

ULTRASONOGRAFİ (US)

US, vücuda yüksek frekanstaki ses dalgaları (ultrason) gönderip, farklı doku yüzeylerinden yansımalarını (eko) saptama temeline dayanır. Gri skala US adı verilen kesit yönteminde görüntüler ekoların genlikleri (amplitüdüleri) ile oluşturulur. Doppler US' de ise ekoların frekans ve faz değişiklikleri işlenerek kan akımı değerlendirilir.

Temel fizik kurallar

Ses, cisimlerin titreşimi sonucu meydana gelir. Kulağın duyacağı sınırdan daha yüksek frekanslı sese ultrason (ultrases) denir. Diyagnostik radyolojide genellikle 3-7.5 MHz'lik (megahertz) ultrason kullanılır. Bu kadar yüksek titreşimi elde etmek için **piezo-elektrik** (basınç-elektrik) olayından yararlanılır. Bu olay, kuartz gibi bazı kristallerin elektrik enerjisi verildiğinde genişleyip daralarak titreşmeleri ve dolayısıyla ses oluşturmaları, kendilerine gelen sesi ise yine aynı yöntemle elektrik enerjisine çevirmeleridir. Bu şekilde enerji çevirici maddelere **transduser** (çevirici) denir. US aygıtlarında transduser olarak seramik diskler kullanılır. Transduser'i taşıyan başlığa **prob** adı verilir.

Ses maddeyi geçerken, absorbsiyon ve yansıma nedeniyle intensitesi azalır. Absorbsiyon sesin frekansı, dokunun absorbsiyon katsayısı ve doku kalınlığı ile doğru orantılıdır. Suyun absorbsiyon katsayısı çok düşük, kemiğin ise yüksektir. Bu nedenle ses sıvılardan zayıflamadan geçer. Yansıma ise dokuların atom ve moleküllerinin ses dalgasının oluşturduğu harekete gösterdiği direnç (akustik impedans) farklılıkları ile ilgilidir. Sesin yayılım yönündeki dokular arasındaki farklılık ne kadar fazla ise yansıma da o kadar çok olacaktır (Tablo 5).

Tablo 5. Ultrasonun doku yüzeylerinden yansıma oranları

Yüzeyler	Yansıyan Bölüm (%)
Kas-Yağ	1
Kas-Kemik	40
Kas-Hava	99.9

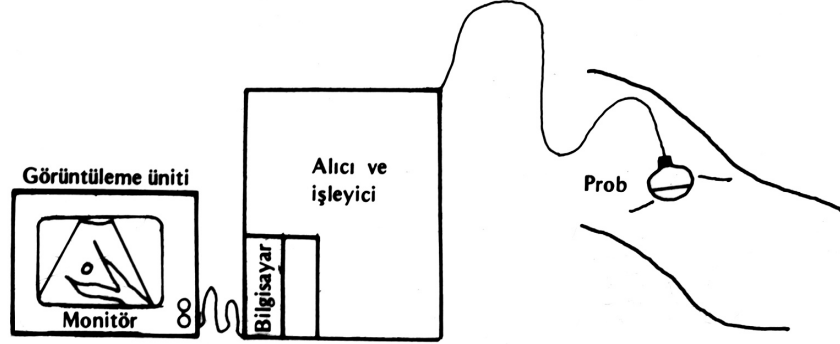
Bu fizik kurallar uygulamaya şu şekillerde yansır:

- Sıvıların içerisindeki ya da arkasındaki yapılar daha iyi incelenir. Çünkü suyun sesi absorbe etme kat sayısı çok düşüktür, yani sıvılar sesi çok iyi iletir. Bu nedenle kadınlarda rahmin ve yumurtalıkların incelenmesinde mesanenin dolu olması istenir. Dolu mesane, arkasındaki organlar için çok iyi bir akustik pencere görevi yapar.
- Bağırsak gazları, arkalarındaki yapıların görülmesini engeller. Çünkü hava-yumuşak doku yüzeyinden sesin hemen hepsi yansır, arkaya ses geçmez. US incelemesi yapılan bölge üzerine jel sürülmesinin amacı da bu yansımayı engellemektir. Jel, vücut ile prob arasındaki teması tam sağlayarak havayı elimine eder.
- Kemik ve kalsifikasyonun (taş) arkasına ses yeteri kadar geçmez. Çünkü hem kemiğin sesi absorbe etme katsayısı, hem de kas-kemik yüzeyinden yansıma oranı yüksektir.

US aygıtı

US aygıtları üç ana parçadan oluşur: (Şekil 15)

- **Başlık (prob):** Elektrik enerjisini sese, sesi de elektrik enerjisine çeviren transduseri taşır. Bir kablo ile alıcı ve işleyici ana üniteye bağlıdır
- **Ana konsol:** İçerisinde, gelen ekoları bir görüntü haline getiren alıcı ve işleyici vardır. Bu işlem sürecinde bilgisayar teknolojisiinden yararlanır. Sistemin kontrolü ana konsol üzerinden yapılır.



Şekil 15. Ultrasonografi aygıtı ve bölümleri

- **Görüntüleme birimi:** Yüksek çözünürlüklü bir monitor ve kayıt sisteminden oluşur. Monitördeki görüntü canlıdır ("real-time"). İstenilen görüntü dondurularak genellikle özel kağıtlar üzerine kaydedilir.

İnceleme nasıl yapılır?

- Hasta masaya yatırılır, incelenecek bölgeye jel sürülür. Rahim ve yumurtalıklar ya da komşu organlar incelenecekse mesane dolu olmalıdır.
- İncelencek organ ve dokunun derinliğine uygun frenaksta ve şekilde bir prob seçilir. Bu seçimde göz önüne alınması gereken noktalar şunlardır.
 - Frekans, çözümleme gücü ve sesin penetrasyonu ile ilişkilidir. Frekans arttıkça dalga boyu kısalır. Buna bağlı olarak görüntünün kalitesi de artar. Fakat sesin derinlere inme yeteneği de hızla kaybolur. Bu nedenle yüzeysel yapılar yüksek frekanslı problarla incelenirken derin yapılarda frekansı düşük tutmak gerekir. Günümüzde bu sorun "broad-band" teknolojisi dediğimiz yöntemle kısmen çözülmüştür. Bu yöntemde problar geniş bir frekans aralığında (örneğin 3.5-5.0 mHz ya da 3.5-7.5 mHz) ses üretirler.
 - Yüzeysel incelemede lineer şekilli ve yüksek frekanslı transduser taşıyan problar seçilirken, karın organları gibi derin yapılar incelenirken konveks

şekilli ve daha düşük frekanslı transduserler tercih edilir. Konveks problarda görüntü alanı yüzeyde dardır, derine gittikçe genişler. Böylece bağırsak gazı gibi engelleyici bir yapı ile karşılaşılma olasılığına karşı giriş kapısı küçültülmüş olur. Yüzeyel incelemede böyle bir önleme gerek yoktur.

- Prob, incelenecek organ ya da bölge üzerinde dolaştırılır. İncelenmeyen kesim kalmaması için bu tarama her organa özel bir protokole göre yapılmalıdır.
- Prob, ağzının uzunluğu ve eni kadar kesit yapan bir bıçak olarak düşünülmelidir. Giriş kapısında bir engel yoksa (gaz ya da kemik gibi) istenilen her düzlemde, her açıda kesit alabilir. Bu özelliği anatominin çok iyi bilinmesini zorunlu kılar. Kesitler, probun ağzının düzlemine ve probun eğimine göre şekillenir. Bu nedenle US görüntüleri ancak probun inceleme sırasındaki duruşu (yeri, düzlemi ve eğimi) bilinirse yorumlanabilir.
- US görüntüsü canlıdır (“real-time”). Kesiti yapılan bölge monitörde canlı olarak izlenir. Tanı inceleme sürecinde konur Örneğin üst karın incelemesinde solunumla karaciğerin aşağıya indiği veya büyük damarların atımları izlenebilir. İstenilen görüntü dondurularak resmi çekilebilir.
- Kesitlerde üst kesim yüzeyi; resmin sağ, aksiyal kesitlerde hastanın sağını, sagittal kesitlerde ise baş tarafını gösterir.

İnceleme yöntemleri

İki temel yöntemi vardır:

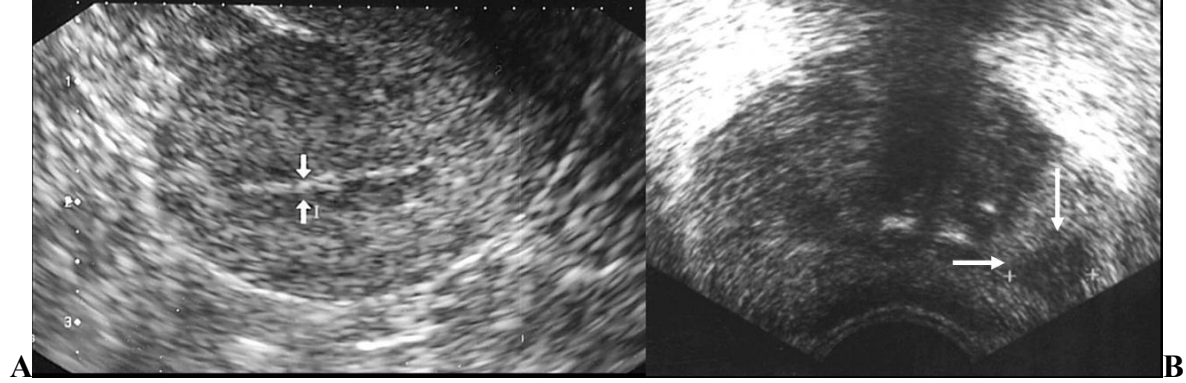
Gri skala US: B-mode da denilen bu yöntemin fizik kuralları denizaltıları ve balık sürülerini saptayan sonar sistemlerinin aynısıdır. Gri skala US’de görüntü, ekoların dönüş süresi ve genliği (amplitüdü) kullanılarak oluşturulur.

US incelemesinde ses çok kısa atımlar şeklinde gönderilir ve dönen ekolar parlak noktalar olarak kaydedilir. Sesin yumuşak dokular içerisindeki hızı bilinmektedir (1540 m/sn). Sesin dönüş süresi ikiye bölünüp sesin hızı ile çarpılırsa yankıların hangi derinlikten geldiği saptanır. Ekoların genlikleri ise noktaların parlaklıklarını belirler. Görüntüler, siyah bir zemin üzerinde parlaklığı farklı noktalardan oluşur (Resim 48).



Resim 48. Fetusun profilden yüz görünümü

US incelemesinde, sesin frekansı arttıkça görüntünün ayrıntısı artar; fakat sesin penetrasyonu azaldığı için derin yapıların görüntülenmesi olanaksızlaşır. Bu fizik kural, iyi bir görüntü için incelenecek dokuya olabildiğince yaklaşmak düşüncesini doğurmuştur. Bu düşünceden yola çıkarak endosonografik ve intraoperatif uygulamalar geliştirilmiştir. **Endosonografik US'de transvajinal** problemlerle rahim ve yumurtalıklar detaylı olarak görüntülenir; **transrektal** problemlerle prostat lezyonları saptanıp biyopsi yapılabilir (Resim 49). **Intraoperatif US** ile ameliyat sırasında tümörlerin sınırları çok iyi bir şekilde belirlenebilir.



