

Minimal İnvaziv Pektus Cerrahisi

Minimally Invasive Pectus Surgery

Dr. Mehlika İŞCAN, Dr. Kamil KAYNAK

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Ana Bilim, İstanbul

ÖZET

Pektus deformitelerinden en sık görülen sternumun depresyonu ile karakterize pektus ekskavatum iken ikinci sıklıkta ise göğsün anteriora doğru protrüzyonu olarak tanımlanan pektus karinatum görülür. Konjenital olarak izlenen pektus deformitelerinin kliniği, özellikle ergenlik çağında belirginleşerek kozmetik ve psikososyal sorunlardan kardiyopulmoner tutulum gibi major fizyolojik bir hastalığa kadar geniş bir spektrumu içerir. Son 30 yıl içerisinde pektus ekskavatumda Nuss yöntemi, pektus karinatumda Abramson yöntemi, mikst tipte Park'ın sandviç tekniği gibi minimal invaziv yaklaşımlar rezeksiyona ihtiyaç olmaması, kısa operasyon süresi, minimum kan kaybı, minimum cerrahi skar avantajı, kısa hastane yatışı, sosyal hayata erken başlama, iyi kozmetik sonuç, yüksek hasta memnuniyeti üstünlükleriyle klasik yöntemlerin yerini almıştır.

Anahtar Kelimeler: Pektus deformiteleri, minimal invaziv cerrahi, videotorakoskopi.

SUMMARY

The most common pectus deformity is pectus excavatum, which is characterized by sternal depression. This deformity is followed by pectus carinatum, characterized by an anterior protrusion of the chest. Pectus deformities are congenital. Their clinical features become prominent especially in adolescence, presenting with a wide spectrum of signs and symptoms ranging from cosmetic and psychosocial problems to major physiological disorders such as cardiopulmonary involvement. Over the last 30 years, minimally invasive approaches such as Nuss method in pectus excavatum, Abramson method in pectus carinatum, and the sandwich technique of Park in the mixed type have proved to be superior to the classical methods and replaced them because these recently introduced methods do not require resection; they allow completing the intervention in a short time; they are associated with minimal blood loss, they likely leave minimal surgical scars, they require a short length of hospital stay; they allow for returning to the social life early; they yield superior cosmetic results, and they are associated with high patient satisfaction.

Keywords: Pectus deformities, minimally invasive surgery, videothoracoscopy.

Yazışma Adresi / Address for Correspondence

Prof. Dr. Kamil KAYNAK

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Ana Bilim, İstanbul

e-posta: kamil@kamilkaynak.com

DOI: 10.5152/gghs.2019.048

Pektus Ekskavatum

Pektus ekskavatum, sternumun orta hat ile alt kısmının posterior depresyonu ve ilişkili kosta kırıklıklarının posteriora eğriliği olarak nitelenen göğüs duvarı deformitesidir⁽¹⁾. Sternum korpusunun anormal büyüme gösteren kostal kırıklıklarla beraber deprese olması ile kostalar sternumdan anteriora doğru çıkıntı yaparak birlikte bu görüntüyü oluştururlar.

İnsidans

Pektus ekskavatum, çocuklardaki en sık görülen konjenital göğüs duvarı deformitesidir⁽¹⁾. Çalışmalara göre sıklığı 300'de 1'den 1000 canlı doğumda 1'e kadar değişen aralıklarda ve erkek çocuklarda kız çocuklardan üç kat daha fazla görülmektedir⁽²⁾. Genel popülasyondaki prevalansın %0.1 ile %0.4 arasında değiştiği bildirilmiştir⁽³⁾. Ayrıca, Marfan ve Prune Belly sendromunda insidansı daha yüksektir⁽⁴⁾.

Etiyoloji

Etiyolojisi tam olarak bilinmeyen bu deformite en sık idiyopatik olarak görülür. Etiyoloji ile ilgili endokondriyal ossifikasyon ve kostal kartilajların büyümesinde bozukluk, uterus içi basıncı, diyafram anomalileri gibi teoriler içeren çalışmalar da yayınlanmıştır⁽⁵⁾. Ayrıca Shamberger ve arkadaşları hastaların %37'sinde ailede göğüs duvarı deformitesi öyküsü bulunduğunu bildirirken; 2009'da Gurnett ve arkadaşları yaptıkları

genetik çalışmalarda 18. kromozom q koluna sahip akrabalar arasında pektus ekskavatum görülme riskinin arttığını raporlamışlardır^(6,7).

