

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
GÖĞÜS CERRAHİSİ  
ANABİLİM DALI

PEKTUS KARİNATUMDA KOSTA KALINLIĞININ  
DEFORMİTE ŞİDDETİNE ETKİSİ

DR. FATMA MUTLU  
ORCID: 0000-0003-2841-7249

TIPTA UZMANLIK TEZİ

İZMİR-2024

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
GÖĞÜS CERRAHİSİ  
ANABİLİM DALI

PEKTUS KARİNATUMDA KOSTA KALINLIĞININ  
DEFORMİTE ŞİDDETİNE ETKİSİ

DR. FATMA MUTLU  
ORCID: 0000-0003-2841-7249

TEZ DANIŞMANI  
DOÇ DR. VOLKAN KARAÇAM

İZMİR-2024

## **TESEKKÜR**

Uzmanlık eğitimim boyunca tecrübelerinden ve bilgilerinden faydalandığım, nezaketine ve hoşgörüsüne saygı duyduğum, anabilim dalı başkanımız, saygı değer hocam Prof. Dr. Nezih ÖZDEMİR'e,

Cerrahi eğitimimde ve akademik gelişimimde katkısı büyük olan, kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum, her zaman bir baba gibi desteğini hissettiğim değerli hocam Prof. Dr. Aydın ŞANLI'ya,

Cerrahinin inceliklerini ve cerrah olmanın gereklerini kendisinden öğrendiğim, bilgi edinmeye teşvik eden, kendisini her zaman örnek aldığım, mentörüm ve tez danışmanım değerli hocam Doç. Dr. Volkan KARAÇAM'a,

Eğitimim süresinde hoşgörüsünü eksik etmeyen, her konuda destek olan, cerrahi eğitimimde katkıları bulunan ablam Uzm. Dr. Fatma İlknur ULUGÜN'e,

Uzmanlık eğitimimin ilk yıllarında çalışma imkanı bulduğum ve bu zorlu zamanlarda bana yardımcı olan ve gerçek birer abi olan sevgili abilerim Uzm. Dr. Şükür MUSAYEV ve Uzm. Dr. Kamran ALİYEV'e, dostluğumuzun ömür boyu sürmesini temenni ettiğim çok sevgili ablam Uzm. Dr. Meltem SEVİNÇ'e,

Göğüs cerrahisi kliniğinin yükünü birlikte taşıdığımız, asistanlık sürecine neşe katan, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum arkadaşlarım Dr. Emrah KARCI, Dr. Berfin KIZILDAĞ AKTAŞ, Dr. Nigar ALİZADA, Dr. İlkay KAYA, Dr. Günel BABAYEVA ŞENKAYA, Dr. İmge DÜLGER, Dr. Yiğın Can BİNATLI, Dr. Hasan Ulaş DİZDAR'a,

Beni bugünlere getiren, sevgi ile büyüten ve her konuda destek olan, evlatları olmaktan onur duyduğum çok sevgili babam Yüksel MUTLU ve canım annem Arzu MUTLU'ya, biricik kardeşim Murathan MUTLU'ya,

Uzmanlık eğitimi süresinde yollarımızın kesiştiği, asistanlığımızın zorlu ilk yıllarında tüm sıkıntıları ve mutlulukları birlikte paylaştığımız, canım dostum Dr. Umut Öykü İSKENDEROĞLU'na,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalışmaktan her zaman mutluluk duyduğum anabilim dalı sekreterlerimiz Arzu EKİN'e ve Naciye AYDIN'a,

Asistanlık eğitimim süresince birlikte çalışmaktan büyük keyif aldığım tüm servis, ameliyathane ve yoğun bakım hemşirelerine,

Uzmanlık eğitimim süresince birlikte çalıştığım tüm ameliyathane anestezi teknikerleri, servis, yoğun bakım, ameliyathane personellerine ve çalışanlarına,

Ve son olarak asistanlık eğitimim süresince birlikte çalıştığım tüm saygıdeğer hocalarım, hekim arkadaşlarım, hemşire ve personel arkadaşlarıma,

Sonsuz minnetle teşekkürlerimi sunarım...

Fatma MUTLU

İzmir-2024

## İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ.....	I
GRAFİK VE RESİM LİSTESİ.....	II
KISALTMALAR.....	III
ÖZET.....	1
SUMMARY.....	3
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	5
2.GENEL BİLGİLER.....	6
2.1.1.Pektus Ekskavatum.....	7
2.1.2Pektus Karinatum.....	8
2.1.3.Poland Sendromu.....	10
2.1.4.Sternal Defektler.....	11
2.1.5.Kosta ve Kartilaj Anomalileri.....	12
2.2. Tarihçe.....	13
2.3. Epidemiyoloji ve Etiyoloji.....	14
2.4.Klinik.....	15
2.5.Tanı.....	16
2.6.Tedavi.....	19
2.6.1.Cerrahi tedavi.....	19
2.6.2.Cerrahi Dışı Tedavi Seçenekleri.....	24
3.GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	25
4.BULGULAR.....	27

<b>5.TARTIŞMA.....</b>	<b>41</b>
<b>6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>44</b>
<b>7.KAYNAKLAR.....</b>	<b>45</b>



## **TABLO LİSTESİ**

**Tablo-1:** PKA ve PKN olgularına eşlik eden anomaliler

**Tablo-2:** PKA, PKN ve N gruplarına göre mid aksiller ve orta aksiller hatlara göre 5. ve 6. kosta kalınlık ortalamaları

**Tablo-3:** PKA, PKN ve N grupları ve kaburga kalınlıkları arasındaki ilişki

**Tablo-4:**PKA, PKN, N gruplarında ön aksiller ve mid aksiller hatta bilateral üst ve alt kosta kalınlık farkları

**Tablo-5:** PKA, PKN, N grupları ile kaburga kalınlık farkları arasındaki ilişki

**Tablo-6:** PKA, PKN, N gruplarına göre deformite indeks ölçümleri

**Tablo-7:** Haller, modifiye Haller ve angulus açısı arasındaki korelasyon analizi

**Tablo-8:** İndeksler ve kosta kalınlık farkları arasındaki korelasyon

**Tablo-9:** Deformite indeksleri ile PKA, PKN ve N grupları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

**Tablo-10:** Deformite indeksleri ile ek anomali eşliği arasındaki korelasyon

**Tablo-11:** Kosta kalınlık farkları ile ek anomali eşliği arasındaki korelasyon

**Tablo-12:** Ek girişim ihtiyacının indeksler ve kosta kalınlık ölçümleri arasındaki ilişki

**Tablo-13:** Ek girişim ihtiyacı ile mikst deformite arasındaki ilişki

**Tablo-14:** Deformite yönü ile kosta kalınlık farkları arasındaki ilişki

## **GRAFİK VE RESİM LİSTESİ**

**Resim-1:** Konjenital göğüs duvarı deformitelerinin morfolojiye göre Willitall sınıflandırması

**Resim-2:** Pektus ekskavatum olgusu

**Resim-3:** Pektus karinatumlu olgu

**Resim-4:** Kondromanubrial PK olgusu

**Resim-5:** Poland sendromlu olgu, BT'de sağ pektoralis majorun yokluğu izlenmekte

**Resim-6:** Welch indeksi hesaplama

**Resim-7:** Haller indeksi ölçümü

**Resim-8:** Haje indeks hesabı

**Resim-9:** Modifiye Haller İndeksi (L/AP)

**Resim-10:** Kliniğimizde Ravitch prosedürü uygulanan olgu

**Resim-11:** Nuss prosedüründe substernal tünel açılması

**Resim-12:** NUSS prosedürü uygulanan olgunun preoperatif ve postoperatif görüntüsü

**Resim-13:** Abramson prosedürü uyguladığımız olgunun preoperatif ve postoperatif görüntüsü

**Resim-14:** Kosta kalınlık farkı ölçümü ( $|A-B|$ )

**Resim-15:** Abramson + Nuss uygulanan hastanın preoperatif ve postoperatif görüntüsü

**Grafik-1:** PKA, PKN ve N grupları olgu dağılımı

**Grafik-2:** PKA, PKN, N grupları cinsiyet dağılımı

## **KISALTMALAR**

**PE:** Pektus ekskavatum

**PK:** Pektus karinatum

**EKG:** Elektrokardiyografi

**BT:** Bilgisayarlı tomografi

**EKO:** Ekokardiyografi

**Hİ:** Haller indeksi

**SDİ:** Sternal depresyon indeksi

**Aİ:** Antropometrik indeks

**Kİ:** Korreksiyon indeksi

**MVP:** Mitral valv prolapsusu

**E:** Erkek

**K:** Kadın

**PKA:** Pektus Karinatumlu Abramson Uygulanan Grup

**PKN:** Pektus Karinatumlu Non-opere Grup

**N:** Kontrol Grubu

**PSSVK:** Persistan sol superior vena kava

**RMA:** Sağ Mid Aksiller

**RAA:** Sağ Ön Aksiller

**LAA:** Sol Ön Aksiller

**LMA:** Sol Mid Aksiller

## ÖZET

### **PEKTUS KARİNATUM OLGULARINDA KOSTA KALINLIĞININ DEFORMİTE ŞİDDETİ İLE İLİŞKİSİ**

**Dr. Fatma MUTLU**

**Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı,**

**İzmir / Türkiye**

**Amaç:** En sık ikinci konjenital göğüs duvarı deformitesi olan pektus karinatum olgularında çeşitli seviyelerdeki kaburga kalınlıkları arasındaki farkı ve bu farkların diğer deformite indeksleri ile ilişkisini değerlendirmeyi amaçladık.

**Gereç ve Yöntemler:** Ocak 2011 ve Aralık 2022 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı'nda göğüs duvarı deformitesi sebebiyle Abramson prosedürü uygulanan 60 olgu (PKA), pektus karinatum deformitesi olmasına rağmen cerrahi ihtiyacı duyulmayan 30 olgu (PKN) ve yine aynı tarihlerde göğüs duvarı deformitesi dışı sebeplerle kliniğimize başvuran kontrol grubu (N) olarak kabul edilen 30 olgu çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm olgular için bilgisayarlı tomografi görüntüleri üzerinden Haller indeksi, modifiye Haller indeksi, angulus açısı, sağ ve solda ön ve mid aksiller hatlarda 5 ve 6. kosta kalınlık farkları ölçüldü. Tüm veriler veri analiz sistemine SPSS 29.0 programı aktarıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi olarak  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

**Bulgular:** PKA grubunda yapılan kosta kalınlık ölçümüne göre üst ve alt seviye kostal kalınlık arasındaki fark ortalamaları sağda mid aksiller hatta 2,16 mm (0-16 mm, med 2 mm), ön aksiller hatta 2,03 mm (0-13 mm, med 2 mm) idi. Solda ise mid aksiller hatta 1,86 mm (0-7 mm, med 2 mm), ön aksiller hatta 1,53 mm (0-6 mm, med 1 mm) olarak hesaplandı. PKN grubunda yapılan kosta kalınlık ölçümüne göre 5. ve 6. kostal kalınlık arasındaki fark ortalamaları sağda mid aksiller hatta 2,13 mm (1-5 mm, med 2 mm), ön aksiller hatta 2,23 mm (0-3 mm, med 2 mm) idi. Solda

ise mid aksiller hatta 2,23 mm (0- 4 mm, med 2 mm), ön aksiller hatta 1,76 mm (0-6 mm, med 1,5 mm) olarak hesaplandı. N grubunda yapılan kosta kalınlık ölçümüne göre 5. ve 6. kostal kalınlık arasındaki fark ortalamaları sağda mid aksiller hatta 1 mm (0-2 mm, med 1 mm), ön aksiller hatta 1 mm (0-3 mm, med 1 mm) idi. Solda ise mid aksiller hatta 0,76 mm (0- 2 mm, med 1 mm), ön aksiller hatta 1,3 mm (0-3 mm, med 1 mm) olarak hesaplandı. Sol ön aksiller hattaki kostal kalınlık farkı hariç diğer seviyelerdeki kostal ölçümler hem Hİ ve modifiye Hİ ile hem de cerrahi ihtiyacı ve deformite varlığı ile istatistiksel olarak anlamlı bulundu ( $p<0,05$ ). Ancak pektus karinatum dışında ek anomali eşlik etmesi veya ek cerrahi ihtiyacı, Hİ ve modifiye Hİ anlamlı şekilde ilişki gösterirken kostal indeksler ile aralarında anlamlı bir ilişki saptanmadı ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Pektus karinatum olgularında Hİ ile modifiye Hİ cerrahi ihtiyacı ve deformite şiddetinin belirlenmesi açısından oldukça önemlidir. Abramson prosedürü uyguladığımız olgularda peroperatif gözlemlediğimiz kaburga kalınlık farkları deformite sebebi olabileceği gibi deformite sonucu da olabilir. Yapmış olduğumuz retrospektif değerlendirmeye göre deformite şiddetine göre kaburga kalınlık farkları izlenmektedir.

## SUMMARY

### **THE RELATIONSHIP BETWEEN RIB THICKNESS AND DEFORMITY SEVERITY IN PECTUS CARINATUM CASES**

**Dr. Fatma MUTLU**

**Dokuz Eylül University, Faculty of Medicine, Department of Thoracic Surgery**

**Izmir / Turkey**

**Objective:** We aimed to evaluate the differences in rib thickness at various levels in cases of pectus carinatum, the second most common congenital chest wall deformity, and to assess the relationship between these differences and other deformity indexes.

**Materials and Methods:** Between January 2011 and December 2022, 60 cases who underwent the Abramson procedure for chest wall deformity (PKA), 30 cases with pectus carinatum deformity that did not require surgery (PKN), and 30 cases considered as the control group (N), who presented to our clinic during the same period for reasons unrelated to chest wall deformities, were included in the study. For all cases, the Haller index, modified Haller index, angulus angle index and the thickness differences between the 5th and 6th ribs at the anterior and midaxillary lines on both the right and left sides were measured using computed tomography (CT) images. All data were transferred to the data analysis system using SPSS 29.0 software. A p-value <0.05 was considered statistically significant.

**Results:** In the PKA group, the mean difference in rib thickness between the upper and lower levels was 2.16 mm (range 0-16 mm, median 2 mm) at the midaxillary line and 2.03 mm (range 0-13 mm, median 2 mm) at the anterior axillary line on the right side. On the left side, the mean difference was 1.86 mm (range 0-7 mm, median 2 mm) at the midaxillary line and 1.53 mm (range 0-6 mm, median 1 mm) at the anterior axillary line. In the PKN group, the mean differences in thickness between the 5th and 6th ribs were 2.13 mm (range 1-5 mm, median 2 mm) at the

midaxillary line and 2.23 mm (range 0-3 mm, median 2 mm) at the anterior axillary line on the right side. On the left side, the differences were 2.23 mm (range 0-4 mm, median 2 mm) at the midaxillary line and 1.76 mm (range 0-6 mm, median 1.5 mm) at the anterior axillary line. In the N group, the mean differences in rib thickness between the 5th and 6th ribs were 1 mm (range 0-2 mm, median 1 mm) at the midaxillary line and 1 mm (range 0-3 mm, median 1 mm) at the anterior axillary line on the right side. On the left side, the differences were 0.76 mm (range 0-2 mm, median 1 mm) at the midaxillary line and 1.3 mm (range 0-3 mm, median 1 mm) at the anterior axillary line. Except for the rib thickness difference at the left anterior axillary line, measurements at other levels were statistically significant in terms of both the Haller index, modified Haller index, surgical necessity, and presence of deformity ( $p < 0.05$ ). However, while the presence of additional anomalies or the need for additional surgery was significantly related to the Haller index and modified Haller index, no significant relationship was found between these conditions and rib indices ( $p > 0.05$ ).

