

T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**STERNUM VE KOSTALARIN GELİŞİMSEL
RADYOLOJİK ANATOMİSİ VE KOSTOKONDRAL
BİLEŞKEDE, STERNUM İLE KLAVİKULA MEDİAL
EPIFİZİNDE YAŞLA BİRLİKTE GÖRÜLEN
DEĞİŞİKLİKLERİN ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr. CAHİDE KÜÇÜKTÜFEKÇİ ÖZCAN

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. ÖZNUR BOYUNAĞA

ANKARA
MAYIS 2012

TEŞEKKÜRLER

Uzmanlık eğitimim süresince benden yardım ve desteklerini esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Sedat Işık, Prof. Dr. Erhan T. Ilgıt, Prof. Dr. E. Turgut Talı, Prof. Dr. Hakan Özdemir, Prof. Dr. Mehmet Araç, Prof. Dr. Ayşegül Özdemir, Prof. Dr. Cem Yücel, Prof. Dr. Baran Önal, Prof. Dr. Suna Özhan Oktar, Doç. Dr. Nil Tokgöz, Doç. Dr. Yusuf Öner, Doç. Dr. Serap Gültekin, Yrd. Doç. Dr. Gonca Erbaş, Uzm. Dr. Hatice Tuna, Uzm. Dr. Bilgen Coşkun, Uzm. Dr. Murat Uçar, Uzm. Dr. Koray Kılıç ve Uzm. Dr. Koray Akkan'a, birlikte çalıştığım tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve tüm Radyoloji Anabilim Dalı çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Gerek uzmanlık eğitimim boyunca, gerekse tezimin hazırlanması sürecinde sonsuz desteği ve sabrından dolayı tez danışmanım sayın Prof. Dr. Öznur Boyunağa'ya en içten teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ayrıca, tüm öğrenim hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

TEŞEKKÜRLER	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER, RESİMLER, TABLOLAR VE GRAFİKLER.....	v
KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Bilgisayarlı Tomografi (BT)	4
2.1.1. Bilgisayarlı Tomografi Tarihçesi	4
2.1.2. Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT) teknolojisi.....	8
2.1.3. Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT) 'de Yeniden Görüntü Oluşturma Yöntemleri	11
2.2. Sternum ve Kostaların Anatomisi.....	14
2.2.1. Sternumun Anatomisi	14
2.2.2. Kostaların anatomisi	16
2.3. Sternum, Kostalar ile Klavikulanın Embriyolojik ve Postnatal Gelişimi	22
2.4. Sternum, Kosta ile Göğüs Ön Duvarı Normal Varyasyon ve Anomalileri	28

2.4.1. Sternum Varyasyon ve Anomalileri.....	28
2.4.2. Kosta Varyasyon ve Anomalileri	31
2.4.3. Göğüs Ön Duvarı Varyasyon ve Anomalileri	37
2.5. Kıkırdak Kostalarda Mineralizasyon ve Kemikleşme	40
2.6. Klavikula Medial Epifizinde Yaşla Birlikte Görülen Değişiklikler	44
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	46
3.1. Çalışma Kapsamı.....	46
3.2. ÇKBT Görüntüleme Protokolü.....	47
3.3. Görüntülerin Değerlendirilmesi.....	48
3.4. İstatistiksel Analiz.....	50
4. BULGULAR.....	51
5. TARTIŞMA	75
5.1. Klavikula Medial Epifizinde Yaşla Birlikte Görülen Değişikliklerin Değerlendirilmesi.....	75
5.2. Kosta Normal Varyasyon ve Anomalilerinin Değerlendirilmesi	79
5.3. Göğüs Ön Duvarı Normal Varyasyon ve Anomalilerinin Değerlendirilmesi.....	81
5.4. Sternum Normal Varyasyon ve Anomalilerinin Değerlendirilmesi....	82
5.5. Kıkırdak kostalarda Yaşla Birlikte Görülen Değişikliklerin Değerlendirilmesi.....	86

5.6. Sternumun Gelişiminin Değerlendirilmesi.....	
6. SONUÇLAR	93
7. KAYNAKLAR	95
8. ÖZET.....	101
9. SUMMARY	103
10. ÖZGEÇMİŞ.....	105

ŞEKİLLER

SAYFA

Şekil 2.1. Farklı kuşaklarda BT aygıtlarının çalışma düzenekleri.....	6
Şekil 2.2. ÇKBT'nin teknik prensibi.....	8
Şekil 2.3. Göğüs kafesi.....	19
Şekil 2.4. Sternumun embriyolojik gelişimi.....	25

RESİMLER

SAYFA

Resim 2.1. Sternum	15
Resim 2.2. 4 yaşında erkek olguda sternum.....	26
Resim 4.1. Scmelling'in sistemine göre Evre 0 klavikula medial epifizi	51
Resim 4.2. Scmelling'in sistemine göre Evre 1 klavikula medial epifizi	51
Resim 4.3. Scmelling'in sistemine göre Evre 2 klavikula medial epifizi	52
Resim 4.4. Scmelling'in sistemine göre Evre 3 klavikula medial epifizi	52
Resim 4.5. Scmelling'in sistemine göre Evre 4 klavikula medial epifizi	52
Resim 4.6. Scmelling'in sistemine göre Evre 5 klavikula medial epifizi	53
Resim 4.7. Sol klavikula medial ucunda balıkağzı anomalisi.....	56
Resim 4.8. Servikal kosta anomalileri.....	59

Resim 4.9. Çatallaşma, köprüleşme ve birleşme anomalileri.....	60
Resim 4.10. Kosta şekil bozukluğu anomalileri	61
Resim 4.11. Pektus ekskavatus ve pektus karinatus anomalileri.....	62
Resim 4.12. Göğüs ön duvarı asimetrik belirginleşmesi ve eğik sternum anomalileri.....	63
Resim 4.13. Göğüs duvarı şekil bozukluğu anomalisi	63
Resim 4.14. Suprasternal kemik ve suprasternal tüberkül anomalileri	66
Resim 4.15. Sternal delik ve yarık anomalileri.....	66
Resim 4.16. Sternal bant, sternal çentik, ksifoidal delik ve sternoksifoidal yalancı delik anomalileri	67
Resim 4.17. Ksifoid kemikte ikili ve üçlü sonlanma.....	70
Resim 5.1. Manubriosternal ve sternoksifoidal birleşmeler	85
Resim 5.2. Kostokondral kalsifikasyonlar	87
Resim 5.3. Manubriumda birden çok kemikleşme merkezi	88
Resim 5.4. Sternum gövde kesiminde farklı sayılarda kemikleşme merkezleri.....	89

TABLolar**SAYFA**

Tablo 3.1. Toraks BT ve BT Anjiyografi tetkiklerinde çekim parametreleri.....	47
Tablo 4.1. Klavikula medial epifizi evrelerinde yaş dağılımları	53
Tablo 4.2. Cinsiyetlere göre klavikula medial epifizi evrelerinde yaş dağılımları	54
Tablo 4.3. Kosta varyasyon ve anomalilerinin görülme oranları	57
Tablo 4.4. Tüm olgularda ve erişkinlerde kosta varyasyon ve anomali oranlarının karşılaştırılması.....	58
Tablo 4.5. Göğüs ön duvarı varyasyon ve anomalilerinin görülme oranları.....	62
Tablo 4.6. Sternum varyasyon ve anomalilerinin görülme oranları.....	64
Tablo 4.7. Tüm olgularda ve erişkinlerde sternum varyasyon ve anomali oranlarının karşılaştırılması.....	65
Tablo 4.8. Manubriosternal birleşmede yaş dağılımları.....	68
Tablo 4.9. Sternoksifoidal birleşmede yaş dağılımları.....	69
Tablo 4.10. Kostokondral kalsifikasyonun geliştiği ve hiç gelişmediği olgularda yaş dağılımları.....	72
Tablo 4.11. Sternum gövde kesimindeki kemikleşme merkezi sayıları ile yaş dağılımları	72

Tablo 4.12. Sternum gövde kesiminde sternebralar arası birleşmelerin yaş dağılımları	73
---	----

Tablo 4.13. Sternum gövde kesiminde tam birleşme olan olgularda yaş dağılımları	74
--	----

GRAFİKLER

SAYFA

Grafik4.1. Klavikula medial epifizi evrelerinin yaşlara göre dağılımları	55
---	----

Grafik4.2. Cinsiyetlere göre klavikula medial epifizi evrelerinde yaş dağılımları	56
--	----

Grafik4.3. Manubriosternal birleşmenin gerçekleştiği olgularda yaş dağılımları (kısmen ya da tam birleşme).....	68
--	----

Grafik4.4. Sternoksifoidal birleşmenin gerçekleştiği olgularda yaş dağılımları (kısmen ya da tam birleşme).....	69
--	----

Grafik4.5. Sternum gövde kesimindeki kemikleşme merkezi sayıları ile yaş dağılımları	73
---	----

Grafik4.6. Sternum gövde kesiminde tam birleşme olan olgularda yaş dağılımları	74
---	----

KISALTMALAR

BT	: Bilgisayarlı Tomografi
ÇKBT	: Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi
EBT	: Elektron Beam Bilgisayarlı Tomografi
MR	: Manyetik rezonans görüntüleme
MPR	: Multiplanar reformat(Çok düzlemli yeniden yapılandırma)
VR	: Volume-rendering (Hacim kazanımlı görüntüleme)
MIP	: Maximum intensity projection (En yüksek yoğunluk gösterimi)
MinIP	: Minimum intensity projection (En düşük yoğunluk gösterimi)
SSD	: Shaded surface display (Gölgeli yüzey gösterimi)

1.GİRİŞ

İskelet sistemini oluşturan kemiklerde, çeşitli patolojilerle karıştırılabilen varyasyon ve anomalilere sıkça rastlanmaktadır. Sternum ve kostalarda da bir çok varyasyonlar izlenebilmekte olup çoğunlukla rastlantısal olarak tespit edilmektedir. Sternal ve kostal varyasyonların radyologlar tarafından bilinmesi, travmaya bağlı kırıklar ya da litik lezyonlar gibi patolojilerle karıştırılmaması açısından önemlidir.

Hastalarda, ilk görüntüleme yöntemi olarak başta akciğer grafileri olmak üzere direk röntgenogramlar sıkça kullanılmaktadır. Dikkatli bir değerlendirme ile direk grafilerin verdiği önemli ipuçları kaçırılmamalıdır. Ardından gereklilik halinde daha ileri bir yöntem olan BT uygulanabilir.

Bununla birlikte sternumun direk röntgenogramlarla değerlendirilmesi zordur ve genelde doğru tanı için BT ya da MRG gibi kesitsel yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Kostaların da direk röntgenogramlar ile değerlendirilmesinde benzer şekilde zorluklar mevcut olup dikkatle incelenmesinde dahi kosta anomalilerini ya da patolojik durumları gözden kaçırmak mümkündür.

Sternum ve kostalar, intrauterin dönemde 6-9. haftalarda kıkırdak şeklinde oluşurlar. Kemikleşmeleri enkontral kemikleşme ile olup intrauterin dönemde başlar ve postnatal dönemde gelişim devam eder. Sternumun gelişimi çok çeşitlilik göstermektedir. Sternumu oluşturan kıkırdak parçalarında farklı sayı ve şekillerde kemikleşme merkezleri gelişmekte, yaş ilerledikçe kemikleşme

merkezlerinin boyutları artmakta ve kendi aralarında da birleşmektedirler. Ayrıca kostokondral bileşkeleri oluşturan kıkırdaklar da zamanla kalsifiye olmakta ve yaş ilerledikçe kalsifikasyon miktarında artış izlenmektedir.

Literatürde sternal kemikleşme merkezlerinin boyutları, zaman içerisinde kendi aralarında birleşmeleri ve kostokondral kalsifikasyonların gelişimi ile hastanın kronolojik yaşı arasındaki korelasyonu araştıran çalışmalar vardır. Ancak araştırmaların çoğu, direk röntgenogramlar ve kadavra çalışmaları ile yapılmıştır.

Klavikula medial epifizinde de yaşla birlikte değişiklikler izlenmekte olup literatürde medial epifizin gelişim evresi ile hastanın kronolojik yaşı arasındaki korelasyonu araştıran çok sayıda, direk röntgenogram ve BT kullanılarak yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Ayrıca literatürdeki kosta varyasyonlarına yönelik çalışmalar, erişkin ve çocuk popülasyonunda, direkt röntgenogram ve kadavra çalışmaları ile yapılmıştır. Kosta varyasyonlarının kanser hastası ve sağlam çocuklardaki sıklığını karşılaştıran çalışmalar da vardır (18). Ancak bu konuda BT ile yapılmış çalışmaya rastlanmamıştır.

Sternal varyasyonlar konusunda, direk röntgen, Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT) ve kadavra çalışmaları ile yapılan araştırmalar vardır. ÇKBT ile yapılmış iki çalışma mevcut olup her ikisinde de erişkin topluluk taranmıştır (14,16).

Bu çalışmada bölümümüzde Ocak 2008-Aralık 2011 tarihleri arasında, 0-30 yaş arası hastalarda ÇKBT ile yapılmış Toraks BT ve Toraks BT Anjiografi incelemeleri retrospektif olarak taranmıştır.

Bu tarama ile;

sternum, kosta ve göğüs ön duvarının normal varyasyon ve anomalilerinin görülme sıklığını,

sternal kemikleşme merkezlerinin sayı ve şekil açısından çeşitliliğini,

sternal kemikleşme merkezlerinde izlenen boyut artışının ve kendi aralarındaki birleşmelerin yaş ve cinsiyet ile olan ilişkisini,

kostokondral kıkırdakların kalsifikasyon miktarının, yaş ve cinsiyet ile olan ilişkisini,

klavikula medial epifizinin gelişim evresinin, yaş ve cinsiyet ile olan ilişkisini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Bilgisayarlı Tomografi

2.1.1.Bilgisayarlı Tomografi Tarihçesi

Tıpta görüntüleme Röntgen ışınlarının keşfi ile fiziksel bir yöntem olarak başlamış, bugün bulunduğu konuma elektronik ve bilgisayar teknolojisindeki aşamalar sonucunda gelmiştir. Bilgisayarlı tomografi (BT) 1963 yılında Amerikalı fizikçi Allan MacLeod Cormack tarafından teorize edilmiştir. İngiliz elektrik mühendisi Godfrey Newhold Hounsfield 1971 yılında beyin görüntülemeyi mümkün kılan ilk BT aygıtını kullanıma sunmuş, A.M. Cormack' ın çalışmaları ise BT ile görüntü rekonstrüksiyonu yapılabilmesine katkıda bulunmuştur. 1979 yılında G.N. Hounsfield ve A.M. Cormack, BT'nin gelişimine büyük katkıları nedeniyle Nobel ödülüne layık görülmüşlerdir (1,3).

1970'li yılların başında sadece beyin görüntüleme için kullanılan BT aygıtları, teknolojinin gelişimine paralel olarak hızlı bir gelişim sürecine girmiştir. Başlangıçta bir kesitin çekim ve oluşumu için 20-25 dakika gerekli iken günümüzde çok kesitli BT'ler sayesinde tüm vücut saniyeler içerisinde görüntülenebilmektedir (3).

BT çalışma prensibi olarak dört birimden oluşur:

1-Kaynak: X ışın tüpü

2-Dedektör: Hastadan gelen ışınları toplar.

3-Bilgisayar: Dedektörden gelen bilgileri alır, depolar ve görünür hale dönüştürür.

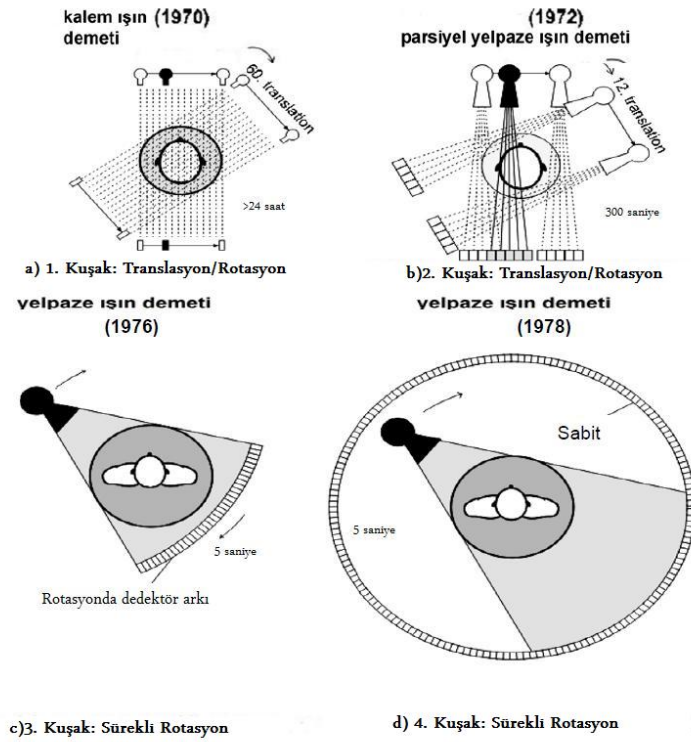
4-Monitör-Ekran: Bilgisayarda oluşan dijital görüntüleri gösterir.

Hounsfield tarafından geliştirilen ilk BT aygıtı 1.kuşak olarak isimlendirilmiştir. 1. kuşak aygıtlarda kalem ışın demeti (pencil-beam x ışını) ve karşılığında tek detektör kullanılıyordu. İncelenecek obje, lineer bir doğrultuda bir uçtan diğerine taranıyor sonra tüp bir derece dönüyor ve obje tekrar lineer olarak taranıyordu. Bu işlem tüp ve detektör 180 derece dönene kadar tekrarlanıyordu. Bu 180 derecelik tek bir dönüşün tamamlanması yaklaşık 4-5 dakika almaktaydı (3).

2. kuşak olarak isimlendirilen aygıtlarda, görüntülemeyi hızlandırmak ve mevcut x-ışını gücünü daha verimli hale getirmek için detektörlerin eklendiği kısmi yelpaze x-ışını (fan-beam) demetinin oluşturulduğu düzenek geliştirildi. Daha hızlı tarama zamanı elde etmenin yanı sıra aynı anatominin birden fazla detektörce izlenmesi sayesinde ayrıntıda artış sağlanmıştır. İlk iki kuşak aygıt da translasyon /rotasyon (çevirme /döndürme) prensibi ile çalışmakta olup bu düzeneklerde radyasyon kaynağı ile detektör, cismi lineer translasyonel hareketle taramakta ve bu hareketi ufak rotasyonlarla tekrar etmektedirler (3).

3. kuşak BT aygıtlarında ise kolime edilmiş yelpaze şeklindeki X ışını demetinin karşısında ışın demetini gören çok sayıda detektör konveks şekilde dizilerek kullanılmaktadır. Tüp ve detektörler birbirleri ile uyumlu olarak incelenecek objenin etrafında tam bir dönüş yapmaktadır (3).

4. kuşak aygıtlarda gantri boşluğunu 360 derece çevreleyen çok sayıda detektör kullanılmaktadır. Bu aygıtlarda detektörler sabittir ve hasta çevresinde sadece X-ışını tüpü döner. Kesit alım süresi 1-2 saniye düzeyine indirgenmiştir (3).



Şekil 2.1. Farklı Kuşaklarda BT Aygıtlarının Çalışma Düzenekleri. (1. kaynaktan alınıp Türkçeleştirilmiştir.)

5. kuşak BT aygıtları Ultrafast BT ya da Elektron Beam BT (EBT olarak adlandırılır. EBT'nin diğer BT cihazlarından en önemli farklılığı, dedektörlerin ve X-ışın tüpünün sabit olmasıdır. Sabit bir kaynaktan çıkan elektron demeti, sistem içerisinde koiller yardımıyla saptırılarak hasta etrafında dönen tungsten anod üzerine düşürülür. Bu aygıtlar ile Konvansiyonel BT aygıtlarında görülen tüp ve

dedektörlerin hareketinden kaynaklanan artefaktlar ile tüp ısınmasına bağlı çekimin durması ortadan kaldırılmıştır. Kesit alım süresi saniyenin altına indirgenmiştir. Daha çok kardiak incelemelerde kullanılmaktadır.

Zaman içerisinde 3.kuşak BT düzenekleri hakim gelmiş olup günümüzde spiral ve çok detektörlü aygıtlarda bu kuşak kullanılmaktadır.

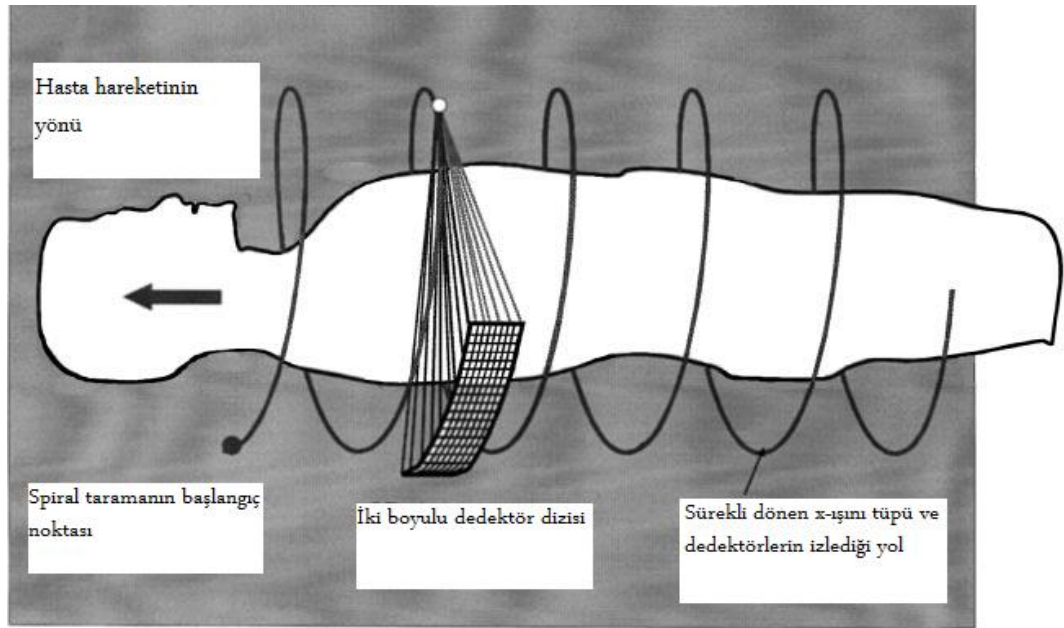
6. kuşak olan Spiral ya da Helikal BT teknolojisi 1980'lerin sonunda ortaya çıkmış olup klinik kullanımı ilk kez Kalender ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir. Gantriye elektrik enerjisi iletimini sağlayan halkasal iletkenler ve fırçalar (slip ring) eklenmiş, x-ışını tüpüne gerekli elektrik enerjisi kablolar yerine bu yolla ulaştırılmıştır. Bu sayede dönüşler arasında bağlantı kablolarının geri sarılması gerekmez böylece tüp detektör donanımı sürekli dönebilir ve sürekli x-ışını oluşması sağlanır. Ayrıca x-ışın kaynağı ve detektörlerin sürekli rotasyonu esnasında hastanın eş zamanlı olarak sabit bir hızda gantri içerisine hareketi sağlanmıştır. Hasta, rotasyon yapan gantrinin içine kaydırıldıkça X-ışını kaynağının izlediği yörünge bir spiral ya da heliks oluşturmaktadır. Bunun sonucunda konvansiyonel BTdeki kesit aralarında masanın ilerlemesi ve tüpün uygun pozisyona gelmesi için kaybolan zaman azaltılmış ve kısa sürede hacimsel tarama yapılabilmiştir. Ayrıca tüp soğutma kapasitelerinin artmış olması ve helikal veriyi planar veriye dönüştürecek interpolasyon algoritmaları da spiral BTdeki teknolojik yeniliklerdir.

Spiral BT ile kısa mesafeler için hasta nefesini tutabildiği sürece, ince kesit ve düşük pitch ($\text{Pitch} = \text{Masa hızı} / \text{Kesit kalınlığı}$) değerleri seçilerek kaliteli

rekonstrüksiyon görüntüler elde edilebilir. Ancak uzun mesafe taramalarda pitch ve/veya kolimasyon artırılmalıdır. Bu da z-eksenindeki (hastanın longitudinal aksı boyunca) çözünürlüğü azaltmaktadır. Kısaca ince kesit tarama yapamaması ve yeterli x-ışını gücü olmaması nedeniyle klinik olarak tatmin edici sonuçlar elde edilememesi sonucunda Çok Kesitli BT geliştirilmiştir (3,4).

2.1.2.Çok Kesitli BT Teknolojisi

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) (“multislice CT”, “multidetector-row CT”, “volume CT”) BT teknolojisinde ulaşılan en son noktadır.(7. kuşak) 1998 yılında 4-kesitli, 2001 yılında 16 kesitli , 2004 yılında ise 64 kesitli BT aygıtları piyasaya sürüldü. Çok kesitli BT sistemlerinde uygulanan çekim prensipleri esasen Spiral BTden farklı değildir. X-ışın tüpü ve dedektörler hasta etrafında 360 derece , birbirleriyle uyumlu dönüş yaparlar (3).