Sınıflandırma

Deformitede; manubrium, birinci ve ikinci kotlar genellikle normal olmakla birlikte çöküklüğün derinliği ve şekli değişkendir. Morfolojik görünümüne göre Kuhn ve arkadaşları pektus ekskavatum deformitelerini dört tipe ayırmıştır⁽⁸⁾:

1. Lokalize Derin Çöküklük (Cup Shaped),
2. Diffüz Yüzeysel Çöküklük (Saucer Shaped),
3. Asimetrik Uzun Boru Şeklinde Çöküklük (Grand Canyon),
4. At nalı Deformitesi (Currarino-Silverman, Horns of steer).

Semptomlar

Vakaların büyük çoğunluğu hayatın ilk yılında fark edilir, puberteye kadar daha çok asemptomik seyreder ve böylece tolere edilebilir iken puberte döneminde gelişimin hızlanması ile deformite daha belirgin hale gelmektedir.

Pektus ekskavatumun kliniği, kozmetik bir sorun ve getirdiği psikolojik hasardan kardiyopulmoner tutulum gibi major fizyolojik bir hastalığa kadar ge-

Resim 1. Pektus ekskavatum deformitesi (asimetrik).



niş bir spektrumu içerir. Pektus ekskavatum ile ilişkili iskelet kas sistem anomalileri birlikteliği %18 düzeyindedir, en sık birliktelik görüleni ise %15 ile skolyozdur⁽⁹⁾. Ayrıca, beraberinde %5.2 ile astım, %2 civarında mitral valv prolapsusu gibi konjenital kalp hastalıkları eşlik edebilir⁽⁴⁾. Çok merkezli prospektif bir çalışmaya göre en sık görülen semptom hastaların %66'sında egzersizle ortaya çıkan nefes darlığı iken diğer semptomlar; sınırlı egzersiz toleransı (%64.5), istirahatte nefes darlığı (%62.1), egzersizle göğüs ağrısı (%51.1), egzersizle ilişkili olmayan göğüs ağrısı (%32), çarpıntı (%11) olarak belirtilmiştir⁽¹⁰⁾.

Pektus ekskavatum deformiteli hastalar en sık asemptomatiktir fakat tek şikayetleri dış görünüş memnuniyetsizliğinden oluşan estetik kaygı olabilir. Aslında, "Herhangi bir hastalık veya sakatlık durumu bulunmamasının yanında beden, ruhen ve sosyal bakımdan da tam bir iyi olma durumu" olarak tanımlanan "sağlık" kavramının da hedeflediği durumlardan biri olan hastaların psikososyal durumunun iyileştirilmesi amacıyla estetik kaygı da deformite düzeltilmesinin endikasyonu olan bir semptomdur^(11,12).

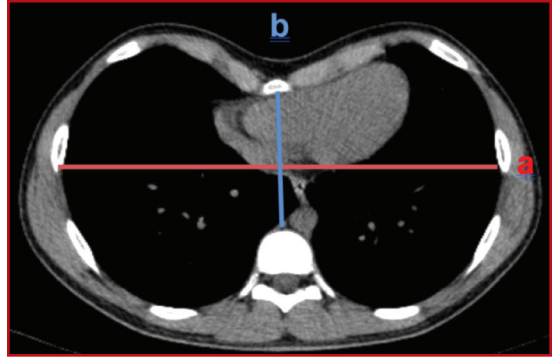
Deformite İndeksleri

Fizik muayenede göğüs duvarındaki depresyonun sternumun alt ya da orta kısmında farklı şiddetlerde olduğu izlenebilir bununla birlikte depresyon genelde asimetrik olup en sık sağ tarafta görülür. Bu aşamada görüntüleme yöntemleri, hem pektus ekskavatum indeks hesaplamalarını yapılabilmesini hem de hastanın toraks içi organlarının deformitenin etkisine göre yerleşimi ile toraks iskelet sisteminin değerlendirilmesini sağlar. Çünkü minimal invaziv cerrahi uygulamasında intratorasik organların lokasyonunu bilmek kullanılacak ekipman ve cerrahi uygulanacak alanın planlanması açısından oldukça önemlidir.

