



RADYOLOJİK TANIDA TEMEL KAVRAMLAR

Ders Notları

Prof.Dr.E.Tuncel

Mayıs 2005

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ YERİNE

GİRİŞ

- Radyolojik Tanı Yöntemleri
- Radyolojik Görüntüler
- Radyolojik Görüntülerin Elde Edilmesi
- Radyolojik Tanı Yöntemlerinin Hekimlikteki Yeri

RÖNTGEN

- İnceleme Yöntemleri
- Röntgenin Ayırabildiği Yoğunluklar
- Kontrast Madde Kullanımı
- Röntgenogramlar Nasıl İstenmelidir?
- Röntgenin Klinikteki Yeri
- Röntgenin Zararlı Etkileri ve Korunma

MERAKLISI İÇİN NOTLAR

- *X-ışınının radyolojik tanıda kullanılmasını sağlayan özellikleri nelerdir?*
- *X-ışınları vücudu nasıl geçer?*
- *Röntgen filmi üzerinde görüntü nasıl oluşuyor?*
- *Röntgenogramdaki gri tonların anlamı nedir?*
- *Dijital röntgen nedir?*

BT

- İnceleme Yöntemleri
- BT' nin Ayırabildiği Dokular
- BT' de Kontrast Madde Kullanımı
- BT' nin Güçlü ve Zayıf Yanları
- BT' nin Klinikteki Yeri
- BT' nin Zararlı Etkileri

MERAKLISI İÇİN NOTLAR

- *BT görüntüleri röntgenden daha ayrıntılıdır, neden?*
- *BT aygıtının temel parçaları nelerdir?*
- *Bir BT incelemesi nasıl yapılır?*
- *BT'de görüntü nasıl yapılıyor?*
- *Pencereleme nedir? Niçin yapıyoruz?*

MR

- İnceleme Yöntemleri
- MR'nin Ayırabildiği Dokular
- MR' de Kontrast Madde Kullanımı
- MR' nin Güçlü ve Zayıf Yanları
- MR' nin Klinikteki Yeri
- MR' nin Zararlı Etkileri

MERAKLISI İÇİN NOTLAR

- *MR'nin temel fizik prensipleri nelerdir?*
- *MR aygıtının temel parçaları nelerdir?*
- *MR'de görüntü nasıl yapılır?*
- *T1, T2 ve Proton ağırlıklı görüntüleri nasıl elde ediyoruz? Bu görüntüleri nasıl tanıyabiliriz?*

US

- İnceleme Yöntemleri
- US'in Ayırabildiği Dokular
- US' de Kontrast Madde Kullanımı
- US' nin Güçlü ve Zayıf Yanları
- US' nin Klinikteki Yeri
- US' nin Zararlı Etkileri

MERAKLISI İÇİN NOTLAR

- *US'nin temel fizik prensipleri nelerdir?*
- *US aygıtının temel parçaları nelerdir?*
- *Bir US incelemesi nasıl yapılır?*

RADYOLOJİK İNCELEMELER:NE?

NEREDE?NE ZAMAN?

- Hangi Organ Sisteminde Hangi Yöntem?

MERAKLISI İÇİN NOTLAR

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

SON SÖZ YERİNE

SERBEST OKUMA

Önsöz Yerine

“Anlatılan şeyler, ister değerler ister gerçeğin ampirik boyutları olsun, anlatılma sürecinde cansızlaşma ve taşlaşma eğilimindedir; eğitim, anlatım hastalığından muzdariptir.”

Paulo Fréire (eğitimci)

Değerli hekim adayları,

Bu ders notlarında, radyolojik tanının temel kavramlarını özet olarak sunuyorum. Kliniğe girdiğinizde göreceksiniz ki, radyolojik tanı yöntemlerinin içinde olmadığı bir olgu tartışması hemen hemen yoktur. Tersine, olgu tartışmalarında radyolojik bulgular gereğinden fazla öne çıkarılmaktadır. Öyle ki, çoğu zaman tanıda birinci sırada olması gereken anamnez ve fizik muayene bulguları maalesef geri planda kalmaktadır.