Şekil 2.2. ÇKBT’nin Teknik Prensibi. (2. kaynaktan alınıp Türkçeleştirilmiştir.)

Çok kesitli BT'nin getirisi hastanın longitudinal aksı boyunca (z-ekseni) iki ya da daha çok sayıda detektör dizileri ile donatılmış olması, x-ışın kolimasyonunun genişletilebilmesi ve bunların sonucunda masa hızının arttırılabilmesidir. Böylece kısa inceleme süresinde büyük hacimlerin incelenebilmesi ve ince kesit kalınlığı sağlanabilmektedir. İnceleme süresinin kısalması ile hareket artefaktlarının azaltılması özellikle çocuklarda, travma hastalarında ve acil durumlarda görüntü kalitesinin artmasını sağlamıştır. İnceleme süresinin kısalması ile incelemede kullanılan kontrast madde miktarı da azaltılabilmektedir. İnce kesit alınabilmesi, isteğe bağlı görüntü planının değiştirilebilmesine, çok planlı yeniden görüntü oluşturulması ve üç boyutlu görüntülerin uygun görüntü kalitesiyle elde edilmesine olanak sağlamıştır. İnce kesit kalınlıkları sayesinde görüntülerde uzaysal çözünürlük artarken, kısmi hacim (parsiyel volüm) etkisi azalır.

Detektörler, ÇKBT teknolojisinin ana dayanaklarından biridir. ÇKBT sistemlerinde dedektör, çok sayıda dedektör sırasından oluşturulmuş iki boyutlu bir yapıdır. Farklı firmalar tarafından geliştirilmiş üç ayrı detektör geometri dizaynı mevcuttur.

Matriks detektörlerde, eşit kalınlıkta birbirine paralel yerleştirilmiş birden fazla detektör sırası bulunur. Kullanılan x-ışınının kolimasyonunun değiştirilmesi ya da birbirine bitişik detektör sıralarından alınan sinyalin birleştirilmesi ile farklı kesit kalınlıkları elde edilir.

Adaptif detektörlerde merkezden dış kesimlere gidildikçe detektörlerin genişliği artar.

Hibrid detektörler matriks detektörlere benzemekle birlikte merkezde eşit kalınlıkta ince detektör dizisi kullanılırken, kenarlarda eşit kalınlıkta daha geniş dedektör dizileri içerirler.

ÇKBT düzeneklerinin performansı, kullanılan detektör sayısının artması, x-ışını tüpünün dönüş hızının arttırılması ve pitch'in ($\text{Pitch} = \text{Masa hızı} / \text{Kesit kalınlığı}$) ayarlanabilmesi ile artmaktadır. Bu sayede inceleme süresinin kısaltılması, kesit kalınlığının azaltılması ve incelenen hacmin arttırılması sağlanabilir. Tüpün dönüş hızı, tüpün tek bir rotasyonu tamamlaması için geçen süredir ve tüm ÇKBT düzenekleri 0,8 sn.den daha kısa tüp rotasyon hızına sahiptir.

ÇKBT, görüntü rekonstrüksiyon algoritmalarına bağımlı çalışan sistemlerdir. Spiral BT'de kullanılan algoritma yöntemleri, X-ışınının dedektöre açılı gelmesi nedeniyle artefaktlara yol açmaktadır. Bu artefaktların elimine edilebilmesi için görüntüler farklı algoritmalar ile rekonstrükte edilmektedir.

Spiral BT'den sonra ÇKBT kullanımında hastanın aldığı radyasyon dozunun arttığı yönünde başta genel bir kanı oluşmuştur. Ama yapılan çalışmalar sonucunda çekim parametrelerinin görüntüyü bozmayacak şekilde ayarlanması ile radyasyon dozunun Spiral BT çekimlerinden farklı olmadığı anlaşılmıştır.

ÇKBT düzeneklerinin en önemli sınırlaması özellikle kesit kalınlığı azaltıldığında ortaya çıkan veri fazlalığıdır. Bu verileri yorumlamak ve saklamak

sorun oluşturmaktadır. Elde edilen görüntüleri değerlendirmek için rekonstrüksiyon yapmak gerekli, hatta zorunludur. İki ve üç boyutlu rekonstrüksiyon görüntülerde Multiplanar Reformasyon (MPR- Çok Düzlemli Yeniden Yapılandırma), Maximum Intensity Projection (MIP- En Yüksek Yoğunluk Gösterimi), Shaded Surface Display (SSD- Gölge Yüzey Gösterimi) ve Volume Rendering (VR- Hacim Kazanımlı Görüntüleme) teknikleri kullanılmaktadır. ÇKBT ile hastanın aldığı radyasyon dozu kesit kalınlığının inceltmesiyle artar. Ayrıca kesit kalınlığı azaldıkça görüntülerde gürültü artmaktadır. Gürültüyü azaltmak için rekonstrükte aksiyel ya da MPR kalın kesitlerin oluşturulması önemlidir (3,4).

2.1.3 ÇKBT’de Yeniden Görüntü Oluşturma Yöntemleri

ÇKBT ile elde edilen veriler genellikle çeşitli yöntemler kullanılarak değerlendirilir.

A-Multiplanar Reformasyon (MPR) : Çok Düzlemli Yeniden Yapılandırma

Koronal, sagittal, oblik planlarda yeniden yapılandırılmış iki boyutlu görüntülerdir. Koronal ve sagittal reformatlarda görüntü, görüntülenen düzeydeki vokselin bilgisini içerir. Oblik reformatlarda görüntü birbirine komşu voksellerdeki bilginin işlenmesi sonucu elde edilir. Yani BT vokseli değiştirilmez ve aynı voksellerden değişik planlarda görüntüler elde edilir. Rekonstrüksiyon kalitesi voksel boyutuna bağlı olup izometrik verinin kullanıldığı (örn; aynı derinlik, uzunluk ve yüksekliğe sahip vokseller) durumlarda, tüm görüntüler ana kaynak görüntülerle aynı kalitede olmaktadır. Diğer iki ve üç boyutlu

yöntemlerden farklı olarak MPR ile değişik planlarda oluşturulan rekonstrüksiyonlar kaynak görüntülere ait tüm bilgiyi içermektedir (5).

ÇKBT ile çok ince kesitler alındığında gürültü de artmaktadır. Gürültüyü azaltmak amacıyla bu ince kesitler, bilgisayar tarafından ikisi ya da üçü bir araya getirilerek değerlendirilebilmektedir. Görüntü planına dik birbirine komşu voksellerin ortalaması alınarak kalın MPR görüntüler elde edilir. Kalın MPR görüntülerle imaj gürültüsü uzaysal çözünürlük değişmeden azaltılır. Koronal ve sagittal planlarda görüntü kalitesi kalınlık artırılarak iyileştirilebilir. Ancak, kalınlığın çok fazla artırılması parsiyel volüm etkisi oluşturur (3).

B-Maximum Intensity Projection (MIP) : En Yüksek Yoğunluk Gösterimi,
Minimum Intensity Projection (MinIP) : En Düşük Yoğunluk Gösterimi

MIP yönteminde görüntü, incelemeyi yapanın seçtiği yönde bir düzlem boyunca, ilgilenilen hacimdeki en parlak vokseller seçilerek oluşturulur. İncelenen volüm içerisindeki farklı lokalizasyondaki vokseller birleştirilerek tek bir düzleme indirildiğinden, MIP'te 3 boyutlu değil 2 boyutlu görüntüler elde edilir. Bu nedenle derinlik bilgisi kaybolur ve bu teknikte üç boyutlu ortamdaki komşu yapılarla olan ilişki net ortaya konulamaz. MIP'teki piksel değeri incelenen alandaki en yüksek x-ışını attenuasyonu ile belirlenir. Bu nedenle komşu yapılara göre daha yüksek atenüasyona sahip olan kemikler ve kontrast madde içeren damarlar gibi yüksek dansiteli oluşumlar ön plana çıkarılır. Düşük dansiteli diğer oluşumlar net görülemez.

MinIP yönteminde ise tam tersine düşük dansiteli yapılar güçlendirilir. Bu yöntem diğeri kadar sık kullanılmamaktadır. Safra yollarının görüntülenmesinde kullanılabilir.

C- Shaded Surface Display (SSD) : Gölge Yüzey Gösterimi

Belirlenen yapının üç-boyutlu yüzey görüntüsü elde edilir. Cisimlerin yüzeyine yakın voksellerin seçilen eşik değerleri yardımıyla görüntü oluşturulur. Toplam bilgilerin ancak %10'u kullanıldığından, önemli bir bilgi kaybı söz konusudur.

D-Volume Rendering (VR) : Hacim Kazanımlı Görüntüleme

VR tekniğinde görüntüyü oluşturan tüm voksellerden yararlanılır. VR görüntüler atenuasyon eğrisine bağlı olarak oluşturulur. Belirlenebilen atenuasyon değerlerine göre farklı dokular (yağ dokusu, kas dokusu, kemik yapılar, damarlar) görüntüye dahil edilir. Farklı atenuasyon değerlerine renk kodlamaları uygulanarak farklı dokuların birbirinden ayırt edilebildiği üç boyutlu görüntüler elde edilir. Sadece yüzey bilgisini değil tüm hacim bilgisini de içerir. En önemli özelliği görüntünün çevrilerek farklı açılardan incelenebilmesi ve derinlik bilgisi verebilmesidir. Çoğunlukla iki boyutlu aksiyel imajları üç boyutlu anatomik görüntüler olarak hayal etmek, özellikle radyolog olmayanlar için zor olduğundan bu yöntem özellikle kemik ve damarların görüntülenmesinde sıkça kullanılmaktadır (3,4).

2.2. Sternum ve Kostaların Anatomisi

2.2.1. Sternumun Anatomisi

Göğüs kafesi 12 çift kosta, sternum ve 12 adet torakal vertebranın birleşmesi ile oluşur. Önde sternum ile kıkırdak kostalar, yanlarda kostalar yer almaktadır.

Sternum, göğüs kafesinin ön duvarının orta bölümünü oluşturan, hançer şeklinde uzun spongiöz bir kemiktir. Yetişkinlerde 15-17 cm. uzunluğundadır. Sternum, manubrium (prosternum), gövde (corpus, mesosternum) ve ksifoid kemik (procesus xiphoideus, metasternum) olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır (6).

1-Manubrium Sterni: Sternumun diğer bölümlerine oranla daha geniş ve kalındır. Yetişkinlerde ortalama 5 cm. uzunluktadır. Ön-arka iki yüzü ve 4 kenarı vardır. Üst kenarın orta bölümündeki çentiğe incisura jugularis (suprasternalis) denir. Incisura jugularis'in iki yanında yer alan oval artiküler çukurluklar (incisura clavicularis) klavikula ile eklem yapar. Incisura clavicularisin alt tarafında, dış yan kenarlarda bulunan çentiklere incisura costalis I adı verilir ve her iki yanda 1. kostalar ile eklemleşir (6). Manubrium sterni, corpus sterni (gövde) ile synchondrosis manubriosternalis isimli fibrokartilaginöz bir eklem yapabilirler. Bazen de kısmen ya da tamamen birleşirler (7). Bu birleşke hizasında her iki yanda 2. kostalar ile eklemleşir. Manubrium sterni ile gövdenin birleşmesi, açıklığı arkaya bakan bir açılanma (angulus sterni-Louis açısı) ile sonuçlanır.

Angulus sterni önemli bir nokta olarak klinikte kullanılmakta olup T4-5 intervertebral disk aralığı hizasında bulunmaktadır (6).

2- Gövde kesimi (Corpus sterni): Sternumun en uzun bölümü olup manubriumdan daha ince ve dardır. Ön-arka iki yüzü, sağ- sol iki kenarı, üst-alt iki ucu vardır. Ön yüzünde gövdeyi oluşturan dört sternebranın birleşme yerleri olan üç yatay çizgi mevcuttur. Sağ ve sol kenarlarda kostaların tutunduğu incisura costalesler bulunur (6). Daralan alt ucu ksifoid kemikle birleşir ve synchondrosis xiphosternalisi yapar (7). Bazen de, tıpkı manubriosternal bileşke gibi, kısmen ya da tamamen birleşirler. Kadınlarda sternumun gövdesi, erkeklere göre genelde daha kısa ve incedir (8).

3- Ksifoid kemik (Processus xiphoideus): Synchondrosis xiphosternalis ile gövde kesimine bağlanan, sternumun en küçük ve en çok varyasyon gösteren bölümüdür. Genelde çocukluk çağlarında hyalin kıkırdak yapısında olan ksifoid parça zamanla belli oranda kemikleşir (6). Kostalarla eklem yapmaz (7).



Resim 2.1. Sternum.

(Yukarıdan aşağıya manubrium, gövde kesimi ve ksifoid kemik)

Ksifoid kemik farklı şekillerde karşımıza çıkabilmektedir. Öne eğimli (%65.4), arkaya eğimli (%0.6), proksimalde dışa distalde içe eğimli (%0.8) ya da gövde kesimi ile aynı düzlemde (%33.2) olabilirler (16).

Ksifoid kemik, serbest olan alt ucunun sonlanma şekline bağlı olarak da tiplendirilebilir. Tek, çift ya da üç parçalı olarak sonlanabilir. Toplumda tek sonlanma %62.8, çift sonlanma %32.8, üçlü sonlanma %4.6 bulunmuştur (16).

Ksifoid kemiği, kemikleşme şekline göre de tiplere ayırabiliriz. Tam ya da kısmi kemikleşme görülebilir. İleri yaş hastalarda da (70-80 yaş) kısmi kemikleşme izlenebilir (16).

2.2.2.Kostaların anatomisi

Kostalar, göğüs kafesinin büyük bölümünü meydana getiren uzun, ince, eğri spongioz kemiklerdir. İnsanda normal olarak oniki çift kosta vardır. Bu sayı nadiren bulunan servikal kosta ya da lumbal kostalarla artabildiği gibi, 12. kosta agenezisi (yokluğu) ile daha da azalabilir (6). Kosta arka kesimleri yatay, ön ve yan kesimleri ise oblik seyir gösterirler.

Kostalar, sternuma bağlanma özelliklerine göre gruplara ayrılırlar.

1-Gerçek kostalar: Kıkırdak bölümleri (cartilago costalis) ile doğrudan sternuma bağlanan ilk yedi çift kostaya gerçek kostalar adı verilir. Arka uçları ile torakal vertebralara, ön uçları ile sternuma bağlanırlar. Gerçek kostaların uzunlukları, aşağı doğru indikçe artar (6).

2-Yalancı kostalar: Son beş çift kosta için kullanılan terimdir. İlk üç çiftin (8-9-10. kostalar) ön uçları 7. kosta kıkırdaklara bağlanarak dolaylı olarak sternuma tutunurlar. Son iki çiftin (11-12. kostalar) ön uçları serbesttir. Bu nedenle son iki çift kosta, yüzen kostalar olarak adlandırılırlar (6).

Kostalar iki bölümden oluşur. 1) Os costale (Kemik kosta) 2) Cartilago costalis (Kıkırdak kosta)

Göğüs omurları ile eklem yapan arka bölümü kemik kosta olarak adlandırılır. Kostonun hyalin kıkırdak yapısındaki ön bölümleri üst yedi kostayı sternuma tuttururlar. 8., 9. ve 10. kıkırdak kostalar ortak bir kıkırdak yapı ile 7. kıkırdak kostaya tutunurlar. 11 ve 12. kıkırdak kostalar karın kasları içinde sonlanırlar (7).

Kıkırdak kostalar, toraks duvarlarının elastikiyetine ve hareketliliğine önemli katkıda bulunurlar. Yaşlılıkta yüzeysel olarak kalsifikasyonu sonucu elastikiyetlerini kaybetme eğilimi vardır (7). Kıkırdak kostalarda yaşla birlikte görülen kalsifikasyonlar, heterotopik kalsifikasyon nedeniyle değil gerçek kemikleşme nedeniyle ortaya çıkmaktadır (34).

Kostaların kemik bölümleri genel özellikleriyle birbirine benzerler. Bu sekiz çift kosta için “Tipik kosta”lar terimi kullanılır. 1., 2., 11. ve 12. kostalara farklı özellikleri nedeniyle “Atipik kosta”lar denir (6).

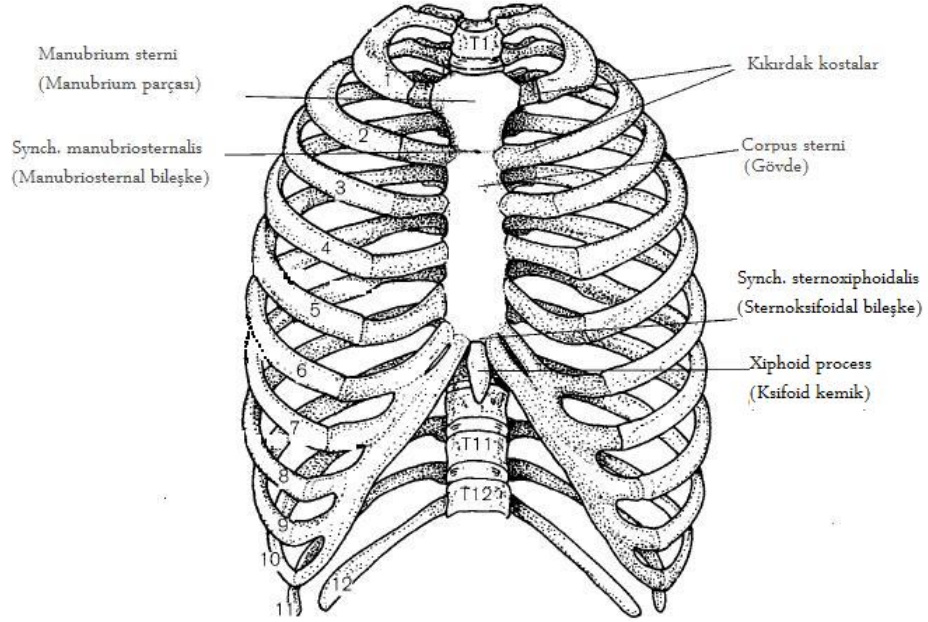
Tipik kostaların özellikleri:

Tipik bir kemik kostanın, *extremitas dorsalis* (Arka uç), *corpus costae* (Kosta gövdesi) ve *extremitas ventralis* (Ön uç) olmak üzere üç bölümü vardır (6).

a) *Extremitas dorsalis* (Arka uç): Hafif genişlemiş ucu *caput costae* (kosta başı) olarak adlandırılır. Kosta başı, torakal vertebra korpusu ile eklemleşen *facies articularis capitis costae*'ya sahiptir. Kosta başının dış tarafındaki 1-2 cm.'lik dar, yassı ve sağlam bölüme *collum costae* (kosta boynu) denir. Kosta boynu ile gövdesinin geçiş yerinin posterolateralinde belirgin bir kabarıklık (*tuberculum costae*) bulunmakta olup torakal omurların *processus transversus*ları ile eklem yaparlar (6).

b) *Corpus costae* (Kosta gövdesi): Kemik kostanın ince, yassı ve en uzun bölümüdür. İç ve dış olmak üzere iki yüzü, üst ve alt olmak üzere iki ince kenarı vardır. Üst kenar kalın, alt kenar keskindir. Alt kenara yakın olarak iç yüzde, gövde boyunca uzanan olukta interkostal arter, ven ve sinirler bulunmaktadır. Kosta gövdesinin öne doğru yaptığı keskin kavise *angulus costae* (kosta açısı) denir (6).

c) *Extremitas ventralis* (Ön uç): Kıkırdak kostalarla eklemleşecek oval, konkav bir eklem yüzüne sahiptir (6).



Şekil 2.3. Göğüs Kafesi. (13. kaynaktan alınıp Türkçeleştirilmiştir.)

Atipik kostaların özellikleri:

a) Costa prima (1. Kosta): Tüm kostaların en geniş, en kavisli ve gerçek kostaların en kısıdır. Eklem yüzüne sahip küçük bir baş kesimi vardır. Boyun kısmı yuvarlak olup dışa doğru genişler. Geniş ve belirgin olan tuberculum costae yukarıya ve arkaya yöneliktir. 1. Kosta yukarıdan aşağıya yassı olduğundan gövdesinin üst ve alt iki yüzü, iç ve dış iki kenarı vardır. Üst yüzün iç kenara yakın olan bölümüne scalenus anterior kası tutunmaktadır. Üst yüzde bu hizanın ön tarafında subklavian venin, arka tarafında ise subklavian arter ile pleksus brachialisin trunkus inferiorunun geçtiği oluklar bulunmaktadır. Alt yüz düz olup

sulcus costae (oluk) içermez. Ön ucu diğer kostalardan daha geniş ve kalındır (6,7).

b)Costa secunda (2. Kosta): 1. Kostadan daha incedir. Küçük bir başı, yuvarlak bir boynu ve tuberculum costası vardır. Gövdenin dış yüzü süperolaterale bakar ve bu yüzün ortalarına doğru serratus anterior kası tutunur. İç yan yüz düz olup inferomediale bakar. Arka bölümünde kısa ve sık bir sulcus costae (oluk) bulunur (6).

c)11 ve 12. Kostalar: Baş kesiminde geniş bir eklem yüzüne sahiptirler. Boyun kesimi ve tuberculum costaları yoktur. 11. Kostada çok az bir açılanma ile sık bir oluk mevcut olduğu halde 12. Kostada bu özellikler bulunmaz . Her iki kostanın ön uçları oldukça incedir (6).

Kostaların üst yüzleri normalde düzdür ve arka-ön radyografilerde, tüm kosta boyunca iyi sınırlı olarak izlenirler. Ancak nörovasküler demetin çentiği kosta alt kenarını inceltmekte ve sonuç olarak da arka-ön radyografilerde alt kenar, bazı kesimlerde belirsiz olarak izlenir. Bu bulgu simetriktir ve çoğunlukla orta kostaların arka yaylarında görülürler. Görünüm erozyona yol açan patolojilerle karıştırılmamalıdır (23).

Sternum ve kostaların eklemleri:

1) Kostovertebral eklemler:

1a) Kosta baş kesiminin yaptığı eklem: 1.,10., 11. ve 12. kosta baş kesimi, kendi düzeylerinde bulunan vertebra gövdesi ile, 2-9. kostaların baş kesimi ise

kendi düzeylerindeki ve bir üstteki vertebranın gövdesi ile sinovyal eklemler yaparlar (7).

1b) Tuberculum costanın yaptığı eklem: Tuberculum costa kendi düzeyinde bulunan vertebranın processus transversus ile sinovyal eklem yapar. 11 ve 12. kostalarda tuberculum costae bulunmadığından bu tip ekleme sahip değildirler (7).

2) Kostokondral eklem: Kartilaginöz eklemler olup hareket etmezler (7).

3) Sternokostal eklem: 1.kıkırdak kosta, manubrium sterni ile sinkondroz tipi eklem yapar ve hareket etmez. 2. kıkırdak kosta, manubrium sterni ve sternum gövdesi ile hareketli sinovyal bir eklem eklem yapar. 3-7. kıkırdak kostalar sternumun dış kenarı ile sinovyal eklemler yaparlar. 6, 7, 8, 9 ve 10. kıkırdak kostalar birbirleriyle küçük sinovyal eklemler yaparlar. 11 ve 12. kıkırdak kostalar karın kaslarının içinde yer aldıklarından bu ekleme sahip değildirler (7).

4) Sternoklavikular eklem: Sellar tip bir sinovyal eklemdir. Eklem yüzleri arasında disk bulunur (8).

5) Sternal sinkondroz: Manubriosternal sinkondroz, manubrium ile gövde kesimi arasında bulunan fibrokartilaginöz bir eklemdir (6). Solunum sırasında çok az miktarda hareket yapar. Sternoksifoidal sinkondroz, ksifoid kemik ile gövde kesimi arasında bulunan kartilaginöz bir eklemdir (7).

2.3. Sternum, Kostalar ile Klavikulanın Embriyolojik ve Postnatal gelişimi

İskelet sistemi, mezoderm ve nöral krest hücrelerinden gelişir. Notokord ve nöral tüp şekillenirken bu yapıların hemen yanında bulunan intraembriyonik mezoderm iki kolon halinde paraksiyal mezodermi oluşturmak üzere kalınlaşır (9). Fetal 3.haftanın sonuna doğru paraksiyal mezoderm, baş bölgesinde somitomer, oksipital bölgeden kaudale doğru da somit adıyla bilinen segmenter doku blokları oluşturur. Her bir somit daha sonra ventromedial (sklerotom) ve dorsolateral (dermomyotom) parçalara ayrılırlar (10).

Fetal 4. haftanın sonunda sklerotom hücreleri polimorf bir görünüme bürünerek, mezenşim ya da embriyonik bağ dokusu olarak bilinen gevşek bir doku örgüsü meydana getirirler. Mezenşimal hücreler de fibroblast, kondroblast ve osteoblast hücrelerine farklılaşır (9). Vertebra ve kostalar bu yolla sklerotom hücrelerinden gelişir (10).