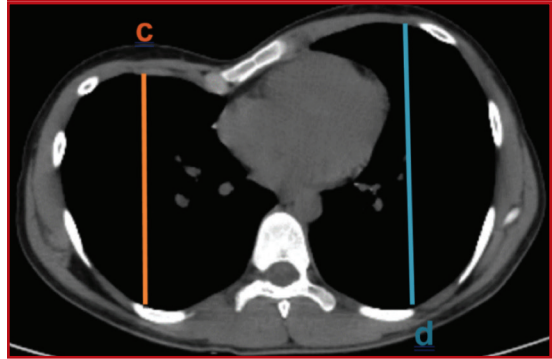
Deformitenin derecesini belirlemek için kullanılan Haller indeksi (pektus indeksi); toraks bilgisayarlı tomografide göğsün transvers çapının, sternumun en derin noktasında arka yüzüyle vertebra ön yüzü arası mesafeye bölümüyle hesaplanır (Resim 2). Normal insanlarda değeri 2.56 ± 0.35 'tir. Değer 3.25'in üzerindeyse operasyon endikasyonu vardır⁽⁴⁾. Ayrıca, göğüs deformitesinin asimetri derecesini ölçmek için simetrik indeksi ve sternal rotasyon açısı Toraks BT kesitlerinden ölçülerek değerlendirilmektedir^(13,14).

Pektus deformitesinin en çökük olduğu kesitte sağ iç göğsün ön-arka çapı ile sol iç göğüs ön-arka çapının oranı simetri indeksini verir (Resim 3). Simetri indeksi değerinin 1 olması toraksın simetrik olduğunu göstermektedir. Simetri indeksinin 0.95-1.05 arası

Resim 2. Haller indeksi (a/b).



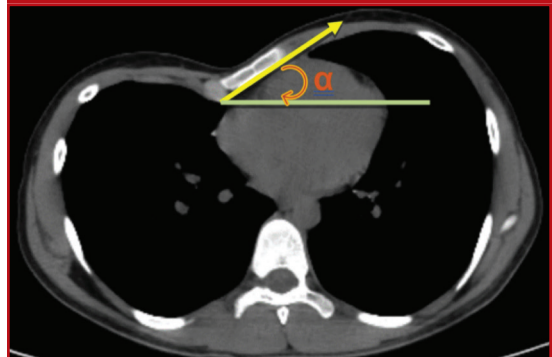
Resim 3. Simetri indeksi (c/d).



1 dışındaki değerleri deformitenin hafif asimetrik olduğunu; 1.05 ve bu değerden büyük ya da 0.95 ya da bu değerden küçük olması deformitenin ciddi asimetrik olduğunu göstermektedir.

Pektus deformitesinin en çökük olduğu kesitte, yatay düzlemle sternumun yaptığı açı sternal torsiyon açısını verir (Resim 4). Eğer sternum saat yönünün tersine torsiyone ise bu göğüs duvarının sağ tarafta deformitesini olduğunu gösterir ve açı pozitif olarak ifade edilirken sternum saat yönünde torsiyone ise göğüs deformitesi sol taraftadır ve açı negatif olarak ifade

Resim 4. Sternal torsiyon açısı (α).



edilir. Sternal torsiyon açısı değeri; 00-50 arasında ise simetrik, 50-250 arasında hafif torsiyon, 250 ve fazla ise ciddi torsiyon olduğunu göstermektedir. Hafif ve ciddi torsiyon aynı zamanda asimetrik bir pektus ekskavatum vakası olduğunu belirtmektedir.

Cerrahi Endikasyonlar

Deformite cerrahi olarak düzeltilirken toraksın normal gelişimini sağlamak, toraks içi organlara baskıyı engellemek, düzgün postür sağlamak, psikososyal durumu iyileştirmek hedeflenir. Buna göre cerrahi endikasyonlar şunlardır^(1,15):

- İlerleyici ve semptomatik pektus ekskavatum,
- Solunum fonksiyon testleri ile ölçülen restriktif tipte solunum paterni,
- Kardiyak kompresyon, pulmoner atelektazi,
- Mitral kapak prolapsusu veya dal bloğu içeren kalp bozuklukları,
- Haller indeksinin 3.25'ten büyük olması,
- Psikososyal etki,
- Yetersiz düzeltme ameliyatından sonra oluşan nüks pektus ekskavatum.

