 보이면 전립선 주위 확산을 진단할 수 있으며 정낭의 크기와 신호강도로 그 침범 여부를 진단할 수 있다. 정낭 침범은 경직장초음파검사에서 보다 MRI에서 더 정확히 평가할 수 있는데 T2 강조영상에서 정낭이 저 신호강도를 보일 때에 가능하다(Fig. 6) (19). 그러나 조직 생검을 시행한 경우 정낭 내의 출혈이 생검에 의한 것인지 종양에 의한 것인지 분명치 않는 경우도 있다(20). 임파절 전이는 직경 1cm을 기준으로 진단하며 골 전이는 T1 강조영상에서 저 신호강도를 보이므로 쉽게 진단할 수 있으나(Fig. 6C) 양성 질환과의 감별이 애매한 경우에는 조영증강 MRI가 도움이 될 수 있다.

음경(PENIS) 및 요도(URETHRA)

검사 기법

음경을 검사할 때는 음경을 잘 고정하여 운동인공물을 줄이는 것이 가장 중요하다. 환자는 앙와위로 눕히고 음경의 배부를 위로 구부려 전복부에 고정하는데 이때 음경의 정중선이 유지되도록 한다. Peyronie 병과 같이 음경의 발기가 필요한 경우에는 papaverine이나 PGE1 등을 사용하여 발기 시킨 후 같은 방법으로 고정한다. 표면코일은 5인치 환상코일을 이용할 수 있으나

골반 위상배열 다중코일을 사용해도 무방하다. 가능하면 호흡보상이나 혈류보상을 시행한다.

T1 강조영상과 고속스핀에코 T2 강조영상이 쓰이며 때에 따라 조영증강이 도움이 될 수 있다(21). 대개 영상범위는 22-24cm, 절편 두께는 3-5mm로 한다. 축상면과 시상면 영상은 음경해면체(corpora cavernosa)와 요도해면체(corpus spongiosum), 음경요도 등을 평가하기에 적합하며 막양부뇨도(membranous urethra)나 해면체 체부(corporeal body)를 평가하는 데는 관상면이 도움이 된다.

해부학

음경은 3개의 관상 발기조직으로 되어 있는데 회음부에 고정된 근부(root)와 자유로이 움직이는 phallus로 나뉜다. 양측 음경해면체는 내피로 둘러싸인 공간들이 망을 형성한 조직으로 음경의 배측에 나란히 위치하며 뒤쪽으로는 각부(crura)가 양측 좌골지(ischialpubic rami)의 내측에 고정되는데 이 부위에서 좌골-음경해면체근(ischio-cavernosus muscle)에 의해 둘러싸인다. 요도해면체는 음경의 복측에 위치하고 내부에 요도를 포함하는데 뒤쪽 회음부에서는 음경의 구근부(bulb)를 형성하고 앞쪽에서는 음경귀두(glans penis)와 연결된다. 음경의 구근부 요도해면체는 구근요도해면체근(bulbo-spongiosus)이라는 근육으로 둘러싸여 있다. 세 개의 해면체는 각각의 백색막(tunica albuginea)으로 싸여 있으며 양측 음경해면체는 불완전한 중격에 의해 나뉘어져 있다. 이들 해면체의 바깥쪽에는 Buck 근막이 음경해면체와 요도해면체를 나누어 싸고 있고 그

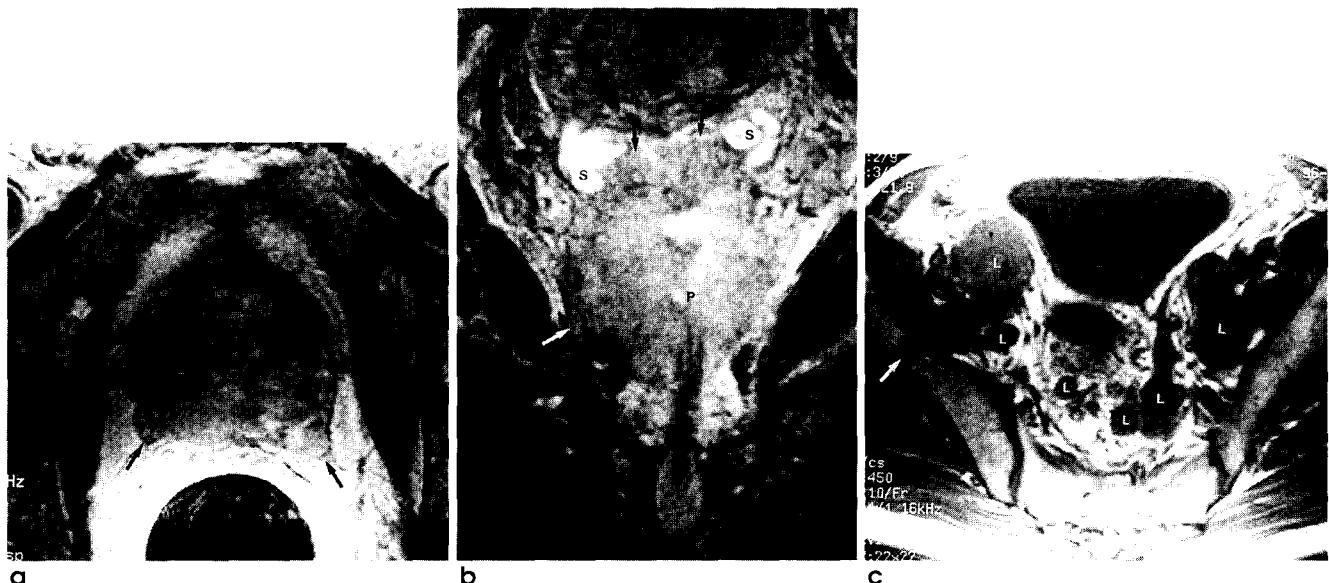


Fig 6. Extensive prostate cancer.

a. Transaxial T2WI demonstrates low signal intensity mass lesions in entire prostate gland. Note squaring or angulation of posterolateral margins of the prostate (arrows). b. Coronal T2WI demonstrates enlarged prostate gland with transcapsular tumor extension along right lateral border (white arrow). Note superior extension of the tumor (arrows) invading distal portion of seminal vesicles and ductus deferentes. c. Transaxial T1WI of upper pelvis demonstrates multiple enlarged lymph nodes (L) in both iliac areas. Note metastatic bony lesion in right iliac bone (arrow).

주위로 음낭근(tunica dartos)을 포함하는 연부 조직으로 싸여 있다.