Günümüzde hastalıkların tedavisi standart hale gelmiştir. Hekimlik sanatı büyük oranda, doğru tanı koyabilme yetisi olarak tanımlanabilir. Bu nedenle tanının en önemli ögesi konumundaki radyolojik yöntemler iyi bilinmeli ve bilinçli kullanılmalıdır. Bunu yapabilmenize katkıda bulunmak amacıyla hazırlanan bu ders notlarında, yöntemlerin ne oldukları ve neyi yapıp neyi yapamayacakları özetlenmeye çalışılıyor.

Eğitimde temel belirleyici eğitmenin ustalığı değil, öğrencinin öğrenme kararlılığı ve çabasıdır. Bu nedenle derse girmeden önce mutlaka bu ders notlarını okumalı, gerekirse ilgili kaynaklara başvurmalı ve anlamadığınız noktaları derste sormak için belirlemelisiniz. Unutmamalısınız ki bu konulara oldukça yabancısınız ve bir sinema filmini bile ilkinde değil ikinci gidişinizde daha iyi anlıyorsunuz!

Okulu bitirdikten sonra radyoloji uzmanı olmaya kesin olarak kararlı iseniz bu dersti öğrenmeseniz de olur! Başka hangi klinik dalı seçerseniz seçin iyi bir hekim olabilmek için bu temel prensipleri iyi bilmek zorundasınız.

Ders notlarımı yenilerken tanı yöntemlerinin klinik uygulamalarına ağırlık verdim. Teknik ayrıntıyı ders notlarından ayırarak “*MERAKLISI İÇİN NOTLAR*” başlığı altında konuların arkasına ekledim. Görüntülerin nasıl oluştuğunu merak edenler bu bölümlerden yararlanabilirler. Bu bölümlere ve resimleri ile beraber tüm ders notlarına internetteki <http://radyoloji.uludag.edu.tr> adresinden ulaşabilirsiniz. Notların temel kaynağı yine Klinik Radyoloji kitabım (Bursa:Nobel&Güneş Kitapevi, 2002).

Daha iyiye varabilmek için gerekli olan eleştirilerinizi bekliyorum. Ders notlarımın iyi bir hekim olmanıza katkı sağlayacağı umuduyla, başarılı bir ders yılı diliyorum.

Haziran 2005

E.Tuncel

Teşekkür

Bu ders notlarının daktilolarını anabilim dalımız sekreteri Sn.Kıymet Geçkinliler, düzenlemesini uzmanımız Dr.Ramazan Yalçın, düzeltmelerini Doç.Dr.Bülent Yazıcı, Doç.Dr.Zeynep Yazıcı ve Prof.Dr.Gürsel Savcı yaptı, değerli katkılarına teşekkür ediyorum.

Temmuz-2003

Ders notlarımın yeniden düzenlemesini anabilim dalımız sekreteri Sn.Arzu Özdemir yaptı. Doç.Dr.Sn.Bülent Yazıcı titizlikle düzeltti. Doç.Dr.Sn.Zeynep Yazıcı resimlemesini yaptı ve düzeltmelere yardım etti. Yrd.Doç.Dr.Cüneyt Erdoğan BT, Uzm.Dr.Bahattin Hakyemez MR, Uzm.Dr.Naile Bolca Topal US bölümlerini kontrol etti ve örnekler verdi. Bu değerli arkadaşlarıma sizlerin adına teşekkürlerimi sunuyorum.

Haziran 2005

GİRİŞ

Radyoloji sözcüğünün kökeni eski Yunancadır. Işın anlamındaki *radius* ve söz anlamındaki *logos* sözcüklerinin birleşmesinden oluşmuştur. Türkçe'ye *ışın bilimi* olarak çevrilebilir.