Minimal invaziv Tekniğe Doğru

Pektus ekskavatum cerrahi tedavisi ilk defa 1911'de kostal kartilajların eksize ederek Meyer ve 1920'de ise bilateral kostal kartilaj rezeksiyonu, sternal osteotomi yaparak Sauerbruch tarafından denenmiştir⁽¹⁶⁻¹⁸⁾. 1944'te Nissen sternum ve kartilaj rezeksiyonu ile sternumu ters çevirerek gerçekleştirdiği deformite düzeltme operasyonları raporlanmıştır^(19,20). İleriki dönemde kostokondrol insizyon veya rezeksiyon, sternal osteotomi ve internal fiksasyon olan Ravitch yöntemi klasik cerrahi prosedür olarak kabul görmüştür^(21,22).

1987'de Dr. Nuss, kostal kartilajların fleksibl olmasından yola çıkarak şekil verilen metal bir barın retrosternal olarak yerleştirilmesi ve osteotomiye gerek duyulmadan barın kronik baskısıyla deformitenin düzeltilmesinin sağlanmasını takiben barın belirli bir süre sonra çekilmesi esasına dayanan minimal invaziv tekniği (MIRPE, Nuss prosedürü) geliştirmiştir⁽²³⁾. Minimal invaziv tekniğin klasik yöntemden farklı olarak sternal osteotomiye, pektoral kas flebi kaldırılmasına ve yapısı bozuk kırıkdağların rezeke edilmesine gereksinim olmaması yanında kan kaybının minimal olması, kısa ameliyat süresi, kısa hastanede kalış süresi, minimal cerrahi skar avantajı, iyi kozmetik sonuç, günlük aktivitelere erken başlayabilme ve

yüksek hasta memnuniyeti sonuçlarıyla pektus ekskavatum deformitesinin düzeltilmesinde yeni bir bakış kazandırmış ve tercih edilecek ilk yöntem haline gelmiştir⁽²⁴⁾. Bu teknik üzerine yapılan çalışmalarda Osawa ve arkadaşları da Nuss prosedürü için metal bar yerine titanyum bar kullanmayı tavsiye etmişlerdir⁽²⁵⁾. Literatürde MIRPE'nin 1 ile 50 yaş arasında uygulanabileceği belirtilmiştir ancak ideal yaş 10-16 arasındır⁽¹⁵⁾.

Preoperatif Değerlendirme

Operasyona aday olan hastaların öncelikle ayrıntılı anamnezi alınmalı eşlik edebilecek konjenital anomaliler, daha önceden geçirilmiş akciğer enfeksiyonu ya da göğüs cerrahisi operasyonu varlığı sorgulanmalıdır. Sonrasında preoperatif tetkikleri olan postero-anterior ve lateral göğüs grafileri, toraks bilgisayarlı tomografi, solunum fonksiyon testi, elektrokardiyografi, ekokardiyografi, kan tetkikleri (hemogram, biyokimya, INR), IgE düzeyi sonuçları değerlendirilmelidir.

Nadir görülmesine karşın atopik bünyeli kişilerde barın bileşenlerine karşı alerjik reaksiyonlar ortaya çıkabilir, bu yüzden operasyon öncesi deri patch testi, IgE düzeyi ölçülmesi oluşabilecek bu komplikasyonu öngörebilir. IgE varlığı mutlak alerjik reaksiyon gelişeceğini göstermeyip yalnızca duyarlılığı saptamada değer taşır⁽²⁶⁾.

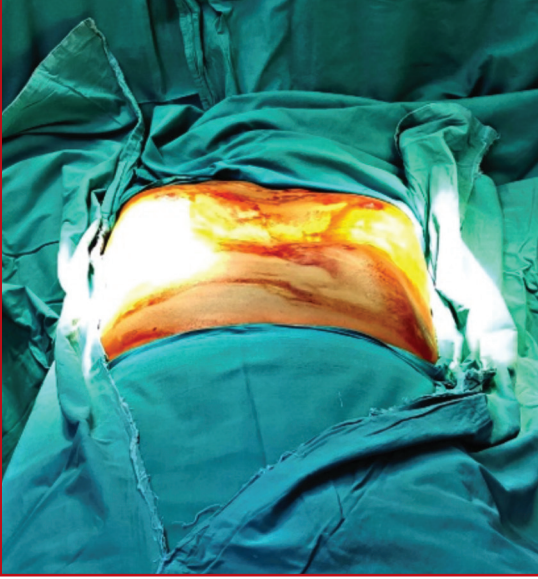
Pektus Ekskavatum Onarımında

Minimal invaziv Cerrahi Teknik

Operasyon genel anestezi altında mümkün ise çift lümenli entübasyon ile yapılır. Tek lümenli entübasyonun yapıldığı olgularda apne periyotları yapılarak işlem gerçekleştirilir.