음경해면체와 요도해면체는 T1 강조영상에서 비슷한 중 정도의 신호강도를 보이고 T2 강조영상에서는 고 신호강도를 보인다 (Fig. 7). 요도해면체는 요도를 제외하고 균질한 신호강도를 보이는데 반해 음경해면체는 신호강도가 다양하며 비균질한 경우도 있다. 백색막은 T1 강조영상에서 저 신호강도를 보이며 음경의 심부 근막과 잘 구별되지 않는다(Fig. 7A). 조영증강 후에는 음경해면체와 요도해면체는 강한 조영증강을 보이는데 두 구조물은 중심부에서부터 조영증강되며 백색막은 조영증강을 보이지 않는다.

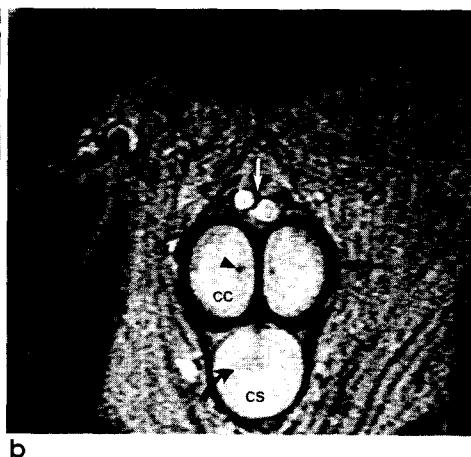
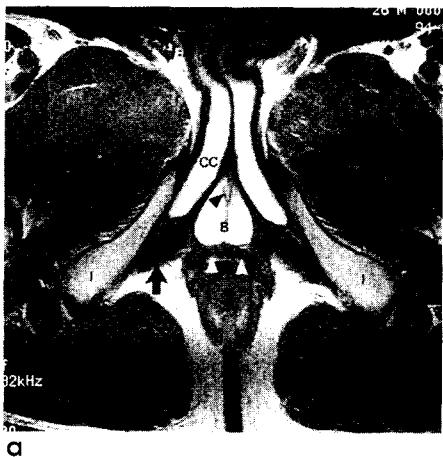


Fig 7. Normal penis.

a. Transaxial T2WI of the penile root (resting state). CC : corpora cavernosa, B: bulb of corpus spongiosum, I: ischial bone, arrow: ischiocavernosus muscle, white arrowheads: superficial transverse perineal muscle black arrowhead:urethra. b. Coronal T2WI of the penile shaft (erect state). CC: corpora cavernosa, CS: corpus spongiosum, straight arrow: tunica albuginea & Buck's fascia, curved arrow : urethra, white arrow: dorsal penile vessels, arrowhead : cavernosal artery.

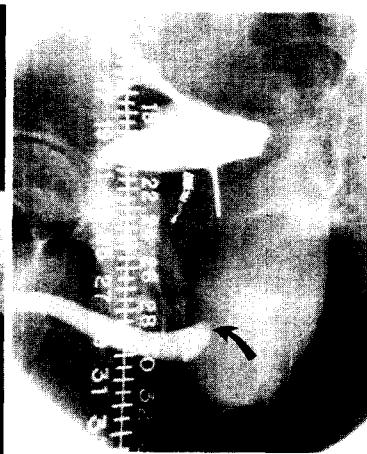


Fig 8. Peyronie's disease. Contrast-enhanced transaxial T1WI of dorsiflexed penile shaft demonstrates interruption of tunica albuginea in the dorsum of left side cavernosum (arrow). CC: corpora cavernosa, arrowhead: urethra.

Fig 9. Trauma of posterior urethra.

a. Simultaneous visualization of the bladder (through cystostomy tube) and distal urethra. A curved probe is introduced into prostatic urethra through the cystostomy tract. A large gap is seen between the tip of the probe (straight arrow) and the proximal end of visualized bulbous urethra (curved arrow). b. Sagittal T2WI demonstrates superiorly displaced prostate (P). The proximal (straight arrow) and distal (curved arrow) ends of ruptured urethra are clearly demonstrated on this image. Arrowheads: prostatic urethra.

도가 정상보다 근위부에서 외부에 노출되어 있는 경우를 말하는데 대개 방광 외변(exstrophy)과 치콜결합의 화장을 동반한다. MRI에서는 골반의 골 이상 뿐 아니라 음경해면체의 분리를 보이며 요도해면체가 해면체 채부 사이에 끼어 있는 소견을 보인다. 음경의 중복(penis diphallus)은 음경해면체와 요도해면체의 중복의 조합으로 이루어지는데 MRI로 이들 구조물의 정확한 평가가 가능하다.

염증성 질환

Peyronie 병은 원인이 잘 알려지지 않은 염증성 질환으로 백색막에 섬유성 반점(fibrous plaque)이 생기고 병변이 음경해면체로 신전 될 수 있다. MRI는 반점의 위치와 크기 등에 관한 정보를 제공하고 음경해면체의 침범 정도를 알려준다(Fig. 8). 백색막과 연결된 반점은 T2 강조영상에서는 저 신호강도를 보이며 조영증강 T1강조영상에서는 조영증강을 보인다(22-23). 반점과 해면체동맥(cavernosal artery)의 거리는 수술 가능 여부를 알려준다. 음경지속발기증(priapism)이 지속된 경우나, 교원혈관질환(collagen vascular disease), 혈관작용제의 해면체 내 주사 등에 의한 음경의 섬유화는 T2 강조영상에서 고 신호강도의 음경해면체 내에 저 신호강도 병변으로 보인다. 반점의 조영 증강 여부가 병변의 활성도와 관련이 있다고 보고되었다(23).

외 상

음경의 외상은 대개 발기한 상태에서 오는 직접 둔상(blunt trauma)에 기인하며 음경의 골절이나 음경해면체의 파열을 동반한다. 음경의 골절은 T2 강조영상에서 백색막의 저 신호강도가 중단된 경우에 진단할 수 있으며 음경해면체의 일혈(extravasation)에 의한 음경주위 혈종도 진단할 수 있다. MRI는 음경 인공삽입물(prosthesis)의 위치를 평가하거나 혈종이나 염증 등의 합병증 여부를 평가하는 데에도 유용하다(24).

후요도(posterior urethra)의 외상은 흔히 골반 골절, 출혈, 골반 내 장기 손상 등 복잡한 골반 손상과 동반하는데 특히 요도 손상의 길이나 다른 연조직 손상 등은 고식적인 방사선 검사로는 평가하기 어렵다. MRI는 이러한 경우에 유용하며 수술 의사로 하여금 적절한 수술 방법을 택하도록 한다(25). 막양부요도와 전립선 첨단부 사이의 전위를 동반한 경우에 MRI를 통해 전위 방향과 정도를 파악함으로써 회음부 접근법으로 수술할 것인지 혹은 복부 및 회음부 복합접근법으로 수술할 것인지를 결정하고 발기 부전 등의 합병증을 예전하는데 도움이 된다(Fig. 9) (25). 또한 MRI는 기질화된 혈종이나 섬유화를 진단 할 수 있다.

