음낭의 초음파 검사

박복환 · 조재호

영남대학교 의과대학 영상의학과학교실

Ultrasonography of the Scrotum

Bok Hwan Park, Jae Ho Cho

*Department of Radiology,
College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea*

—Abstract—

Ultrasonography is an important imaging tool in the evaluation of the scrotal structures and various scrotal disorders because of excellent anatomic resolution, easy and speedy applicability, and safety with no ionizing radiation. Furthermore, a blood flow information can be obtained by the use of color Doppler ultrasonography and spectral waveform analysis. It plays a primary role in the detection, characterization, and localization of scrotal masses and fluid collections. Knowledge of characteristic imaging findings enables appropriate, expeditious evaluation of various scrotal disorders. The objective of this article is to familiarize the reader with the ultrasonographic features of various scrotal disorders.

Key Words: Scrotum, Diseases, Ultrasonography, Neoplasms

서 론

음낭은 표재성 기관으로 외관상 병변의 유무를 파악하고 측정하기는 쉬우나, 고환의 병변인지, 고환 외의 병변인지를 구별하고, 병변의 성상을 파악하여 특이적인 진단을 하기는 어려운 경우가 많다. 그러나 초음파 검사를 통

해 쉽고 정확하게 병변의 유무와 위치, 병변의 성상 (낭성, 고형성, 혹은 혼재성)을 파악할 수 있다. 더구나 최근 고해상도 초음파 기기의 출현, 이중 도플러 초음파 및 색도 초음파의 발달 등 초음파 장비의 급속한 발달을 통해 음낭 초음파는 음낭 병변을 진단하는데 있어 일차적인 영상진단법이면서 가장 정확한 수단으로 인

정받고 있다.

정상 해부학

고환은 바깥 층으로부터 피부, Dartos 근막, 외정낭근막(external spermatic fascia), 거고근 근막(cremasteric fascia), 내정낭근막(internal spermatic fascia), 초막(tunica vaginalis) 등의 6층으로 둘러싸여 있다. 고환은 백막(tunica albuginea)이라는 조밀하고 비탄력적인 결체 조직에 의해 싸여 있는데, 이 백막에서 고환의 내부로 뻗어 있는 섬유성 격막에 의해 쐐기형의 소엽(lobule)으로 나누어진다. 고환종격(mediastinum testis)은 보통 고환의 뒤쪽에 위치하는 섬유성 조직의 덩어리로써 고환 내부로 함입된 백막의 결합 조직, 고환망(retetestis), 혈관 및 림프관을 포함하고 있다. 고환의 내부는 소엽과 이들 소엽 사이의 간질로 구성되는데, 일측 고환에는 약 400개의 소엽이 있으며, 각각의 소엽은 1~4 개의 세정관(seminiferoustubule)과 Sertoli 및 다양한 발달 단계의 배세포(germ cell)로 구성된다. 세정관은 고환종격으로 들어가서 고환망이라고 불리는 문합망(anastomosing network)을 형성하고, 그 결과로 12~20 개의 원심성소배설관(efferent ductule)을 형성하여 초막을 뚫고 부고환으로 들어가게 된다. 부고환은 정자를 보관하는 기능을 하며, 두부, 체부, 미부로 나누어진다. 부고환으로 들어온 원심성소배설관들은 두부에서 하나의 부고환관(epididymal duct)으로 합쳐지고, 체부와 미부를 거쳐 정삭(spermatic cord)의 정관(vas deferens)으로 연결된다. 정삭은 정관, 신경, 혈관, 림프관 등을 포함하는데 성긴 운문상조직(areolar tissue)에 의해 서로 뭉쳐져 있다. 음

낭은 대퇴동맥에서 분지한 외음부동맥(external pudendal artery), 내음부동맥(internal pudendal artery)에서 분지한 음낭동맥(scrotal artery), 하상복부동맥(inferior epigastric artery)에서 분지한 거고근동맥(cremasteric artery) 등에서 혈류 공급을 받으며, 고환과 부고환은 주로 대동맥에서 직접 분지한 고환동맥(testicular artery)에서 혈류 공급을 받는다. 이들은 대부분 망상총(pampiniform plexus)을 통해 배출되는데 상부로 올라가면서 융합하여 하나의 후복막강 성선정맥(gonadal vein)을 형성하고, 우측은 대정맥으로, 좌측은 신정맥으로 연결된다. 이러한 좌, 우 정맥 배출의 차이가 좌측에 정계정맥류가 흔히 발생하는 원인이 된다.

