

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

RADYOLOJİ

**BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ CİHAZLARI
725TTT082**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ CİHAZI.....	3
1.1. Bilgisayarlı Tomografi ile İlgili Radyolojik Terimler.....	3
1.2. Bilgisayarlı Tomografi Yönteminin Tanımı ve Önemi.....	4
1.3. Bilgisayarlı Tomografi Yönteminin Tarihsel Gelişimi	9
1.4. Bilgisayarlı Tomografinin Çalışma Prensipleri.....	16
1.5. Bilgisayarlı Tomografi Cihazının Ana Ünite ve Elemanları.....	16
UYGULAMA FAALİYETİ	21
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	23
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	24
2. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜSÜ VE GÖRÜNTÜ ÜZERİNDEKİ İŞLEMLER	24
2.1. Boyutsal Rezolüsyon.....	24
2.2. Kontrast Rezolüsyon	25
2.3. Fov	25
2.4. Zoomlama	25
2.5. Rekonstrüksiyon-Reformasyon.....	26
2.6. Görüntü Üzerindeki İşlemler	27
2.7. Bilgisayarlı Tomografi Artefaktları	28
2.8. Hareket Artefaktları	28
2.9. Işın Sertleşmesi	28
2.10. Parsiyel Volüm Etkisi	29
2.11. Diğer Artefaktlar	29
UYGULAMA FAALİYETİ	31
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
MODÜL DEĞERLENDİRME	33
CEVAP ANAHTARLARI	35
KAYNAKÇA	36

AÇIKLAMALAR

KOD	725TTT082
ALAN	Radyoloji
DAL/MESLEK	Radyoloji teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Bilgisayarlı Tomografi Cihazları
MODÜLÜN TANIMI	Bilgisayarlı Tomografi Cihazının yapısı ve çalışma prensipleri ile ilgili bilgilerin verildiği öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖNKOŞUL	
YETERLİK	Bilgisayarlı Tomografi Cihazını Kullanmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Öğrenci; radyoloji laboratuvarında radyasyon güvenlik önlemlerinin alındığı uygun ortamında BT cihazını kullanabilecektir Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Bilgisayarlı tomografi cihazını kullanabilecektir.2. BT görüntüsü üzerindeki işlemleri ayırt edebilecektir.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Donanım: Bt cihazı, projeksiyon cihazı, VCD, konu ile ilgili afişler vb. Ortam: Radyoloji laboratuvarı
ÖLÇME DEĞERLENDİRME VE	Modülün içinde yer alan her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığınız bilgileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, v.b) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde ilerleyen teknolojik gelişmelere paralel olarak tıp alanında da ciddi gelişmeler mevcuttur. Özellikle tıbbi görüntülemeler alanındaki gelişmeler, siz radyoloji alanı öğrencilerini yakından ilgilendirmektedir. Çünkü bu alanda her geliştirilen yeni cihazın ilerideki kullanıcıları sizler olacaksınız. Günümüzde kullanım alanı oldukça geniş olan BTyöntemi ile radyolojik görüntüleme yapabilmek için bu modülde, cihaz hakkında bilgi verilmiştir.

Modül başarılığında, bilgisayarlı tomografi yönteminin, tıbbi görüntülemeler içindeki yerini ve önemini cihazın çalışma prensibini, cihazın gelişim evrelerini ve elde edilen görüntü üzerideki işlemlerin neler olduğunu kavrayacaksınız. Bu bilgilerinizi kullanarak BT incelemelerini daha sağlıklı yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda edineceğiniz bilgi ve becerilerle bilgisayarlı tomografi cihazının ana ünite ve elemanlarını ayırt edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Günümüzde kullanılan radyolojik inceleme yöntemlerini araştırınız.
- BT nin gelişim aşamalarını araştırınız.
- BT nin kullanım alanlarını ve nedenlerini araştırınız.
- BT nin diğer görüntüleme yöntemlerine göre üstünlükleri ve eksik yönlerini araştırınız.
- Çalışmalarınızı rapor haline getirerek sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

1. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ CİHAZI

Bilgisayarlı Tomografi (BT) cihazını kullanabilmek için cihazın çalışma prensibi hakkında bilgili sahibi olmak gerekmektedir.

1.1. Bilgisayarlı Tomografi ile İlgili Radyolojik Terimler

Bilgisayarlı tomografi cihazı ile ilgili bilgilerin daha iyi kavranabilmesi için bazı terimlerin açıklanması gerekmektedir. Bu terimler aşağıda verilmiştir.

Dedektör: Gaz, mayın, radyoaktif mineral, manyetik dalgayı algılamak için kullanılan cihazdır.

Kesit: Bir şey enlemesine veya boylamasına kesildiğinde ortaya çıkan yüzeydir

İnkrement: Artırma miktarın çoğalması

Gantri: İçerisinde x-ışını tüpü ve dedektörlerin bulunduğu, dikdörtgen şeklinde büyük bir kutudur.

Algoritma: Bir problemin ideal çözümüne giden yola denir.

Rezolüsyon: Fark edilebilen en küçük değişimin ölçüsüdür.

Skenogram: Kılavuz görüntüdür.

Matrix: Dijital görüntüde yatay ve düşey sıradaki toplam piksel sayısıdır.

Pencerleme: Dijital görüntü üzerinde insan gözünün görebileceği gri ton ayarlamasını ifade eden terimdir.

Piksel: Dijital görüntüyü oluşturan en küçük resim hücresidir.

Voksel: Bir pikselin üç boyutlu karşılığıdır. Piksel bir noktayı iki boyutlu tanımlarken voksel bir noktayı üç boyutlu zamanda tamamlayan grafik bilgisidir. Piksel görüntü elemanının kısaltmasıdır. Voksel hecim elemanın veya hacim pikselinin kısaltmasıdır.

Hounsfield skalası /Hounsfield Units: (HU) Her pikselin bir sayısal karşılığı vardır. Bu sayılar suyun zayıflama değerini sıfır kabul eden bir ölçüğe göre düzenlenmiştir. -1000'den +1000'e kadar uzanan bu ölçüğe "Hounsfield Skalası" denir.

Attenüasyon: X-ışını demetinin maddeden geçerken absorpsiyon veya sapma sonucu şiddetindeki azalma demektir.

Window width (Pencere genişliği): İnceleme esnasında görmek istenilen oluşumların, hounsfield değerini içine aldıktan sonra görmek istenilmeyen oluşumları dışarıda bırakacak şekilde seçilen hounsfield skalası bandına denir.

Window level (Pencere seviyesi): Pencere genişliğinin tam ortasıdır.

Noise: Genel olarak gürültü parazit istenmeyen sestir. BT deki anlamı veri elde etmedeki keskinliğin azalmasıdır.

FOV (Field Of View): Görüntü alanı

Pitch: BT tüpünün 360 derece dönüşünü tamamladığı süre içerisinde, masanın ilerleme mesafesinin kolimasyona bölünmesiyle elde edilen değerdir.

Zoomlama: Görüntü alanının küçültülmesi görüntünün büyütülmesidir.

Reformasyon –Rekonstrüksiyon: Mevcut plandaki kesitlerin, istenilen bir başka planda yeniden oluşturulmasıdır.

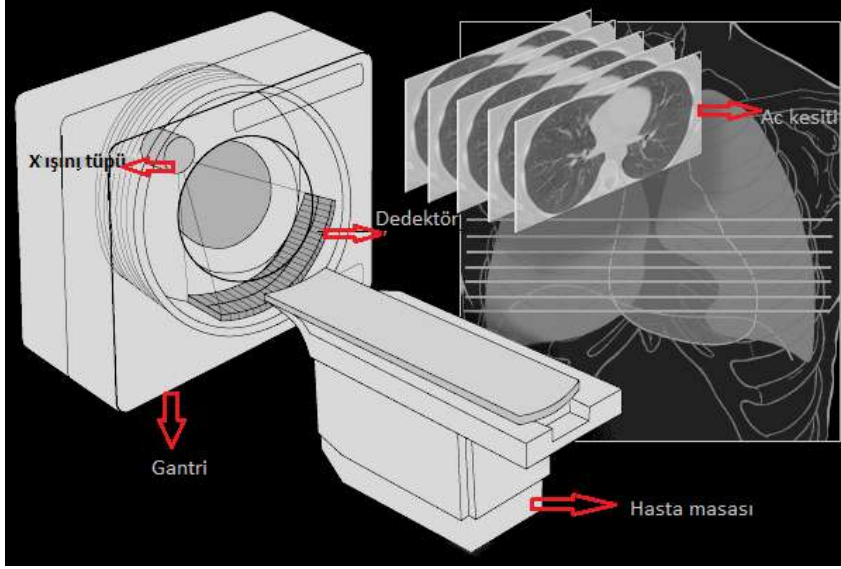
Hiperdens: BT de beyaz görülen alanlara denir.

Hipodens: BT de siyah görülen alanlara denir.

İzodens: BT de Gri tonda olup referans dokuya eş yoğunluk gösteren alanlara denir

1.2. Bilgisayarlı Tomografi Yönteminin Tanımı ve Önemi

Bilgisayarlı tomografi, (BT) x ışınları ile vücudun incelenen bölgesinin kesitsel görüntüsü oluşturularak yapılan radyolojik teşhis yöntemidir. BT nin tanımı bu şekilde yapıldıktan sonra öneminin daha iyi kavranması için bazı başlıklar altında anlatılacaktır.



Resim 1.1: Bt Cihazında kesitsel görüntü

➤ **Bilgisayarlı Tomografinin Kullanım Alanları**

Konvansiyonel röntgende anatomik oluşumların görüntüleri radyogramda üst üste düşer. Bilgisayarlı tomografi yönteminde kesit şeklinde görüntüleme yapılır. Bu nedenle anatomik oluşumların üst üste düşmesi önlenir. Konvansiyonel radyografide radyogram üzerinde farklı kontrast sayısı yaklaşık 20 iken, BT de ise bu sayı 2000 i aşar. BT de kontrast sayısının fazlalığı dokuları birbirinden ayırdığı için su, ödem, hematoma gibi yapılar daha iyi görüntülenir. BT nin sık kullanıldığı alanları özetleyecek olursak

- Kafa içi incelemelerde özellikle kafaiçi, kanamalarında BT ilk başvuru olan yöntemdir.
- Toraks ve batin görüntülemelerde kullanım alanı çok geniştir. Bu bölgelerde kitle var ise sınırları ve çevreye yayılmaları görüntülenebilmektedir.
- BT anjiyografi ile damar içi darlıklar gösterilebilir.
- Orta kulak içi kemikçiklerin ve yumuşak dokuların incelenmesi yapılır.
- Sinüslerin incelenmesinde ilk olarak tercih edilir.
- Omurgada hem kemiklerin hem de disk gibi yumuşak dokuların incelenmesini sağladığı için özellikle bel fıtıklarında önemli yeri vardır.
- Radyoterapi planlanması da BT ile yapılır.