종 양

음경의 암은 남성의 악성 종양의 약 1% 정도를 차지하고 요도

의 암은 더욱 드물다. 종양이 음경귀두(glans penis)나 음경요도(penile urethra)에 있는 경우에는 이학적 검사로 종양의 주위 침범 정도를 알 수 있으나 음경근(penile root)이나 구막양부요도(bulbomembranous urethra)를 침범한 경우에는 이학적 검사만으로 병기를 결정할 수 없으며 이 때에 MRI가 도움이 된다. 음경으로 전이되는 경우는 매우 드물며 대개 비뇨생식기의 다른 종양에서부터 온다. 이 때 가장 흔한 증상은 음경지속발기증이며 MRI 검사가 도움이 된다.

대개 음경이나 요도의 암은 주위 조직으로 병변이 진행된 후에 검사하는 경우가 많아 서로를 구분하기는 어렵다. T2 강조영상에서 종양의, 백색막이나 음경해면체의 격막으로의 신전을 잘 볼 수 있으며 특히 음경구(penile bulb)나 요생식격막(urogenital diaphragm)의 침범 여부에 따라 수술이나 방사선 치료의 결정을 내릴 수 있다. 종양의 크기와 침범 범위가 큰 경우에는 MRI의 역할이 매우 중요하지만 작은 종양은 염증성 질환과 감별하기 힘들다.

음낭(SCROTUM)

음낭 질환을 평가하는 데는 초음파 검사가 비용이 적게 들고 쉽게 검사할 수 있어 가장 널리 쓰이고 있으며 MRI는 초음파 검사에서 진단이 애매한 경우에 주로 사용된다.

검사 기법

음경이나 음낭을 검사할 때 양질의 영상을 얻기 위해서는 이들을 잘 고정하여 운동인공물을 줄이는 것이 매우 중요하다. 환자는 앙와위로 눕힌 후 양측 대퇴부 사이에 타월 등을 넣어 고정하고 음경은 배부로 구부려 배위에 고정한다. 음경과 음낭사이, 그리고 음경 위에도 타월 등으로 고정한 후 그 위에 표면코일을 놓고 결박대를 사용하여 고정한다.

이전에는 5인치 환상 표면코일이나 곡선형 어깨코일(curved shoulder coil)을 많이 사용하였으나 골반 위상배열 다중코일을 쓰면 비슷한 효과를 얻을 수 있을 뿐 아니라 주위 장기도 평가 할 수 있다. 영상범위는 20cm 내외, 절편 두께는 4-5mm를 사용한다. 가능하면 호흡 및 혈류보상(respiratory & flow compensation)을 시행한다. 정류 고환(undescended testis)이나 고환암의 림프절 전이를 보기 위해서는 체코일이나 골반 다중코일을 이용한 복부나 골반의 추가 검사가 필요하며 이 때에는 영상범위를 20-40cm 내외로 넓혀서 검사한다.

T1 강조영상은 출혈이나 유체의 특성화 등에 도움이 되며 T2 강조영상은 고환, 부고환, 백색막 등의 구조물을 구분하고 고환내의 병변을 찾는데 민감하다. 대개 축상면과 시상면이 양측 고환을 동시에 평가할 수 있어 좋으나 부고환의 병변을 보고자 할 때에는 축상면이나 시상면이 도움이 된다. 조영증강은 일상적으로 사용하지는 않으나 종양이나 염전 등의 진단에 도움이 될 수 있다.

정류고환을 진단하기 위해서는 검사 전에 방광을 비우게 한 후

에 음낭에서 정낭까지 축상면 T1 및 T2 강조영상을 얻는데 고환 이 골반강 내에 위치하는 경우에는 관상면 T1강조영상을 추가하고 골반강 내에서 고환을 찾지 못한 경우에는 신장의 하극부까지 검사한다. 고환암의 병기 결정을 위해서는 치골결합(pubic symphysis)에서 횡격막까지 축상면 T1 및 T2강조영상을 얻는다.

해부학

고환은 피부 아래에서 차례대로 음낭근(dartos tunic), 외정색근막(external spermatic fascia), 고환정소거근(cremasteric muscle), 내정색근막(internal spermatic fascia), 고환집막(tunica vaginalis)의 모두 6개의 층으로 짜여 있다. 고환집막은 외벽층(parietal layer)과 내장층(visceral layer)의 두 층으로 되어 있고 그 사이에 정상적으로 소량의 유체를 가지고 있다. 고환은 백색막으로 짜여 있으며 내부에 고환소격막(septula testis)에 의하여 200-250개의 고환소엽(lobuli testis)으로 나뉘어져 있다. 각각의 세정세관(semi-niferous tubule)은 직세관(tubulus rectus)을 통하여 고환망(rete testis)과 연결되는데 고환망은 고환종격(mediasinum testis) 내에 위치하는 그물망 모양의 세관(tubule)의 문합(anastomosis)이다. 이 고환망은 10-25개의 수출관(efferent duct)을 통해 부고환관(epididymal duct)과 연결된다.

부고환은 두부, 체부, 미부로 나뉘고 미부는 정관(ductus 혹은 vas deferens)으로 연결된다. 고환의 상극부와 부고환의 두부에 약 2mm 크기의 작은 돌출부가 있는데 이는 각각 고환부속기(appendix testis)와 부고환부속기(appendix epididymis)로 불린다.

양측 고환은 특징적으로 T2 강조영상에서 높고 균질한 신호강도를 보이며 이를 둘러싸고 있는 섬유화 피막인 백색막과 고환종격은 T1 및 T2 강조영상에서 낮은 신호 강도를 보인다 (Fig. 10) (26). 부고환은 T2 강조영상에서 저 신호 강도를 보인다(26). 백색막과 음낭벽 사이로 고환집막의 외벽층과 내장

층 사이의 유체는 그 양이 많은 경우에 음낭수종(hydrocele)이라 하는데 다른 유체와 마찬가지로 T1 강조영상에서는 저 신호 강도, T2 강조영상에서는 고 신호 강도를 보인다.

정삭은 음낭 주머니(scrotal sac)의 경부에서 서혜관(inguinal canal)까지 연장되는데 그 내부에 정관을 비롯하여 고환동맥, 거고근동맥, 정관동맥의 3개 동맥과 고환정맥, 신경 및 림프관 등을 포함한다. MRI에서 정삭을 둘러싸는 근막은 T1 및 T2 강조영상에서 저 신호 강도로 보이고 그 내부에 여러 개의 관상 구조물들이 보이나 내부 구조물을 일일이 확인하기는 어렵다.