**Conclusion:** In cases of pectus carinatum, the Haller index and modified Haller index are crucial in determining the need for surgery and the severity of deformity. The differences in rib thickness observed during the Abramson procedure may either be a cause or a result of the deformity. According to our retrospective evaluation, rib thickness differences correlate with the severity of the deformity.

## **1.GİRİŞ VE AMAC**

Göğüs duvarı deformiteleri en sık görülen konjenital deformitelerdir (1). Pektus ekskavatum (PE) en sık, pektus karinatum (PK) ise ikinci en sık görülen göğüs duvarı deformitesidir. PK tüm göğüs duvarı deformitelerinin %10-15'ini oluşturmaktadır (2).

İlk kez Brodtkin tarafından 1949 yılında güvercin göğsü olarak tanımlanan PK göğüs duvarının öne doğru aşırı protrüze olmasıdır. PK sıklığı her 1000 canlı doğumda 0,6-1 olarak bildirilmiştir. Erkeklerde kadınlara oranla 4 kat daha sık görülür (3). Olguların %35'inde iskelet sistemine ait ek anomaliler eşlik edebilir. Skolyoz ve vertebra anomalileri en sık eşlik eden iskelet sistemi anomalileridir. Ayrıca %18'ine konjenital kalp hastalıklarının eşlik ettiği bildirilmiştir (4). Olguların çoğu çocukluk veya adölesan dönemde tanı almaktadır. Puberte döneminde büyüme ile birlikte belirgin psikososyal ve kozmetik sorunlara yol açmaktadır. PK'deki progresyon puberte boyunca, iskelet olgunluğuna tam ulaşıncaya kadar devam etmektedir (5).

Morfolojisine göre; kondrogladiolar (simetrik-asimetrik), mikst (karma) ve kondromanubrial (Currarino-Silverman sendromu) olmak üzere 3 sınıfta değerlendirilir. En sık görülen klinik prezentasyon kondrogladiolar tiptir (3).

Hastaların çoğu asemptomatik olabildiği gibi deformite şiddetine ve tipine göre efor dispnesi, ağrı, kozmetik endişe ve psikososyal sorunlar da eşlik edebilmektedir. Cerrahi tedavide Ravitch ve modifikasyonları gibi açık yöntemler ya da Abramson, Nuss gibi minimal invaziv cerrahi teknikler uygulanmaktadır.

Etiyoloji tam olarak bilinmemekle birlikte %25-30'unda aile öyküsü mevcuttur (6,7). Etiyoloji için çeşitli hipotezler mevcuttur. Kostal kartilajların kusurlu ve aşırı büyümesi genel olarak kabul edilen teoridir (8). Ancak bu hipotezlerle ilgili kanıtlar sağlam değildir.

Kliniğimizde PK nedeniyle Abramson ± Nuss uyguladığımız olgularda bar stabilizasyonunu yaptığımız seviyedeki kostaları subperiostal dönerken her bir olguda kostalar arasında belirgin yapısal farklar gözlemlenmiştir. Bu durumun cerrahi sürecin seyri, sonuçları ve cerrahi planlama üzerinde etkisi olabileceği

düşünölmüş ve preoperatif bilgisayarlı tomografi görüntüleri kullanılarak kemik ve kıkırdak kosta kalınlığı ölçümü yapılarak kosta kalınlığının deformite üzerindeki etkilerinden bahsedilecektir.

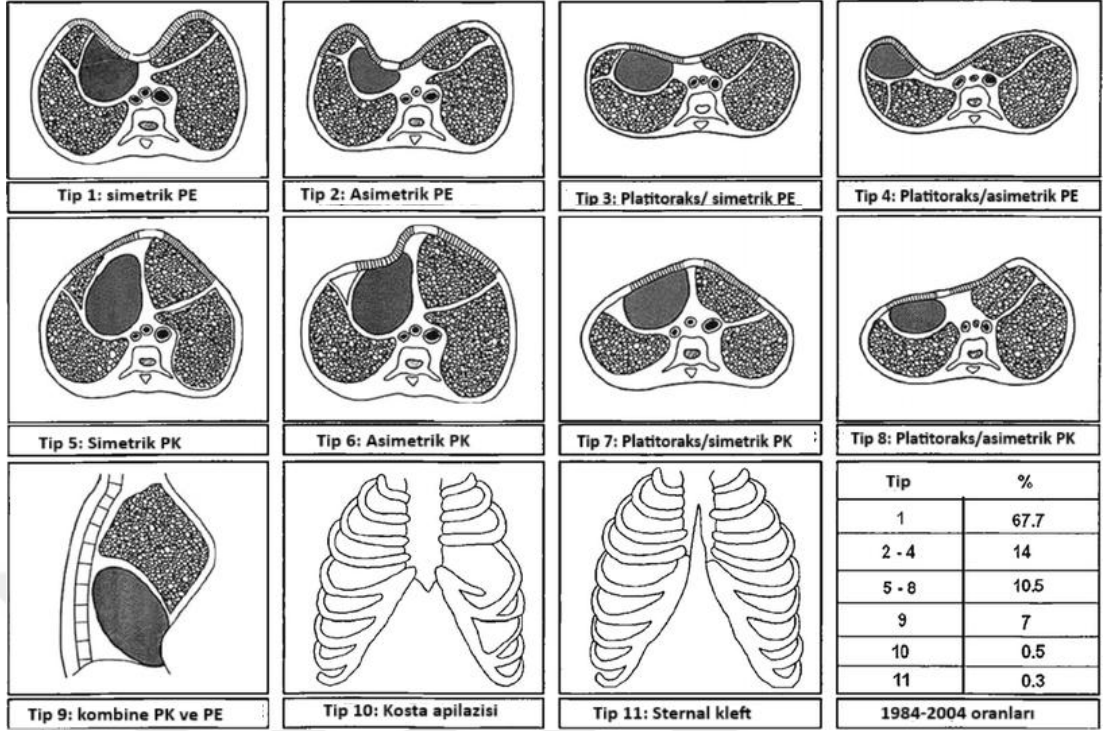
## **2.GENEL BİLGİLER**

Konjenital göğüs duvarı deformiteleri; bir veya birkaç kostanın ya da kartilajın yokluğu, kısalığı, bifurkasyonu, füzyonları, sternum rotasyonu, vertebra kifoskolyozu ile ortaya çıkan anomalilerdir (9).

Göğüs duvarı deformiteleri anatomik topografisine göre 5 grupta sınıflandırılmaktadır.

1. Pektus Ekskavatum (funnel chest/ huni göğüs/ kunduracı göğüsü)
2. Pektus Karinatum (güvercin göğüsü)
3. Poland Sendromu
4. Sternal Defektler
5. Kosta ve Kartilaj Anomalileri

Ayrıca Willital tarafından deformite morfolojisi göz önünde bulundurularak bir sınıflandırma daha yapılmıştır (10-12). (Resim-1)



**Resim-1:** Konjenital göğüs duvarı deformitelerinin morfolojiye göre Willittial sınıflandırması

### 2.1.1 Pektus Ekskavatum

Pektus ekskavatum, sternum ve kaburgaların içe doğru deplase şekilde gelişmesi sonucu oluşan göğüs ön duvarının konjenital deformitesidir. Göğüs duvarı deformitelerinin %90'ını oluşturmaktadır (13). Kunduracı göğsü olarak da bilinen PE genellikle çocukluk veya ergenlik döneminde fark edilir.

Semptomlar ve şiddeti, kişiden kişiye ve deformite boyutuna göre değişebilir. Hafif vakalarda, semptomlar genellikle kozmetik sorunlardan ibarettir. Ancak ağır deformite varlığında, kalp ve akciğerlerin normal fonksiyonları üzerinde baskı sonucu kardiyak-pulmoner sorunlara yol açabilir (14).

PE nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte genetik faktörler ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Marfan sendromu, Ehlers-Danlos, Turner, Prune-Belly sendromu gibi genetik sendromlarla birliktelik gösterdiği bilinmektedir (15,16).

Tedavi seçenekleri deformite şiddetine, semptomlara ve hastanın yaşına bağlı olarak değişebilir. Hafif deformiteli olgularda tedaviye gerek olmayabilir. Ancak orta

ve ağır deformitesi olan olgularda, cerrahi müdahale (genellikle Nuss prosedürü veya Ravitch prosedürü gibi), vacum-bell ya da silikon implantasyonu uygulanabilir (17,18).



**Resim-2:** Pektus ekskavatum olgusu (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır.)

### 2.1.2.Pektus Karinatum

Güvercin göğüs olarak da isimlendirilen PK, göğüs ön duvarında sternum ile kemik ve kırık kostaların öne doğru çıkıklığı ile kendini gösteren konjenital bir göğüs duvarı deformitesidir (Resim-3). PE sonrası en sık görülen ikinci göğüs duvarı deformitesidir. Aile öyküsü olanlarda görülme sıklığı artmaktadır. PE gibi PK da bağ dokusu hastalıkları ve sendromik hastalıklar ile birliktelik gösterebilmektedir (19).

Çoğunlukla asemptomatik olup en sık görülen semptom ağrıdır ve başvuru nedeni genellikle estetik kaygıdır. Ergenlik döneminde deformite şiddeti artmaktadır. Bunun sebebi ise bu dönemde artan kartilaj dokusundaki aşırı büyüme ve kontrolsüz kondral kosta ve sternum büyümesi olduğu düşünülmektedir (20).

PK morfolojisine göre 3 sınıfa ayrılır:

1-Kondrogladiolar tip: En sık görülen tipi olup sternum korpusunun anteriora doğru protrüzyonu ve alt kostakondral yapıların deformiteye katıldığı tiptir. Simetrik ya da asimetrik olabilir (21) .

2-Mikst tip: PE ile birliktelik gösteren PK.

3-Kondromanubrial tip: En nadir görülen PK tipidir. Manubrium ile 2. ve 3.kondral kostalar anteriora protrüze görünümdeyken korpus sterni deplasedir (Resim-4).

Uygulanacak tedavi, deformite şiddeti ve toraks duvarı rijiditesine göre seçilmektedir. Sternum üzerine normal pozisyonuna gelene kadar bir basınç uygulanarak yapılan dinamik kompresyon testine göre  $10 \text{ kg/cm}^2$  altı değere sahip olgular hafif derecede PK olarak kabul edilir ve korse gibi konservatif yöntemlerle başarılı şekilde tedavi edilebilir.  $10 \text{ kg/cm}^2$  üzeri değere sahip olgular ise göğüs duvarı rijiditesi müsaade etmediği için korse uygulamasına uygun değildir ve Abramson ya da Ravitch gibi cerrahi prosedürlerle tedavi edilir (22,23).



**Resim-3:** Pektus karinatumlu olgu (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır)



**Resim-4:** Kondromanubrial PK olgusu (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır)

### **2.1.3.Poland Sendromu**

1841 yılında Alfred Poland tarafından tanımlanmıştır. Pektoralis majör kasının sternokostal kısmının olmaması esas anomali olup, pektoralis minör kasının yokluğu, meme dokusunun gelişmemesi, aksillada alopesi, 2. ve 5. arası kaburgaların olmaması, latissimus dorsi, serratus anterior ve eksternal oblik kaslarının gelişmemiş olması, üst ekstremite anomali eşlik edebilir (24,25) (Resim-5). İnsidansı 1/30000'dir ve erkek cinsiyette 2-3 kat daha sıktır. %60-75 oranında sağ taraflı tutulum izlenmektedir. Etiyolojisi tam olarak bilinmemektedir (26).

Tedavide esas etken kas yokluğuna bağlı göğüs duvarı instabilitesi ve fonksiyon kaybıdır. Semptomatik olmayan olgularda estetik kaygı operasyon için diğer bir sebep olmaktadır. Cerrahi olarak flepler, meshler ya da çeşitli implantlarla göğüs duvarının desteklenmesi mümkündür (27).



**Resim-5:** Poland sendromlu olgu ve bu olguya ait toraks tomografisinde sağ pektoralis majörün agenezisi izlenmekte (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır)

#### **2.1.4.Sternal Defektler**

Embriyolojik dönemin 5. ayında orta hattın her iki tarafında kartilaj içeren mezodermal bantlar öne doğru ilerleyerek birleşmeye başlar ve 5-6. aylarda kemikleşerek sternumu oluşturur. 6. haftadan itibaren oluşan gelişim bozukları

sonucu sternumda oluşan basit yarıklardan göğüs duvarı yokluğuna kadar değişen deformiteler izlenebilmektedir (28).

**2.1.4.a. Sternal Kleft (Yarık Sternum):** Parsiyel veya total olabilir ve vasküler displaziler eşlik edebilir. Sternumun ventral füzyonunun tamamlanmaması sonucu görülür. 50.00-100.000 canlı doğumda bir görülmektedir (29,30). Defekt genellikle sternum üst seviyesinde olup hasta ağladığında ya da valsava manevrası sırasında deformite belirginleşmektedir. Defekt primer olarak kapatılabileceği gibi prostetik materyal, kas flebi ya da kemik greftleri ile onarılabilir (31).

**2.1.4.b. Ektopia Kordis:** Kalp; torakal, servikal ya da omfalosel benzeri torakoabdominal alanda toraksın boşluğu dışında yerleşim göstermektedir. 5-8 milyon canlı doğumda bir görülmektedir ve kızlarda erkeklere göre daha sıktır (32). Fallot tetralojisi başta olmak üzere kardiyak anomaliler eşlik edebilmektedir. Torakoabdominal ektopia kordis, Cantrell pentalojisi olarak da isimlendirilir. Pentalojide sternum inferiorunda kleft, diyafragma anteriorunda doku eksikliği, perikardın diyafragmatik yüzeyinin olmaması, omfalosel ve intrinsik kalp anomalileri izlenir (33). Servikal yerleşimli ektopia kordis olgularına servikofasiyal anomaliler de eşlik edebilmektedir.

### **2.1.5.Kosta ve Kartilaj Anomalileri**

**İzole Kosta Anomalileri:** Kosta anomalileri klinikte nadir görülmekte olup literatürde daha önce bildirilen anomali örnekleri şu şekildedir: 7. servikal vertebradan kaynaklanan servikal kosta, kostaların anterior bölümünün duplikasyonu ile karakterize bifid kosta, birden fazla kostanın travma öyküsü olmadan füzyone olması ya da kısa kosta görünümü, intratorasik protrüze olan kosta, birinci kostanın konjenital psödoartrozu, sayısal kosta anomalileri. Semptomatik olan olgularda cerrahi ile düzeltme imkanı mevcuttur (34).