정상 초음파 해부학

고환은 계란형의 균일한 중간에코로 관찰되는데(Fig. 1),¹⁾ 유소아에서는 성인보다는 약간 더 낮은 에코로 관찰되는 것이 보통이며,²⁾ 고환을 가로지르는 한 두 개의 혈관이 저에코의 관상 구조로 관찰된다(Fig. 2). 고환종격은 부고

Fig. 1. Ultrasonography of the normal testis.
Normal testis is seen as an oval homogeneous intermediate echogenicity.

Fig. 2. Ultrasonography of the intratesticular vessel.
Normal intratesticular vessel (arrow) traversing through the testis is seen as a linear hypoechoic structure with echogenic borders.

환을 바라보는 위치로 뺀어 있는 고에코의 구조물로 관찰되고, 간혹 저에코의 작고 수많은 낭종이나 종괴양의 고환망을 관찰할 수도 있는데(Fig. 3) 정상인의 약 18%에서 관찰할 수 있다.³⁾ 백막과 초막을 구분해서 관찰하는 것은 불가능하며, 음낭수종 등 액체 저류가 있는 경우

Fig. 3. Ultrasonography of the mediastinum testis and rete testis.
The mediastinum testis (arrows) is seen as a hyperechoic intratesticular stripe. The rete testis (blank arrow) is seen as a tiny cystic structures in the mediastinum testis at the testicular hilum.

Fig. 4. Ultrasonography of the epididymis.
The epididymis (arrows) is seen as a band-like structure of a lower echogenicity than testicular parenchyma. Head portion of the epididymis (blank arrow) is more echogenic than the body or tail (arrows).

에는 고에코의 얇은 선상으로 관찰된다. 부고환은 고환과 비슷하거나 약간 낮은 에코로 관찰되는데(Fig. 4), 두부는 많은 세관들이 모여 있어 체부나 미부보다 약간 높은 에코로 관찰된다.⁴⁾ 흔히 1~4 mm 크기의 고환수(appendix testis)나 부고환수(appendix epididymis)를 관찰할 수 있는데(Fig. 5), 고환과 유사한 균일한

Fig. 5. Ultrasonography of the appendix of testis.
The appendix of testis is seen as a small stalked structure at the upper portion of the testis.

Fig. 6. Ultrasonography of the spermatic cord.

The spermatic cord is seen as a long band of heterogeneous echogenicity. The veins of the pampiniform plexus (arrows) are seen as tortuous, hypoechoic lines of 1-2 mm diameter.

에코로 관찰되거나, 때로는 작은 석회화에 의한 고에코를 포함하는 구조물로 관찰된다. 정삭은 다양한 에코를 포함하는 불균일한 양상으로 관찰되며, 1~2 mm 직경의 구불구불한 망상총을 포함하고 있다(Fig. 6).

고환의 종양

고환에서 발생하는 고형성 종양은 거의 대부분이 악성으로, 확실하게 양성으로 진단되기 전에는 악성으로 간주하여 고환적출을 기본적인 치료법으로 하는 것이 원칙이다.⁵⁾ 그러나 다행스럽게도 적절한 치료를 받은 경우에는 90~95%의 생존율을 보인다.^{6, 7)} 고환암은 남성에서 발생하는 전체 종양의 약 1% 정도를 차지하여 상대적으로 드물지만 15세에서 34세 남성에서 발생하는 가장 흔한 악성 종양이다.⁸⁾ 고환종양의 진단에 있어 초음파의 일차적인 목적은 종양의 발견에 있으며, 종양 자체의 발견에

있어서는 초음파 기기의 발달에 힘입어 거의 100%의 정확도를 나타낸다.⁹⁻¹¹⁾ 그러나 악, 양성의 감별이나 특이적인 진단에는 아직 한계가 있으며, 진행된 악성 고환종양의 병기결정을 위해서는 CT나 MRI 등 다른 진단 장비의 도움이 필요하다.