정류 고환(undescended testis)

태생기에 초생 복강(primitive abdominal cavity)의 배측에서 고환이 만들어진 후 음낭으로 자라 내려오는데 이 과정 중에서 멈춘 것을 정류고환이라고 한다. 미숙아에서 30%, 만기산 영아(full-term infant)에서는 3%에서 발생한다. 위치에 따라 정류 고환은 음낭 상부(high scrotal: 66%), 서혜관 내(canicular: 16%), 복부 정류고환(intraabdominal: 10%)의 3 가지로 나눌 수 있다.

정류고환의 진단을 위해 초음파 검사를 하는 경우가 많으나 영상범위(FOV)가 작고 특이도가 낮은 단점이 있으며 CT는 복강 내 정류고환 외에는 별로 쓰이지 않는다. MRI는 주로 문제 해결을 위한 도구로 사용된다. 특히 음낭 상부 혹은 서혜관 내에 있는 고환은 MRI에서 쉽게 찾을 수 있으며 복강 내에 있는 경우도 방광 외측에 있는 경우가 가장 많으므로 MRI로 진단이 가능하다 (Fig. 11). 그러나 그보다 상부에 위치하는 경우에는 MRI로 진단이 어렵다. 정류고환을 찾는데 MRI의 정확도는 94%에 이르는 것으로 보고되었고 조직대조도가 뛰어나고 영상범위가 넓고다면 영상능력을 가지므로 점차 MRI를 정류고환의 진단에 일차적으로 사용하는 경우가 늘고 있다.

정류고환은 불임, 악성 변성, 염전(torsion), 서혜헤르니아(inguinal hernia) 등을 잘 일으킨다. 고환암의 약 10%는 정

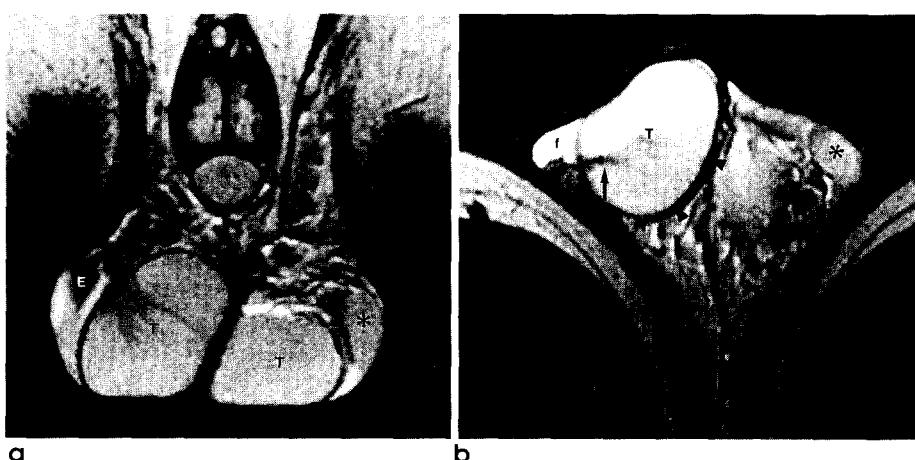


Fig 10. Normal testes and epididymis.

a, b. Coronal & transaxial T2WI demonstrate normal high signal intensity of both testes (T) and normal low signal intensity of right epididymis (E). Enlarged left epididymis (asterisk) shows high signal intensity due to inflammation. f : fluid within vaginal cavity (cavum serosum testis), arrow: mediastinum testis, arrowhead: tunica albuginea.

류고환에서 발생하고 정류고환은 정상 고환에 비해 48배까지 암이 잘 발생하는 것으로 알려져 있다.

정류고환은 고환이 내려오는 궤도에서 타원형의 종괴로 보이는데 서혜관 내에 위치하면 난형으로 보이고 복강 내에서는 좀더 원형으로 보인다. 정류고환은 관상면 T2강조영상에서 가장 잘 보인다. 정류고환은 T2강조영상에서 특징적인 고 신호강도를 보이고 백색막이나 고환중격 등이 저 신호강도를 보이므로 서혜부 림프절 등과 쉽게 구별할 수 있다. 서혜부 림프절은 서혜부인대 (inguinal ligament)보다 아래, 즉 대퇴혈관이나 장골혈관 (femoral or iliac vessel)에 가까이 위치하고 정류고환이 상하 방향으로 좀더 타원형의 모양을 보이는 것이 감별점이 된다.

정삭을 추적하면 정류고환에 이를 수 있으며 정류고환의 원위부에는 정삭이 존재하지 않으므로 정삭은 정류고환의 위치를 결정하는데 중요한 지표가 될 수 있다(Fig 11B). MRI는 T2강조영상에서 위축된 정삭과 함께 저 신호강도를 보이는 섬유화 결절로 보이는 고환퇴행(testicular regression)을 진단하는데도 유용하다(22).

고환암

고환을 침범하는 1차적인 종양의 95%가 악성이며 90% 이상이 생식세포종양(germ cell tumor)이다. 고환암은 남성의 전체 암의 1%를 차지하며 15-34 세 군에서는 가장 흔한 암종이다. 예후가 좋아서 5년 생존율이 90%에 육박한다.

고환 종양의 90-95%는 생식세포에서 기원하고 나머지는 생식선간질(gonadal stroma)에 생긴 종양과 림프종, 백혈병, 전이암 등을 포함한다. 림프종은 고환을 침범하는 이차적인 종양 중 가장 흔한 것으로 고환 종양의 5%를 차지한다. 생식세포종양의 조직학적 유형으로는 정상피종(seminoma: 35%), 배아세포암(embryonal carcinoma: 20%), 기형종(teratoma: 5%), 융모막암종(choriocarcinoma: < 1%) 등이 있고 기형종과 배아세포암의 혼합형(25%)이나 다른 혼합형(15%)도 흔하다.

고환의 양성 종양은 3-4%를 차지하는데 이들 중 90%가 비생

식세포종양으로 Leydig 세포종양(1-3%), Sertoli 세포종양(1%), 성선모세포종(gonadoblastoma: 0.5%), 표피양낭종(epidermoid cysts: 1%), 부신소종양(adrenal rest tumor) 등이 있다.