**Jeune Sendromu (Asfiksi Yapan Torasik Distrofi):** Dar ve rijit bir göğüsle multiple kıkırdak kosta anomalileri ile karakterizedir. Ekstremitte anomalileri, solunum yetmezliği, renal displazi, retinitis pigmentosa, hepatik ve pankreatik fibrozisinin eşlik edebileceği otozomal resesif bir hastalıktır (35).

**Jarcho-Levin Sendromu (Spondilotorasik Displazi):** Sayısal ve yapısal olarak vertebra ve kosta anomalilerinin olduğu otozomal resesif kalıtım gösteren konjenital bir sendromdur. Spina bifida, hipoplastik böbrek, at nalı böbrek gibi genitoüriner sistem anomalileri, kardiyovasküler bozukluklar, skolyoz, lordoz, polidaktili, sindaktili gibi anomaliler de eşlik edebilmektedir (36).

## **2.2.Tarihçe**

Tarihte ilk olarak 1594'te Bauhinus paroksizmal öksürük ve dispne şikayetleri olan PE olgusunu bildirmiştir (37). 1820'de ise aile öyküsü ile PE yatkınlığını belirtmek amacıyla Coulson, PE'lu üç erkek kardeş olgu bildirimini yapmıştır (38). İlk cerrahi onarım ise 1911 yılında Meyer tarafından kostal kartilajın çıkarılması şeklinde uygulanmıştır (39). 1920'de ise Sauerbruch tarafından daha geniş rezeksiyon yapılarak bilateral kostal kartilaj eksizyonu ve sternal osteotomi ile PE cerrahi rekonstrüksiyonu uygulanmıştır (40).

1949 yılında Ravitch PE cerrahi tedavisinde uzun yıllar uygulanacak ve 'Ravitch prosedürü' olarak anılacak tekniğini sunmuştur. Ravitch, alt kostal kartilajlara subperikondrial rezeksiyon ve sternuma wedge osteotomi uygulamıştır (41).

1954-1970 yılları arasında sternumun serbest doku grefti haline getirilerek kullanıldığı 'sternal turnover' tekniği denenmiş ancak ciddi sternal enfeksiyon ve nekroza sebep olması sebebiyle kabul görmemiştir (42).

Uzun yıllar PE cerrahi tedavisinde standart ve modifiye Ravitch prosedürleri uygulanmaya devam edilmiştir. 1987-1996 yılları arasında Donald Nuss tarafından kartilaj insizyon veya rezeksiyon yapılmasına gerek kalmadan PE korreksiyonunun uygulandığı 42 olguluk seri yayımlanmıştır. Nuss prosedürü olarak adlandırılan bu teknikle göğüs duvarı deformitelerinin minimal invaziv cerrahi ile tedavi edilebileceği gösterilmiştir (43). Daha az invaziv ve morbiditesinin daha az olması sebebiyle Nuss prosedürü PE cerrahi tedavisinde öncelik kazanmıştır.

PK ise tarihte ilk olarak 1949 yılında Brodtkin tarafından betimlenmiştir. İlk cerrahi girişim ise 1952 yılında Ravitch tarafından gerçekleştirilmiştir (44,45). 1957'de Chin ve 1958'de Brodtkin tarafından rektus kaslarının traksiyon etkisini

kullanarak sternumu normal konumunda tutacak bir teknik öne sürmüştür. 1958'de Howard tarafından bu teknik modifiye edilerek kostal kartilaj rezeksiyonu ve sternuma wedge osteotomi eklenmiştir (46-48).

1963 yılında Ramsey tarafından sternum pozisyonunda değişiklik yapılmadan rektus kası ile lateral defektler doldurulmuş ve deforme kostal kartilajlar rezeksiyon edilmiştir (49). Aynı yıl Robiscek asimetrik kostal kartilajların subperikondrial rezeksiyonu, transvers sternal osteotomi ve sternumun protrüze alt kısmının rezeksiyonu uygulamıştır (50).

2005 yılında ise Abramson, Nuss prosedürünü ilk defa PK olgularına modifiye ederek uygulamıştır (51).

### **2.3.Epidemiyoloji-Etiyoloji**

En sık görülen göğüs duvarı deformitesi PE'dir (1,3,4). Literatürde tüm torasik anomalilerin %90-95'ini oluşturabileceği bildirilmiştir. PE deformitesi her 300-400 canlı doğumda bir görülmektedir. Erkeklerde 3-5 kat daha fazla görülmektedir (1,13,52). İzole bir deformite olarak görülebildiği gibi bazı sendromik hastalıklar da eşlik edebilmektedir. %5-8 Marfan sendromu, %3 Ehler-Danlos sendromu, %1,5 Noonan sendromu, %15-20 kifoz ve skolyoz ile birliktelik göstermektedir (15). Ayrıca %35- %40 aile öyküsü bulunduğu ve kalıtımın otozomal resesif, X'e bağlı ya da multifaktöriyel olduğu öne sürülmüştür (16,53).

PE etiyojisi tam olarak bilinmemektedir. 1594 yılında Bauhinus ve 1897 yılında Hutchison'un PE sebebi olarak diyafragmadaki ve santral tendinöz alandaki anomali ve traksiyonlara bağlı olduğunu bildirmişlerdir (54). 1963'te Sanger defektin asıl sebebinin sternumun deplase olması ve kostaların bu doğrultuda anormal büyümesine bağlı olduğunu öne sürmüştür (41). PE sebebi olarak günümüzde daha çok kabul gören hipotez ise kostal kartilajların anormal şekilde ve aşırı uzaması ile sternumun arkaya doğru itilmesi ve göğüs ön duvarında çöküklük oluşturmasıdır. Ayrıca intrauterin basıncın artması ya da riketsiyanın da PE deformitesine sebep olabileceği bildirilmiştir (55).

Günümüzde etiyojinin aydınlatılması için çalışmalar devam etmekte olup Kurkov ve ark. 2016'da hiyalin kıkırdakta ve tendonlarda amiantoid liflerin birikimi

ve 'amiantoid transformasyon' gelişiminin deformite gelişimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu bildirmişlerdir (56). Ayrıca Feng ve ark. elektron mikroskobu altında PE olgularının kartilaj kostal yapılarını incelediği çalışmada tip 2 kollajen dağılımının düzensiz olduğunu ve bu grupta kostal kartilajların gerginlik, sıkıştırma ve elastikiyet açısından ortalama gücünün, kontrol grubuna göre daha az olduğunu görmüşlerdir (57).

PK ikinci en sık görülen konjenital göğüs duvarı deformitesidir ve PE gibi erkek cinsiyette 3-5 kat daha sık görülmektedir (58). İnsidansı 1/1000 ile 1/10.000 arasındadır (59). Shields, PK olgularının %26'sında aile öyküsü olduğunu ve %15'inde skolyoz eşlik ettiğini bildirmiştir (60). PK tek başına görülebileceği gibi trizomi 18, Marfan sendromu, Morquio sendromu, Noonan Sendromu ve Ehler-Danlos sendromu gibi diğer genetik bozukluklar ve sendromlarla, konjenital kalp hastalıklarıyla ve diğer konnektif doku hastalıkları ile beraber görülebilir.

PK etiyojisi de kesin olarak aydınlatılamamış olsa da kıkırdak ve kemik kostal yapıların anormal ve düzensiz büyümesine bağlanmıştır (61). Literatürde birçok çalışmada kartilaj kosta ve kemik kosta uzunlukları açısından değerlendirilen PK olgularında kontrol grubuna göre kartilaj kosta uzunlukları daha fazla bulunmuştur (62).

#### **2.4.Klinik**

Klinik; deformite şiddetine göre değişmektedir. Hafif derecedeki PE ve PK deformiteli olgular genellikle asemptomatiktir. Orta ya da ileri derecede PE ve PK deformitesi olan olgularda nefes darlığı, efor dispnesi, göğüs ağrısı, çarpıntı, hareket kısıtlılığı, senkop, disfaji veya siyanoz görülebilmektedir. Ayrıca kozmetik sorunlar sebebiyle özellikle ergenlik dönemindeki olgularda psikososyal etkilenmeye bağlı depresyon, sosyal anksiyete gibi psikolojik bozukluklar da eşlik edebilmektedir.

Genellikle manubrium ile birinci ve ikinci kotlar normaldir (2). PE olgularında göğüs duvarındaki çöküklük sebebiyle özellikle akciğerlerin bası altında kalması ve sıkışması sebebiyle solunum kapasitesinde azalma görülebilmektedir. Yapılan bir çalışmada PE olgularında solunum fonksiyon testlerinde (SFT); FEV1 (1. saniyedeki zorlu ekspirasyon volümü), FVC (zorlu vital kapasite) ve FEF25-75

(zorlu ekspirasyon akım hızı) değerlerinde anlamlı bir azalma görüldüğü, Nuss prosedürü uygulandıktan sonra ise anlamlı şekilde SFT değerlerinde düzelme kaydedildiği bildirilmiştir (63).

Noonan ve Marfan gibi sendromik durumlarla birliktelik gösterebilmesi sebebiyle PE olgularında %1,5, PK olgularında %18 (64) oranında kalp anomalileri de eşlik edebilmektedir (14,16). PE'de göğüs ön duvarının içe doğru çökük olması sebebiyle kalp üzerinde basıya sekonder diyastolik fonksiyon bozuklukları ve stroke volümde azalma olabilmektedir. Ayrıca deformite şiddetine bağlı olarak kalp genellikle sol tarafa deviasyon gösterir. PK ve PE olgularında elektrokardiyografide (EKG) taşikardi, aks deviasyonları, ST çökmeleri, mitral valve prolapsusu, dal blokları gibi kardiyak sorunlar eşlik edebilmektedir (14,65).

Gerek sendromik hastalıklara eşlik etmesi gerekse mekanik etkiler sebebiyle PE olgularında kifoz ve skolyoz da görülmektedir. Wang'a göre Haller indeksi ve asimetri arttıkça, yaş ilerledikçe kifoskolyozun PE eşlik etme olasılığının arttığını belirtmiştir (66). PK olgularında da %15 oranında skolyoz eşlik etmektedir (60).

## **2.5.Tanı**

Tanı anamnez ve fizik muayene ile konulur. Deformite şiddetinin ve eşlik eden anomali varlığını tespit etmek için SFT, bilgisayarlı tomografi (BT), direkt grafiler, EKG, ekokardiyografi (EKO) gibi çeşitli laboratuvar tetkikleri kullanılmaktadır.

Direkt grafiler defekt varlığı ve derecesini, eşlik eden kemik anomalilerinin varlığını gösterebilmektedir. BT ile kemik yapılar ve toraks içi organ yerleşimi daha net olarak değerlendirilmektedir. Aynı zamanda görüntüleme yöntemleri ile deformite şiddetini ve cerrahi endikasyon açısından değerlendirmeyi sağlayan çeşitli indeksler hesaplanabilmektedir.

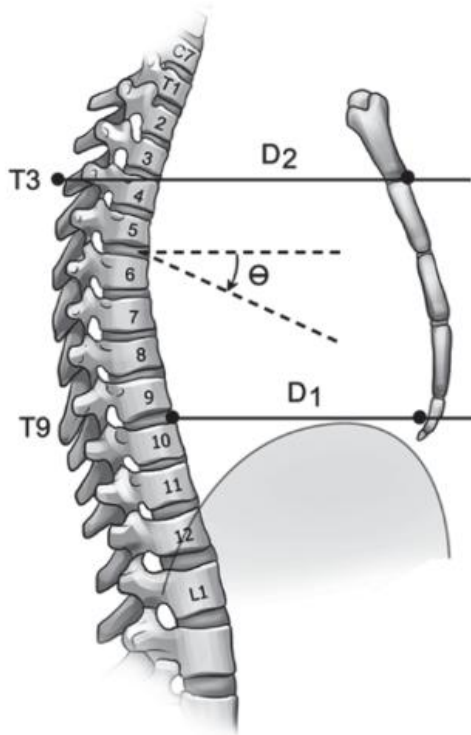
1980 yılında Welch tarafından tanımlanan indekste 9. torakal vertebra anterior yüzünden sternum arka yüzüne çekilen doğru (D1) ve 3. torakal vertebra spinöz prosesinden başlayıp Luis açısına kadar çekilen ikinci bir doğrunun (D2)

kullanılması ile hesaplanmaktadır (67,68). (Resim-6) Deformite şiddetini belirlemek için ise Welch indeksi şu şekilde formüle edilmiştir:

$D1/D2$ : depresyon oranı

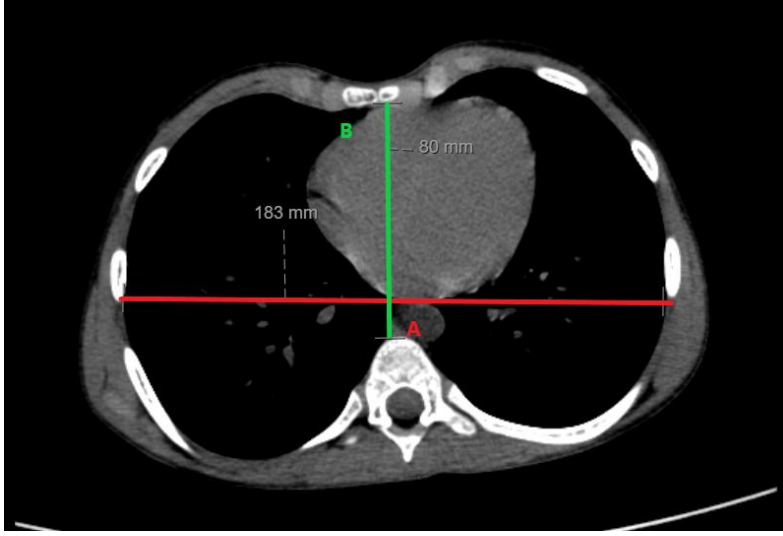
Deformite derecesi:  $(1 - (\text{depresyon oranı})) \times 10$

Deformite derecesine, eğer kot açısı 25 dereceden büyükse ya da kardiyotorasik oran %50'den büyükse 0,5 puan eklenerek 1-10 arası bir skora elde edilir. Skor sonucu 5'ten büyük olan olgularda cerrahi girişim önerilmektedir.



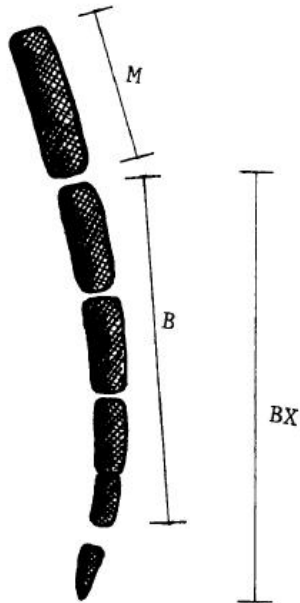
**Resim-6:** Welch indeksi hesaplama

1987'de tanımlanan Haller indeksi (Hİ) pektus deformite şiddetinin belirlenmesi ve ameliyat endikasyonu açısından preoperatif değerlendirmede en yaygın kullanılan indekslerden birisidir. Toraks BT'de maksimum göğüs depresyon seviyesinde göğsün lateral çapının (A), sternum ve omurga arasındaki mesafeye (B) oranıdır (Resim-7). Hİ normal değeri  $2,56 \pm 0,35$  olarak kabul edilmektedir. 3,25 üzeri değerlerde ise cerrahi korreksiyon önerilmektedir (69).