Hastaya servikotorasik geçiş ve brakiyal pleksustaki gerilimi en aza indirmek için her iki kol 70 derecelik açıyla dışarda olacak şekilde supin pozisyon verilir. Ameliyat masasına hastanın sağ tarafı masaya sıfırlanacak, cerraha yakın şekilde yerleştirilir. Göğüs kontürünün tümünü görmek gerekli olduğundan hastanın boynundan umblikal alana ve lateralde arka aksiller çizgiye kadar cerrahi alan olacak şekilde steril örtülür.

İlk önce çöküklüğün en derin olduğu noktada horizontal planda giriş ve çıkış noktası olarak planlanan interkostal aralıklar toraksın her iki yanında işaretlenir. Bu noktalar sternumun her iki tarafında kostokondral yükseltinin tepesinin medialinde olmalıdır. Çöküklüğün başlangıç ve bitiş noktaları, ksifoid, kostal arklar belirlenir. Bar uzunluğu bilateral ön aksiller hat arasındaki uzaklıktan 2 cm daha kısa olarak

Resim 5. Nuss operasyonunda hastanın pozisyonu ve steril örtülmesi.

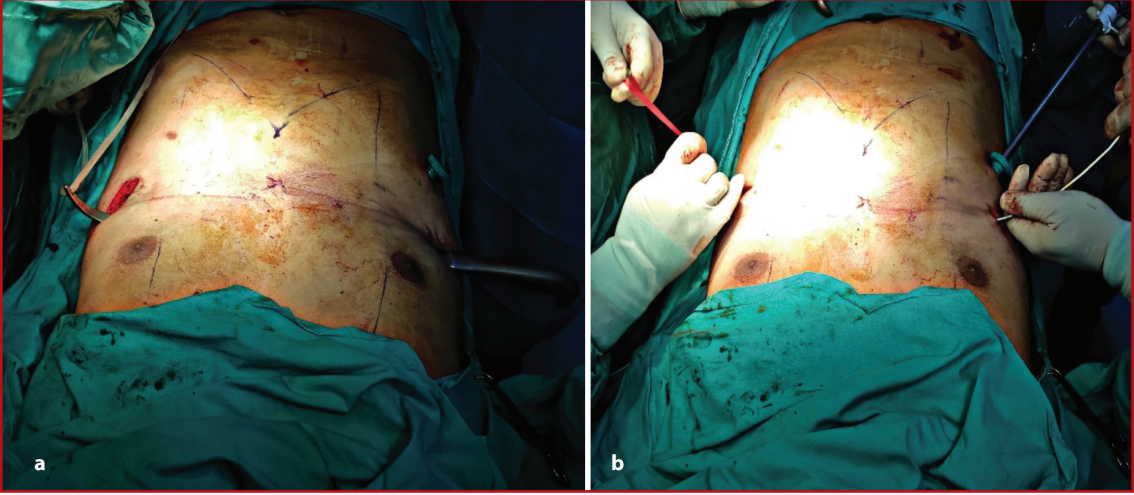
belirlenir. Barın şekillenmesinde kullanılan kalıbın (template) kılavuz olması için deformitenin sternuma komşu en derin noktasında bilateral ön aksiller hat arası uzaklık işaretlenir^(1,27). Kalıba hastanın göğsüne verilecek şekil uygulanır, kalıp yardımıyla da bara şekil verilir. Şekillendirme yapılırken barın tepe noktasının kesinlikle düz bırakılmaması, stabilizatör takılacak sol uç kısmının ise çok fazla eğilmemesine dikkat edilmelidir.