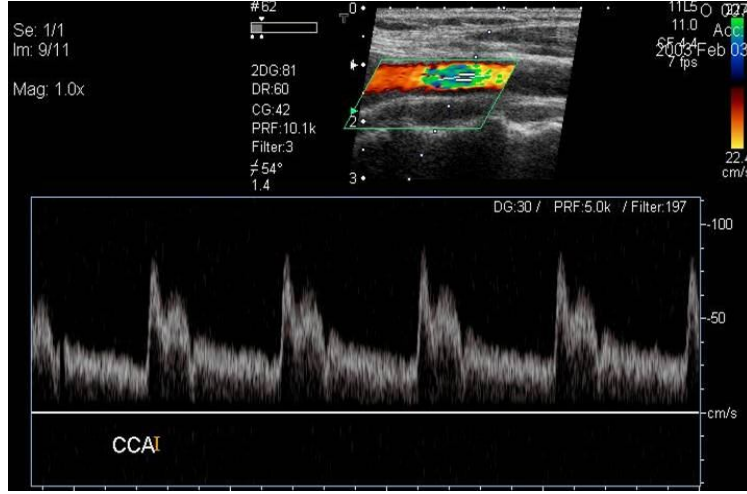
Resim 49. A. Transvajinal US. Endometrium (oklar) B. Transrektal US. Prostat kanseri (ok)

Doppler US: Sabit frekansla ses veren hareketli bir kaynak yaklaştıkça daha tiz (artmış frekans, kulağa gelen sesin dalga sayısı artmıştır) uzaklaştıkça daha pes (azalmış frekans, kulağa gelen sesin dalga sayısı azalmıştır) işitilir. Buna Doppler kayması adı verilir. Damardan akan kanın içerisindeki kanın kırmızı hücreleri gibi şekilli elemanlar hareketli yapılardır. Ses bu yapılardan yansır. Gönderdiğimiz sesle yansıyan sesin arasındaki frekans değişikliğini (Doppler kayması) saptayarak akımın yönünü ve hızını belirleyebiliriz.

Doppler incelemelerinin temel endikasyonu, akım hızı aracılığı ile damar darlıklarının belirlenmesidir. İncelenecek damar önce gri skala US ile anatomik olarak incelenir; damarın iç yüzeyindeki düzensizlik, kolesterol plakları ve kalsifikasyon araştırılır. Daha sonra kan akımının niteliği ve niceliği incelenir. Akım renkle kodlanır, akımın yönü ve şekli belirlenir.

Renkli Doppler adı verilen bu incelemede, renklerin tonlamasına bakarak akımın hızı hakkında kabaca bir fikir sahibi olunabilir.

Damar darlığının daha duyarlı saptanması için akım hızının ölçümü gerekir. Akan kanın miktarının değişmemesi için örneğin damar çapı yarıya inmişse akım hızı iki misli artmalıdır. Bu ilişki lümenin %95'den daha fazla daralarak akım hızının birden düştüğü kritik noktaya kadar geçerlidir. Bunun için incelenen damarın ortasından küçük bir alan seçilerek akım, frekans ya da hız/zaman grafiği şeklinde yazdırılır. Akımın hızını ve niteliğini bir grafik şeklinde gösteren bu yöntem **Spektral Doppler** adı verilir (Resim 50).



Resim 50. Karotisin renkli ve spektral Doppleri

Akımın niceliği ve niteliğini belirlemede spektral Doppler daha duyarlıdır. Grafik üzerinde ölçümler yapılarak hem darlığın derecesi saptanabilir, hem akımın niteliği bir takım ölçümlerle (rezistiv indeks, pulsatilite indeksi) sayısal olarak gösterilebilir.

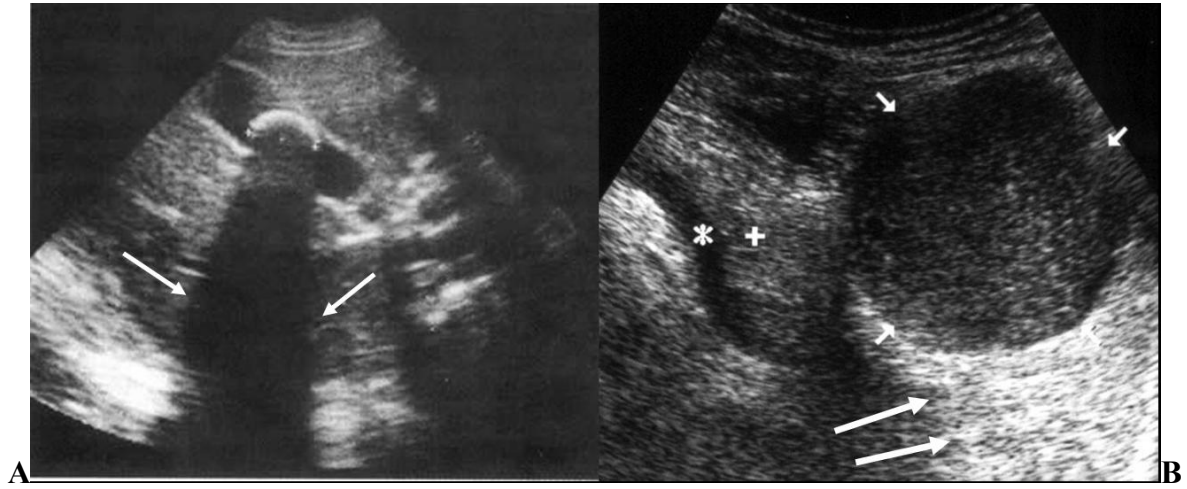
Doppler US'de yüksek frekanslı ses kullanılmakla birlikte, dönen sesdeki frekans değişikliği kulağın duyacağı sınırlardadır. Kulak en duyarlı ses ayırıcısıdır. Deneyimli bir hekim bu sesi dinleyerek akımın niteliği ve niceliği hakkında yeterli bilgi sahibi olabilir. Bu nedenle günümüzdeki en gelişmiş Doppler aygıtlarında bile hoparlörler varlıklarını sürdürmektedir.

Ayrabildiği yapılar

Görüntülerde ekoların yoğun olduğu bölgeler *hiperekoik (beyaz)*, az olduğu bölgeler *hipoekoik (siyah)*, hiç bulunmadığı kesimler ise *anekoik (simsiyah)* olarak tanımlanır. Ekojenitesi birbirine eşit olanlara *izoekoik* lezyonlar denir. Hiperekoik lezyonlar için ekojen, hipoekoik lezyonlar için ise tranzonik ve sonolusent gibi tanımlamalar da kullanılır.

Gri skala görüntülerde beyaz noktaların yoğunluğu ve parlaklığı yankıların çokluğu ve genliği ile doğru orantılıdır. Yansıma doku yüzeylerinden olur. Yüzeyi oluşturan dokuların sese karşı davranışları ne kadar farklı ise yansıma da o kadar fazladır.

Su, sesi çok az absorbe eder, dolayısıyla çok iyi iletir. Bu nedenle içi sıvı dolu yapıların arkasına, komşu yapılara kıyasla daha fazla ses geçer. Fazla geçen sesin yansıması da fazla olacağı için böyle yapıların arka kesimi aynı derinlikteki komşu dokuya göre daha parlak görülür. **Akustik zenginleşme** veya **arka duvar yankılanması** adı verilen bu görünüm içinde bulunduğu yapıdan daha sıvı karakterde olan lezyonları gösteren önemli bir bulgudur (Resim 51) . İltihap birikintileri (abse) veya sıvılaşmış ölü doku alanları (nekroz) gibi sıvı yapılar, içlerindeki küçük doku parçacıklarının yansıtıcı yüzeyleri nedeniyle katı görünümü vermelerine rağmen arka duvar yankılarıyla tanınırlar. Sadece sıvı içeren kistler simsiyah görülürler. Safra kesesi ve mesane doğal kistik yapılardır.



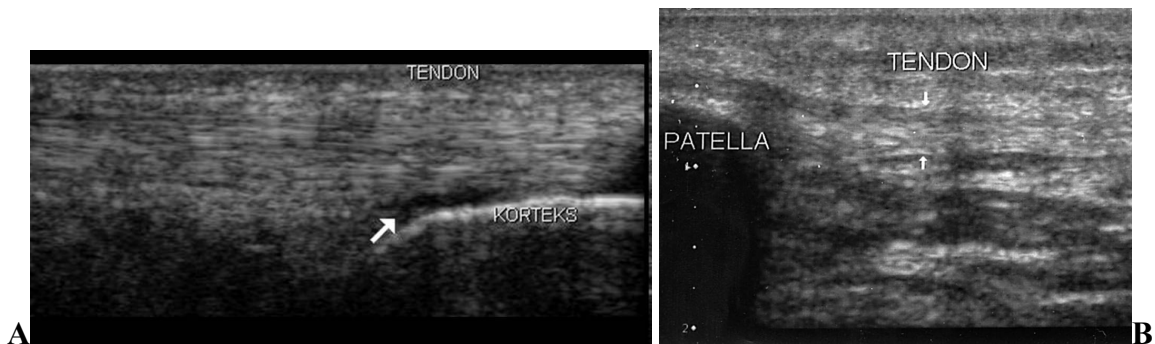
Resim 51. A. Safra kesesi taşının arkasında akustik gölge (oklar) B. Absenin (küçük oklar) arkasında akustik zenginleşme (büyük oklar)

Suyun tersine kemikler ve kalsifiye yapılar sesi çok fazla absorbe eder. Ayrıca kemik-yumuşak doku yüzeyinden yankı da oldukça fazladır (gelen sesin yaklaşık %40'ı). Dolayısıyla kemiklerin arkalarına geçen sesin miktarı çok azalır ve görüntülerde bu bölge siyah görülür. **Akustik gölge** adı verilen bu bulgu taşlar ve kalsifikasyonların tanınmasını sağlar. Bu fizik kural nedeniyle kemikler US incelemesi için engel oluştururlar.

Hava ses iletiminde dokularla oluşturduğu yüzey nedeniyle sorun yaratır. Hava-yumuşak doku yüzeyinden sesin hemen hemen tümü yansır. Akciğerler ve gazlı bağırsak segmentleri gibi havalı yapıların arkalarındaki kesimler incelenemez. Bu nedenle US incelemelerinde hava temasını kesmek için proba cilt arasına jel sürülür.

Karaciğer, dalak, pankreas, böbrek gibi parankimal organlar, kendilerine has ince granüler yapıda, homojen ve değişik tonlarda hipoekoik görünümündedirler. Karaciğerde, çevresinde Glisson kapsülü bulunan portal dalların kenarları hepatik venlerden daha ekojendir.

Çizgili kasların fibrilleri yansıtıcı yüzeyler oluşturur. Bu nedenle kaslar hafif ekojen çizgili görünür. Tendonların da ince, hiperekojen fibrillerden oluşan tipik görünümü vardır. (Resim 52). Deri altı yağ dokusu kasa göre hipoekoiktir



Resim 52. A. Aşil tendonunun fibrilli görünümü B. Pateller tendon (oklar)

Renkli Doppler’de kırmızı ve mavi renkler kullanılır. İncelenen akım için hangi renk seçilmişse, diğer renk karşı yönden gelen akımı gösterir. Hızlı akım rengin açık tonları ile gösterilir. Darlıklardan sonra izlendiği gibi akımın girdap yaparak tersine döndüğü alanlar, karşı renkle kodlanırlar. Hızın çok arttığı belirgin darlıklarda renk mozayigi ortaya çıkar.