Bu yeteneklerinden dolayı BT yöntemi ile görüntüleme, tıpta x ışınları ile tanıda konvansiyonel röntgenden sonra devrim niteliğinde bir gelişmedir. Önceden, ancak cerrahi müdahale ile elde edilebilen tanıları artık BT ile başarılı bir şekilde yapılabilmektedir. Maliyet olarak da uygun sayılabilecek özellikle olması günümüzde bu yöntemin tercih edilmesini sağlamıştır.

Tıpta, medikal görüntüleme cihazlarının hızlı gelişmesi özellikle yumuşak dokuların incelenmesinde manyetik rezonansı (MR) BT nin önüne geçirmiştir.

➤ **Bilgisayarlı Tomografinin Zararlı Etkileri**

Bilgisayarlı tomografide de röntgende olduğu gibi, en önemli zararlı etki iyonizan ışın kullanılmasıdır. Bilgisayarlı tomografi incelemelerinde kullanılan ışının miktarını azaltmak için çalışmalar yapılmaktadır. Çocuklarda mümkün olan en az dozla inceleme yapılması önerilmektedir. Diğer bir risk faktörü de yine röntgende olduğu gibi kontrast madde kullanımına bağlı ortaya çıkabilecek yan etkilerdir Hareketi engellemek için incelemenin anestezi altında yapılması gereken durumlarda anestezinin komplikasyonları bilgisayarlı tomografi çekiminde olası risk faktörü olarak görülür.

➤ **Bilgisayarlı Tomografide Kontrast Madde Kullanımı**

Bilgisayarlı tomografi incelemelerinin büyük bir kısmında kontrast madde kullanılmaktadır. Kontrast madde lezyonları daha görünür hale getirmek amacı ile kullanılmaktadır. BT’de de kullanılan enerji kaynağı x-ışını olduğu için röntgende kullanılan kontrast maddeler kullanılabilir. Ancak baryumun yoğunluğunun yüksek olması bilgisayarlı tomografide görüntüyü bozmaktadır. Bu nedenle BT de daha çok iyotlu kontrast maddeler kullanılır. Kafa travmalarında kontrast madde hematoma beyaz görüntüsünü maskeleyeceğinden kontrast madde kullanılmamalıdır. Akciğerlerin incelenmesinde, vasküler bir anomali araştırılıyorsa kontrast madde kullanılır. Aksi durumda kontrasta gerek yoktur. Batın bölgesindeki incelemeler İntravenöz yolla kontrast madde verilerek yapılmaktadır.



Resim 1.2: Gantri, Hasta Masası Ve Otomatik Enjektör

Kontrast madde kullanımlarında bir takım reaksiyonlar gelişebilmektedir. Gelişebilecek reaksiyonlar için her an hazır olunmalıdır. Bu amaçla öncelikle tüm personelin ilk yardım bilgisine sahip olması gerekmektedir. Kontrast madde reaksiyonlarında yapılması gerekenler, Kontrast Maddeler Ve Uygulamaları dersinde anlatılmıştır.

➤ **Bilgisayarlı Tomografi İncelemelerinde Genel İlkeler**

- BT incelemesinin yapılabilmesi için doktor tarafından inceleme istemi yapılmış olmalıdır.
- Gerekeçesi olmayan bir hasta hiçbir zaman incelemeye alınmamalıdır.
- Doktor inceleme istemi yaparken inceleme gerekçeleri ile hastaya verilecek radyasyonun olası zararını karşılaştırmalıdır.
- Hastanın hamilelik durumlarını göz önünde bulundurulmalıdır.
- İnceleme öncesi hazırlık görüntü kalitesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle her hasta, inceleme şekli, etkileri ve olası riskleri (iyot alerjisi gibi) açısından sözlü ya da yazılı olarak bilgilendirilmelidir.
- İncelemenin yapılmasını istediğine dair yazılı izni alınmalıdır.
- Her inceleme için görüntüde hasta kimlik bilgilerinin, kurum bilgilerinin, inceleme tarihinin ve taraf (sağ, sol) bilgileri yer almalıdır.

➤ **Bilgisayarlı Tomografide Güvenlik Önlemleri**

Bilgisayarlı tomografi iyonizan radyasyon ile çalışmaktadır. Bu nedenle,

- Radyoloji teknisyeninin kendisine, hastalara ve çevresine özel önem göstermesi gerekir.
- BT incelemeleri, radyasyon dozu yüksek incelemeler olması nedeni ile dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır.
- Farklı tanı yöntemleri ile çözümlenebilecek klinik sorunlarda BT' tercih edilmemeli, hastalar da konu ile ilgili bilgilendirilmelidir.
- İnceleme sırasında inceleme odasında kalınmamalı, hastayı sabitlemek, enjeksiyon vb zorunlu haller dışında inceleme odasına girilmemelidir.
- İnceleme sırasında içeride bulunulması gerekiyor ise kurşun önlük, boyunluk ve gözlük kullanılmalıdır.
- Radyasyonla yapılan diğer incelemelerde olduğu gibi, mümkün olabilecek en az radyasyon dozunun kullanılmasını simgeleyen ALARA prensiplerine mutlaka uyulmalıdır.
- Radyoloji uzmanı, medikal fizikçi ve radyoloji teknisyeni iyi bir ekip çalışması yapmalıdır.

➤ **BT İncelemelerinin Yapılışı**

Hastalarla ilgili inceleme öncesinde, inceleme sırasında ve sonrasında alınması gereken önlemler vardır. İnceleme öncesi sedye ile birime getirilen hastanın güvenle taşınması, çocuk hastalarda sıcak ya da soğuğa karşı koruma, incelenecek hastanın kimlik, inceleme ve taraf doğrulaması yapılır. İnceleme odasında hastanın masa üzerindeki güvenliği sağlanır. Bilinci yerinde olmayan hastalarda sabitleme için uygun araçlar kullanılır. Sedasyon gereken hastalarda işlem sedasyon sağlandıktan sonra yapılmalıdır. Gerek görüntü kalitesi gerekse hastanın inceleme stresinden kurtulması için hasta inceleme hakkında bilgilendirilir. Hastaya inceleme sırasında hareket etmemesi ve nefes kontrolünü nasıl sağlayacağı söylenir. İnceleme sırasında duyulabilecek mekanik sesler, kontrast madde enjeksiyonuna bağlı sıcaklık hissi duyulabileceği, hastanın olası sorunlarda nasıl yardım isteyeceği, işlemin sona erdiğinin nasıl anlaşılacağı gibi bilgilerle hasta aydınlatılır. İncelemeye başlamak için hasta, tarama ünitesindeki masanın üzerine yatırılır. Kesiti alınacak anatomik bölgeye uygun pozisyon verilir.



Resim 1.3: BT İncelemesi

İncelenecek bölgesinin önce dijital bir radyografisi çekilir. Bunun için incelenecek bölge gantri içerisinden geçirilir. Elde edilen dijital radyogram görüntüsüne, kılavuz görüntü, topogram ya da skenogram denir. BT incelemelerinde, kesitlerin yanına üzerinde çizgiler olan bir radyogram şeklinde eklenir.

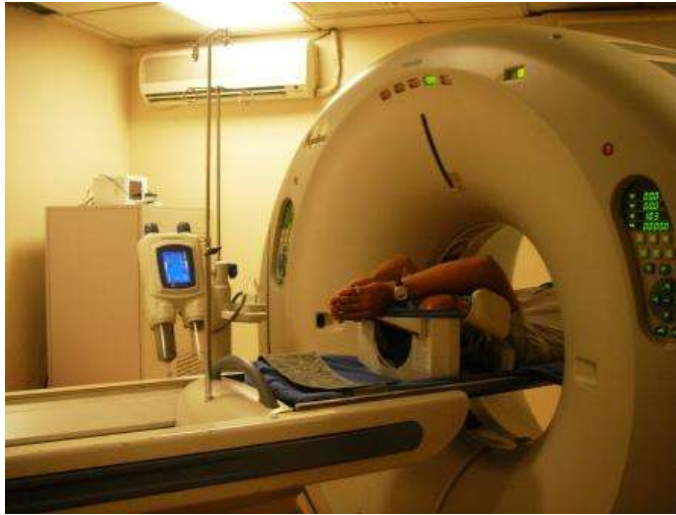
Skenogram, kesitlerin nerelerden ve hangi açıyla alınacağını belirler. Kesitler değerlendirilirken de hangi kesitin nereden geçtiğini belirler. Kesit kalınlığı seçilerek incelemeye başlanır. Kesit alınırken incelenecek bölgenin hareket etmemesi önemlidir. Göğüs ve karın inceleniyorsa hastaya nefesini tutması söylenir. Daha sonra görüntüleme bölümüne gelen görüntüler monitörde işlenerek filme kaydedilir.

İşlem sonrasında hastanın masadan kalkması sağlanır. İnceleme kontrastlı yapılmış ise hastalara, su içmesi önerisinde bulunulur.



Resim 1.4: BT İncelemesi

BT incelemelerinde hasta ile doğrudan temasın kurulması, kontrast madde vb. ilaçların uygulanması, hem hastanın hem de teknisyenin enfeksiyondan korunmasını gerektirir. Enfeksiyondan korunma ile ilgili ayrıntılı bilgiler, kontrast maddeler ve uygulamaları dersinde ayrıntılı olarak verilmiştir.



Resim 1.5: BT İncelemesi

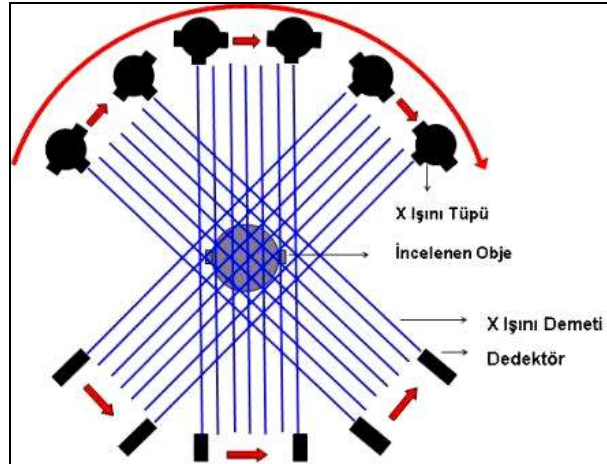
1.3. Bilgisayarlı Tomografi Yönteminin Tarihsel Gelişimi

Bilgisayarlı tomografi, 1963 yılında Cormak tarafından teorize edilmiş ve radyolojide yeni bir çığır açmış kesitsel görüntüleme yöntemidir. Temeli Röntgen cihazına dayanmaktadır. Bir nesnenin, değişik açılardan çok sayıda iki boyutlu x- ışını görüntüleri alınarak o nesnenin içyapısının üç boyutlu görüntüsü elde edilmeye çalışılır.