Dermomyotom ise daha sonra farklılaşarak myoblastları ve dermis elemanlarını oluşturur (9).

Gelişimin 4. haftasında, sklerotom hücreleri, spinal kord ve notokordu çevrelemek üzere yer değiştirirler. Bu yer değişimi, sklerotom hücrelerinin aktif migrasyonundan ziyade çevre yapıların değişik yönlere büyümeleri ile gerçekleşir. Prekartilajinöz ya da mezenkimal fazda sklerotomun mezenkimal hücrelerinin bir kısmı vertebra korpus, intervertebral diski ve ligamentleri oluşturmak üzere notokord çevresine, bir kısmı vertebra posterior elemanlarını oluşturmak üzere nöral tüp çevresine ve bir kısmı ise vertebra korpus

laterallerinde kostaları oluşturan kostal proçeslere farklılaşmak üzere gövde duvarına migrate olurlar. Nöral tüp, medulla spinalisi oluşturur. Notokord, gelişen vertebra korpusu içerisinde dejenere olur (9).

Kostalar torasik vertebraların kostal çıkıntılarında oluşmaya başlarlar. Diğer bir deyişle köken aldıkları embriyonik doku paraksiyal mezodermin sklerotom bölümüdür. Embriyonik dönemde kıkırdaklaşır ve fetal dönem boyunca 1. kostadan başlayarak aşağı doğru sırayla kemikleşirler. Kostal proçes ve vertebra bileşkesinin yerini kostovertebral eklem alır (9). Kostalar tüm vertebralarda oluşmaya başlar. Ancak servikal, lumbar, sakral ve koksigeal vertebralardan gelişen kostalar küçük kalır ve zamanla gelişen korpusla birleşirler. Torasik vertebralardan gelişen kostalar ise büyür, göğüs duvarı boyunca gelişir ve anteriorda sternal kıkırdaklarla birleşirler. Vertebral kolon ve kostaların kemikleşmesi fetal 8. haftada başlar, çocukluk boyunca devam eder ve erken erişkinlikte tamamlanır (11). Kostaların sekonder ossifikasyon merkezleri ise baş kesiminde eklem ile ilişkili olmayan yüzey komşuluğunda 12-14 yaşlarda, baş kesiminde eklem ile ilişkili olan yüzey komşuluğunda ise 18 yaşlarında oluşmaya başlar. 17-25 yaşlarında epifiz tamamen birleşir (13).

Klavikula, kemikleşmesi mezenşim dokudan membranöz kemikleşme yoluyla başlayan, sonra enkondral kemikleşmenin de katıldığı, medüller kanal içeren bir uzun kemiktir. 5-6. fetal haftalarda medial ve lateral olmak üzere iki primer kemikleşme merkezi ortaya çıkar. Doğum sonrasında klavikula akromial ve sternal uçlarında enkondral kemikleşme merkezleri olan sekonder kemikleşme

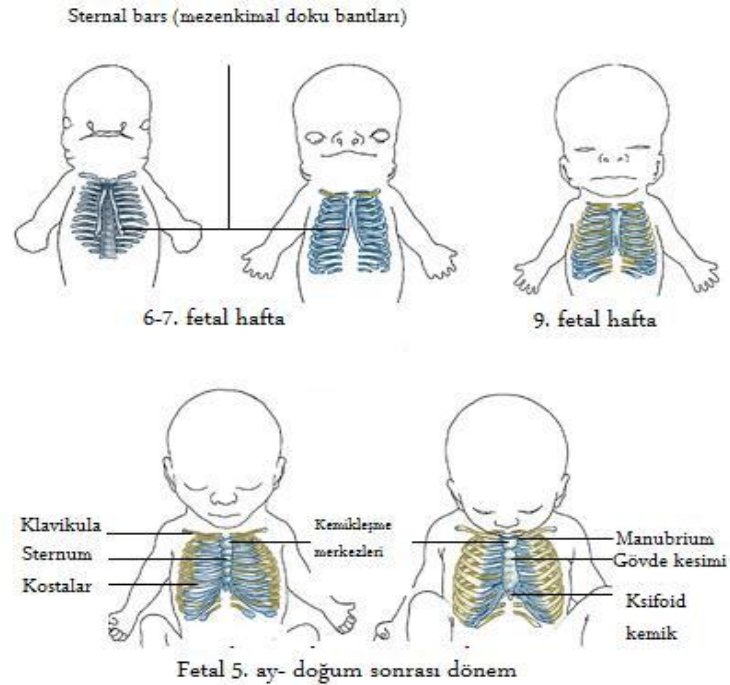
merkezleri ortaya çıkar ve klavikulada membranöz ve enkondral kemikleşme alışılmadık biçimde beraber devam eder. Kemiğin uzunlamasına büyümesinde en büyük katkıyı fetal ve doğum sonrası dönemde devam eden membranöz kemikleşme sağlamaktadır. Sternal uçta gelişen sekonder epifizyal kemikleşme merkezi, geç adölesan dönem ile hayatın üçüncü dekadında, kronolojik yaş hesaplanmasında kullanılan bir alandır. 11-22 yaşlar civarında epifiz oluşmaya başlar. 20 yaş civarında ise epifiz metafizle tamamen birleşir ve epifiz hattı kaybolur (43).

Sternum ise vücut ön duvarında, kostalardan bağımsız olarak somatik mezoderminden gelişir (10). 6. hafta boyunca göğüs ön duvarında iki taraflı sternal bar olarak tanımlanan uzunlamasına mezenkimal doku bantları oluşmaya başlar. Bu sternal barlar 7. fetal haftada kosta kıkırdakları ile birleşirler ve bu sırada orta hatta doğru birleşmek üzere hareket ederler. Bu esnada kıkırdaklaşma gerçekleşir. Orta hatta sternumu oluşturmak üzere yukarıdan başlayarak aşağı doğru birleşirler (9). Birleşme fetal 9. haftada tamamlanır (12-13). Orta hatta birleşme, kalp normal yeri olan göğüs boşluğuna inmeden tamamlanmalıdır. Aksi halde kalp, göğüs boşluğu dışında kalacak ve ectopia cordis denilen durum ortaya çıkacaktır. Nadir görülen bir anomali olan sternal yarık anomalisi, ectopia cordis ile güçlü bir şekilde ilişkili olup sternumda görülen gelişimsel bozukluklarla doğumsal kalp hastalıkları arasında bağlantı olduğunu söyleyebiliriz (13). Orta hatta birleşen sternal barlar, sternebra adı verilen parçalara ayrılırlar ve bu parçalarda kemikleşme merkezleri, yukarıdan başlayarak aşağıya doğru gelişir (Resim 2.2.). Her ne kadar sternumun embriyolojik gelişimi kostalardan bağımsız bir şekilde

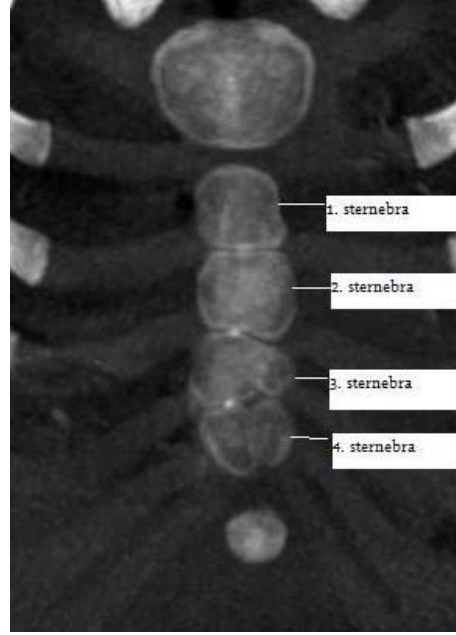
başlıyor olsa da, ileri aşamalarda kostalarla etkileşim mutlaka gerçekleşmektedir. Kosta uçları sternumu sınırlamakta ve sternebralara ayrılmayı sağlamaktadır (13).

Sternal kemikleşme merkezlerinin gelişiminin, sternal barların birleşmesi tamamlanmadan önce başladığını ve bu durumun özellikle alt seviyelerde olmak üzere, bazı sternebralarda izlenen birden fazla kemikleşme merkezini açıkladığını savunan araştırmacılar da vardır (13).

Zamanla kemikleşme merkezlerinin boyutları artar ve kendi aralarında birleşmeler sonucu sternum olgun halini almaya başlar. Kemikleşme merkezlerinin orta hatta birleşmeleri de önce yukarı seviyelerden başlar ve birleşme aşağı doğru ilerler. Kemikleşme fetal 5. aydan itibaren doğum sonrasına dek devam eder (12-13).



Şekil 2.4. Sternumun Embriyolojik Gelişimi.
(11. kaynaktan alınıp Türkçeleştirilmiştir.)



Resim 2.2. 4 Yaşında Erkek Olguda Sternum.

(1. ve 2. sternbralarda bir, 3. ve 4. sternbralarda iki kemikleşme merkezi mevcut. 2. ve 3. sternbralar ile 3. ve 4. sternbralar arasında hafif derecede birleşme izleniyor. 3. sternbradaki kemikleşme merkezlerinde hafif derecede birleşme başlamış. 4. sternbradaki kemikleşme merkezlerinde birleşme henüz başlamamış.)

Manubrium sterni en önce gelişen kısımdır. Daha sonra sternal gövde, en son ksifoid kemik gelişir. Manubriumda birden fazla kemikleşme merkezi nadir görülen bir durum değildir. Doğum sonrası 6. ay itibariyle manubrium yuvarlak halinden normal şekline dönüşmeye başlar (11,13).

Sternumda farklı düzeylerde yani sternbralardaki kemikleşme merkezlerinin birleşme zamanları ve kronolojik yaş arasındaki ilişkiyi araştıran çok sayıda çalışma vardır. Çalışmalarda birleşmenin önce en alt seviyeden

başladığı sonra sırasıyla üst seviyelerde devam ettiği saptanmıştır. Kadavra çalışmaları ya da radyografi yöntemleriyle gerçekleştirilmiş bu çalışmalarda, sternebralar arasında tam birleşmenin 3. ve 4. seviyeler arasında 4-15 yaş, 2. ve 3. seviyeler arasında 11-21 yaş, 1. ve 2. seviyeler arasında ise 15-21 yaş civarında olduğu bildirilmiş olup çalışmalarda çok farklı sonuçlar mevcuttur.

Manubriosternal ve sternoksifoidal birleşme zamanları konusunda, çalışmalarda farklı tarihler bildirilmektedir. Örneğin sternoksifoidal birleşmenin, bir çalışmada en erken 50 yaş, başka çalışmada ise 20 yaş civarı görüldüğü belirtilmektedir (44,13). Ayrıca kadın ve erkek cinsiyette, birleşme paternlerinde fark olmadığı ancak birleşme zamanında fark olduğu belirtilmiştir (44,45,13). Literatürde sternum boyutları ve sternumdaki kemikleşme merkezi alanlarının toplamı ile yaş ve cinsiyet arası ilişkiyi araştıran çalışmalar da vardır (44,46).

Gelişim sürecindeki herhangi bir aksaklık çeşitli sternal anomalilere yol açabilir. Örneğin gelişimin her hangi bir aşamasındaki yavaşlama ya da durma tek başına veya sendromlarla birlikte görülebilen anomalilerle sonuçlanabilir. Erken gelişen sinositoz ise küçük ve deforme sternuma yol açabilir. Parçalı manubrium, Down sendromlu çocuklarda sık görülen bir bulgudur (19).

Kemikleşme merkezlerinin her zaman orta hatta ortaya çıkmamaları ve birleşmelerinin düzensiz olabilmesi nedeniyle, direk radyogramlarda kostalar ile üst üste gelen kemikleşme merkezleri, iyileşmekte olan kırık ile karıştırılabilir. Radyologlar ve pediatristlerin bu konuyu bilmeleri ve akıllarında bulundurmaları gerekmektedir. Böyle bir durumla karşılaşıldığında, ileri araştırmalara

başvurmadan, önce direk radyogramın tekrarı ya da oblik görüntülerin alınması yollarına gidilmelidir (25).

2.4. Sternum, Kosta ve Göğüs Ön Duvarı Normal Varyasyon ve Anomalileri

İskelet sistemini oluşturan kemiklerde, çeşitli patolojilerle karıştırılabilen varyasyon ve anomalilere sıkça rastlanmakta olup sternum ve kostalarda da, çoğunlukla rastlantısal olarak tespit edilen varyasyonlar izlenebilmektedir. Varyasyon tür içerisinde gözlemlenen ancak fonksiyon bozukluğuna yol açmayan farklılıklar anlamına gelmektedir. Anomali ise anatomik bir yapının şeklinin ve fonksiyonunun anormal olması demektir. Varyasyon ve anomaliler genelde aynı anlamda kullanılmakta olup klinik semptomaya yol açan durumlarda daha sıklıkla anomali terimi tercih edilmektedir.

Sternal ve kostal varyasyonların hekimler tarafından bilinmesi, travmaya bağlı kırıklar ya da patolojilerle karıştırılmaması açısından önemlidir.

2.4.1. Sternal anomali ve varyasyonlar

- 1-Suprasternal (episternal) kemik
- 2-Suprasternal (episternal) tüberkül
- 3-Manubriosternal ya da sternoksifoidal birleşme
- 4-Sternal sklerotik bant
- 5-Sternal yarık (cleft)
- 6-Sternal delik (foramen)

7-Sternal kortekste fokal defekt-çentik

8- Ksifoid parçanın yokluğu

9- Ksifoidal delik (foramen), yarık (cleft)

10-Sternal yalancı delik (psödoforamen)

11-Şekil bozuklukları

Sternal varyasyon ve anomalileri ayrı ayrı ele alacak olursak;

1-Suprasternal (episternal) kemik: Manubrium sterni üst kenarı ya da üst kenar arka komşuluğunda, aksesuar kemik ya da kemikler bulunabilir. Bu kemikler fazladan kemikleşme merkezleri olarak gelişen ama sonuçta manubrium ile birleşmeden kalan kemikciklerdir. Tek ya da çift taraflı olabilirler. Radyografilerde saptanmaları zordur. Ancak BT’de açıkça görülebilirler. Damar kalsifikasyonlarından, kalsifiye lenf nodlarından, kırık parçalarından ve yabancı cisimlerden ayırmak ve doğru tanıyı koymak için, bu anomalinin tanınması gerekir (15). Toplumda %4.1 oranında izlenmektedir (14).

2-Suprasternal (episternal) tüberkül: Manubrium sterni üst kenarı komşuluğundaki aksesuar kemik ya da kemiklerin manubriumla birleşmesi sonucu görülen çikintidir. Toplumda %4 oranında izlenmektedir (14).

3-Manubriosternal ya da sternoksifoidal birleşme: Tam ya da kısmi birleşme görülebilir. Osteodejeneratif süreç olmaksızın görülmeleri normal varyasyon olduklarını desteklemektedir. Toplumda görülme sıklıkları görece yüksek olup %30-43 civarındadır (14,16).

4-Sternal sklerotik bant: Orta hatta füzyone olan sternal barların birleşme yerlerinde dikey sklerotik hatlar şeklinde görülürler. Sternal bantlar manubriumda çoğunlukla üst kesimde, gövde kısmında ise çoğunlukla alt kesimde görülmektedir. Ksifoid kemikte ise sklerotik banda rastlanmamıştır. Bazen sternal yarıklarla birlikte görülebirlirler. Toplumda görülme sıklıkları %37 civarındadır (14).

5-Sternal yarık (cleft): Orta hatta sternal barların birleşmemeleri sonucu gelişen dikey yarıklardır. Genelde manubriumda saptanan yarıklar üst kesimde, gövde kesiminde saptanan yarıklar ise alt kesimde izlenmektedir. Toplumda görülme sıklıkları düşük olup %1,5 civarındadır (14). Komplet ya da inkomplet formları görülebirlir. Komplet formları çok daha nadir görülmekte olup torakal ve torakoabdominal ectopia cordis ya da Cantrell pentalojisi ile ilişkilidirlir (15). Bu anomalinin gelişiminde etyopatogenez bilinmemektedir ancak orta hat mezodermal yapılarının erken ayrılmaları sonucu sternal barların orta hatta birleşmemeleri sebep olabilir (19).

6-Sternal delik (foramen): Sternebraların tamamen birleşmemeleri sonucu, sternumun alt 1/3'lük kesiminde gelişen yuvarlak deliklerdir. Sternal sklerotik bant ve yarık birlikteliği sıktır. Toplumda görülme sıklıkları %4,5 civarındadır. Bir hastanın sternal deliği olduğunun bilinmemesi, akapunktur ya da sternal kemik iliği aspirasyonu işlemlerinde ölümcül kalp hasarlarına yol açması bakımından çok risklidir (14).

7-Sternal kortekste çentik (fokal defekt): Görünüm henüz yeni kapanmış bir sternal deliği andırır. Genelde sternum arka yüzünde ve alt kesimde görülmüşlerdir. Toplumda %8 civarında saptanmışlardır (14).

8- Ksifoid parçanın yokluğu

Ksifoid parçanın toplumda %32 ve %1.1 oranında olmadığını bildiren yayınlar mevcuttur.(14,17)

9- Ksifoidal delik (foramen), yarık (cleft): Ksifoid kemikte delik, sternumun diğer kesimlerinden daha sık, %27-43 civarı bulunmuştur. Ksifoidal yarık ise % 2 civarı bulunmuştur (14,16).

10-Sternal yalancı delik (pseudoforamen): Manubriosternal ve sternoksifoidal birleşmenin tam olmaması sonucu gelişen deliklerdir. Toplumda %1,2-3,6 civarında saptanmışlardır (14,16).

11-Şekil bozuklukları: Manubrium ve sternum gövde kesimindeki kemikleşme merkezleri arasında füzyonun gerçekleşmemesi sonucu birleşmemiş parçalar bu görünümü oluşturabilir. Ya da Poland sendromu gibi sendromlarda göğüs kafesi ile beraber sternumda da şekil bozuklukları izlenebilir (14).

2.4.2.Kosta varyasyon ve anomalileri

Çok nadiren klinik önemi olmalarına rağmen, gereksiz endişelerden ve ileri incelemelerden kaçınmak için, kostaların doğumsal anomali ve varyasyonlarının radyologlar tarafından bilinmesi gerekmektedir (23).

Kosta anomalileri tek başlarına bir bulgu olabileceği gibi bazı sendromların bir parçası olarak da karşımıza çıkabilirler.

Kosta anomalilerini dokuz ana grup altında toplayabiliriz:

- 1) Servikal kot anomalileri
- 2) 12. Kosta yokluğu
- 3) Lumbar Kosta
- 4) Birleşme ve köprüleşme (Synostosis ve briging)
- 5) Çatallaşma (Bifurcation-Bifid kosta)
- 6) Parçalı kosta (Segmentation)
- 7) Kosta şekil anomalileri
- 8) İntratorasik kosta
- 9) Pelvik kosta

Kosta varyasyon ve anomalilerini ayrı ayrı inceleyecek olursak:

1) Servikal kosta anomalileri:

C7 vertebra düzeyinde izlenen kostaya servikal kosta adı verilmektedir. C6 vertebra düzeyinden kaynaklanan servikal kosta çok daha nadirdir. Servikal kostalar normal kostalardan daha küçük ve ince, kalıntı halinde görülebilir. 1. kosta ile köprüleşebilir ya da birleşebilirler. Bunun dışında servikal kosta iki parçalı olabilir. Ayrıca C7 vertebra'nın normalden uzun transvers parçası da servikal vertebra olarak adlandırılmaktadır (18). Toplumda % 0.2-8 civarında

bulunmaktadır (23). Servikal kostalar, subklavian arter, brakial pleksusun somatik dalları ile sempatik sinirlere bası yaparak boyun ağrısı, parestezi ve üst ekstremitelerde damar tıkanıklığı bulgularının görülebildiği Torasik Outlet sendromuna yol açabilirler. Bası bulguları servikal kostanın kendisi ya da servikal kosta ile 1. kostayı bağlayan banta bağlı olabilir. Literatürde subklavian arterde ciddi bası sonucunda anevrizmanın geliştiği bildirilen servikal kosta olgusu mevcuttur (27). Ancak büyük çoğunluğu klinik bulgu vermez ve başka nedenlerle elde olunan radyogramlarda saptanırlar. Çoğunlukla iki taraflı ve asimetriklerdir. Çoğu insanda, servikal kosta tek başına bir bulgudur. Ancak bazı sendromlarla, özellikle de Klippel- Feil sendromu, Simpson-Golabi-Behmel sendromu ile cleidocranial displaziyle birlikteliği ve genetik geçişi bildirilmiştir. Kadınlarda erkeklerden üç kat fazla saptanmaktadır (19).

2) 12. Kosta yokluğu:

T12 vertebra düzeyinde izlenmesi gereken kostanın olmadığı durumdur. Toplumda %7 civarında bulunmaktadır (18). Kosta varyasyonları çok çeşitli sayıdaki metabolik hastalığın veya konjenital bir sendromun parçası olabilirler . Özellikle Down sendromunda 12. kostanın yokluğuna sık rastlanmakta ve bu oran %11-33 arasında verilmektedir (21,26). Ayrıca cleidocranial displazi, campomelic displazide ve serebrokostomandibular sendromda da görülebilir (26). 12. kosta, nefrektomi ya da adrenalektomi operasyonu sırasında önem arz eden bir rehber nokta olup geleneksel olarak uygulanan minimal suprakostal veya transkostal insizyon, 12.kosta üzerinden yapılmaktadır. Planlanan bir renal veya adrenal

operasyon öncesi bir batın grafisi çekilmesi ve 12. kostanın durumunun değerlendirilmesi önerilir. Çünkü ilgili 12. kostanın hipoplazik veya aplazik olması gözden kaçırılırsa, yapılan standart insizyonda 11. kostanın seviyesi kullanılacaktır ve buradan yapılacak bir kesi ile yanlışıklıkla göğüs boşluğuna girilme riski bulunmaktadır (20).

3) Lumbar Kosta:

L1 vertebra düzeyinde olmaması gereken kostanın izlendiği durumdur. Toplumda %1 civarında saptanmıştır (18). Trizomi 21 sendromu ve VATER asosiasyonu ile birlikte görülebilir (26).

4) Birleşme ve köprüleşme (Synostosis ve bridging)

Birleşme (synostosis), bir kostanın komşu kosta yayı ile direk olarak aracısız; köprüleşme (bridging) ise arada bir kemik bağlantı ile birleşmesidir. Birleşen ya da köprüleşen kostalarda, olağan aksından sapmalar ve şekil bozuklukları eşlik edebilir. Ayrıca birleşen ya da köprüleşen kostalarda yalancı eklemleşmeler de izlenebilir. Toplumda %0.3 oranında bulunmaktadır (18). Birleşme ve köprüleşme anomalileri muhtemelen segmentasyon defektleri ile ilişkilidirler çünkü çoğunlukla vertebral segmentasyon anomalileri ile beraber görülürler (23).

5) Çatallaşma (Bifurcation-Bifid kosta):

Kosta yayının ikiye ayrılması olarak tanımlanabilir. İkiye ayrıldıktan sonra tekrar birleşebilir ya da komşu kosta yayı ile birleşebilirler. Toplumda %0.7

oranında saptanmıştır (18). Çatallaşma anomalisi Corlin bazal hücreli nevüs sendromunun bir parçası olarak karşımıza çıkabilir. Genelde 4. kostalarda görülürler (23,24,26).

6) Parçalı kosta (Segmentation):

İki ya da üç parçalı olabilir. Parçalar birbirleriyle yalancı eklem görünümü oluşturabilir. Bunun dışında kostanın herhangi bir kesimi izlenmeyebilir yani kesintili olabilir (18).

7) Kosta şekil anomalileri:

Kosta boyutunun normalden daha geniş, ince ya da kısa olmasıdır. Geniş kosta, genelde 3. ve 4. kostalarda saptanmaktadır (19). İnce (hipoplazik) kosta ise çoğunlukla 1. kostada izlenir ve bu durumun servikal kosta ile karıştırılmaması gerekir (23,24).

Kısa kostalar, göğüs kafesi hacminde azalma ile solunum hareketlerinde kısıtlılık ve solunum yetmezliğine neden olurlar. Kosta şekil anomalileri bir çok sendromda ya da iskelet displazisinde karşımıza çıkabilir. Poland sendromunda pektoralis majör ve minör kaslarının yokluğu, aksiller kılınmanın olmaması, ateli veya amasti, cilt altı yağ dokusunun yetersiz olması ve sindaktili/brakidaktili beklenir. Sendromun diğer bir komponenti ise kostal kartilajlarda ve kostalarda aplazi veya hipoplazi olmasıdır (22). Short rib-polydactyly (kısa kosta-çok parmaklılık) sendromları olan Saldino-Noonan, Majewski, Verma-Naumoff sendromlarında da görülebilir (26).