Kontrast madde kullanımı

US’ de kontrast madde olarak 3-6 µ çapında kapsüllü hava kabarcıkları kullanılır. Kapsülleri insan albümininden yapılmıştır ve gazın istenilen süre kapalı kalmasını sağlar. Damara verilen bu madde ile damarsal lezyonların görünürlüğü artırılmaya çalışılır. Nadiren kullanılır, günlük pratik içerisinde yeri yoktur.

Güçlü ve zayıf yanları

Güçlü yanları:

- İyonizan ışın kullanılmaz. Bilinen hiçbir zararlı etkisi yoktur. Bu nedenle hamilelerde ve çocuklarda ilk ve temel tanı yöntemidir.
- US aygıtlar taşınabilir olduğundan, yatak başı inceleme yapılabilir. Bu özelliği, özellikle erken doğan ve özel ortamlara (küyözde) yatırılan bebeklerde ve yoğun bakım ünitelerinde çok değerlidir.
- US aygıtlar görece ucuzdur ve inceleme basittir. İnceleme sırasında hastaya hiç rahatsızlık verilmez.

Zayıf yanları:

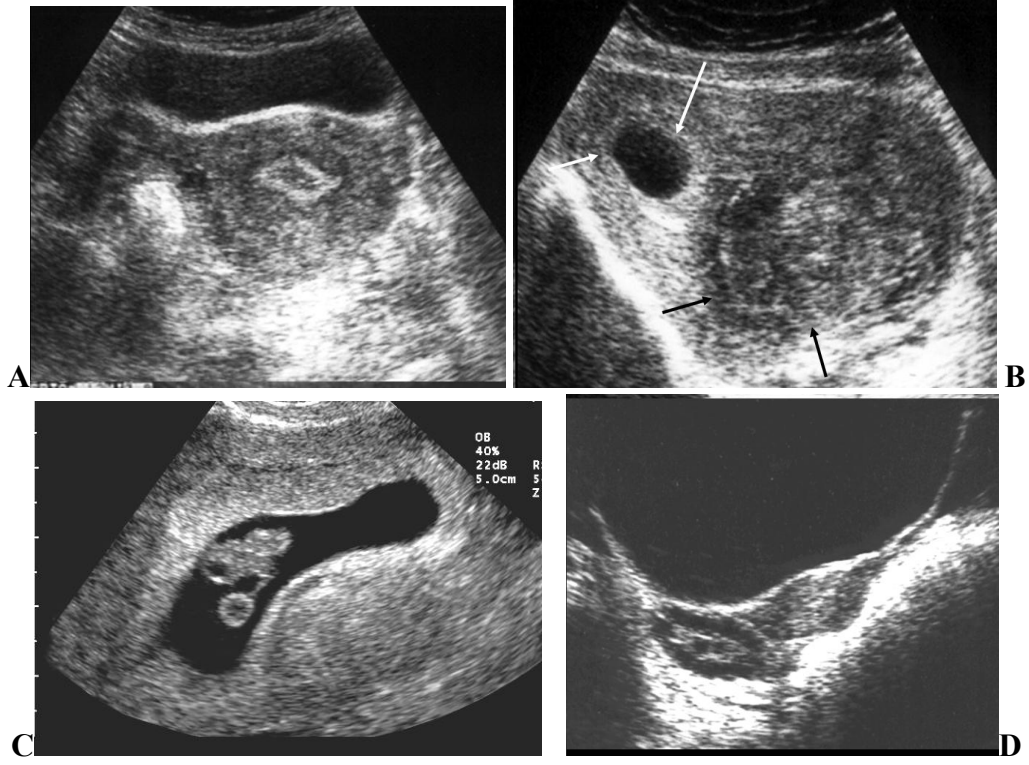
- Görüntü canlı olduğu için inceleme süreci tanıda en önemli evredir. Probun duruşu ile kesit düzleminin değişmesi, standart kesit almayı zorlaştırır. Bu nedenlerle tanı, incelemeyi yapan kişinin bilgi ve beceri düzeyine çok bağlıdır. Doppler US eğitiminin uzun olması da bir dezavantajdır.
- Hava ile dolu olan normal akciğerler görüntülenemez. Bağırsak gazları da, eğer uygun bir pencere bulunamazsa, arkalarındaki yapıların incelenmesini engeller.
- Ses kalın kafa kemiklerini yeteri kadar geçemediği için yetişkinde kafa içi yapılar US ile görüntülenemez.

Klinikteki yeri

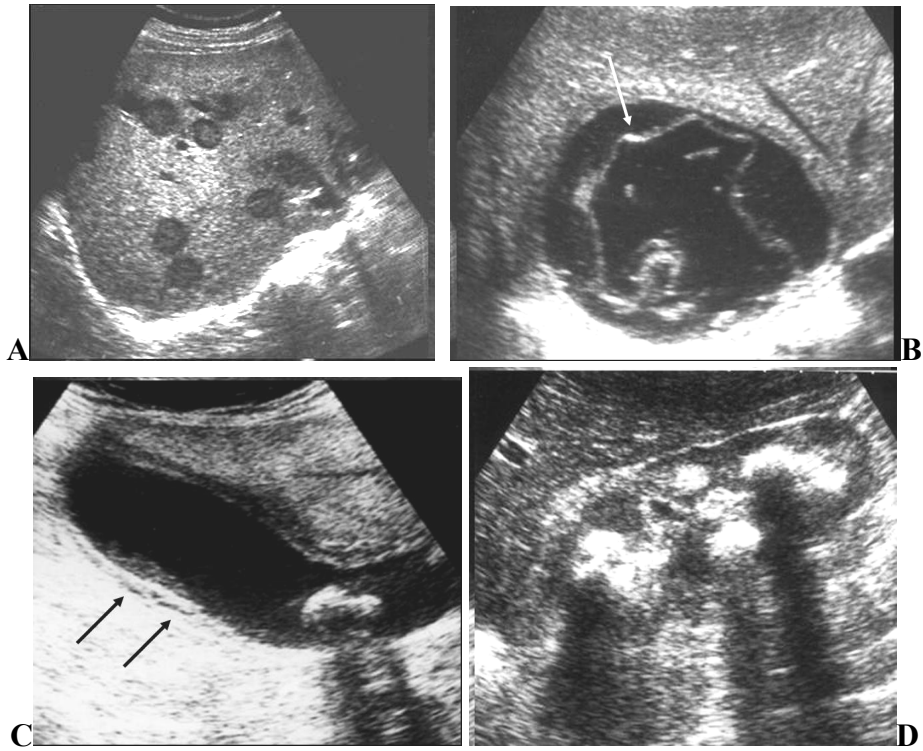
US bir yumuşak doku inceleme yöntemidir. Özellikle sıvı dolu yapıları çok iyi görüntüler. US’nin klinik kullanımını şu şekilde özetleyebiliriz:

Kadın ve doğum hastalıkları: Büyük su dolu bir kese içindeki cenin ile birlikte US ile incelemeye çok elverişlidir. Ek olarak zararlı bir etkisinin olmaması da US’yi hamilelikte temel tanı yöntemi konumuna getirmiştir. Rahim ve yumurtalıkların incelenmesinde de US ilk ve temel yöntemdir (Resim53).

Parankimal organlar: Karaciğer, pankreas, dalak ve böbrek US ile çok iyi incelenir. Doğal su dolu yapılar (kistik) olan safra kesesi ve mesane de US incelemesi için çok uygun yapılardır. (Resim 54).



Resim 53. A. Uterusun enine kesiti (transabdominal US) B. Uterusta miyom (siyah oklar) ve boş gestasyonel kese (beyaz oklar) (transvajinal US) C. Obstetrik US 1.trimestir embriyo ve yolk kesesi (transvajinal US) D. Over (transabdominal jinekolojik US, mesanı dolu)



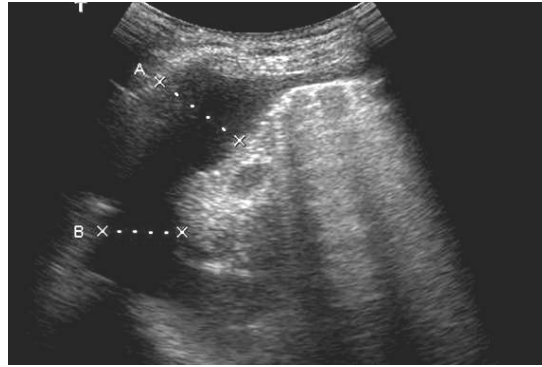
Resi 54. A. Karaciğerde hipoekoik metastazlar. B. Karaciğerde hidatid kist, germinatif membran (oklar) C. Safra kesesi taşı ve kolesistit safra kesesi duvarı kalınlaşmış (oklar) D. Böbrek taşları

Yüzeyel yapılar: Yüksek frekanslı problarla incelenirler. Tiroid, paratiroid, tükürük bezleri, göz küresi, lenf bezesi büyümeleri, meme, rotator kılıf yırtıkları, gelişimsel kalça eklemi çıkıkları (femur başı ossifiye olmadan önce), yumuşak doku lezyonları ile testis ve skrotum ayrıntılı bir şekilde görüntülenebilir (Resim 55). Transrektal problarla prostat incelenir ve kanser şüphesinde biyopsi yapılır

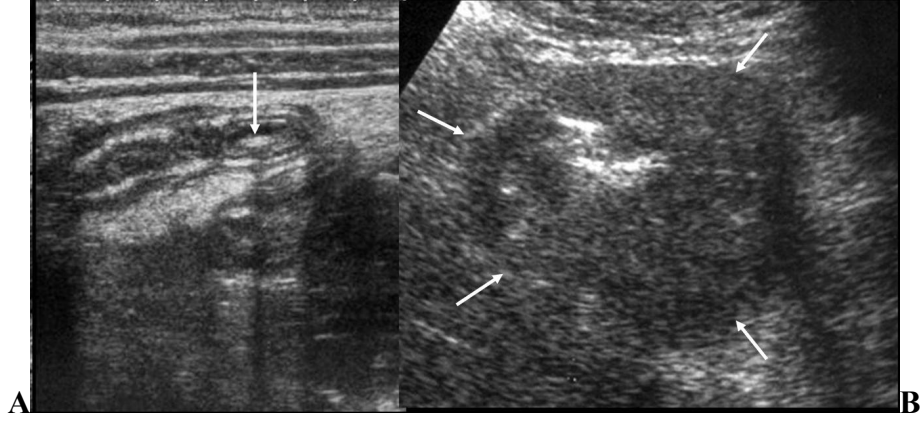


Resim 55. A. Tiroide hipoekoik nodül (oklar) B. Kalça US C. Testiste hipoekoik tümöral kitle (oklar)