Radyoloji tıpta bir uzmanlık dalıdır. Bu uzmanlık dalında birçok ileri teknoloji ürünü modern makine ve araç-gereç bulunur. Bu makinelerin görevi vücudun organ ve dokularını bir fotoğraf şeklinde görüntülemektir. Bu görüntülerin iki işlevi vardır:

1. Organ ve dokuların hasta olup olmadığını belirlemek; yani hastalıkları saptamak ve tanı koymak (teşhis etmek)
2. Bu görüntülerin kılavuzluğunda hastalıklı bölgeden iğne ile parça almak ya da tedavi amacıyla o bölgeye müdahale etmek

Bu tanımlamalardan radyoloji uzmanlığı içerisinde biri tanı diğeri tedavi ile farklı iki alanın var olduğu anlaşılıyor (Tablo 1).

Tablo 1: Radyoloji Uzmanlığının İçeriği

Tanısal (Diyagnostik) Radyoloji

- Röntgen
 - fluoroskopi
 - radyografi
- Bilgisayarlı Tomografi (BT)
- Manyetik Rezonans (MR)
 - MR spektroskopisi
- Ultrasonografi (US)
 - Doppler US

Girişimsel Radyoloji

Radyolojinin hastalıkların tanısı ile uğraşan bölümü *radiyodiagnostik* veya *tanısal (diyagnostik) radyoloji* olarak adlandırılır. Tanısal radyolojinin röntgen, bilgisayarlı tomografi (BT), manyetik rezonans (MR) ve ultrasonografiden (US) oluşan dört temel yöntemi vardır. Bir çok ülkede radyolojinin 5. yöntemi konumundaki radyonüklid görüntüleme, ülkemizde nükleer tıp adı altında ayrı bir uzmanlık dalıdır.

Radyolojinin diğer kısmı ise tedavi ile ilgilidir ve *girişimsel (interventional) radyoloji* adını alır. Girişimsel radyolojide, diyagnostik radyoloji yöntemlerinin kılavuzluğunda hastalıklı bölgeye, tedavi amacıyla dışarıdan müdahale edilir. Abse boşaltılması, kist hidatiğin perkütan tedavisi, safra yolu tıkanıklıklarının açılması, damar darlıklarının genişletilmesi, anevrizmaların tıkanması ya da akut trombusun eritilmesi benzeri birçok işlem girişimsel radyolojinin uygulamasıdır.

Radyoloji uzmanlık eğitiminin süresi 5 yıldır.

Radyolojik tanı yöntemleri

Radyolojik görüntüler x-ışını gibi radyan enerjilerle vücudun test edilmesiyle oluşturulur. Yöntemlerin kullandıkları enerji türleri ve/ya görüntü oluşturma teknikleri farklıdır.

- **Röntgen:** Kullanılan enerji x-ışınıdır (röntgen ışını). Vücudu farklı oranlarda geçen x-ışınları bir fotoğraf plağı ya da floresan ekran üzerine düşürülerek görüntü elde edilir.
- **Bilgisayarlı Tomografi (BT):** X-ışını kullanılır. Kesitsel bir görüntüleme yöntemidir. Vücudu geçen x-ışınları dedektörlerle ölçülerek geçtiği dokunun x-ışını zayıflatma (tutma) oranı saptanır. Görüntüler bu ölçümlerden bilgisayar marifetiyle oluşturulur.
- **Manyetik Rezonans (MR):** Kullanılan enerji türü radyo dalgalarıdır. (radyofrekans). Veri kaynağı, serbest su moleküllerindeki hidrojenlerin çekirdekleri, yani protonlardır. Protonların radyofrekans ile uyarılabilmesi için vücudun güçlü bir manyetik alan içerisine konması gerekir. Protonlardan gelen sinyaller ölçülür ve bu ölçümlerden, BT’de olduğu gibi, güçlü bilgisayarlar aracılığı ile kesit görüntüler elde edilir.
- **Ultrasonografi (US):** Kulağın duyma sınırının çok üstündeki yüksek frekanslı ses kullanılır. Mekanik bir enerji türü olan ses vücudu geçerken farklı yapıların yüzeylerinden yansır. Görüntü, vücuda gönderilen sesin yankılarından oluşturulur ve incelenen bölgenin kesiti şeklindedir. Akan kanın şekilli elemanlarının gönderilen seste yaptığı frekans değişikliklerinin ölçülmesi ile de akım değerlendirilir (Doppler US).