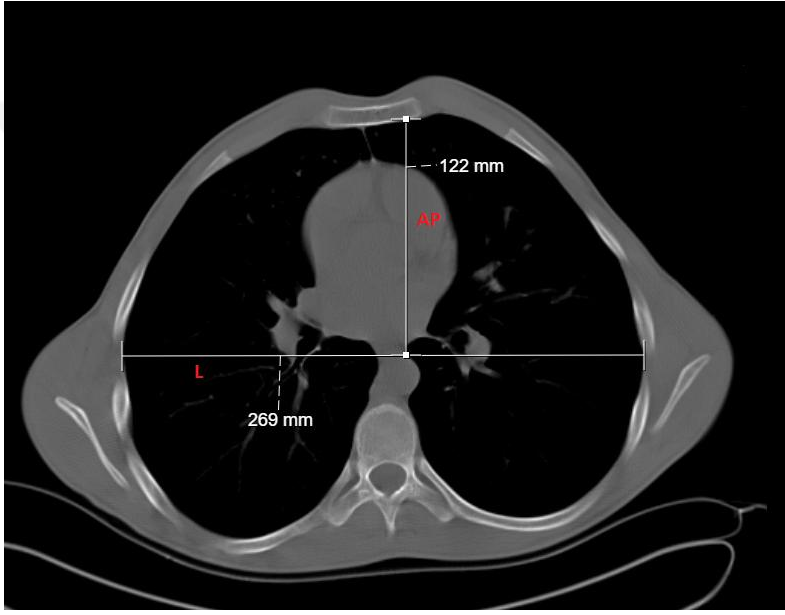
**Resim-7:** Haller indeksi ölçümü

Haje tarafından sternumun büyüme bozukluğunun PE ve PK üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla lateral grafilerden sternum korpus, manubrium ve ksifoid uzunlukları ölçülerek sternal indeksler oluşturulmuştur. Korpus (B)/Manubrium (M) indeksinde cut-off değeri 2,16; (korpus+ksifoid) /manubrium indeksinde (BX)/M ise 2,73 olarak kabul edilmiştir. Bu değerler altındaki K/M ve (BX)/M indeksine sahip olgularda ise çoğunlukla PK olmak üzere pektus deformitesi şiddeti arttığı ve operabilite açısından olguların değerlendirilmesi önerilmektedir (70). (Resim-8)



**Resim-8:** Haje indeks hesabı

Pektus deformite indekslerinin büyük bir çoğunluğu PE olguları göz önünde bulundurularak oluşturulması sebebiyle Poncet ve ark. tarafından en sık kullanılan Hİ baz alınarak PK'a özel modifiye Hİ oluşturulmuştur. Modifiye Hİ ölçümü için BT aksiyal kesitlerinde PK defektinin en protrüze olduğu kesit seçilir. Bu kesitte toraksın en geniş lateral çapına bir doğru çizilir (L). Sternumun en protrüze olduğu alandan bu çizgiye sternum posterior noktasından dik bir doğru daha çizilir (AP). L/AP oranı PK için modifiye Hİ oranını verir. Poncet ve ark tarafından yapılan çalışmada PK olgularında modifiye Hİ 2.27-3.1 aralığında bulunmuştur (71). (Resim-9)



**Resim-9:** Modifiye Haller İndeksi (L/AP)

## 2.6.Tedavi

### 2.6.1.Cerrahi tedavi

**Ravitch-Modifiye Ravitch:** İlk olarak PE olgusunda 1949 yılında Ravitch tarafından uygulanmıştır. Bilateral submammarian transvers insizyonlar ve sternum üzerine 7-10 cm'lik vertikal insizyon yapılmaktadır. Cilt-cilt altı insizyon sonrasında elektrokoter yardımı ile sternuma ulaşılır. Bilateral pektoral kaslar korunarak keskin ve küt diseksiyon ile deforme kostalar üzerinden ekarte edilir. Deforme kondral kostaların perikondriyumunu kosta doğrultusunda kesilir ve subperikondrial olarak rezeke edilir. Gerekirse deforme kemik kostalar da subperiostal rezeke edilir.

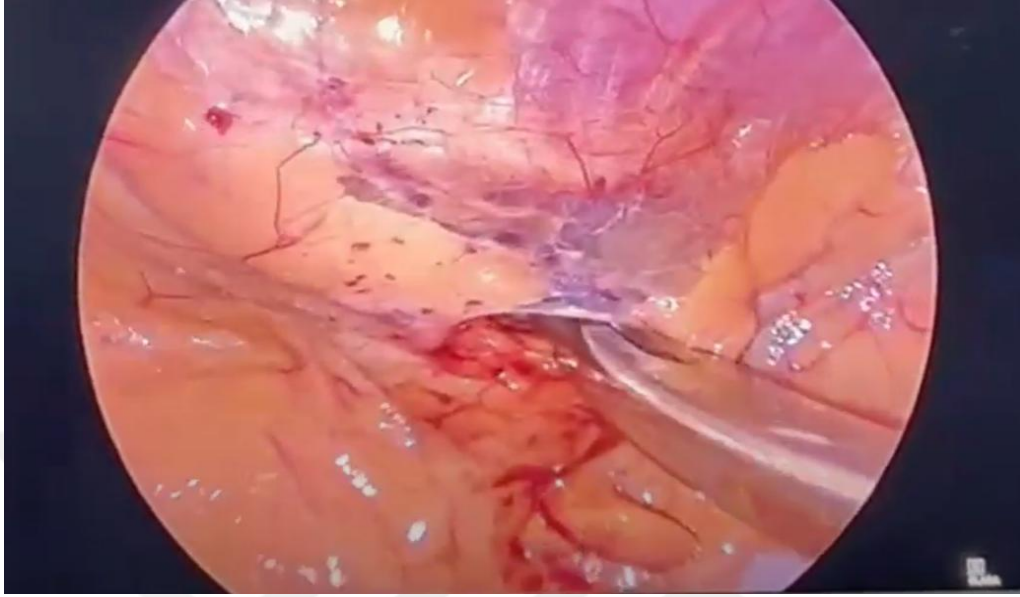
Günümüzde uygulanan modifiye yöntemlerde kondral kostaların sadece açılanma yapan kısımları parsiyel rezeke edilmektedir. Ayrıca tüm kondral kostaların rezeke edildiği Ravitch prosedürü aksine kondral rejenerasyona imkan sunmak amacıyla kostosternal bileşkede 2 cm'lik bir segment korunmaktadır. Standart Ravitch prosedüründe interkostal bantlar çift taraflı olarak rezeke edilir. Modifiye tekniklerde ise sadece dirence sebep olan bantlar kesilmektedir. Ravitch prosedüründe ksifoid kas dokusundan ve ksifosternal eklemden serbestleştirilerek rezeke edilirken modifiye Ravitch tekniklerinde ksifoid rezeksiyonu terk edilmiştir. Parmak diseksiyonu ile sternum posterior duvarı perikard ve plevradan ayrılır. Deformitenin başlangıç noktasında korpus sternuma wedge osteotomi yapılır. Osteotomi alanında sternuma olması gereken pozisyona getirmek amacıyla açı verilir, gerekirse wedge hattına çıkarılan kostalar oto greft olarak kullanılır. Sternum istenilen pozisyona getirildikten sonra perikondriyumlar gergin şekilde suture edilerek kapatılır. Flail chest gelişimini engellemek ve sternuma destek olması amacıyla gladiolus noktası hizasına gelen yerden sternum altından geçirilerek Kirschner teli yerleştirilir ve bilateral kostalara sabitlenir, 3 hafta sonra çıkarılır. Pektoral kaslar suture edilerek katlar usulüne uygun şekilde kapatılır. Günümüzde uygulanan modifiye tekniklerde ise Kirschner teli kullanımı terk edilmiştir. Günümüzde sternumu desteklemek amacıyla titanyum plaklar, barlar ya da çeşitli meshler kullanılmaktadır (41,72). Başta deformite nüksü olmak üzere pnömotoraks, yara yer enfeksiyonu ve hematom gelişebilecek komplikasyonlardandır.



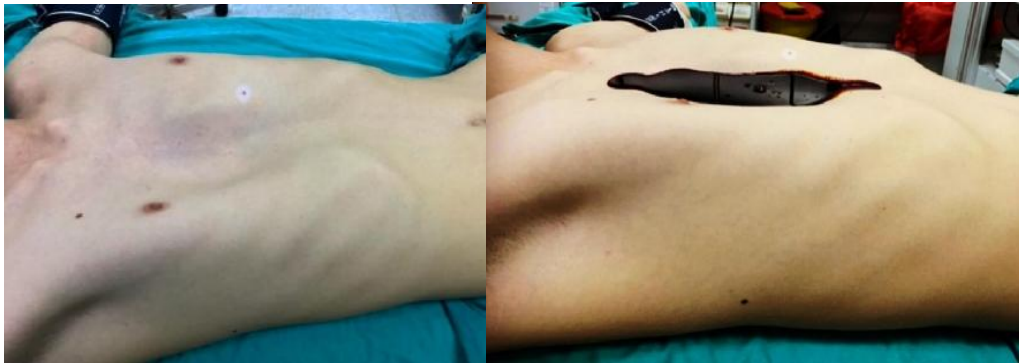
**Resim-10:** Kliniğimizde Ravitch prosedürü uygulanan olgu (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır.)

**Nuss Tekniği (Minimal İnvaziv Pektus Ekskavatum Onarımı-MİRPE):** İlk kez 1987'de Donald Nuss tarafından uygulanmıştır. Hasta supin pozisyonda, kollar her iki yana açık şekilde çift lümenli entübasyon veya CO2 insuflasyonu ile hemitoraksta görüş alanı sağlanır. Göğüs kafesinin en çökük noktası işaretlenir, aynı düzlemdaki interkostal alanlar belirlenir. Alüminyum bir bar kalıp olarak kullanılarak, nikel-çelik veya alerji durumunda titanyum bar, toraks şekline uygun olarak bükülür. Her iki ön aksiller hatta 2 cm'lik insizyonlar yapılarak cilt altı tüneller oluşturulur. Sağ hemitorakstan toraksa girilerek videotorakoskopi eşliğinde sternumun arkasından kontrollü diseksiyon yapılır (Resim-11). Şekillendirilmiş bar, naylon teyp yardımıyla yerleştirilir ve 180 derece çevrilir. Bar, stabilizatörler ve sütürlerle sabitlenir. Komplikasyonlar arasında erken dönemde pnömotoraks, plevral

efüzyon, enfeksiyon, geç dönemde bar dislokasyonu, alerji, deformitenin nüksü veya aşırı düzelme yer alır.



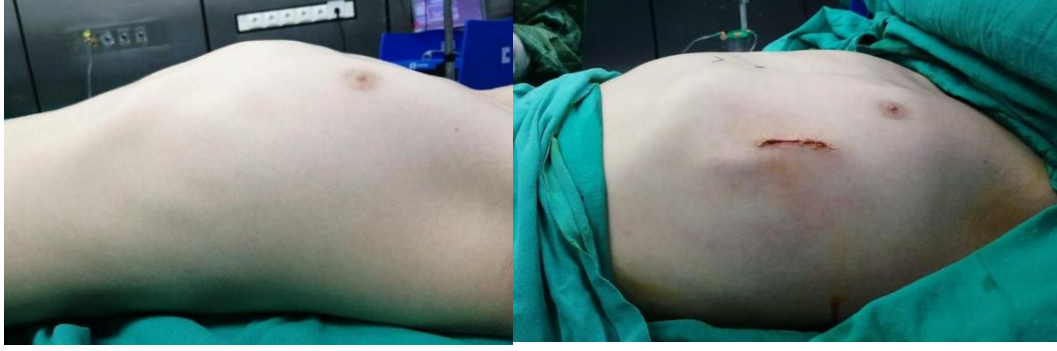
**Resim- 11:** Nuss prosedüründe substernal tünel açılması (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır.)



**Resim-12:** NUSS prosedürü uygulanan olgunun preoperatif ve postoperatif görüntüsü (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır.)

### **Abramson Tekniği (Minimal İnvaziv Pektus Karinatum Onarımı- MIRPC):**

İlk kez 2005 yılında Abramson tarafından uygulanmıştır. Nuss prensibine dayanan teknikte amaç sternuma bası uygulayarak dışa doğru konveksitesinin düzeltilmesidir (Resim-13). Supin pozisyonda kollar her iki yana açık şekilde deformitenin en yüksek olduğu nokta işaretlenir. Sternuma kompresyon uygulanarak işaretlenen alana yerleştirilen alüminyum barlar ile toraksa uygun bar boyutu belirlenir. Alüminyum bar toraksa verilmek istenilen şekle göre şekillendirilir. Barın sonlanma noktaları ve stabilizatörün yerleştirileceği alanlar da işaretlenir. Bilateral stabilizatörün tespit edileceği birbirine paralel iki kot belirlenir. Alüminyum bar kalıp olarak kullanılarak toraksa yerleştirilecek olan nikel-elik bar, bükücüler yardımı ile bükülerek istenilen şekle getirilir. Bilateral mid aksiller hatta transvers 3'er cm'lik insizyonlar yapılır. Cilt-cilt altı ve pektoral kaslar geçilerek kas altında stabilizatörleri yerleştirmek için bilateral cepler oluşturulur. Stabilizatör sabitlenecek kotların periostları üzerine insizyon yapılarak kotlar subperiostal olarak doyen raspa ile dönülür. Doyen ucuna kesilmiş olan aspirasyon sondaları geçirilerek doyen geri çekilir. Bu sayede kotlar aspirasyon sondaları ile dönülmüş olur. İşlem stabilizatör tespiti yapılacak tüm kostalara bilateral uygulanır. Aspirasyon sondaları içerisinden genellikle çift kat tercih edilmek üzere beş numara elik tel geçirilir ve aspirasyon sondaları çekilir. Böylece kotlar elik tellerle interkostal dokulara zarar vermeden dönülmüş olur. Teller ile stabilizatörler kota tespit edilir. Her iki insizyon hattından kas altından uzun klempellerle diseksiyon yapılarak barın yerleştirileceği parasternal bir tünel oluşturulur. Oluşturulan tünele kılavuz olarak kullanılmak üzere 28 F toraks dreni yerleştirilir. Bar dren içine itilir ve dren bar ile çekilir. Bar tünele yerleştirilir ve drenden ayrılır. Bar uçları daha önce yerleştirilen stabilizatörlere takılır ve sternuma kompresyon uygulanarak elik tel ve vidalar ile bar tespiti yapılır. Kanama kontrolü sonrasında katlar anatomik planda kapatılır. Erken dönemde yara yeri enfeksiyonu, nikel alerjisi, pnömotoraks; geç dönemde ise aşırı düzelme (over korreksiyon), elik tel kopması, ciltte erozyon ya da geç alerjik reaksiyonlar gibi komplikasyonlar görülebilir.