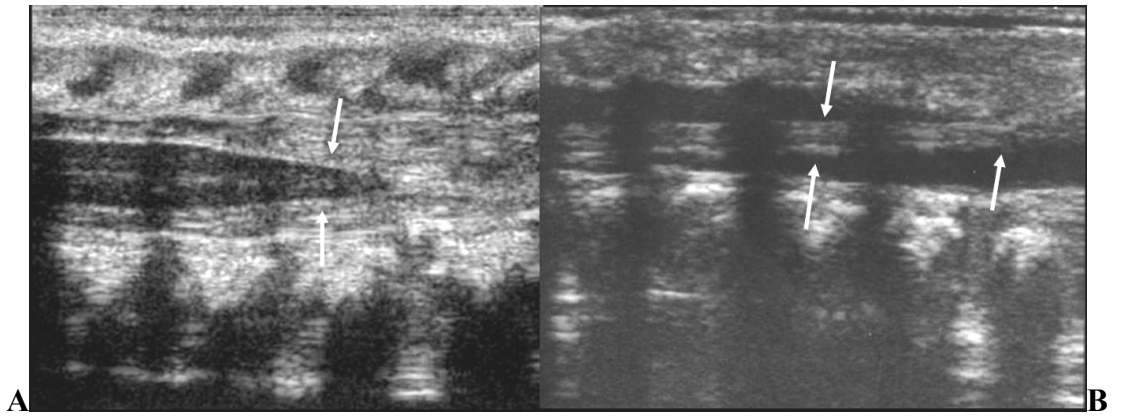
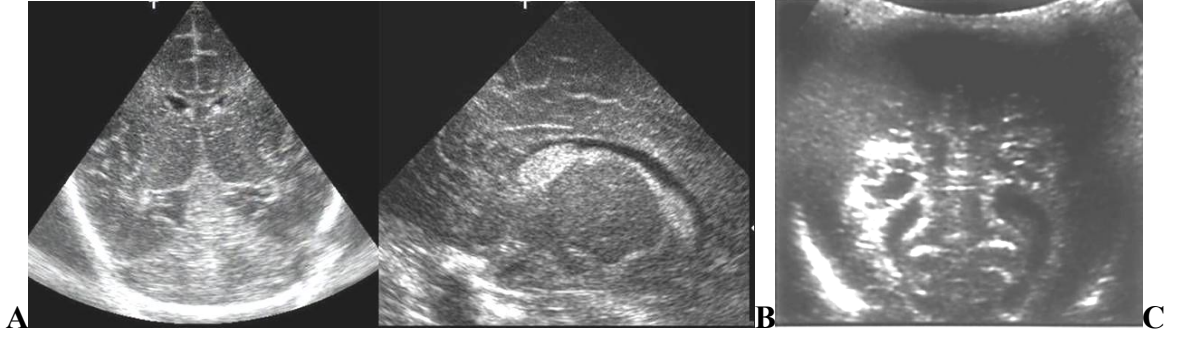
Gazlı organlar: Gaz varlığı US'nin akciğer ve sindirim borusundaki uygulamasını sınırlar. Bununla birlikte göğüs duvarına dayanan oluşumlar US ile çok iyi incelenebilir (Resim 56). US ile akciğeri çevreleyen plevral sıvıyı saptamak mümkündür. Benzer şekilde gaz içermeyen bağırsak segmentleri US ile görüntülenebilir. İlginç olan nokta, hastalık nedeniyle duvarı kalınlaşmış barsak kesimlerinin genellikle gaz içermemesidir. Bu nedenle sindirim borusu duvarının kalınlaşmasına neden olan kanser veya iltihap (örneğin apandisit) US ile saptanabilir (Resim 57).



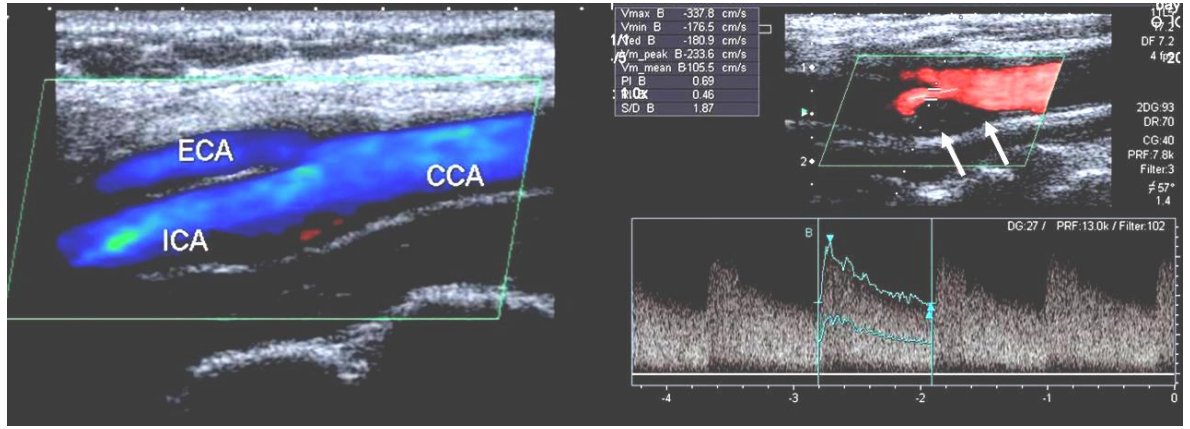
Resim 56. Plevral sıvı (işaretler arasındaki anekoik bölge)



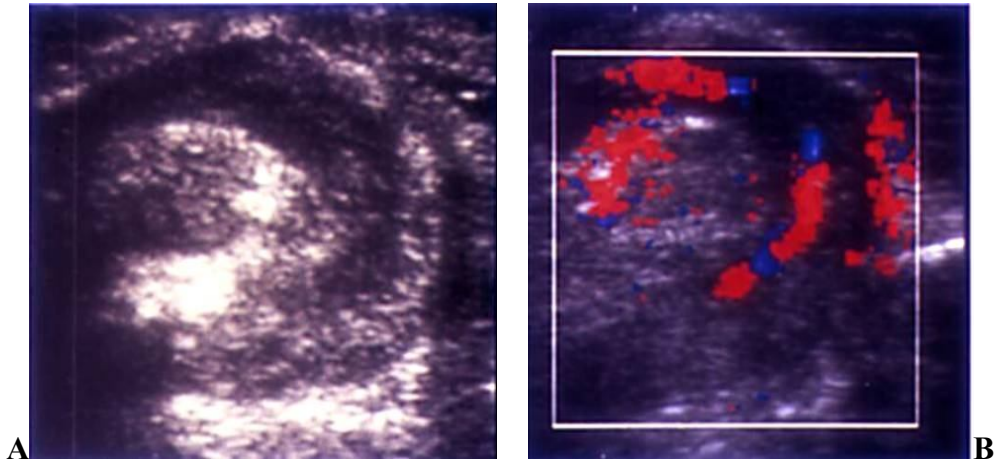
Bebek beyni US: Kemik, US için bir engeldir. Bu nedenle erişkinde beyin dokusu US ile incelenemez. Buna karşılık bingıldağı açık bebeklerde beyin mükemmel görüntülenir transfontanel US) (Resim 58). Kemikleri kireçlenmediği için bir yaşına kadar bebeklerde omurilik de US ile incelenebilir (Resim 59).



Doppler US: Akımın varlığı, yönü ve hızı belirlenir. Akımın hızı ve şekline bakarak damar darlığının varlığı ve derecesi saptanabilir (Resim 60). Ayrıca kitlelerin damarlanması değerlendirilebilir (Resim 61).



Resim 60. A. Renkli Doppler: Normal karotis kommunis (CCA), internal karotid arter (ICA) ve eksternal karotid arter (ECA) B. Renkli ve spektral Doppler. ICA'da aterom plağına bağı darlık (oklar)



Resim 61. A. İnvaginasyonun gri skala US görünümü B. Renkli Doppler ile vaskülarizasyonunu değerlendiriliyor.

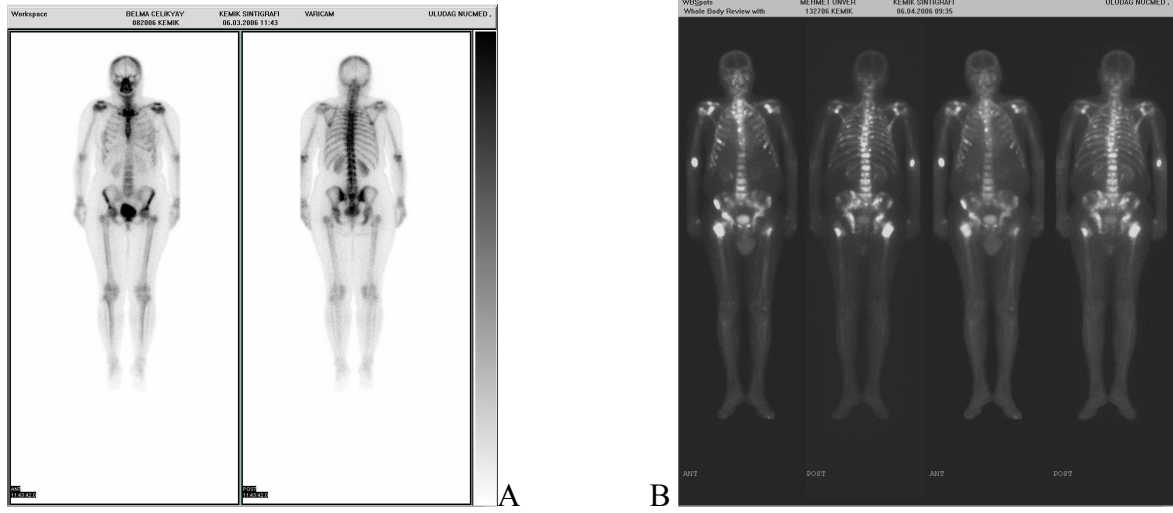
Zararlı etkileri

Diyagnostik amaçlı kullanılan yüksek frekanslı sesin hiçbir yan etkisi yoktur. Bununla birlikte renkli Doppler incelemelerinde kullanılan yüksek frekanslı sesin intensitesi yüksek olduğundan, ABD'de "food and drug" komisyonunca (FDA) obstetrik incelemede sesin gücü 94 mW/cm^2 ile sınırlandırılmıştır.

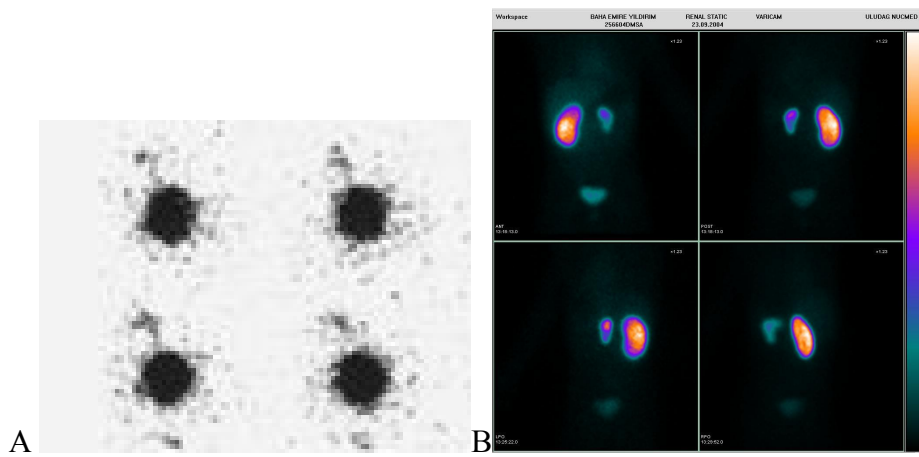
RADYONÜKLİD GÖRÜNTÜLEME (RG)

(Bir Nükleer Tıp yöntemi olan **Radyonüklid görüntüleme (RG)** hekimlik uygulamalarında yukarıda saydığımız radyolojik yöntemler gibi kullanılır ve birçok gelişmiş ülkede radyolojinin bir alt dalı konumundadır. Bu nedenle bu bölümde yöntem hakkında kısa bilgi verilecektir.)