Radyolojik Görüntüler

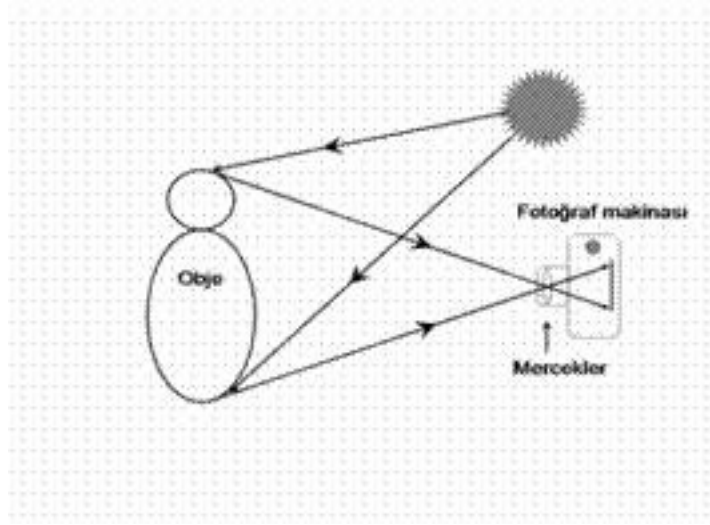
Genel olarak tüm radyolojik görüntüler *radyogram*, görüntünün elde edilme süreci ise *radyografi* olarak isimlendirilir. *Röntgenogram* ve *röntgenografi*, röntgen görüntülerine ve elde etme sürecine verilen isimdir. Ancak pratikte radyogram ve radyografi terimleri daha çok röntgen için kullanılır; BT, MR ve US’ de ise *görüntü* ya da *kesit* terimleri tercih edilir. Özellikle röntgenogramlar için kullanılan “akciğer filmi”, “sinüs filmi” gibi deyimler yanlıştır. Doğrusu “göğüs röntgenogramı” “paranasal sinüs röntgenogramı” olmalıdır. “Röntgen filmi” ifadesi çekim yapılmadan önceki filmi tanımlar.

Röntgende görüntüler iki boyutludur, ışının geçtiği üçüncü boyuttaki yapılar üst üste düşer (projeksiyon görüntüleri). BT, MR ve US’de ise vücut bir kesit şeklinde görüntülenir, görüntülerde üst üste düşme yoktur (kesit görüntüler).

Radyolojik görüntüler, ister projeksiyon isterse kesit görüntüler olsun, renkli Doppler dışında, bir ucunda beyaz diğer ucunda siyah olan gri tonlardan oluşur. X-ışını görüntüleri olan röntgen ve BT’de koyu tonlar x-ışınına görece olarak az tutan (çok geçiren), açık tonlar ise tersine çok tutan (az geçiren) dokuları temsil eder. MR görüntülerinde ise kullanılan enerji türü farklı olduğu için gri tonların anlamları da değişiktir. Görüntü oluşturulurken kullanılan parametrelerin değiştirilmesiyle aynı dokuların farklı tonlarda görülebilmesi, MR görüntülerinin yorumlanmasını daha da karmaşık hale getirir. US görüntülerinde ise açık tonlar sesin çok yankılandığı, koyu tonlar ise az yankılandığı kesimleri temsil eder. Hiç yankılanmanın olmadığı suyla dolu yapılar ile sesin geçmediği kesimler siyah görülür.