**Resim-13:** Abramson prosedürü uyguladığımız olgunun preoperatif ve postoperatif görüntüsü (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır.)

### 2.6.2.Cerrahi Dışı Tedavi Seçenekleri

Minimal pektus deformitesi olan olgularda cerrahi dışı konservatif tedavi seçenekleri uygulanmakta ve birçok olguda olumlu sonuçlar alınmaktadır. Özellikle 10 yaş altı çocuklarda henüz iskelet yapısının şekil almaya yatkın olduğu yaşlarda sonuçlar daha da yüz güldürücü olabilmektedir. PE konservatif tedavisinde vacumbell kullanılmaktadır. 1992 yılın E. Klobe tarafından geliştirilmiş, vakum yaratmak amacıyla silikon bir vantuz ve negatif basıncın sağlanması amacıyla el pompasının vantuza adapte edilmesiyle oluşan bir alettir. Atmosfer basıncın %15 altında vakum oluşturabilmektedir. Osteogenesis imperfecta ve benzeri iskelet sistemi bozuklukları, vaskülopatiler, koagülopatiler ve kardiyak problemi olan hastalarda kullanımı kontrendikedir (73,74).

PK olgularında ise toraks rijiditesi ve fleksibilitesine uygun olarak sternum üzerine sürekli bir basınç uygulayan ortezler konservatif amaçlı kullanılmaktadır. Sternum üzerine normal pozisyonuna gelene kadar bir basınç uygulanarak yapılan dinamik kompresyon testine göre 10 kg/cm<sup>2</sup> altı değere sahip olgular hafif derecede PK olarak kabul edilir ve konservatif yöntemlerle başarılı şekilde tedavi edilebilir (22).

### **3. GEREÇ VE YÖNTEMLER**

Bu çalışma retrospektif olarak yapılmıştır. Ocak 2011 ve Aralık 2022 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı'nda göğüs duvarı deformitesi sebebiyle Abramson prosedürü uygulanan 60 olgu, pektus karinatum deformitesi olmasına rağmen cerrahi ihtiyacı duyulmayan 30 olgu ve yine aynı tarihlerde göğüs duvarı deformitesi dışı sebeplerle kliniğimize başvuran kontrol grubu olarak kabul edilen 30 olgu çalışmaya dahil edilmiştir.

Kontrol grubu olgular seçilirken pektus karinatum olgu gruplarına en yakın yaş aralığındaki olgular seçildi.

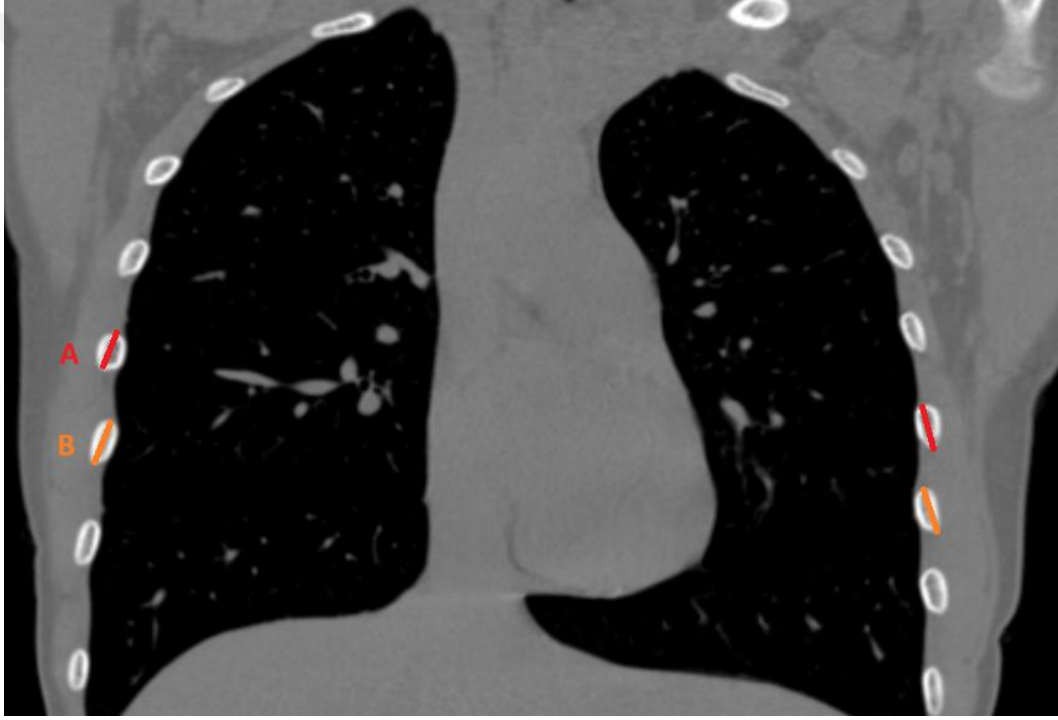
Pektus karinatum tanılı operasyon uygulanan veya konservatif takip edilen tüm olgulara EKG ve toraks BT çekilip rutin biyokimya tetkikleri ve kardiyopulmoner muayenesi yapıldı.

BT görüntülemesi 3 boyutlu 2 mm aralıklı kesitler şeklinde sırt üstü pozisyonda kontrastsız olarak yapılmıştır. Tüm pektus karinatumlu ve kontrol grubu olguların BT görüntüleri dijital görüntüleme ve arşivleme sisteminde (SECRITA ®) koronal, sagittal ve aksiyal eksenlerde değerlendirilerek kaburga antropometrik ölçümleri ve çeşitli pektus indeksleri hesaplandı. Cerrahi uygulanan pektus karinatumlu olgular retrospektif olarak tarandığında deformitenin en belirgin olduğu ve bar stabilizasyonunun en sık uygulandığı kostal seviyenin beşinci ve altıncı kostalar olduğu görüldü. Bu sebeple tüm olgularda beşinci ve altıncı kotlardan ölçüm yapıldı. Her seviye kot için iki farklı planda ölçüm gerçekleştirildi. Mid aksiller hatta ve ön aksiller hatta kemik penceresinde ve koronal kesitlerde kostanın en uzun aksları ölçüldü. Ardışık 2 seviye kosta arasındaki kalınlık farkları hesaplandı (Resim-14). Ayrıca bütün olgularda haller indeksi, modifiye haller indeksi ile manubrium ve korpus sterni arasındaki açı hesaplandı. Tüm olgular yaş, cinsiyet, ek deformite eşlik edip etmemesi, cerrahi uygulanıp uygulanmaması, uygulandıysa ek cerrahi girişim ihtiyacı olup olmadığına göre retrospektif olarak değerlendirildi.

Tüm veriler veri analiz sistemine (Windows ver.29 SPSS Inc., Chicago, IL, USA) aktarıldı. Verilerin tanımlayıcı istatistiklerinde ortalama, standart sapma, medyan, en düşük, en yüksek, frekans ve oran değerleri kullanılmıştır. Değişkenlerin

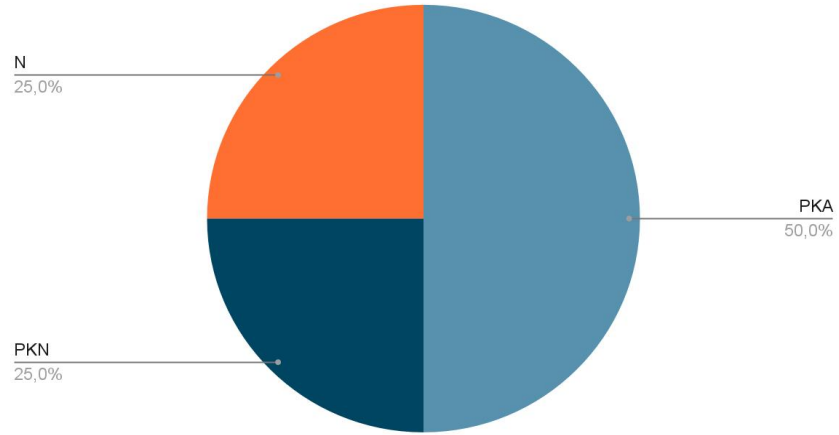
dağılımı Shapiro Wilk ve Kolmogorov Smirnov testi ile değerlendirildi. Nicel bağımsız verilerin analizinde Mann Whitney U testi kullanıldı. Nitel bağımsız verilerin analizinde ki-kare testi, ki-kare test koşulları sağlanamadığında ANOVA testi uygulandı. Veriler arasında korelasyon olup olmadığını değerlendirmek için parametrik verilerde Pearson, non parametrik olan verilerde ise Spearman korelasyon testi kullanıldı.

Çalışma, Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu 17/07/2024 tarihli 2024/25-02 sayılı kararı ile verilen onay ile gerçekleştirildi.



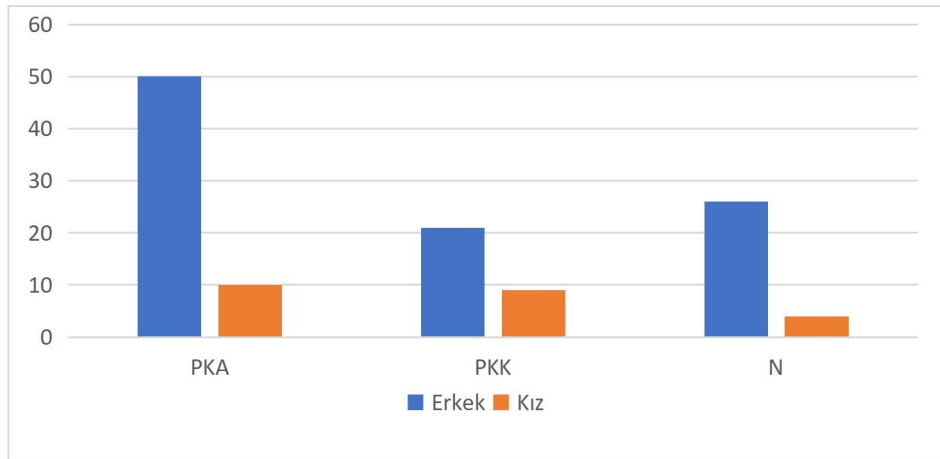
**Resim-14:** Kosta kalınlık farkı ölçümü (|A-B|)

## 4. BULGULAR



**Grafik-1:** PKA, PKN ve N grupları olgu dağılımı

PKA olguların 50'si (%83) erkek (E) 10'u (%17) kadın (K) idi. Ortalama yaş 15,62 yıldır (11-25 yıl, med 15 yıl). Erkeklerden sekizi (%16) kadınlardan ikisi (%20) mikst tipte deformiteye sahipti. PKN grubunda olguların 21'i (%70) erkek, 9'u (%30) kadındı. Ortalama yaş 16,23 yıldır (11-20 yıl, med 16 yıl). N grubu 4 kadın (%13), 26 erkekten (%86) oluşmakta idi. N grubunda ortalama yaş 16,8 yıldır (11-24 yıl, med 17 yıl).



**Grafik-2:** PKA, PKN, N grupları cinsiyet dağılımı

PKA grubunda 13 olguda (%21,6) göğüs duvarı deformitesine ek anomali vardı (K/E:4/9). Bir olguda kifoz, bir olguda kifoskolyoz, iki olguda kostal füzyon, yedi olguda skolyoz, bir olguda skolyozla birlikte Poland, birinde MVP (mitral valv prolapsusu) ile Marfan sendromu, birinde skolyozla birlikte MVP, birinde ek

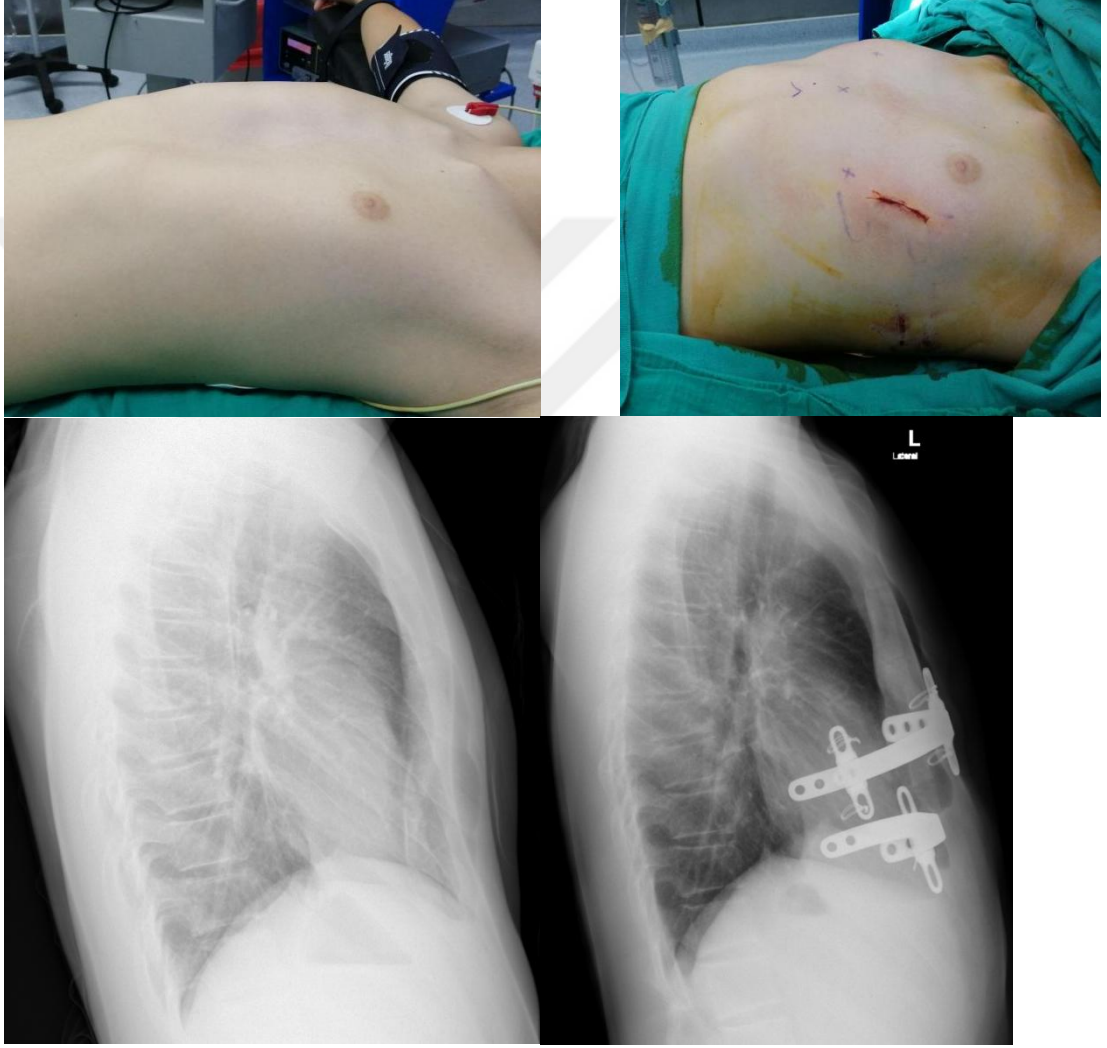
anomali olmadan Marfan sendromu, birinde de fokomeli eşliğinde Poland sendromu tanısı mevcuttu (Tablo-1).