Radyonüklid görüntülemede kullanılan radyan enerji gamma (γ) ışınıdır. Gamma ışını yayan radyonüklidin organizmadaki dağılımı dedektörlerle saptanır. Her gamma ışının dedektörde bir sintilasyon şeklinde görülmesi nedeniyle bu yönteme sintigrafi adı da verilmiştir. Yöntemde incelencek doku veya organın, sintilasyonların karşısı olan noktalardan oluşan bir haritası çıkarılır (Resim 62, 63) veya radyoaktivite birikiminin zamana karşı bir grafiği çizdirilir.



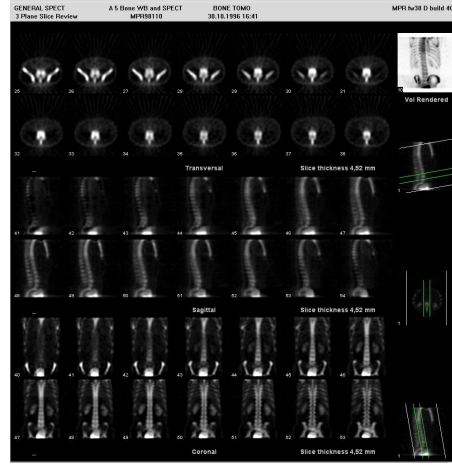
Resim 62. İskelet sintigrafisi A. Normal, B. Prostat kanseri metastazı



Resim 63. A. Nükleer VSÜG: Sağ tarafta IV. derecede reflü, B. Böbrek sintigrafisi (sol atrofik, sağ normal)

Radyonüklid görüntüleme bir emisyon yöntemidir. İncelenen organdan gelen gamma ışınları, organın noktalardan oluşan iki boyutlu bir resmini oluşturur; üçüncü boyuttaki

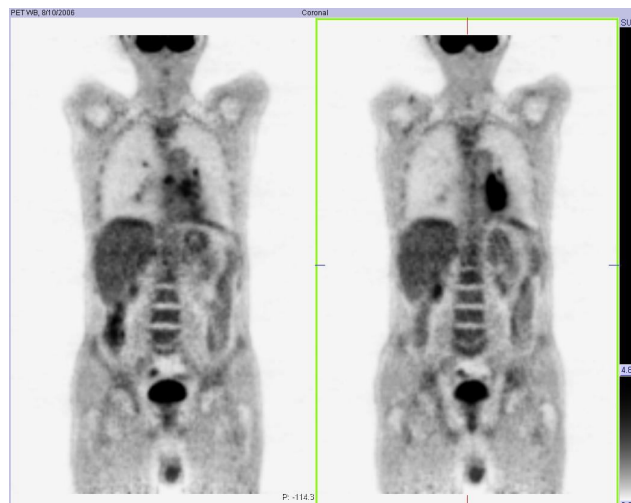
radioaktivite görüntüde üst üste düşer. Bu nedenle derinde yerleşen belirli boyuttan küçük lezyonlar sintigrafi ile saptanamayabilir. Üst üste düşmeyi ortadan kaldırmak için yöntemle bilgisayarlı tomografi yöntemi eklenmiştir. Bu yöntemle Tek Foton Bilgisayarlı Emisyon Tomografisi (“Single Photon Emission Computed Tomography”-SPECT) adı verilmiştir.



Resim 64. İskelet SPECT. Sağ üst köşede planar sintigrafi, altında tomografik kesitlerin geçtiği yerleri gösteren skenogramlar

Pozitron kaynağı radyonüklidlerin kullanıldığı tomografik sintigrafi yönteminin adı da Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) dir. Bu yöntemle, pozitron kaynağı radyonüklidlerle işaretlenmiş glukozun tüketimi gibi metabolik bilgiler elde edilebilir. Yöntemin anatomik çözümü yetisi düşüktür. Bu nedenle günümüzde BT aygıtı ile entegre edilerek kullanılır. BT'nin anatomik çözümü mükemmel olan görüntüleri üzerine PET'in fonksiyonel bilgileri oturtulur. PET-BT adı verilen bu yöntemle lezyonlar duyarlı bir şekilde saptanır ve karakterize edilir. Temel kullanım alanı kanserin vücuttaki yayılımının araştırılmasıdır.

Radyonüklid görüntüleme, anatomik bilgiler vermekle birlikte, temelde fonksiyonel bilgilerle yüklü bir radyolojik tanı yöntemidir. Klinikte anatomik verilerinden daha çok, sağladığı fizyolojik bilgileri nedeniyle tercih edilir.



Resim 65. PET-BT. Sol akciğer hilusunda tümöral kitle (koronal reformasyon)

RADYOLOJİK İNCELEMELER: NE? NEREDE? NE ZAMAN?

“Primum non nocere”
(Önce zarar vermeyeceksin!)

Şimdiye kadar radyolojik tanı yöntemlerinin fizik prensipleri ve klinik kullanımları ile ilgili bilgiler edindik. Bu bilgiler bize gösterdi ki bu yöntemlerden elde ettiğimiz veriler çoğu zaman örtüşüyor. Örneğin, böbreği ve idrar yollarını dört tanı yöntemimizle de görüntüleyebiliriz. Bu durumda neye göre ve nasıl seçim yapmalıyız?

Radyolojik tanı yöntemlerinin seçiminde üç ölçüt vardır: Yararlılık, zararsızlık ve maliyet

- **Yararlılık:** Yapılacak inceleme hastanın tedavisini ve/veya sonucunu değiştirmelidir. Sadece hastalık hakkındaki bilgilerimizi artıran ancak ne hastalığın tedavisi ne de sonucu üzerinde etkili olan incelemeler yapılmamalıdır.
Seçilecek yöntem, araştırılan anormalliği yeteri kadar açık ortaya koyabilmelidir. Lezyon belirlendikten sonra ne olduğunu söyleyebilmek çoğu zaman hastalık bilgilerimize, klinik ve laboratuvar verilere dayanır. Bu nedenle radyolojik tetkik istenirken ne kadar çok bilgi verilirse saptanan lezyonun yapısı hakkında o kadar isabetli yorum yapılabilir. Kanseri hastalarında olduğu gibi, tedaviye başlamak için hücre tanısının şart olduğu durumlarda biyopsi yapılmalıdır.
- **Zararsızlık:** Seçilecek yöntemin hastaya zarar vermemesi temel kuraldır. Örneğin röntgen ve BT’de hastanın iyonizan ışın alması yöntemlerin en önemli zararlı etkisidir. Mümkünse hastaya zararlı olabilecek yöntemlerden kaçınmalı, mutlaka gerekli ise incelemenin yararının vereceği zarardan daima daha fazla olmasına dikkat edilmelidir.
- **Maliyet:** Seçilecek yöntemin ekonomik olmasına dikkat edilmelidir. Özellikle son yıllarda ileri teknolojiye sahip radyolojik tanı yöntemlerinin yaygın ve yoğun olarak kullanılması, sağlık harcamalarında aşırı boyutta artışa neden olmuştur. (Bkz. Serbest Okuma) Gelişmiş ülkelerde, maliyetlerine göre etkinliği (cost-effective) yeterli olmayan yöntemler kullanılmaz.

Amaç en zararsız yoldan, en ekonomik şekilde ve en kısa sürede doğru tanı koyabilmektir.

Hastanızdan bir radyolojik tetkik istediğinizde öğrenmek istediğiniz şeyler neler olmalıdır? Radyolojik tanı yöntemleri bu isteğinize ne kadar yanıt verebilir?

Hastasını muayene eden hekim çoğu olguda tanı koyar ve tedaviye başlar. Bazı olgularda ise fizik muayene bulguları tanı için yeterli değildir. Böyle olgularda hekim, düşündüğü olası tanılardan birine ulaşabilmek ya da dışlayabilmek için kan, idrar gibi bazı laboratuvar testleri ve hemen her zaman da radyolojik tanı yöntemlerine gereksinim duyar.

Radyolojik tanı yöntemleri ile vücut yapılarının ve hastalıkların oluşturduğu anormallikler bir resim şeklinde görüntülenir. Bu anormallikler lezyonların radyolojik izdüşümleridir ve uygulanan yöntemin fizik prensiplerine göre görülür hale gelirler.

Hastalıkların organ veya dokuda oluşturduğu yapısal ve fonksiyonel değişikliklere lezyon denir. Ancak bu terim pratikte daha çok yapısal değişiklikleri anlatmak amacıyla kullanılır. Hastalıkların organ veya dokularda oluşturduğu değişiklikler yerel ya da yaygın olabilir. Yaygın tutulumda genellikle tüm organ ya da dokuda boyut, şekil ve uygulanan tanı yöntemine has radyolojik görünüm değişiklikleri vardır. Örneğin karaciğerde yağlanma, karaciğeri büyütebileceği gibi US’de ekojenite artışına, BT’de ise yoğunluk azalmasına neden

olur. Ancak radyolojide lezyon dendiğinde daha çok yerleştiği organdan farklı görülen yerel anormallikler kastedilir.

Hastasına bir radyolojik tetkik isteyen hekimin genellikle cevaplanmasını istediği iki sorusu vardır:

1. Bir anormallik var mı? : **Saptama**

2. Anormallik varsa nedir? : **Karakterize etme**

Saptama: Bir yöntemin saptayabileceği en küçük boyut yöntemin kullandığı teknoloji ile belirlenir. Buna yöntemin geometrik çözümleme gücü denir. Örneğin BT ve MR gibi yöntemlerde, bir vokselin hacminden daha küçük yapılar görüntülenemez. Buna karşılık konvansiyonel röntgende böyle bir sınırlama yoktur ve iyi bir teknikle memede çok küçük mikrokalsifikasyonlar saptanabilir.