Radyolojik Görüntülerin Elde Edilmesi

Radyolojik yöntemlerin vücudun iç yapılarının bir fotoğrafını nasıl oluşturduğunu anlamak için bir benzetme yapalım ve fotoğrafın nasıl elde edildiğine bakalım. Vesikalık fotoğrafınız nasıl çekiliyor? Bir fotoğraf makinasının önüne oturuyorsunuz. Odada yüzünüzü aydınlatan bir ışık kaynağı var (Şekil 1). Fotoğraf makinası, içerisinde fotoğraf filmini saklayan ışık geçirmez bir karanlık kutudur. Filmin tam karşısına gelen kesiminde, kısa süreler için açabildiğimiz bir küçük pencere (diyafram), önünde de küçültücü mercekler (objektif) vardır. Fotoğrafçı size hareket etmememizi söyler ve kısa bir an makinenin diyaframını açan düğmeye basar. Böylece fotoğraf çekimi tamamlanır.



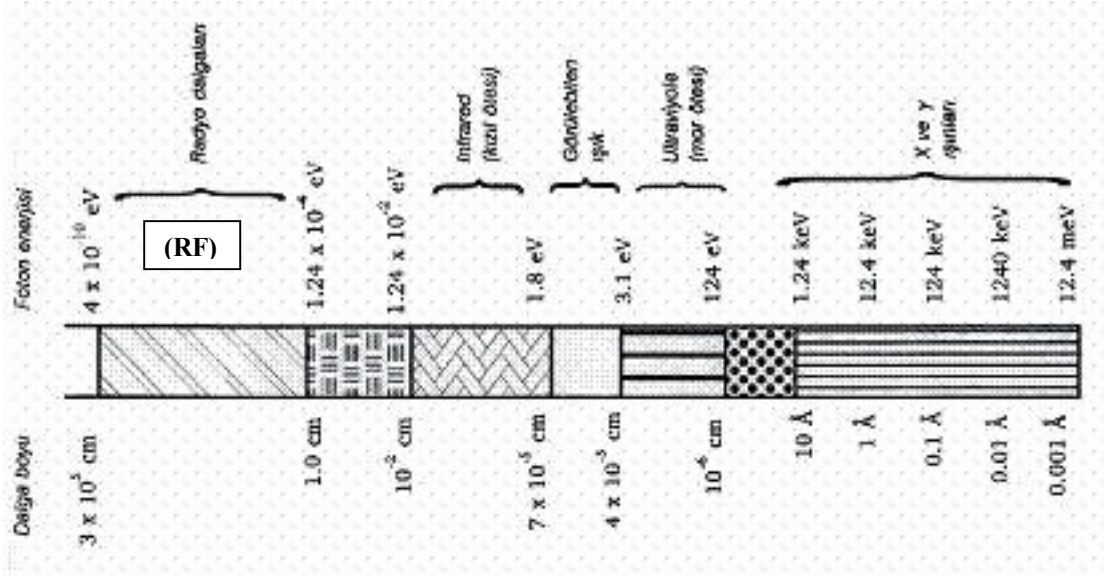
Şekil 1. Fotoğrafi

Fotoğraf çekmek için kullanılan enerji türü ışıktır. Görüntüleme aygıtı fotoğraf makinasıdır. Görüntü fotoğraf filmi üzerine kaydedilir. Temel fizik olay ışık enerjisinin yansımasıdır. Yüzümüze düşen ışık, yüzümüzdeki yapılar tarafından farklı oranlarda absorbe olur ve dolayısıyla farklı oranlarda yansır. Fotoğrafımızı oluşturan bu yansıma farklılıklarıdır. Yansımaları kayıt eden gereç, yani dedektör ise fotoğraf filmidir. Fotoğrafta saçlar ve kaşlar koyu renkli görülür. Çünkü bu yapılar ışığı daha çok absorbe ederler; dolayısıyla buralardan film üzerine gelen ışık daha azdır. Dişler ise daha parlak görünür, çünkü üzerlerine düşen ışığı daha çok yansıtırlar.

