

TC
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

STERNUM GELİŞİMİNİN
ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Ekim GÜMELER

UZMANLIK TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

ANKARA

2015

TC
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

STERNUM GELİŞİMİNİN
ÇOK KESİTLİ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ İLE
DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Ekim GÜMELER
UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Orhan Macit ARIYÜREK

ANKARA
2015

TEŞEKKÜR

Radyoloji eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak eğitimime katkıda bulunan başta Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. O. Macit ARIYÜREK'e ve şahsında bölümün tüm öğretim üyelerine; eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen tüm araştırma görevlisi arkadaşlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık tezimin oluşumunun her aşamasında hiçbir yardımını esirgemeyen Prof. Dr. O. Macit ARIYÜREK'e uzmanlık tezim için harcadığı zaman ve emek için çok teşekkür ederim. Tezim sırasında bana içtenlikle yardımcı olan Ahmet SOYBİLGİN'e teşekkür ederim.

Radyoloji Anabilim Dalı'nda beraber çalıştığım tüm teknisyenlere, hemşirelere ve diğer çalışanlara eğitim hayatım boyunca gösterdikleri yardımları ve emekleri için teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince desteklerini esirgemeyen anneme, babama ve tüm aileme, asistanlık süresince hep yanımda olan Dr. Selin ARDALI'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Gümeler E: Sternum Gelişiminin Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi ile Değerlendirilmesi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Ankara, 2014. Sternumun altı osifikasyon merkezinden oluştuğu bilinmektedir. Bu merkezler yukarıdan aşağıya doğru oluşurken birleşmesi ise aşağıdan yukarıya doğru olmaktadır. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi ile sternumun daha ayrıntılı incelemesi yapılabilmektedir. Bizim amacımız da normal bireylerde sternal osifikasyon merkezlerinin varlığını, gelişmesini ve birbirleriyle birleşmelerini değerlendirmek ve yaş ile ilişkisini ortaya koymaktır. Retrospektif olarak ÇKBT yapılan hastalar taranmış, yaşı 0-30 arası 561 hastaya ulaşılmış ve 269 birey normal gruba dahil edilmiştir. Kronik hastaların bulguları normal grup ile karşılaştırıldı. İlk üç osifikasyon merkezi tüm normal bireylerde mevcuttur. 1. osifikasyon merkezi 9, 2-4. osifikasyon merkezleri ise 13 yaşından sonra her zaman tek parça olarak görülmüştür. 5. osifikasyon merkezi 0-15 yaş grubunda %39 sıklıkla görülmemektedir. 6. osifikasyon merkezinin (ksifoid) görülme sıklığı yaş grupları içerisinde heterojen olup yaşla artmaktadır. 1-2. osifikasyon merkezinin birleşmesi yaş grupları içerisinde heterojen olup küçük yaşlarda nadir görülmektedir, en erken 3 yaşında görülmüştür. 2-3. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi 23 yaş üstünde her zaman vardır, eşik değer 11 yaş olarak alındığında duyarlılık %76.8, özgüllük %94.9 ve doğruluk %84.7 olarak hesaplanmıştır. 3-4. osifikasyon merkezinin birleşmesi ise 17 yaşın üzerinde her zaman izlenmekte olup eşik değer 9 yaş olarak alındığında duyarlılık %75.3, özgüllük %93.1 ve doğruluk %80.6 olarak hesaplanmıştır. 5. osifikasyon merkezi her zaman gelişmemekle birlikte mevcut ise, 12 yaşın üzerinde her zaman 4-5. osifikasyon merkezi düzeyinde birleşme olmaktadır. Sonuç olarak yaşın değerlendirilmesinde sternal segmentlerin çok parçalı ya da tek parçalı olmaları ve birbiri ile birleşmeleri kullanılabilir. Sternum gelişiminin bilinmesi özellikle adli tıp alanında yararlı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Sternum, osifikasyon merkezi, yaş ile gelişim, ÇKBT.

ABSTRACT

Gümeler, E: Evaluation of Sternal Development with Multi-detector CT, Hacettepe University Faculty of Medicine, Thesis in Radiology, Ankara, 2014. Sternum is known to develop from six separate ossification centers. Ossification starts in the cranial parts and continues caudally, whereas union between each center begins caudally and progresses cranially. With the development of MDCT, sternum can be studied extensively. In this study we aim to evaluate the presence and development of each ossification center, the union between them and to describe the relation with age. Patients who underwent an MDCT study were retrospectively searched and 561 patients aged 0-30 years, were reached. 269 of them were classified as normal, patients with chronic and syndromic diseases are compared with the normal group. First three ossification centers are present in all of the individuals in the normal group. First ossification center is always seen as a single center in people older than 9 years old, while second-fourth ossification centers are always seen as single centers after the age of 13. Fifth ossification center isn't seen in 39% of people aged 0-15 years. Sixth ossification center (xiphoid process) is present more frequently in older age groups. The union of first and second ossification centers shows heterogeneity among different age groups though it is seen rarely in younger individuals. The youngest individual with union in this level is 3 years old. The union of second and third ossification centers is always present after the age of 23. If the cut-off age is chosen as 11 year-old, the sensitivity is 76.8%, specificity is 94.9% and accuracy is 84.7%. Similarly, the union of third and fourth ossification centers is always present after the age of 17. If the cut-off age is chosen as 9 year-old, the sensitivity is 75.3%, specificity is 93.1% and accuracy is 80.6%. fifth ossification is not always present in every normal individual, though if it is present, union with the fourth ossification center is always seen if the individual is older than 12 years old. In conclusion, we can use whether sternal ossification centers are single or multipartiated or the union between them during age estimation.

Key words: Sternum, ossification centers, development with age, MDCT.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Sternum Anatomisi	3
2.1.1. Manubrium	4
2.1.2. Gövde (Korpus sterni)	5
2.1.3. Ksifoid Çıkıntı	6
2.2 Sternum Gelişimi	7
2.2.1 Sternum Yapısı ve Embriyolojik Gelişimi	7
2.2.2 Sternumun Osifikasyonu	9
2.3 Sternumun Görüntülenmesi	11
3. GEREÇ VE YÖNTEM	13
3.1 Hasta Seçimi	13
3.2 Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi Protokolü ve Görüntü Analizi	14
3.3 İstatiksel Analiz	16
4. BULGULAR	17
4.1 Birinci Osifikasyon Merkezi	17
4.2 İkinci Osifikasyon Merkezi	19
4.3 Üçüncü Osifikasyon Merkezi	20
4.4 Dördüncü Osifikasyon Merkezi	22
4.5 Beşinci Osifikasyon Merkezi	25
4.6. Altıncı Osifikasyon Merkezi	26
4.7 Birinci ve İkinci Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi	27
4.8 İkinci-Üçüncü Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi	30

4.9 Üçüncü-Dördüncü Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi	32
4.10 Dördüncü ve Beşinci Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi	34
4.11 Beşinci ve Altıncı Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi	35
5. TARTIŞMA	36
6. SONUÇ	42
7. KAYNAKLAR	43
EKLER	48
Ek 1. Etik Kurul Değerlendirme Formu	48

SİMGELER VE KISALTMALAR

BT	: Bilgisayarlı tomografi
ÇKBT	: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
OM	: Osifikasyon merkezi

RESİMLER DİZİNİ

Resim 2.1.	Sternum parçaları	3
Resim 2.2.	Manubrium anatomisi	4
Resim 2.3.	Sternum ön-arka ve lateral görünümü	5
Resim 2.4.	Sternumun önden ve arkadan görünümü	7
Resim 2.5.	Sternumun gelişimi.	9
Resim 2.6.	Osifikasyon merkezlerinin zamana göre tahmin edilen gelişimi	10
Resim 2.7.	Sternum lateral grafisi	11
Resim 2.8.	Sternumun koronal reformat BT görüntüsü	12
Resim 3.1.	Tüm osifikasyon merkezlerinin görünümü	15
Resim 3.2.	Osifikasyon merkezleri arasındaki birleşmenin görünümü.	15
Resim 3.3.	Beşinci osifikasyon merkezi yokluğu.	16
Resim 4.1.	Birinci osifikasyon merkezi	18
Resim 4.2.	İki (A) ve tek (B) parçadan oluşan ikinci osifikasyon merkezleri.	19
Resim 4.3.	İkinci ve dördüncü osifikasyon merkezi yokluğu	20
Resim 4.4.	Üçüncü osifikasyon merkezi	21
Resim 4.5.	Dördüncü osifikasyon merkezi	23
Resim 4.6.	Beşinci osifikasyon merkezi	25

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1	Normal grubun yaşlara göre dağılımı	13
Tablo 4.1.	Birinci osifikasyon merkezinin yaşlara göre dağılımı	17
Tablo 4.2.	Üçüncü osifikasyon merkezinin yaşlara göre dağılımı	21
Tablo 4.3.	Dördüncü osifikasyon merkezinin yaşlara göre dağılımı.	24
Tablo 4.4.	Beşinci osifikasyon merkezinin yaşa göre dağılımı.	26
Tablo 4.5.	Altıncı osifikasyon merkezinin yaşlara göre oluşma sıklığı	27
Tablo 4.6	Birinci-ikinci osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin yaşlara göre dağılımı	28
Tablo 4.7	Birinci ve ikinci osifikasyon merkezi için eşik değerine göre ayrılan iki yaş grubunun karşılaştırılması	29
Tablo 4.8	İkinci-üçüncü osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin yaşa göre dağılımı	30
Tablo 4.9	İkinci ve üçüncü osifikasyon merkezi için eşik değerine göre ikiye ayrılan grupların karşılaştırılması.	31
Tablo 4.10	Üçüncü-dördüncü osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin yaşa göre dağılımı.	32
Tablo 4.11	Üçüncü ve dördüncü osifikasyon merkezi için eşik değerine göre ayrılan iki yaş grubunun karşılaştırılması.	33
Tablo 4.12	Dördüncü ve beşinci osifikasyon merkezlerinin yaş gruplarına göre birleşme oranları.	34
Tablo 4.13	Beşinci ile altıncı osifikasyon merkezlerinin yaş gruplarına göre birleşme oranları	35

GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 4.1	Birinci ile ikinci osifikasyon merkezi birleşmesinin yaş ile ilişkisi.	29
Grafik 4.2	İkinci ve üçüncü osifikasyon merkezi birleşmesinin yaş ile ilişkisi	31
Grafik 4.3	Üçüncü ve dördüncü osifikasyon merkezi birleşmesinin yaş ile ilişkisi.	33

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sternum, göğüs kafesi ön duvarı orta kısmında vertikal konumda uzanan yassı bir kemiktir. Üst kısımda klavikulara bağlanmakta ve kenarları ilk yedi kosta kıkırdakları ile eklem yapmaktadır. 15-20 cm uzunluğunda olup öne doğru hafif konveksite göstermekte ve manubrium, gövde ve ksifoid çıkıntı kısımlarından oluşmaktadır.

Sternum, vücut ön duvarında ventrolateral olarak gelişen ve sternal bantlar olarak adlandırılan bir çift vertikal mezenşimal banttan köken almaktadır. Bu sternal bantlarda kraniokaudal yönde kondrifikasyon meydana gelmektedir. Sonrasında ise kıkırdaklaşmış bu yapıda osifikasyon başlamaktadır. Manubrium sıklıkla tek, mezosternum da denilen gövde dört, ksifoid çıkıntı da sıklıkla tek parçadan osifiye olmaktadır. Osifikasyon merkezlerinin oluşması intrauterin 6. ayda başlamakta ve postnatal birinci yılda da devam etmektedir. Ksifoid çıkıntının gelişmesinin ise genellikle 5-18 yaş arasında olduğu düşünülmektedir. Manubrium ve gövdeyi oluşturan merkezler sefalokaudal yönde gelişmekte ve normal görünümüne 12 yaşında ulaşmaktadır (2). Bu osifikasyon merkezleri arasındaki birleşme ise gövde düzeyinde kaudosefalik yönde ilerlemekte olup puberte ile 25 yaş arasında tamamlanmaktadır (2). Manubriosternal ve sternoksifoid düzeylerdeki birleşmeler ise ilerleyen yaşla birlikte erişkinlikte de devam etmektedir. Ayrıca, sternumun 30 yaşına kadar boyut ve şekil açısından değişim gösterdiği, 30-100 yaşları arasında ise sabit kaldığı Weaver ve ark. (3) tarafından gösterilmiştir.

Sternal görüntüleme, direkt grafiler, bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans (MR) görüntüleme kullanılabilir. Direkt grafilerde yumuşak dokuların ve diğer kemik yapıların süperpozisyonu nedeniyle sternum iyi değerlendirilememektedir. Anatomik açıdan sternumu en detaylı inceleyebildiğimiz tetkik şu an için çok kesitli bilgisayarlı tomografidir. MR görüntüleme ise daha çok bazı özel durumlarda kullanılmaktadır.

Medikolegal araştırmaların en önemli amaçlarından biri ölen kişinin kimliğini ortaya çıkarmaktır. Bunu yapabilmek için yaş, cinsiyet, boy ve ırksal özellikler önemlidir. Ayrıca kemiklerin osifikasyon merkezlerinin

görünümünün ve birleşmelerinin analizleri de ölen kişinin yaşı ile ilgili bize bilgi verebilir.