고환암의 진단을 위해서는 초음파 검사가 가장 흔히 쓰이고 MRI는 문제 해결 도구로 쓰인다. 고환종양이나 부고환-고환염, 고환 외상, 염전 등의 임상적인 증세나 이학적 소견이 중복되어 약 30% 정도까지 오진한다고 보고되었으며 고환암의 경우에도 약 10% 정도는 급성 음낭증과 같은 증세를 보이므로 임상적인 구별이 힘들고 초음파에서도 애매한 소견을 보이는 경우도 많다. 이러한 경우에 MRI가 도움이 될 수 있다(28-29).

대부분의 일차적인 고환 종양은 고환절제술을 시행하므로 국소 병기 결정을 위해 MRI를 하는 경우는 드물다. 그러나 광범위한 원발성 고환종양이거나 림프종이나 전이암 등이 의심되거나 초음파검사 상 고환 내 혈종이나 염증 등과의 감별이 어려운 경우에는 많은 도움을 줄 수 있다.

MRI는 고환암의 진단에 매우 민감하지만 그 소견은 종양의 종류에 따라 다양하고 비특이적이다. 고환암은 T1강조영상에서는 고환과 비슷한 신호강도를, T2강조영상에서는 고환보다 낮은 신호강도를 보이며 조영증강 T1강조영상에서 조영증강이 잘된다. 정상피종은 균질한 신호강도를 보이고 비정상피종은 T2강조영상에서 비균질하고 고환보다 높은 신호강도를 잘 보이는 것으로 알려져 있으나 항상 그런 것은 아니다. 양성 종양의 경우에는 정상피종과 비슷한 소견을 보이며 악성종양과 잘 구별되지 않는다. 또한 고환의 이차성 종양은 일차성 종양과 비슷한 소견을 보인다. 정류고환에 생긴 종양은 음낭 상부 혹은 서혜관 내의 연부종괴로 보이는데다면 영상 능력과 높은 조직 대조도로 인해 주위 조직의 침범 여부를 잘 평가할 수 있다(Fig. 12).

고환암의 국소 병기 결정에 있어 MRI는 초음파 검사(45%)와 마찬가지로 낮은 정확도(63%)를 보인다(30). 후복강의 병기 결정에서 MRI는 CT와 비슷한 정확도를 보이나 횡격막각부후림프절(retrocrural node)의 평가나 후복강 림프절 절제술을 시행한 환자에서 CT 보다 우수하다.

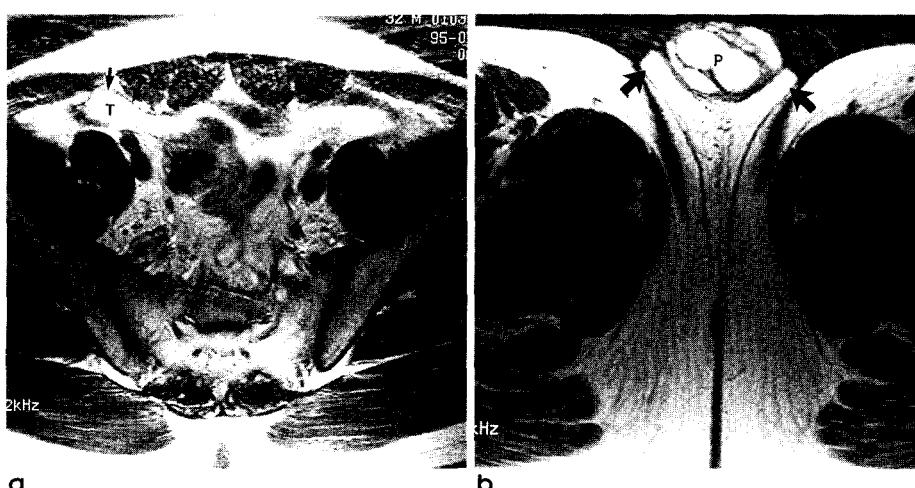


Fig 11. Intraabdominal undescended testis.

a. Transaxial T2WI demonstrates high signal intensity testis (T) in anterolateral aspect of right iliac vessels. Note low signal intensity tunica albuginea (arrows) around the testis. This is a common location for intraabdominal undescended testis. **b.** Transaxial T2WI of high scrotal region demonstrates absence of spermatic cord (arrows) in both sides. P: penis.

급성 음낭증(acute scrotum)

급작히 발생한 음낭의 통증, 종창 등의 증상을 보이는 것을 말하는데 원인으로는 급성 염증성 질환(부고환염, 고환염, 농양), 고환 염전, 고환 및 부고환 부속기(appendix testis and epididymis) 염전, 외상, 감돌서혜헤르니아(incarcerated inguinal hernia), 고환암, 고환 혈관염이나 색전증(호발 순서대로) 등이 있다. 이들은 서로 증상과 임상 소견이 겹치는 경우가 많으므로 정확한 병력 청취와 영상 검사가 감별 진단에 중요하다.

부고환염 및 고환염(epididymitis & orchitis)

부고환염은 음낭 내에서 가장 흔한 염증성 질환이며 20% 정도에서 고환염과 병발한다. 고환염이나 부고환염의 진단에서 임상 진단이 확실하지 않거나 항생제 치료에 잘 듣지 않는 경우에 영상진단법을 사용하는데 높은 정확도로 인하여 초음파 검사가 흔히 이용된다. MRI는 초음파 진단이 보호하거나 농양 형성이 의심되거나 고환염과 고환종양의 감별이 어려울 때 시행한다.

급성 부고환염에서는 부고환이 커지며 특징적으로 T2강조영상에서 비균질한 고신호강도를 보이고 Gd-DTPA주입 시 강한 조영증강을 보인다(Fig. 13). 정삭이 커지고 고혈관성에 의해 충혈된 혈관들이 보이는 것이 고환 염전과의 감별점이 된다. 많은 경우에 반응성 음낭수종과 피부 비후를 동반하나 비특이적인 소견이다.

만성 부고환염에서는 T2강조영상에서 부고환이 저신호강도를 보이고 고환염 시에는 고환 내에 균질하거나 비균질한 저신호강도를 보인다. 그러나 고환종양과는 달리 종괴 효과를 보이지

않는 것이 감별점이 된다. 부고환염 후 백색막이 비후하여 가종괴를 형성하는 경우가 있는데 MRI T2강조영상에서 저신호강도를 보여 쉽게 구별할 수 있다.

고환염전(testicular torsion)

정삭의 장축을 중심으로 고환이 꼬이는 것을 말하며 진단의 자체가 고환의 비기역적인 손상을 초래하므로 응급 수술을 요한다. 염전의 형태에 따라 집막내염전(intravaginal torsion), 집막외염전(extravaginal torsion), 고환간막염전(mesorchial torsion)으로 나눈다. 집막외염전은 신생아에서 생기는 드문 형태이며 보통 일어나는 염전의 대부분은 집막내염전이다. 가끔 고환경(stalk) 외에는 고환 전체가 집막으로 싸여 있는 종방울변형(bell-clapper deformity)을 보이는 경우가 있는데 이는 양측성으로 잘 발생하며 집막내염전을 일으키는 원인으로 알려져 있다.