Thanatophoric displazi gibi bazı kemik displazilerinde kostalar kısadır. Akondroplazide kostalar kısa ve geniştir (26).

Trizomi 18 sendromu ile nörofibromatoziste deforme ve ince kostalar izlenebilir (26).

Tuberoz skleroz, hamartom ve santral sinir sistemi tümörleri ile karakterize nörokutanöz bir sendromdur. Kostalarda genişleme ve sklerotik alanlar izlenebilir. Fibröz displazi, kemiklerde fibröz dokunun üretildiği ve çoğaldığı iyi huylu bir tümördür ve kostalarda genişlemeye yol açan lezyonlar olarak görülebilir. Lenfanjioma, basit kemik kistleri, enkondrom ve hiperparatiroidiye bağlı gelişen Brown tümörler de kostalarda genişlemeye yol açan lezyonlar oluşturup anomalilerin ayırıcı tanısına girebilirler (26).

Metabolik hastalıklar, özel enzim eksiklikleri nedeniyle metabolitlerin kemik iliği ve çeşitli organlarda birikmesi şeklinde görülen otozomal resesif geçişli hastalık grubudur. Mukopolisakkaridozda kostalar boyun kısmında ince, distal kesimlerde ise geniştir. Kemik iliğinde metabolit birikimine bağlı olarak kostalarda kaba trabekülasyon ve heterojen dansiteler izlenebilir. Benzer görünüm Gaucher ve Niemann-Pick hastalığında da görülebilir. Talasemi major hastalığında, kemik iliği hiperplazisi nedeniyle kostalarda da genişleme izlenebilir. Raşitizmde ise kemik kostaların ön ucunda, kıkırdak kostaların birleşim yerlerinde, 'raşitik rozary' de denilen genişlemeler olabilmektedir. Akromegali, florozis, ve paget hastalığında kostalar geniş ve kalın olabilmektedir (26). Tüm bu kosta şekil bozukluklarına yol açan hastalıklar ve kemik displazileri

gibi patolojik durumlar açısından uyanık olunmalı ve bu durumlar yanlışlıkla normal varyasyon olarak değerlendirilmemelidir.

Kostalarda kemik çıkıntılar, kosta inferior yüzlerinde normal varyasyon olarak izlenebilen çentikler, aort koarktasyonu ve nörofibromatozis gibi vasküler ve nöral kaynaklı patolojilerle de görülebilir. Bu durumlar normal varyasyonlarla karıştırılmamalıdır (26).

8) İntratorasik kosta: İntratorasik kosta çoğunlukla sağda ve göğüs boşluğunun orta kesiminde, fazladan bir kosta olarak bulunur (23).

9) Pelvik kosta: Pelvik kosta herhangi bir pelvik kemikten köken alabilir ve köken aldığı kemiğe kemik, kıkırdak ya da ligamentöz bir bağla bağlanabilirler (23).

Bir çok doğumsal ve edinsel hastalıklar ya da durumlar kostalarda, sayıca, boyutça, mineralizasyon bakımından ve şekilce anormal görünümlere yol açabilirler. Bu değişiklikler fokal ya da yaygın olabilir. Kostalar, doğumsal kemik displazileri, edinsel metabolik hastalıklar, iyatrojenik durumlar, travma, enfeksiyon ve neoplazik süreç açısından önemli ipuçları verir. Sistemik hastalıkların başlangıç bulgularını kostalarda görebiliriz. Bu durumlar, anomali ve varyasyonlarla karıştırılmamalıdır.

2.4.3. Göğüs Ön Duvarı Varyasyon ve Anomalileri

1- Pektus ekskavatum (funnel chest, kunduracı göğsü)

2- Pektus karinatum (güvercin göğsü)

3- Pektus arkuatum

4- Eğik sternum (Tilted sternum)

5- Göğüs ön duvarında asimetrik konveksite artışı

6- Şekil bozuklukları

Göğüs ön duvarı varyasyon ve anomalilerini ayrı ayrı ele alacak olursak:

1- Pektus ekskavatum (Funnel Chest, kunduracı göğsü):

Pektus ekskavatum, göğüs ön duvarının en sık görülen doğumsal anomalisidir. Toplumda 1/400-1000 oranında görülmektedir. Erkeklerde daha sıktır. Pektus ekskavatum anomalisinin, alt kostal kıkırdakların hızlı ve yanlış yöne büyümeleri sonucu geliştiği düşünülmektedir. Sternum arkaya, bunun sonucu da kostalar öne doğru yönelirler. Sonuçta prevertebral alan hacmi azalır. Kalp sola doğru yer değiştirir ve aksiyel rotasyona uğrar. Solda belirgin olmak üzere her iki akciğer hacmi azalır. Olguların % 45'inin ailesel olması, güçlü bir genetik geçiş olduğunu göstermektedir. Ayrıca Marfan sendromu, Ehlers-Danlos sendromu, Poland sendromu, Noonan sendromu, prematürite, homosistinüri, fetal alkol sendromu ve konjenital kalp hastalıkları ile birlikteliği görülmektedir (15,26). Klinik bulgularda hafif respiratuar bozukluklar ve azalmış kalp atım hacmi bulunmaktadır. Anomali lateral radyografilerde saptanabilir. Ancak morfolojiyi en iyi ve tam gösteren yöntem kesitsel incelemelerdir. Pektus indeksi, aksiyel BT ya da MR kesitinden, göğüs boşluğunun transvers boyutunun ön-arka boyutuna bölünmesi ile hesaplanır. Pektus indeksi normal değeri 2.56 (standart deviasyonu 0.35)'dir. İndeks 3.25'in üzerinde bulunursa hastaya cerrahi tedavi gerekebilir. Olguların %20'den fazlası skolyozla ilişkilidir (15).

2-Pectus karinatum (Güvercin göğsü):

Pectus ekskavatumun aksine sternum öne doğru yer değiştirir. Toplumda Pectus ekskavatumdan daha az sıklıkta, 1/1500 oranında görülür. Erkeklerde daha sıktır. Olguların %30'dan fazlası skolyozla, az bir kısmı ise doğumsal kalp hastalıkları ile ilişkilidir. %25 oranında ailesel olduğu bildirilmiştir. Marfan sendromu ve diğer malformasyon sendromları ile birlikteliği görülmektedir. Klinik bulgulara sık ve kısa kısa nefes alma ile egzersiz intoleransı bulunur. Pectus indeks değerinin 1.42-1.98 arası olması pektus karinatus için belirleyici olabilir. İki tipi tanımlanmıştır. Kondromanubrial tip (Currarino-Silverman sendromu) sternumun manubrial ve üst sternal kesimlerinde protrüzyonun görüldüğü ve daha az sıklıkta görülen varyantıdır. Kondrogladiolar tip ise orta ve alt sternal kesimlerinde protrüzyonun görüldüğü ve daha sık görülen varyantıdır (15).

3-Pectus arkuatum:

Pectus arkuatum ifadesi genel olarak iyi bilinmemekte ve tıp literatüründe sık kullanılmamaktadır. Hem pektus ekskavatum hem pektus carinatum deformitelerinin beraber bulunduğu bir anomalidir. Göğüs ön duvarında dikey ve yatay düzlemlerde dalga şeklinde deforme görünüm izlenir (28).

4- Eğik sternum (Tilted sternum)

Sternumun sağ-sol aksı horizontal planda oblik, yani eğimli olarak izlenir. Bu asimetrik pozisyon, göğüs ön duvarında tek taraflı genişlemeye yol açarak göğüs duvarı tümörü şüphesi uyandırabilir. Eğimli sternum, kosta anterior

yaylarındaki asimetri ya da sternoklavikular eklemde öne subluksasyonu ile de ilişkili olabilir (15).

5-Göğüs ön duvarında asimetrik belirginleşme:

Hasta ya da hasta yakını tarafından fark edilip hekime başvurulduğunda, kemik ya da yumuşak doku malignitesi ön tanısıyla, PA ve lateral akciğer grafileri ile BT tetkikleri uygulanmaktadır.

6-Şekil bozuklukları

Poland sendromu gibi bazı sendrom ve anomalilerde göğüs kafesinde belirgin şekil bozuklukları izlenebilir.

2.5. Kıkırdak Kostalarda Mineralizasyon ve Kemikleşme

Araştırmamızın bir diğer konusu olan kıkırdak kostaların mineralizasyonu ve kemikleşmesi, ergenlik çağında başlar ve yaş arttıkça da miktar olarak artar. Kıkırdak kosta kemikleşmesi ile ateroskleroz, beslenme bozuklukları, metabolik, endokrin bozukluklar gibi patolojik durumlar ve bazı genetik etkiler arası ilişkiyi ortaya koyan çalışmalar vardır (31,32,33). Kıkırdak kostalar göğüs duvarlarının elastikiyetine ve hareketliliğine çok önemli katkıda bulunurlar. Yaşla birlikte ve belirtilen çeşitli patolojik durumlarda kalsifikasyonu sonucu elastikiyetlerini kaybetme eğilimi vardır. Kıkırdak kostalarda yaşla birlikte görülen kalsifikasyonlar, heterotopik kalsifikasyon nedeniyle değil gerçek kemikleşme nedeniyle ortaya çıkmaktadır (34).

1. kıkırdak kostanın kemikleşmesinin başlıca nedeninin solunum stresi olduğu düşünülmektedir. Alt kostalardaki kemikleşmenin sebebinin ise göğüs boşluğu genişlemesi olduğu düşünülmektedir. Bu sebepler erkeklerde 1. kıkırdak kosta kemikleşmesinin, kadınlara göre miktarca daha ileri olması durumunu açıklamaktadır. Çünkü erkeklerin kadınlara göre daha yüksek efor kapasiteleri nedeniyle daha fazla solunum stresine maruz kaldıkları kabul edilmektedir. Bir kısım mesleklerde kemikleşme miktarları, diğer insanlara göre anlamlı farklılıklar gösterebilmektedir. Örneğin savaş pilotlarında uçuşlarda solunum esnasında hızlı akselerasyona maruz kalmaları nedeniyle 1. kıkırdak kostalarda ileri evre kemikleşmeler izlenmektedir. Aynı mekanizma ile ağır işlerde çalışan insanların çoğunun 1. kıkırdak kostalarında da, yaş ile ilişkisiz bir biçimde ileri evre kemikleşmeler olduğu saptanmıştır (34).

Kıkırdak kosta kemikleşmesinde kadın ve erkekler arası farklılıklar ilk defa 1955 yılında tariflenmiştir (30). Daha sonra bir çok araştırmacı kendi çalışmalarında, bu konudaki farklılıkları tanımlamış ve araştırmaları sürdürmüşlerdir.

Direk radyografi yöntemiyle yapılan bir araştırmada dört tip kemikleşme paterni tanımlanmıştır. Bunlar:

Tip I Periferik Patern: Kıkırdak kosta üst ve alt kenarlarında kemikleşme alanları izlenir.

Tip II Santral Patern: Kıkırdak kostaların merkezinde kemikleşme alanları izlenir.

Tip IIa) Santral lingual patern: Kemik kosta bitimi ile kıkırdak kosta başlangıcında merkezde yerleşim gösteren piramit şekilli kemikleşme alanları izlenir.

Tip IIb) Santral globuler patern: Kıkırdak kostaların merkezinde düzgün yuvarlak şekilli kemikleşme alanları izlenir

Tip IIc) Santral lingual ve globuler patern: Santral lingual ve santral globuler paternin beraber görüldüğü patern

Tip III Mikst tip: Periferik ve santral paternin beraber görüldüğü patern

Tip IV : Bu iki gruba da uymayan, başlangıç aşamasındaki kemikleşme paterni

Çalışmanın sonucunda kıkırdak kosta kemikleşmesi gerçekleşmiş erkeklerin %93'ünde periferik patern, kadınların ise %77'sinde santral patern izlenmiştir. Bu araştırmada santral ve periferik kemikleşme paternleri cinsiyete göre yüksek özgüllük gösteren güvenilir bir bulgu olarak bildirilmiştir. Herhangi bir tetkikte kıkırdak kostada periferik tip kemikleşme görüldüğünde, tetkik sahibi %99,6 olasılıkla erkek, santral tip kemikleşme görüldüğünde ise %100 olasılıkla kadındır denilebileceği ve bu şekilde güçlü tahminler yapılabileceği söylenmektedir (30).

Adli tıp biliminde, kemik yaşı tayininin önemi büyüktür. Kolay olması nedeniyle radyolojik yöntemlerle kronolojik yaş tayini yapılması, uzun yıllardır gündemde olan bir konudur. Simfizis pubis, sağ 4. kosta, iliak kemik auriküler

yüzü gibi bazı belirteçler kronolojik yaş tahmininde iyi sonuçlar vermektedir (36). 2000 yılında Almanyada AGFAD'ın (Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik, Adli Yaş Tayini Çalışma Grubu) bu konuda yayınladığı rehberlerde, yaş tayininde şu testlerin yapılabileceğini bildirilmektedir.

-Fizik muayene: Antropometrik ölçümler (ağırlık, boy gibi), seksüel olgunluğun değerlendirilmesi, gelişimi etkileyebilen hastalıkların tayini

-Sol elin röntgenolojik değerlendirilmesi

-Dişlerin değerlendirilmesi, dental röntgenogram

-Klavikula medial epifizindeki değişiklikler (Bu konuya ileride ayrıntılı değinilecektir.)

Literatürde 1. kostadaki yaşla birlikte görülen değişikliklerin de kronolojik yaş tayininde kullanılabileceği sonucuna varan çalışmalar bulunmaktadır. 1. kostanın kemikleşme miktarı da bazı puanlama sistemleri ile derecelendirildiğinde, derecenin yaş ilerlemesi ile korele bir biçimde arttığı bir çok çalışmada ortaya konmuştur (34,36,37).

Literatürde Moskovitch ve arkadaşları tarafından ÇKBT görüntüleri ile 1. kostaya yönelik yapılmış yeni bir çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada 1. kemik kostanın sternal yüzünün yüzey özellikleri, burada yaşla birlikte gelişen mineralizasyon ve kemikleşmeler ile komşu kıkırdak kostalarda yaşla birlikte gelişen kemikleşmeler evrelendirilmiştir. Hasta yaşları ile birlikte analiz

edildiğinde, evre ile yaş arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur (36).

2.6. Klavikula Medial Epifizinde Yaşla Birlikte Görülen Değişiklikler

Diğer kemiklerde olduğu gibi klavikula medial (sternal) ucunda da, sekonder kemikleşme merkezi ortalama 15 yaş civarında (11-22 yaş) gelişmeye başlar. Sekonder kemikleşme merkezi tamamen geliştikten sonra epifizyel kıkırdak kemikleşir ve metafiz ile birleşme gerçekleşir.

Medikolegal ve antropolojik literatürde, kronolojik yaş ile klavikulanın medial epifizinin kemikleşme ve füzyon derecesi arasındaki ilişkiyi analiz eden bir çok çalışma mevcuttur. Tüm çalışmalarda, klavikula medial epifizindeki değişikliklerin değerlendirildiği benzer puanlama sistemleri kullanılmıştır.

Scmelling'in puanlama sistemi şu şekildedir:

Evre 0: Klavikula medial epifizinde hiç kemikleşme gerçekleşmemiştir.

Evre 1: Klavikula medial epifizinde kemikleşme gerçekleşmiş ama tam değildir.

Evre 2: Klavikula medial epifizinde tam kemikleşme gerçekleşmiştir ama epifizyal kıkırdak henüz kemikleşmemiştir.

Evre 3: Epifizyal kıkırdakta kemikleşme kısmen gerçekleşmiştir.

Evre 4: Epifizyal kıkırdakta kemikleşme tam olarak gerçekleşmiştir.

Evre 5: Epifizyal kıkırdak tam olarak birleşmiştir ve epifizyal skar artık izlenmemektedir.

Literatürde bu konudaki çalışmaların çoğunda, 4. evredeki yani epifizyel kıkırdakta tamamen kemikleşme ve birleşmenin gerçekleştiği hastaların minimum yaşı 19 (34,40), bir kısmında ise 21 (35,38,39) civarı olarak saptanmıştır. Sonuçta klavikula medial epifizinin durumu, hastanın yaşını tahmin etmede kullanılabilir.

3.GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Çalışma Kapsamı

Ocak 2009- Mart 2012 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Bilgisayarlı Tomografi Ünitesinde, 64 dedektör sıralı Light Speed VCT (GE Medical Systems, ABD) ve 16 dedektör sıralı Bright Speed (GE Healthcare, ABD) aygıtları kullanılarak Toraks BT ya da Toraks BT Anjiyografi incelemeleri yapılan, 0-18 yaş arası 340, 19-30 yaş arası 318 hasta olmak üzere toplam 658 hasta retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Sternum, kostalar ve klavikula medial kesiminin, ameliyat ya da tümör infiltrasyonu nedeniyle net olarak değerlendirilemediği, göğüs morfolojisinin kalp büyümesi, bronşektazi-atelektazi, yumuşak doku tümörü ya da skolyoz gibi nedenlerle bozulduğu ve hasta hareket artefaktları nedeniyle değerlendirmenin yapılamadığı incelemeler çalışma dışı bırakılmıştır. Metabolik hastalığı olan ve tüm kostalarında genişlemenin izlendiği iki hasta da çalışmaya dahil edilmemiştir. Kleidokranial disostozis tanılı, klavikulası parçalı ve hipoplazik olan bir hasta ise klavikula medial epifizi değerlendirmesinin net yapılamaması nedeniyle çalışma dışında bırakılmıştır. Bunun dışında her ne sebeple çekilmiş olursa olsun, yaş kriterine uyan tüm toraks BT ve toraks BT Anjiyografi tetkikleri çalışmaya dahil edilmiştir. Daha sonraki zamanlarda toraks incelemeleri tekrarlanan hastalar sadece bir sefer çalışmada yer almışlardır. Bu çalışma Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır.

3.2 ÇKBT Görüntüleme Protokolü

Toraks BT tetkiklerinin bir kısmı intravenöz kontrast madde verilerek, bir kısmı ise verilmeden elde olundu. Bu durumun kemik yapıların anatomisini değerlendirmede önemsiz olması sebebiyle hem kontrastlı hem de kontrastsız incelemeler çalışmaya dahil edilmiştir.

İki ayrı BT aygıtında uygulanan çekim parametreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir:

Tablo 3.1. Toraks BT ve BT Anjiyografi Tetkiklerinde Çekim Parametreleri

	Çocuk				Erişkin			
	Toraks BT		Toraks BTA		Toraks BT		Toraks BTA	
	16 ded.	64 ded.	16 ded.	64 ded.	16 ded.	64 ded.	16 ded.	64 ded.
Voltaj	100	60-100	100	120	120	120	120	120
Akım	75-150	60-180*	80-120	250-300	200	140-360*	350	500
K.	16x1,25	64x0,625	16x1,25	64x0,625	16x1,25	64x0,625	16x1,25	64x0,625
R. z.	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4
Pitch	1,75	1	1,75	1	1,75	1	1,35	1
K. k.	2,5	5	2,5	0,625	2,5	5	2,5	0,625
R. i.	1,25	0,5	1,25	0,625	1,25	1,25	1,25	0,625

*: Dozu azaltmak amacıyla otomatik tüp akım modülasyonu uygulanmaktadır.

Voltaj (kV)

Akım (mAs)

K.: Kolimasyon (mm)

R.z.: Rotasyon zamanı (sn)

R.i.: Rekonstrüksiyon intervali (mm)

K.k.: Kesit kalınlığı (mm)

3.3. Görüntülerin Değerlendirilmesi

Çekim işlemlerinin ardından elde edilen BT verileri elektronik olarak iş istasyonuna aktarıldı. Tüm hastaların ince aksiyel kesitlerinden, MPR (koronal, sagittal, curved reformat), MIP ve VR görüntüleri elde edildi.

İlk olarak aksiyel kesitlerden klavikular bütünü olarak değerlendirildi. Sağ klavikula medial epifizi aksiyel ve koronal kesitlerden incelenerek Scmelling'in puanlama sistemine göre hangi evrede olduğuna karar verildi. Bazı olgularda epifizlerin sağda ve solda farklı evrelerde olması nedeniyle tüm olgularda sadece sağ medial epifizler değerlendirildi.

Kostalar aksiyel, MPR, MIP ve VR görüntülerle incelendi. Anomali ve varyasyonlar açısından değerlendirildi.

Kıkırdak kostalar çoğunlukla koronal ve koronal planda elde olunan MIP görüntüler yardımıyla mineralizasyon ve kemikleşme açısından değerlendirildi. Hangi seviyelerde kemikleşmenin olduğu not edildi.

Sonra hasta göğüs ön duvarında izlenebilen varyasyon- anomaliler açısından incelendi.

Sternum aksiyel, MPR, MIP ve VR görüntülerle incelendi. Öncelikle anomali ve varyasyon varlığı açısından değerlendirildi.

Manubrium ve gövde kesiminde kaç kemikleşme merkezi olduğu değerlendirildi. Manubriumda birden fazla kemikleşme merkezi varsa aralarında

birleşme olup olmağı not edildi. Aynı şekilde gövdeyi oluşturan her bir sternebrada kaç kemikleşme merkezinin olduğu ve bunlar da eğer birden fazlaysa aralarında birleşme olup olmadığı not edildi. Birleşme hiç başlamamışsa yani açıksa 0, birleşme başlamış ancak tam değilse yani kısmi birleşme varsa 1 olarak not edildi. Tam birleşme var ise bu durumda iki değil de, bir kemikleşme merkezi olarak kabul edildi.

Daha sonra korpusun her bir sternebraındaki kemikleşme merkezlerinin, bir üst ya da altıyla birleşip birleşmediği, daha çok sagittal ve koronal MPR görüntüler yardımıyla değerlendirildi. Buralarda birleşmenin derecesi önemli olduğundan evreleme yapıldı. Eğer birleşme hiç başlamamışsa yani açıksa 0, hafif derecede birleşme gerçekleşmişse 1, orta derecede birleşme gerçekleşmişse 2, ileri derecede birleşme gerçekleşmişse 3 olarak not edildi. 1. derece noktasal boyutta, 3. derece ise tama yakın birleşmeyi temsil etmektedir. Tamamen birleşme gerçekleşmiş ise bu durumda iki değil de, bir kemikleşme merkezi olarak kabul edildi.

Daha sonra ksifoidde kemikleşmenin olup olmadığı değerlendirildi.

Son olarak da manubrium ile korpus arasında ve korpus ile ksifoid kemik arasında birleşmenin olup olmadığı değerlendirildi. Buralarda da birleşmenin derecelendirilmesi sağlandı. Benzer şekilde birleşme hiç başlamamışsa yani açıksa 0, hafif derecede birleşme gerçekleşmişse 1, orta derecede birleşme gerçekleşmişse 2, ileri derecede birleşme gerçekleşmişse 3, tamamen birleşmişse 4 olarak not edildi.

3.4. İstatistiksel Analiz

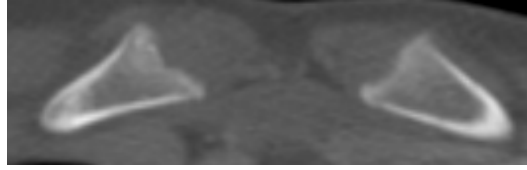
İstatistiksel analizler SPSS for Windows Version 15.0 paket programında yapıldı. Yaş dağılımı, ortalama $\pm$ standart sapma ve minimum-maksimum değerleri ile özetlendi. İki den fazla grup arasında yaş bakımından farklılık olup olmadığı tek yönlü varyans analizi veya Kruskal Wallis testi ile araştırıldı. İki grup arası farklılıklar ise bağımsız gruplarda t testi veya Mann Whitney U testi ile incelendi. Gruplar arasında kategorik değişkenler bakımından farklılık olup olmadığına ki kare testi ile bakıldı. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak alındı.

4.BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilen 658 olgudan 244'ü (%37) kadın, 414'sı (%63) erkekti. Olgularda minimum yaş 0.1, maksimum yaş 30.6 ve yaş ortalaması 16.8 idi. Olguların 340'ı (%51,7) 18 yaş altı, 318'i (%48,3) ise 18-30 yaş arasıydı.

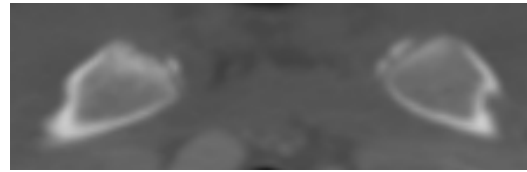
Klavikula medial ucu gelişimi, varyasyon ve anomalileri:

Olgularda klavikula medial epifizinin gelişimi, Schmelling'in evreleme sistemine göre değerlendirildi.(Resim 4.1-2-3-4-5-6.)