Bilgisayarlı tomografi ile ilgili ilk başarılı klinik uygulamalar 1967 yılında Hausfield tarafından gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde ilk kullanımı 1976 yılında Hacettepe Üniversitesi Hastanesinde gerçekleştirilmiştir. İlk bilgisayarlı tomografi cihazlarında, tek bir kesit oluşturabilmek için gerekli verileri toplamak 5 dakika gibi uzun bir süre gerektirmekteydi. Bu olay bilgisayarlı tomografi'nin kullanılmasını engellemiş ve geciktirmiştir. Bilgisayarlı tomografi uygulaması, sadece beyin incelemesinden ibaret kalmış, sürenin uzunluğu dolayısı ile solunum, intestinal peristaltizm gibi sınırlamalar bilgisayarlı tomografinin toraks, batin gibi uygulama alanlarında da kullanılmasını geciktirmiştir. Bilgisayarlı tomografi cihazları, geliştirilme ve rutinde kullanilma aşamalarında bir dizi evrim geçirmiş ve bu gibi dezavantajlarından arındırılmıştır.

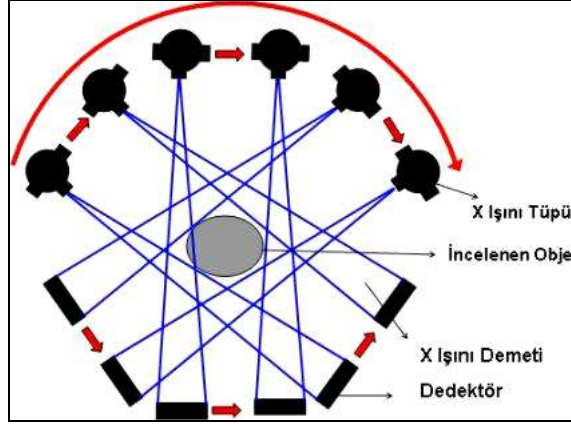
Bilgisayarlı tomografi sürekli gelişim göstermektedir. Bu gelişim ve değişimleri 1.2.3,4ve 5. Jenerasyonlar olarak toplamak mümkündür. Birinci ve ikinci jenerasyon cihazlar artık kullanılmamaktadır.

Birinci jenerasyon cihazlarda, tek dedektör bulunmaktadır. X ışınları, tek dedektörü görmeye yetecek kadar çubuk şeklinde gibi kolime edilmiştir. Bu jenerasyondaki cihazlar, tüp ve dedektör hasta çevresinde doğrusal bir çizgi boyunca birbirini görecek şekilde hareket ederken tarama yapar. Tarama tamamlandıktan sonra tüpe 1 derecelik açı verilir ve aynı işlem devam edilir. Bu işlem tüp ve dedektörün hasta çevresini 180 derece dönene kadar devam eder. Bu 180 derecelik tek bir dönüşün tamamlanması yaklaşık dört beş dakika sürmektedir. Kesit almak için bu süre oldukça uzundur.



Resim 1.6: Birinci jenerasyon cihazlarda tüp ve dedektör

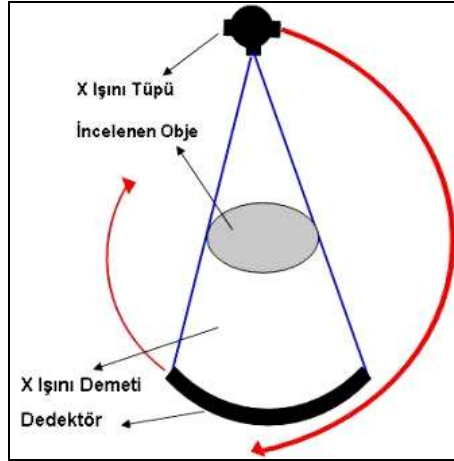
İkinci jenerasyon cihazlarda, doğrusal olarak dizilmiş üç dedektör kullanılmıştır. Üç tane de x- ışını demeti, her dedektöre denk gelecek şekilde yelpaze gibi genişletilmiştir. Bu jenerasyondaki cihazlarda da birinci jenerasyondaki gibi tüp ve dedektör hasta çevresinde doğrusal bir çizgi boyunca birbirini görecek şekilde hareket ederken tarama yapılır. Tarama tamamlandıktan sonra tüpe 10 derecelik açı verilir ve aynı işlem devam edilir. Bu işlem tüp ve dedektörün hasta çevresini 180 derece dönene kadar devam eder. Bu cihazlarda, daha hızlı tarama zamanı elde etmenin yanı sıra aynı anatomik oluşumun birden fazla dedektörce izlenmesi sayesinde ayrıntıda artış sağlanmıştır.



Resim 1.7: İkinci Jenerasyon Cihazlarda Tüp Ve Dedektörler.

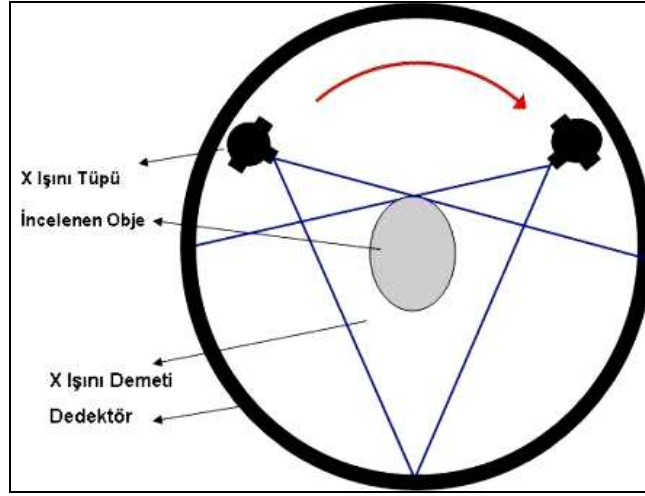
Üçüncü jenerasyon cihazlarda, kolime edilmiş x- ışını demeti yelpaze şeklindedir. Işın demetinin karşısında, ışın demetini gören konveks şekilde yerleştirilmiş çok sayıda (300-600 adet) dedektör vardır. X ışını demeti ve dedektörler, hasta etrafında birbirleri ile koordineli olarak 360 derecelik bir dönüş yapar.

Birinci ve ikinci jenerasyon cihazlarda sadece beyin incelemeleri yapılırken üçüncü jenerasyon cihazlarda tüm vücut incelemeleri yapılır. Üçüncü jenerasyon cihazların 360 derecelik bir dönüş yapması kesit alma süresini (5 saniye) düşürmüş kesit sayısını artırmıştır. Bu cihazlarda gantry'nin tek bir dönüşünde birden fazla kesit görüntüsü alması inceleme süresinin de kısalmıştır.



Resim 1.8: Üçüncü jenerasyon cihazlarda tüp ve dedektörler.

Dördüncü jenerasyon cihazlarda, gantri boşluğunu 360 derece çevreleyen çok sayıda dedektör kullanır. Bu cihazlarda dedektörler sabittir ve hasta çevresinde sadece x ışını tüpü döner. Dördüncü jenerasyon cihazlarda, kesit alım süresi 1-2 saniye düzeylerine indirgenmiştir



Resim 1.9: Dördüncü jenerasyon cihazlarda tüp ve dedektörler.

Beşinci jenerasyon cihazlar, son derece hızlı (Ultrafast) bilgisayarlı tomografi olarak da tanımlanmaktadır. Bu cihazlarda tüp ve dedektör hareketi ortadan kaldırılmıştır. Dördüncü jenerasyondaki gibi bu cihazlarda da dedektör halka şeklindedir.

Gantri çok büyük bir x-ışını tüpü haline getirilmiştir. Gantri boşluğuna anot halkası yerleştirilmiştir. Katottan çıkan elektron demeti, anota doğru giderken hasta etrafında çok kısa bir süre dönerek x ışını üretilir. Bu cihazlarda x-ışını çok odaklı elektron demeti şeklinde uygulandığı için kesit alım süresi saniyenin altına indirgenmiştir. Ya da aynı sürede birkaç kesit elde edilir.

Beşinci jenerasyon cihazlarda düşük ve yüksek rezolüsyon olmak üzere iki ayrı çalışma modu vardır. Cihazın düşük rezolüsyon modu seçildiğinde, saniyenin yarısı kadar sürede, masa hareketi sağlanmadan sekiz adet ardışık kesit almaktadır. Yüksek rezolüsyon modu seçildiğinde, 0.1-0.4 sn. gibi çok kısa sürede tek bir kesit alınır. Bu cihazlar günümüzde henüz yaygın kullanıma girmemiş geliştirilme aşamasındadır.

Yüksek Rezolüsyonlu BT(YRBT)

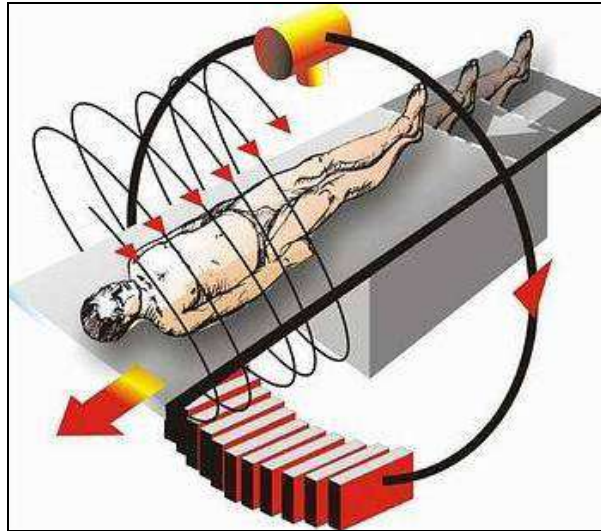
Bu bilgisayarlı tomografi yönteminde yüksek matriks (512 x 512, 1024 x 1024) ince kolimasyon (1-3mm), küçük görüntüleme alanı (25cm) kullanılmaktadır. Bu özellikler, mevcut düzlemdeki kesitlerin, istenilen bir başka düzlemde yeniden oluşturulmasında yüksek boyutsal rezolüsyon sağlamaktadır. Bu yöntem akciğer parankim hastalıklarının tanısında kullanılır.

Spiral (Helikal) BT

Spiral BT yöntemi 1989 yılından beri vücudun farklı bölümlerinin incelenmesinde rutin olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde, x ışını tüpü ve karşısındaki dedektörler hasta etrafında 360 derece dönüş yapar. Masa ise tüp ve dedektörlerle eş zamanlı olarak standart BT deki skenogram tekniğinde olduğu gibi hareket eder. Böylece incelenen alandan kesintisiz olarak veriler toplanır. İncelenen alandan spiral olarak sürekli kesit alındığı için bu yöntemde tarama süresi çok kısadır. Spiral BT de tarama hacmi x ışını tüpünün gücüne ve masa hareketinin hızın bağlıdır. İdeal bir spiral BT den söz etmek için, x ışını tüpünün yüksek kapasiteli olması gerekir. Aynı zamanda masa hareketi de seçilen kesit kalınlığına eşit olmalıdır.