고환 염전의 약 2/3는 12-18세의 사춘기에 생기며 이 연령층 내에서는 나이가 많아지면서 발병율이 약간 증가한다. 임상적으로는 유낭의 종창을 동반한 급작스런 통증이 가장 흔하며 부고환염과는 달리 고열이 없고 대부분 소변검사나 혈 중 백혈구수가 정상이다.

고환 염전은 수술로서 치료하는데 증상의 발현 시간부터 수술까지의 시간이 고환의 회생 가능성을 좌우한다. 3시간 이내에 수술하면 거의 100% 고환을 살릴 수 있으나 24시간이 지나면 거의 대부분 고환의 기능을 상실한다.

급성 염전과 부고환염의 감별 진단에는 색도플러 초음파검사와 신터그래피가 주로 이용된다. MRI는 급성 염전의 진단에는 거의 사용되지 않으나 다른 질환과의 감별이 어려운 아급성

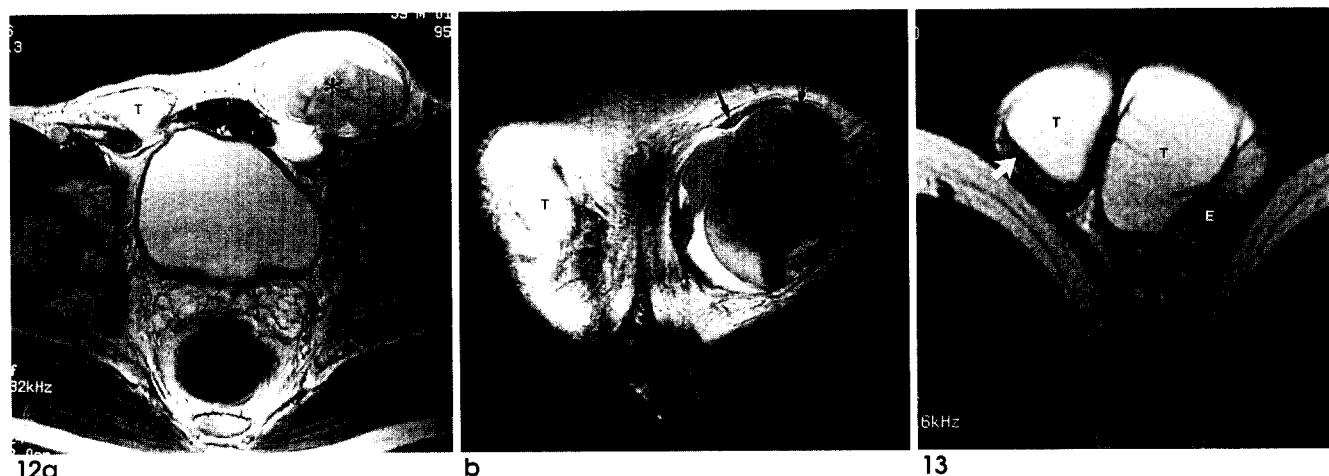
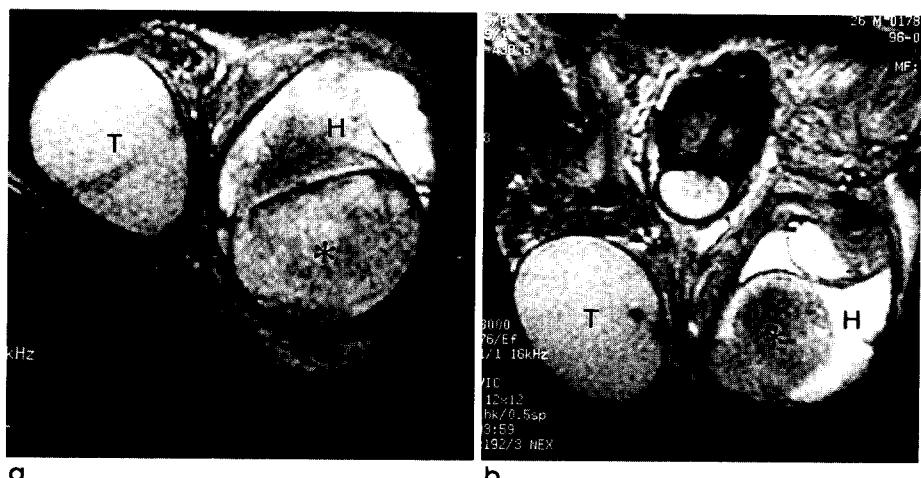


Fig 12. Seminoma arising from undescended testis.

a. Transaxial T2WI demonstrates an ovoid soft tissue mass (asterisk) in left superficial inguinal pouch. **T:** undescended right testis in inguinal pouch. **b.** Coronal T2WI demonstrates extratesticular tumor extension (arrows). **T:** right undescended testis, asterisk: testicular tumor.

Fig 13. Epididymitis.