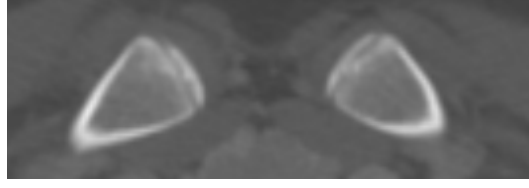
Resim 4.1. Scmelling'in Sistemine Göre Evre 0 Klavikula Medial Epifiz

(Henüz epifizde kemikleşme gerçekleşmemiş, klavikula medial ucu tırtıklı ve düzensiz görünümde)



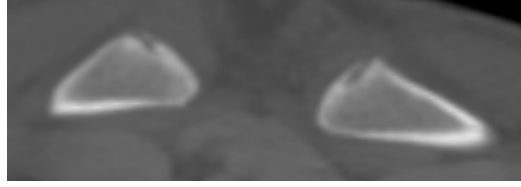
Resim 4.2. Scmelling'in Sistemine Göre Evre 1 Klavikula Medial Epifiz

(Epifizde kısmi kemikleşme mevcut)



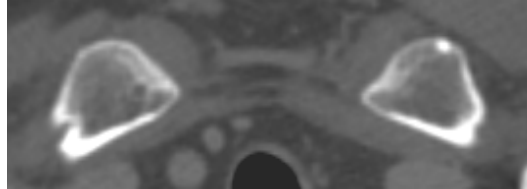
Resim 4.3. Scmelling'in Sistemine Göre Evre 2 Klavikula Medial Epifizi

(Epifizde kemikleşme tam gerçekleşmiş ama epifiz kırıkdağı kemikleşmemiş)



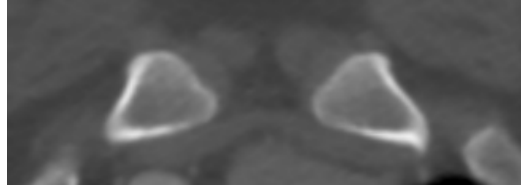
Resim 4.4. Scmelling'in Sistemine Göre Evre 3 Klavikula Medial Epifizi

(Epifiz kırıkdağında kemikleşme kısmen gerçekleşmiş)



Resim 4.5. Scmelling'in Sistemine Göre Evre 4 Klavikula Medial Epifizi

(Epifiz kırıkdağı tamamen kemikleşmiş)



Resim 4.6. Scelling'in Sistemine Göre Evre 5 Klavikula Medial Epifizi

(Epifiz kırıkdağı tamamen kemikleşmiş yani birleşmiş ve epifizeal skar artık izlenmiyor)

Tablo 4.1.'de, epifizin gelişim evresi ile kronolojik yaş arasındaki ilişki gösterilmektedir.

Tablo 4.1. Klavikula Medial Epifizi Evrelerinde Yaş Dağılımları

Klavikula medial epifizi	Sayı (N=658)	Ortalama yaş	Standart sapma	Minimum yaş	Maksimum yaş
0	292	9,072	5,085	0,1	19,8
1	74	17,516	2,616	11,1	25,3
2	8	21,516	4,513	15,8	28,7
3	75	21,494	2,899	16,1	29,7
4	109	25,077	2,614	19,2	30,6
5	100	26,068	2,356	20,1	30,1
Toplam	658	16,849	8,349	0,1	30,6

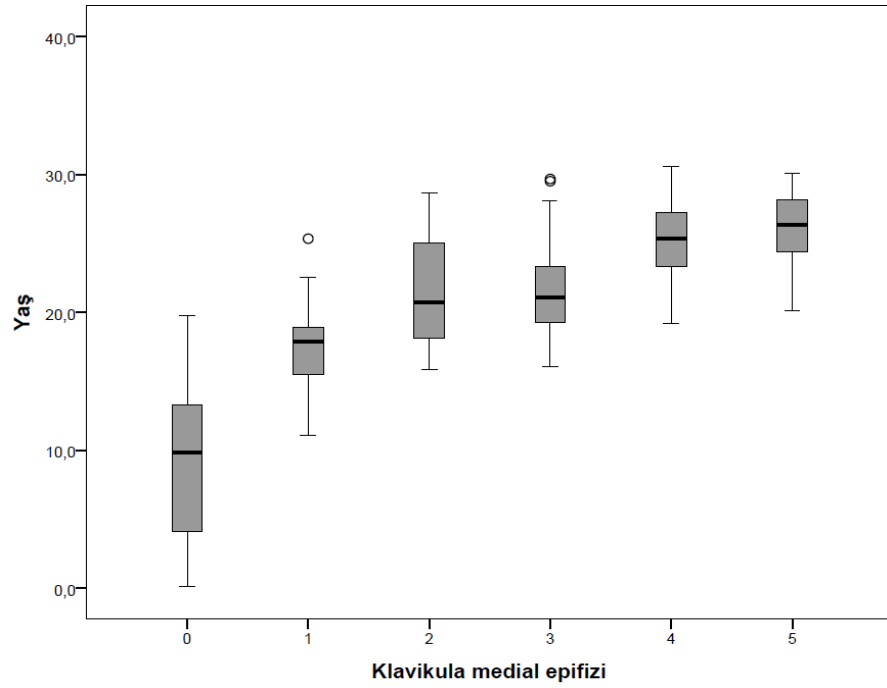
Tablo 4.2'de ise, epifizin gelişim evrelerinde yaş dağılımları her iki cinsiyet için ayrı ayrı gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Cinsiyetlere Göre Klavikula Medial Epifizi Evrelerinde Yaş Dağılımları

Klavikula medial epifizi	Cinsiyet	Sayı (N=658)	Minimum yaş	Maksimum yaş	Ortalama yaş	Standart sapma
0	K	111	0,1	16,7	7,7	5,055
	E	181	0,1	19,8	9,9	4,858
	TOPLAM	292	0,1	19,8	9,0	5,085
1	K	33	11,1	25,3	16,4	2,209
	E	41	11,5	22,5	18,3	2,719
	TOPLAM	74	11,1	25,3	17,5	2,616
2	K	7	15,8	28,7	21,6	4,847
	E	1	20,3	20,3	20,3	-
	TOPLAM	8	15,8	28,7	21,5	4,513
3	K	24	16,1	28,1	20,5	2,914
	E	51	17,3	29,7	21,9	2,818
	TOPLAM	75	16,1	29,7	21,5	2,899
4	K	38	19,2	30,6	24,5	2,759
	E	71	19,2	30,2	25,3	2,496
	TOPLAM	109	19,2	30,6	25,0	2,610
5	K	31	21,7	30,1	26,5	2,435
	E	69	20,1	30,1	25,8	2,334
	TOPLAM	100	20,1	30,1	26,0	2,352

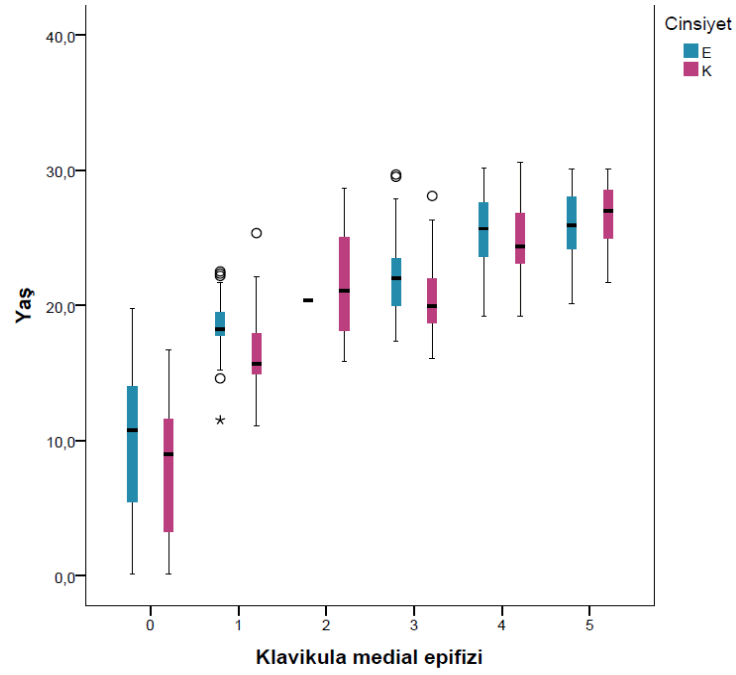
Grafik 4.1.'de, klavikula medial epifizi evrelerinin yaşlara göre dağılımları gösterilmektedir.

Grafik 4.1. Klavikula Medial Epifizi Evrelerinin Yaşlara Göre Dağılımları

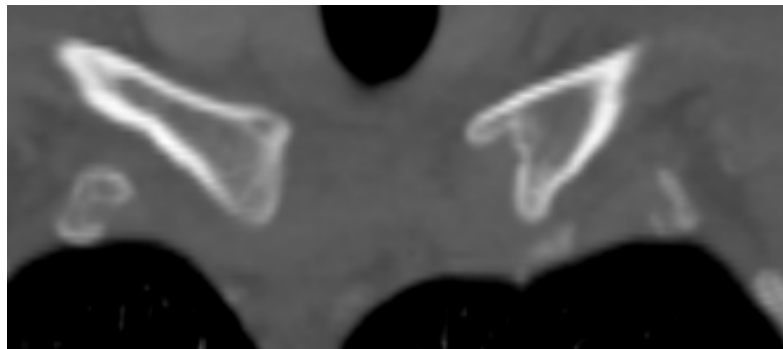


Grafik 4.2.'de ise klavikula medial epifizi evrelerinin kadın ve erkekler için ayrı ayrı yaş dağılımları gösterilmektedir. (Evre 2'de sadece bir erkek olgu bulunduğundan, grafikte nokta olarak gösterilmektedir.)

Grafik 4.2. Cinsiyetlere Göre Klavikula Medial Epifizi Evrelerinde Yaş Dağılımları



Çalışmamızda klavikula medial epifizinin değerlendirilmesi aşamasında, 22 olguda (%3,34) klavikula medial ucunda balık ağzı varyasyonuna rastlandı (Resim 4.7.). Olguların tümü erkekti ve yaşları 17,3 ile 27,1 arasındaydı.



Resim 4.7. Sol Klavikula Medial Ucunda Balık Ağzı Anomalisi

Kosta varyasyon ve anomalileri:

Çalışmamızda 92 olguda (%14), toplam 101 kosta varyasyon ve anomalisi tespit edildi. Olguların 41'i kadın, 51'i ise erkekti.

Tablo 4.3.de, kosta varyasyon ve anomalileri oranları cinsiyetlere göre ayrı ayrı gösterilmektedir.

Tablo 4.3. Kosta Varyasyon ve Anomalilerinin Görülme Oranları

	Kadın olgu sayısı	Erkek olgu sayısı	Toplam olgu sayısı (kosta anomalileri içindeki oranı)	0-30 yaş arası insanlar (N=658) arasındaki oranı
Servikal Kosta	14	8	22(%21,8)	%3,3
12.kosta yokluğu	18	7	25(%24,8)	%3,8
Lomber Kosta	13	20	33(%32,7)	%5
Birleşme ve köprüleşme (Synostosis-bridging)	1	2	3(%3,0)	%0,4
Çatallaşma (Bifid Kosta)	0	8	8(%7,9)	%1,2
Şekil bozuklukları	3	7	10(%9,9)	%1,5
Toplam	49	52	101(%100)	

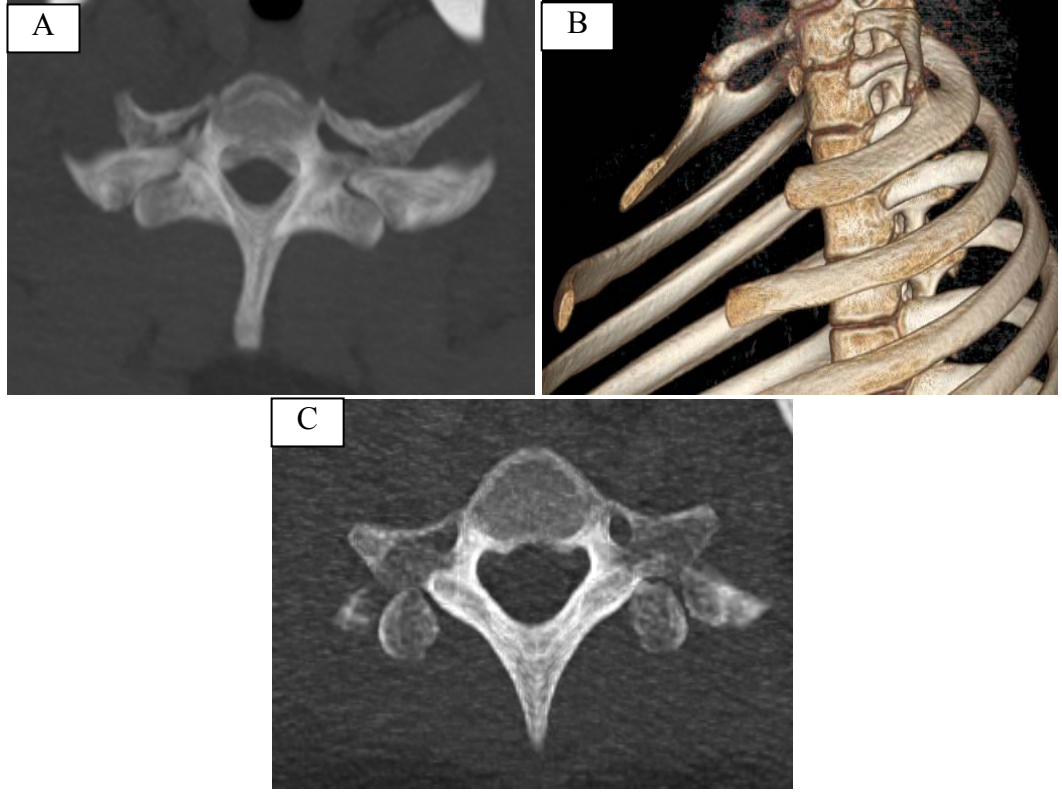
Tablo 4.4.de tüm olgularda (0-30 yaş) ve erişkinlerde (18-30 yaş) kosta anomali sıklıkları gösterilmektedir.

Tablo 4.4. Tüm Olgularda ve Erişkinlerde, Kosta Varyasyon Ve Anomali Oranlarının Karşılaştırılması

	Kadın olgu sayısı (erişkin)	Erkek olgu sayısı (erişkin)	Toplam erişkin olgu sayısı – 18-30 yaş insanlar (N=318) arasındaki oranı	0-30 yaş arası insanlar (N=658) arasındaki oranı
Servikal Kosta	6	5	11- %3,4	%3,3
12.kosta yokluğu	4	0	4- %1,2	%3,8
Lomber Kosta	7	11	18- %5,6	%5
Birleşme ve köprüleşme (Synostosis- bridging)	1	0	1- %0,3	%0,4
Çatallaşma (Bifid kosta)	0	6	6- %1,8	%1,2
Şekil bozuklukları	1	3	4- %1,2	%1,5

Kosta anomalisi olan 92 olgunun 9’unda (%9,8) birden çok kosta anomalisi vardı.

22 servikal kot anomalili olgunun 6’sı sağ, 2’si sol, 14’ü iki taraflıydı. Servikal kostaların 10’u normalden uzun transvers proçesti. 3’ü 1. kostayla köprüleşmiş ve eklemleşmişti. 1’i ise 1. kosta ile tamamen birleşmişti (Resim 4.8.).



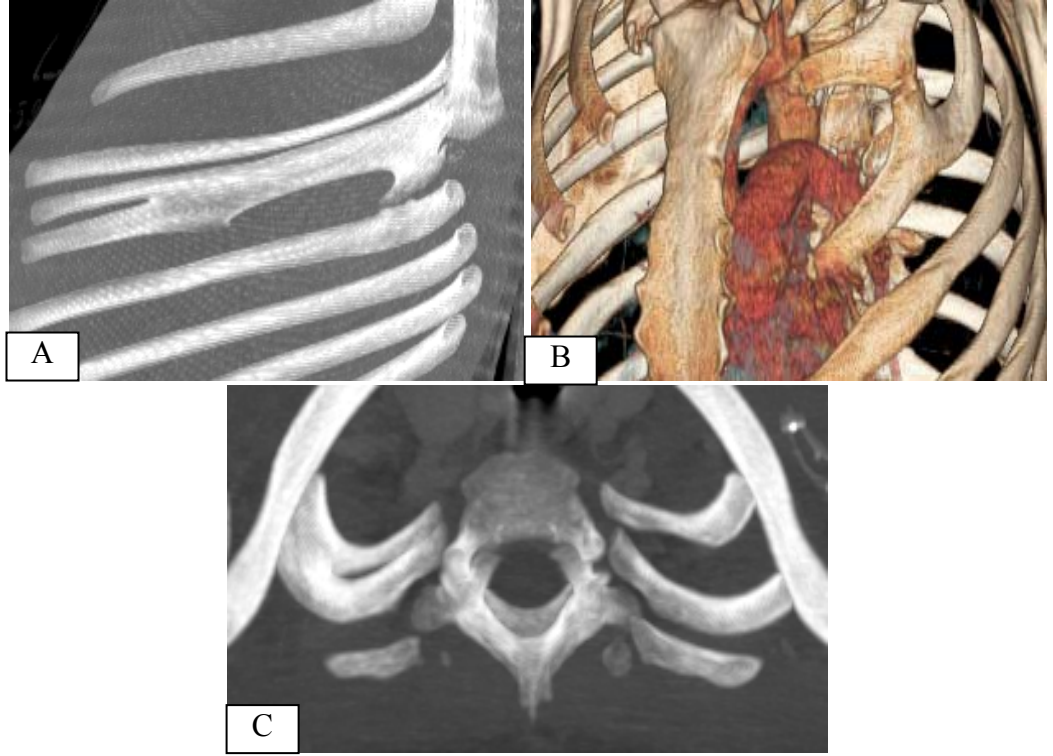
Resim 4.8. Servikal Kosta Anomalileri. a)İki Taraflı Asimetrik Servikal Kostalar. b) Sağ ve Solda 1. Kostalarla Yalancı Eklem Oluşturan Servikal Kostalar. c) C7 Vertebralarda Servikal Kosta Olarak Adlandırılan Normalden Uzun Transvers Parçalar.

12.kosta yokluğu anomalisinde 25 olgunun 3'ü sağda, 9'u solda, 13'ü ise iki taraflıydı.

Lomber kosta anomalisinde 33 olgunun 12'si sağda, 5'i solda, 16'sı ise iki taraflıydı.

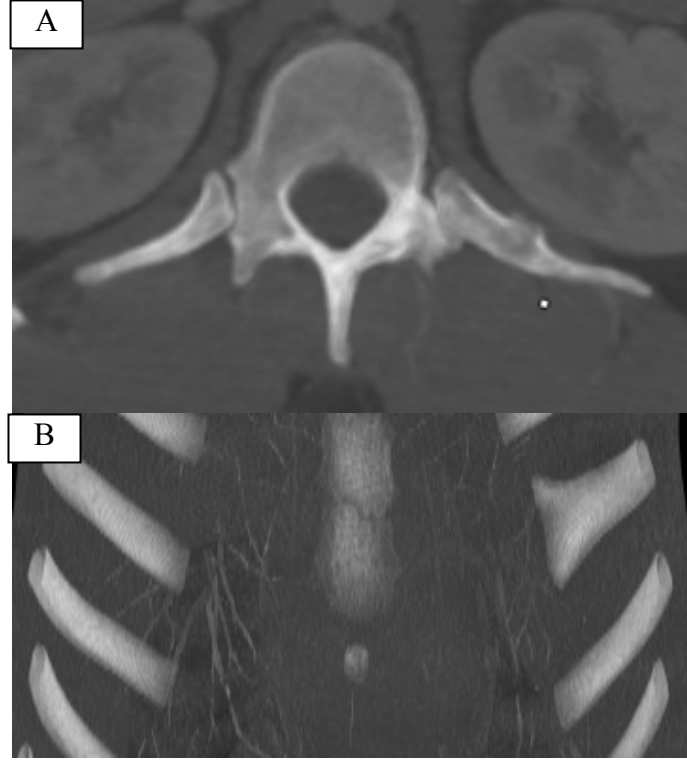
Çatallaşma (bifid kosta) anomalisinde 8 olgunun 4'ü sağ, 4'ü soldaydı. Anomali 3,4,5 ve 7. kostalarda izlendi (Resim 4.9).

Köprüleşme ve birleşme anomalisinde 3 olgunun 2'sinde yalancı eklemleşmenin eşlik ettiği köprüleşme, 1'inde ise birleşme görüldü (Resim 4.9).



Resim 4.9. a) Solda 5 Kosta Ön Kesiminde Çatallaşma, Yan Kesiminde İse 6. Kosta İle Yalancı Eklem Oluşturan Köprüleşme Anomalisi. b) Solda 2 ve 3. Kostalarda Yalancı Eklem Oluşturan Köprüleşme Anomalisi. c) Sağda 1. ve 2. Kostalarda Birleşme Anomalisi.

Şekil bozuklukları anomalisinde 10 olgunun ikisinde birden çok şekil bozukluğu vardı. 7 olguda genişleme, 3 olguda ince ve kısalık, 1 olguda uzunluk, 1 olguda ise spur formasyonu izlendi (Resim 4.10).



Resim 4.10. Kosta Şekil Bozukluğu Anomalileri.

a) Solda 12. Kostada Spur Oluşumu (Çıkıntı) b) Solda 4. Kosta Ön Kesimi Normalden Geniş Görünümde.

Çalışmamızda parçalı kosta (segmentation), pelvik kosta ve intratorasik kosta anomalilerine rastlanmadı.

Göğüs ön duvarı varyasyon ve anomalileri:

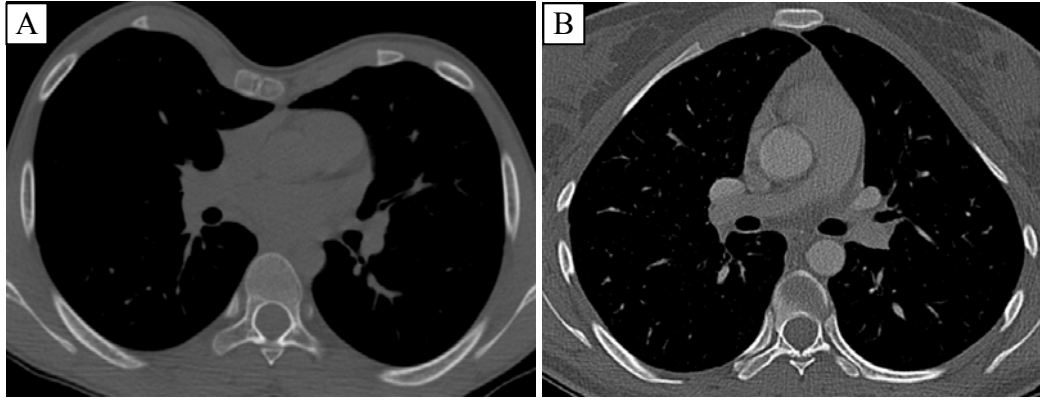
Araştırmamızda 27 olguda (%4,1), toplam 29 göğüs ön duvarı varyasyon ve anomalisi tespit edildi. Olguların 11'i kadın, 16'sı ise erkekti.

Tablo 4.5.'de, göğüs ön duvarı varyasyon ve anomali oranları cinsiyetlere göre ayrı ayrı gösterilmektedir.

Tablo 4.5. Göğüs Ön Duvarı Varyasyon ve Anomalilerinin Görülme Oranları

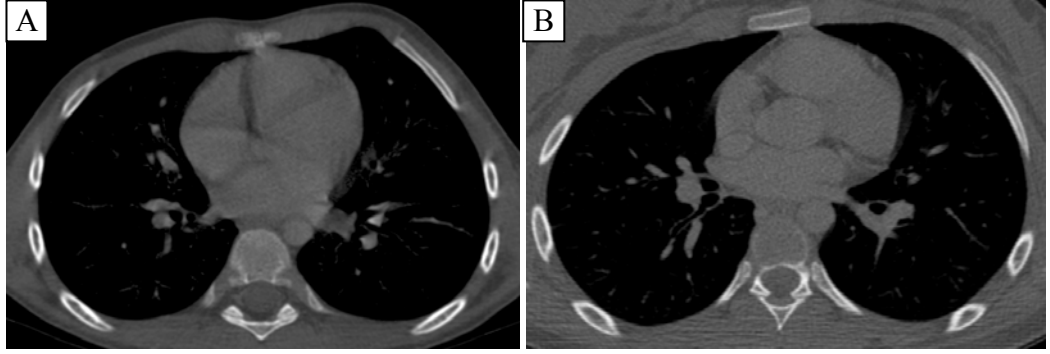
	Kadın olgu sayısı	Erkek olgu sayısı	Toplam olgu sayısı (Göğüs ön duv.anomalileri içindeki oranı)	0-30 yaş arası insanlar (N=658) arasındaki oranı
Pektus ekskavatus	1	1	2(%6,9)	%0,3
Pektus karinatus	1	0	1(%3,4)	%0,15
Göğüs ön duv. as. bel.	6	15	21(%72,4)	%3,1
Eğik sternum (Tilted sternum)	2	2	4(%13,8)	%0,6
Şekil bozukluğu	1	0	1(%3,4)	%0,15
Toplam	11	18	29(%100)	

Çalışmamızda 2’si pektus ekskavatus ve 1’i pektus karinatus olmak üzere 3 pektus anomalili olgu izlenmiş olup üçü de 18 yaş altı çocuklarda görüldü (Resim 4.11.).