Spiral BT de de taramaya başlamadan önce gantri açısı, kesit kalınlığı, (kolimasyon) görüntü alanı (FOV) KV matrisi, rekonstrüksiyon aralığı gibi parametreler belirlenir. Ayrıca spiral BT de masa hareketi ve pitch de belirlenir. Tüpün 360 derece dönüşünü tamamladığı süre içinde, masanın ilerleme mesafesinin kesit kalınlığına bölünmesi ile elde edilen değere, Pitch değeri denir. Tek bir spiral taramada taranacak alanı belirleyen faktörler kolimasyon, pitch ve tarama süresidir.

Spiral taramada tüpün 360 derece dönmesi için geçen zaman genellikle 1 sn olduğundan basit olarak [masa hızı / kolimasyon] şeklinde formülize edilebilir. Örneğin 10 mm/sn masa hızı ve 10mm kolimasyonda (tarama zamanı 1 sn olarak kabul edilen cihazda) pitch: $10/10=1$ 'dir.



Resim 1.10: Spiral BT

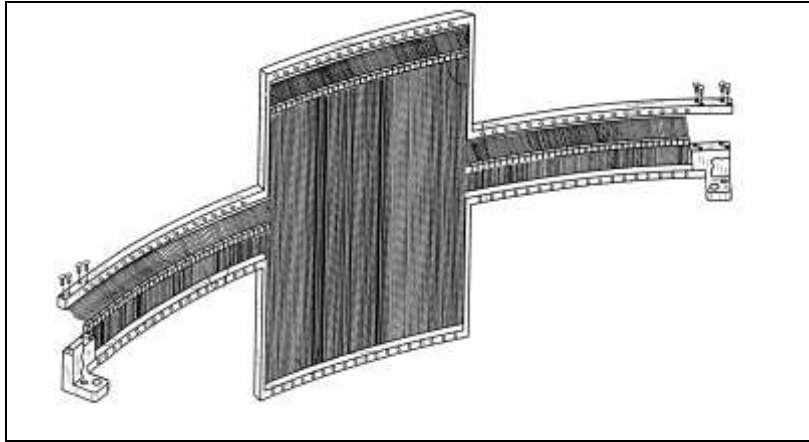
Spiral BT de tek bir nefes tutması süresinde 24 -31 kesit alınır. İnceleme hızının bu kadar yüksek olması, yutma ve solunum hareketlerinden kaynaklanan artefaktları ortadan kaldırmıştır. Bu nedenle toraks ve batin incelemelerinde oldukça etkin kullanılmaktadır. İnceleme tekniğinden kaynaklı olarak aralarda taranmamış alan bırakmadığı için solunumdan etkilenen organlardaki küçük lezyonların tespitini de kolaylaştırmıştır.

Spiral BT yönteminin inceleme süresinin, kısa olması ve yüksek rezolüsyonlu üç boyutlu rekonstrüksiyonlu olması, BT anjiyografide de başarılı olmasını sağlamıştır. Travma sonrasında kafa kemiklerinin üç boyutlu görüntülerle daha ayrıntılı incelenmesini sağlamıştır.

Hastaların spiral BT incelemesi sırasında aldıkları doz standart BT' deki orana daha azdır.

Multidedektör (Multi slice) BT

BT nin tarihsel gelişimine baktığımızda ne kadar hızlı bir gelişim göstermiş olduğunu görürüz. Multidedektör BT, 1990' lı yıllarda iki dedektörlü iken 2000' li yıllarda 4,8,16,32,64 dedektör sıralı olarak getirilmiştir. Günümüzde ikili tüp teknolojisi ile 64 dedektör sıralı cihazlar kullanılmaktadır. Multidedektör BTde, matriks, adaptif ve hibrit gibi farklı şekillerde tasarlanmış dedektörler vardır. Bu dedektörler sayesinde en küçük kesit kalınlığında ve en büyük hacimde taramalar yapılmaktadır. Multidedektör BT de gantri dönüş süresi yarım saniyenin altındadır. Gantrinin dönüş süresinin bu kadar kısa olması hastadan kaynaklı hareket artefaktlarının, görüntü üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmektedir. Gantri dönüş süresinin kısalığı, daha geniş bir hacmin taranmasına da olanak sağlar. Multidedektör BT de, hem tarama hızının yüksekliği hem de geniş hacimlerin taranması, özellikle BT anjiyografi incelemelerinde önemli avantaj sağlamıştır.



Resim 1.11: Multidedektör (Multi slice) BT dedektörler

Multidedektör BT de kesitlerin daha ince alınabilmesi ise görüntü planının değiştirilmesini, multi planar (çok planlı) reformasyonu ve üç boyutlu görüntülerin en yüksek kalitede elde edilmesini sağlar. Multidedektör BTnin bu özellikleri, aşağıda belirtilen alanlarda ki incelemelerde oldukça başarılı olmasına neden olmuştur.

Serebral Anjiyografide;

- Dinamik olarak beynin ve anatomik fonksiyonel durumunu değerlendirebilmektedir.

- Beyin damarları damar yapıları incelenebilmektedir.
- Beyindeki kan hacmi, kan akımı ve kan geçiş hızı hesaplanabilmektedir.
- Toraks incelemelerinde;
- İncelenme sürelerinin kısalması, kalp gibi istemsiz hareketli organların incelenmesinde büyük kolaylıklar sağlanır.
- Multidedektör BT ile akciğerler non-invaziv olarak yüksek görüntü kalitesi ile incelenir.
- Sanal bronkoskopi yapılır.
- Bronş ve akciğer damar hastalıkları yüksek çözünürlük ile gösterilir
- Ani Pulmoner damar tıkanması hastalarında önceleri mümkün olmayan subsegmental düzeydeki embolilerin değerlendirilmesi yapılmaktadır.



Resim 1.12: Multidedektör (Multi slice) BT 'de akciğerin aksiyal planda kesitsel görüntüsü

Abdominal, renal ve periferik anjiografide;

- Multidedektör BT ile non-invaziv olarak çok kısa sürede ve yüksek çözünürlükte damarlardaki Aterostlerotik plaklar, daha önce yerleştirilmiş greft ve stentler ile akut tıkanmaya neden olan emboliler görüntülenebilmektedir.
- Aort yırtılması, aort genişlemesi, böbrek atar damar patolojileri, pankreas, karaciğer ve böbrek kanserleri arteryel/venöz tutulumun araştırılması.
- Multislice BT sistemleri çok fazlı kontrastlı çalışmalara olanak sağlamaktadır. Örneğin karaciğerde üstüste iki kere arteryel faz taraması yapılabilmektedir.
- Kalın bağırsak kanserlerinde sanal kolonoskopi ile kalın bağırsakların iç yüzeyi ile birlikte dışı da değerlendirilmektedir.

Lomber disk ve omurga incelemelerinde;

- Disk hernisi incelemelerinde üç boyutlu ve sagittal koronal ve aksiyal görüntüler oluşturularak daha kesin sonuçlar elde edilmektedir.
- Ekstremitte arterlerinin aterosklerotik lezyonları incelenmektedir.
- Özellikle protez gibi metalik ortopedik materyal uygulanmış hastalarda eski BT incelemelerine göre görüntü kalitesi çok daha yüksektir.

Ayrıca multidedektör BTnin, tüm vücut taramasını çok kısa sürede yapası travma hastalarında, çocuklarda ve bilinci kapalı hastalarda incelemenin daha sağlıklı olmasını ve kontrast madde dozunu azaltmıştır.

1.4. Bilgisayarlı Tomografinin Çalışma Prensibi

Bilgisayarlı tomografinin kesit şeklinde görüntü aldığı daha önce belirtmiştik. Burada oluşturulan kesitsel görüntüler, bilgisayar aracılığı ile elde edilir. Bilgisayar görüntü oluşturmak için gerek duyduğu bilgileri x ışınları yardımı ile elde eder. BT de tüpten çıkan ışınlar kolimasyon adı verilen bir işlem ile ince bir demet haline getirilir. Kolime edilen x ışınları hasta vücudundan geçirilerek diğer uçta x ışınlarına hassas bir dedektör zincirine ulaşır. Hasta vücudundan geçen x ışınları absorpsiyona uğramaları nedeni ile ilk değerine göre daha zayıflamış durumdadır. Bu zayıflama miktarı dedektörlerle saptandıktan sonra bilgisayarlarda, x ışınlarının taradığı alanın her noktasının x ışınını zayıflatma değeri hesaplanır. Değerler hesaplandıktan sonra görüntü oluşturma kolaylaşır.

1.5. Bilgisayarlı Tomografi Cihazının Ana Ünite ve Elemanları

Bilgisayarlı tomografi cihazı ilk üretiminden bu güne kadar çok ilerlemeler kaydetmesi ile birlikte bütün cihazlarda ortak üç ünite mevcuttur. Bunlar tarayıcı, bilgisayar ve görüntüleme ünitesidir.

➤ Tarayıcı

Tarama bölümü, gantri ve hasta masasından oluşur. Gantri, içerisinde x-ışını tüpü ve dedektörler bulunan, eni dar, kare şeklinde büyük bir kutu gibidir. Ortasında gantri açıklığı denilen, hastanın girdiği yuvarlak bir açıklık vardır. Gantri, öne ve arkaya doğru belirli bir derece eğilme özelliğine sahiptir. Bu eğilme gantriye, +30 ile -30 derece arasında açı verme olanağı sağlar. Bu sayede aksiyal ve koronal kesit düzlemleri belirli bir oranda açıldırılarak x- ışınlarının, incelenecek alana en uygun şekilde ulaşması sağlanır.



Resim 1.13: Tarayıcı Ünitenin Elemanları; Gantri Ve Hasta Masası

Gantri açıklığının çevresinde tüp ve dedektör zinciri bulunur. Kesit alma sırasında x-ışını tüpü ve dedektörler karşılıklı olarak hastanın etrafında döner. Bu dönme esnasında tüp x-ışını oluşturmaya başlar.

Bilgisayarlı tomografide kesitsel görüntü elde edebilmek için tüpten çıkan x-ışını kolime edilerek yelpaze şeklinde bir x-ışını demeti haline getirilir. Görüntü alma sırasında istenilen kesit kalınlığına eşit x-ışını demeti, x-ışınlarının saçılmasını en aza indirecektir. Kolime edilmiş x-ışınları, alınan görüntünün kalitesinin artmasını sağlarken hastanın alacağı radyasyon miktarını azaltmaktadır. X-ışını demetinin kalınlığı, yapılan BT incelemesinin amacına göre cihazı kullanan tarafından belirlenir.

BT'de dedektörler, konvansiyonel röntgende röntgen filminin yerini almıştır. Konvansiyonel röntgende, hastayı geçen x-ışınları filme ulaşır. BT de ise hastayı geçen x-ışınları, dedektörler tarafından saptanır ve bilgisayar tarafından hastayı geçtikten sonraki X-ışınının zayıflama miktarı hesaplanır.