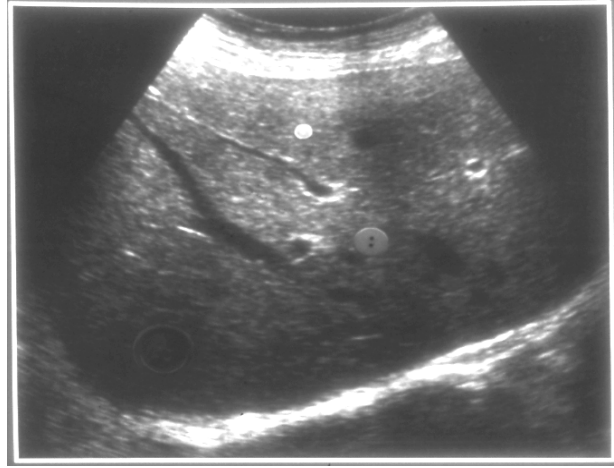
Bir yapının görüntülenebilmesinin diğer şartı yöntemin kullandığı enerjiye verdiği yanıtın çevresindeki yapılardan farklı oranda olmasıdır. Buna kontrast diyoruz. Örneğin, bir lezyon röntgen ve BT’de X-ışınlarını farklı oranda tutmalı, MR’de sinyal şiddet ve süreleri farklı olmalı, US’ de ise sesi farklı oranlarda yansıtmalıdır

Bir lezyonun kontrastı ne kadar yüksekse görülebilirliği o kadar artar. Örneğin aynı yapıdaki bir lezyon karaciğere göre akciğerde daha iyi görülebilir. Çünkü akciğerdeki hava lezyonla daha büyük bir kontrast farkı oluşturur. Akciğerdeki lezyon, kalsifikasyon gibi yüksek yoğunluklu yapılardan oluşuyor ise görebileceğimiz boyut daha da küçülecektir.

Görülebilirliğin kontrastla ilişkisini bir örnekle açıklamaya çalışalım: Seminer salonunun, koyu renkli halısını BT’deki karaciğer kesitimiz olarak düşünelim. Halının üzerine saçtığımız değişik büyüklük ve renkteki düğmeleri de karaciğer içerisinde yer kaplayan lezyonlar olarak kabul edelim. Rengi halıdan farklı ve boyutu büyük olan düğmeler önce gözümüze çarpar. Boyut ve renk farkı arasındaki ilişki ters orantılıdır. Renk ne kadar halının rengine benzerse görebilmemiz için düğmelerin boyutunun o kadar büyük olması gerekir. Tersine, renk farkı ne kadar belirginleşirse daha küçük boyutlu düğmeleri görebiliriz (Resim64).

Radyolojik yöntemlerin çözümleme güçleri ile ilgili kuralları şöyle özetleyebiliriz.

- Yumuşak dokuları çözümleme gücü en yüksek olan yöntem MR’dır, onu BT izler.
- Röntgen, voksel kısıtlaması olmadığı için kontrast farkı yüksek daha küçük lezyonları saptayabilir. Meme kanseri taramasında mamografi ile mikrokalsifikasyon araştırması bunun iyi bir örneğidir.
- Yöntemlerin içerisinde çözümleme gücü en düşük olan US’ dir. Görüntüler karlı TV ekranlarına benzetilir. Buna karşılık US, pratikte en çok yararlandığımız yöntemlerden birisidir!



Resim 64. Görülebilirliğin kontrastla ilişkisi. Karaciğerin US görüntüsü üzerine konmuş düğmeler. Renk kontrastı arttıkça daha küçük boyuttaki düğmeler görülebiliyor.

Karakterize etme: Bir lezyon görüntülediğinde yanıtlanması gereken diğer soru, bu lezyonun ne olduğudur. Radyolojik olarak ayırabildiğimiz yapılar sınırlıdır (Tablo 6). Tabloda görüldüğü gibi saptadığımız bir lezyonun ne olabileceğine radyolojik olarak söyleyebileceğimiz şeyler şunlardır: Metal, kemik, kalsifikasyon, yumuşak doku, hematoma, ödem, sıvı, eski fibrozis, yağ, hava, solid yapı, kistik yapı. Ancak pratikte böyle olmaz. Radyogramları raporlarken bu kadar az şey söylemekle yetinmeyiz. Çoğu olguda tanı koyarız, çoğu olguda da sayısı çok aza indirilmiş bir ayırıcı tanı listesi yaparız. Bunun nedeni saptadığımız lezyonun radyolojik görünümünü anatomi ve patoloji bilgimize göre yorumlayıp hastaya ait klinik ve laboratuvar verileri ile birleştirmemizdir. Kıssadan hisse: İyi bir hekim olmak istiyorsanız anatomi ve patolojiyi hekimlik yaptığınız süre içerisinde çok iyi biliyor olmayalım!

Tablo 6. Doku karakterizasyonunda radyolojik yöntemler.

Yöntemler	Ayırıcılıkları Doku yapılar	Histolojik tanı Malign/benign ayrımı
RÖNTGEN	Kemik / kalsifikasyon	+ biyopsi
	Yumuşak doku	
	Yağ	
	Hava	
	+	
	Hematoma	
	Ödem	
	Sıvı	
	+	
	Fibrozis?	
	Akım	

US (Doppler)	Solid/Kistik ayrımı	
	Akım	

Hangi organ sisteminde hangi yöntem?

Bu soruyu cevaplamadan önce tanı yöntemlerinin önemli özelliklerine topluca bir göz atalım (Tablo 7):

Tablo 7. Radyolojik tanı yöntemlerinin karşılaştırılması

YÖNTEMLER	ENERJİSİ	KLİNİK KULLANIMI	GÜÇLÜ YANLARI	ZAYIF YANLARI
RÖNTGEN	X-Işını	- Doğal kontrastla çevrili yapılar (Akciğerler, kemikler, meme) - Kontrast madde ile incelemeler (Sindirim borusu, idrar yolları, damarlar)	- Anatomik bütünlük - Aygıtlar her yerde bulunabilir - İşlem basit ve ucuz	- Görüntüleri ayrıntılı değil - X-ışının zararlı etkileri
BT	X-Işını	- Travma - Yer kaplayan lezyonlar (tümör evrelemesi), özellikle göğüs ve karında.	- Ayrıntılı görüntü (kesitler) - Tüm yapıları görüntüler	- X-ışının zararlı etkileri - Röntgene göre pahalı
MR	Radyofrekans ve Manyetizma	- Merkez sinir sistemi - Eklemler (spor hekimliği) - Damarlar - Kanser evrelemesi (daha ayrıntılı görüntüler), özellikle kanserin çevre işgalinin değerlendirilmesinde	- Yumuşak dokuyu en ayrıntı gösteren yöntem - Her düzlemde kesit görüntü alabilmesi - Kemiğe yakın yumuşak doku çok iyi görüntülenir - Akım kontrastsız görüntülenir - İyonizan ışın yok	- Kalp pili vb aygıtı olanlar incelenemezler - Harekete duyarlı - Kalsifikasyon ve SAK iyi görüntülenemez - Akc.parenkimi incelenemez - Klostrorobi - En pahalı yöntem
US	Yüksek frekanslı ses	- Yumuşak dokular - Parenkimal organlar - Kistik yapılar - Damar darlıkları ve damarlanma(Doppler)	- İşlem basit ve ucuz - İyonizan ışın yok - Hasta yatağı başında inceleme	- Gaz ve kemik incelemeye engel - Sonuçlar yapana aşırı derecede bağlı

Merkez sinir sistemi: Temel yöntem MR'dır. Kalsifikasyon araştırılmasında, akut subaraknoid kanamada ve travmada kontrastsız BT yapılır Bununla birlikte beyindeki küçük kanama ve hasarlanma odaklarının saptanmasında ve yaygın aksonal hasarlanmada MR daha duyarlıdır. Transfontanel US erken doğmuş bebeklerin tarama yöntemidir.

İskelet ve yumuşak doku: Röntgen kemik lezyonlarının tanısında temel yöntemdir. Kanser yayılımı ve kemik lezyonlarının iskelet sistemindeki yaygınlığı sintigrafi ile araştırılmalıdır. BT/MR çoğunlukla tanı için değil, kanser gibi kemik lezyonlarının ameliyattan önce çevre ilişkisini belirlemek amacıyla kullanılır. Kortikal kemik ve kalsifikasyon BT ile incelenir. Omurgagibi karmaşık anatomisi olan kesimlerdeki lezyonların açık bir şekilde gösterilmesi için de BT gerekir.

Eklemler röntgenle incelenir. Eklem yumuşak doku yapıları MR ile çok iyi gösterilir, bu nedenle spor hekimliğinde temel yöntemdir. Bağların ve kıkırdakların yaralanmalarında, kemik iliği tutulumunda sensitivitesi en yüksek yöntem MR'dır.

Kasların, tendonların ve yumuşak doku kitlelerinin ya da damar anormalliklerinin incelemelerinde MR ile birlikte US de kullanılır. Doğumsal kalça çıkığı, eklem sıvısı ve yumuşak dokuda opak olmayan ve dolayısıyla röntgende görülemeyen yabancı cisimlerin araştırılmasında US 'nin tanı değeri yüksektir. Memenin temel tanı yöntemi mamografidir, US yardımcı yöntemidir.

Göğüs: Akciğerlerin incelenmesinde röntgen ve BT temel yöntemlerdir. Göğüs röntgenogramları olmadan BT istenmemelidir. MR göğüs duvarı, mediasten, diyafragma ve omurilik kanalı gibi çevre yapıların işgallerini belirlemede, US ise akciğer çevresindeki sıvının değerlendirilmesinde kullanılır.

BT/MR mediastenin temel inceleme yöntemleridir. MR mediastinal damarları kontrastsız görüntüler. Sintigrafi ise akciğer damarlarının uç dallarının tıkanmasının saptanmasında kullanılır. Ana akciğer damarlarındaki pıhtılar kontrastlı BT ile görüntülenir.

Kalbin temel inceleme yöntemleri US ve sintigrafidir. Kalbin kanlanma yetersizliğinin değerlendirilmesinde sintigrafi tarama yöntemidir; anjiografi verisi en yüksek olan yöntemdir (altın standart). Anjiokardiografi ise doğumsal kalp hastalıklarında genellikle operasyondan önce uygulanır. MR, kardiyolojide anjiokardiografinin alternatifi olarak gelişmektedir.

Karın: Sindirim borusunun temel tanı yöntemi olan baryumlu çalışmalar, teknolojinin gelişmesine paralel olarak yerini gittikçe endoskopik incelemelere bırakmaktadır. Bununla birlikte endoskopi ile incelemek pahalı olduğu için ince bağırsakların baryumla incelenmesi güncelliğini korumaktadır. Sindirim borusunda duvar tutulumu ve çevre yayılımı BT ile araştırılır;US de değerli bilgiler verir.

Karaciğer ve safra sistemi, dalak ve pankreasın incelenmesinde ilk yöntem US'dir. Ancak BT daha ayrıntılı ve kesin görüntüler sağlar. Karaciğer lezyonlarının saptanmasında sensitivitesi en yüksek yöntem MR'dir.

Böbreğin parankimi ve yer kaplayan lezyonların saptanması ve çevre ilişkilerinin belirlenmesinde US ve BT gibi kesit yöntemleri önceliklidir. İlaçlı böbrek filmi ve çocuklarda işerken yapılan mesane-idrar yolu tetkiki (voiding sistoüretrografi) idrar yolları anormalliklerinin araştırılmasında kullanılır.

Kadın ve erkeğin genital organlarının ve hamilelerin incelenmesinde US tartışmasız ilk ve temel yöntemdir. Rühim kanserlerinin çevre yayılımını belirlemede MR kullanılır.