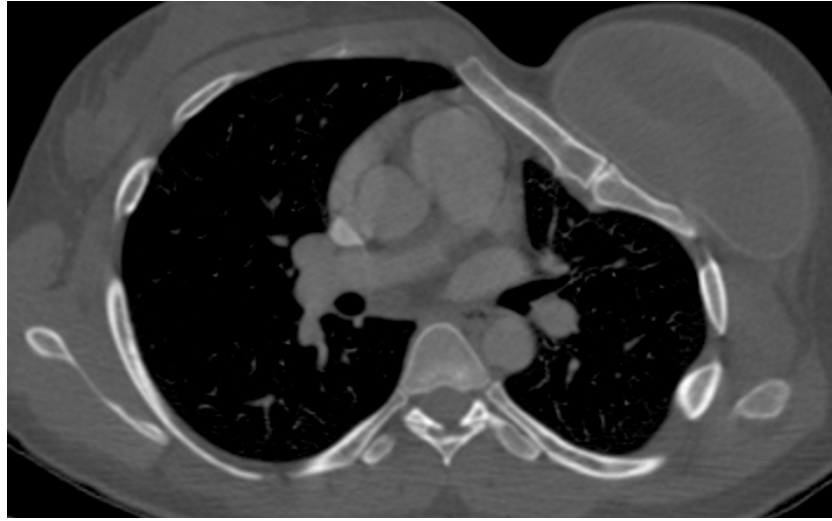
Resim 4.11. a) Pektus Ekskavatus Anomalisi b) Pektus Karinatus Anomalisi

Göğüs ön duvarında asimetric belirginleşme anomalisi olan 21 olgunun 6’sı sol, 15’i sağda idi. Olguların 15’i erkek (minimum 4,6 yaş - maksimum 23,5 yaş), 6’sı ise kadındı (minimum 3,8 yaş - maksimum 26,2 yaş). Eğik sternum anomalisi ise 4 olguda (2 kadın, 2 erkek) izlendi (Resim 4.12).



Resim 4.12. a) Solda Göğüs Ön Duvarında Asimetrik Belirginleşme. b) Eğik Sternum Anomalisi.

Şekil bozukluğu anomalisi, 1 olguda izlendi (Resim 4.13).



Resim 4.13. Solda Göğüs Duvarı Şekil Bozukluğunun İzlendiği Poland Sendromlu 21 Yaşında Kadın Olgusu. (Hasta Estetik Amaçlı Ameliyat Edilmiş.)

Araştırmamızda pektus arkuatus anomalisine rastlanmamıştır.

Sternum varyasyon ve anomalileri:

Çalışmamızda 249 olguda (%37.8), toplam 356 sternum varyasyon ve anomalisi tespit edildi. Olguların 160'ı erkek, 89'u kadındı.

Tablo 4.6.'da, sternum varyasyon ve anomalileri oranları cinsiyetlere göre ayrı ayrı gösterilmektedir.

Tablo 4.6. Sternum Varyasyon Ve Anomalilerinin Görülme Oranları

	Kadın olgu sayısı	Erkek olgu sayısı	Toplam olgu sayısı (sternum anomalileri içindeki oranı)	0-30 yaş arası insanlar (N=658) arasındaki oranı
Suprasternal kemik	7	10	17(%4,8)	%2,6
Suprasternal tüberkül	2	6	8(%2,2)	%1,2
Sternal bant	21	28	49(%13,8)	%7,4
Sternal yarık	5	2	7(%1,9)	%1
Sternal delik	6	11	17(%4,8)	%2,6
Sternal çentik	0	4	4(%1,1)	%0,6
Ksifoidal delik	0	5	5(%1,4)	%0,7
Sternoksifoidal yalancı delik	0	2	2(%0,5)	%0,3
Şekil bozukluğu	1	0	1(%0,3)	%0,15
Manubriosternal birleşme	38	59	97(%27,3)	%14,7
Sternoksifoidal birleşme	43	106	149(%42,0)	%22,6
Toplam	123	233	356(%100)	

Tablo 4.7.'de tüm olgularda (0-30 yaş) ve erişkinlerde (18-30 yaş) sternum anomalilerinin görülme oranları karşılaştırılmaktadır.

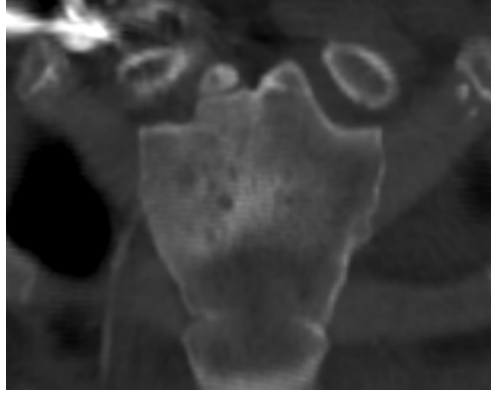
Tablo 4.7. Tüm Olgularda ve Erişkinlerde, Sternum Varyasyon ve Anomali Oranlarının Karşılaştırılması

	Kadın olgu sayısı (erişkin)	Erkek olgu sayısı (erişkin)	Toplam erişkin olgu sayısı – 18-30 yaş insanlar (N=318)arasındaki oranı	0-30 yaş arası insanlar (N=658) arasındaki oranı
Suprasternal kemik	7	10	17- %5,3	%2,6
Suprasternal tüb.	1	2	3- %0,9	%1,2
Sternal bant	15	24	39- %12,2	%7,4
Sternal yarık	1	0	1- %0,3	%1
Sternal delik	3	11	14- %4,4	%2,6
Sternal çentik	0	4	4- %12,5	%0,6
Ksifoidal delik	0	5	5- %15,7	%0,7
Sternoksifoidal psödoforamen	0	1	1- (%0,3)	%0,3
Şekil bozukluğu	1	0	1- %0,3	%0,15
Manubriosternal birl.	27	48	75- %23,5	%14,7
Sternoksifoidal birl.	40	96	136- %33,3	%22,6

Tablo 4.7.’den anlaşılabacağı gibi, çalışmamızdaki erişkin olgularda ayrıca sternal anomaliler hesaplandığında anomalilerin çoğunda oranların arttığı görülmektedir.

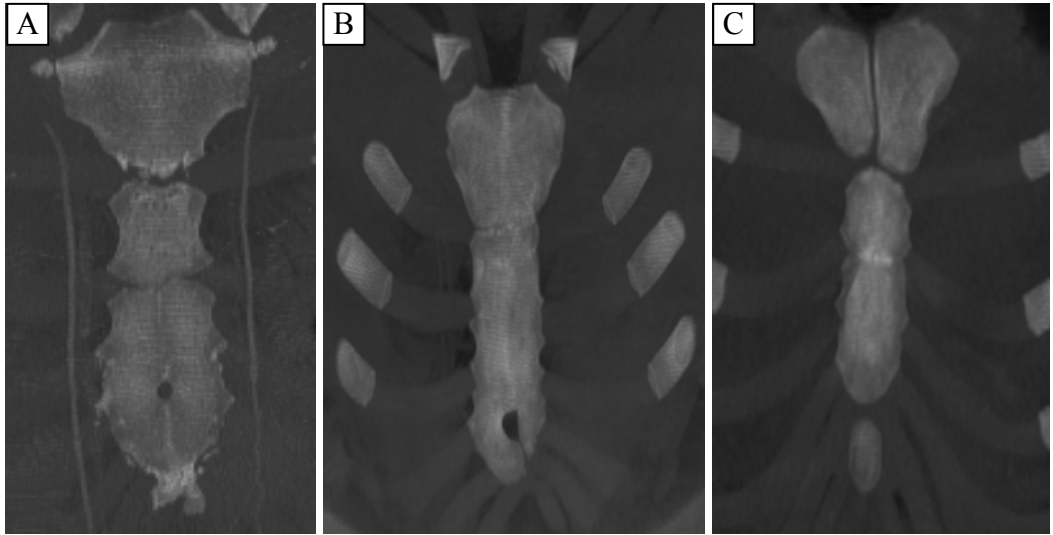
Sternum anomalisi olan 249 olgunun 78’inde (%31,3) birden çok sternum anomalisi vardı.

Suprasternal kemik anomalisi olan 17 olgunun 6’sı solda, 1’i sağda, 10’u iki taraflıydı. Suprasternal tüberkül anomalisi olan 8 olgunun 3’ü solda, 4’ü ortada, 1’i iki taraflı idi (Resim 4.14.).



Resim 4.14. Sağda Suprasternal Kemik, Solda İse Suprasternal Tüberkül Anomalisi

Sternal yarık anomalili olgularda, yarık 1 olguda manubriumda, kalan 6 olguda ise sternum alt ucunda görüldü. Sternal deliklerin tamamı 3 ve 4. sternebralar arasında bulunmaktaydı (Resim 4.15.).



Resim 4.15. a) Sternum Alt Ucunda Sternal Delik ve Eşlik Eden Bant Anomalileri (23 Yaşında Erkek) b) Sternum Alt Ucunda Sternal Delik ve Eşlik Eden Yarık Anomalileri (16 Yaşında Kız). c) Manubriumda Yarık Anomalisi (9 Yaşında Kız)

Sternal bant anomalisi en sık görülen anomalilerden biri olup 49 olguda izlendi. Ksifoidal delik anomalisi olan 5 olgunun tamamında bir delik izlendi. Çalışmamızda birden fazla delik içeren ksifoid kemiğe rastlanmamıştır. Sternal çentik 4 olguda, sternoksifoidal psödoforamen 2 olguda izlendi (Resim 4.16.).



Resim 4.16. a) Ksifoidal Delik Anomalisi. b) Sternal Bant Anomalisi. c) Sternoksifoidal Yalancı Delik Anomalisi. d) Sternal Çentik Anomalisi

Çalışmamızda manubriosternal yalancı delik, ksifoidal parçanın yokluğu ve ksifoidal yarık anomalilerine rastlanmamıştır.

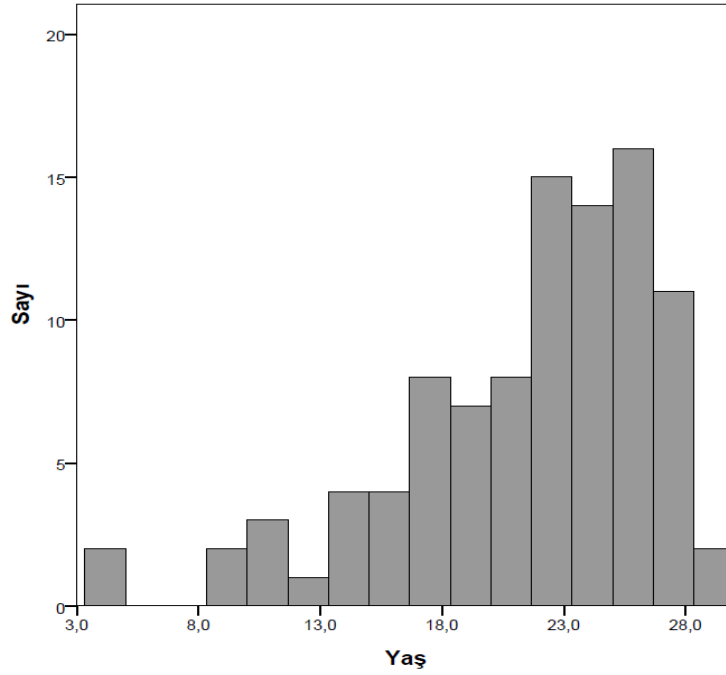
Manubriosternal birleşme, 97 olguda (38 kadın, 59 erkek) izlenmekte olup manubriosternal birleşmenin hiç gerçekleşmediği olgular ile kısmen ya da tam gerçekleştiği olguların yaş dağılımları Tablo 4.8.'de gösterilmektedir. Grafik

4.3.'de ise manubriosternal birleşmenin kısmen ya da tam gerçekleştiği olguların yaş dağılımları mevcuttur.

Tablo 4.8. Manubriosternal Birleşmede Yaş Dağılımları

Manubriosternal birleşme	Olgu sayısı (N=658)	Ortalama yaş	Standart sapma	Minimum yaş	Maksimum yaş
0 (hiç gerçekleşmemiş)	561	16,0	8,48	0,1	30,6
1 (gerçekleşmiş:kısmi ya da tam)	97	21,4	5,40	3,3	28,9
Toplam	658	16,8	8,32	0,1	30,6

Grafik 4.3. Manubriosternal Birleşmenin Gerçekleştiği Olgularda Yaş Dağılımları (Kısmen ya da Tam Birleşme)



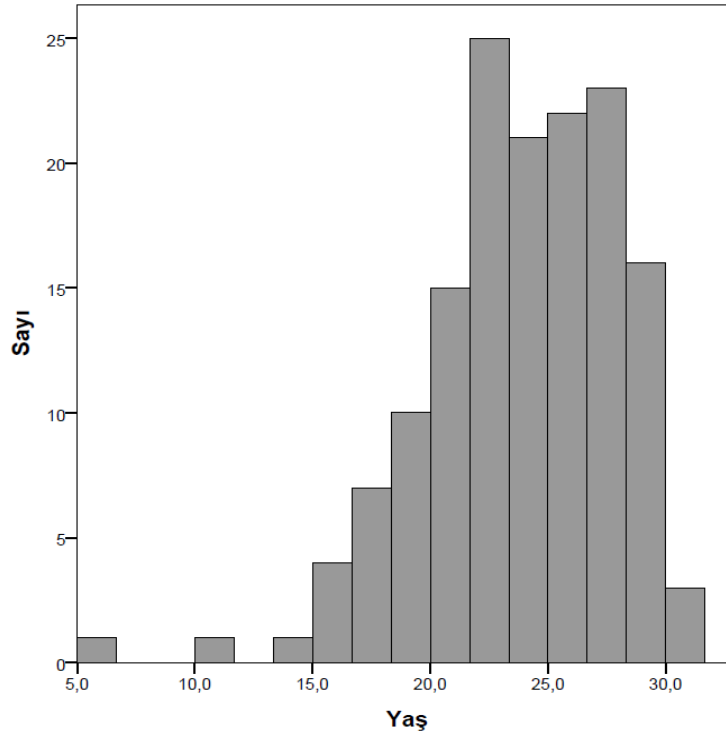
Sternoksifoidal birleşme ise 149 olguda (43 kadın, 106 erkek) izlenmekte olup sternoksifoidal birleşmenin hiç gerçekleşmediği olgular ile kısmen ya da tam olarak gerçekleştiği olguların yaş dağılımları Tablo 4.9.'da gösterilmektedir.

Grafik 4.4.'de ise sternoksifoidal birleşmenin gerçekleştiği olguların yaş dağılımları mevcuttur.

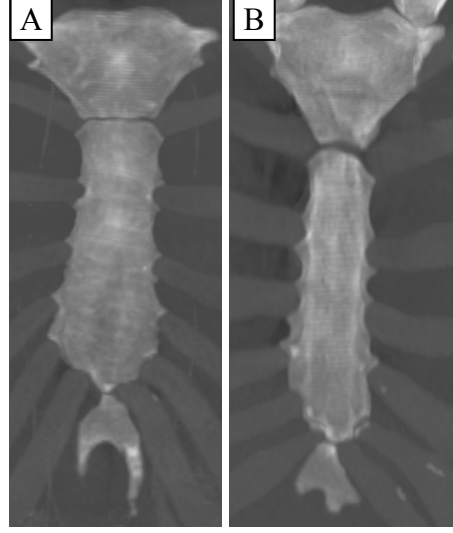
Tablo 4.9. Sternoksifoidal Birleşmede Yaş Dağılımları

Sternoxiphoidal birleşme	Olgu sayısı (N=447)	Ortalama yaş	Standart sapma	Minimum yaş	Maksimum yaş
0 (hiç gerçekleşmemiş)	298	18,2	7,827	0,1	30,1
1 (gerçekleşmiş:kısmi ya da tam)	149	23,7	4,104	6,2	30,6
Toplam	447	20,1	7,284	0,1	30,6

Grafik 4.4. Sternoksifoidal Birleşmenin Gerçekleştiği Olgularda Yaş Dağılımları (Kısmen ya da Tam Birleşme)



Ksifoid kemiği sonlanma şekillerine göre incelediğimizde 600 olguda (%91) tekli, 57 olguda (%8,6) ikili, 1 olguda (%0,15) üçlü sonlanma saptadık (Resim 4.17).



Resim 4.17. a) Ksifoid Kemikte İkili Sonlanma
b) Ksifoid Kemikte Üçlü Sonlanma

Çalışmamızdaki toplam 658 olgunun 92'sinde (%14) kosta anomalisi saptandı. Göğüs ön duvarı anomalisi olan 27 olgunun ise 6'sında (%22,2) ve sternum anomalisi olan 249 olgunun 35'inde (%14) aynı zamanda kosta anomalisi saptandı. Sternum anomalisi olan olgularda aynı zamanda kosta anomalisi olma olasılığı, tüm toplumda kosta anomalisi görülme olasılığı ile benzer oranlardadır. Göğüs ön duvarı anomalisi olan olgularda, aynı zamanda kosta anomalisi olma olasılığı artmış gibi görünmektedir. Ancak uygulanan ki-kare testinde, göğüs ön duvarı anomalisi olan olgularda, kosta anomali sıklığında artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmamızda toplam 658 olgunun 27'sinde (%4,1) göğüs ön duvarı anomalisi saptandı. Kosta anomalisi olan 92 olgunun ise 6'sında (%6,5) ve sternum anomalisi olan 249 olgunun 12'sinde (%4,8) aynı zamanda göğüs ön duvarı anomalisi saptandı. Kosta ve sternum anomalisi olan olgularda aynı zamanda göğüs ön duvarı anomalisi olma olasılığı artıyormuş gibi görünse de uygulanan ki-kare testinde, kosta ve sternum anomalisi olan olgularda, göğüs ön duvarı anomali sıklığında artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çalışmamızda toplam 658 olgunun 249'sinde (%37,8) sternum anomalisi saptandı. Kosta anomalisi olan 92 olgunun ise 35'inde (%38) ve göğüs ön duvarı anomalisi olan 27 olgunun 12'sinde (%44,4) aynı zamanda sternum anomalisi saptandı. Kosta anomalisi olan olgularda aynı zamanda sternum anomalisi olma olasılığı, tüm toplumda sternum anomalisi görülme olasılığı ile benzer oranlardadır. Göğüs ön duvarı anomalisi olan olgularda, aynı zamanda sternum anomalisi olma olasılığı artmış gibi görünmektedir. Ancak uygulanan ki-kare testinde, göğüs ön duvarı anomalisi olan olgularda, sternum anomali sıklığında artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).

Yani çalışmamızda kosta, sternum ve göğüs ön duvarı anomalisi olan olgularda, diğer anomalilerin görülme sıklıklarının istatistiksel olarak artmadığı bulundu.

Çalışmamızda herhangi bir düzeyde kostokondral kalsifikasyonun gelişmediği ve geliştiği olguların yaş dağılımları Tablo 4.10.'da gösterilmektedir.

Tablo 4.10. Kostokondral Kalsifikasyonun Geliştiği ve Hiç Gelişmediği Olgularda Yaş Dağılımları

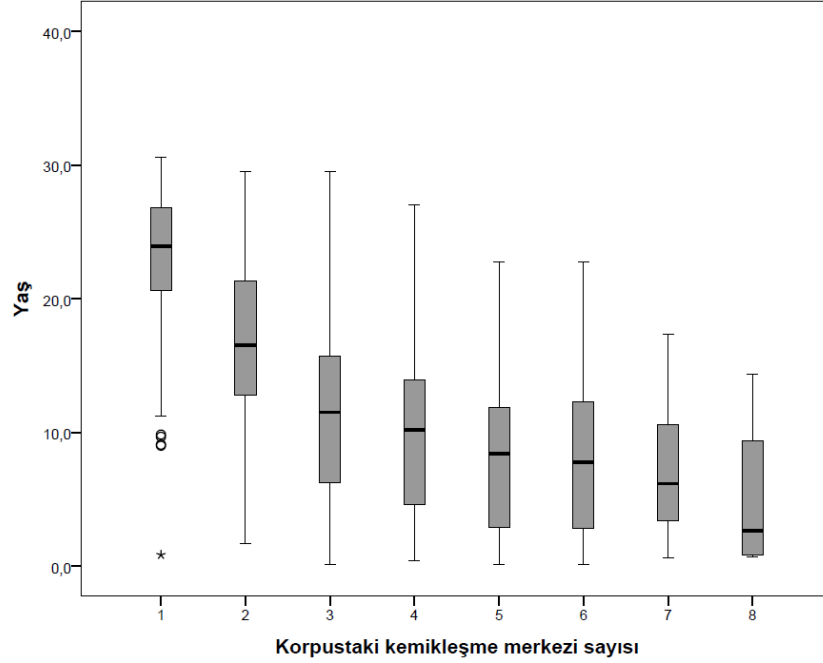
	sayısı(N=658)	Minimum yaş	Maksimum yaş	Ortalama yaş	Standart sapma
Kostokondral kals. hiç olmayanlar	297	0,1	24,3	9,3	5,37
Kostokondral kals. herhangi bir seviyede olanlar	361	10,9	30,6	23,0	4,23

Araştırmamızda tüm olgularda, sternum gövde kesiminde en az 1, en fazla 8 kemikleşme merkezine rastlandı. Gövde kesimindeki kemikleşme merkezi sayıları ile yaş dağılımları Tablo 4.11. ve Grafik 4.5.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.11. Sternum Gövde Kesimindeki Kemikleşme Merkezi Sayıları İle Yaş Dağılımları

Korpusta kemikleşme merkezi sayısı	Olgu sayısı N=658	Ortalama yaş	Standart sapma	Minimum yaş	Maksimum yaş
1	291	23,2	4,634	0,8	30,6
2	115	16,7	6,361	1,7	29,5
3	85	11,7	6,819	0,1	29,5
4	61	9,6	5,469	0,4	27,0
5	55	7,7	5,329	0,1	22,8
6	38	8,1	5,465	0,1	22,8
7	9	7,2	5,849	0,6	17,3
8	4	5,0	6,402	0,7	14,3
Toplam	658	16,8	8,342	0,1	30,6

Grafik 4.5. Sternum Gövde Kesimindeki Kemikleşme Merkezi Sayıları İle Yaş Dağılımları



Sternum gövde kesimindeki kemikleşme merkezlerinde sternebralar arası birleşmeler, her üç düzey için değerlendirilmiş olup yaş dağılımları Tablo 4.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Sternum Gövde Kesiminde Sternebralar Arası Birleşmelerin Yaş Dağılımları

	1-2. sternebralar arasında	2-3 sternebralar arasında	3-4 sternebralar arasında
Kısmi birleşmenin görüldüğü min-max yaşlar	6 ay-29,5 yaş	5 ay-29,5 yaş	1 ay-29,5 yaş
Tam birleşmenin görüldüğü min-max yaşlar	9 yaş-30,6 yaş	20 ay-30,6 yaş	17 ay-30,6 yaş

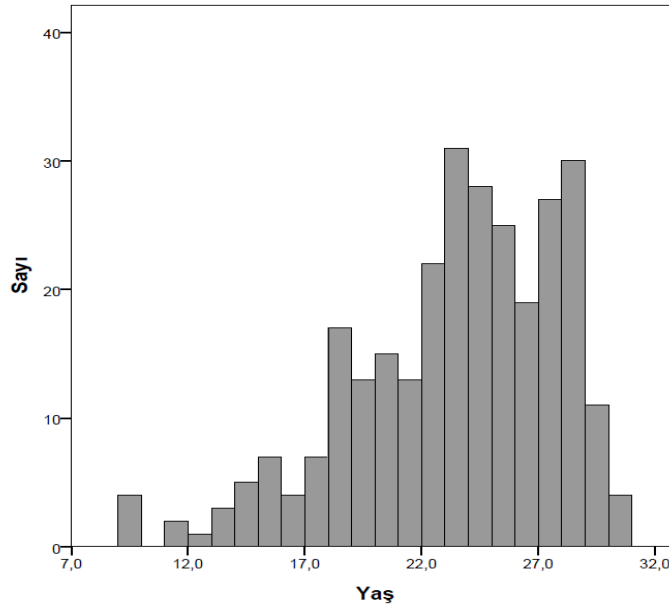
Sternum gövde kesimindeki kemikleşme merkezlerinde tam birleşmenin gerçekleştiği yani gövde kesiminin olgun hale ulaştığı olguların yaş dağılımları Tablo 4.13.'de gösterilmektedir.