BT sistemlerinde sintilasyon ve xenon gazı içeren dedektörler kullanılır. Günümüzde üretilen BT cihazlarında, xenon gazı içeren dedektörler mevcuttur. X-ışınları hastayı geçtikten sonra bu dedektörlerdeki sıkıştırılmış xenon gazı atomlarında iyonizasyona neden olur. Xenon gazının sıkıştırılması x-ışınlarının daha duyarlı bir şekilde saptanmasını sağlar.

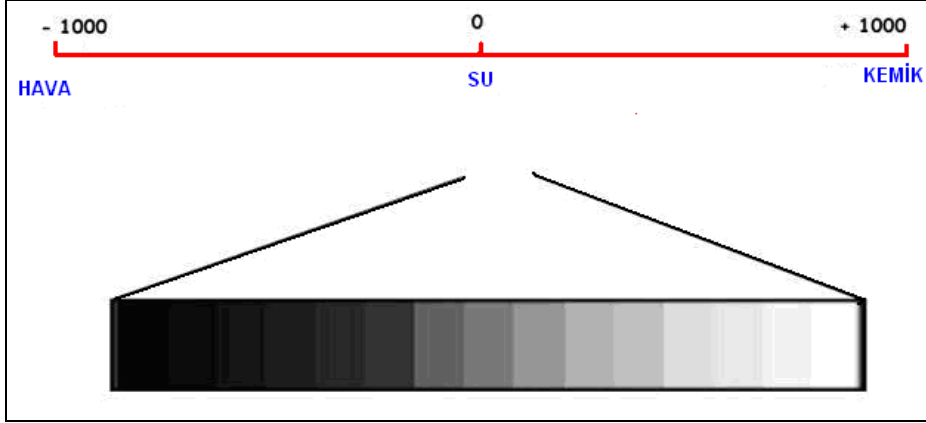
Hasta masası, BT incelemesi sırasında hastanın yatırıldığı yerdir. Manuel ya da otomatik olarak uzaktan kumanda ile masanın gantri açıklığına giriş ve çıkışı sağlanır. İnceleme esnasında, incelenen bölgeden ardışık kesit almak için her bir kesit alma işleminden sonra masa hareket ettirilir. Alınan kesit kalınlığı ile masanın ilerlemesi arasındaki ilişkiye, inkrement denir. Masanın ilerlemesi kesit kalınlığı ile aynı değerde ise inkrement birdir denir. Masa ilerlemesi kesit kalınlığının yarısına eşit ise masa yarım inkrementle ilerlemiş demektir. Kesit kalınlığının 1cm alındığı durumda inkrement iki denirse kesitler arasında, kesit kalınlığına eşit kalınlıkta incelenmemiş alan kalacağı anlaşılmalıdır.

➤ **Bilgisayar**

Bilgisayar ünitesi, tarayıcı üniteden gelen bilgilerin işlenip değerlendirildiği yerdir. Burada bilgilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi, birçok matematiksel işlem ve algoritmalarla gerçekleştirilir. Bu karmaşık işlemlerin yapılabilmesi için bilgisayarların yüksek kapasitede olması gerekir. Bilgisayarda, matematiksel işlemler ve algoritmalarla elde edilen sonuçlar, tarama alanını temsil eden sayılardan oluşmuş haritaya dönüştürülür. Bu işleme, rekonstrüksiyon adı verilir.

Haritadaki eleman sayısını (rakamsal değer) cihaz üreticileri belirler. Örneğin, haritanın eleman sayısı 256x256 olarak belirlenmiş ise bu, haritada alt alta sıralanan 256 çizgi ve her bir çizgide 256 eleman olduğunu ifade eder.

Tarama sonucunda elde edilen bilgiler, haritadaki eleman sayısı kadar değeri hesaplamak için kullanılır. Harita elemanlarından herhangi birinin sahip olduğu değer, o elemanın organizmada temsil ettiği odağın x- ışınlarını zayıflatma gücüne eşittir. Organizmada belirlenen bir odağın, kesit düzlemine paralel olarak uzunluk ve genişlik olarak iki boyutu vardır. Ayrıca x- ışını demeti kalınlığına eşit olarak bir de derinlik boyutu mevcuttur. Bu derinlik boyutuna, hacim ya da voksel adı verilir.



Resim 1.14: Hounsfield skalasında gri tonların dağılımı

Bilgisayarlı tomografide her bir vokselin, x- ışınını zayıflatma değeri farklıdır. Bu değeri standart bir değer ile belirlemek için hounsfield skalası adı verilen bir sistem kullanılır.

Hounsfield skalasında x- ışını zayıflama değerleri (atenuasyon) -1000 ile +1000 arasında sınırlandırılmıştır. Bu skalaya göre, standart değerlerin ortasındaki sıfır (0) sayısı genel olarak suyu temsil eder. Yağ dokusu ve hava skalanın negatif, yumuşak dokular, kan ve kemik pozitif yönünde yer alır.

BT de beyaz görülen alanlara hiperdens, siyah görülen alanlar hipodens denir. Gri tonda olup referans dokuya eş yoğunluk gösteren alanlara ise izodens denir. Yapılan pencereleme ayarları ile renk tonlarında değişiklik yapılabilir. Hounsfield skalasının üstünde yer alan yapılar, altındakine göre daima daha hiperdens görülürler. Bazen aynı yoğunlukta izlenebilir, ancak hiçbir zaman daha hipodens görülmez.

Bilgisayarda oluşturulan haritanın görsel bir ürüne dönüşmesi için BT nin görüntü ünitesinde işlenmesi gerekir.

➤ **Görüntüleme ünitesi**

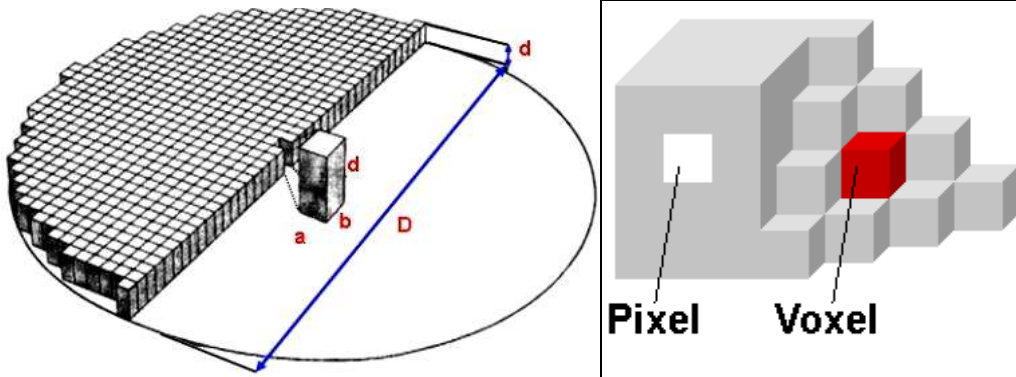
Bilgisayar ünitesinde oluşturulan harita, görüntü ünitesinde görsel bir ürüne dönüştürülür.

Görüntüleme ünitesi iki bölümden oluşur. Birincisi bilgisayarın ekranı (monitör) ikincisi ise multiformat ya da lazer kameralardır.



Resim 1.15: Operatör odasında görüntülerin kaydedilmesi

Bilgisayarda oluşturulan harita elemanlarının her birine rakamsal değerler verildiğini daha önce belirtmiştik. Görüntüleme biriminde harita elemanlarının aldıkları rakamsal değerlere göre gri renk skalasından bir renk kodu verilir. Bilgisayar ekranında harita gri renk tonları ile renklendirildikten sonra siyahtan beyaza kadar değişen noktalardan oluşan bir resme dönüşür. Resmi oluşturan bu noktalara, piksel denir. Piksel sayısını belirten noktaların ve çizgilerin birleşiminden oluşan örgüye de matris adı verilir. Matris boyutu BT cihazlarının teknolojik gelişimine paralel olarak 256x256, 512x512 veya 1024x1024 şekilde ifade edilir.



Resim 1.16: BT Görüntü taraması ve voxel.

Bilgisayarda oluşturulan harita, bilgisayar ekranında renkle kodlanmış bir haritaya dönüştürülür. Renklerle kodlanmış haritanın renklendirme kriterlerinde değişiklik yapmak görüntünün üzerinde değişiklik yapmak anlamına gelir. Görüntü üzerinde değişiklik pencereleme (windowing) işlemi ile gerçekleştirilir.

Normal insan gözü siyahtan beyaza kadar yaklaşık yirmi gri tonu ayırt eder.

Pencerelemenin amacı hounsfield skalasındaki +1000 ile -1000 aralığında gri tonların seçilmesini sağlamaktır.

Bilgisayarlı tomografide pencereleme sisteminin, pencere genişliği (window with) ve pencere seviyesi (window level) olmak üzere iki parametresi vardır.

Pencere genişliği, inceleme esnasında görmek istenilen oluşumların, hounsfield değerini içine aldıktan sonra görmek istenilmeyen oluşumları dışarıda bırakacak şekilde seçilen hounsfield skalası bandına denir. Pencere genişliği uygulandığında seçilen bant içinde kalan hounsfield değerleri gri renk tonlarında olur. Bandın dışında kalan yerler siyah ya da beyaz kalır.

Pencere seviyesi ise pencere genişliğinin tam orta noktasıdır.

Pencere genişliği daraldıkça gri ton başına düşen doku sayısı azalacağından absorpsiyon farkı da azalır. Dolayısı ile görüntülerde yüksek kontrast sağlanmış olur. Pencere genişliğinin gereğinden fazla dar tutulması, pencere alanı dışında kalan dokuların gözde kaçmasına ya da yetersiz değerlendirilmesine neden olur. Geniş tutulması ise gri ton başına düşen doku sayısı artacağından absorpsiyon farkı artar; inceleme alanı homojen görünür ve kontrastın azalmasına neden olur.

Görüntüleme ünitesinin diğer elemanı olan multi format ya da lazer kamerdır. Görüntülerin bilgisayar ortamından multi format kamera ile filme aktarılması sağlanır. Multi format kameraları içinde, üç boyutlu hareket yeteneği olan katot ışını tüpü bulunur. Katot ışını hareket yeteneği ile karşısına yerleştirilen filmin üzerine kesitlerin görüntüsünü kare kare pozlandırır.