Damarlar: Damarların incelenmesinde Doppler US ilk ve temel yöntem konumundadır. MR ve BT anjiografi ile de damarlar kontrast madde vermeden incelenirler; ancak küçük lezyonlar gösterilemez ve damarların incelenmesinde anjiografi hâlâ altın standarttır. Ancak kontrast madde kullanılmaması nedeniyle MR anjiografi belirli bir boyutun üstündeki serebral anevrizmaların (ör: >5mm) araştırılmasında kullanılabilir.

Radyolojik tanı yöntemlerinin organ sistemlerindeki yeri Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8. Organ sistemlerinde genel radyolojik tanı algoritmi

Organ sistemleri	Radyolojik yöntemler
Kemikler	Röntgen → Sintigrafi → BT/MR
Eklemler	Röntgen → MR → BT
Akciğerler	Röntgen → BT → MR/US /Sintigrafi
Meme	Mammografi → US
Sindirim borusu	Baryumlu röntgen → BT/US
İdrar yolları	Ürografi → VSÜG
Yumuşak dokular	US → MR
Parenkimal organlar	US → BT → MR
Genital sistem	US → MR
Kalp	US → Sintigrafi → Anjiografi → MR
Damarlar	Doppler US (MR/BT) → Anjiografi
Beyin/omurilik	MR → BT (yenidoğanda US)

Son söz yerine

*“EN az zarar vererek,
EN ekonomik yolla,
EN kısa sürede tanı koyan hekim,
EN iyi hekimdir”
E.Tuncel*

Bir hekim olarak önünüzde uzun ve zorlu bir yolculuk var. Bu çetin yolculukta radyoloji bilimi size dört tane at sunuyor. Yolculuğunuz süresince karşılaşacağınız engelleri hızla aşıp, istediğiniz yerlere zaman kaybetmeden ulaşabilmeniz doğru yerde doğru atı seçebilmenize bağlı. Atlarınızın nerede nasıl davranacaklarını çok iyi bilmelisiniz ki seçiminiz doğru olsun. Atlarınızı iyi tanımıyorsanız hiç binmeyin daha iyi! Sizi yanlış yola götürebilecekleri gibi çevrenize zarar da verebilirler.

Birlikte olduğumuz süre içerisinde sizlere atlarınızın yeteneklerini, güçsüzlüklerini, neyi yapıp neyi yapamayacaklarını anlatmaya çalıştım. Sizlerden ayrılırken atlarımıza bir defa daha bakalım diyorum:

- Röntgen ihtiyar bir attır, deneyimlidir. Ancak yaptıklarının bir çoğunu kendisinden sonra gelenler daha kolayca, daha hızlı ve daha iyi yapmaktadır. Bu nedenle artık hafif işlerde kullanılır. Fakat yine de bazı zor ve kritik geçitlerden onun yardımı olmadan geçilemez.
- BT yük atıdır; genç ve güçlüdür. Nazlanmaz, dere tepe demez, her yolda iyi gider, ancak ona göre de masrafı vardır.
- MR İngiliz atıdır; çok yeteneklidir, çok hızlı koşar, yüksek engelleri aşar. Ama öyle her işi de yapmaz, nazlıdır ve doğal olarak da çok pahalıdır.
- US Anadolu atıdır; gösterişsizdir, dayanıklıdır, az yer, masrafı azdır. Ne en ağır yükü taşıma iddiasındadır ne de yarışlara girer. Bazı engelleri aşmaya gücü yetmez, ama her yere gider. Atların içerisinde en fazla “binicisine göre kişneyen” odur. Usta binici ile harikalar yaratır, binicisi acemi ise hiçbir yere varamaz!

Yolunuz açık olsun!

E.Tuncel

EK-I: RADYOLOJİK PATOLOJİ İLE İLGİLİ KISA BİLGİLER

Patoloji, hastalığın nedeni (etyoloji), gelişim mekanizmaları (patogenezi) ve yapısal değişiklikleri inceleyen bir bilim dalıdır. Hücre ve dokudaki değişiklikleri hem mikroskopla hem de çıplak gözle inceler. Hastalıkların gözle görülebilecek boyutta yaptıkları değişiklikler radyolojik yöntemlerle ortaya çıkarılabilir.

- **Hastalık nedir?**

Hastalık, bir vücut parçasının, organının ya da sisteminin normal yapı ve/ya işlevindeki herhangi bir bozukluktur. Bu bozukluğun ani başlaması ve hızla gelişmesi **akut**, yavaş gelişmesi ve uzun sürmesi ise **kronik** sözcükleri ile tanımlanır. Akut şekilde başlayan bir hastalık kronik şekle dönebilir. Örneğin kemiğin enfeksiyonu olan osteomyelit akut olarak başlar ve gelişir. Hızlı ve doğru şekilde tedavi edilmezse hastalık kronik şekle döner ve kronik osteomyelit ortaya çıkar. Bu iki klinik durumun radyolojik görüntüleri de birbirinden farklıdır.

Hastalıkların hasta tarafından tanımlanan işaretlerine **semptom** denir. Semptomlar hastanın, hastalığını algılamasının ifadesidir; yakınma şeklinde hekime anlatılır ve subjektiftir. Örneğin baş ağrısı bir semptomdur. Hastalıkların semptomlarının görülmediği erken dönemine **asemptomatik** evre adı verilir. **Bulgu** ise hastanın hekim tarafından muayenesi ile saptanan anormalliklerdir. Karında ele gelen kitle, ateş, deri döküntüsü bulgu örnekleridir.

Hastalıkların nedenlerinin bilgisine **etyoloji** adı verilir. Bu bilgi aynı zamanda hastalığın oluş mekanizmasını(**patogenezi**)da içerir. Bakteriler, virüsler gibi nedenler enfeksiyonların etyolojik nedenleridir. Travma, travmatik hastalıkların etyolojik nedenidir. Nedeni bilinmeyen hastalıklar ise genellikle **idiyopatik** olarak isimlendirilir.

- **Lezyon ne demektir? Lezyonların radyolojik özellikleri nelerdir?**

Hastalığın neden olduğu yapısal veya fonksiyonel değişikliklere lezyon adı verilir. Yanık gibi bazı lezyonlar hemen görülür hale gelir. Bazıları ise görülmez, varlığı ancak laboratuvar testleri ile saptanabilir.

Radyolojide lezyon, tanısal radyolojik yöntemler ile görüntülenebilen değişiklikleri ifade eder. Lezyonların çoğu tümör ya da abse gibi kitle şeklindedir. Bunlara **kitle** lezyonları ya da **yer kaplayan** lezyonlar adı verilir. Yer kaplayan lezyonlar isminden de anlaşılacağı gibi bulundukları bölgede hacim artımına neden olurlar; çevre yapıları basarak onlarda yer değişiklikleri oluşturabilirler.

Lezyonların daha az bir kesimi **yer kaybettiren** özelliktedir. Örneğin böbrekte piyelonefritin kronikleşmesi ile böbrek dokusu kaybolur. Bu bölge böbreğin dış kenarında bir girinti şeklinde görülür. Benzer şekilde beyinde damarların tıkanmasına bağlı doku ölümü (**infarkt**) ortaya çıkar. Zaman geçtikçe ölü doku ortadan kaldırılır. Yer kaybına bağlı olarak komşuluğundaki ventrikül, sulkus gibi beyin omurilik sıvısı alanları genişler.

Az sayıdaki lezyon türü de ne yer kaplayan ne de yer kaybettiren özelliktedir. Bu lezyonlar oturdukları doku ve organdan farklı yoğunluklar ile ayrılırlar. Örneğin beyindeki kavernöz anjiom adı verilen anormal damar yumakları 3-4cm çapa ulaştıkları halde çevrelerinde bası oluşturmaz, tersine çevrelerinden fazla kan çektikleri için çok az da olsa çevre yapılarında atrofiye (küçülme) neden olurlar.

Radyolojik olarak lezyonlar, çevredeki normal dokudan farklı olmaları nedeniyle saptanabilirler. Lezyonların çevreden seçilebilmesi röntgen ve BT de X-ışınlarının tutulmasındaki farklılıklara; MR'de, RF pulsunun oluşturduğu sinyalin şiddeti ve sürelerindeki farklılıklara; US'de ise sesi absorbe etme ve yansıtmasındaki farklılıklara

bağlıdır. Bu fark nedeni ile lezyonlar her radyolojik tanı yönteminde, çevrelerinden farklı gri tonlarda görülür.

Radyolojide bu şekilde ortaya çıkan lezyonlara tanı koyabilmek için; bunların; şekil (*küre, oval, kama şeklinde*), kenar (*dar/geniş, düzgün/düzensiz, seçilebiliyor/seçilemiyor*), iç yapı (*hertarafta aynı (homojen)/yer yer farklı tonda alanlar(heterojen), kalsifikasyon var/yok*) ve çevre (*ödem var/yok*) özellikleri değerlendirilir. Bu özellikler aslında lezyonların makroskopik patolojideki görünümünün radyolojik karşılıdır.

Radyolojik bir lezyonun çevre yapılardan daha iyi ayrılabilmesi için çoğu zaman kontrast madde kullanılır. Lezyonların kanlanması çevreden fazla ise daha fazla kontrast tutar. Damardan fakir lezyonlarda da çevre daha iyi boyayarak lezyonlar daha belirgin hale getirilir. Ayrıca lezyonların kontrast maddeyi tutuş özellikleri de tanıya yardımcıdır. Orneğin hemanjiomlarda çevreden merkeze doğru boyanma tipiktir ve sadece bu özelliği ile tanı konulabilir.

- **Radyolojide sık karşılaşılan terimler nelerdir?**

Abse: Bölgesel şiddetli bir enfeksiyonun, bir kapsülün çevrelediği cerahat (pü) birikimi şeklini almasıdır. Abseler kontrastla boyanan oldukça düzgün bir kapsülle çevrelenmiş cerahat birikintileridir. Akciğerde olanlar genellikle bronşa açıldıklarından içlerinde hava-sıvı seviyesi görülür.

Nekroz: Dokunun kanlanmasının kaybı veya toksinlerin dokuya etkisiyle oluşur. Hücreler şişer, protein özellikleri değişir (denaturasyon) ve hücre içindeki organeller yıkılır. Enzim aktivitesi ile nekroze doku eritilebilir (*likefaksiyon nekrozu*). Tüberküloz enfeksiyonunun odağındaki nekroza *kazeifikasyon nekrozu* denir. Pankreas hasarı sonucu pankreas sıvısının dışarı çıkması ile mezenter ve omentumda oluşan nekroza da *yağ nekrozu* adı verilir. Çoğu zaman ölü (nekroze) dokunun yerini fibroblastik nedbe (**skar**) dokusu doldurur. Buna biz **nedbeleşme** diyoruz.

Travma: Vücuda olağan dışı mekanik kuvvet uygulanmasıdır. Travma iskelet sisteminde kırık ve çıkığa, yumuşak dokuda yaralanmaya neden olabilir. Yumuşak dokudaki hasarlanmada deri yırtılmışsa **yara**, deri sağlam altındaki doku hasarlı ise **berelenme** (kontüzyon) adı verilir.

Patolojik kalsifikasyon: Kalsiyum tuzlarının anormal depolanmasıdır. Hasarlı dokuda birikmesine *distrofik*, normal dokuda birikmesine *metastatik* kalsifikasyon adı verilir. Metastatik kalsifikasyonda daima kan kalsiyum seviyesi yüksektir. Kalsifikasyonlar zamanla kemikleşebilir (*heterotopik kemik*).