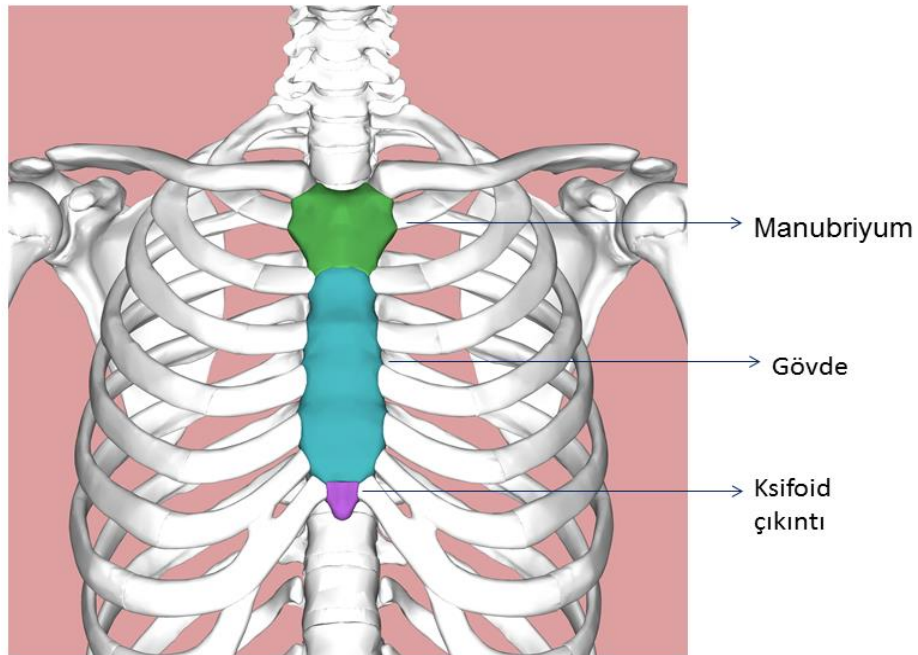
Literatürde sternum boyutları kullanılarak cinsiyet ayrımı yapılabildiği farklı çalışmalarda gösterilmiştir (24-28). Benzer şekilde erişkinde manubriyosternal ve sternoksifoid eklemlerde birleşme, gençlerde ise gövde düzeyindeki birleşmeler kullanılarak yaş ile ilişkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ayrıca osifikasyon merkezlerinin alanlarının yaş ile uyumlu olduğunu gösteren yayınlar da vardır (4).

Bizim bu çalışmadaki amacımız, normal bireylerde sternal osifikasyon merkezlerinin gelişimini yaş ile ilişkili olarak değerlendirmek, osifikasyon merkezleri arasındaki birleşmeyi yaş ile ilişkili olarak değerlendirmek ve yaş tahmini için birleşmelerin kullanıp kullanılmayacağını saptamaktır. Ayrıca sternal osifikasyon merkezlerinin oluşumunun, gelişiminin ve birleşmesinin kronik hastalıklarla ilişkisini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Sternum Anatomisi

Sternum toraks anterior duvarının orta kesimini oluşturan uzun, yassı bir kemiktir. Üst kısmı klavikuları destekler ve lateral sınırları ilk yedi çift kosta ile eklem yapar. Üç parçadan oluşmaktadır ve yukarıdan aşağıya doğru bu parçalar *manubrium*, *gövde (gladiolus)* ve *ksifoid çıkıntı* olarak isimlendirilir. Erken dönemde gövde, *sternebra* da denilen dört segmentten oluşur. Doğal pozisyonunda kemik yukarıdan aşağıya ve öne oblik olarak uzanır. Önde hafif konveks ve arkada hafif konkavdır. Üst kesimde genişken, manubrium ile gövdenin birleştiği yere doğru giderek daralır. Bileşmeden sonra gövdenin orta kesimine kadar hafifçe genişler ve sonra alt uca doğru tekrar daralır. Erişkinde ortalama uzunluğu yaklaşık 17 cm olup, erkeklerde kadınlara göre daha uzundur.

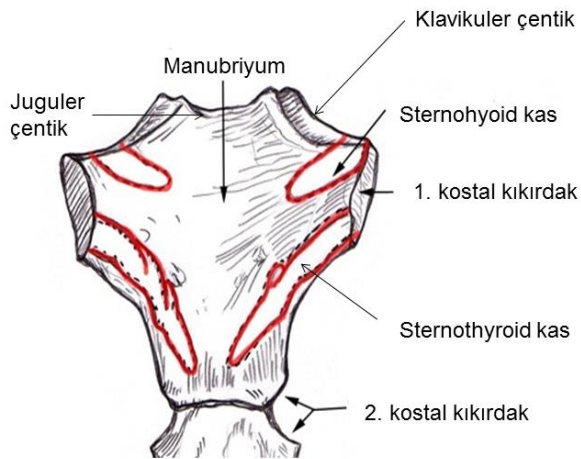


Resim 2.1. Sternum parçaları (5): Manubrium, gövde ve ksifoid çıkıntı

2.1.1.Manubriyum

Manubriyum Latince'de tutma yeri, sap anlamına gelmektedir. Sternumun en geniş ve kalın parçasıdır. Üst kesiminde daha geniş ve kalın, gövde ile bileşke yaptığı alt kesimde daralan dörtgene benzer şekilde bir yapıdır. T3 ve T4 vertebra gövdeleri hizasında yer almaktadır.

Manubriyumun anterior yüzü yukarıdan aşağıya konkav, sağdan sola ise konveks olup düzgündür. Her iki tarafta M. pectoralis majör ve M. sternokleidomastoideus kaslarının sternal orijinleri bu yüze yapışmaktadır. Posterior yüzü konkav ve düzgün olup her iki tarafta M. sternohyoideus ve M. sternothyroideus kasları posterior yüze yapışmaktadır.



Resim 2.2. Manubriyum anatomisi (1).

Manubriyumun üst kenarı en kalın yeri olup merkezinde juguler (suprasternal) çentik vardır. Bu çentiğin her iki yanında, yukarıya, arkaya ve laterale bakan oval artiküler yüzler bulunmakta olup klavikulanın sternal ucu ile eklem yapmaktadır.

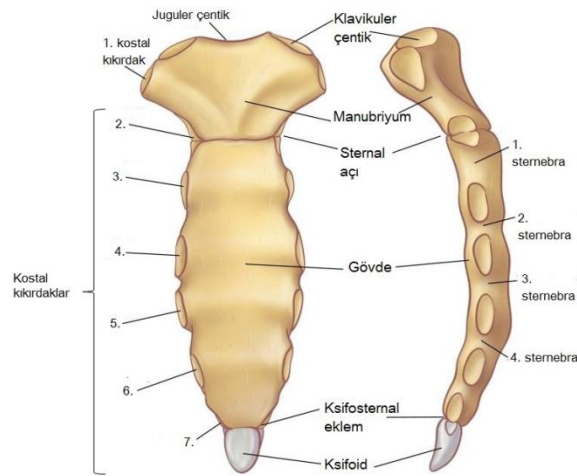
Manubriyumun lateral kenarları superiorda ilk kostal kıkırdaklar için birer depresyona sahiptir. İnferiorda ise, gövdenin üst kenarındaki benzer bir yüzle birlikte ikinci kostal kıkırdak ile eklem yapmaktadır. İlk ve ikinci kostal

kıkırdakların eklem yüzeyi arasında, lateral kenar hafif mediale doğru eğim göstermektedir.

Manubriumun inferior kenarı oval ve hafif düzensiz olup, gövde ile eklem yaptığından kıkırdak doku ile örtülüdür. Manubrium ve gövde hafif farklı planlarda yer almaktadır, bu duruma bağlı olarak manubriosternal eklemde sternal açı (Louis açısı, angulus Ludovici) oluşmaktadır. Sternal açı fizik muayene ile hissedilebilir, T4-5 intervertebral diski seviyesindedir ve ikinci kostal kıkırdağın sternum ile eklem yaptığı seviyeyi belirler.

2.1.2. Gövde (Korpus sterni)

Manubriyuma göre daha dar, uzun ve incedir. T5-9 vertebralar düzeyinde yer alır. Genişliği lateral kenarlarındaki kostal çentiklere bağlı değişiklikler göstermektedir.



Resim 2.3. Sternum ön-arka ve lateral görünümü (6).

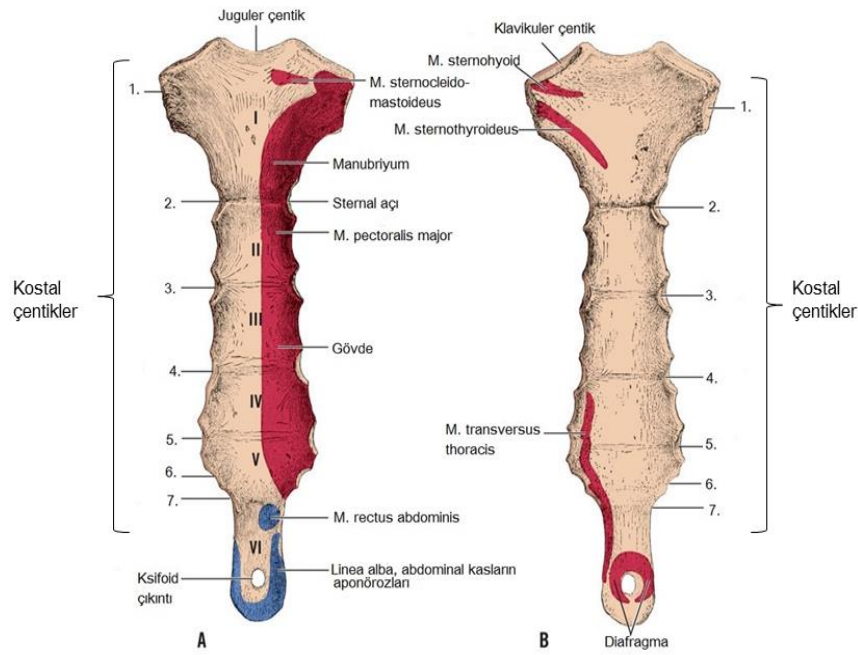
Anterior yüzü neredeyse düz olup, yukarıya ve öne doğru yönelmiştir. Kemiği üçüncü, dördüncü ve beşinci artiküler çukurları düzeyinde transvers olarak çaprazlayan üç tane çıkıntısı vardır. Her iki tarafta M. pectoralis major kasına tutunma sağlamaktadır. Gövdenin üçüncü ve dördüncü parçalarının birleşiminde nadiren sternal foramen adı verilen değişik boyut ve şekillerde olabilen bir delik görülebilir.

Posterior yüzü konkav olup, ön tarafa göre daha az belirgin olan üç transvers çıkıntı bu yüzde de bulunmaktadır. İ inferior parçasından her iki tarafta da M. transversus thoracis orijin almaktadır.

Süperior kenarı oval olup manubriyumla eklem yapmaktadır. Süperior kenarla manubriyum bileşkesi sternal açığı oluşturur. İ inferior kenarı ise dar olup ksifoid çıkıntı ile eklem yapmaktadır. Her iki lateral kenarın üst köşesinde, manubriyumla benzer şekilde, ikinci kostanın kıkırdağı ile eklem yapan küçük bir eklem yüzeyi vardır. Daha altta ise üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı kosta kıkırdakları ile eklem yapan dört tane çukur bulunmaktadır. Alt köşelerde ise yarısı ksifoid çıkıntı üzerinde olan ve yedinci kosta kıkırdağı ile eklem yapan küçük bir eklem yüzeyi vardır. Bu eklem yüzeyleri interartiküler aralıklar tarafından birbirinden ayrılmaktadır. Bu aralıklar yukarıdan aşağıya doğru daralmakta olup interkostal boşluklara karşılık gelmektedir. Gerçek kostalara ait kıkırdaklar, sternumun primitif segmentlerinin bileşke yerlerinde eklem yapmaktadır.

2.1.3. Ksifoid Çıkıntı

Ksifoid çıkıntı, üç parçanın en küçüğü olup uzun ve incedir. Erken yaşlarda kıkırdak yapıdadır ancak erişkinlikte üst kısmında az ya da çok osifiye olmuştur.



Resim 2.4. Sternumun önden (A) ve arkadan (B) görünümü (7), tendonların yapışma noktaları ile birlikte.

Ön yüzüne her iki tarafta anterior kostoksifoid ligament ve M. rektus abdominis kasının küçük bir parçası tutunmaktadır. Arka yüzüne ise posterior kostoksifoid ligament, diafragmanın bazı lifleri ve M. transversus thoracis kası tutunmaktadır. Lateral kenarlara ise abdominal kasların aponörozları tutunmaktadır. Üst kenarı sternumun gövdesi ile eklem yapmaktadır. Üst köşelerinde yedinci kostanın kıkırdağının bir parçası için bir faset bulunmaktadır. Alt parçasında linea alba ksifoid çıkıntıya tutunmaktadır.

Ksifoid çıkıntı değişik şekillerde görülebilir; geniş ya da ince olabilir, bifid, perfore, kıvrık ya da belirgin olarak bir tarafa yönelmiş olabilir.

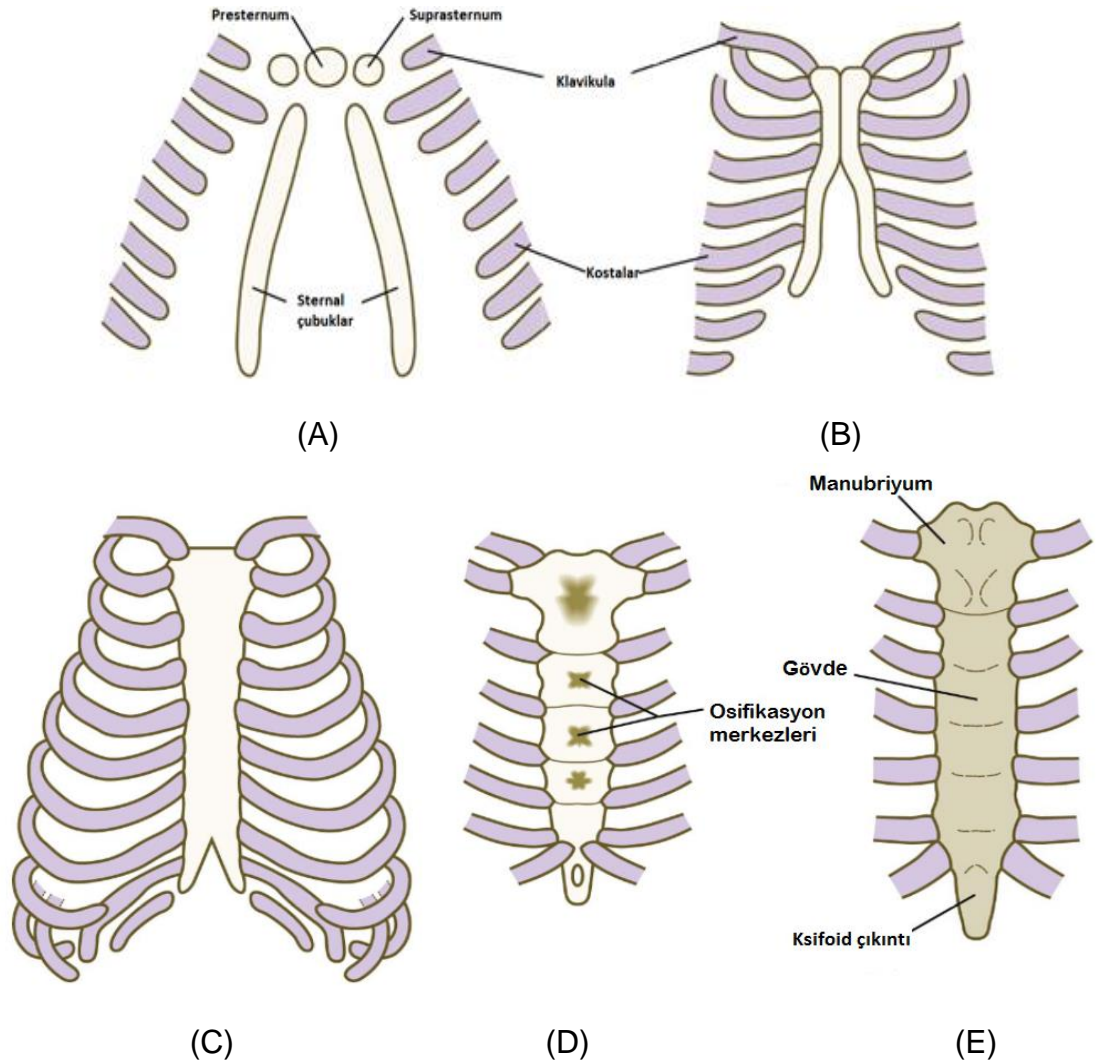
2.2 Sternum Gelişimi

2.2.1 Sternum Yapısı ve Embriyolojik Gelişimi

Sternum büyük oranda vasküler kanselöz dokudan oluşmuştur. İnce bir kompakt kemik tabakası ile çevrilidir. Bu kompakt kemik tabakasının en kalın olduğu yer manubriumda her iki klavikulanın eklem yüzleri arasındaki bölgedir.