PKN grubunda 11 olguda (%36) ek anomali mevcuttu (K/E: 3/8). İki olguda kifoz, bir olguda kifoskolyoz, bir olguda kostal füzyon, bir olguda hipospadias, iki olguda Poland sendromu, üç olguda skolyoz, bir olguda ise skolyoz ile birlikte persistan sol superior vena kava (PSSVK) mevcuttu (Tablo-1).

**Tablo-1:** PKA ve PKN olgularına eşlik eden anomaliler

Deformite	PKA/E	PKA/K	Total	PKN/E	PKN/K	Total
Deformite yok	41	6	47	13	6	19
Kifoskolyoz	1	0	1	0	1	1
Kifoz	1	0	1	1	1	2
Kostal füzyon	1	1	2	0	0	0
Marfan	1	0	1	0	0	0
Poland+fokomeli	0	1	1	0	0	0
Skolyoz	4	0	4	2	1	3
Skolyoz+MVP+Marfan	0	1	1	0	0	0
Skolyoz + MVP	0	1	1	0	0	0
Skolyoz+Poland	1	0	1	0	0	0
Hipospadias	0	0	0	1	0	1
Poland	0	0	0	2	0	2
Skolyoz + PSSVK	0	0	0	1	0	1
Total	50	10	60	21	9	30

PKA grubunda 5 olguya Abramson tekniği ile birlikte eş zamanlı Nuss operasyonu da uygulandı (Resim-15). Nuss + Abramson yapılan olgulara iki adet bar ve üç adet stabilizatör kullanılırken kalan 55 olguya Abramson tekniği için birer adet bar ve ikişer adet stabilizatör kullanıldı. Olgular retrospektif tarandığı sırada 4 olgunun barı henüz çıkarılmamış, 56 olgunun barı çıkarılmıştı. Bar çıkarılma süresi ortalama 31,3 aydı (10-76 ay, med 33 ay).



**Resim-15:** Abramson + Nuss uygulanan hastanın preoperatif ve postoperatif görüntüsü (Dokuz Eylül Üniversitesi Göğüs Cerrahisi A.D. ve Doç Dr. Volkan Karaçam'ın arşivinden alınmıştır.)

PKA grubunda 5'inde pnömotoraks, 2'sinde bar kayması olmak üzere 7 olguda erken dönemde komplikasyon görölmüştür (%11,6). Olguların 2'sinde bar materyaline alerji, 2'sinde bar kayması, 3'ünde over korreksiyon (aşırı düzelme),

2'sinde barda malpozisyona sebep olmayan tel kopması, 2'sinde bar çıkarılması sonrası nüks (%3,3), birinde ise bar kayması ve bar çıkarılması sonrası nüks (%1,6) gibi geç dönem komplikasyonları görülmüştür (n=11) (%18,3). Overkorreksiyon gelişen olguların preoperatif dönemde minimal PE'nin eşlik ettiği mikst tip deformitesi mevcuttu ve sadece Abramson prosedürü uygulanan olgulardı. Bu olguların 2'sine bar çıkarılması sonrası ikinci bir seansla Nuss, birine de tek seviyeli kot rezeksiyonu uygulanmıştır.

Abramson tekniği uygulanırken stabilizatör, en sık bilateral ardışık 5. ve 6. kostalara sabitlendi. Bu sebeple PKN ve N grubunda kostal ölçümler 5 ve 6. kostalar üzerinden gerçekleştirildi.

PKA, PKN ve N gruplarında sağ ve sol, ön ve mid aksiller hatlardaki 5. ve 6. kosta kalınlık ölçümleri tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo-2:** PKA, PKN ve N gruplarına göre mid aksiller ve orta aksiller hatlara göre 5. ve 6. kosta kalınlık ortalamaları

		RMA 5	RMA 6	LMA 5	LMA 6	RAA 5	RAA 6	LAA 5	LAA 6
PKA	Mean	12,7	13,08	12,87	13,6	12,9	13,35	13,3	13,86
	Median	12,0	12,5	12,5	13,0	13,0	13,0	15,0	14,0
	Minimum	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	9,0
	Maximum	28,0	21,0	20,0	23,0	27,0	25,0	23,0	23,0
PKN	Mean	12,4	12,4	12,0	12,8	11,0	12,3	12,1	12,6
	Median	12,0	13,0	11,0	13,0	11,0	12,0	12,0	13,0
	Minimum	8,0	7,0	9,0	8,0	7,0	7,0	9,0	8,0
	Maximum	19,0	17,0	17,0	18,0	15,0	18,0	16,0	19,0
N	Mean	13,9	14,6	14,5	15,0	13,8	14,4	14,0	15,26
	Median	14,0	15,0	14,0	15,0	14,0	14,5	14,0	15,0
	Minimum	10,0	11,0	10,0	11,0	10,0	11,0	10,0	11,0
	Maximum	18,0	19,0	19,0	20,0	18,0	19,0	19,0	20,0

PKA, PKN ve N grupları arasında tüm seviye ve kesitlerde ölçülen kaburga kalınlıkları açısından anlamlı fark tespit edildi (Tablo-3).

**Tablo-3:** PKA, PKN ve N grupları ve kaburga kalınlıkları arasındaki ilişki

	<b>KRUSKAL- WALLIS H</b>	<b>DF</b>	<b>P DEĞERİ</b>
<b>RMA 5. kosta</b>	8,730	2,0	<b>0,013</b>
<b>RMA 6. kosta</b>	11,727	2,0	<b>0,003</b>
<b>LMA 5. kosta</b>	16,367	2,0	<b>&lt;0,001</b>
<b>LMA 6. kosta</b>	10,126	2,0	<b>0,006</b>
<b>RAA 5. kosta</b>	17,998	2,0	<b>&lt;0,001</b>
<b>RAA 6. kosta</b>	9,111	2,0	<b>0,011</b>
<b>LAA 5. kosta</b>	9,583	2,0	<b>0,008</b>
<b>LAA 5. kosta</b>	14,302	2,0	<b>&lt;0,001</b>

PKA, PKN ve N gruplarında yapılan kosta kalınlık ölçümüne göre üst ve alt seviye kosta kalınlık arasındaki fark ortalamaları tablo-4'te verilmiştir.

**Tablo-4:** PKA, PKN, N gruplarında ön aksiller ve midaksiller hatta bilateral üst ve alt kosta kalınlık farkları

<b>Cerrahi Durumu</b>		<b>RMA</b>	<b>LMA</b>	<b>RAA</b>	<b>LAA</b>
<b>PKA</b>	Mean	<b>2,1667</b>	<b>1,8667</b>	<b>2,0333</b>	<b>1,5333</b>
	Median	2,00	2,00	2,00	1,00
	Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00
	Maximum	16,00	7,00	13,00	6,00
<b>PKN</b>	Mean	<b>2,1333</b>	<b>2,2333</b>	<b>2,2333</b>	<b>1,7667</b>
	Median	2,00	2,00	2,00	1,50
	Minimum	1,00	0,00	0,00	0,00
	Maximum	5,00	4,00	3,00	6,00
<b>N</b>	Mean	<b>1,00</b>	<b>0,7667</b>	<b>1,00</b>	<b>1,30</b>
	Median	1,00	1,00	1,00	1,00
	Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00
	Maximum	2,00	2,00	3,00	3,00
<b>Total</b>	Mean	<b>1,8667</b>	<b>1,6833</b>	<b>1,8250</b>	<b>1,5333</b>
	Median	2,00	1,50	2,00	1,00
	Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00
	Maximum	16,00	7,00	13,00	6,00

PKA, PKN ve N grupları ile kosta kalınlık farkları arasında ilişki açısından değerlendirme yapıldığında sol ön aksiller hattaki ölçümler haricinde anlamlı ilişki saptandı. ( $p < 0,05$ ) (Tablo-5)

**Tablo-5:** PKA, PKN, N grupları ile kaburga kalınlık farkları arasındaki ilişki

		<b>Sum Of Squares</b>	<b>Df</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F</b>	<b>p değeri</b>
<b>RMA</b>	Gruplar arası	30,067	2	15,033	5,207	<b>0,007</b>
	Grup içi	337,800	117	2,887		
	Toplam	367,867	119			
<b>LMA</b>	Gruplar arası	36,300	2	18,150	11,56 2	<b>&lt;0,001</b>
	Grup içi	183,667	117	1,570		
	Toplam	219,967	119			
<b>RAA</b>	Gruplar arası	28,025	2	14,013	6,180	<b>0,003</b>
	Grup içi	265,300	117	2,268		
	Toplam	293,325	119			
<b>LAA</b>	Gruplar arası	3,267	2	1,633	1,534	0,220
	Grup içi	124,600	117	1,065		
	Toplam	127,867	119			

PKA grubunda ortalama Haller indeksi 1,83 (1,22-2,31), modifiye Haller indeksi 2,19 (1,39-2,95), angulus açısı ise 158,6 (128,0-169,0) olarak hesaplandı.

PKN grubunda ortalama Haller indeksi 1,85 (1,44- 2,36), modifiye Haller indeksi 2,22 (1,82-2,93), angulus açısı 160,4 (146,0-175,0) olarak hesaplandı.

N grubunda ise Haller indeksi 2,34 (1,78-3,08), modifiye Haller indeksi 2,93 (2,36-3,84), angulus açısı 165,1 (154,0-179,0) olarak hesaplandı (Tablo- 6).

**Tablo-6:** PKA, PKN, N gruplarına göre deformite indeks ölçümleri

		<b>Haller</b>	<b>Modifiye Haller</b>	<b>Angulus Açısı</b>
<b>PKA</b>	Median	<b>1,8050</b>	<b>2,1650</b>	<b>159,50</b>
	Mean	1,8355	2,1978	158,60
	Maximum	2,31	2,95	169,00
	Minimum	1,22	1,39	128,00
	Standart sapma	0,03042	0,04219	0,97806
<b>PKN</b>	Median	<b>1,8550</b>	<b>2,16</b>	<b>162,00</b>
	Mean	1,8557	2,2203	160,4667
	Maximum	2,36	2,93	175,00
	Minimum	1,44	1,82	146,00
	Standart sapma	0,04266	0,04991	1,20891
<b>N</b>	Median	<b>2,2900</b>	<b>2,8750</b>	<b>165,50</b>
	Mean	2,3477	2,9387	165,1333
	Maximum	3,08	3,84	179,00
	Minimum	1,78	2,36	154,00
	Standart sapma	0,06065	0,07272	1,04797

İndeksler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için korelasyon testi yapıldı. Teste göre Haller indeksi, modifiye Haller indeksi ve angulus açısı arasında istatistiksel olarak anlamlı şekilde ilişki mevcuttu ( $p < 0,001$ ). (Tablo-7)

**Tablo-7:** Haller, modifiye Haller ve angulus açısı arasındaki korelasyon analizi ( $p < 0,001$ )

	<b>MODIFIYE Hİ VE ANGULUS AÇISI</b>	<b>Haller ve Modifiye Hİ</b>	<b>Haller ve Angulus Açısı</b>
PEARSON KORELASYON	0,397**	0,904**	0,359**
P DEĞERİ	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
N	120	120	120

Haller ve modifiye Haller indeksleri ile kaburga kalınlık farkları arasında sol ön aksiller hattaki ölçümler dışında negatif yönde anlamlı ilişki saptandı ( $p < 0,05$ ) (Tablo-8). Ancak angulus açısının Hİ ve modifiye Hİ ile istatistiksel olarak anlamlı şekilde ilişkili olmasına rağmen kostal indeksler ile arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır ( $p > 0,05$ ).

**Tablo-8:** İndeksler ve kosta kalınlık farkları arasındaki korelasyon

		<b>RMA</b>	<b>LMA</b>	<b>RAA</b>	<b>LAA</b>
<b>Hİ</b>	Korelasyon	-0,316**	-0,265**	-0,327**	-0,017
	p değeri	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,428
	N	120	120	120	120
<b>Modifiye Hİ</b>	Korelasyon	-0,282**	-0,247**	-0,313**	-0,039
	p değeri	<b>&lt;0,001</b>	<b>0,003</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,337
	N	120	120	120	120
<b>Angulus Açısı</b>	Korelasyon	-0,085	-0,081	-0,101	-0,015
	p değeri	0,179	0,190	0,137	0,434
	N	120	120	120	120

**Tablo-9:** Deformite indeksleri ile PKA, PKN ve N grupları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi

		<b>Sum Of Squares</b>	<b>Df</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F</b>	<b>p değeri</b>
<b>Haller</b>	Gruplar arası	5,756	2	2,878	41,783	<b>&lt;0,001</b>
	Grup içi	8,059	117	0,069		
	Total	13,816	119			
<b>Modifiye Haller</b>	Gruplar arası	12,110	2	6,055	54,203	<b>&lt;0,001</b>
	Grup içi	13,070	117	0,112		
	Total	25,180	119			
<b>Angulus Açısı</b>	Gruplar arası	855,867	2	427,933	8,920	<b>&lt;0,001</b>
	Grup içi	5613,333	117	47,977		
	Total	6469,200	119			

Tüm deformite indeksleri ile PKN, PKA, N grupları arasında anlamlı ( $p<0,001$ ) ilişki saptandı. Yani tüm indekslerle cerrahi ihtiyacı arasında anlamlı bir ilişki mevcuttu. (Tablo-9)

PKA grubunda 13, PKN grubunda 11 olguda PK deformitesine ek deformite mevcuttu. İndeksler ile ek deformite eşlik etmesi aralarındaki ilişki açısından değerlendirildi (Tablo-10). Tüm deformite indeksleri ile ek anomali eşlik etmesi arasında anlamlı ilişki saptandı ( $p<0,001$ ). Ancak kosta kalınlık farkları ile ek anomali eşlik etmesi açısından anlamlı ilişki saptanamadı ( $p>0,05$ ) (Tablo-11).