Günümüzde multi format kameraların yerini lazer kameralar almıştır. Lazer kameralar, multi format kameralardaki katot ışını tüpünün yaptığı pozlandırmayı lazer ışınları ile yapar. Lazer kameralarla pozlandırılan filmlerin görüntü kalitesi, multi format kameralarinkinden daha yüksektir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını tamamladığınızda BT cihazının ünite ve elemanlarını ayırt edebileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ BT ile ilgili radyolojik terimleri doğru ve yerinde kullanınız.	➤ BT’de kullanılan terimlerin hangilerinin diğer görüntüleme yöntemlerinde kullanıldığını araştırınız ➤ BT’de kullanılan terimleri farklı kaynaklardan da araştırınız.
➤ Bilgisayarlı tomografi yönteminin tanımını yapınız.	➤ BT ‘nin tanımını yaparken diğer görüntüleme yöntemleri ile karşılaştırarak farklı ve ortak yanlarını belirtiniz.
➤ BT’ nin kullanım alanlarını ayırt ediniz.	➤ BT ‘nin kullanım alanlarındaki etkinliğini araştırınız.
➤ BT’nin zararlı etkilerini ayırt ediniz.	➤ BT’ nin zararlı etkilerini konvansiyonel röntgenle karşılaştırınız.
➤ BT’de kontrast madde kullanımını ayırt ediniz.	➤ BT’de kontras uygulamanın sizin göreviniz olmadığını unutmayınız.
➤ BT incelemelerinde genel ilkeleri ayırt ediniz.	➤ BT incelemelerindeki genel ilkeleri diğer görüntüleme yöntemlerindeki ilkelerle karşılaştırınız.
➤ BT’de güvenlik önlemlerini ayırt ediniz.	➤ ALARA prensibini bir daha inceleyiniz.
➤ BT incelemesinin nasıl yapıldığını kavrayınız.	➤ BT incelemesini konvansiyonel incelemelerle karşılaştırınız.
➤ BT cihazı jenerasyonlarının özelliklerini ayırt ediniz	➤ BT’ nin gelişimindeki jenerasyonlar arasındaki farkı modüldeki jerasyon şekillerinden inceleyiniz.
➤ Yüksek rezolüsyonlu BT yönteminin özelliklerini ayırt ediniz.	➤ Yüksek rezolüsyonlu BT yönteminin hangi yapıların incelenmesinde tercih edildiğini çeşitli kaynaklardan araştırınız.
➤ Spiral (Helikal) BT yönteminin özelliklerini ayırt ediniz.	➤ Spiral (Helikal) BT yönteminin çalışma prensibini diğer jenerasyonlardaki cihazlarla karşılaştırınız.
➤ Multidedektör (Multi slice) BT yönteminin özelliklerini ayırt ediniz.	➤ Multidedektör (Multi slice) BT yönteminin özelliklerini Spiral (Helikal) BT yönteminin özellikleri ile karşılaştırınız.

➤ Bilgisayarlı tomografi cihazının çalışma prensibini kavrayınız.	➤ BT' nin çalışma prensibini daha iyi kavramak için röntgen cihazının çalışma prensibini tekrar gözden geçirin.
➤ Tarayıcı ünitesindeki işlemleri ayırt ediniz.	➤ BT'de kullanılan dedektör çeşitlerini araştırınız.
➤ Bilgisayar ünitesindeki işlemleri ayırt ediniz.	➤ BT' de kullanılan bilgisayarların özelliklerini araştırınız. ➤ Günümüzde en çok hangi matriks boyutundaki cihazların kullanıldığını araştırınız.
➤ Görüntüleme ünitesindeki işlemleri ayırt ediniz.	➤ Multiformat ve lazer kameraları araştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Dijital görüntüyü oluşturan en küçük resim hücresine ne ad verilir?
A) İnkrament.
B) Nois.
C) Piksel.
D) Voksel.
E) Rezolüsyon.
2. Dijital görüntü üzerinde insan gözünün görebileceği gri ton ayarlamasını ifade eden terim hangisidir?
A) Hounsfield skalası.
B) Rekonstrüksiyon-reformasyon.
C) Pencere genişliği.
D) Pencere seviyesi.
E) Pencereleme.
3. Aşağıdakilerden ifadelerden hangisi, BT için kullanılamaz?
A) Kesit şeklinde görüntüleme yapılmaktadır.
B) Toraks ve batin görüntülemelerde kullanım alanı çok geniştir.
C) BT cihazında x-ışını kullanılır.
D) BT de yumuşak dokuların görüntülenmesi MR dan daha iyi yapılır.
E) BT nin maliyet olarak uygun olması günümüzde tercih edilmesini sağlamıştır.
4. Aşağıdakilerden hangisi, BT incelemesinin genel ilkelerinden değildir?
A) BT incelemesinin yapılabilmesi için doktor tarafından inceleme isteminin yapılmış olması.
B) Hastanın, inceleme şekli, etkileri ve olası riskleri(iyot alerjisi gibi) açısından sözlü ya da yazılı olarak bilgilendirilmesi.
C) Hastanın, BT cihazının çalışma prensibi hakkında bilgilendirilmesi.
D) Hastanın yazılı ya da sözlü izninin alınması.
E) Her inceleme için görüntüde hasta kimlik bilgilerine yer verilmesi.
5. Aşağıdakilerden hangisi, birinci jenerasyon cihazlar için yanlış ifadedir.
A) Tek dedektör bulunmaktadır.
B) X ışınları, tek dedektörü görmeye yetecek kadar çubuk şeklinde gibi kolime edilmiştir.
C) Tüp ve dedektör hasta çevresinde doğrusal bir çizgi boyunca birbirini görece şekilde hareket eder.
D) Tarama tamamlandıktan sonra tüpe 1 derecelik açı verilir.
E) Tüp ve dedektör hasta çevresinide 360 derece döner.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda edineceğiniz bilgi ve becerilerle bilgisayarlı tomografi görüntüsü üzerindeki işlemleri ayırt edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- BT görüntüsü üzerinde hangi işlemlerin neden yapıldığını araştırınız.
- BT artefaktı nedenlerini araştırınız
- Artefaktların görüntüdeki şekillerini araştırınız.
- Cihaz operatörünün hangi artefaktları giderebileceğini araştırınız.

2. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜSÜ VE GÖRÜNTÜ ÜZERİNDEKİ İŞLEMLER

Bilgisayarlı tomografinin tanıdaki önemini belirtmek için rezolüsyon kavramı kullanılır. Rezolüsyon en küçük farklılıkları ayırt etmektir. BT’ de görüntü üzerinde boyutsal rezolüsyon ve kontrast rezolüsyondan söz edilir.

2.1. Boyutsal Rezolüsyon

Birbirine komşu iki yapının ayırt edilebilme yeteneğine, boyutsal rezolüsyon denir. Boyutsal rezolüsyon görüntüyü oluşturan piksel boyutları ile yakından ilgilidir. Piksel boyutlarının küçültülmesi, görüntü üzerinde daha fazla piksel olmasını sağlar. Görüntü üzerindeki en küçük elemanın piksel, pikselin hacimsel değerinin de voksel olduğunu daha önce belirtmiştik. Dolayısı ile piksel boyutlarının küçültülmesi vokselin de küçülmesi anlamını taşır. Görüntü üzerinde piksel ve vokselin küçültülmesi daha küçük oluşumların birbirinden ayırt edilmesini, yani boyutsal rezolüsyonu artırır. Piksel ve vokselin boyutları çeşitli şekillerde küçültülerek boyutsal rezolüsyonu artırılır. Kesit kalınlığı düşürülerek vokselin boyutu küçültülür. Dedektör boyutlarının küçültülmesi ve sayısının artırılması daha küçük vokselardan veri toplamasını sağlar. Görüntü alanı (FOV) küçültülerek voksel boyutlarının küçültülmesi sağlanır. X ışını tüpünde fokal spotun küçültülmesi de boyutsal rezolüsyona katkı sağlar.

Boyutsal rezolüsyonu artırmak için yapılan işlemler nois faktörünü ortaya çıkarır. Noisin kelime anlamı, gürültü, parazit ve istenmeyen sestir.Nois bilgisayarlı tomografide,veri elde etme keskinliğinin azalması,elde edilen verilerden bazılarının inceleme alanındaki gerçeği yansıtması anlamında kullanılır.Noisin artışı voksel bilgisinin doğru okunmasını engeller.

2.2. Kontrast Rezolüsyon

Film üzerindeki farklı yoğunlukları ayırt edebilme yeteneğine kontrast rezolüsyon denir. Bilgisayarlı tomografinin kontrast rezolüsyonu konvansiyonel röntgene göre daha yüksektir. Noisin artması görüntüde kaba ve grenli duruma yol açar. Bu durum kontrast rezolüsyonunu azaltır. Kontrast rezolüsyonunu artırmak için noisin azaltılması gerekir. Noisin azaltılması ise x- ışını dozu artırılarak ya da kesit kalınlığı artırılarak sağlanabilir. Kontrast rezolüsyonunu artırmak ve noisi azaltmak ikisi de aynı anda isteniyorsa o zaman kesit kalınlığı küçültülür, x- ışını dozu artırılır. BT cihazlarında kV sabit tutulur. X ışını dozu mAs da yapılan ayarlamalarla değiştirilir.

BT de noisi önleyen, görüntü niteliğini ve kenar keskinliğini düzenleyen filtre denen mekanizmalar vardır. Bu filtreler primer ve sekonder fitlere olmak üzere iki çeşittir.

Primer filtreler, görüntünün ilk oluşturulduğu aşamada kullanılır. Primer filtrasyon ile elde edilen görüntülerin tekrar filtrasyona tabi tutulmasına da sekonder filtrasyon denir. Sekonder filtrasyonda soft ve sharp olmak üzere iki çeşit filtre kullanılır. Soft filtreler yumuşak doku incelemelerinde kontrast rezolüsyonu artırmak için kullanılır. Sharp filtreler ise kemiklerin incelenmesinde boyutsal rezolüsyonu artırmak için kullanılır.

Rezolüsyona etki eden faktörlerden biri de FOV'un küçültülmesidir. Tüpn fokal spotunun küçültülmesi, FOV'u da küçültür. Böylece boyutsal rezolüsyon artırılır; ancak fokal spotun belli bir sınırın altında olması x- ışını dozunu azaltır. Dozun azaltılması ise kontrast rezolüsyonunu düşürülür. Özellikle abdomen toraks gibi büyük alanların incelenmesi yapılırken küçük fokal spot kullanılmaz.

2.3. Fov

Bilgisayarlı tomografi görüntüsündeki tüm alana FOV (görüntü alanı) adı verilir.

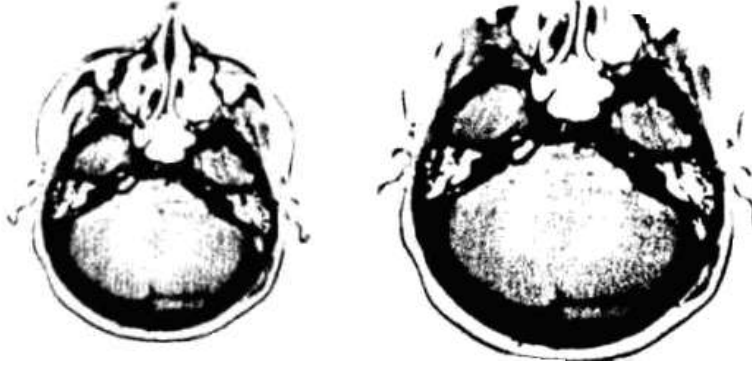
FOV operatör tarafından incelemenin amacına göre küçültülüp büyütülebilir. Yani incelenen yapının belirli bir kısmını kapsayabilir ya da çevresindeki boşlukları da içine alacak şekilde ayarlanabilir. FOV'u küçültmek için hasta, gantri boşluğunda tüpe yaklaştırılıp dedektör zincirinden uzaklaştırılır.