Intrauterin dönemde altıncı haftada sternum, daha sonra kıkırdaklaşacak olan, orta hattın her iki tarafında bulunan ve yoğun mezenşimal dokudan oluşan iki paralel çubuk şeklinde görülür. Somatik mezodermden oluşan bu iki çubuk ventrolateral ve kraniokaudal yönde birleşerek sternumu oluşturur. Kıkırdak oluşumu hemen başlar. Benzer zamanlarda orta hatta daha kraniyalde presternum oluşur ve geliştirmekte olan omuz kemeri ile ilişkilidir. Çok daha sonra (altıncı ay), presternumun kraniyalinde ve lateralinde çift halindeki suprasternal kıkırdaklar görülür. Sıklıkla presternum ile birleşerek sternoklavikuler eklem bir parçasını oluştururlar. Lateral çubukların ve presternumun oluşumunu takiben lateral çubuklar kraniyalde presternumla lateralde ise kostalarla birleşir. Onuncu haftada kostalarla eklem yapmaya başlamıştır

Yedinci hafta sırasında, lateral çubukların sefalik uçları birleşir ve bu birleşme boylu boyunca devam eder. Birleşme azalan hızlarla ilerler, 9-10. haftada ise sıklıkla tamamlanmıştır. Ancak en kaudal parça olan ksifoid çıkıntı sıklıkla ya bifid kalır ya da orta hatta bir açıklığa sahiptir. Kıkırdaklaşma sürecinde sternumun segmental olarak sternobralara ayrılması izlenmemekte olup bu görünüm daha sonra oluşur.

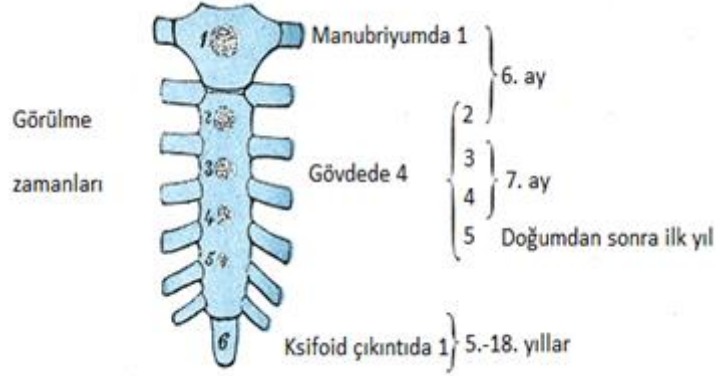


Resim 2.5. Sternumun gelişimi (8). Intrauterin 6. haftada mezenkimal sternal çubuklar oluşmuştur (A). 7. haftada sternal çubuklar birleşmeye başlar (B). 9-10. haftalarda birleşme tamamlanmıştır (C). Osifikasyon merkezleri (D). Olgun sternum (E).

2.2.2 Sternumun Osifikasyonu

Kıkırdak sternum altı merkezden osifiye olur, manubriyum için bir, gövde için dört ve ksifoid çıkıntı için bir merkez vardır. Osifikasyon merkezleri kostal kıkırdakların eklem yüzleri arasındaki aralıklarda görülür. Osifikasyon manubriyumda ve gövdenin ilk parçasında fetal hayatın altıncı ayında, gövdenin ikinci ve üçüncü parçalarında fetal hayatın yedinci ayında, gövdenin dördüncü parçasında doğumdan sonra ilk yılda ve ksifoid çıkıntıda

ise hayatın beşinci ve on sekizinci yılları arasında görülür. Merkezler segmentlerin üst kısımlarında görülür ve daha sonra aşağıya doğru gelişirler.



Resim 2.6. Osifikasyon merkezlerinin zamana göre tahmin edilen gelişimi (1).

Segmentler birden fazla merkezden de oluşabilir. İlk merkez iki, üç, hatta altı merkezden oluşabilir. İki osifikasyon merkezi olduğunda genellikle biri daha üstte yer alır ve diğerinden büyüktür. İkinci segment nadiren birden fazla osifikasyon merkezine sahiptir. Üçüncü, dördüncü ve beşinci parçalar ise sıklıkla her iki tarafa yerleşmiş birer merkezden oluşmaktadır ve bu merkezlerin irregüler birleşmesi sternal foramen ve fissura sterni oluşumunu açıklamaktadır. Gövdedeki segmentlerin birleşmesine bağlı gövde önü ve arkasında transvers çıkıntılar oluşmaktadır.

Değişik merkezlerin birbirleriyle birleşmesi genellikle puberte döneminde başlamakta ve aşağıdan yukarıya doğru ilerler. 4-5. osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin 4-15 yaşlar arasında, 3-4. osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin 11-20 yaşlar arasında. 2-3. osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin ise 15-25 yaşlar arasında olduğu düşünülmektedir. Yirmi beş yaşına kadar tüm sternibralların birleşmiş olması beklenir. Ksifoid çıkıntı ise otuz yaşından önce birleşebileceği gibi, kırk yaşından sonra da birleşme göstermektedir, erişkinde birleşme sıklığı yaklaşık %30'dur (2). Manubriumun gövdeye kemik dokuyla bağlandığı

görülebilmektedir ancak bu yüzeysel olup merkezde kırık doku osifiye olmadan kalmaktadır ve sıklığı erişkinde yaklaşık %10'dur (2).

2.3 Sternumun Görüntülenmesi

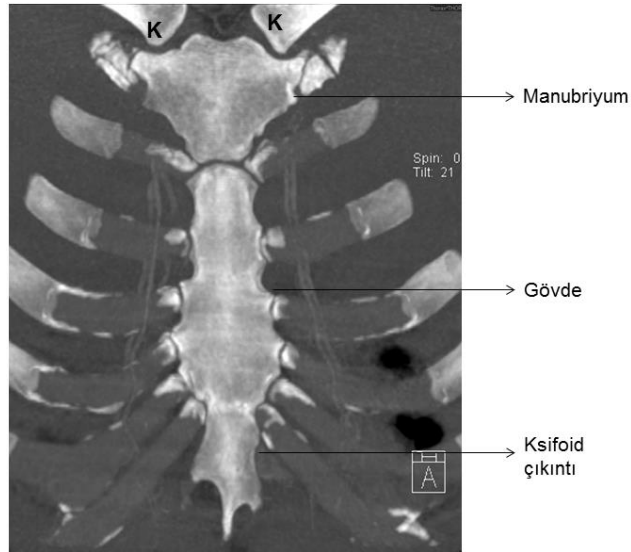
Sternumun radyografik olarak ön-arka projeksiyonda görüntülenmesi, korteks kalınlığının ince olmasına, mineral miktarının az olmasına ve süperpoze olan kostalar, mediasten ve omurgalara bağlı olarak güçtür. Lateral projeksiyonda iyi görülmesine rağmen, sternumu boylu boyunca tutmayan hastalıklar belirgin olmayabilir. Doğumdan sonra sternum lateral grafide dört ya da beş ayrı segment ya da osifikasyon merkezi şeklinde görülür. Tamamlanmamış osifikasyon merkezleri normal bir varyant olabilir. Kalsifiye ksifoid çıkıntı yaşlı hastaların %68'inde görülürken genç hastalarda görece sık değildir.



Resim 2.7. Sternum lateral grafisi (9).

Bilgisayarlı tomografi (BT), sternumun anatomik detaylarını, patolojik durumlarını, sternoklavikuler eklemleri ve komşu yumuşak dokuları en iyi gösteren görüntüleme yöntemidir. BT, korteksin medulladan ayrımını, diğer varyantların yanında çıkıntı ve çukurların değerlendirilmesini sağlar. Ayrıca anatomik varyantları patolojik durumlardan ayırtmaya yardımcı olur. Korteks sıklıkla keskin görülmekle birlikte, manubriumun inferior 2/3'ünün

posterior sınırı belirsiz olabilir, nadiren de hiç olmayabilir ve bu görünüm normalin varyantıdır (10-12). Ksifoid çıkıntı hiç görülmeyebilir ya da yapısal farklılıklar gösterebilir (örneğin alt ucu ikili ya da üçlü konfigürasyonda olabilir). Her iki sternoklavikuler eklem genellikle simetrik, fibrokartilaj bir disk ile ikiye ayrılır. Vakum etkisi olarak bilinen eklem aralığında hava görünümü, BT ya da konvansiyonel radyografi ile sık olarak görülür ve anormal bir bulgu olarak değerlendirilmemelidir.



Resim 2.8. Sternumun koronal reformat BT görüntüsü, (K) klavikula.

MR görüntüleme, ikincil bir görüntüleme yöntemi olarak değerlidir. BT bulgularını açıklığa kavuşturup, kemik iliği ve çevre yumuşak dokularla ilgili ek bilgiler sağlayabilir. MR görüntülemesinde, sternum anatomisi en iyi T1 ağırlıklı spin-eko sekanslarıyla değerlendirilir. Koronal plan, eklem diski ile birlikte eklem yüzeylerini gösterir. Sagittal plan kostaklavikuler bağın gösterilmesinde kullanışlıdır. Aksiyel plan ise sternoklavikuler eklem kapsülünün anterior ve posterior parçası ile anterior ve posterior sternoklavikuler bağları iyi gösterir. Patolojik bir durumla karıştırılmaması gereken normal bulgular içinde, az miktarda eklem içi sıvı, yağlı olmayan kemik iliği ve belirsiz kortikal sınırlar vardır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Hasta Seçimi

Çalışma için, Haziran 2012 – Aralık 2013 tarihleri arasında Hacettepe Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda yapılan çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) tetkikleri retrospektif olarak taranmıştır. 0-30 yaş grubu çalışmaya dahil edilmiştir. Toplam 561 hastaya ulaşılmıştır. Daha sonra hastanenin veri tabanı üzerinden hastaların demografik özelliklerine ve tıbbi geçmişlerine erişilmiştir. Normal grubu oluşturmak için hastane veri tabanından tetkikin yapılma nedenleri ve hastane bilgisayar sistemine kayıtlı kronik hastalık varlığı araştırılmıştır.

Normal gruba, konjenital kalp hastalığı, konjenital akciğer anomalileri, endokrinolojik hastalıklar, metabolik ve genetik hastalıklar, böbrek hastalıkları gibi bilinen kronik hastalıkları olan hastalar dahil edilmemiştir. Ayrıca kemoterapinin büyüme gecikmesine ve kemik yapısında bozulmaya yol açtığını gösteren yayınlar olduğundan (14-17), 6 ay ve daha kısa süreli malin hastalığı olan hastalar normal gruba dahil edilmiş, daha uzun süre tedavi görenler normal gruba dahil edilmemiştir. Sternal metastazı ya da kitlesi olan hastalar da normal gruba dahil edilmemiştir. Bütün bu kriterleri sağlayan ve normal popülasyonu temsil edebilecek 269 bireye ulaşılmıştır. Yaş gruplarına göre dağılım Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Normal grubun yaşlara göre dağılımı (0 yaş 0-12 aylık çocukları, 1 yaş 13-24 aylık çocukları, 2 yaş 25-36 aylık çocukları göstermekte olup, diğer yaş grupları da benzer şekilde temsil edilmektedir)

Yaş	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sayı	22	13	10	18	10	14	12	14	7	7	11	9	6	8	6	6
Yaş	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Sayı	7	13	7	3	3	4	4	6	5	6	7	8	9	8	6	

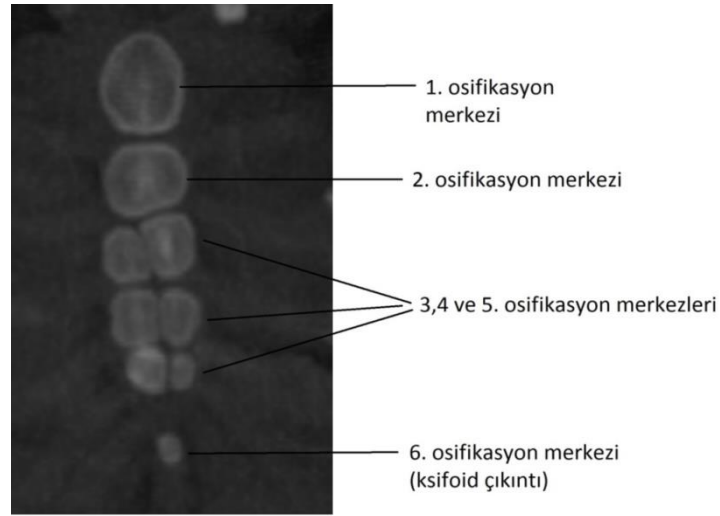
3.2 Çok Kesitli Bigisayarlı Tomografi Protokolü ve Görüntü Analizi

Çalışmaya dahil edilen hastaların tümü 2 kesitli (Emotion Duo, Siemens AG, Erlangen, Almanya), 16 kesitli (SOMATOM Sensation 16, Siemens AG, Erlangen, Almanya; Light Speed, GE Healthcare, Waukesha, Wisconsin, ABD) ya da 64 kesitli (SOMATOM Definition, Siemens AG, Erlangen, Almanya) bilgisayarlı tomografi cihazlarında çekilmiştir. Reformat görüntülerinin doğruluğu için kesit kalınlığı en çok 3 mm olan tetkikler çalışmaya dahil edilmiştir.