Tablo 4.13. Sternum Gövde Kesiminde Tam Birleşme Olan Olgularda Yaş Dağılımları

Korpusta tam birleşme	Olgu sayısı N=658	Ortalama yaş	Standart sapma	Minimum yaş	Maksimum yaş
0 (gerçekleşmemiş)	370	11,8	7,08	0,1	29,5
1(gerçekleşmiş)	288	23,3	4,46	9,0	30,6
Toplam	658	16,8	8,32	0,1	30,6

Sternum gövde kesimindeki kemikleşme merkezlerinde tam birleşmenin gerçekleştiği olguların yaş dağılımları Grafik 4.6.'da izlenmektedir.

Grafik 4.6. Sternum Gövde Kesiminde Tam Birleşme Olan Olgularda Yaş Dağılımları



5. TARTIŞMA

5.1.Klavikula medial epifizinde yaşla birlikte görülen değişikliklerin değerlendirilmesi:

Tıp literatüründe, özellikle de adli tıp uygulamalarında, klavikula medial epifizinin kemikleşmesi ve füzyonu ile kronolojik yaş tayini arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çok sayıda çalışma vardır. Bizim çalışmamızda epifiz evrelemesi

Schmelling'in evreleme sistemine göre yapıldı. (Bkz.:Resim 4.1-2-3-4-5-6.)

Epifizde hiç kemikleşmenin gerçekleşmediği evre olan evre 0'da minimum yaş 0,1, maksimum yaş 19,8; epifizde kemikleşmenin kısmen gerçekleştiği evre olan evre 1'de minimum yaş 11,1, maksimum yaş 25,3; epifizde kemikleşmenin tam gerçekleştiği evre olan evre 2'de minimum yaş 15,8, maksimum yaş 28,7; epifiz kırıkdağında kemikleşmenin yani füzyonun kısmen gerçekleştiği evre olan evre 3'de ise minimum yaş 16,1, maksimum yaş 29,7 bulunmuştur.

Epifizde birleşmenin tam olarak gerçekleştiği ancak epifizyal skarın izlendiği evre olan evre 4'de minimum yaş 19,2, maksimum yaş 30,6; epifizde birleşmenin tam olarak gerçekleştiği ve artık epifizyal skarın da izlenmediği evre olan evre 5'de ise minimum yaş 20,1, maksimum yaş 30,1 bulunmuştur.

Literatürdeki çalışmaların çoğunda evre 4 olguların minimum yaşı 19 (34,40), bir kısmında ise 21 (35,38,39) olarak belirtilmektedir. Bizim çalışmamızda da literatür ile benzer şekilde 19,2 bulunmuştur.

Kellinghaus ve arkadaşlarının çalışmasında (39), klavikula medial ucu ÇKBT ile değerlendirilmiştir. Toplam 502 olgunun incelendiği seride, klavikula medial epifizi evre 4 kategoride değerlendirilen olguların minimum yaşı 21 bulunmuştur.

Dirk Schulze ve arkadaşlarının çalışması (40) da BT yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada ise evre 4 olguların minimum yaşı 19 olarak saptanmıştır. Çalışma toplam 100 olgu ile yapılmıştır.

Ronald Schulz ve arkadaşlarının (38), direk grafi yöntemiyle yaptıkları 629 olguluk çalışmada, evre 4 olguların minimum yaşı 21 bulunmuştur.

Garamendi ve arkadaşlarının (34) direk grafi yöntemiyle yaptıkları çalışmada, evre 4 kategoride en genç hasta 19 yaşındadır. Bu çalışmada toplam olgu sayısı 246, 0-20 yaş arası olgu sayısı 24 olup bir hayli düşüktür.

Her ne kadar medial klavikula evresinin tayininde direk grafi ve BT yöntemlerini karşılaştıran Ronald Schulze ve arkadaşları (41), güvenilirlik açısından çok fazla fark olmadığı sonucuna varmış olsalar da bizce BT, diğer bir çok kemikte olduğu gibi klavikula medial ucunda da, çok daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Ronald Schulze ve arkadaşları, toplam 99 olguluk serilerinde sadece iki hastada direk grafi ve BT arasında farklı sonuçlar bulmuşlardır. Her iki olgunun evresi de direk grafi ile daha yüksek (evre 3), BT ile daha düşük (evre 2) olarak değerlendirilmiştir. Ancak toplam 99 olgu dışında 15 olgu, diğer toraks yapılarının üst üste gelmesi nedeniyle değerlendirme yapılamadığından çalışma

dışı bırakılmıştır. Araştırmanın sonucunda direk grafi yönteminin üç yönlü yapılmasının, bu olumsuzluğu gidereceği belirtilmektedir.

Mühler ve arkadaşları (42), kronolojik yaş tayininde BT görüntülerinde klavikula medial epifizi evresinin değerlendirilmesinde kesit kalınlığının etkisini araştırmışlardır. 1mm'lik kesit kalınlığı ile elde edilen görüntülerle, 3, 5 ve 7 mm.'lik reformat görüntüler elde etmişlerdir. Olguların %70'inde kesit kalınlığı arttıkça klavikula medial epifizi evresinin de olduğundan daha yüksek görüldüğünü tespit etmişlerdir. Sadece kesit kalınlığının artmasıyla bile bu derece farklı sonuçlar ortaya çıkıyorsa, direk radyografi yönteminin ince kesit BT görüntülere göre doğruluğunun oldukça düşük olduğunu söyleyebiliriz.

Bizim çalışmamızda kesit kalınlıkları, 0,625 ile 2,5 arasında değişmekle birlikte, çoğunlukla 1,25-1,5 idi. Bu nedenle çoğunlukta uygun kesit kalınlığında çalışmış olduğumuzu kabul edebiliriz. Ayrıca literatür bilgilerimiz ve çalışmamız ışığında, klavikula medial epifizi oluşumunun başlayıp olgunlaşmanın tamamlandığı dönemin, 10-30 yaşlar arası olduğunu söyleyebiliriz. Bu yaş aralığında 518 olgumuzun olması nedeniyle, toplam olgu sayımızın yetersiz olmadığını kabul etmekteyiz. Klavikula medial epifizinin görülme ve klavikula medial bölümü ile birleşmesinde yaş aralığının geniş olması, bu bölgeye bakarak güvenilir yaş tayini yapılmasının pek doğru olmayacağını göstermektedir. Ancak klavikula medial epifizi metafiz kesimi ile birleşmiş bir olgunun, minimum 19 yaşında olabileceğini söyleyebiliriz.

Çalışmamızda cinsiyetlere göre ayrı ayrı evrelemenin yapıldığı Tablo 4.2. ve Grafik 4.2. incelendiğinde, evre 1, 2 ve 3 kategorideki kadınların minimum yaşlarının erkeklere göre daha düşük olduğu dikkati çekmektedir. Evre 1, 3 ve 4’de ise kadınların yaş ortalamaları erkeklere göre daha düşüktür. Evre 5 için durum tam tersi olup kadınlarda minimum ve ortalama yaş erkeklerden daha yüksek bulunmuştur. Kızlar ergenliğe erkeklerden daha erken girmekte olup kemik gelişiminin de bununla ilişkili olarak kızlarda daha erken başladığı düşünülmektedir. Erkeklerin de ergenlik dönemini tamamladıkları 19’lu yaşlarda erkekler, kemik gelişiminde kadınları yakalamakta ve hatta bizim sonuçlarımıza göre kadınların önüne geçebilmektedirler. Ronald Schulz ve arkadaşlarının çalışmasında (38) ise, tüm evrelerde kadınlarda ortalama yaş erkeklerden düşük bulunmuştur.

Değerlendirme aşamasında 22 olguda karşılaştığımız balık ağzı anomalisi, epifizin evresine karar vermede güçlüğe neden olmaktaydı. Epifizin hiç oluşmadığı evrede (evre 0), klavikula medial ucu tırtıklı ve düzensiz olarak izlenmektedir. Epifiz hattı kapandığı zaman (evre 4-5) medial uç yüzeyi düzenli hale gelmektedir. (Bkz: Resim 4.1-5-6) Balık ağzı anomalili olgularda ise medial uçtaki düzensizlik ileri evrelerde dahi geçmemekte olup tırtıklı görünüm nedeniyle epifizin oluşup oluşmadığı ya da birleşip birleşmediğine daha zor karar verildi (Bkz: Resim 4.7.).

5.2. Kosta Normal Varyasyon ve Anomalilerinin Değerlendirilmesi

Nadiren klinik önemi olmalarına rağmen, gereksiz endişelerden ve ileri incelemelerden kaçınmak için, kostaların doğumsal anomali ve varyasyonlarının radyologlar tarafından bilinmesi gerekmektedir.

Kosta varyasyon ve anomalileri, sadece aksiyel kesitlerden değerlendirildiğinde rahatlıkla gözden kaçabilmektedir. Çalışmamızda özellikle koronal plandaki MPR ve MIP görüntüler ile VR görüntülerden çok faydalanılmıştır.

Çalışmamızda kosta anomalileri 92 olguda (%14) izlendi.

Tablo 4.4'den anlaşılabacağı gibi, çalışmamızdaki 18-30 yaş arası erişkin toplulukta kosta anomali sıklıkları hesaplandığında, 12. kosta yokluğu anomalisi harici diğer anomalilerde, 0-18 yaş olgulara yani çocuklara göre anlamlı fark izlenmemiştir. Toplam kosta anomali sıklığı erişkinlerde %14,1, çocuklarda ise %14,4 bulunmuştur. 12. kosta yokluğu anomalisi ise erişkinlerde %1,2, çocuklarda %6 oranında izlenmiştir. Bu durumda “Aceba bazı olgularda, 12. kostanın kemikleşmesi, doğum sonrası dönemde, yaş ilerledikçe mi gelişiyor?” sorusu akla gelmektedir. Kostaların kemikleşmeleri, 1. kostadan başlayarak aşağı doğru sırayla gerçekleşmektedir. Yani 12. kosta en geç kemikleşen kostadır (13). Ancak doğum sonrası dönemde kemikleşmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini anlayabilmek için bu konuda yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kosta anomalileri içerisinde servikal kosta anomalisi 22 olguda (%3,3) saptandı. Bazı toraks incelemelerinde, görüntüler T1 düzeyinden başlamakta yani

C7 düzeyini içermemekteydi. Bu olgularda rehber görüntülerden servikal kosta varlığı araştırıldı. Ancak bazı olguların rehber görüntüleri de C7 düzeyini içermiyordu. Bu nedenle servikal kosta anomalisi gerçek oranının %3,3'den daha yüksek olduğunu söyleyebiliriz. Bu durum çalışmamızın kısıtlılıklarından birini oluşturmaktadır.

Adam R. ve arkadaşlarının çalışmasında (23), servikal kosta anomalisi sıklığı %0,2-8 olarak belirtilmektedir.

Merks ve arkadaşları (18), sağlıklı çocuklar ve kanserli çocuklar arasında kosta anomalisi sıklığı açısından fark olup olmadığını araştırmışlardır. Sonuçta toplam kosta anomali sıklığı %14,2 (normal kontrol grupta)-14,9 (kanser hastası grupta) olarak saptanmış olup iki grup arasında anlamlı fark izlenmemiştir. Ancak servikal kosta sıklığını normal kontrol grubunda %6,1, kanser hastası grupta %8,6 bulmuşlardır. Servikal kosta anomalisi kanser hastası grupta normal kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı fazla çıkmıştır.

Çalışmamızda kosta anomalileri içerisinde 12. kosta yokluğu anomalisi, 25 olguda (%3,7) görülmüştür. Lomber kosta anomalisi ise 33 olguda (%5) görülmüştür. Servikal kosta (kadınların %5,7'sinde, erkeklerin %1,9'unda), 12. kosta yokluğu (kadınların %7,3'ünde, erkeklerin %1,7'sinde) ve lomber kosta anomalileri (kadınların %5,3'ünde, erkeklerin %4,8'inde) kadınlarda erkeklerden daha fazla saptandı. Servikal kosta anomalisindeki sınırlama ile benzer şekilde, olgular içerisinde görüntülerin T12 ve L1 düzeyine kadar inmediği az da olsa bir miktar inceleme olduğundan dolayı, gerçekte 12. kosta yokluğu ve lomber kosta

anomalilerin oranının da, saptadığımızdan daha fazla olduğunu belirtmeliyiz. Bu da çalışmamızın diğer kısıtlılığıdır.

Merks ve arkadaşlarının çalışmasında (18), 12. kosta yokluğu anomalisi %6,6 oranında, lumbar kosta anomalisi ise %0,9 oranında bulunmuştur.

Çalışmamızda birleşme ve köprüleşme (synostoz ve bridging) anomalisi 3 olguda (%0,4) izlenmiş olup Merks ve arkadaşlarının çalışması (18) ile benzer orandadır (%0,3).

Çatallaşma (bifid kosta) anomalisi 8 olguda (%1,2) izlenmiş olup Merks ve arkadaşlarının çalışmasından (18) daha yüksek oranda bulunmuştur (%0,7). Çatallaşma anomalisi sadece erkeklerde ve en sık 3. kostada izlendi.

Şekil bozukluğu anomalisi ise 10 olguda (%1,5) mevcuttu ve en sık normalden geniş kosta (7 olguda) izlendi.

5.3.Göğüs Ön Duvarı Normal Varyasyon ve Anomalilerinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda 27 olguda (%4,1) göğüs ön duvarı anomalisi saptanmıştır.

Pektus anomalili 3 olgu izlenmiştir. Pektus ekskavatus 2 olguda (%0,3), pektus carinatus ise 1 olguda (%0,15) izlenmiş olup literatüre yakın oranlarda bulunmuştur. Restrepo ve arkadaşları çalışmalarında (15), toplumda pektus ekskavatus anomalisinin %0,1-0,25 oranında, pektus karinatus anomalisini ise %0,07 oranında görüldüğünü belirtmişlerdir.

Göğüs ön duvarı asimetrik belirginleşmesi anomalisi 21 olguda (%3,1; 15 erkek, 6 kadın) izlendi. Toplam 21 olgunun 16'sı (% 76) 18 yaş altında idi. Eğik sternum (tilted sternum) anomalisi ise toplam 4 olguda (%0,6) izlendi.

Araştırmamız esnasında, çocuklarda daha fazla olmak üzere, hafif derecede göğüs ön duvarı asimetrisi ve sternum eğikliği olan olgulara sıklıkla rastlandı. Hafif derecede asimetriker dikkate alınmadı ve belirgin asimetriker anomali olarak kabul edildi. Çocuklarda daha fazla görülmesinin nedeni olarak, insanda büyüdükçe göğüs ön duvarındaki anomalilerin kısmen düzeldiği düşünüldü.

Donnelly ve arkadaşlarının (29) 0-19 yaş arası olgularla yaptığı çalışmada göğüs ön duvarı asimetrik belirginleşmesi anomalisini %19,5 oranında, eğik sternum (tilted sternum) anomalisini ise %14,5 oranında bulmuşlardır. Bizim sonucumuza göre bir hayli yüksek olan bu sonucun nedeninin, araştırmacıların hafif asimetrikeri de anomali olarak kabul etmiş olmaları olduğu düşünülmektedir.

5.4.Sternum Normal Varyasyon ve Anomalilerinin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda 249 olguda %37,8 oranında sternal anomali saptanmıştır. Bunların 49'i çocuk (0-18 yaş), 200'ü ise erişkin (18-30 yaş) idi.

Araştırmamızda suprasternal kemik anomalisine 17 olguda (%2,6), suprasternal tüberkül anomalisine 8 olguda (%1,2), sternal bant anomalisine 49 olguda (%7,4), sternal delik anomalisine 17 olguda (%2,6), sternal çentik anomalisi ise 4 olguda (%0,6) rastlanmıştır. Yekeler ve arkadaşlarının çalışmasına (7) göre oranlar daha düşük bulunmuştur(%4,1, %4, %37,1, %4,5, %7,7)

Bizim çalışmamızda sternal yarık anomalisi 7 olguda (%1) mevcut olup Yekeler ve arkadaşlarının çalışması ile benzer bulunmuştur (%0,8).

Ksifoidal delik anomalisine 5 olguda (%0,7), sternoksifoidal yalancı delik anomalisine 2 olguda (%0,3) rastlanmış olup her iki anomali de Yekeler ve arkadaşları (7) ile Akın ve arkadaşlarının (11) sonuçlarından düşük bulunmuştur. (Yekeler ve arkadaşları %27,4, %3,6; Akın ve arkadaşları %43,2, %1,2)

Toplamda sternal anomali sıklığı ve sternal yarık ile sternal çentik harici diğer anomalilerin sıklığı ayrı ayrı değerlendirildiğinde, Yekeler ve arkadaşları(14) ile Akın ve arkadaşlarının (16) çalışmalarının sonucundan daha düşük bulunmuştur. Bu iki çalışmada örneklem erişkin olgulardan oluştuğu için oranlarda böyle bir fark olduğu düşünülmüştür. Sternumda gelişim aşamaları yani kemikleşme tamamlandıkça sternal anomaliler de ortaya çıkmaktadırlar. Tablo 4.7.'den anlaşılabacağı gibi, çalışmamızdaki erişkin olgularda sternal anomaliler hesaplandığında anomalilerin çoğunda oranların arttığı saptanmıştır.

Varyasyon ve anomali olarak ele aldığımız manubriosternal ve sternoksifoidal birleşmelerin yaş dağılımları Tablo 4.8. ve 4.9.'da görülmektedir. 211 olguda ksifoid parça kemikleşmediğinden sternoksifoidal birleşme kalan 447 olguda, manubriosternal birleşme ise toplam 658 olguda değerlendirildi.

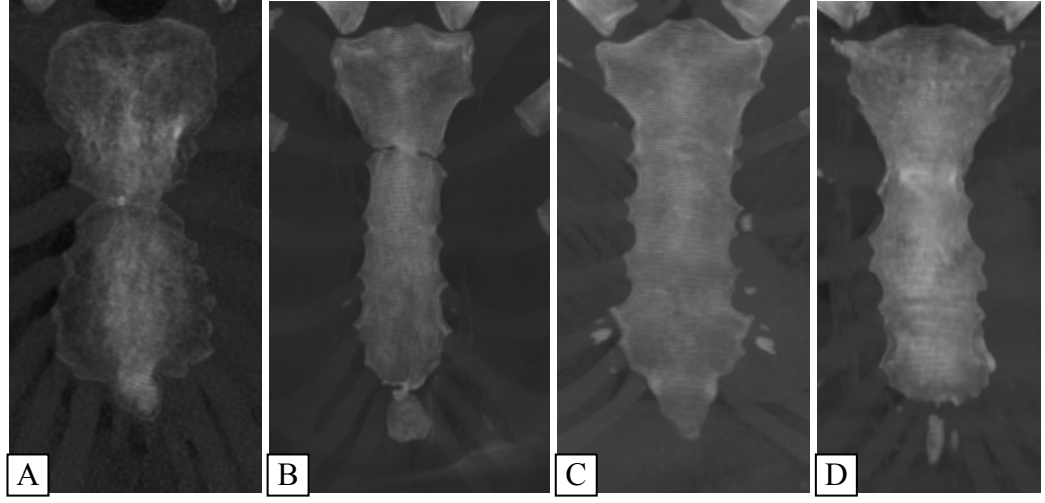
Çalışmamızda manubriosternal birleşme, 97 olguda (38 kadın, 59 erkek), sternoksifoidal birleşme ise 149 olguda (43 kadın, 106 erkek) izlenmekteydi. Ancak erkek ve kadınlarda ayrı ayrı oranlama yapacak olursak, manubriosternal birleşmenin kadınlarda %15,5 (38/244), erkeklerde %14,2 (59/414);

sternoksifoidal birleşmenin kadınlarda %17,6 (43/244), erkeklerde %25,6 (106/414) oranlarında görüldüğü izlenecektir.

Manubriosternal birleşmenin hiç gerçekleşmediği toplam olgu sayısı 561, minimum yaş 0,1, maksimum yaş ise 30,6 idi. Sternoksifoidal birleşmenin hiç gerçekleşmediği toplam olgu sayısı 298, minimum ve maksimum yaşlar ise benzer şekilde 0,1 ve 30,6 idi.

Manubriosternal birleşmenin kısmi ya da tam olarak gerçekleştiği olgu sayısı 97 olup olguların minimum yaşı 3,3, maksimum yaşı ise 28,9 idi. Sternoksifoidal birleşmenin kısmi ya da tam olarak gerçekleştiği olgu sayısı 149 olup olguların minimum yaşı 6,2, maksimum yaşı ise 30,6 idi.

3 yaşlarında manubriosternal birleşme görülebilmekte, buna karşın 30'lu yaşlarda birleşmenin hiç gerçekleşmediği olgular da görülebilmektedir. Benzer durum sternoksifoidal birleşme için de söz konusudur. 6 yaşlarında sternoksifoidal birleşme görülebilmekte, bununla birlikte 30'lu yaşlarda birleşmenin hiç izlenmediği olgular da bulunmaktadır.



Resim 5.1. a) 11 Yaşında Erkek Olguda Manubriosternal ve Sternoksifoidal Tam Birleşme; 1. ve 2. Sternebralar Arasında Orta Derecede Birleşme İzleniyor.
b) 22 Yaşında Erkek Olguda Manubriosternal Orta Derecede, Sternoksifoidal Hafif Derecede Birleşmeler İzleniyor.
c) 22 Yaşında Erkek Olguda Manubriosternal Ve Sternoksifoidal Tam Birleşme Mevcut.
d) 17 Yaşında Erkek Olguda Manubriosternal İleri Derecede Birleşme Mevcut. Sternoksifoidal Bileşke Açık İzleniyor.

Sonuçlar bu birleşmelerin varyasyonel durumlar olduğunu desteklemektedir. Ancak Grafik 4.3. ve 4.4.’den anlaşılabileceği gibi yaş arttıkça birleşmelerin gerçekleştiği olgu sayısı da artmakta olup bağımsız örneklem testi uygulandığında yaş ile birlikte birleşmelerin de artması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yani “manubriosternal ve sternoksifoidal birleşmeler, yaş ilerledikçe daha sık görülebilen varyasyonel durumlardır” diyebiliriz.

5.5.Kıkırdak Kostalarda Yaşla Birlikte Görülen Değişikliklerin Değerlendirilmesi

Genel tıp ve literatür bilgilerimiz, kıkırdak kostaların mineralizasyonu ve kemikleşmesinin, ergenlik çağı sonlarında başladığı ve yaş arttıkça da miktar olarak arttığı yönündedir. Bizim çalışmamızda henüz hiçbir düzeyde kostokondral kalsifikasyonun gelişmediği toplam 297 olgu mevcuttu. Bu olguların minimum yaşı 0,1, maksimum yaşı ise 24,3 idi. Herhangi bir düzeyde kostokondral kalsifikasyonun gerçekleştiği olgu sayısı ise 361 (238 erkek, 123 kadın) idi. Bu olguların minimum yaşı 10,9, maksimum yaşı 30,6 idi. Yani çalışmamıza göre kostokondral kalsifikasyonun en erken görülme yaşı 11 yaş civarıydı. Kostokondral kalsifikasyonun hiç görülmediği en geç yaş ise 24 yaş civarı bulundu. Cinsiyetlere göre ayrı ayrı inceleyecek olursak, kostokondral kalsifikasyonun en erken görülme yaşı kadınlarda 10,9, erkeklerde ise 13,8 olduğu görülmektedir.

Rejtarova ve arkadaşlarının çalışmasında (30), kostokondral kemikleşme 2. ve 3. dekatlarda kadın olgularda erkeklere nazaran daha yüksek oranlarda saptanmıştır. Daha ileri yaşlarda ise oranlarda belirgin fark izlenmemiştir. Bizim çalışmamızda 0-18 yaş arası olgularda kadınların %18'inde (25 olgu), erkeklerin ise %15'inde (29 olgu) kıkırdak kostalarda kemikleşme izlendi. 18-30 yaş arası olgularda kadınların %96'sında (98 olgu), erkeklerin ise %97'sinde (216 olgu) kıkırdak kostalarda kemikleşme mevcuttu. Yani bizim bulgularımıza göre ilk iki

dekatta, kadınlarda erkeklerden daha yüksek oranlarda kostokondral kemikleşme izlenmektedir.



Resim 5.2. 22 Yaşında Erkek Olguda Koronal Planda MIP Görüntülerde Tüm Düzeylerde Kostokondral Kalsifikasyonlar İzleniyor. Ayrıca Olguda Sternal Delik Anomalisi de Mevcut.

5.6.Sternum Gelişiminin Değerlendirilmesi

Çalışmamızda 0-1 yaş arası olguların tamamında, manubriumda ve gövde kesiminde en az bir kemikleşme merkezi mevcuttu.

Manubriumda birden fazla kemikleşme merkezi sık görülen bir durumdur. Bizim serimizdeki 0-2 yaş arası 40 olgunun 26'sında (%65) manubriumda 1, 7'sinde (%17,5) 2, 7'sinde ise (%17,5) 3 kemikleşme merkezi izlenmiştir. Yani 0-2 yaş arasında, olguların %35'inde birden çok kemikleşme merkezi mevcuttu.