Göğüs duvarı üzerinde kalıba göre bilateral insizyon yerleri belirlenir. Tasarlanan sağ cilt insizyonunun yaklaşık iki interkostal aralık altından yerleştirilen 300 açılı 5 mm çaplı torakoskop ile sağ hemitoraks ve mediasteninin inspeksiyonu yapılarak çöküklüğün intratorasik yerleşimi izlenir, böylece tasarlanan giriş ve çıkış noktaları ile cilt insizyonlarının lokalizasyonları tam olarak belirlenir. Bilateral cilt insizyonları yapılır. Önceden belirlenen giriş ve çıkış noktalarına kadar keskin ve künt diseksiyon ile subkutanöz bir tünel oluşturulur. Barın distal ucu ve stabilizatör için cep oluşturulur. Torakoskop eşliğinde bir kılavuz tünelden geçirilecek giriş noktasından toraksa sokulur, yavaşça ilerletilir, anterior yüzü sternumla temas halde perikarda zarar vermeden mediastenden geçer. Substernal tünel tamamlandığında kılavuz çıkış noktasından interkostal açıklığa ilerletilir, cilt insizyonundan çıkarılır. Cerrah sol eliyle, karşısındaki asistan sağ eliyle kılavuzu kaldırarak sternumu çökük pozisyonundan yükseltilmiş hale getirirler. Bu esnada deformitenin düzelmesi hakkında fikir sahibi olunur, buna göre ikinci bir bar gerekliliğine karar verilebilir.

Resim 6. Kalıbın uygun şekle getirilmesi.**Resim 7. Kılavuzun torakoskop eşliğinde toraksa girişi.**

Kılavuz askıda iken, göğüs kafesine özellikle kostal arka basılar yapılarak şekillenmesi sağlanır. Bir naylon teyp kılavuzun ucuna bağlanır, kılavuz geri çekilerek torakstan çıkarılır. Teypin sağ ucuna önceden şekillendirilerek hazırlanan bar bağlanır. Teypin kılavuzluğunda ve torakoskop eşliğinde, bar konveks yüzü posteriora bakacak şekilde substernal tünelden karşı tarafa geçirilir.

Bar çevirici kullanılarak 180° döndürülür ve deformite düzeltilir. Eğer bu esnada bar şeklini düzeltmeye ihtiyaç duyulursa, bar tekrar döndürülerek küçük bar bükücü ile gerekli şekil verilebilir ya da bir adet bar yerleştirilmesi yetersiz görüldüyse ilk barın bir interkostal aralık üstüne veya altına ikinci bir bar yerleştirilebilir.

Resim 8. a. Kılavuza naylon teypin bağlanması; b. Naylon teyp eşliğinde barın toraksa girişi.**Resim 9. Barın, bar çevirici ile 180° döndürülmesi.****Resim 10. Barın sol ucuna stabilizörün yerleştirilmesi.**

Daha sonra barın sol ucuna bir stabilizör yerleştirilir gerekli görülür ise 3 nolu tel dikiş ile stabilizör bara tespit edilir.

Sağ uca ise torakoskop eşliğinde endoclose iğne kullanılarak bar ile altta bulunan kot arasına 0 ya da 1 numara PDS suture atılır.

Nadir de olsa gereğinde barın sağ ucuna da stabilizör kullanılabilir. Sonrasında katlar anatomisine uygun kapatılırken pnömotoraks önlemek için torakoskop torakarından toraksa gönderilen ince bir aspirasyon sondasına bağlı su altı drenaj sistemiyle anestezi ekibinin akciğer ekspansiyonunu sağlaması sırasında hava tahliye edilir. Ciltaltı 2/0 vicryl ve cilt insizyonu 3/0 prolen ile sütüre edilerek operasyon tamamlanır.

Postoperatif Dönem

Hastanın servis takibinde dikkat edilecek hususlar şu şekildedir^(28,29):

- Yatak düz pozisyonda olup sırtüstü yatmalıdır. Sağa sola dönme, eğilme hareketleri kısıtlanır.
- Ameliyat sonrası yatağına geldiğinde yatakta pa akciğer grafisi çekilir. Eğer minimal pnömotoraks mevcutsa 6-8 L/dakika gün boyu oksijen inhalasyon tedavisi verilir.
- Peroperatif verilen IV Sefuroksim servis takibinde de devam edilir.
- Ağrı kontrolü için;
- o Epidural katater var ise, morfin ve bupivakain kombinasyonu başlanır, bupivakain ile devam edilir.