Görüntüler daha sonra Leonardo 1 iş istasyonuna (Siemens AG, Erlangen, Almanya) aktarılarak MIP (maksimum intensite projeksiyonu), CPR (curved planar reconstruction) ve MPR (multiplanar reformatting) yapılmıştır.

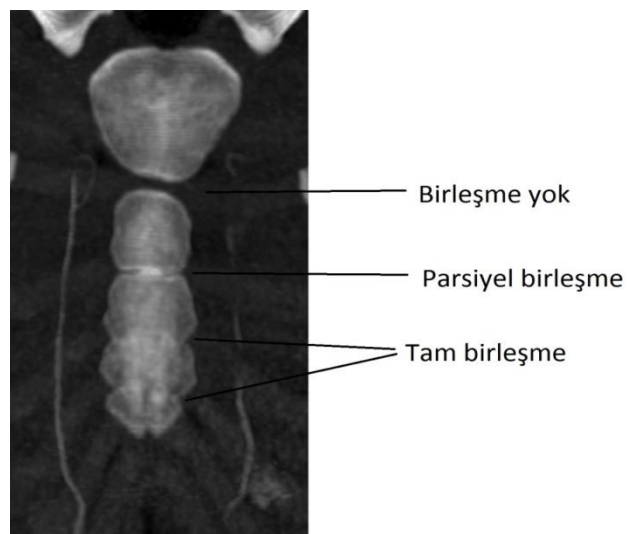
Hastaların değerlendirilmesi koronal ve sagittal CPR görüntüler üzerinden yapılmıştır, gerek duyulması halinde ham görüntülere bakarak nihai karar verilmiştir. Görüntüleri, radyoloji tecrübesi 4 yıl ve 35 yıl olan iki radyolog birlikte değerlendirmiş ve ortak karar vermişlerdir. Görüntülerin değerlendirilmesi sırasında her iki radyoloğun hastaların tıbbi geçmişleri hakkında bilgisi yoktur.

Görüntülerin değerlendirilmesinde altı osifikasyon merkezinin varlığı, parçalı veya tek olması, parçalıysa kendi içinde füzyonun varlığı değerlendirilmiştir.



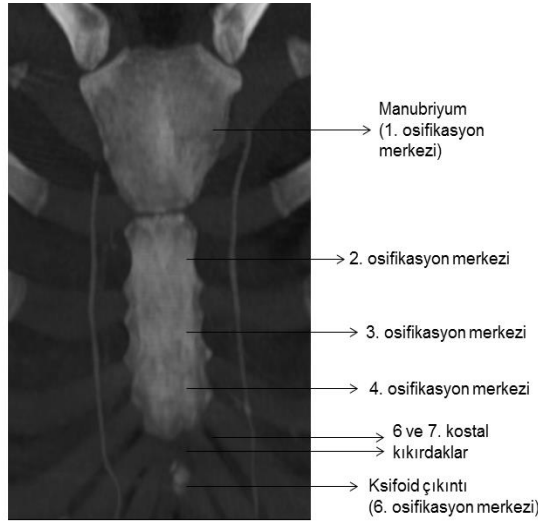
Resim 3.1. Tüm osifikasyon merkezlerinin görünümü. 1, 2 ve 6. osifikasyon merkezleri tek, 3, 4 ve 5. osifikasyon merkezlerinin ise her biri iki parçadan oluşmaktadır. İki parçadan oluşan osifikasyon merkezlerinin kendi içerisinde füzyonu yoktur.

Osifikasyon merkezlerinin birbirleriyle olan ilişkisi de birleşmenin olmaması, kısmi (parsiyel) birleşme olması ve tam birleşme olarak üç kategoride değerlendirilmiştir. Aşağıdaki örnekte birleşme olmaması, kısmi ve tam birleşme örnekleri gösterilmiştir.



Resim 3.2. Osifikasyon merkezleri arasındaki birleşmenin görünümü.

Osifikasyon merkezlerinin değerlendirilmesi, ikinci kostal kıkırdağın 1-2. osifikasyon merkezlerini, üçüncü kostal kıkırdağın 2-3. osifikasyon merkezlerini, dördüncü kostal kıkırdağın 3-4. osifikasyon merkezlerini, beşinci kostal kıkırdağın 4-5. osifikasyon merkezlerini ayırdığı bilinerek yapılmıştır. 6-7. kostanın kemiğin yan duvarına değil alt duvarına yapışması halinde beşinci osifikasyon merkezi gelişmemiş kabul edilmiştir.



Resim 3.3. Beşinci osifikasyon merkezi yokluğu. 6 ve 7. kostal kıkırdakların 4. osifikasyon merkezinin alt yüzüne tutunduğu ve 5. osifikasyon merkezinin olmadığı görülmektedir.

3.3 İstatiksel Analiz

Yalnızca osifikasyon merkezlerinin birleşmesi üzerine istatistiksel analiz yapılmıştır. Birleşme varlığı 1, birleşmenin olmaması 0 olarak kodlanarak tüm veriler, SPSS 21 programına girilmiştir. Medcalc programı kullanılarak 1-2, 2-3 ve 3-4. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi için ayrı ayrı ROC eğrileri çizilmiş ve bu eğrilerde eşik değer hesaplanması yapılmıştır. Bulunan eşik değerlere göre 2-3 ve 3-4. Osifikasyon merkezlerinin birleşmesi iki gruba ayrılmış, bu iki grup arasında değişkenler arasındaki ilişki ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlardan doğruluk hesaplanması yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Birinci Osifikasyon Merkezi

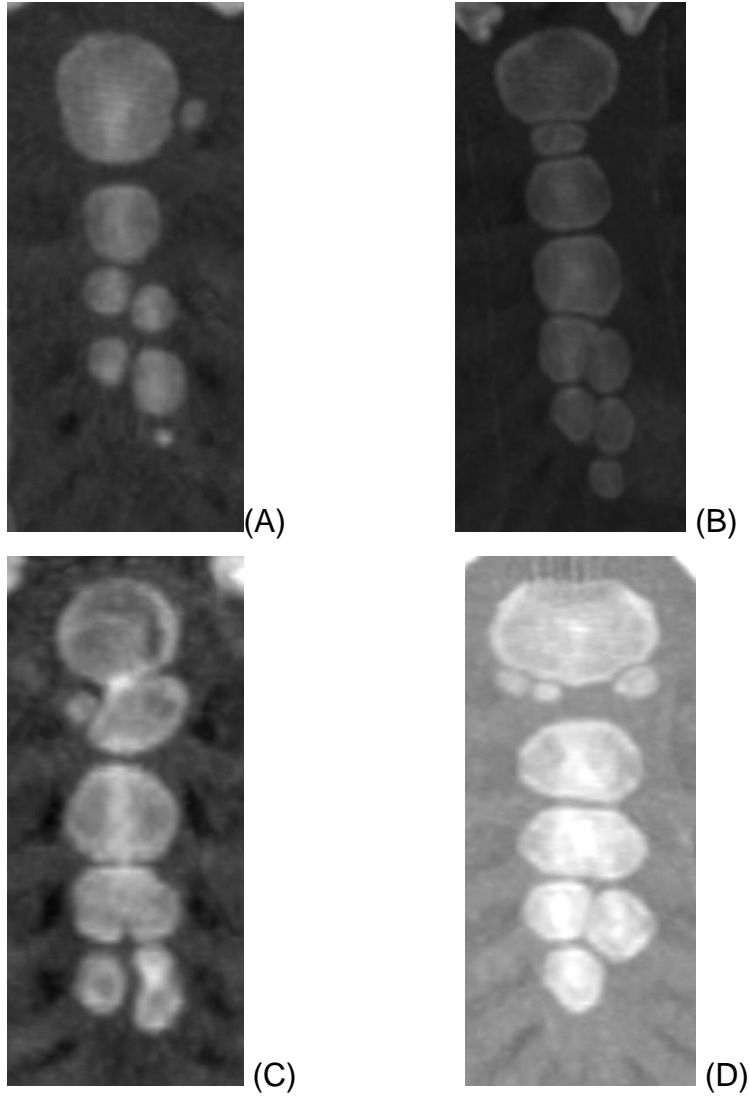
Manubriyumu oluşturan birinci osifikasyon merkezi, normal popülasyonu temsil eden tüm bireylerde, 0 yaş grubu da dahil olmak üzere, mevcuttur. Daha sık olarak tek osifikasyon merkezi görülmekle birlikte özellikle 0-3 yaş grubunda çok parçadan oluşan osifikasyon merkezleri bulunmaktadır. 10 yaşında ve daha büyük normal bireylerde ise tüm birinci osifikasyon merkezlerinin tek parçadan oluştuğu görülmektedir.

Tablo 4.1. Birinci osifikasyon merkezinin yaşlara göre dağılımı. 10 yaş üstünde normal grupta çok parçalı merkez görülmemiştir (% oranları parantez içerisinde verilmiştir).

Yaş grupları	1. Osifikasyon Merkezi		Toplam
	Çok parçalı	Tek parça	
0-5	17 (%19)	70 (%81)	87
6-10	1 (%1.9)	50 (%98.1)	51
>11	0	131 (%100)	131

Yaş ile birlikte çok parçalı osifikasyon merkezlerinin kendi içerisindeki birleşme oranı da artmaktadır. 4 yaşın altında 14 hastada birinci osifikasyon merkezinin çok parçadan oluştuğu belirlenmiştir. Bu bireylerin 7'sinde (%50) kısmi birleşme mevcutken 4 yaşından büyüklerde toplam 3 bireyde çok parçalı birinci osifikasyon merkezi görülmekle birlikte bu bireylerin hepsinde parçalar arasında kısmi birleşme vardır.

Birinci osifikasyon merkezi çok parçalı olduğunda normal grupta 2, 3 ya da 4 parçadan oluşmuştur. 2 parçadan oluştuğunda parçalar üst üste yerleşebileceği gibi yan yana da olabilmektedir.



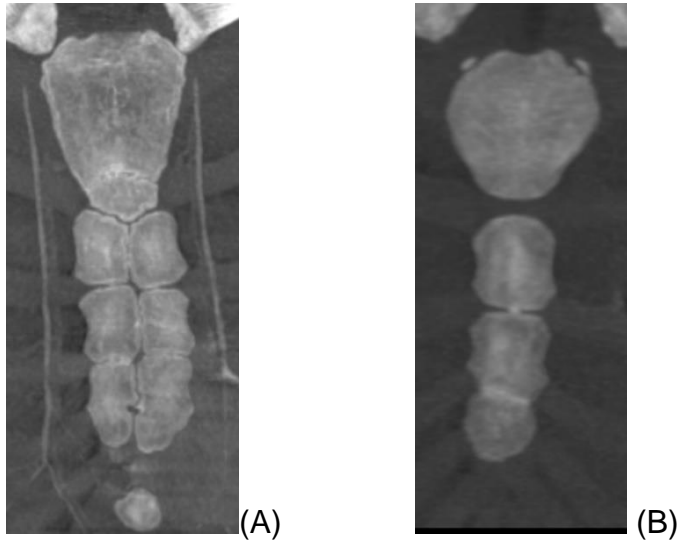
Resim 4.1. Birinci osifikasyon merkezi; yan yana iki parçadan oluşmaktadır (A). Birinci osifikasyon merkezi üst üste yerleşmiş iki parçadan oluşmaktadır (B). Birinci osifikasyon merkezi kısmi birleşme gösteren 3 parçadan oluşmaktadır (C). Birinci osifikasyon merkezi 4 parçadan oluşmaktadır (D).

1. osifikasyon merkezi tüm grupta bulunmakta olup eksik olduğu hasta yoktur. Normal ve hasta bireylerin toplamında 0-5 yaş grubu içerisinde birinci osifikasyon merkezinin çok parçalı ya da tek parça olmasının benzer oranlarda olduğu görülmektedir. Farklı olarak 20 yaşında glutarik asidürisi olan bir hastada iki parçadan oluşan ve kısmi birleşme gösteren birinci

osifikasyon merkezi vardır. Bunun dışında hasta grubunda da 10 yaş ve üstünde tüm birinci osifikasyon merkezleri tek parçadan oluşmaktadır.

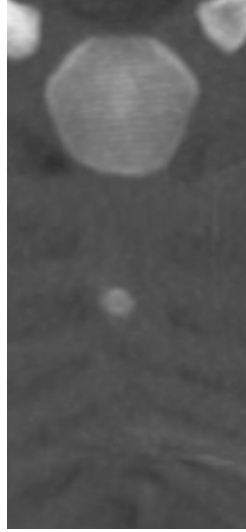
4.2 İkinci Osifikasyon Merkezi

İkinci osifikasyon merkezi normal grupta her bireyde mevcuttur. Sıklıkla tek parça olarak görülmekte olup, nadiren çok parçalı olarak görüldüğü de bilinmektedir. 0, 6 ve 13 yaş gruplarında yalnızca birer tane 2 parçadan oluşan ikinci osifikasyon merkezi saptanmıştır. 6 ve 13 yaşlarında görülen çok parçalı merkezlerin de kendi içerisinde kısmen birleşmesi bulunmaktadır.



Resim 4.2. İki (A) ve tek (B) parçadan oluşan ikinci osifikasyon merkezleri.

Tüm hastalara bakıldığında ise 3 yaşında santral hipotiroidi, atrial septal defekt ve pulmoner hipertansiyon tanılarıyla takip edilen bir hastada (Resim 4.3) ikinci osifikasyon merkezi izlenmemektedir. Bu hasta dışında tüm hastaların da ikinci osifikasyon merkezleri vardır.