배세포 종양(Germ cell tumors)

배세포 종양은 고환종양의 90% 이상을 차지하는 가장 흔한 종양으로¹²⁾ 조직학적으로는 약 60%는 한 가지 조직학적 형태로 구성되거나 나머지는 두 가지 이상의 조직학적 형태가 섞여 있어 정상피종(seminoma), 비정상피종(non-seminomatous germ cell tumor), 혼합 종양으로 크게 분류한다. 난황낭종양(yolk sac tumor)과 성숙기형종(mature teratoma)을 제외한 대부분은 성인에서 발생한다. 양측성 종양의 발생 빈도는 1.1~2.7%로 비교적 낮으나, 양측성 정류고환 환자의 약 15%에서 발생하며, 양측성 종양의 약 반수는 일측성 또는 양측성 정류고환과 동반되어 나타난다.^{13, 14)} 조직학적으로 양측성 고환암의 대부분은 정상피종이다. 예후는 발견 당시의 임상적 병기와 종양의 형태에 따라 다양한데, 전통적인 정상피종(classic seminoma)은 특히 예후가 좋아 병기 I이나 II의 경우에는 95% 이상의 치료율을 나타내지만, 비정상피종은 치료율이 떨어지며, 특히 융모막암종은 치명적이다. 정상피종은 고환종양의 30~40%를 차지하는 가장 흔한 종양으로 30대에 가장 흔하고, 10세 이하나 60세 이상의 노인에서는 잘 발생하지 않는다. 방사선이나 항암제에 민감하게 반응하여 상대적으로 예후가 좋다. 주로 석회화나 낭종부가 없는, 원형이나 난원형의, 균일한, 저음영의, 고형종괴로 관

Fig. 7. A 27-year-old male with seminoma.

A smooth margined, solid mass lesion is seen. It is relatively homogeneous in echogenicity.

찰되는데 출혈이나 괴사를 동반한 경우에는 불균일하게 관찰될 수도 있다(Fig. 7). 비정상피종은 일반적으로 정상피종보다 예후가 나쁘고, 병리적으로도 출혈과 괴사를 흔히 동반하는 것으로 알려져 있다. 초음파상 출혈이나 괴사를 반영하여 불균일한 에코의 종괴로 관찰되는 경우가 많으며(Fig. 8),¹⁵⁻¹⁷⁾ 기형종은 경계가 좋은 남성부와 석회화를 나타내는 경우가 많다.¹⁸⁾

Fig. 8. A 23-year-old male with choriocarcinoma.

A large, markedly heterogeneous mass lesion is seen. A thin rim of remaining normal testicular parenchyma (arrows) is noted.

Fig. 9. A 36-year-old male with seminoma.

Left testis is markedly enlarged than right one and shows a heterogeneously decreased echogenicity. On color Doppler study, an increased vascularity is noted.

대부분의 고환암은 색도도플러 검사에서 혈류가 증가된 소견을 관찰할 수 있다(Fig. 9).^{19, 20)}

성삭-간질 종양 (Sex-cord stromal tumor)

고환 종양의 5% 이하를 차지하며 에스트로젠과 같은 스테로이드를 분비할 수 있다. 대부분 양성이며 어떤 나이에도 발생할 수 있다.²¹⁾ 경계가 좋고 작은 경향이 있으며, 균일한 저에코로 관찰된다.^{22, 23)}

림프종, 백혈병 (Lymphoma, Leukemia)

림프종은 고환종양의 약 1~7%를 차지하는 가장 흔한 이차적 고환종양이다. 소아에서도 발생할 수 있으나 주로 60세 이후의 노인에서 발생하고, 약 50%가 양성성이다. 백혈병은 소아에서 가장 흔한 고환종양으로, 전이성 고환종양으로는 림프종 다음으로 흔하다. 백혈병이 있는 소아의 약 8%에서 발생하는데 림프구성 백혈병에서 더 흔하다. 약 50%에서 양성성으로 발생하며, 고환이 급성 백혈병의 가장 흔한

Fig. 10. A 12-year-old male with leukemia.
Right testis is diffusely enlarged and shows a homogeneously decreased echogenicity.