Radyolojik tanı yöntemlerinin görüntüleri de aynı ilkelere göre oluşturulur. Fotoğrafın elde edilmesinde kullanılan enerji görülebilir ışıktır. Röntgende ve BT'de kullandığımız enerji x-ışını, MR'de kullandığımız enerji radyofrekans ve manyetizma, US'de ise yüksek frekanslı sestir. Görüntüleride ettiğimiz röntgen, BT, MR ve US aygıtları fotoğraf makinesinin karşılıklarıdır. Fotoğraf çekiminde saptanan, ışığın yansıma farklılıkları idi. Röntgende ve BT'de x-ışınlarının vücudu geçerken tutulma farklılıkları, MR'de hidrojen çekirdeklerinin miktarındaki ve radyofrekans enerjisini geri verme süresindeki farklılıklar, US'de ise sesin doku yüzeylerinden yansıma farklılıkları saptanır.

Fotoğrafta dedektör fotoğraf filmi idi, röntgende röntgen filmidir. Röntgen görüntüsü x-ışınlarının filme doğrudan etkisiyle ortaya çıkar (analog görüntü). Dijital röntgende ve BT'de ise bu farklılıklar dedektörlerle sayısal olarak saptanır ve görüntüler bu sayısal değerlerden oluşturulur (dijital görüntüler). MR'de de görüntüler dijitaldir. US'de ise yankılanan sesin genlik (amplitüd) farklılıkları doğrudan kaydedilir, yani US görüntüleri de analogdur.

X-ışını ve radyofrekans (RF) elektromanyetik radyasyon spektrumu içerisinde yer alır (Şekil 2). Transvers dalga formundadırlar; enerjileri frekansları ile doğru, dalga boyları ile ters orantılıdır. Ultrasonografide kullanılan ses ise mekanik bir enerji türüdür, longitudinal dalga formunda sıkışma ve gevşeme periyotları şeklinde yayılır. X-ışınları iyonizan ışınlardır, geçtikleri ortamda iyon çiftleri oluştururlar; dolayısıyla zararlıdır. Radyofrekansın ve yüksek frekanslı sesin, radyolojide kullanıldığı sınırlarda, zararlı etkileri yoktur.



Şekil 2. Elektromanyetik spektrum

Radyolojik tanı yöntemlerinin hekimlikteki yeri

Tedavi edici hekimlikte asıl önemli olan, tanı koymaktır. Çünkü hastalıkların tedavisi çoğunlukla belirlenmiştir.

Tanı için hekimin yaptığı ilk iş, hastayı yakınması ile ilgili sorgulamaktır. Anamnez alma dediğimiz bu sorgulamayı fizik muayene (bakı) izler. Fizik muayenede hekim hastasını inspeksiyon (bakma), palpasyon (elleme), perküsyon (vurma) ve oskültasyon (dinleme) ile, yani, beş duyusunu kullanarak inceler. Amaç hastanın yakınmasının nedenini bulmak, hastalığını ortaya çıkarmaktır.