FOV'u büyötmek için ise hasta tüpten uzaklaştırılırken dedektör zincirine yaklaştırılır. FOV seçimi yapılırken incelenecek alanın genişliği göz önünde bulundurulmaktadır. Yüksek boyutsal rezolüsyonu gerektiren durumlarda incelenecek alanın genişliğinden daha küçük FOV seçilebilir.

2.4. Zoomlama

Zoomlama(odaklama) görüntü alanının yani FOV'un küçültülmesi, görüntünün büyütülmesi anlamına gelir.

Zommlama BT kesitini oluşturan görüntü alanının genişliğini gösterir ve incelenecek alanın boyutuna göre seçilir. Zoomlama yapılan alanda FOV büyütüldükçe, sabit olan matris içindeki piksellerin boyutları genişler. Bu durumda görüntünün boyutsal rezolüsyonu azalır. Gerçek bir zoomlamada FOV 'un küçültülmesi dolayısı ile piksel boyutlarının genişlememesi gerekir.



Resim 2.1: Zoomlama yapılmış görüntü

Zoomlama işlemi, rekonstrüksiyon zoomlama ve interpolatif zoomlama olmak üzere iki şekilde yapılır.

Rekonstrüksiyon zoomlama, kesit parametreleri büyük FOV'a göre elde edilmiş görüntülerde, bilgisayarın belleğinde, dedektörlerden gelen ham bilgiler duruyorsa yapılabilir. Görüntü üzerinde işaretlenen alanın bilgileri yeniden değerlendirilir. Değerlendirme sonucu elde edilen bilgilerle yeniden resim haritası oluşturularak görüntü büyütülür. Bu tip zoomlamada görüntünün kalitesi artmaktadır.

Interpolatif zoomlamada ise bilgisayar belleğinde haritalanmış hounsfield değerleri varken yapılır. Bu işlemde, büyütülmesi istenilen alan, bilgisayar ekranında işaretlenir. Bilgisayar işaretlenen alanın tüm piksellerini genişletir. Alna komşu piksel aralıklarını da her ikisinin aritmetik ortalamasına eşit yeni piksellerle doldururken görüntü büyür, ancak görüntü detayında artış olmaz.

2.5. Rekonstrüksiyon-Reformasyon

Bilgisayarlı tomografi cihazlarında gantri boşluğunun sınırlı olmasından dolayı genellikle aksiyal düzlemde kesitler alınır. Ancak bazı sınırlı bölgelerde (hipofiz ,temporamandibular eklem ve paranasal sinüslerde) koronal ve sagittal düzlemlerde de kesitler alınır. Bilgisayarlı tomografide ayrıca aksiyal düzlemde gantriye açı verilerek oblik görüntülerde alınabilmektedir.

Bilgisayarlı tomografide kullanılan bilgisayarların ileri teknolojik özelliklere sahip olması nedeni ile görüntülerin, aksiyal kesitler üzerinden farklı düzlemlere dönüştürülmesi sağlanabilir. Bu işlem bilgisayarda özel bir program tarafından yapılır. Bu program bilgisayar belleğindeki kesitleri üst üste yerleştirir. Daha sonra istenilen düzlemdeki resim elemanlarını (pikselleri) yeni görüntüyü oluşturacak şekilde birleştirir. Kısacası, eldeki var olan düzlemdeki kesitlerin istenilen başka bir düzleme dönüştürülmesi işlemine, rekonstrüksiyon-reformasyon denir.

Rekonstrüksiyon-reformasyon ile elde edilen görüntünün rezolüsyonu, aksiyal düzlemde alınan görüntünün rezolüsyonu kadar yüksek olamaz. Rekonstrüksiyon-reformasyon yapılacak kesitlerin rezolüsyonunu artırmak için kesitler, en düşük kalınlıkta birbirine eşit ve aralıksız olarak alınır.

Son yıllarda geliştirilen yeni bilgisayar programları ile eldeki görüntüler üzerinden üç boyutlu görüntüler oluşturulabilmektedir. Yani üç boyutlu rekonstrüksiyon yapılabilmektedir. Bu işleme, yüzey rekonstrüksiyon denir. Yüzey rekonstrüksiyonunda, aksiyal düzlemde alınan kesitler, üst üste yerleştirilerek kesitlerin üzerinde bir sınır belirlenir. Bu sınır içinde hounsfield değerlerine sahip pikseler birleştirilir. Birleştirilen pikseler, bilgisayarda üç boyutlu reformasyona tabi tutularak yeni görüntüler oluşturulur. Yeni oluşturulan görüntüler, yine bilgisayarda var olan programlarla kendi etrafında döndürülerek görüntünün önünü arkası ayrı ayrı incelenebilir.

2.6. Görüntü Üzerindeki İşlemler

Bt görüntüsü bilindiği gibi rakamsal değerlerden oluşmaktadır. Bundan dolayı görüntü üzerinde birçok ölçüm ve değerlendirme işlemleri yapılmaktadır. Bu işlemlerden en sık yapılanı dansite ve boyut ölçümleridir. Bu işlemlerin yanı sıra eşit hounsfield değerlerine sahip piksellerin görüntülerini oluşturmak yer alır. BT'nin Rekonstrüksiyon-reformasyon özelliğinden yararlanılarak farklı düzlemlerde yeni görüntüler alınmaktadır. Görüntü üzerinde mesafe ölçümü yapılacak ise istenilen yerler imleç ile işaretlenerek belirlenir. Daha sonra bilgisayar gerekli işlemleri yaparak ölçümü bildirir.

BT de farklı şekillerde dansite (yoğunluk) ölçümleri yapılır. Bunlardan en çok kullanılanı bilgisayar ekranı üzerinde dansite ölçümü yapılacak alanı belirtmek için büyüklüğü ayarlanabilen kare ya da daire şekilleri oluşturulur. Oluşturulan şekil dansite ölçümü yapılacak alanın üzerine yerleştirilir. Daha sonra şeklin büyüklüğü alanın büyüklüğünden daha küçük hale gelecek şekilde ayarlanarak ölçüm yapılır.

Böylece cihaz dansitesi ölçülen bölgedeki piksellerin toplam hounsfield değerini piksel sayısına bölerek ortalama dansiteyi hesaplar. Diğer bir dansite ölçüm işlemi de bilgisayar ekranı üzerindeki artı işareti dansitesi ölçülecek alanın üzerine yerleştirildiğinde alanın dansitesi hakkında genel bilgi verir.

2.7. Bilgisayarlı Tomografi Artefaktları

Artefakt görüntü, üzerinde gerçek oluşumları etkileyen bozan veya hayali oluşumlara neden olan istenmeyen görüntülerdir.

Diğer radyolojik incelemelerde olduğu gibi bilgisayarlı tomografide de birçok nedene bağlı olarak artefaktlar gelişir. Burada önemli olan görüntüde artefaktların tesbit edilmesi ve nereden kaynaklandığının bilinmesidir. Aksi halde tanıda yanlışlara yol açabilir. Özellikle hastadan kaynaklı bazı artefaktların düzeltilmesi için teknisyenin artefaktları iyi bilmesi gerekir.

Bilgisayarlı tomografide artefaktlar; verilerin oluşturulması, elde edilmesi, ölçülmesi ya da işlenmesi aşamalarında ortaya çıkmaktadır.

Bilgisayarlı tomografide hasta hareketleri, ışın sertleşmesi, parsiyel volüm ve diğer nedenler artefaktlara neden olur.

2.8. Hareket Artefaktları

Bilgisayarlı tomografi incelemesinde kesit alınırken hastanın hareket etmesi incelenen anatomik yapının değişmesine neden olacağından elde edilen verilerde tutarsızlık olur.

Rekonstrüksiyon-reformasyon sonrasında görüntü üzerinde hareket yönü doğrultusunda birbirine paralel çizgiler halinde artefaktlar oluşur. Hareket artefaktı uzun sürede kesit alan cihazlarda çok önemli bir sorundur. Günümüzdeki cihazların çok kısa sürede kesit alması nedeni ile önemli sorun olmaktan çıkmıştır.

2.9. Işın Sertleşmesi

X ışını tüpünden çıkan ışınların enerji düzeyleri birbirinden farklıdır. Yani bu ışınların bir kısmı yüksek enerjili iken bir kısmı da düşük enerjilidir. Bu nedenle x ışınları inceleme esnasında geçtikleri değişik anatomik yapılarda farklı şekillerde penetrasyon ve absorpsiyon özelliği gösterir.

Bilgisayarlı tomografide kullanılan x ışınları heterojen özelliktedir. Heterojen ışınların düşük enerjili olanları incelenen alanı geçerken absorbe edilir. Yüksek enerjili olanları ise daha az absorbe edilir. Buna bağlı olarak incelenecek alanı geçip dedektöre ulaşan x ışınlarının ortalama değeri, tüpten çıktığı andaki ortalama değerinden daha yüksek olur. Bu duruma, ışın sertleşmesi (beam-hardening) etkisi denir. İnceleme alanları yani organizmadaki oluşumlarda heterojen yoğunlukta olduğu için x ışını demetinin buralardan geçmesi, farklı oranlarda ışın sertleşmesine neden olur. Özellikle organizmanın kalın ve yoğun bölgelerinden (kemik doku gibi) x ışını geçerken yüksek enerjili olanlar, daha az absorbe olduğundan daha belirgin ışın sertleşmesi olacaktır. Bu durum, özellikle yoğun oluşumlar arasında bulunan daha az yoğunlukta oluşumların voksel değerinin, olması gerekenden daha düşük hesaplanmasına neden olur. Örneğin, beyin incelemelerinde bu durum çarpıcı olarak görülür. Işın sertleşmesine bağlı artefakt, görüntülerde siyah çizgiler şeklinde görülmektedir. Işın sertleşmesi artefaktı tamamen giderilemez. Azaltmak için ışın filtreleme tenkilleri ve bazı bilgisayar programları kullanılır; ayrıca inceleme alanından alınan kesit kalınlıklarını azaltıp mAs değerinin artırılması da ışın sertleşmesinin etkilerini azalır.

2.10. Parsiyel Volüm Etkisi

Bilgisayarlı tomografide bu artefakt, cihazın veri elde etme tekniğinden kaynaklanır. Parsiyel volüm etkisini daha iyi kavramak için Piksel ve vokseli hatırlatmakta yarar vardır. Bilgisayarda elde edilen resmin en küçük elemanına piksel demiştik. Kesit kalınlığı ile belirlenen, üç boyutlu hacimsel birime voksel demiştik. Voksel içindeki dokuların, x-ışının zayıflatması tek bir değer olarak hesaplanır; hesaplanan bu değer görüntü oluşumunda kullanılır.