**Tablo-10:** Deformite indeksleri ile ek anomali eşliği arasındaki korelasyon

		Angulus Açısı	Modifiye Hİ	Hİ
Deformite	Korelasyon	-0,308**	-0,371**	-0,353**
	p değeri	<0,001	<0,001	<0,001
	N	120	120	120

**Tablo-11:** Kosta kalınlık farkları ile ek anomali eşliği arasındaki korelasyon

		Deformite
RMA	Korelasyon	0,027
	p değeri	0,772
	N	120
LMA	Korelasyon	0,153
	p değeri	0,095
	N	120
RAA	Korelasyon	0,142
	p değeri	0,123
	N	120
LAA	Korelasyon	0,110
	p değeri	0,233
	N	120

Abramson uygulanan olguların 11 tanesine deformiteye yönelik ek cerrahi girişim ihtiyacı oldu. Beş olguya Nuss + Abramson, bir olguya da Abramson + Ravitch aynı seansta gerçekleştirildi. Üç olguya ikinci bir Abramson prosedürü, iki olguya ikinci bir seansta Nuss prosedürü, bir olguya da yine Abramsonda takılan barın çıkarılması sonrası gelişen nüks sebebiyle Ravitch prosedürü uygulanmıştır. Abramson dışı cerrahi ihtiyacı ile deformite indeksleri ve kosta kalınlık farkları

arasındaki ilişki değerlendirildi. Ek cerrahi ihtiyacı ile Haller ve modifiye Haller indeksi, sol ön aksiller ve sol mid aksiller hatlardaki kosta kalınlık farkları arasında anlamlı ilişki saptandı (Tablo-12). ( $p<0,05$ )

**Tablo-12:** Ek girişim ihtiyacının deformite indeksleri ve kosta kalınlık ölçümleri arasındaki ilişki

	<b>RMA</b>	<b>LMA</b>	<b>RAA</b>	<b>LAA</b>	<b>Hİ</b>	<b>Modifiye Hİ</b>	<b>Angulus Açısı</b>
<b>Mann-Whitney U</b>	501,0	410,5	484,5	406,5	397,5	396,0	437,5
<b>Wilcoxon W</b>	6387,0	6296,5	6370,5	6292,5	475,5	474,0	515,5
<b>Z</b>	-1,346	-2,146	-1,474	-2,279	-2,192	-2,205	-1,845
<b>p değeri</b>	0,178	<b>0,032</b>	0,140	<b>0,023</b>	<b>0,028</b>	<b>0,027</b>	0,065

Opere edilen olguların 10'u mikst tipte deformiteye sahipti ve bu olguların 5'i Abramson ile birlikte Nuss prosedürü uygulanan olgulardı. 3 olgu ise over korreksiyon sebebiyle reopere edilen olgulardı. Mikst deformitesi olan 2 olguya ise Abramson dışında ek girişime ihtiyaç duyulmadı. Ek girişim ihtiyacı ile mikst deformite olması arasında anlamlı ilişki saptandı. (Tablo-13) ( $p<0,001$ )

**Tablo-13:** Ek girişim ihtiyacı ile mikst deformite arasındaki ilişki

	Value	Df	p değeri	Exact Sig. (2-Sided)	Exact Sig. (1-Sided)
<b>Pearson Chi-Square</b>	30,479 <sup>a</sup>	1	<b>&lt;0,001</b>		
<b>Continuity Correction<sup>b</sup></b>	25,737	1	<b>&lt;0,001</b>		
<b>Likelihood Ratio</b>	24,464	1	<b>&lt;0,001</b>		
<b>Fisher's Exact Test</b>				<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>
<b>Linear-By-Linear Association</b>	29,971	1	<b>&lt;0,001</b>		
<b>N</b>	60				

Olgular deformitenin yönüne göre simetrik, sağ hemitoraks ya da sol hemitoraks dominant şeklinde sınıflandırıldı. Deformite yönü ile ölçülen kostal indekslerin arasındaki ilişki değerlendirildi. Deformite yönü ile sağ ya da sol ön ve mid aksiller hatta kostal kalınlık farkları arasında ilişki saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo-14).

**Tablo-14:** Deformite yönü ile kostal kalınlık farkları arasındaki ilişki

		<b>Sum Of Squares</b>	<b>Df</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F</b>	<b>p değeri</b>
<b>RMA</b>	Gruplar arası	7,011	2	3,506	1,137	0,324
	Grup içi	360,855	117	3,084		
	Toplam	367,867	119			
<b>LMA</b>	Gruplar arası	1,948	2	0,974	0,523	0,594
	Grup içi	218,019	117	1,863		
	Toplam	219,967	119			
<b>RAA</b>	Gruplar arası	3,450	2	1,725	0,696	0,500
	Grup içi	289,875	117	2,478		
	Toplam	293,325	119			
<b>LAA</b>	Gruplar arası	2,769	2	1,384	1,295	0,278
	Grup içi	125,098	117	1,069		
	Toplam	127,867	119			

#### **4. TARTIŞMA**

PK cerrahisi estetik kaygılar gibi görünse de olguların klinik başvurusunda dispne, göğüs ağrısı, hareket kısıtlılığı gibi semptomlar da görülebilmektedir. PK'ya eşlik eden trizomi 18, Marfan sendromu, Morquio sendromu, Noonan Sendromu ve Ehler-Danlos sendromu gibi genetik bozukluklar sonucu özellikle kardiyak ve iskelet sistemi ile ilişkili problemler de görülebilmektedir (14,16,58-60). Bizim serimizde PKA grubunda 2 Poland, 2 Marfan sendromu (%6,6); PKN grubunda ise 2 Poland sendromu tanıli olgu (%6,6) mevcuttu (Tablo-1).

PK olgularında %15 oranında skolyoz eşlik ettiği belirtilmiştir (60). Bizim PKA olgularımızın 7 tanesinde skolyoz (%11,6), birinde kifoz (%1,6), birinde ise kifoskolyoz (%1,6) mevcuttu. PKN grubunda ise 4 olguda skolyoz (%13,3), iki olguda kifoz (%6,6), birinde ise kifoskolyoz (%3,3) mevcuttu (Tablo-1).

PK olgularında erkek cinsiyet dominansı bildirilmiş olup bizim serimizde de hem PKA hem de PKN grubunda erkek cinsiyet hakimiyeti mevcuttu (Grafik-2) (58).

PK düzeltme tedavisi; deformite şiddetine, hastanın yaşına, deformite lokalizasyonuna ya da göğüs duvarı rijiditesine göre değişmektedir. Genel yaklaşım 9-10 yaş öncesi olgularda göğüs duvarı fleksibilitesi sayesinde dıştan kompresyon sağlayan ortezler ile PK deformitesinin tedavi edilebileceği yönündedir. 13-14 yaş itibari ile göğüs rijiditesinde artış görülmesi sebebiyle tedavi geciktirilmeden cerrahi müdahale ile düzeltme sağlanmalıdır (75,76). Bizim çalışmamızda da PK sebebiyle cerrahi uyguladığımız PKA grubunda ortalama yaş 15,62 yıl (11-25 yıl), cerrahi ihtiyacı duyulmadan konservatif yöntemlerle tedavi edilen PKN grubunda ise ortalama yaş 16,23 yıldır (11-20 yıl).

Tedavi seçiminde göz önünde bulundurulması gerektiği savunulan ve deformite şiddetinin belirlendiği çeşitli indeksler tanımlanmıştır. PE ve PK için deformite şiddeti belirlenmesinde en kabul gören indeks Haller indeksi olmuştur (66,69). Hİ normal değeri  $2,56 \pm 0,35$  olarak kabul edilmektedir. Fonkalsrud'un yayınlamış olduğu PK tanıli 260 olguluk seride ortalama Hİ 1,81 (1.19- 2.10) olarak bildirilmiştir (77). Literatürde daha çok PE için kullanılan Hİ'ini PK için modifiye eden çalışmalar da mevcuttur. Poncet ve ark. tarafından modifiye Haller indeksi PK

olgularında 2,27-3,10 aralığında bulunmuştur (71). Bizim serimizde Abramson prosedürü uygulanmış olan PKA olgularında Haller indeksi 1,83, modifiye Haller indeksi 2,19 olarak hesaplandı. Cerrahi müdahaleye gerek duyulmadan konservatif tedavi ile takip edilen hafif PK'lı PKN grubunda ise ortalama Haller indeksi 1,85, modifiye Haller indeksi 2,22 olarak hesaplandı. Kontrol N grubunda Haller indeksi 2,34 , modifiye Haller indeksi 2,93 olarak hesaplandı (Tablo-6). Hİ ve modifiye Hİ arasında anlamlı şekilde korelasyon mevcuttu ve literatürle uyumlu olarak bulundu ( $p<0,001$ ) (Tablo-7). Ayrıca cerrahi ihtiyacı doğuracak kadar belirgin PK'sı olan PKA, cerrahi gerektirmeden konservatif tedaviyle takip edilen PKN ve kontrol N gruplarında HI ve modifiye HI indeksleri arasında anlamlı şekilde fark saptanmıştır ( $p<0,001$ ) (Tablo-9).

PK ve PE deformite etiyojisi hala net olarak bilinmemekte olup genetik faktörlerin, kıkırdak ve kemik kostaların aşırı ve anormal büyümesinin ve buna bağlı olarak sternumun anormal rotasyonunun etkili olduğu daha önce öne sürülmüştür (8,61,62). Bu doğrultuda yapılan araştırmalar genellikle kıkırdak kosta ile kemik kosta arasındaki oranlar üzerine yoğunlaşmıştır. Park ve ark. tarafından yapılan çalışmada PK tanısı olan hastalarda 4., 5. ve 6. kıkırdak kosta uzunluğu, deformitesi olmayan kontrol grubu hastaya göre anlamlı şekilde daha fazla saptanmıştır (62). Yapılan başka bir çalışmada ise asimetrik PK'sı olan 22 olguda protrüzyonun fazla olduğu taraftaki 4., 5. ve 6. kostalarda kıkırdak ve kemik kosta uzunlukları ölçülmüş ancak istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamış (61). Kliniğimizde 2018 yılında kemik kosta - kıkırdak kosta uzunluğunun deformite ile ilişkisini araştırmak için yapılan çalışmada PE ve PK olgularında kontrol grubuna göre beklenenin aksine kıkırdak kosta değil, kemik kosta uzunluğu anlamlı şekilde daha fazla bulunmuştur. Ancak hesaplanan kostal indeksler ile Hİ arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır (78).

Literatürde kosta uzunluğu ve deformite arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar mevcuttur. Ancak kosta kalınlık ve çapıyla deformite ilişkisini değerlendiren bir çalışma yoktur. Kliniğimizde PK sebebiyle opere ettiğimiz olgularda peroperatif gözlemlediğimiz kosta kalınlık farklarından yola çıkarak kosta kalınlıklarının deformite şiddeti ile ilişkisini değerlendirdik. PKA ve PKN olgularında kostal kalınlık farkları ortalaması tüm seviyelerde N grubuna göre daha fazlaydı (Tablo-4). Her seviyede yapılan kalınlık ölçümleri ise her üç grup içerisinde

de istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdi ( $p<0,05$ ) (Tablo-3). Kostal indekslerde sol ön aksiller hattaki ölçümler dışında PKA, PKN ve N grupları arasında anlamlı şekilde fark saptandı (Tablo-5). Sol ön aksiller kostal indeks dışındaki kosta indeksleri ile Hİ ve modifiye Hİ arasında anlamlı bir korelasyon saptandı ( $p<0,05$ ) (Tablo-8). Çalışmamızda elde ettiğimiz bu verilere göre deformite şiddeti arttıkça, ipsilateral ardışık kostalar arasındaki kaburga kalınlık farkları artmaktadır. Bu kalınlık farkları bilateral olarak izlenmektedir.

Cerrahi tedavi sonrası nüks ya da over korreksiyon gelişmesi sebebiyle olguların cerrahi için tekrar değerlendirilmesi gerekebilmektedir. Literatürde Abramson sonrası nüks oranını %3-5 aralığında, over korreksiyon oranını ise %1-6 aralığında bildiren çalışmalar mevcuttur (79-81). Bizim serimizde PKA grubundaki 3 olguda over korreksiyon (%5), 2 olguda bar çıkarılması sonrası nüks (%3,3), birinde ise hem bar kayması hem de revizyon cerrahisi sonrası tedavi bitiminde bar çıkarılması sonrası nüks (%1,6) görülmüştür. Over korreksiyon olan olguların 2'sine ikinci bir seansta Nuss, birine Ravitch prosedürü, nüks olan 3 olguya ise ikinci bir Abramson prosedürü uygulanmıştır. Ayrıca 60 olguluk PKA grubunda 5 olguya Abramson esnasında eş zamanlı Nuss prosedürü de uygulanmıştır. Nuss PKA grubunda standart Abramson dışında aynı seansta ya da ikinci bir seansta ek cerrahi girişim uygulanan olguların kostal kalınlık farkları değerlendirildiğinde sol ön aksiller ve sol mid aksiller hattaki kaburga kalınlık farkları arasında anlamlı şekilde ilişki saptandı ( $p<0,05$ ). Ayrıca bu fark Hİ ve modifiye Hİ ile de anlamlı şekilde ilişkiliydi. (Tablo-12) Bu farkın özellikle sol hemitoraksta görülmesi sebebiyle deformite yönü açısından da olgular değerlendirmeye alındı. Fakat anlamlı bir ilişki saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo-14). Literatürde asimetric PK olgularında kaburga uzunlukları ile protrüzyonun yönü arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalar mevcuttur. Kıkırdak kosta ile kıkırdak/kemik kosta oranı ile deformite yönü arasında ilişki saptanmamıştır. Ancak kemik kosta uzunluğunun deformitenin olduğu tarafta daha fazla olduğu bildirilmiştir (61,82).

Deformite etiyolojisi ve PK şiddetini belirlemek amacıyla Haje ve ark. sternumun protrüzyonunu BT üzerinden incelemiş ve PK olguları ile kontrol grubu arasındaki farkı değerlendirmiştir (83,84). Haje'nin çalışmasında sternum ile aynı seviye vertebra arasındaki mesafe ve açılardan ölçülmesi sonucu elde edilen indekslere

göre PK ± PE ve kontrol grupları arasında anlamlı fark saptanmıştır. Bizim olgularımızda ise göğüs kafesinin anteriora protrüze olması ve sternumdaki aşırı açılanma ile deformite arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla manubrium ve korpus sterni arasındaki angulus açısı ölçülmüştür. Ölçülen açı indeksi; Hİ ve modifiye Hİ ile anlamlı şekilde ilişkili bulundu. PKA, PKN ve N grupları arasında angulus açısında da anlamlı şekilde fark izlendi (Tablo-7,9). PK'ya eşlik eden ek anomali varlığı ile Hİ ve modifiye Hİ arasında anlamlı ilişki saptanmasına rağmen ek deformite varlığı ile hesaplanan kostal indeksler ile istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo-10,11).