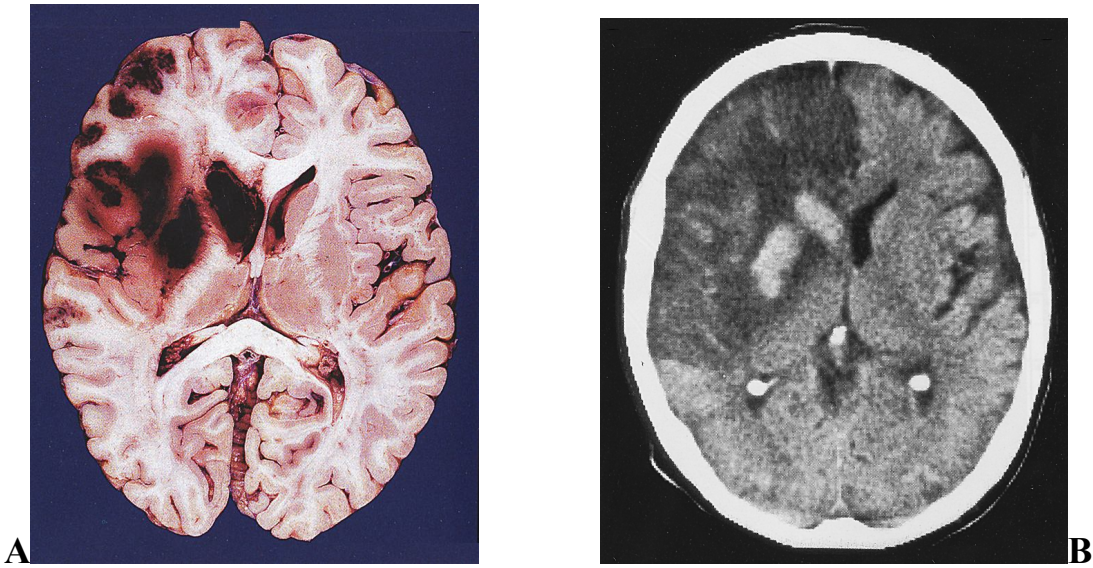
Ayrıntılı bir anamnez ve iyi bir fizik muayene ile çoğu olguda tanı konabilir. Tanının konamadığı olgularda vücudu farklı yöntemlerle incelemeye gereksinim duyulur. Bu amaçla kullanılan yöntemlerin başında radyolojik tanı yöntemleri gelir.

Hastalıkların vücut yüzeyinde oluşturduğu değişiklikler, çıplak gözle (inspeksiyon) saptanır. Örneğin sarılığı hastanın sklerasına bakarak tanıyabiliriz. Vücudun iç boşluklarını da, ağız, anüs gibi doğal açıklıklarından girerek gelişmiş optik aletler aracılığı ile inceleyebiliriz. Bu işlemin genel adı endoskopidir.

Vücudun dışını doğrudan, ulaşabildiğimiz iç yüzeylerini de gelişmiş optik aletler aracılığıyla dolaylı olarak, çıplak gözle inceleyebiliyoruz. Ancak, çıplak gözle göremediğimiz organ ve dokuların iç yapılarını nasıl görebiliriz?

Bu görev radyolojik tanı yöntemlerine düşer. Radyolojik tanı yöntemleri, fizik prensiplerinin izin verdiği ölçüde, organ ve dokuları bir resim şeklinde görüntüler. Bu resimlerdeki veriler mikroskopik değil, gözümüzle görebileceğimiz boyutlardadır. Çoğu zaman, patolojide makroskopik olarak ne görüyorsak radyolojik yöntemlerin oluşturduğu resimlerde de onu görürüz. Yani radyolojik görüntüler, anatominin ve makroskopik patolojinin radyolojik izdüşümleridir.

Anormallikler radyolojik görüntülerde normal anatominin ve/ya doku yapısının bozulması şeklinde karşımıza çıkar. Bu değişiklikler yerel olabileceği gibi yaygın da olabilir. Yerel anormallikler genellikle, oturdukları organ ya da dokudan farklı gri tonlarda oldukları için fark edilirler. Bu anormalliklere genel olarak *lezyon* adı verilir. Makroskopik patolojide olduğu gibi bu lezyonlar şekil, boyut, kenar, iç yapı vb. özelliklerine bakarak değerlendirilirler (Resim 1).



Resim 1. Sağ hemisferde hemorajik infarkt A. Makroskopik patoloji kesiti B. BT kesiti