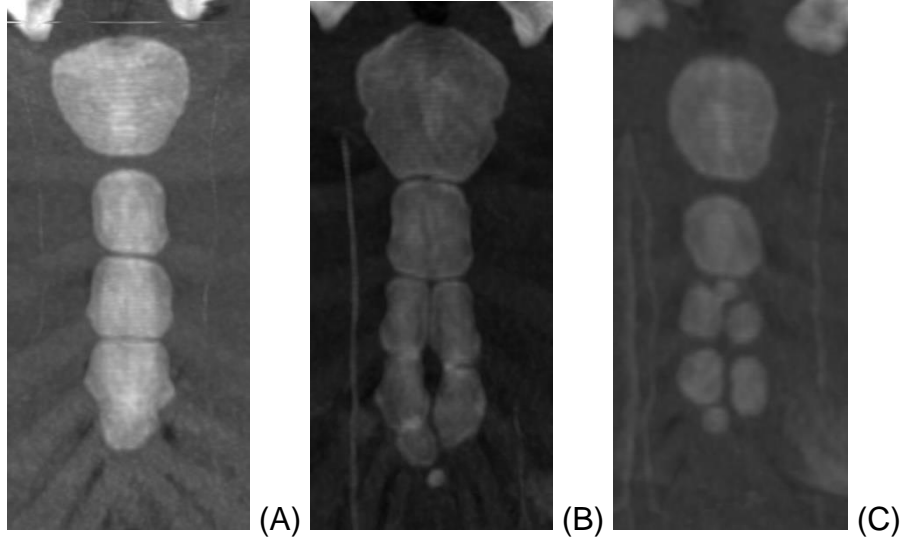
Resim 4.3. İkinci ve dördüncü osifikasyon merkezi yokluğu. Santral hipotiroidi, ASD ve pulmoner hipertansiyonu olan 3 yaşındaki hasta; ikinci ve dördüncü osifikasyon merkezleri izlenmemektedir.

Tüm gruba bakıldığında normal bireylerden farklı olarak 0 ve 1 yaş gruplarında ağır kombine immün yetmezlik, kesintili aorta (“aortic interruption”) ve kalp yetmezliği ile birlikte sekonder hemofagositik sendrom tanılarıyla izlenen üç hastada çok parçalı ikinci osifikasyon merkezi izlenmektedir. Diğer yaş gruplarında ise normal hasta grubundan farklı olarak çok parçalı görülen osifikasyon merkezi yoktur

4.3 Üçüncü Osifikasyon Merkezi

Normal gruptaki bireylerin tümünde bulunmaktadır. Sıklıkla tek parçadan oluşmakla birlikte, 2 veya 3 parçadan oluşabildiği de görülmektedir.

Normal bireylerde en geç 13 yaşında çok parçalı üçüncü osifikasyon merkezi görülmektedir. 14 ve üzerindeki yaşlarda ise tüm normal bireylerde tek merkezden oluşmaktadır. İlk 13 yaşta çok parçalı görülme sıklığı %19 civarındadır.



Resim 4.4 Üçüncü osifikasyon merkezi. Tek parçadan (A) oluşan, iki parçadan (B) oluşan üçüncü osifikasyon merkezi, ayrıca sternal foramen oluşumu da görülmektedir. Üç parçadan oluşmuş, parçalar arasında kısmi birleşme bulunan üçüncü osifikasyon merkezi (C).

Tablo 4.2. Üçüncü osifikasyon merkezinin yaşlara göre dağılımı

Yaş grupları	3. Osifikasyon Merkezi		Toplam
	Çok parçalı	Tek parça	
0-5	19 (%21.8)	68 (%78.2)	87
6-10	11 (%21.5)	40 (%78.5)	51
11-15	3 (%8.5)	32 (%91.5)	35
>15	0	96 (%100)	96

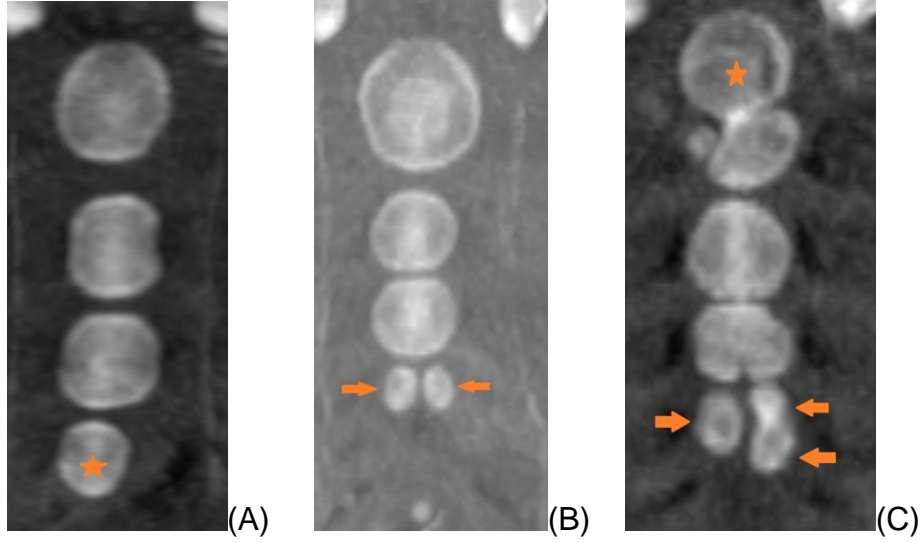
Parçalı görülen osifikasyon merkezleri birleşme eğiliminde olup, 10 yaşının üzerindeki normal bireylerde ise parçalı görülen osifikasyon merkezlerinin tümünde kendi içerisinde kısmi birleşme mevcuttur.

Tüm hastalara baktığımızda ilk 13 yaşta çok parçalı osifikasyon merkezi görülme sıklığı normal grupta aynı olup %19'dur. Farklı olarak hasta grubunda 15 yaşında 4 yıldır sinoviyal sarkom nedeniyle tedavi gören bir hastada kısmi birleşme gösteren 2 parçalı bir osifikasyon merkezi vardır.

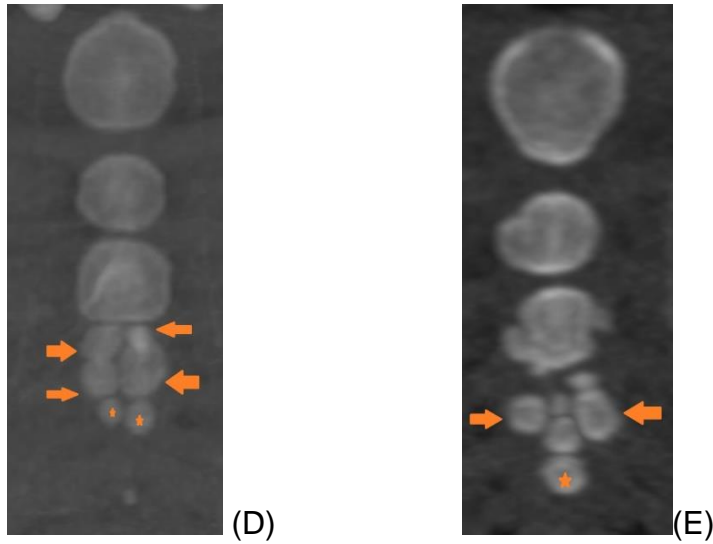
0 yaş grubuna bakıldığında 2 hastada üçüncü osifikasyon merkezinin oluşmadığı görülmektedir. Bu hastalardan birinde Prader-Willi sendromundan şüphe edilirken, diğeri ise ağır kombine immün yetmezlik nedeniyle takip edilmektedir.

4.4 Dördüncü Osifikasyon Merkezi

Üçüncü sternibrayı oluşturmaktadır. Normal bireyleri temsil eden grupta 5, 10 ve 11 yaş gruplarında dördüncü osifikasyon merkezi gelişmemiş birer hasta vardır. Dördüncü osifikasyon merkezi tek parçadan oluşabileceği gibi 2-5 parçadan oluşabilmektedir. 5 parçadan oluşan tek dördüncü osifikasyon merkezi konjenital kalp hastalığı olan bir hastaya aittir.



Resim 4.5. Dördüncü osifikasyon merkezi. Tek parçadan oluşan (*) dördüncü osifikasyon merkezi (A). İki parçadan oluşan (oklar) dördüncü osifikasyon merkezi (B). Kendi içerisinde kısmi birleşme gösteren üç parçadan oluşan (oklar) dördüncü osifikasyon merkezi (C) (devam)



Resim 4.5. Dört parçadan oluşan (oklar), dördüncü osifikasyon merkezi (D), kendi içerisinde parsiyel füzyonu vardır, (*) işareti beşinci osifikasyon merkezini göstermektedir. Beş parçadan oluşan dördüncü osifikasyon merkezi (E), (*) işareti beşinci osifikasyon merkezini göstermektedir.

Normal bireylerde 14 ve üstü yaşlarda dördüncü osifikasyon merkezi tek parça olarak bulunmaktadır. 13 ve altındaki yaşlarda ise tüm yaş gruplarında tek parçadan oluşan merkezler olduğu gibi, kendi içinde birleşmesi olan ya da olmayan çok parçalı merkezler de vardır. 0-13 yaş aralığında dördüncü osifikasyon merkezinin çok parçalı görülme sıklığı %38'dir.

Tablo 4.3. Dördüncü osifikasyon merkezinin yaşlara göre dağılımı.

Yaş grupları	4. Osifikasyon Merkezi			Toplam
	Osifiye olmamış	Çok parçalı	Tek parça	
0-5	1 (%1.1)	36 (%41.4)	50 (%57.5)	87
6-10	1 (%1.9)	19 (%37.2)	31 (%60.9)	51
11-15	1 (%2.8)	4 (%11.4)	30 (%85.8)	35
>15	0	0	96 (%100)	96

Tüm gruba bakıldığında ise, 0 yaş grubundaki üç hastada dördüncü osifikasyon merkezi gelişmemiştir. Bu hastalardan birinde Prader-Willi sendromundan şüphelenilirken, birinde sağ akciğer hipogenezi, bir diğerinde ise ağır kombine immün yetmezlik vardır. Benzer şekilde 1 yaş grubunda opere büyük arterlerin transpozisyonu olan bir hastada da dördüncü osifikasyon merkezi gelişmemiştir. 3 yaş grubunda da biri santral hipotiroidi, atrial septal defekt ve pulmoner hipertansiyonla takip edilen diğeri ise 1 yıldır Wilms tümörü nedeniyle tedavi gören iki hastada dördüncü osifikasyon merkezi gelişmemiştir.

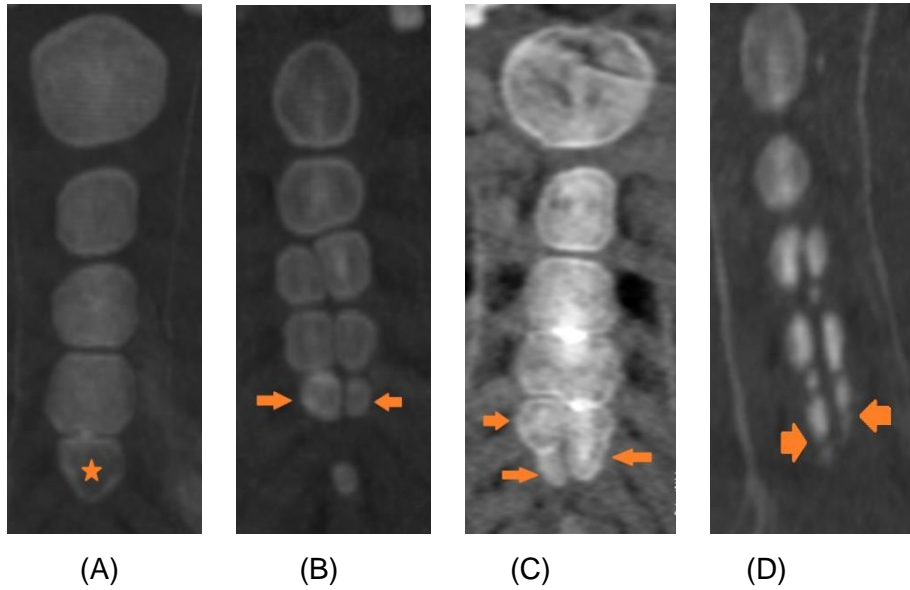
Hasta grubunda 14, 15 ve 19 yaşlarında da çok parçalı dördüncü osifikasyon merkezlerinin olduğu görülmüştür. 14 yaşındaki iki hastanın biri akut lenfoblastik lösemi, diğeri ise osteosarkom nedeniyle 6 aydan daha uzun

süredir kemoterapi almakta olduğu saptanmıştır. 15 yaşındaki hasta ise 4 yıl önce sinoviyal sarkom tanısı almış ve tedavi görmüştür. 19 yaşındaki hastaların biri kistik fibrozis nedeniyle takip edilmekteyken, diğeri Langerhans hücreli hisiyositoz nedeniyle takiptedir. 0-13 yaş grubunda tüm hastalarda dördüncü osifikasyon merkezinin parçalı görülme sıklığı ise %32'dir.

4.5 Beşinci Osifikasyon Merkezi

Normal grupta 15 yaş ve altında %39 sıklıkta, 15 yaşın üstünde ise %12.5 sıklıkta beşinci osifikasyon merkezi görülmemiştir. Tüm gruba baktığımızda da 15 yaş ve altında %39, 15 yaş üstünde ise %14 sıklıkta beşinci osifikasyon merkezi görülmemektedir.

Çok parçalı beşinci osifikasyon merkezleri sıklıkla iki parçadan oluşmakla birlikte 3 veya 4 parçadan oluştuğu da gösterilmiştir.



Resim 4.6. Beşinci osifikasyon merkezi. Tek parça (A, *), iki parçalı (B, oklar), üç parçalı ve kendi içerisinde kısmi birleşmesi bulunan (C), dört parçalı (D) beşinci osifikasyon merkezleri.