Fig. 11. A 75-year-old male with lymphoma.
The testis is diffusely enlarged and a markedly increased vascularity is noted.

재발 장소가 된다.²⁴⁾ 초음파 소견은 비특이적으로, 난형의 고환의 형태를 그대로 보존하면서 고환이 미만성으로 커지며 저에코의 병소가 미만성 또는 국소적으로 발생할 수 있고, 출혈이나 괴사는 드물다(Fig. 10).²⁵⁻²⁷⁾ 색도도플러 검사에서 혈류가 증가된 소견을 관찰할 수 있다(Fig. 11).

표피양낭 (Epidermoid cyst)

Fig. 12. A 19-year-old male with epidermoid cyst.
A well circumscribed round mass lesion with markedly heterogeneous echogenicity is seen. It is surrounded by a hyperechoic rim and laminated internal echoes are noted.

가장 흔한 양성 고환종양으로 전체 고환종양의 약 1%를 차지한다.²⁸⁾ 주로 경계가 좋은 불균일한 에코의 종괴로 관찰되는데, 저에코이거나 고에코의 테두리 에코가 관찰되고, 석회화를 포함할 수 있다. 내부가 저에코와 고에코가 교대되는 양파껍질 모양 또는 층상으로 관찰되는(Fig. 12) 특징적인 양상을 나타내어 특이적 진단이 가능한 경우가 많으나,^{29, 30)} 고환종양 중에는 양성종양이 워낙 드물고, 악성종양 가능성을 완전히 배제하는 것은 그렇게 쉬운 일이 아니다. 이런 경우에는 조영증강 MRI가 도움이 되는데, 대부분의 악성종양이 부분적으로나마 조영증강되는데 반해 표피양낭은 전혀 조영증강되지 않는다.

급성 음낭 (Acute scrotum)

응급으로 음낭 초음파 검사를 의뢰 받는 가장 흔한 원인으로는 고환염 또는 부고환염, 고환염전, 외상을 들 수 있다. 염증은 항생제 치

료를 요하는, 실제로 그렇게 응급을 요하는 경우는 아니지만, 고환염전은 가능한 빠른 시간 내에 수술을 요하는 응급 질환이다. 그러나 임상적으로 염증과 염전을 감별하는 것은 쉽지 않아 초음파를 통한 빠른 감별진단이 요구된다. 또한 외상에 있어서도, 고환의 파열 등 고환 자체의 이상 여부를 판정하는데 있어 초음파는 결정적인 역할을 담당하고 있다.

부고환염, 고환염 (Epididymitis, Orchitis)

비노생식기, 특히 방광, 요도, 전립선에서 발생한 감염이 정관이나 림프관을 통해 전파되는데, 일차적으로는 부고환의 미부에서 시작하여, 체부와 두부, 더 나아가서는 고환까지 파급되게 된다. 부고환염 환자의 약 20%에서 고환염을 동반하며, 볼거리 등 바이러스성 감염증을 제외하고는 부고환염 없이 고환염만 발생하는 경우는 흔치 않다. 급성 염증에서는 통증, 열, 음낭의 종창, 홍반, 부종 등 증상을 동반하고, 만성 염증에서는 경미한 압통 이외에는 별다른 임상증상이 없는 경우가 많다. 초음파상 부고

Fig. 13. A 46-year-old male with acute epididymo-orchitis.

Left testis is diffusely enlarged and a markedly increased vascularity is noted.