Voksel içinde bir doku bulunduğunda, vokselin x- ışının zayıflatma değeri, o dokunun x- ışının zayıflatma değeri ile aynıdır.

Bazı durumlarda bir vokselin içinde birden fazla doku bulunabilmektedir. Böyle bir durumda dokuların oranı eşit ise vokselin değeri, dokuların değerinin toplamının ikiye bölünmesi ile bulunur. Örneğin voksel içinde bulunan dokulardan birinin değeri +50 hounsfield, diğerinin değeri +100 hounsfield ise ortalama değer +75100 hounsfieldir. İşte bu durum parsiyel volüm etkisi olarak tanımlanır.

Parsiyel volüm etkisi, dansite bakımından birbirinden çok farklı değerlere sahip inceleme alanlarında, çizgi ya da bant şeklinde artefaktlar oluşturulur. Bu artefaktlar daha çok paranazal sinüslerin ve petroz kemikler içinde mastoid hücrelerin incelenmesinde görülür. Ayrıca inceleme alanı içinde metalik cisimlerin (amalgam diş dolgusu, metalik klip vb) bulunması da bu artefaktın oluşmasını sağlar.

Parsiyel volüm etkisini ortadan kaldırmak mümkün değildir. Ancak inceleme sırasında alınan kesitlerin kalınlığı azaltılarak bu artefakt bir ölçüde engellenir. Metalik cisimlerin oluşturduğu artefaktları engellemek için kesit açısı değiştirilir.

2.11. Diğer Artefaktlar

Bilgisayarlı tomografide en sık görülen artefaktlar; ışın sertleşmesi, hasta hareketleri ve parsiyel volümden kaynaklanan artefaktlardır. Bunların dışında daha farklı nedenlerden kaynaklanan artefaktlarda mevcuttur. Bunlar;

- X ışını üretiminden kaynaklanan düzensizlikler,
- Anot yüzeyinde küçük düzensizlikler,
- Anot dönüşünden kaynaklanan problemler,
- Voltaj oynamaları.

Ayrıca dedektörlerden kaynaklanan artefaktlar da vardır.

Dedektör sayısının gerekenden az olması, detektörler arası ölü bir boşluğa neden olur. Bu boşluklar görüntüde rezolüsyonda azalma şeklinde görülür ve saptanması çok zordur. Dedektörlerin dengesizlikleri ya da bozuklukları da artefakt oluşturulur. Bu artefaktlara, ring artefaktı denir. BT cihazında x ışını yoğunluğundaki küçük değişimler dedektörler tarafından algılanır. Eğer dedektörler hassas bir şekilde kalibre edilmemiş ise bu değişimleri algılayamaz. Bu durumda radyasyon sinyali olmadığı halde, dedektörler varmış gibi algılayabilir. Ya da dedektörler, radyasyon yoğunluğundan doyarak artan yoğunluğa yanıt vermeyebilir. Ring artefaktı görüntüler üzerinde halka şeklinde görülür. Dedektörlerin iyi kalibre edilmemesinden doğan bu artefakt genellikle üçüncü jenerasyon cihazlarda görülür. Dördüncü jenerasyonda görülmemesinin nedeni bu cihazlar kalibrasyonunu otomatik olarak yapar.

Bt cihazında verilerin işleme ve değerlendirilme yöntemleri de görüntüde artefaktlara neden olabilir. Harita oluşturma aşamasında kullanılan filtre programları, bazen görüntü üzerinde gerçek olmayan görüntülerin oluşmasına neden olur.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını tamamladığınızda BT görüntüsü ve görüntü üzerindeki işlemleri ayırt edebileceksiniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Boyutsal rezolüsyon kavramını açıklayınız.	➤ Boyutsal rezolüsyonu artırmak için yapılan işlemleri farklı kaynaklardan araştırınız.
➤ Kontrast rezolüsyonu kavramını açıklayınız.	➤ Kontrast rezolüsyonu ile boyutsal rezolüsyonu karşılaştırınız.
➤ BT' de görüntü alanının önemini kavrayınız.	➤ FOV'un küçültülmesinin görüntü açısından önemini araştırınız.
➤ Rekonstrüksiyon-Reformasyon işlemini kavrayınız.	➤ Rekonstrüksiyon-Reformasyon işleminin yapılma nedenlerini araştırınız.
➤ Görüntüde zoomlama yapmanın önemini açıklayınız.	➤ Bt de yapılan zoomlama ile fotoğrafik zumlamayı karşılaştırınız.
➤ Görüntü üzerinde yapılan ölçümleri ayırt ediniz.	➤ Dansite ölçüm şekillerini araştırınız.
➤ BT de artefakt kavramını açıklayınız.	➤ Artefaktların görüntüyü hangi yönde etkilediğini araştırınız.
➤ Hareket artefaktlarının nedenlerini açıklayınız.	➤ BT de hangi hareketlerin artefakta neden olabileceğini araştırınız.
➤ Işın sertleşmesini açıklayınız.	➤ Işın sertleşmesi artefaktı oluşmuş BT görüntüsü araştırınız.
➤ Parsiyel volüm etkisini açıklayınız.	➤ Piksel ve vokselin anlamlarına tekrar bakınız.
➤ BT de meydana gelen diğer artefaktları sıralayınız.	➤ Günümüzde kullanılan cihazlarda hangi artefaktlara daha sık görüldüğünü ve nedenlerini araştırınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Aşağıdakilerden hangisi boyutsal rezolüsyonun artırılması ile ilgili yanlış bir ifadedir?
A) Piksel ve voksel küçültülmesi,
B) Piksel ve volsel büyütülmesi.
C) Fokal spotun küçültülmesi.
D) Kesit kalınlığının küçültülmesi.
E) Dedektör boyutlarının küçültülmesi ve sayısının artırılması.
- Görüntü alanını (FOV) küçültmek için aşağıdakilerden hangisi yapılır?
A) Kesit kalınlığı büyütülür.
B) Fokal spot büyütülür.
C) Hasta gantri boşluğunda dedektörlere yaklaştırılırken tüpten uzaklaştırılır.
D) Hasta gantri boşluğunda tüpe yaklaştırılırken dedektörlerden uzaklaştırılır.
E) Hasta gantri boşluğunda dedektörlere ve tüpe eşit mesafede konumlandırılır.
- Günümüzde kullanılan BT cihazlarında, hangi artefakt önemli bir sorun olmaktan çıkmıştır?
A) Işın sertleşmesi.
B) Parsiyel volüm etkisi.
C) Voltaj oynamaları.
D) Dedektörlerden kaynaklanan artefaktlar.
E) Hareket artefaktları.
- Aşağıdakilerden hangisi BT de artefaktlara neden olmaz?
A) Anot dönüşünden kaynaklanan problemler
B) X ışını üretiminden kaynaklanan düzensizlikler
C) Dedektör sayısını gerekenden az olması
D) Dedektörlerin otomatik olarak kalibre edilmesi
E) Dedektörlerin manuel olarak kalibre edilmesi
- Dedektörlerin bozuklukları ya da düzensizlikleri hangi artefaktın oluşmasına neden olur?
A) Işın sertleşmesine.
B) Ring artefaktına.
C) Parsiyel volüm etkisine.
D) Beam hardening'e.
E) Hareket artefaktına.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Var olan düzlemdeki kesitlerin istenilen başka bir düzleme dönüştürülmesi işlemine ne ad verilir?
A) Piksel.
B) Voksel.
C) Rezolüsyon.
D) Reformasyon-rekonstrüksiyon.
E) Dansite.
2. BT de görüntü alanı küçültülerek görüntünün büyütülmesi işlemine ne ad verilir?
A) FOV.
B) Zoomlama.
C) Kontrast rezolüsyonu.
D) Hounsfield skalası.
E) Dansite ölçümü.
3. BT de oblik görüntü almak için aşağıdakilerden hangisi yapılır?
A) X- ışını tüpüne açı verilir.
B) Dedektörlere açı verilir.
C) Gantriye açı verilir.
D) Hastaya açı verilir.
E) Masaya açı verilir.
4. BT de kesitler genellikle hangi düzlemde alınır?
A) Koronal
B) Aksiyal
C) Sagital
D) Oblik
E) Lateral
5. Aşağıdakilerden hangisi, eldeki görüntüler üzerinde üç boyutlu görüntüler oluşturulması işlemidir?
A) Reformasyon.
B) Rekonstrüksiyon.
C) Yüzeysel rekonstrüksiyon.
D) Boyutsal rekonstrüksiyon.
E) Kontrast rezolüsyonu.
6. Aşağıdakilerden hangisi, üçüncü jenerasyon cihazların özelliklerinden değildir?
A) X- ışını demeti çubuk şeklindedir.
B) X-ışını demeti yelpaze şeklindedir.
C) Çok sayıda dedektör vardır.
D) X-ışını ve dedektörler 360 derece dönüş yapar.
E) Gantrinin tek bir dönüşünde birden fazla kesit alınır.

7. Yüksek boyutsal rezolüsyon,yüksek matriks,ince kolimasyon ve küçük görüntüleme alanı gibi özellikler BT nin hangi yöntemine aittir?
A) Üçüncü jenerasyon cihazlara.
B) Dördüncü jenerasyon cihazlara.
C) Beşinci jenerasyon cihazlara.
D) Spiral BT' ye.
E) Yüksek rezolüsyonlu BT(YRBT) 'ye.
8. BT de dedektörlerin görevini konvansiyonel röntgende aşağıdakilerden hangisi yapar?
A) X-ışını tüpü.
B) Rabforsatörler.
C) Hasta masası.
D) Röntgen filmi.
E) Film fokus mesafesi.
9. BT incelemesinde alınan kesit kalınlığı ile masanın ilerlemesi arasındaki ilişkiye ne ad verilir?
A) İnkrement.
B) Skenogram.
C) Dedektör.
D) Rekonstrüksiyon.
E) Matriks.
10. BT cihazının bilgisayarında oluşturulan harita elemanlarına ,cihazın hangi biriminde hounsfield skalasından gri renk kodu verilir?
A) Tarayıcı ünitesinde.
B) Bilgisayar ünitesinde.
C) Görüntüleme ünitesinde.
D) Dedektörlerde.
E) Lazer kameralarda.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	E
3	D
4	C
5	E

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	E
4	D
5	B

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	C
4	B
5	C
6	A
7	E
8	D
9	A
10	C

KAYNAKÇA

- KAYA Tamer (Editör), Baki ADAPINAR, Ragıp ÖZKAN, **Temel Radyoloji Tekniđi**, Güneş & Nobel Tıp Kitapevleri, Bursa, 1997.
- KOCATÜRK Utkan, **Açıklamalı Tıp Terimleri Sözlüğü**, Ankara Üniversitesi basımevi, 4.Basım, 1989.
- OYAR Orhan, **Radyolojide Temel Fizik Kavramları**, Nobel Tıp Kitapevleri Ltd Şti, İstanbul, 1998.
- RENDE Leyla, **Sağlık Eğitim Enstitüsü Ders Notları**