Normal grupta çok parçalı beşinci osifikasyon merkezi sıklığının dördüncü osifikasyon merkezine göre daha az olduğu saptanmıştır. İlk üç yaş grubu içerisinde sıklıkta belirgin farklılık izlenmemekle birlikte 15 yaşından

sonra sıklık daha da azalmaktadır. En yaşlı 19 yaşında bir hastada iki parçadan oluşan bir beşinci osifikasyon merkezi izlenmiştir.

Tablo 4.4. Beşinci osifikasyon merkezinin yaşa göre dağılımı.

Yaş grupları	5. Osifikasyon Merkezi			Toplam
	Osifiye olmamış	Çok parçalı	Tek parça	
0-5	39 (%44.8)	13 (%15)	35 (%40.2)	87
6-10	22 (%43.1)	8 (%15.7)	21 (%41.2)	51
11-15	9 (%25.7)	5 (%14.3)	21 (%60)	35
16-20	8 (%24.3)	1 (%3)	24 (%72.7)	33
>20	4 (%6.3)	0	59 (%93.7)	63

Tüm hasta grubuna baktığımızda ise, yine dördüncü osifikasyon merkezine göre daha az sıklıkla çok parçalı beşinci osifikasyon merkezi görülmektedir. Normal grupla aynı şekilde çok parçalı osifikasyon merkezi en geç 19 yaş grubunda görülmüştür.

4.6. Altıncı Osifikasyon Merkezi

Altıncı osifikasyon merkezi ksifoid çıkıntıyı oluşturmaktadır. Ksifoid çıkıntının 5-18. yaşlar arasında olduğu bilinmektedir. Ancak daha erken ve daha geç de oluşabilmektedir. Ksifoid çıkıntı oluşumunun dördüncü dekada kadar devam ettiği de gösterilmiştir. Tek ya da çok parçalı olabilmektedir.

0-5 yaşta görülme sıklığı %65 iken, 20 yaşın üzerinde görülme sıklığı % 10'a düşmektedir.

Tablo 4.5. Altıncı osifikasyon merkezinin yaşlara göre oluşma sıklığı

Yaş grupları	5. Osifikasyon Merkezi			Toplam
	Osifiye olmamış	Çok parçalı	Tek parça	
0-5	39 (%44.8)	13 (%15)	35 (%40.2)	87
6-10	22 (%43.1)	8 (%15.7)	21 (%41.2)	51
11-15	9 (%25.7)	5 (%14.3)	21 (%60)	35
16-20	8 (%24.3)	1 (%3)	24 (%72.7)	33
>20	4 (%6.3)	0	59 (%93.7)	63

4.7 Birinci ve İkinci Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi

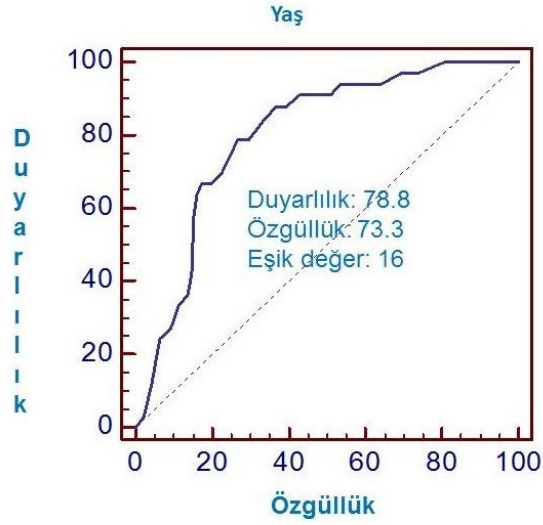
Birinci ile ikinci osifikasyon merkezlerinin birleşmesi manubrium ile gövdenin birleşmesidir. Normal gruba bakıldığında toplam 269 bireyin 33'ünde birleşmenin kısmi ya da tam olarak gerçekleştiği görülmüş olup tüm grup için bu oran %12,2'dir.

Tablo 4.6 Birinci-ikinci osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin yaşlara göre dağılımı (OM, osifikasyon merkezi)

Yaş grupları	1-2. OM Birleşmesi		Toplam
	Var	Yok	
0-5	2 (%2.3)	85 (%97.7)	87
6-10	1 (%2)	50 (%98)	51
11-15	4 (%11.4)	31 (%88.6)	35
16-20	4 (%12)	29 (%88)	33
21-25	11 (%44)	14 (%56)	25
26-30	11 (%29)	27 (%71)	38

Normal grupta 1-2. osifikasyon merkezleri arasındaki birleşmenin başlaması ilk olarak üç yaşında görülmekte olup 0-2 yaş grubunda kısmi ya da tam birleşme görülmemektedir. 0-15 yaşta toplam 7 bireyde birleşmenin olduğu görülmekle birlikte, tam birleşmenin ilk defa 15 yaşında olduğu saptanmıştır.

Normal grup için birleşme oranına göre yaşın değerlendirilebilmesi için ROC eğrileri çizilmiş ve yapılan hesaplamalarda eşik değeri 16 yaş olarak alındığında duyarlılık %78.8, özgüllük ise %73.3 olarak hesaplanmıştır.



Grafik 4.1 Birinci ile ikinci osifikasyon merkezi birleşmesinin yaş ile ilişkisi.

ROC eğrilerinden çıkarılan eşik değere göre hastalar 16 yaşından küçük, 16 yaş ve üzeri olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. 16 yaşından küçük grupta 1-2. osifikasyon merkezlerinin birleşme oranı %3.9 iken, 16 yaş ve üzerinde ise %29.2'dir; ki-kare testi ile yapılan hesaplamalarda iki grup arasında anlamlı farklılık saptanmış olup p değeri 0.000'dır. Doğruluk %73.9'dur.

Tablo 4.7 Birinci ve ikinci osifikasyon merkezi için eşik değerine göre ayrılan iki yaş grubunun karşılaştırılması

		1-2. OM Birleşmesi		
		Yok	Var	Toplam
Yaş grupları	< 16	173 (%96.1)	7 (%3.9)	180
	≥16	63 (%70.8)	26 (%29.2)	89
Toplam		236 (%87.7)	33 (%12.3)	269

4.8 İkinci-Üçüncü Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi

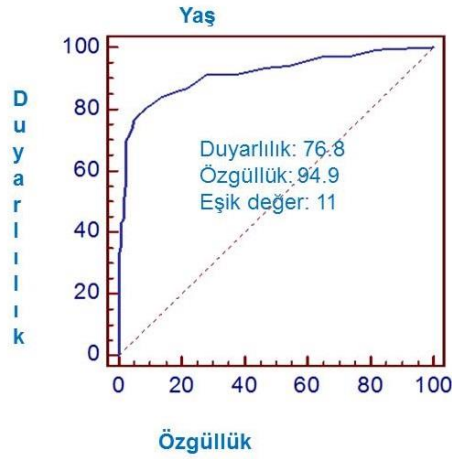
İkinci ve üçüncü merkez arasındaki birleşme 0 yaş grubundaki çocuklarda dahi izlenmiş olup, 23 yaşındaki bir hasta dışında 20 yaşın üzerindeki tüm hastalarda birleşmiştir.

Tablo 4.8 İkinci-üçüncü osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin yaşa göre dağılımı

Yaş grupları	2-3. OM Birleşmesi		Toplam
	Var	Yok	
0-5	13 (%15)	74 (%85)	87
6-10	17 (%33)	34 (%67)	51
11-15	28 (%80)	7 (%20)	35
16-20	31 (%94)	2 (%6)	33
21-25	24 (%96)	1 (%4)	25
26-30	38 (%100)	0	38

Tablo 4.8'den de anlaşılacağı gibi 15 yaş üzerinde 2-3. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi büyük oranda mevcut olup özellikle 25 yaşından büyük bireylerin hepsinde mevcuttur.

Normal grupta ikinci ve üçüncü osifikasyon merkezleri arasındaki birleşmenin başlaması ile yaşın ilişkisini değerlendirmek için ROC eğrileri çizilmiş ve yapılan hesaplamalarda eşik değer 11 yaş alındığında duyarlılığın %76.8, özgüllüğün ise %94.9 olduğu bulunmuştur.



Grafik 4.2 İkinci ve üçüncü osifikasyon merkezi birleşmesinin yaş ile ilişkisi

ROC eğrilerinden hesaplanan eşik değere göre hastalar 11 yaşından küçük ve 11 yaş ve daha büyük olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. 2-3. osifikasyon merkezlerinin 11 yaşın altında %23.8 oranında birleşirken, 11 yaş ve üzerinde ise %95.1 oranında birleşmektedir ve ki-kare testi ile yapılan hesaplamalarda iki grup arasında anlamlı fark vardır (P değeri 0,000). Doğruluk oranı ise %84.7 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.9 İkinci ve üçüncü osifikasyon merkezi için eşik değerine göre ikiye ayrılan grupların karşılaştırılması.

		2-3. OM Birleşmesi		
		Yok	Var	Toplam
Yaş grupları	<11	112 (%76.2)	35 (%23.8)	147
	≥11	6 (%4.9)	116 (%95.1)	122
Toplam		118 (%43.9)	151 (%56.1)	269

4.9 Üçüncü-Dördüncü Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi

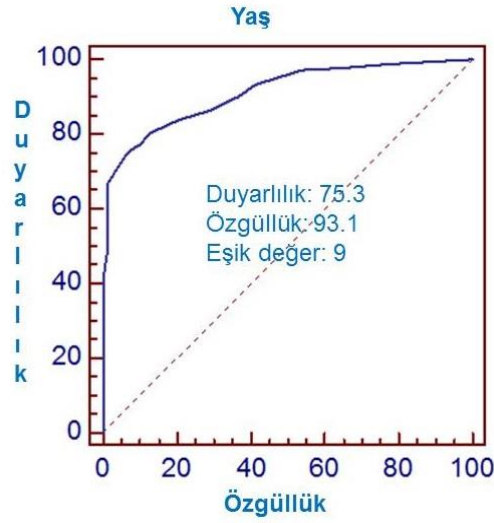
Üçüncü ve dördüncü osifikasyon merkezlerinin birleşmesi normal bireylerde hemen ilk bir yıl içerisinde vardır. Erken yaşlarda tam birleşme daha sık görülmektedir. Normal bireylerde birleşmemiş üçüncü ve dördüncü merkezler en geç 17 yaşında saptanmıştır.

Tablo 4.10'da da görüldüğü gibi 10 yaşın üzerinde 3-4. osifikasyon merkezleri büyük oranda birleşmiştir. 20 yaşın üzerinde ise normal bireylerin hepsinde birleşme vardır. Tüm gruba bakıldığında da 20 yaşın üzerindeki tüm normal bireylerde ve hastalarda birleşme vardır.

Tablo 4.10 Üçüncü-dördüncü osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin yaşa göre dağılımı.

Yaş grupları	3-4. OM Birleşmesi		Toplam
	Var	Yok	
0-5	25 (%28.7)	62 (%71.3)	87
6-10	29 (%56.8)	22 (%43.2)	51
11-15	33 %94.3	2 (%5.7)	35
16-20	32 (%97)	1 (%3)	33
21-25	25 (%100)	0	25
26-30	38 (%100)	0	38

Üçüncü ile dördüncü osifikasyon merkezlerinin birleşmesinin yaş ile ilişkisinin değerlendirmek için çizilen ROC eğrilerinde eşik değer 9 yaş olarak alındığında duyarlılık %75.3, özgüllük ise %93.1 olarak hesaplanmıştır.



Grafik 4.3 Üçüncü ve dördüncü osifikasyon merkezi birleşmesinin yaş ile ilişkisi.

ROC eğrisinden elde edilen eşik değerle hastalar 9 yaşından küçük, 9 yaş ve üzerinde olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. 9 yaşından küçük hastalarda birleşme oranı %35.7 iken, 9 yaş ve üzerindeki bireylerden oluşan grupta %95.8'dir. İki grup arasında ki-kare testine göre anlamlı farklılık bulunmaktadır (p 0,000) . Doğruluk %80.6 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.11 Üçüncü ve dördüncü osifikasyon merkezi için eşik değerine göre ayrılan iki yaş grubunun karşılaştırılması.

		3-4. OM Birleşmesi		Toplam
		Yok	Var	
Yaş Grupları	<9	81 (%64.3)	45 (%35.7)	126
	≥9	6 (%4.2)	137 (%95.8)	143
Toplam		87 (%2.3)	182 (%67.7)	269

4.10 Dördüncü ve Beşinci Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi

Normal bireylere bakıldığında 4-5. osifikasyon merkezlerinde birleşmenin en erken 0 yaş grubunda olduğu görülmektedir. İlerleyen yaşla birlikte birleşme oranları artarken, beşinci osifikasyon merkezleri olan bireylerde en geç 12 yaşında birleşmenin olmadığı görülmüştür. 12 yaşından büyük tüm bireylerde beşinci osifikasyon merkezi mevcutsa, dördüncü osifikasyon merkezi ile birleşme kısmi ya da tam olarak mutlaka vardır.

Tablo 4.12 Dördüncü ve beşinci osifikasyon merkezlerinin yaş gruplarına göre birleşme oranları.

Yaş grupları	4-5. OM Birleşmesi			Toplam
	Yok		Var	
	5. OM oluşmamış	5. OM ossifiye		
0-5	39 (%44.8)	22 (%25.3)	26 (%29.9)	87
6-10	22 (%43.1)	4 (%7.8)	25 (%49.1)	51
11-15	9 (%25.7)	1 (%2.8)	25 (%71.5)	35
16-20	8 (%24.3)	0	25 (%75.7)	33
>20	4 (%6.3)	0	59 (%93.7)	63

Tablo 4.9'da da görüldüğü gibi, yaşla birlikte 5. osifikasyon merkezlerinin hem görülme hem de dördüncü osifikasyon merkezi ile birleşme oranları artmaktadır. Yaş grupları kendi içerisinde değerlendirildiğinde 0-5 yaş grubunda eğer 5. osifikasyon merkezi mevcut ise, birleşme oranı %54.2'dir. 6-10 yaş grubunda ise bu oran %86.2'ye çıkmaktadır. 11-15 yaş grubunda ise yalnızca bir bireyde birleşme izlenmemiş olup 5. osifikasyon merkezi mevcut bireyler içerisinde birleşme oranı %96'dır. 12 yaşından büyük bireylerde ise 5. osifikasyon merkezi mevcut ise 4. osifikasyon merkezi ile birleşme her zaman mevcuttur.