환이나 고환이 커지고, 불균일하고 거친 에코양상을 나타내며, 고환의 에코가 감소하는 경우가 많다.^{31, 32)} 농양이나 고환 위축 등 합병증의 발견에도 매우 유용하며, Doppler 검사에서 고환이나 고환 주변의 혈류가 증가된 소견을 관찰할 수 있다(Fig. 13).^{33, 34)} 간혹 고환염과 종양의 감별이 힘든 경우가 있는데, 종양에서는 에코가 불균일하고, 병변이 원형이나 난원형이면서, 고환의 어느 부위에서나 발생할 수 있는 반면, 염증에서는 고환의 에코가 비교적 균일하고, 초생달 모양이면서 주로 가장자리에 발생한다. 또한 종양에서는 부고환에 병변이 동반되는 경우가 적고, 피부의 비후나 액체 저류의 빈도가 낮은 반면, 염증에서는 이러한 소견이 흔히 관찰된다.^{34, 35)}

고환염전 (Testicular torsion)

약 2/3에서 12~18세의 나이에 발생하는데³⁶⁾ 갑자기 발생한 음낭 통증과 이에 수반되는 종창을 주소로 내원한다. 염전이 발생한 후 4 시간 후에는 고환의 파괴가 시작되어, 6 시간 내에 수술이 시행되면 80~100%에서 고환을 살릴 수 있으나, 6~12 시간 내에 수술이 시행될 경우에는 70%, 12 시간 이후에는 20%에서만 고환을 살릴 수 있어 빠른 진단과 치료가 요구된다.³⁷⁾ 염전이 발생한 위치에 따라 초막상 또는, 초막외(supravaginal or extravaginal), 초막내(intravaginal), 고환간막성(mesorchial)으로 분류하고,³⁸⁾ 염전의 정도에 따라 완전염전, 불완전염전, 간헐성염전으로 분류된다. 초음파에서 고환의 정상적인 형태를 유지하는 경우도 있으나, 고환이 커지고, 미만성으로 에코가 낮아지거나 불균일한 에코 양상을 나타내며, 음낭의 피부가 두꺼워진다.^{39, 40)} Doppler 초음파

Fig. 14. A 12-year-old male with testicular torsion. The torsed testis shows heterogeneously decreased echogenicity. Color flow signal is not seen at all in the testis but increased flow signals are noted in the paratesticular structures.

Fig. 15. A 10-year-old male with detorsion of the testis. Rebound hyperemia is noted in the testis and paratesticular structures.

검사에서 고환 내부의 혈류는 없어지고, 고환 외부의 혈류는 보존되는데(Fig. 14), 이때 반드시 반대쪽 고환과 동시에 검사를 시행하여 비교할 필요가 있다.^{41, 42)} 불완전 염전에서는 일부 혈류가 남아있을 수 있으며, 간헐적인 염전이나 저절로 염전이 풀어진 경우에는 허혈상태

후에 나타나는 과혈류에 의해 염증과의 감별이 어렵다(Fig. 15).⁴³⁾

부속기 염전 (Appendiceal torsion)

급성 음낭의 약 5%를 차지하는데, 전혀 증상을 일으키지 않을 수도 있으나, 급성 고환 증상이나 징후를 나타내는 경우가 많다. 초음파 소견은 비특이적으로, 반응성 음낭수종이나 음낭 피부의 부종, 인접한 부고환 두부가 커지는 등의 소견을 관찰할 수 있다(Fig. 16). 부속기 염전이 있는 후 부속기에 석회화가 동반될 수 있으며, 고환이나 부고환에서 떨어져 나와 초막낭 안에서 발견되기도 있다.⁴⁴⁾

Fig. 16. A 7-year-old male with torsion of the appendix of testis.

A heterogeneous, mainly cystic structure is seen in the supratesticular area. It is confirmed as a torsion of the appendix of testis on operation.

음낭 외상 (Scrotal trauma)

고환의 파열, 백막의 파열 여부를 파악하기 위해 초음파를 실시하게 되는데, 초음파를 통해 직접 백막이 완전한 지를 판별할 수 있고, 고환의 파열과 이에 동반된 혈종 등을 직접 관찰할 수 있다(Fig. 17).⁴⁵⁾

Fig. 17. A 16-year-old male with testicular trauma. Fluid collection with fine internal echoes representing hemorrhage is noted in tunical sac. Discontinuity of tunica vaginalis and tunical albuginea is noted (arrow).