## **6. SONUC**

Çalışmamızda pektus karinatumlu olgularda gözlemlediğimiz kaburga kalınlık farkının deformite şiddeti ile ilişkisinin varlığı gösterilmiştir. Deformite şiddeti arttıkça kaburgalar arasındaki kalınlık farkları da artış göstermektedir. Kostal kalınlık farkı anlamlı bulunmasına rağmen literatürde bu konuda başka bir çalışma olmaması sebebiyle pektus indeksi olarak kabul edilmesi için daha fazla çalışmaya ve geniş çaplı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

1. Huddleston CB. Chest wall and sternum. In: Patterson GA, Cooper JD, Deslauriers J, Lerut AER, Luketich JD, Rice TW, editors. Pearson's thoracic & esophageal surgery. 3rd ed. Vol 2. Churchill Livingstone Elsevier; 2008. Chapter 101.
2. Kuhn MA, Nuss D. Pectus deformities. In: Mattei P, editor. Fundamentals of pediatric surgery. New York: Springer; 2011. p. 313-22.
3. Sugarbaker DJ, Mujoomdar AA. Göğüs duvarının benign bozuklukları – Genel bakış. In: Işıtmangil T, editor. Erişkin Göğüs Cerrahisi. Nobel Tıp Kitabevleri; 2011. p. 986-91.
4. Yücel O, Genç O, editors. Torasik konjenital anomaliler ve cerrahisi. In: Türk F, Yuncu G, Türk E, editors. Konjenital göğüs deformitelerinde tarihsel süreç. Ankara: Derman Tıbbi Yayıncılık; 2011. p. 52-9.
5. Koumbourlis AC. Pectus deformities and their impact on pulmonary physiology. Paediatr Respir Rev. 2015;16:18-24.
6. Demircan A, Sarper A. Konjenital göğüs duvarı anomalileri. In: Ökten İ, Güngör A, editors. Göğüs Cerrahisi. Ankara: Sim Matbaacılık Ltd Şti; 2003. Vol 2. p. 701-24.
7. Golladay ES. Pectus carinatum and other deformities of the chest wall. In: Ziegler MM, Azizkhan RG, Weber TR, editors. Operative pediatric surgery. New York: McGraw-Hill; 2003. p. 269-77.
8. Coelho MD, Guimarães PD. Pectus carinatum. J Bras Pneumol. 2007;33:463-74.
9. Ergün M, Zengin SÜ. Chest wall disorders. In: Pulmonary function measurement in noninvasive ventilatory support. Madrid: Springer Nature; 2021.
10. Hümmer HP, Willital GH. Morphologic findings of chest deformities in children corresponding to the Willital-Hümmer classification. J Pediatr Surg. 1984;19(5):562-6.
11. Hümmer HP, Willital GH. Klassifizierung und Subklassifizierung der Trichter- und Kielbrust. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 1983;121(2):216-20. doi: 10.1055/s-2008-1051344.

12. Štefánková E, Omaník P, Neščáková E, Stanová B, Cingel V. Metrical evaluation of Slovak patients with pectus excavatum. *Surg Radiol Anat.* 2016;38(6):663-74.
13. Langer E. Zuckerkandel. Untersuchungen über den mißbildeten Brustkorb des Herrn JW. *Wiener Med Zeit.* 1880;49:515.
14. Sigalet DL, Montgomery M, Harder J, Wong V, Kravarusic D, Alassiri A. Long term cardiopulmonary effects of closed repair of pectus excavatum. *Pediatr Surg Int.* 2007;23:493-7.
15. Kelly RE Jr. Pectus excavatum: historical background, clinical picture, preoperative evaluation and criteria for operation. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17(3):181-93.
16. Shamberger RC, Welch KJ. Surgical repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 1988;23(7):615-22.
17. Schwabegger AH, Frari BD. Custom made silicone implants. In: Schwabegger AH, editor. *Congenital thoracic wall deformities.* New York: SpringerWien; 2011. p. 143-9.
18. Haecker FM. The vacuum bell for conservative treatment of pectus excavatum: the Basle experience. *Pediatr Surg Int.* 2011;27:623-7.
19. Kurkov AV, Paukov VS, Fayzullin AL, Shekhter AB. Costal cartilage changes in children with pectus excavatum and carinatum deformities.
20. Özkaya M, Bilgin M. Minimally invasive repair of pectus carinatum by modification of the Abramson technique. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne.* 2018;13(3):383-7.
21. Shamberger RC. Chest wall deformities. In: Shields TW, LoCicero J, Ponn RB, Rusch VW, editors. *General thoracic surgery.* Vol 1. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005. p. 653-81.
22. de Beer SA, Gritter M, de Jong JR, van Heurn ELW. The dynamic compression brace for pectus carinatum: intermediate results in 286 patients. *Ann Thorac Surg.* 2017;103(6):1742-9.

23. Moon DH, Kang MK, Lee HS, Lee S. Long-term results of compressive brace therapy for pectus carinatum. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2019;67(1):67-72.
24. Ram AN, Chung KC. Poland's syndrome: current thoughts in the setting of a controversy. *Plast Reconstr Surg.* 2009;123(3):949-53.
25. Fokin AA, Robicsek F. Poland's syndrome revisited. *Ann Thorac Surg.* 2002;74:2218-25.
26. Yiyit N, Işıtmangil T, Öksüz S. Clinical analysis of 113 patients with Poland syndrome. *Ann Thorac Surg.* 2015;99:999-1004.
27. Knoetgen J, Johnson CH, Arnold PG. Reconstruction of the chest. In: Mathes SJ, editor. *Plastic surgery.* Vol VI. 2nd ed. Saunders Elsevier; 2006. p. 411-37.
28. Yavuzer Ş. Konjenital göğüs ön duvarı deformiteleri. *Türk Toraks Derneği, Toraks Cerrahi Bülteni.* 2011:164-8.
29. Shamberger RC, Welch KJ. Sternal defects. *Pediatr Surg Int.* 1990;5:156-64.
30. Klein T, Kellner M, Boemers TM, Detlefsen BM. Surgical repair of a superior sternal cleft in an infant. *Eur J Pediatr Surg Rep.* 2015;3:64-7.
31. Torre M, Rapuzzi G, Carlucci M, Pio L, Jasonni V. Phenotypic spectrum and management of sternal cleft: literature review and presentation of a new series. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2012;41(1):4-9.
32. Alphonso N, Venugopal PS, Deshpande R, Anderson D. Complete thoracic ectopia cordis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003;23(3):426-8.
33. van Hoorn JH, Moonen RM, Huysentruyt CJ, van Heurn LW, Offermans JP, Mulder AL. Pentalogy of Cantrell: two patients and a review to determine prognostic factors for optimal approach. *Eur J Pediatr.* 2008;167:29-35.
34. Glass RB, Norton KI, Mitre SA, Kang E. Pediatric ribs: a spectrum of abnormalities. *Radiographics.* 2002;22:87-104.
35. Jeune M, Beraud C, Carron R. Asphyxiating thoracic dystrophy. *Ann Pediatr.* 1955;42:105-6.

36. Pérez-Comas A, García-Castro JM. Occipito-facial-cervico-thoracic-abdomino-digital dysplasia: Jarcho-Levin syndrome of vertebral anomalies. Report of six cases and review of the literature. *J Pediatr*. 1974;85(3):388-91.
37. Bauhinus J. *Johannes observatorium medicarum, rararum, novarum, admirabilium, et montrosarum, liber secundus*. Frankfurt: De partibus vitalibus, thorace contentis; 1609. p. 322.
38. Coulson W. Deformities of the chest. *Lond Med Gaz*. 1820;4:69-73.
39. Meyer L. Zur chirurgischen Behandlung der angeborenen Trichterbrust. *Berl Klin Wochenschr*. 1911;48:1563-6.
40. Sauerbruch F. Operative beseitigung der angeborenen trichterbrust. *Dtsch Z Chir*. 1931;234:760-4.
41. Ravitch MM. The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg*. 1949;129:429-44.
42. Wada J, Ikeda A, Watanabe Y, Inutsuka H, Goya T, Goya T. The final results of the minimally invasive Nuss procedure for pectus excavatum. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;43(1):150-4.
43. Yavuz H, Alpay L. The correction of pectus excavatum and carinatum deformities by open surgery. In: Ustunsoy H, editor. *Chest wall deformities*. Springer; 2011. p. 13-28.
44. Fonkalsrud EW, Dunn JCY, Atkinson JB. Repair of pectus deformities. *J Pediatr Surg*. 1995;30(4):575-85.
45. Haller JA, Scherer LR, Turner CS. Efficacy of minimally invasive procedure for pectus excavatum: 10-year review. *Ann Thorac Surg*. 2005;79(2):423-8.
46. Ravitch MM. The operative treatment of pectus carinatum (pigeon breast). *Ann Surg*. 1960;151:705-14.
47. Haller JA, Loughlin GM, Cardullo PA, Colombani PM. Chest wall constriction after too extensive a pectus excavatum repair: a preventable complication. *J Pediatr Surg*. 1989;24:1217-21.

48. Morshuis WJ, Folgering HT, Barentsz JO, Assman M, Lacquet LK. Pulmonary function before surgery for pectus excavatum and at long term follow-up. *Chest*. 1994;105:1646-52.
49. Fonkalsrud EW. Open repair of pectus excavatum and carinatum deformities. In: Sugarbaker DJ, editor. *Adult chest surgery*. New York: McGraw-Hill; 2009. p. 1051-9.
50. Park HJ, Lee SY, Lee CS. Complications associated with the Nuss procedure: analysis of risk factors and suggested measures for prevention of complications. *J Pediatr Surg*. 2004;39:391-5.
51. Kelly RE, Goretsky MJ, Obermeyer RJ, Kuhn MA, Frantz FW. Twenty-one years of experience with minimally invasive repair of pectus excavatum by the Nuss procedure in 1215 patients. *Ann Surg*. 2010;252(6):1072-81.
52. Jaroszewski DE, Notrica DM, McMahon LE, Steidley DE, Deschamps C. Current management of severe pectus excavatum in adults. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;137(3):793-802.
53. Park HJ, Chung W, Kwak HJ, Hwang Y, Kim KS, Lee IS. Does bar removal after the Nuss procedure produce improvement of pulmonary function in pectus excavatum? Results of a prospective, multicenter study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;151(6):1581-9.
54. Hebra A, Gauderer MWL. Pectus carinatum. In: Ashcraft KW, editor. *Pediatric surgery*. 5th ed. Philadelphia: Saunders; 2010. p. 189-97.
55. Abramson H. A minimally invasive technique to repair pectus carinatum: preliminary report. *Arch Bronconeumol*. 2005;41(6):349-51.
56. Fonkalsrud EW. Surgical correction of pectus carinatum and excavatum. *Am J Surg*. 1984;147(5):591-7.
57. Fokin AA, Steuerwald NM, Ahrens WA, Allen KE. Anatomical, histologic, and genetic characteristics of congenital chest wall deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;21(1):44-57.

58. Desmarais TJ, Keller MS. Pectus carinatum. *Curr Opin Pediatr.* 2013;25(3):375-81.
59. Nuss D, Obermeyer RJ, Kelly RE Jr. Pectus excavatum from a pediatric surgeon's perspective. *Ann Cardiothorac Surg.* 2016;5(5):493-500.
60. Nuss D, Kelly RE Jr, Croitoru DP, Katz ME. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 1998;33(4):545-52.
61. Hebra A, Swoveland B, Egbert M, Tagge EP, Georgeson K, Othersen HB. Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: review of 251 cases. *J Pediatr Surg.* 2000;35(2):252-7.
62. Jaroszewski DE, Johnson K, McMahon L, Motykie G, Notrica DM, Harte F, et al. Exercise capacity after surgical repair of pectus excavatum in adult patients. *Ann Thorac Surg.* 2013;95(4):1017-22.
63. Willital GH, Saxena AK. Nuss procedure: complications and outcomes. *Eur J Pediatr Surg.* 2002;12(4):230-4.
64. Croitoru DP, Kelly RE Jr, Goretsky MJ, Nuss D, Katz ME. Chest wall motion in pectus excavatum patients before and after operation assessed by radiographic subtraction technique. *J Pediatr Surg.* 2002;37(8):1200-3.
65. St. Peter SD, Juang D, Garey CL, Bass KD, Ostlie DJ, Sharp RJ, et al. A novel measure for pectus excavatum: the correction index. *J Pediatr Surg.* 2011;46(12):2270-3.
66. Peterson JR, Frantz FW, Harms RW, Jaroszewski DE. The anatomic and physiologic characteristics of pectus excavatum in adult patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2013;145(3):632-6.
67. Lawson ML, Mellins RB, Paulson JF, Shamberger RC, Oldham KT, Azizkhan RG, et al. Increasing severity of pectus excavatum is associated with reduced pulmonary function. *J Pediatr.* 2011;159(2):256-61.
68. Kang CH, Park S, Park IK, Sung SW, Jeon HW, Kim YT. Minimally invasive surgery for pectus excavatum in adult patients. *Ann Thorac Surg.* 2010;90(1):289-93.

69. Ohno K, Morotomi Y, Sugimura H, Utsumi T. Correction of pectus carinatum using the sandwich technique: a report of 14 cases. *Ann Thorac Cardiovasc Surg.* 2015;21(6):555-9.
70. Becmeur F, Jung V, Schaarschmidt K, Haecker FM, Georgeson KE, van der Zee DC, et al. Minimally invasive repair of pectus excavatum: the basle experience. *J Pediatr Surg.* 2001;36(5):1111-3.
71. Jayaswal A, Mitchell PD, Hirschfeld S, Chen L, Sun W, Masek B, et al. A novel, objective method for quantifying chest wall deformity. *J Pediatr Surg.* 2020;55(5):959-64.
72. Webb S. Chest wall deformities: surgical treatment. In: Gossot D, editor. *Atlas of endoscopic major pulmonary resections.* Springer; 2010. p. 215-30.
73. Demirkaya A, Kanburoğlu MK, Topal M. Determination of pulmonary function in patients with pectus excavatum. *Turkish J Thorac Cardiovasc Surg.* 2018;26(4):616-22.
74. Huang H, Lu P, Sun Y, Yang Y, Zheng Z, Feng Z, et al. Improvement in cardiopulmonary function and exercise tolerance after surgical repair of pectus excavatum: a meta-analysis. *Ann Cardiothorac Surg.* 2016;5(6):530-9.
75. Saleh RS, Haje SA, Ferreira Filho OF, Paiva LAA, Maciel AP, Alencar MJ, et al. Clinical and imaging features of chest wall deformities in children and adolescents: radiological findings. *Radiol Bras.* 2016;49(6):345-9.
76. Omanik P, Sesia SB, Kozlikova K, Schmidtova V, Funakova M, Haecker F-M. Bracing of Pectus Carinatum in Children: Current Practices. *Children.* 2024; 11(4):470.
77. Aronson DC, Bosgraaf RP, van der Horst C. Long-term functional results after surgery for pectus excavatum. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2007;55(4):246-50.
78. Malek MH, Fonkalsrud EW, Cooper CB. Ventilatory and cardiopulmonary responses to exercise in pectus excavatum patients. *J Pediatr Surg.* 2003;38(3):470-4.
79. Khanna G, Goyal M, Narula MK. Prevalence of cardiac anomalies in children with pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 2007;42(9):1439-41.

80. Lin J, Rao S, Chai C, Tan L, Tan Y. Short-term results of thoracoscopic-assisted correction of pectus excavatum. *Pediatr Surg Int.* 2010;26(8):809-12.
81. Morikawa M, Harada N, Yoshimura M, Matsumoto J, Muto E, Egawa K, et al. Pulmonary function before and after surgical repair of pectus excavatum. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2002;22(3):340-2.
82. O'Neill JR, Hechenbleikner EM, Ross CB, Greenwell D, Obermeyer RJ, Lawson ML, et al. No increase in postoperative complications with minimally invasive repair of pectus excavatum in older patients. *Ann Thorac Surg.* 2015;99(3):1017-23.
83. Castellani C, Schalamon J, Saxena AK, Hoellwarth ME. Early results of the minimally invasive Nuss procedure for pectus excavatum repair in children. *Pediatr Surg Int.* 2002;18(5-6):486-91.
84. Smolle-Jüttner FM, Rehak PH, Woisetschläger R, Pinter H, Pinter M, Hofmann W. A novel 3D objective assessment method of chest wall deformities. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2003;24(4):667-73.