4.11 Beşinci ve Altıncı Osifikasyon Merkezlerinin Birleşmesi

Beşinci ile altıncı osifikasyon merkezlerinin birleşmesi ksifoid ile sternum gövdesinin birleşmesini oluşturmaktadır. Normal grupta bu düzeyde birleşme en erken 10 yaşındaki bir bireyde görülmüştür.

Tablo 4.13 Beşinci ile altıncı osifikasyon merkezlerinin yaş gruplarına göre birleşme oranları

Yaş grupları	5-6. OM birleşmesi			Toplam
	Yok		Var	
	6. OM oluşmamış	6. OM ossifiye		
0-5	57 (%65.5)	30 (%34.5)	0	87
6-10	34 (%67)	16 (%31.1)	1 (%1.9)	51
11-15	17 (%48.5)	17 (%48.5)	1 (%3)	35
16-20	6 (%18)	17 (%51.5)	10 (%30.5)	33
20-25	2 (%8)	9 (%36)	14 (%56)	25
26-30	4 (%10.5)	11 (%29)	23 (%60.5)	38

Tablo 4.13'te yaşla birlikte beşinci ve altıncı osifikasyon merkezlerinin birleşme oranlarının arttığı ancak, 30 yaşında dahi birleşmenin olmayabileceği görülmektedir.

5. TARTIŞMA

Sternal gövde osifikasyon paternlerini ilk olarak Ashley tanımlamış olup temel olarak dört gruba ayırmıştır. Bu dört grup da ayrıca kendi içerisinde çeşitlilikler göstermektedir. Manubrium (birinci osifikasyon merkezi) bu tanımlamaya dahil değildir. Aynı çalışmada Ashley, bu paternlerin belirlenebilmesi için en ideal dönemin intrauterin son ay ile 4 yaş arası olduğunu, ilerleyen yaşla birlikte çok parçadan oluşan osifikasyon merkezlerinin kendi içlerinde birleşerek tek parça gibi görüldüğünü ve erişkinde osifikasyon paternini gizlediğini belirtmiştir. Ashley, osifikasyon paternlerindeki bu çeşitliliğin lateral sternal çubukların birleşmesi ile osifikasyon gelişmesi arasındaki zaman farklılıkları nedeniyle olabileceğini belirtmiştir. Lateral çubuklarda birleşme olmadan osifikasyon başlayan bireylerde çok parçadan oluşan osifikasyon merkezlerinin gelişirken, lateral çubuklar birleştikten sonra osifikasyon gelişen bireylerde ise osifikasyon merkezinin tek parça oluştuğunu belirtmiştir.

Riach (4) 26 hafta-6 yaş arasında 26 hastayı inceleyerek yaptığı çalışmada osifikasyon merkezlerinin çok çeşitlilik gösterdiğini saptamış ve bu yaş grubu için kemik yaşı için osifikasyon paternlerinin kullanılmasının güvenilir olmadığını söylemiştir. Ancak osifikasyon merkezlerinin alan hesaplarının özellikle intrauterin 28 hafta ile 1 yaş arasında iskelet olgunlaşmasını gösterebileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde Sandoz ve ark. (19) 4 ay-15 yaş arası 48 çocuğun BT tetkiklerinden üç boyutlu rekonstrüksiyonlar yaparak osifiye parçalarının hacimlerini hesaplamış ve özellikle daha küçük yaşlardaki çocuklarda sternal hacimin yaş tahmini için iyi bir yöntem olabileceğini ortaya koymuştur.

Bizim çalışmamızda da Riach (4) ile benzer şekilde osifikasyon paternleri ile yaş arasında bir ilgi kurulamamıştır. Ancak çok parçadan oluşan osifikasyon merkezleri yaşla birlikte birleşme göstermekte olup bizim çalışmamızda birinci osifikasyon merkezi 10, iki, üç ve dördüncü osifikasyon merkezi 13, beşinci osifikasyon merkezi ise 19 yaşından büyük bireylerde her zaman tek parça olarak görülmüştür.

Manubriyumu oluşturan birinci osifikasyon merkezi bizim çalışmamızda tüm hasta ve normal bireylerde mevcuttur. Orita ve ark.'nın (20) 200 yenidoğanı değerlendirerek yaptıkları çalışmada da 35 haftadan büyük tüm yenidoğanlarda birinci osifikasyon merkezi saptanmıştır. Birinci osifikasyon merkezinin çok parçalı olma sıklığı bizim çalışmamızda 0-5 yaş grubu için %18 olup, Bayaroğulları ve ark.'nın (21) Türk toplumunda 250 kişi ile yaptıkları çalışmada 0-10 yaşta bu sıklık % 28'dir. Delgado ve ark. ise (22) 0-10 yaş arası 300 çocukta yaptıkları çalışmada birinci osifikasyon merkezinin çok parçalı olma sıklığını %12 olarak bulmuştur.

İkinci osifikasyon merkezi toplam 269 bireyin 3 tanesinde çok parçalı izlenmiştir, ilk 10 yaşta ise 2 kişide çok parçalı görülmüş olup sıklığı %1.4'tür. Sandoz ve ark.'nın (19) çalışmasında da, 48 hastada hiç çok parçalı ikinci osifikasyon merkezi saptanmamıştır. Delgado ve ark. (22) yaptığı çalışmada ise ikinci osifikasyon merkezinin çok parçalı olma olasılığı ilk 10 yaş için %13.9'dur. Bu farklılık irksal farklılıklardan da olabilir. Yine Delgado ve ark. (22) farklı olarak 267 hastanın 3'ünde ikinci osifikasyon merkezinin gelişmediğini saptamışken, bizim çalışmamızda normal grupta ikinci osifikasyon merkezi oluşmayan hasta yoktur. Rush ve ark. (23) ise 0-10 yaşlarındaki 229 hastanın 14'ünde ikinci osifikasyon merkezinin oluşmadığını saptamışlardır ancak bu çalışma direkt grafiler üzerinden ve yalnızca sternotomi geçiren, kemik displazisi ve konjenital kalp hastalığı olan hastalar dışlanarak yapılmıştır. Bizim çalışmamızda tüm grup içerisinde ikinci osifikasyon merkezi oluşmayan tek hasta santral hipotiroidi, atrial septal defekt ve pulmoner hipertansiyon tanıları ile izlenen 3 yaşında bir çocuktur.

Üçüncü osifikasyon merkezi ise tüm normal bireylerde mevcuttur. Delgado ve ark. (22) 0-10 yaşta üçüncü osifikasyon merkezinin oluşmama sıklığını %0.7, Rush ve ark. (23) ise %0.8 olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda 0-10 yaş aralığındaki toplam 289 kişide (normal ve hasta) yalnızca iki bireyde üçüncü osifikasyon merkezinin gelişmediği saptanmış olup her iki hasta da 0 yaş grubundadır. Hastaların biri Prader-Willi sendromu nedeniyle takip edilirken, diğeri ise ağır kombine immün yetmezlik nedeniyle takip edilmektedir.

Dördüncü osifikasyon merkezi ise diğerlerinden farklı olarak normal grupta, 5, 10 ve 11 yaşlarında birer bireyde izlenmemektedir. Delgado ve ark. (22) 0-10 yaş aralığında dördüncü osifikasyon merkezinin görülme sıklığını %2.6 olarak hesaplamıştır. Rush ve ark. (23) ise bu oranı %6 olarak hesaplamıştır. Bizim çalışmamızda erken yaşlarda (0-3) dördüncü osifikasyon merkezi izlenmeyen hastaların tümü kronik bir hastalığa sahiptir (Prader-Willi sendromu, hipoplazik akciğer, ağır kombine immün yetmezlik, opere büyük arterlerin transpozisyonu, santral hipotiroidi, Wilms tümörü nedeniyle uzun süreli kemoterapi). Rush ve ark.'nın (23) yaptığı çalışma ile oluşmama yüzdelerinin farklı olmasının nedeni Rush ve ark.'nın çalışmaya yalnızca konjenital kalp hastalığı ve kemik displazisi olan hastaları dahil etmemesi olabilir. Ayrıca dördüncü osifikasyon merkezi normal grupta 13 yaş üzerinde çok parçalı görülmezken, tüm gruba bakıldığında uzun süreli kemoterapi alan üç hastada, kistik fibrozis ve Langerhans hücreli histiyositoz tanısı olan birer hastada 14 yaşın üzerinde de çok parçalı dördüncü osifikasyon merkezi olması dikkat çekicidir. Bu bulgu tarif edilen durumların gelişmeyi geciktirdiği şeklinde yorumlanabilir.

Beşinci osifikasyon merkezinin görülme oranları 0-10 yaş grubunda %44, 11-20 yaş grubunda %25, 21-30 yaş grubunda ise %6.3'tür. Delgado ve ark. (22) da 0-10 yaş grubunda beşinci osifikasyon merkezinin görülme sıklığını %38 olarak bulmuştur. Orita ve ark. (20) yenidoğanlarda beşinci osifikasyon merkezi görülme sıklığını %6 olarak bulmuştur. Bu durum beşinci osifikasyon merkezinin ksifoid gibi yaşla gelişebileceğini önerebilir. Ancak yaşla birlikte diğer osifikasyon merkezlerinin hacimleri de artmaktadır. Osifikasyon merkezlerinin hacimlerindeki bu artış sonucu 6 ve 7. kostalar osifikasyon merkezlerinin yan kenarları ile eklem yapmaya başlıyor olabilir. İlerleyen yaşla birlikte artan oranlarda beşinci osifikasyon merkezinin görülmesi, aslında diğer osifikasyon merkezlerinin hacimsel artışının yanlış bir yorumlanması da olabilir. Bu nedenle özellikle beşinci osifikasyon merkezinin yokluğu gelişimsel açıdan şüphe uyandırmamalıdır. Ancak beşinci osifikasyon merkezinin varlığı ya da yokluğu direkt olarak sternum uzunluğunu etkileyebilir. Sternum uzunluğu cinsiyet ayrımı yapılırken

kullanılması sırasında beşinci osifikasyon merkezinin varlığı veya yokluğuna özellikle dikkat edilmesi gerekebilir (24, 27-28).

Birinci ve ikinci osifikasyon merkezlerinin birleşme düzeyi manubriyosternal eklemi düzeyidir. Manubriyum ile gövdenin yaşam boyu birleşmeden kalabileceği ve erişkin yaşlarda da ilerleyen yaşla bu birleşmenin arttığı (29) bilinmektedir. Bu eklem fibrokartilaj yapıda olduğundan bu düzeyde osifikasyon görülse bile manubriyosternal eklemin iç kısmında kıkırdak yapı korunmaktadır. Normal grupta bu düzeyde birleşme sıklığı %12 olarak hesaplanmıştır. Kaneriye ve ark. (30) otopsi spesimenleri üzerinde yaptıkları çalışmada ise 40 yaşın altında birleşme görülmemiştir.

Delgado ve ark. (22) yaptıkları çalışmada gövdeyi oluşturan (2-5.) osifikasyon merkezleri arasındaki birleşmenin yaşla önemli ölçüde korele olduğunu göstermiş, ancak 2-3, 3-4 ya da 4-5. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi arasında yaşa göre belirgin farklılık saptanmamıştır.

Bizim çalışmamızda 2-3. osifikasyon merkezi birleşmesi, 0-5 yaş grubunda %85 oranında izlenmiyorken, 11-15 yaş grubunda bu oran %20'ye düşmektedir, 15 yaşın üzerinde ise birleşme varlığı %90'ın üzerine çıkmaktadır. Eşik değer olarak 11 yaş alındığında ise, 11 yaş ve üzerinde birleşme oranı %95.1'e yükselmektedir ve doğruluk %84.7'dir. Kaneriye ve ark. (30) çalışmalarında bu düzeydeki birleşmenin puberte ile başlayıp 25 yaşına kadar devam ettiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde Jit ve Kaur (31) da 0-5 yaş grubunda birleşme izlememiştir, ancak 0-5 yaş grubu toplam 9 hastadan oluşmakta olduğundan sınırlıdır. Bizim çalışmamızda yaş grupları içerisinde belirgin heterojenite saptanmış olup 0 yaş grubunda dahi birleşmenin olabildiği görülmüştür. Benzer şekilde Delgado ve ark. (22) ile Bayaroğulları ve ark. (21) da yaptıkları çalışmalarda 0-5 yaş gruplarında bu düzeyde birleşme izlemiştir. Jit ve Kaur'un (31) 95 çocuk ve 1018 erişkin kadavrada yaptıkları çalışma ile benzer şekilde, bizim çalışmamızda da 26-30 yaş grubunda birleşme göstermeyen birey saptanmamıştır.

3-4. osifikasyon merkezlerinin birleşmesine bakıldığında bizim çalışmamızda 0-5 yaş grubunda %28.7 iken, 6-10 yaş grubunda %56.8'e, 11-15 yaş grubunda ise %94.3'e çıktığı görülmektedir. 20 yaşın üzerinde ise bu

oran tüm grupta %100'e ulaşmaktadır. Jit ve Kaur (31) gibi Schaefer (32) da 20 yaşın üzerinde bu oranı %100 olarak bulmuştur. Mckern ve Stewart da (33) 375 Amerikan askerinin kalıntılarında yaptıkları çalışmada 22 yaşından sonra 2-3. osifikasyon merkezleri arasında birleşme sıklığını %100 olarak bulmuştur. Bizim çalışmamızda eşik değer olarak 9 yaş alındığında, 9 yaş altında birleşme oranı %35.7 iken, 9 yaş ve üzerinde bu oran %95.7'dir. Doğruluk %80.6 olarak hesaplanmıştır.

3-4. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi için hesaplanan eşik değer, 2-3. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi için hesaplanan eşik değerden küçük olması, bilindiği gibi mezosternal segmentlerin aşağıdan yukarıya birleşmesi ile uyumludur. Ayrıca Delgado ve ark. (22) da ilk 10 yaşta, birleşme gösteren 3-4. osifikasyon merkezinde birleşmesi olan bireylerin yaş ortalamasını 2-3. osifikasyon merkezinde birleşmesi olan bireylere göre daha küçük hesaplamıştır.