고환의 병변

음낭수종 (Hydrocele)

초막의 두 층 사이에 장액성 액체가 저류하는 병변으로 무통성 음낭 종창의 가장 흔한 원인이다. 선천적 또는 외상이나 종양에 동반되어 나타날 수 있으며, 고환과 부고환을 전위시키는 초생달 모양의 무에코성 액체 저류로 나타난다(Fig. 18). 때로 콜레스테롤 결정이나 감염, 출혈에 의해 미세한 내부 에코를 보일 수 있다.

정액류 (Spermatocele)

부고환 두부와 고환망을 연결하는 세관에서 발생하는 체류낭종(retention cyst)으로써, 대부분 증상이 없고 우연히 발견된다. 정자의 통로를 폐쇄시킬 수 있는 정관 수술, 탈장 수술 후나 부고환염에 수반되어 나타나는 경우가 많다. 보통 1~4 cm 크기의 경계가 좋은, 무에코의 낭종으로 관찰되고, 미세한 내부 에코를 포

Fig. 18. A 57-year-old male with hydrocele, spermatocele and epididymal cyst.

Moderate amount of hydrocele is seen. Spermatocele is seen as a round cystic lesion with fine internal echoes (arrow) and epididymal head cyst is seen as a pure cystic lesion (blank arrow).

함할 수 있다(Fig. 18). 드물게 염전을 일으킬 수 있다.⁴⁶⁾

부고환 낭종 (Epididymal cyst)

임상적으로나 초음파상 정액류와 감별이 힘든데, 주로 두부에 발생하며 3 cm 이하로 작은 경우가 대부분이다(Fig. 18).

정계정맥류 (Varicocele)

정맥 혈류가 망상총으로 역행하여 망상총이 비정상적으로 확장되고 구불구불해지는 병변으로, 일반인의 15~20%, 불임을 원인으로 내원하는 남성의 21~39%를 차지하는, 가장 흔한 남성 불임의 원인이다.⁴⁷⁾ 대부분 좌측에서 발병하는데, 초음파상 2~3 mm 이상으로 확장된 3개 이상의 정맥이 관찰될 때(Fig. 19), 임상 소견과 결부하여 진단할 수 있다. Doppler 초음파 검사 중에 발살바법(Valsalva maneuver)을 시행하면 역행성 혈류를 관찰할 수 있다.^{48, 49)}

Fig. 19. A 19-year-old male with varicocele. Tortuous tubular vascular structures are seen in the scrotum.

결 론

음낭 질환에 있어서 초음파 검사는 간편하고 쉽게 적용할 수 있는 일차적인 진단 도구이자 병변을 진단하고 감별하는 문제해결도구(problem-solving modality)로서의 역할을 담당하고 있다. 좋은 영상을 만들 수 있는 기기의 조작법과 수기를 숙달하고, 흔히 만날 수 있는 여러 가지 음낭 병변의 초음파 소견을 충분히 이해함으로써, 임상에서 해결하기 힘든 문제들을 알아내는데 도움을 줄 수 있을 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. Phillips GN, Schneider M, Goodman JD, Macchia RJ. Ultrasonic evaluation of the scrotum. Urol Radiol 1979-1980;1(3):157-63.
2. Hamm B, Fobbe F, Winter S, Dietzel M. Maturation of the testis: ultrasound investigation. The American Roentgen Society, 88th Annual Meeting 1998, Book of Abstracts. The American Roentgen Society;1988:125.
3. Thomas RD, Dewbury KC. Ultrasound appearance of the rete testis. Clin Radiol 1993 Feb;47(2):121-4.
4. Rifkin MD. Scrotal ultrasound. Urol Radiol. 1987;9(2):119-26.
5. Doherty FJ. Ultrasound of the nonacute scrotum. Semin Ultrasound CT MR 1991 Apr;12(2):131-56.
6. Einhorn LH. Treatment strategies of testicular cancer in the United States. Int J Androl. 1987 Feb;10(1):399-405.
7. Greenlee RT, Hill-Harmon MB, Murray T, Thun M. Cancer Statistics, 2001. CA Cancer J Clin 2001 Jan-Feb;51(1):15-36.
8. Silverberg E. Cancer in young adults (ages 15 to 34). CA Cancer J Clin. 1982 Jan-Feb;32(1):32-42.
9. Coniter CV, Benson CJ, Capelouto CC, Kantoff P, Shulman L, Jerome P, Richie JP, et al. Nonpalpable Intratesticular Masses Detected Sonographically. J Urol 1995 Oct;154(4):1367-9.
10. Shawker TH, Javadpour N, O'Leary T, Shapiro E, Krudy AG. Ultrasonographic detection of "burned-out" primary testicular germ cell tumors in clinically normal testes. J Ultrasound Med 1983 Oct;2(10):477-9.
11. van Dijk R, Hitge-Boetes C, Debruyne FM, Rosenbusch G. Sonographic detection of a nonpalpable regressed germ-cell tumor in an atrophic testis. J Clin Ultrasound 1989 Oct;17(8):594-7.
12. Mostofi FK. Testicular tumors. Epidemiologic, etiologic, and pathologic features. Cancer 1973 Nov;32(5):1186-201.
13. Batata MA, Whitmore WF Jr, Chu FC, Hilaris BS, Loh J, Grabstald H, et al. Cryptorchidism and testicular cancer. J Urol 1980 Sep;124(3):382-7.
14. Campbell HE. The incidence of malignant growth of the undescended testicle: a reply