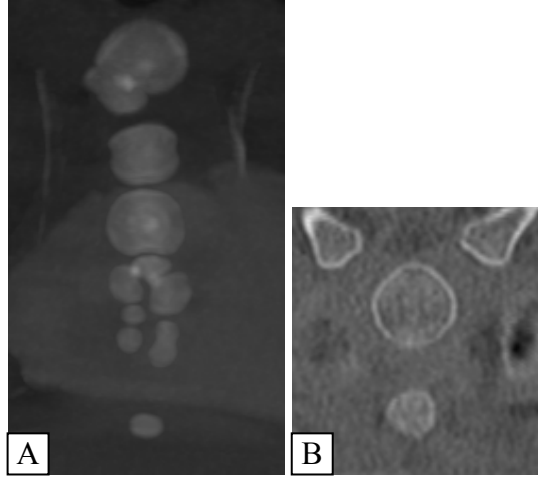
2-3 yaş arası 15 olgunun 5'inde (%33), 3-4 yaş arası 17 olgunun 3'ünde (%18), 4-5 yaş arası 13 olgunun 2'sinde (%15) ve 5-6 yaş arası 6 olgunun 1'inde

(%16) birden çok kemikleşme merkezi izlenmekte olup yaş ilerledikçe birleşmeler sonucunda oran azalmaktaydı. Manubriumda birden çok kemikleşme merkezi maksimum 16,8 yaşta görüldü ve bu yaşın üstündeki olguların hepsinde 1 kemikleşme merkezi mevcuttu.



Resim 5.3. 4 Yaşında Erkek Olguda Manubriumda 3 Kemikleşme Merkezi İzlenmekte Olup Aralarında Hafif Derecede Birleşme Gerçekleşmiştir.

Olgularımızda gövde düzeyinde izlenen kemikleşme merkezi sayılarında bir hayli çeşitlilik mevcuttu. Örneğin 0-1 yaş olgular arasında, gövde kesiminde 8 kemikleşme merkezi olan 8 aylık olgunun yanı sıra, 1 kemikleşme merkezi olan 10 aylık olgu da bulunmaktaydı (Bkz. Resim 5.4.)



Resim 5.4. a) 8 Aylık Erkek Olguda Sternum Gövde Kesiminde
8 Kemikleşme Merkezi Mevcut.
b) 10 Aylık Kız Olguda Gövde Kesiminde
1 Kemikleşme Merkezi İzleniyor.

Aynı yaş aralığındaki olguların çoğunda, kemikleşme farklı düzeylerdeki sternebraalarda gerçekleşmişti. Örneğin Resim 5.4.'deki olguların ilkinde dört sternebraada da kemikleşme başlamış. Ancak ikinci olguda sadece ilk sternebraada kemikleşme mevcut. Bu çeşitlilik nedeniyle olguların geneline baktığımızda, sternebraalar arası birleşmelerin başlama ve kapanma zamanlarını yaş ile korele etmek mümkün olmamıştır. Nitekim 0-1 yaş arası toplam 16 olgu içerisinde, birleşmelerin başladığı 4 olgudan birinde 3-4. sternebraalar düzeyinde, ikisinde 2-3. sternebraalar düzeyinde, birinde ise 1-2. ve 2-3. sternebraalar düzeyinde birleşmeler izlenmekteydi. Yani 0-1 yaş olgularda tüm düzeylerde birleşmeler görülebilmekteydi. Birleşmelerin tüm düzeylerde, en geç 29'lu yaşlara kadar devam ettiği görüldü. Ancak 27,6 yaş üzerinde birleşmeler tam ya da ileri derecede izlendi. 1-2 yaş arasında 17 aylık bir olguda 3-4. sternebraalar arasında,

2-3 yaş arası 26 aylık bir olguda ise 2-3. sternebralar arasında tam birleşme izlendi. 1-2. sternebralar arasında tam birleşme ise en erken 9 yaşındaki bir olguda görüldü ki bu olguda gövde kesimi tamamen birleşmiş görünümdeydi.(Bkz. Tablo 4.12.)

Kadavra çalışmaları ve BT yöntemleriyle gerçekleştirilmiş bu konudaki çalışmalarda, sternebralar arasındaki birleşmelerin zamanları için çok farklı sonuçlar belirtilmektedir. 3. ve 4. sternebralar arasındaki birleşmenin 0-5 yaşta başladığı tam birleşmenin 6-15 yaşta gerçekleştiği; 2. ve 3. sternebralar arasındaki birleşmenin 0-5 yaşta başladığı tam birleşmenin 11-21 yaşta gerçekleştiği; 1. ve 2. sternebralar arasındaki birleşmenin 6-10 yaşta başladığı tam birleşmenin 16-21 yaşta gerçekleştiği bildirilmektedir (44, 45). Bizim sonuçlarımız ise bu birleşmelerin yaş ile net olarak ilişkilendirilemeyeceği ve buradan yola çıkarak güvenilir yaş tayini yapılamayacağını göstermektedir. Tablo 4.12.'den de anlaşılacağı üzere, 1-2. sternebralar düzeyindeki tam birleşme zamanında, diğer düzeylere göre fark görülse bile diğer düzeylerde zamanlama açısından birbirleriyle anlamlı fark saptanmamıştır. Bu durumun ise daha önce anlatıldığı üzere, olgulardaki farklı sayılarda kemikleşme merkezlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

“Developmental juvenil osteology” kitabında (13), 1. sternebradaki kemikleşme merkezlerinin 5-6. fetal haftada, 2. ve 3. sternebradakilerin 7-8. fetal ayda, 4. sternebradakilerin ise doğum sonrası ilk yılda oluştuğu belirtilmektedir (13). Biz çalışmamıza olguların tekrarlayan görüntülemelerini katmadığımızdan,

olgularda doğum sonrasında yeni kemikleşme merkezi gelişip gelişmediği konusunda bir sonuca gidemiyoruz. Bu durum da çalışmamızın kısıtlılıklarından biridir.

Sternumda farklı düzeylerdeki sternebralarda izlenen kemikleşme merkezlerinin birleşme zamanları ve kronolojik yaş arasındaki ilişkiyi araştıran çok sayıda çalışma mevcut olup çalışmalarda, birleşmenin önce en alt seviyeden başladığı sonra sırasıyla üst seviyelerde devam ettiği belirtilmektedir. Çalışmamızda sternebralar arası birleşmelerin devam ettiği 292 olgunun 261'inde (%89), birleşme alt seviyelerden başlayarak yukarı doğru sırayla gitmekteydi. Yani olguların %89'unda her seviyede, birleşme derecesi bir üstteki seviyeden daha fazla ya da bir üstteki seviye ile aynı derecedeydi. Olguların %11'inde ise birleşmeler alttan başlayan sırayla değil, karışık gitmekteydi. Bu durumun analizinde, birleşmenin hiç gerçekleşmediği ve tam geliştiği olgular dışarıda bırakılmış, bunların dışındaki birleşmelerin devam ettiği 292 olgu üzerinden hesaplamalar yapılmıştır.

Çalışmamızda 0-1 yaş olguların 4'ünde (%25), 1-2 yaş olguların 7'sinde (%30), 2-3 yaş olguların 5'inde (%33), 3-4 yaş olguların 9'unda (%53), 4-5 yaş olguların 9'unda (%60), 5-6 yaş olguların 5'inde (%83), gövde kesimindeki sternebralar arası birleşmeler başlamıştı. Görüldüğü gibi bu oran, yaş ilerledikçe düzenli olarak artmaktadır. Kemikleşme merkezi sayılarında da birleşmeler sonucu düzenli olarak azalmalar gözlemlendi. (Bkz. Tablo 4.11. ve Grafik 4.5.)

Gövde kesiminde tam birleşmenin görüldüğü minimum yaş 9, maksimum yaş ise 30,6 bulundu. Beklendiği üzere yaş ilerledikçe, olgularda tam birleşmenin görülme sıklığı da artmaktaydı (Tablo 4.13. ve Grafik 4.6)

Çalışmamızdaki 0-1 yaş olguların 5'inde (%31) ksifoid parçada kemikleşme izlenmişti. Kalan 11 olguda (%69) henüz kemikleşme izlenmemektedir. 10 yaşına kadar her yaş grubu ayrı ayrı incelendiğinde bu oranın hemen hemen benzer (%16-37) olup değişmediği görüldü. 10-17 yaşları arasında oranlar %41-63 olup yükselmisti. 17 yaş itibariyle 24 yaşına kadar ksifoidde kemikleşme oranı, %71'den %100'e kadar yükselmekteydi. Ksifoid parçada kemikleşmenin görülmediği en ileri yaş 24,3 olarak izlendi. Bulgularımız ksifoid kemikte kemikleşmenin hem fetal, hem doğum sonrası dönemde gerçekleştiğini göstermektedir. Ancak daha önce de belirtildiği gibi tüm olguların manubrium ve gövde kesiminde, hayatın ilk yılında en az bir kemikleşme merkezi bulunması ve olguların tekrarlayan görüntülemelerinin olmaması nedeniyle, doğum sonrasında yeni kemikleşme merkezi gelişip gelişmediği konusunda bir sonuca gidilememiştir.

6.SONUÇLAR

Sternumda daha belirgin olmak üzere göğüs duvarını oluşturan kemik yapılarda çeşitli varyasyon ve anomaliler izlenebilmektedir. Kemik varyasyonlarını bilmek, teşhis etmek ve patolojik durumlar ile karıştırmamak, radyolog olarak görevlerimiz arasında yer almaktadır. ÇKBT görüntüleri, anatomiye, varyasyon ve anomalileri net olarak tanımlamada güvenilir yöntemlerden biridir.

Klavikula medial epifizinin oluşmaya başladığı 1. evre en erken 11,1 yaşında, epifizin metafiz ile tam birleştiği dönem olan 4. evre ise en erken 19,2 yaşında görülmüştür.

Kostokondral kalsifikasyonlar, kızlarda daha erken olmak üzere en erken 10,9 yaşında ortaya çıkmaktadır. Kostokondral kalsifikasyonların hiç görülmediği en geç yaş ise 24 yaş civarındır.

Manubrium ve sternum gövde kesimini oluşturan kemikleşme merkezi sayılarında, olgular arasında belirgin farklılıklar mevcuttur. Bu farklılık nedeniyle olguların genelinde gövde kesimi kemikleşme merkezlerinde, sternebralar arası birleşme zamanlarını yaş ile ilişkilendirmek mümkün değildir.

Manubrium ve sternum gövde kesimini oluşturan kemikleşme merkezleri yaş ilerledikçe birbirleriyle birleşmekte ve sonuçta sayıca azalmaktadırlar. Olguların %89'unda gövde kesiminde sternebralar arası birleşme aşağıdan başlayarak düzenli olarak gitmektedir. Manubriumda birden çok kemikleşme

merkezinin izlendiği en geç yaşı 16,8 yaşı, gövde kesiminde ise tam birleşmenin görüldüğü en erken yaşı 9 olarak izlendi.

Sternum ksifoid parçasında kemikleşme merkezleri hem fetal, hem doğum sonrası dönemde oluşabilmektedir. Ksifoid parçada kemikleşmenin gerçekleştiğı olguların oranı yaşı ilerledikçe artmaktadır. Ksifoid parçada kemikleşmenin izlenmediğı en ileri yaşı 24,3 olarak izlenmiştir.

7. KAYNAKLAR

- 1) Kalender WA. X-Ray computed tomography. Physics in Medicine and Biology 2006; 51: R29–R43
- 2) Fuchs T, Kachelrieß M, Kalender WA. Technical advances in Multi-slice Spiral CT. European Journal of Radiology 2000; 36(2): 69-73
- 3) Oyar O, Gülsoy UK, Yeşildağ A, Yıldız M, Baykal B, Köroğlu M. Tıbbi Görüntüleme Fiziği. Ankara: Rekamay. 2003
- 4) Balcı P., Pabuşçu Y. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi. Temel Radyoloji Fiziği. İzmir: Meta basım. 2008
- 5) Uysal E. İntrakranyal Anevrizmaların Tanısında Çok Kesitli Kranyal BT Anjiyografi. Klinik gelişim dergisi 2010; 23: 34-38
- 6) Yıldırım M. İnsan Anatomisi 1: Genel Anatomi- Lokomotor Sistem. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi. 2006
- 7) Snell R S. Clinical Anatomy. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins. 2004: 1-8
- 8) Moore K L, Dalley A F, Agur A. Clinically Oriented Anatomy.6. baskı. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2009
- 9) Moore K L, Persaud T V N, Torchia M G. The Developing Human: Clinically Oriented Embryology. Saunders. 2003

- 10) Sadler T W. Langman's Medical Embryology. Lippincott Williams & Wilkins. 2005
- 11) Neas J F. Embryology Atlas. Chapter 6: The Skeletal System: Development of the Axial Skeleton. 1995-2010, Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.
- 12) Larsen WJ. Human embryology. 2. baskı. New York, NY: Churchill Livingstone, 1997: 77–78
- 13) Scheuer L, Black S. Developmental juvenile osteology. California: Elsevier Ltd. 2000: 219-252
- 14) Yekeler E, Tunaci M, Tunaci A, Dursun M, Acunas G. Frequency of Sternal Variations and Anomalies Evaluated by MDCT. AJR 2006; 186: 956-960
- 15) Restrepo CS, Martinez S, Lemos DF, Washington L, McAdams HP, Vargas D, et al. Imaging Appearances of the Sternum and Sternoclavicular Joints. RadioGraphics 2009; 29:839–859
- 16) Akin K, Kösehan D, Topcu A, Köktener A. Anatomic evaluation of the xiphoid process with 64-row multidetector computed tomography. Skeletal Radiology 2011; 40: 447–452
- 17) Hatfield MK, Gross BH, Glazer GM, Martel W. Computed tomography of the sternum and its articulations. Skeletal Radiology 1984; 11: 197–203.

- 18) Merks JHM, Smets AM, Rijn RRV, Kobes J, Caron HN, Maas M, et al. Prevalence of RIB anomalies in normal Caucasian children and childhood cancer patients. *European Journal of Medical Genetics* 2005; 48: 113–129
- 19) Stevenson RE, Hall JG. *Human Malphormations and related Anomalies*. 2. baskı. Oxford University Press. 2006: 810-813
- 20) Özyurtkan M.O. Aseptomatik nadir Kosta anomalileri: Kosta hipoplazileri olguları. *Fırat Tıp Dergisi* 2010; 15(2): 104-106
- 21) Edwards DK, Berry CC, Hilton SW. Trisomy 21 in newborn infants: chest radiographic diagnosis. *Radiology* 1988; 167: 317-318.
- 22) Fokin AA, Robicsek F. Poland's syndrome revisited. *The Annals of Thoracic Surgery* 2002; 74: 2218-2225.
- 23) Guttentag A.R., Salwen J. K. Keep your eyes on the ribs: The Spectrum of Normal Variants and Diseases That Involve the Ribs. *RadioGraphics* 1999; 19: 1125-1142
- 24) Etter LE. Osseous abnormalities in the Thoracic Cage Seen in Fourty Thousand Consecutive Chest Photoroentgenograms. *American Journal of Roentgenology* 1944; 51: 359-363.
- 25) McAloon J, O'Neill C. Ossification centres, not rib fractures. *Archives Disease Child* 2011; 96: 284
- 26) Glass RBJ, Norton KI, Mitre SA, Kang E. Pediatric Ribs: A Spectrum of Abnormalities. *RadioGraphics* 2002; 22:87–104

- 27) Engel A, Adler OB, Carmeli R. Subclavian artery aneurysm caused by cervical rib: case report and review. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1989; 12:92–94.
- 28) Schwabegger A H. Congenital Thoracic Wall Deformities: Diagnosis, Therapy and Current. 1. baskı. Springer. 2011: 38-41
- 29) Donnelly LF, Frush DP, Foss JN, O'hara SM, Bisset III GS. Anterior Chest Wall: Frequency of Anatomic Variations in Children. *Radiology* 1999; 212: 837-840
- 30) Rejtarova O, Sližova D, Šmoranc P, Rejtar P, Bukač J. Costal Cartilages – A Clue for Determination of Sex. *Biomed. Papers* 2004; 148(2): 241–243
- 31) Horner JL. Premature calcification on the costal cartilage, its frequent association with symptoms of non organic origin. *American Journal of Medical Science* 1949; 218: 186–93.
- 32) King JB. Calcification of the costal cartilage. *British Journal of Radiology* 1939; 12: 2–12.
- 33) Vastine JH, Vastine MF. Genetic influence on osseous development with particular reference to deposition of calcium in the costal cartilage. *AJR* 1948; 59: 213–21.

- 34) Garamendi PM, Landa MI, Botella MC, Aleman I. Forensic Age Estimation on Digital X-ray Images: Medial Epiphyses of the Clavicle and First Rib Ossification in Relation to Chronological Age. *Journal of Forensic Science* 2011; 56:S3-S12
- 35) Schmeling A, Schultz R, Reisinger W, Muhler M, Wernecke KD, Geserick G. Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography. *International Journal of Legal Medicine*. 2004;118(1):5–8.
- 36) Moskovitch G, Dedouit F, Braga J, Rouge D, Rousseau H, Telmon N. Multislice Computed Tomography of the First Rib: A Useful Technique for Bone Age Assessment. *Journal of Forensic Science* 2010; 55: 865-870
- 37) Michelson N. The calcification of the first costal cartilage among Whites and Negroes. *Human Biology* 1934;6:543–57.
- 38) Schulz R, Mühler M, Mutze S, Schmidt S, Reisinger W, Schmeling A. Studies on the time frame for ossification of the medial epiphysis of the clavicle as revealed by CT scans. *International Journal of Legal Medicine* 2005; 119: 142–145
- 39) Kellinghaus M, Schulz R, Vieth V, Schmidt S, Schmeling A. Forensic age estimation in living subjects based on the ossification status of the medial clavicular epiphysis as revealed by thin-slice multidetector computed tomography Manuel *International Journal of Legal Medicine* 2010; 124:149–154

- 40) Schulze D, Rother U, Fuhrmann A, Richel S, Faulmann G, Heiland M. Correlation of age and ossification of the medial clavicular epiphysis using computed tomography. *Forensic Science International* 2006; 158: 184-189
- 41) Schulze R, Mühler M, Reisinger W, Schmidt S, Schmelling A. Radiographic staging of ossification of the medial clavicular epiphysis. *International Journal of Legal Medicine* 2008; 122: 55–58
- 42) Mühler M, Schulze R, Schmidt S, Schmelling A, Reisinger W. The influence of slice thickness on assessment of clavicle ossification in forensic age diagnostics. *International Journal of Legal Medicine* 2006; 120: 15–17
- 43) Freyschmidt. Clavicle and Sternoclavicular joint. Köhler/Zimmer's Borderlands of normal and early pathological findings in skeletal radiography (ISBN 3137841054) 2003
- 44) Gautam RS, Shah GV, Jadav HR, Gohil BJ. The Human Sternum – as An Index of Age & Sex. *Journal of the Anatomical Society of India* 2003; 52(1): 20-23
- 45) Jit I, Kaur H. Time of Fusion of the Human Sternebrae With One Another in Northwest India. *American Journal of Physical Anthropology* 1989; 80:195-202
- 46) Riach ICF. Ossification in the sternum as a means of assessing skeletal age. *Journal of Clinical Pathology* 1967;20: 589

8. ÖZET

STERNUM VE KOSTALARIN GELİŞİMSEL RADYOLOJİK ANATOMİSİ VE KOSTOKONDRAL BİLEŞKEDE, STERNUM İLE KLAVİKULA MEDİAL EPİFİZİNDE YAŞLA BİRLİKTE GÖRÜLEN DEĞİŞİKLİKLERİN ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada klavikula medial epifizi gelişiminin yaşla olan ilişkisi, sternum, kostalar ve göğüs ön duvarı varyasyon ve anomalilerinin toplumdaki sıklığının, kostokondral bileşkelerde gelişen kalsifikasyonların yaşla olan ilişkisinin ve sternumun gelişimiyle sternumda görülen kemikleşme merkezlerinin kendi aralarındaki birleşmelerin yaşla olan ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi ile Toraks BT incelemeleri yapılan 0-30 yaş arası 658 olgu çalışmaya dahil edildi. Olguların 340'ı 0-18 yaş, 318'i ise 18-30 yaş arasındaydı.

Klavikula medial epifizinin gelişimi, Schmelling'in evreleme sistemine göre değerlendirildi. Klavikula medial epifizinin metafiz ile tam birleştiği dönem olan 4. evre en erken 19,2 yaşında görülmekte olup literatürle uyumlu bulundu.

Çalışmamızda 248 olguda %37,7 oranında sternal anomali saptandı. Bunların 48'i çocuk, 200'ü ise erişkin idi. Manubriosternal birleşme %14,7, sternoksifoidal birleşme % 22,6 oranlarında izlendi. Bu durumların, ileri yaşlarda görülme sıklıkları artan varyasyonel durumlar olduğu düşünüldü.

Kosta anomalileri 92 olguda (%14) izlendi.

Çalışmamızda 27 olguda (%4,1) göğüs ön duvarı anomalisi saptandı.

Kostokondral kalsifikasyonlar, kızlarda daha erken olmak üzere en erken 10,9 yaşında izlendi. Kostokondral kalsifikasyonların hiç görülmediği en geç yaş 24 yaş civarıydı. İlk iki dekatta kadınlarda kostokondral kalsifikasyon görülme oranları, erkeklerden yüksek bulundu.

Manubrium ve sternum gövde kesimini oluşturan kemikleşme merkezi sayılarında, olgular arasında belirgin farklılıklar mevcuttu. Bu farklılıklar nedeniyle olguların genelinde gövde kesimi kemikleşme merkezlerinde, sternebralar arası birleşme zamanlarını yaş ile ilişkilendirmek mümkün olmadı.

Manubrium ve sternum gövde kesimini oluşturan kemikleşme merkezleri yaş ilerledikçe birbirleriyle birleşmekte ve sonuçta sayıca azalmaktaydı. Olguların %89'unda gövde kesiminde sternebralar arası birleşme aşağıdan başlayarak yukarı doğru gitmekteydi. Ksifoid parçada kemikleşme merkezleri hem fetal, hem doğum sonrası dönemde oluşmakta olup kemikleşmenin gerçekleştiği olguların oranı yaş ilerledikçe artmaktaydı.

Anahtar kelimeler: Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi, Sternum, Kosta, Klavikula.

9. SUMMARY

DEVELOPMENTAL AND RADIOLOGICAL ANATOMY OF STERNUM AND RIBS, EVALUATION OF THE CHANGES OF THE COSTOCHONDRAL JUNCTION, STERNUM AND MEDIAL CLAVICULAR EPIPHYSIS WITH AGING BY MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY

The aim of this study was to investigate the correlation of the development of the medial clavicular epiphysis with aging, the frequency of the sternum, ribs and anterior chest wall variations and anomalies in population, the relationship between age and developing costochondral junction calcifications, the development of the sternum and the relationship between age and fusion of the sternal ossification centers among themselves.

658 patients between the ages of 0-30 who underwent Thorax CT examinations by Multislice Computed Tomography were included the study. 340 patients were 0-18 years of age and 318 were 18-30 years of age.

Medial clavicle epiphyses developments were evaluated according to the Schmelling's staging system. The earliest occurrence of stage 4 cases that epiphyses and metaphys of the medial clavicle were completely fused, were observed at age 19.2 and it was consistent with the literature.

In our study, in 249 cases the rate of sternal anomalies were found 37.8% . 48 cases were children, 200 were adults.

Manubriosternal fusion rate was 14.7% and sternoxiphoidal fusion rate was 22,6%. These cases were thought as variational conditions that the incidence rate increases by aging.

92 cases had costae anomalies, its rate was found as 14%.

In 27 cases the rate of anterior chest wall anomalies were found 4.1%.

Costocondral calcifications detected in younger ages in female than males. Youngest case with costocondral calcification was 10.9 years old. The oldest age that costocondral calcification not detected was around 24. In the first two decades, the incidence of costochondral calcification was higher in women than men.

A lot of variabilities in ossification center numbers those forming manubrium and sternum corpus was found in study group. Because of this diversity of cases of ossification centers in corpus, correlation with age and time to fusion between sternobreas could not be detected. Ossification centers those forming manubrium and corpus were having fusion by aging and number of ossification centers were found as decreasing. In 89% of cases in corpus fusion between sternobreas were following caudocranial direction. Ossification centers in xiphoid process were found as forming in both fetal and postnatal period. Forming of ossification of cases were found as increasing by aging.

Key words: Multislice Computed Tomography, Sternum, Costae, Clavicle.

10. ÖZGEÇMİŞ

Adı : CAHİDE

Soyadı : KÜÇÜKTÜFEKÇİ ÖZCAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Avanos-NEVŞEHİR / 13.02.1983

Eğitimi :

2007- ... Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı / Ankara

2000-2006 İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi

1996-2000 Kahramanmaraş Süleyman Demirel Fen Lisesi

Yabancı Dili : İngilizce

Üye Oldugu Bilimsel Kuruluşlar : Türk Radyoloji Derneği