4-5. osifikasyon merkezleri arasındaki birleşme, gövdede osifikasyon merkezleri arasındaki birleşme aşağıdan yukarıya doğru ilerlediğinden teorik olarak birleşmenin ilk basamağını oluşturmaktadır. Ancak çalışmamızda 5. osifikasyon merkezinin ilerleyen yaşla dahi görülmeyebileceği saptanmıştır. Bu nedenle 4-5. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi veya birleşmemesinin yaş değerlendirilmesi için kullanılmamalıdır.

Gövde ile ksifoid çıkıntının (5-6. osifikasyon merkezlerinin) birleşmesinin ise 30 yaşından sonra da devam ettiği bilinmektedir. Bizim çalışmamızda 0-5 yaş grubunda birleşme izlenmezken, ilk 15 yaşta birleşme oranı %1.1 olarak hesaplanmıştır. 25-30 yaş grubunda ise bu oran %60'a kadar yükselmektedir.

Konjenital kalp hastalıklarının sternal anomalilere neden olduğuna dair yayınlar mevcut olup, çok parçalı osifikasyon merkezleri, osifikasyon merkezlerinin yokluğu ya da erken birleşme ile ilişkili olduğu söylenmiştir (39-41). 0 yaş grubunda ventriküler septal defekti ve çift çıkımlı sağ ventrikülü olan bir hastada mezosternal segmentlerin birleşmesi mevcuttur. Pulmoner atrezi nedeniyle tedavi edilmiş bir hastada ise 5 parçadan oluşmuş bir dördüncü osifikasyon merkezi vardır. Bir yaşında opere büyük arterlerin

transpozisyonu olan bir hastanın birinci osifikasyon merkezi beş parçadan oluşurken manubriyumla gövde arasında birleşme vardır ve aynı hastada dördüncü osifikasyon merkezi gelişmemiştir. Dört yaşında komplike konjenital kalp hastalığı olan bir hastada da ksifoid çıkıntı hariç tüm osifikasyon merkezlerinde birleşme vardır. Hasta grubumuzda konjenital kalp hastalığı olan bireylerde özellikle proksimal segmentlerde erken birleşme, bazı segmentlerde gelişmeme gibi yukarıda tariflenen bulgular görülmekle birlikte konjenital kalp hastalıklarını akla getirecek spesifik bir bulgu saptanmamıştır.

Santral hipotiroidi tanısıyla takip edilen bir hastanın 2. ve 4. osifikasyon merkezleri izlenmemiştir. Prader-Willi sendromu ve ağır kombine immün yetmezliği olan 0 yaş grubundaki birer hastanın da 3. ve 4. osifikasyon merkezleri izlenmemiştir. Normal bireylerde ise 2 ve 3. osifikasyon merkezlerinde eksiklik izlenmemektedir.

6 yaşında kistik fibrozisli bir hastada 1-2 ve 2-3. osifikasyon merkezleri arasında birleşme vardır. 12 yaşında başka bir kistik fibrozis hastasında da altı osifikasyon merkezinin tümünün arasında birleşme bulunmaktadır. Özellikle manubriyum ile gövde arasında birleşme bulunması dikkat çekicidir. 19 yaşında kistik fibrozisi olan başka bir hastada ise yalnızca manubriyum ile gövde arasında birleşme bulunmakta, daha distalde ise birleşme izlenmemektedir. Bu durum kistik fibroziste de birleşmenin manubriyum ve gövde arasında erken olabileceğini veya geç yaşlara dek olmayabileceğini göstermektedir.

6. SONUÇ

Sternum gelişimi normal grupta dahi belirgin heterojenite göstermektedir. Özellikle 15 yaşın altında bu heterojenite çok belirgindir. Ancak 13 yaşından sonra ilk dört osifikasyon merkezinin tek parçalı hale geçtiği söylenebilir. Sternum değerlendirilirken 5. osifikasyon merkezinin doğumdan daha sonra gelişebileceği ve hatta erişkin normal insanlarda dahi hiç gelişmemiş olabileceği akılda tutulmalıdır. Hiç görülme sıklığı 20 yaşın üzerinde %6'dır.

Osifikasyon merkezleri arasındaki birleşmeler takvim yaşının hesaplanması için kullanılabilir ve özellikle 2-3 ve 3-4. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi daha güvenilirdir. 2-3. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi için eşik değer 11 yaş alındığında doğruluk %84.7'dir. 3-4. osifikasyon merkezlerinin birleşmesi için eşik değer 9 yaş alındığında ise doğruluk %80.6'dır.

Kronik hastalıklarda ise sternum gelişiminde farklılıklar oluşabilmektedir. Özellikle gövdede üst osifikasyon merkezlerinin (2-3) yokluğu, manubriyosternal eklemden erken osifikasyon, osifikasyon merkezleri arasındaki birleşmenin yaş ile uyumsuz olması altta yatan kronik hastalıklar açısından şüphe uyandırmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Gray, H. Anatomy of the Human Body. 20th ed., Philadelphia: Lea & Febiger, 1918; 25.11.2014, www.bartleby.com, 2000
2. Stark P, Jaramillo D. CT of the sternum. AJR Am J Roentgenol 1986; 147:72–77.
3. Weaver AA, Schoell SL, Nguyen CM, Lynch SK, Stitzel JD. Morphometric analysis of variation in the sternum with sex and age. J Morphol. 2014; 275(11):1284-99
4. Riach ICF. Ossification in the sternum as a means of assessing skeletal age. J Clin Pathol 1967; 20:589–590.
5. Sternum. 29.11.2014, <http://en.wikipedia.org/wiki/Sternum>
6. Anterior and Lateral Views of the Sternum. 29.11.2014, <http://healthfixit.com/sternum/>
7. Sternum Anatomy. 29.11.2014, <http://pixshark.com/sternum-anatomy.htm>
8. Carlson B (2013) Human Embryology and Developmental Biology E-book, 5th edition. Philadelphia: Saunders, 28.11.2014, <https://www.inkling.com/read/human-embryology-and-developmental-biology-carlson-5th/chapter-9/skeleton>
9. Trauma X-ray Axial skeleton. http://radiologymasterclass.co.uk/tutorials/musculoskeletal/x-ray_trauma_spinal/x-ray_sternum_fracture.html
10. Goodman LR, Teplick SK, Kay H. Computed tomography of the normal sternum. AJR Am J Roentgenol 1983; 141:219–223.
11. Destouet JM, Gilula LA, Murphy WA, Sagel SS. Computed tomography of the sternoclavicular joint and sternum. Radiology 1981; 138:123–128.
12. Restrepo CS, Martinez S, Lemos DF, Washington L, McAdams HP, Vargas D, Lemos JA, Carrillo JA, Diethelm L. Imaging appearances of the sternum and sternoclavicular joints. Radiographics 2009; 29:839–859

13. Schaefer M, Black S, Scheuer L, 2009, Juvenile Osteology: A Laboratory and Field Manual, Boston: Academic Press, Elsevier
14. Bath LF, Crofton PM, Evans AE, Ranke MB, Elmlinger MW, Kelnar CJ, Wallace WH. Bone Turnover and Growth during and after Chemotherapy in Children with Solid Tumors. *Pediatr Res.* 2004; 55(2):224-30
15. Crofton PM, Ahmed SF, Wade JC, Stephen R, Elmlinger MW, Ranke MB, Kelnar CJ, Wallace WH. Effects of intensive chemotherapy on bone and collagen turnover and the growth hormone axis in children with acute lymphoblastic leukemia. *J Clin Endocrinol Metab.* 1998; 83(9):3121-9.
16. Paulino AC, Simon JH, Zhen W, Wen BC. Long-term effects in children treated with radiotherapy for head and neck rhabdomyosarcoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2000; 48(5):1489-95.
17. Demirkaya M, Sevinir B, Saglam H. Time-dependent alterations in growth and bone health parameters evaluated at different posttreatment periods in pediatric oncology patients. *Pediatr Hematol Oncol.* 2011; 28(7):588-99
18. Ashley GT. The relationship between the pattern of ossification and the definitive shape of the mesosternum in man. *J Anat* 1956; 90:87–105.
19. Sandoz B, Badina A, Laporte S, Lambot K, Mitton D, Skalli W. Quantitative geometric analysis of rib, costal cartilage and sternum from childhood to teenagehood. *Med Biol Eng Comput.* 2013; 51(9):971-9
20. Odita JC, Okolo AA, Omene JA. Sternal ossification in normal newborn infants. *Pediatr Radiol* 1985; 15:165–167.
21. Bayaroğulları H, Yengil E, Davran R, Ağlagül E, Karazincir S, Balcı A. Evaluation of the postnatal development of the sternum and sternal variations using multidetector CT. *Diagn Interv Radiol.* 2014; 20(1):82-9

22. Delgado J, Jaimes C, Gwal K, Jaramillo D, Ho-Fung V. Sternal development in the pediatric population: evaluation using computed tomography. *Pediatr Radiol* (2014) 44:425–433
23. Rush WJ, Donnelly LF, Brody AS, Anton CG, Poe SA. “Missing” sternal ossification center: potential mimicker of disease in young children. *Radiology* 2002; 224:120–123.
24. Hunnargi SA, Menezes RG, Kanchan T, Lobo SW, Binu VS, Uysal S, Kumar HR, Baral P, Herekar NG, Garg RK. Sexual dimorphism of the human sternum in a Maharashtrian population of India: a morphometric analysis. *Leg Med (Tokyo)*. 2008; 10(1):6-10
25. Singh J, Pathak RK. Sex and age related non-metric variation of the human sternum in a Northwest Indian postmortem sample: a pilot study. *Forensic Sci Int*. 2013; 10;228(1-3):181.e1-12
26. Dwight T. The Sternum as an Index of Sex and Age. *J Anat Physiol*. Apr 1881; 15(Pt 3): 327–330.
27. Ramadan SU, Türkmen N, Dolgun NA, Gökharman D, Menezes RG, Kacar M, Koşar U. Sex determination from measurements of the sternum and fourth rib using multislice computed tomography of the chest. *Forensic Science International* 2010; 197:120.e1–120.e5
28. Franklin D, Flavel A, Kuliukas A, Cardini A, Marks MK, Oxnard C, O'Higgins P. Estimation of sex from sternal measurements in a Western Australian population. *Forensic Sci Int*. 2012; 217(1-3):230.e1-5
29. Chandrakanth HV, Kanchan T, Krishan K, Arun M, Kumar GNP. Estimation of age from human sternum: an autopsy study on a sample from South India. *Int J Legal Med* (2012) 126:863–868
30. Kaneriya D, Umarvanshi B, Patil D, Mehta C, Chauhan K, Vora R. Age determination from fusion of the sternal elements. *International Journal of Basic and Applied Medical Sciences* 2013; 3 (2) 22-29

31. Jit I, Kaur H. Time of fusion of the human sternabrae with one another in northwest India. *Am J Phys Anthropol.* 1989; 80(2):195-202.
32. Schaeffer MC. A Summary of Epiphyseal Union Timings in Bosnian Males. *Int. J. Osteoarchaeol.* 2008; 18: 536–545
33. McKern TW, Stewart TD. 1957. Skeletal age changes in young American males: analysed from the standpoint of age identification. Environmental Protection Research Division, Technical Report EP-45. Headquarters Quartermaster Research and Development Command: Natick, MA
34. Yekeler E, Tunaci M, Tunaci A, Dursun M, Acunas G. Frequency of sternal variations and anomalies evaluated by MDCT. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186:956–960
35. Zalel Y, Lipitz S, Soriano D, Achiron R. The development of the fetal sternum: a cross-sectional sonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999;13:187–190
36. Yavuz MF, Işcan MY, Cöloğlu AS. Age assessment by rib phase analysis in Turks. *Forensic Sci Int.* 1998; 98(1-2):47-54.
37. Macaluso PJ, Lucena J. Morphological variations of the anterior thoracic skeleton and their forensic significance: Radiographic findings in a Spanish autopsy sample. *Forensic Science International* 2014; 241:220.e1–220.e7
38. O'Neal ML, Dwornik JJ, Ganey TM, Ogden JA. Postnatal development of the human sternum. *J Pediatr Orthop.* 1998; 18(3):398-405.
39. Andrén L, Hall P. Diminished segmentation or premature ossification of the sternum in congenital heart disease. *Br Heart J* 1961; 23(2):140–142
40. Steiner RM, Kricun M, Shapiro J. Absent mesosternum in congenital heart disease. *AJR Am J Roentgenol.* 1976; 127(6):923-5.

41. White RI Jr, Jordan CE, Fischer KC, Lampton L, Neil CA, Dorst JP. Skeletal changes associated with adolescent congenital heart disease. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1972; 116(3):531-8.
42. Fischer KC, White RI Jr, Jordan CE, Dorst JP, Neil CA. Sternal abnormalities in patients with congenital heart disease. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med.* 1973; 119(3):530-8

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Değerlendirme Formu



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 -202

20 Şubat 2014

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 12.02.2014 ÇARŞAMBA
Toplantı No : 2014/03
Proje No : GO 14/112 (Değerlendirme Tarihi 12.02.2014)
Karar No : GO 14/112 - 28

Üniversitemiz Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof.Dr.O.Macit ARIYÜREK'in sorumlu araştırmacı olduğu Dr.Ekim GÜMELER'in tezi olan GO 14/112 kayıt numaralı ve "Sternal Osifikasyonunun Çok Kesitli BT ile Değerlendirilmesi" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Nurten Akarsu		(Başkan)	İZİNLİ	9 Prof. Dr. Melahat Görduysus	(Üye)
2. Prof. Dr. Nüket Örnek Büken		(Üye)	10. Prof. Dr. Cansın Şaçkesen	(Üye)	
3. Prof. Dr. M. Yıldırım Sara		(Üye)	11. Prof. Dr. R. Köksal Özgül	(Üye)	
4. Prof. Dr. Sevda F. Müftüoğlu		(Üye)	12. Prof. Dr. Ayşe Lale Doğan	(Üye)	
5. Prof. Dr. Cenk Sokmensüer		(Üye)	13 Doç. Dr. S. Kutay Demirkan	(Üye)	
6. Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay		(Üye)	14. Prof. Dr Leyla Dinç	(Üye)	
7. Prof. Dr. Songül Vaizoğlu		(Üye)	15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev Turnagöl	(Üye)	
8. Prof. Dr. Yılmaz Selim Erdal		(Üye)	RAPORLU	16. Av. Meltem Onurlu	(Üye)