- and re-evaluation. *J Urol* 1959 May;81(5): 663-8.
15. Schwerk WB, Schwerk WN, Rodeck G. Testicular tumors: prospective analysis of real-time US patterns and abdominal staging. *Radiology* 1987 Aug;164(2):369-74.
16. Nachtsheim DA, Scheible FW, Gosink B. Ultrasonography of testis tumors. *J Urol* 1983 May;129(5):978-81.
17. Grantham JG, Charboneau JW, James EM, Kirschling RJ, Kvols LK, Segura JW, et al. Testicular neoplasms: 29 tumors studied by high-resolution US. *Radiology* 1985 Dec;157(3):775-80.
18. Liu P, Phillips MJ, Edwards VD, Ein S, Daneman A. Sonographic findings of testicular teratoma with pathologic correlation. *Pediatr Radiol* 1992;22(2):99-101.
19. Horstman WG, Melson GL, Middleton WD, Andriole GL. Testicular tumors: findings with color Doppler US. *Radiology* 1992 Dec;185(3): 733-7.
20. Horstman WG, Middleton WD, Melson GL, Siegel BA. Color Doppler US of the scrotum. *Radiographics* 1991 Nov;11(6):941-57.
21. van der Hem KG, Boven E, van Hennik MB, Pinedo HM. Malignant Leydig cell tumor of the testis in complete remission on o,p'-dichlorodiphenyl-dichloroethane. *J Urol* 1992 Oct;148(4):1256-9.
22. Mudde AH, Haak A, Kruijt RH. Ultrasonic detection of occult Leydig cell tumours in two patients with gynaecomastia. *Neth J Med* 1987 Aug;31(1-2):72-6.
23. Hendry WS, Garvie WH, Ah-See AK, Bayliss AP. Ultrasonic detection of occult testicular neoplasms in patients with gynaecomastia. *Br J Radiol* 1984 Jul;57(679):571-2.
24. Bree RL, Hoang DT. Scrotal ultrasound. *Radiol Clin North Am* 1996 Nov;34(6):1183-205.
25. Portalez D, Song MY, Marty MH, Joffre F. Ultrasonographic patterns of testicular non-Hodgkin's lymphoma: a report of five cases. *Eur J Radiol* 1982 Aug;2(3):222-225.
26. Lupetin AR, King W 3rd, Rich P, Lederman RB. Ultrasound diagnosis of testicular leukemia. *Radiology* 1983 Jan;146(1):171-2.
27. Mazzu D, Jeffrey RB Jr, Ralls PW. Lymphoma and leukemia involving the testicles: findings on gray-scale and color Doppler sonography. *AJR Am J Roentgenol* 1995 Mar;164(3):645-7.
28. Price EB Jr. Epidermoid cysts of the testis: a clinical and pathologic analysis of 69 cases from the testicular tumor registry. *J Urol* 1969 Dec;102(6):708-13.
29. Maxwell AJ, Mamtara H. Sonographic appearance of epidermoid cyst of the testis. *J Clin Ultrasound* 1990 Mar-Apr;18(3):188-90.
30. Cho JH, Chang JC, Park BH, Lee JG, Son CH. Sonographic and MR imaging findings of testicular epidermoid cysts. *AJR Am J Roentgenol* 2002 Mar;178(3):743-8.
31. Rifkin MD, Kurtz AB, Goldberg BB. Epididymis examined by ultrasound. Correlation with pathology. *Radiology* 1984 Apr;151(1):187-90.
32. Ralls PW, Jensen MC, Lee KP, Mayekawa DS, Johnson MB, Halls JM. Color Doppler sonography in acute epididymitis and orchitis. *J Clin Ultrasound* 1990 Jun;18(5):383-6.
33. Berman JM, Beidle TR, Kunberger LE, Letourneau JG. Sonographic evaluation of acute intrascrotal pathology. *AJR Am J Roentgenol* 1996 Apr;166(4):857-61.
34. Horstman WG, Middleton WD, Melson GL. Scrotal inflammatory disease: color Doppler US findings. *Radiology* 1991 Apr;179(1):55-9.
35. Trambert MA, Mattrey RF, Levine D, Berthoty DP. Subacute scrotal pain: evaluation of torsion versus epididymitis with MR imaging. *Radiology* 1990 Apr;175(1):53-6.