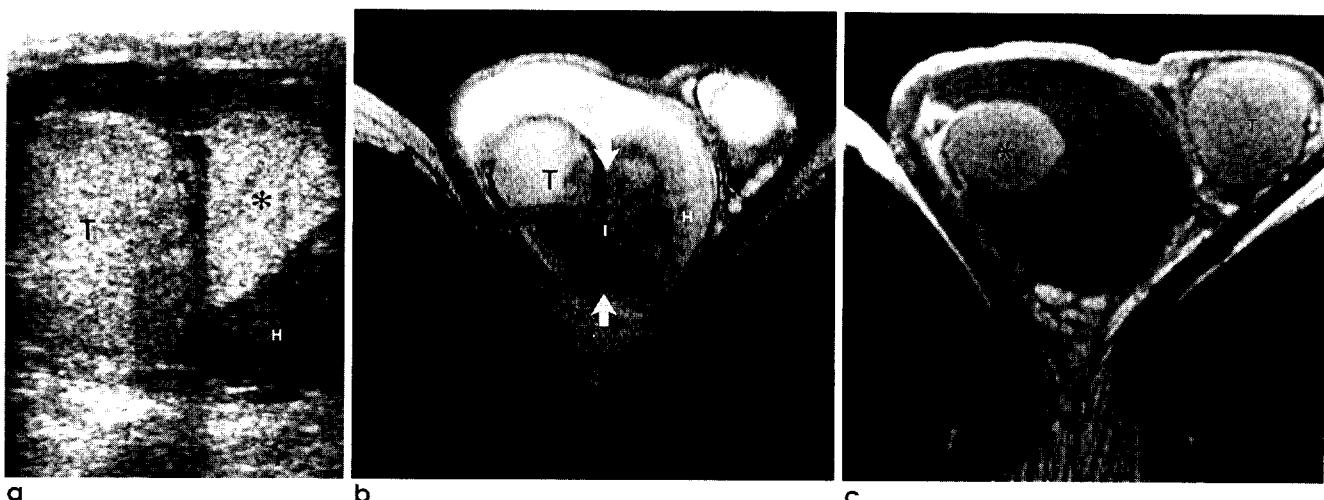
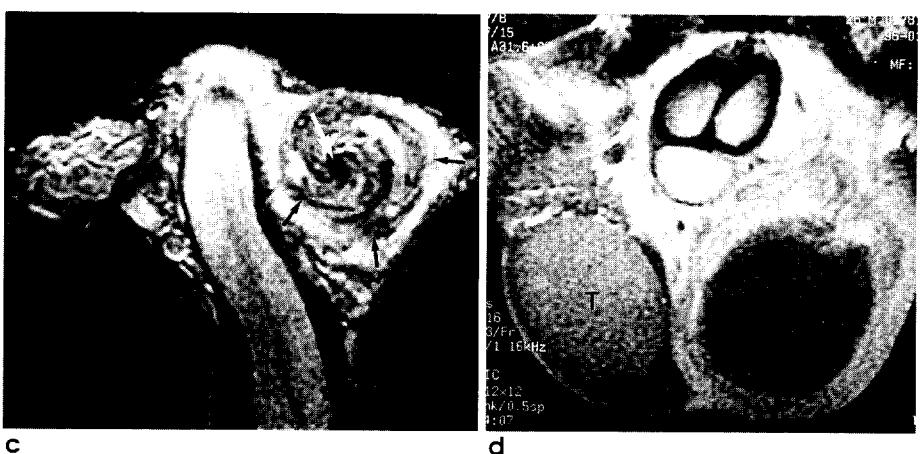
Left epididymis (E) is enlarged and shows slightly higher signal intensity than the right (arrow). **T:** testes.

**Fig 14.** Testicular torsion.

a, b. Transaxial & coronal T2WI shows enlarged left scrotum with hematocele (H). Note low signal intensity of left testis (asterisk). T: right testis.

c. Transaxial T2WI of spermatic cord demonstrates enlarged left cord with "whirlpool sign" (arrows). Note signal void (white arrow; "torsion knot") of the center of the torse cord.

d. Contrast-enhanced T1WI demonstrates lack of enhancement in left testis. T: right testis.

**Fig 15.** Testicular rupture.

a. US of right scrotum demonstrates hyperechoic mass lesion (asterisk) next to right testis. This was thought to be a hematoma. H: hematocele. **b.** Transaxial T2WI clearly demonstrates rupture of tunica albuginea (white arrows) with a bulge of injured testicular tissues (I) outside testis. H: hematocele, T: testis. **c.** On contrast-enhanced T1WI, a small portion of right testis (asterisk) enhances like contralateral testis (T).

(>24hrs) 혹은 만성 염전에서 유용하게 사용될 수 있다.

급성 염전 시에 고환은 커지거나 정상 크기를 보이며 T2강조 영상에서 비균질성 저 신호강도를 보인다. 간헐적인 염전 시에는 고환이 T1 및 T2강조영상에서 고 신호강도를 보이고 만성 염전에는 T2강조영상에서 저 신호강도로 보인다. 부고환은 자주 앞쪽에 위치하며 부종과 출혈로 심하게 커지며 고환 주위에 음낭혈류(hematocele)를 형성하기도 한다(Fig. 14).

고환 염전 시 정삭이 특징적인 소견을 보이는데 고인 정삭의 단면에 다수의 곡선형 저 신호를 보이고("whirlpool sign") 고인 부위의 중심부는 신호가 없는 부위로 보인다("torsion knot") (Fig. 14C). 부고환염의 경우에는 정삭의 혈관분포가 증가하나 염전 시에는 감소하므로 감별이 가능하다.

음낭 외상(scrotal trauma)

음낭의 외상은 직접적인 손상이나 걸침손상(straddle injury)으로 흔히 생기는데 특히 고환파열이나 다양한의 고환 내 혈종은 수술을 요하므로 백색막의 손상이 없는지 평가하는 것이 매우 중요하다.

고환파열은 대개 쉽게 진단되는데 고환 외형이 불규칙하거나 출혈이나 경색에 의해 불균질한 부위를 보인다. 초음파검사에서 파손선(fracture line)을 보기는 어려우며 주위 혈종이 없는 경우에는 백색막의 파열을 진단하기도 어렵다. 음낭의 외상은 음낭혈류를 흔히 동반하며 고환 내 혈종의 경우에는 고환암 등과 감별이 어려운 경우도 있다. 색도플라 초음파검사는 음낭 내 혈류 분포를 평가하는데 유용하며 MRI는 T2강조영상과 조영증강영상에서 백색막이 구별되어 보이므로 여러 평면에서 그 손상 여부를 평가하는데 매우 유용하다(Fig. 15).

고환 내 혈종은 고환 내에 외연이 잘 그려지는 종괴로 보이는데 신호강도는 출혈 후 시간 간격에 따라 다양하다. 고환암과의 감별이 중요한데 이때는 섬유성 피막의 유무, 종양 괴사나 여러 시기의 점상 출혈 여부 등이 감별에 도움이 되며 조영증강 MRI가 도움이 될 수 있다.

기타 음낭 병변

음낭 수종은 고환집막의 외벽층과 내장층 사이에 유체가 고여 있는 것으로 특발성인 경우가 많으나 부고환-고환염, 외상, 고환암, 염증 등에 잘 병발한다. MRI 상에서는 고환의 노출부(bare area)인 후상부를 제외하고는 고환을 둘러싸는 T1 강조영상에서 낮고 T2 강조영상에서 높은, 전형적인 유체의 신호 강도를 보인다. 음낭혈류는 출혈의 시기에 따라 다른 신호 강도를 보이는데 오래 된 경우는 T1 및 T2 강조영상에서 모두 높은 신호 강도를 보인다. 음낭 수종이나 음낭 혈류 등이 고환집막의 공간 내에 유체를 보여 보통 고환을 둘러 싸는 모양을 보이는데 반해 정액류(spermatocele)는 부고환 두부에 생겨 고환을 아래 쪽으로 미는 특징적인 모양을 보인다. 정액류는 고환망이나 수출세관,

부고환 등에 생긴 정체 낭종(retention cyst)으로 알려져 있고 MRI에서는 그 성분에 따라 다양한 신호 강도를 보인다. 정계정맥(varicocele)은 만상 망상총(pampiniform plexus)이 늘어난 것으로 MRI에서는 부고환 두부 윗쪽으로 정삭으로 연결되는 사행성 구조물로 보인다. 그밖에도 서혜혜르니아나 음낭 농양 등은 MRI로 쉽게 진단할 수 있다.