Atrofi: Madde kaybı ile hücre boyutunun küçülmesidir. Neden, iş yükünün azalması, sinir uyarı kaybı, kan akımının azalması, yetersiz beslenme, endokrin uyarının kaybı ve yaşlanmadır.

Hipertrofi: Hücre boyutunda artışı ifade eder. Buna bağlı olarak organ boyutu da artar. Fazla çalışma veya ilgili hormonal uyarının artışı ile ilgilidir.

Hiperplazi: Organ ya da dokudaki hücre sayısındaki artıştır. Sıklıkla hipertrofi ile birlikte ve organ boyutlarının büyümesine yol açar. Fizyolojik veya patolojik olabilir. Puberte ve gebelikte kadın meme bezi epitelinin çoğalması hormonal, karaciğerin bir bölümü çıkarıldığında kalan hücrelerin çoğalması kompensatuar *fizyolojik hiperplazi* örnekleridir. Aşırı hormonal uyarı sonucu endometrial hücrelerin çoğalması ise *patolojik hiperplaziye* örnektir.

Ödem: Vücut ağırlığımızın yaklaşık % 60' ı sudur. Bunun 2/3' ü hücreler içerisinde geri kalanı, çoğu hücreler arası sıvı olmak üzere, hücre dışı bölümlerde bulunur. Tüm vücut sıvısının sadece %5' i kanın plazmasındadır.

Ödem terimi hücreler arası alanda sıvı artımını tanımlar. Vücut boşluklarında sıvı birikimlerine ise yerine göre *hidrotoraks* (plevral boşlukta sıvı birikimi), *asit* (periton boşluğunda sıvı birikimi) ve *anazarka* (deri altında belirgin sıvı birikimi) isimleri verilir.

Sıvının damar yatağı ile doku arasındaki hareketini yöneten damar içi kan basıncı (hidrostatik basınç) ve plazmanın içindeki büyük moleküllerin sıvıyı tutma gücü (kolloid ozmotik basınç) arasındaki dengedir. Normalde kapiller yatakta sıvı çıkışı ile sıvı dönüşü hemen hemen dengededir; hücreler arasında az miktarda kalan sıvı da dokudaki lenfatiklerle boşaltılır.

Kapiller basıncın artması ya da kolloidal ozmotik basıncın azalması hücreler arası sıvının artmasıyla sonuçlanabilir. İltihapta rol oynayan maddelerin, damar geçirgenliğini bölgesel olarak bozmaları sonucunda da yerel ödem meydana gelir. Lenfatiklerin tıkanması dokudan sıvı çekilmesini bozacağından ödeme neden olur.

Hemodinamik bozukluklar sonucu oluşan ödem sıvısı tipik olarak proteinden fakirdir (*transüda*), özgül ağırlığı 1.012'den azdır. İltihabi ödemde ise damar geçirgenliği artmıştır. Bu nedenle proteinden zengindir (*eksüda*), özgül ağırlığı genellikle 1.020'den fazladır.

Hiperemi ve Konjesiyon: Dokudaki yerel kan miktarındaki artışı tanımlayan terimlerdir. Hiperemi egzersizde veya iltihapta olduğu gibi, arteriol genişlemesi sonucu dokuya gelen kan miktarındaki artmaya bağlı aktif bir olaydır. Doku oksijenlenmiş kanın birikimine bağlı olarak daha kırmızı görünümündedir.

Konjesyon ise kanın dokudan uzaklaşmasında yetersizlik sonucu ortaya çıkan pasif bir durumdur. Konjesiyon arttıkça dokuda oksijenini kaybetmiş hemoglobinin birikmesine yol açar ve doku mavimsi kırmızı renkte (*siyanöz*) görülür.

Kanama: Kan damarının yırtılması nedeniyle kanın damar dışına çıkmasıdır. Kanın doku içindeki birikimi *hematom* olarak isimlendirilir. Deri, mukoza ve serozal yüzeylerdeki çok küçük kanamalara *peteşi*, biraz daha büyük olanlara *purpura*, 1-2 cm'den büyük deri altındaki hematomlara *ekimoz* (morluk) adı verilir.

Plevral boşluğa kan toplanmasına *hemotoraks*, periton boşluğuna kanamaya *hemoperiton*, eklem içine kanamaya ise *hemartoz* denir.

Trombüs: Kan damarları içerisinde pıhtı oluşumuna trombüs adı verilir. *Arteriyel trombüsler* genellikle aterosklerotik plaklar üzerine oturur. Trombüs, tipik olarak, damar duvarının zarar gören bölgesine sıkıca yapışmıştır.

Venöz tromboz ya da *flebotromboz* ise venler içerisindedir. %90 olgu bacak venlerindedir, koparak pulmoner emboli oluşturma riski yüksektir.

Trombüsler daha fazla trombosit ve fibrin birikimi ile büyüyebilir ve sonuçta damar tıkayabilir veya yerlerinden koparak daha aşağıda bir damarı tıkayabilir. Fibrinolitik aktivite ile ortadan kaldırılabilir. İltihabi reaksiyon ve fibrozis ile organize olabilir ve daha sonra rekanalize olarak tekrar akıma izin verebilir.

Embolizm: Embolus, kan akımı ile kaynağından uzak yere taşınan damar içindeki katı, sıvı ya da gaz niteliğinde oluşumlardır. %99'u kopmuş trombüs parçalarıdır (*tromboembolizm*).

Tromboembolizmin en sık görülen şekli alt ekstremitelerdeki venlerdeki trombüslerin koparak pulmoner arterleri tıkamasıdır (*pulmoner tromboembolizm*). Yağlı kemik iliği bulunan kemiklerin, genellikle parçalı kırıkları sonrası *yağ embolizmi* görülebilir. Derin deniz dalgıçlarında yüzeye hızlı çıkmaya bağlı basıncın ani düşmesi sonucu kanda eriyik halde bulunan gazlar açığa çıkar ve *gaz embolisine* neden olur.

İnfarksiyon: İnfarkt bir dokuda arteriyel akımın veya venöz boşaltımın tıkanması sonucu oluşan nekrozdur. Tüm infarktların % 99'u trombotik ya da embolik olayların sonucu oluşur, ve hemen hepsi arter tıkanması sonucudur. Kalp ve beyin, infarktın en sık görüldüğü ve en ağır sonuçlar doğurduğu organlardır.

Neoplazi: Neoplastik hastalık anormal bir büyümedir. Normal durumda büyüyen ve olgunlaşan hücreler, büyüme hızlarını kontrol ederler. Bu kontrol mekanizmasının bozulması ile hücrelerde anormal büyüme ve çoğalma olur ve neoplazm ortaya çıkar.

Hücrelerin anormal büyüme ve çoğalması ile benign ya da malign tümörler (neoplazm) meydana gelir. **Benign** (iyi huylu) neoplazmalar çıktıkları bölgede kalırlar ve çevrelerindeki doku içine yayılmazlar. **Malign** (kötü huylu) olanları ise büyümeye devam ederek çevre dokuları işgal eder (*invazyon*) ve vücudun uzak bölgelerine de atlayarak oralarda da büyüme ve çoğalmaya başlar (*metastaz*). **Kanser** malign neoplazmalara verilen genel isimdir.

Kanser ve karsinoma sözcüklerinin eş anlamlı olmadığını bilmek önemlidir.

Karsinoma epitelyal dokudan çıkan kanserlere verilen isimdir. Örneğin midenin ya da kolonun iç yüzeylerini kaplayan hücrelerden çıkan tümörlere adenokarsinom adı verilir. Kemik, kıkırdak, bağ dokusu ve damarlar gibi dokulardan çıkan kanserlerin adı ise **sarkomdur**. Örneğin osteosarkom kemik dokusunun, kondrosarkom kıkırdak dokusunun, fibrosarkom da bağ dokusunun malign tümörlerine verilen isimlerdir.

Kanser tedavisinde cerrahi, ilaç (kemoterapi) ya da iyonizan ışın (radyoterapi) kullanılır. Genellikle bu yöntemler birlikte kullanılırlar. Tedavinin amacı **küratif** ya da **paliyatif** olabilir. Küratif tedavi ile hastanın tamamen iyileşmesi ve en az 5 yıl kansersiz yaşaması amaçlanır. Paliyatif tedavi ise küratif tedavi imkanı olmayan hastalarda ağrıyı ve sarılık gibi hastaya rahatsızlık veren bulguları ortadan kaldırmak amacıyla yapılır.

Kanser evrelemesi (“staging”): Kanserli bir organda tedavinin şekli kanserin ilerleyip ilerlemediğine göre değişir. Kanserlin erken veya geç saptanmış olmasının hastalığın muhtemel seyri ve sonucunun belirlenmesi (**prognoz**) açısından da önemi vardır. Gerek tedaviyi, gerekse prognozu belirlemek amacıyla kanserin gelişim evrelerini belirlemeye kanser evrelemesi (“staging”) adı verilir. Evreleme, kanserin yaygınlığını standardize eden ve bütün dünyada kabul edilen bir kurallar dizisidir. Bütün dünyada kanser evrelemesi için kabul edilen prensiplere **TNM** (Tümör, Nod, Metastaz) sistemi adı verilir.

TNM sisteminde T, malign tümörün boyutunu ve organda yerleştiği yer ve damarlar gibi çevre yapıları işgal edip etmemesini belirler. T₀ tümörün görülmediğini, T₁, T₂, T₃, T₄ ise gittikçe büyüyüp çevreye yayıldığını kategorize eden işaretlerdir.

N, lenf nodu tutulumunu belirler. N₀, lenf nodlarının tutulmadığını, N₁, N₂, N₃ ise lenf nodu tutulumunun yaygınlığını gösterir. Tutulumun olduğu lenf nodları büyür.

M, metastazın varlığı ya da yokluğunu gösterir. M₀ metastaz olmadığını; M₁ ise varlığını işaret eder. Malign tümörlerinin en sık metastaz yaptığı yerler akciğerler, karaciğer ve kemiktir.

Kanserin evrelenmesi, histopatolojik **derecelendirme** ile (“grade”) karıştırılmamalıdır. Greydleme tümörün davranışını belirleyen hücresel özelliklere göre yapılır. Düşük greydli tümörler yüksek greydli tümörlerden daha yavaş seyirli dirler. Yüksek greydli tümörler ise daha saldırgan dır ve hızla ilerlerler; tedaviden sonra tekrarlama olasılıkları yüksektir.

Kanserin tedavisi tamamlandıktan sonra, kanserin türüne göre değişmek üzere belirli aralıklarla radyolojik kontrol yapılır. Hangi aralıklarla ve hangi radyolojik yöntemle izleme yapılacağı aşağı yukarı belli olmakla birlikte, zamanlama merkezden merkeze değişiklikler gösterir. Tedavi sonucunda tümör dokusu tümüyle yok edilemeyebilir. Bu durumda kalan tümör dokusuna **rezidü** adı verilir. Tümör dokusu tümüyle yok edildikten sonra tekrar ortaya çıkmasına ise **rekürrens** denir. Rezidü ve rekürrens sözcükleri kanser radyolojisinde, istek belgesinde sık karşılaşılan terimlerdendir.