36. Williamson RC. Torsion of the testis and allied conditions. *Br J Surg* 1976 Jun;63(6):465-76.
37. Mizrahi S, Shtamler B. Surgical approach and outcome in torsion of testis. *Urology* 1992 Jan;39(1):52-4.
38. Sharer WC. Acute scrotal pathology. *Surg Clin North Am* 1982 Dec;62(6):955-70.
39. Bird K, Rosenfield AT, Taylor KJ. Ultrasonography in testicular torsion. *Radiology* 1983 May;147(2):527-34.
40. Blaivas M, Batts M, Lambert M. Ultrasonographic diagnosis of testicular torsion by emergency physicians. *Am J Emerg Med* 2000 Mar;18(2):198-200.
41. Jéquier S, Patriquin H, Filiatrault D, Garel L, Grignon A, Jéquier JC, et al. Duplex Doppler sonographic examinations of the testis in prepubertal boys. *J Ultrasound Med* 1993 Jun;12(6):317-22.
42. Wilbert DM, Schaerfe CW, Stern WD, Strohmaier WL, Bichler KH. Evaluation of the acute scrotum by color-coded Doppler ultrasonography. *J Urol* 1993 Jun;149(6):1475-7.
43. Feld R, Middleton WD. Recent advances in sonography of the testis and scrotum. *Radiol Clin North Am* 1992 Sep;30(5):1033-51.
44. Hesser U, Rosenberg M, Gierup J, Karpe B, Nystrom A, Hedenborg L. Gray-scale sonography in torsion of the testicular appendages. *Pediatr Radiol* 1993;23(7):529-32.
45. Anderson KA, McAninch JW, Jeffrey RB, Laing FC. Ultrasonography for the diagnosis and staging of blunt scrotal trauma. *J Urol* 1983 Nov;130(5):933-5.
46. Kaye RI, Cromie WJ. Torsion of a spermatocele: a case report and review of the literature. *J Urol* 1990 Apr;143(4):786.
47. Yarborough MA, Burns JR, Keller FS. Incidence and clinical significance of subclinical scrotal varicoceles. *J Urol* 1989 Jun;141(6):1372-4.
48. Wolverson MK, Houttuin E, Heiberg E, Sundaram M, Gregory J. High-resolution real-time sonography of scrotal varicocele. *AJR Am J Roentgenol* 1983 Oct;141(4):775-9.
49. Annoni F, Colpi GM, Marincola FM, Negri L. Doppler examination in varicocele. A standard method of evaluation. *J Androl* 1988 Jul-Aug;9(4):248-52.