결 론

남성 골반강의 MRI는 여성에 비해 다소 이용이 적으나 다면 영상 능력과 높은 조직 대조도로 인해 전립선, 음경, 음낭, 요도 등의 장기의 이상을 평가하는데 유용하며 그 역할이 점차 증대되고 있다. 악성종양의 병기결정이나 외상 뿐 아니라 초음파검사 결과가 애매한 경우 등에 매우 유용한 도구로 사용된다.

참 고 문 헌

- Schnall MD, Imai Y, Tomaszewski J, Pollack HM, Lenkinski RE, Kressel HY. Prostate cancer: local staging with endorectal surface coil MR imaging. Radiology 1991; 178 (3):797-802
- Schnall MD, Lenkinski RE, Pollack HM, Imai Y, Kressel HY. Prostate: MR imaging with an endorectal surface coil. Radiology 1989; 172:570-574
- Quint LE, Van Erp JS, Bland PH, et al. Carcinoma of the prostate: MR images obtained with body coils do not accurately reflect tumor volume. AJR 1991; 156(3) :511-516
- Hricak H, White S, Vigneron D, et al. Carcinoma of the prostate gland: MR imaging with pelvic phased-array coils versus integrated endorectal - pelvic phased-array coils. Radiology 1994; 193 (3):703-709
- Nunes LW, Schiebler MS, Rauschning W, et al. The normal prostate and periprostatic structures: correlation between MR images made with an endorectal coil and cadaveric microtome sections. AJR 1995; 164 (4):923-927
- Schnall MD, Pollack HM, Arnsdalen KV, Kressel HY. The seminal tract in patients with ejaculatory dysfunction: MR imaging with an endorectal surface coil. AJR 1992; 159:337-341
- McDermott VG, Meakem TJ 3rd., Stolpen AH, Schnall MD. Prostatic and periprostatic cysts: findings on MR imaging. AJR 1995; 164 (1):123-127
- Gevenois PA, Van Sinoy ML, Sintzoff SA Jr., et al. Cysts of the prostate and seminal vesicles: MR imaging findings in 11 cases. AJR 1990; 155:1021-1024
- Maeda H, Toyooka N, Kinukawa T, Hattori R, Furukawa T. Magnetic resonance images of hematospermia. Urol 1993; 41:499-504
- Weintraub MP, De Mouy E, Hellstrom WJG. Newer modalities in the diagnosis and treatment of ejaculatory duct obstruction. J Urol 1993; 150:1150-1154
- Ling D, Lee JDT, Heiken JP, et al. Prostate carcinoma and benign prostatic hyperplasia: inability of MR imaging to distinguish between the two disease. Radiology 1986; 158:103-107

12. Schiebler ML, Tomaszewski JE, Bezz M, et al. Prostatic carcinoma and benign prostate hyperplasia: correlation of high-resolution MR and histopathologic findings. *Radiology* 1989; 172:131-137
13. Jager GJ, Ruijter ETG, van de Kaa CA, et al. Local staging of prostate cancer with endorectal MR imaging: correlation with histopathology. *AJR* 1996; 166:845-852
14. Ellis JH, Tempany C, Sarin MS, Gatsonis C, Rifkin MD, McNeil BJ. MR imaging and sonography of early prostatic cancer: pathologic and imaging features that influence identification and diagnosis. *AJR* 1994; 162:865-872
15. Langlotz C, Schnall M, Pollack H. Staging of prostatic cancer: accuracy of MR imaging. *Radiology* 1995; 194 (3):645-646
16. Outwater EK, Petersen RO, Siegelman ES, Gomella LG, Chernesky CE, Mitchell DG. Prostate carcinoma: assessment of diagnostic criteria for capsular penetration on endorectal coil MR images. *Radiology* 1994; 193 (2):333-339
17. Tempany CM, Rahmouni AD, Epstein JI, Walsh PC, Zerhouni EA. Invasion of the neurovascular bundle by prostate cancer: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1991; 181 (1):107-112
18. White S, Hricak H, Forstner R, et al. Prostate cancer: effect of postbiopsy hemorrhage on interpretation of MR images. *Radiology* 1995; 195 (2):385-390
19. Secaf E, Nuruddin RN, Hricak H, McClure RD, Demas B. MR imaging of the seminal vesicles. *AJR* 1991; 156:989-994
20. Miowitz SA. Seminal vesicles: biopsy-related hemorrhage simulating tumor invasion at endorectal MR imaging.
21. Kaneko K, De Mouy EH, Lee BE. Sequential contrast-enhanced MR imaging of the penis. *Radiology* 1994; 191 (1):75-77
22. Voss Henrich R, Schroeder-Printzen I, Weidner W, Fischer U, Funke M, Ringert R. Value of magnetic resonance imaging in patients with penile induration (Peyronie's disease). *J Urol* 1995; 153:1122-1125
23. Helweg G, Judmaier W, Buchberger W, et al. Peyronie's disease: MR findings in 28 patients. *AJR* 1992; 158:1261-1264
24. Fedel M, Venz S, Andreessen R, Sudhoff F, Loening SA. The value of magnetic resonance imaging in the diagnosis of suspected penile fracture with atypical clinical findings. *J Urol* 1996; 155:1924-1927
25. Narumi Y, Hricak H, Armenakas NA, Dixon CM, McAninch JW. MR imaging of traumatic posterior urethral injury. *Radiology* 1993; 188 (2):439-443
26. Baker LL, Hajek PC, Burkhard TK, et al. MR imaging of the scrotum: normal anatomy. *Radiology* 1987; 164:393-398
27. Fritzsch PJ, Hricak H, Kogan BA, et al. Undescended testis: value of MR imaging. *Radiology* 1987; 164:169-173
28. Rholl KS, Lee JKT, Ling D, et al. MR imaging of the scrotum: pathologic conditions. *Radiology* 1987; 163:93-98
29. Seidenwurm D, Smathers TL, Lo RK, et al. Testes and scrotum: MR imaging at 1.5T. *Radiology* 1987; 164:393-398
30. Hricak H, Hamm B, Kim B. Imaging of the scrotum. New York: Raven Press, 1995; 139-158