**Resim 11. Barın sağ ucunun torakoskop eş-
linde endoclose yardımıyla sabitlenmesi.**



- o Epidural katater yok ise, hasta kontrollü analjezi (patient controlled analgesia PCA) başlanır. Daha sonra oral tedaviye geçilebilir.
- o Oral analjezi tedavisi için ise olarak ibuprofen 400 mg 3 x 1, metokarbamol ve parasetamol kombinasyonu 375/300 mg 3 x 1, parasetamol + kafein + kodeinfosfat kombinasyonu 500/30/10 mg 3x1 şeklinde tercih edilebilir.
- Postoperatif altı saat sonra rejim 1-2-3 sırasıyla oral beslenmeye başlanılır.
- Postoperatif birinci gün mobilize edilir. Mobilize edilmesi sonrası idrar sondası çekilebilir.
- İnspiratif spirometri cihazı ile solunum fizyoterapisi yaptırılmalıdır.
- Yara yeri pansumanı günlük yapılmalı, postoperatif iki gün sonra yara yerinin üstü kapatılmadan sadece antiseptik solüsyon sürülerek devam edilebilir.
- Postoperatif iki gün sonra hasta duş alabilir.

Taburculuk Sonrası Dönem

Taburculuk süresini, en çok ağrı ve hastanın bara olan uyum süreci etkilemektedir. Taburculuk süresine hastanın durumuna göre karar verilmekle beraber iki-yedi gün arasında olabilirken çalışmalar değişik analjezi modaliteleri ile (epidural ya da intravenöz hasta kontrollü analjezi, interkostal sinir blokları ve diğer benzer yöntemler gibi) hastane kalış süresinin bir-dört gün arasında değiştiğini de göstermektedir^(30,31).

- Oral analjezi ve oral antibiyotik tedavisi içeren taburculuk reçetesi düzenlenmelidir. Onuncu gün, 1. ay, 2. ay, 3. ay, 6. ay, 12. ay ve 24. ay poliklinik kontrolleri planlanmalıdır.
- İlk ay fiziksel zorlanmadan kaçınılmalı ayrıca gövde yanlara ve öne eğilmemelidir. Kambur durma postürün düzelmesi için dik duruş önemlidir. Bar malrotasyonuna sebebiyet vermemek için düz yatmalı, yan yatmamalıdır.
- İlk haftadan itibaren yürüyüş egzersizi postür ve kas iskelet gelişimi için mutlaka yapılmalı ve devam edilmelidir. Altı haftadan sonra hafif aerobik egzersizlere (uzun yürüyüş, yavaş tempoda koşu, bisiklet sürme, yüzme) geçilebilir.
- İlk üç ay 2 kg'dan ağır kaldırmaktan kaçınılmalıdır.
- Bar takılı olduğu süreçte temaslı sporlardan (karate, judo, boks, futbol, basketbol vb.) yapılmamalı^(28,29).

Komplikasyonlar

İntraoperatif süreçte hiperkapni (%4,7), hipotansiyon, taşikardi en sık görülen komplikasyonlar olup daha nadir olarak interkostal arter, internal mammarian arter yaralanması ve kılavuz çubuğunun geçişinde sağ ventrikül yaralanması, perkard laserasyonu ve tamponadı, akciğer hasarı, diyafragma ve karaciğer piercing hasarı, vena cava inferior oklüzyonu ve internal torasik arter yaralanması ve kardiyak perforasyondan dolayı erken postoperatif ölüm vakaları bildirilmiştir^(15,32).

Postoperatif komplikasyonlar; barın yer değiştirmesi (%9.2), pnömotoraks (%4,8), epidural katater komplikasyonları (%4.4), yara yeri infeksiyonu (%2), plevral efüzyon (%2), hemotoraks, eksteremite paralizisi, metal bara karşı alerji, nüks (%1.5-3), torasik outlet sendromu, geç dönemde gelişen aralıklı ağrıdır⁽¹⁵⁾. Ameliyat sonrası en sık yaşanan ve hasta memnuniyetini etkileyen temel sorun ağrıdır ancak cerrahi tekniklerdeki gelişmelerle birlikte anestezi ve algoloji alanındaki gelişmeler de pektus ekskavatum vakalarında başarı oranını yükseltmiştir. 2006'da Futagawa ve arkadaşları postoperatif dönemde epidural fentanil infüzyonunun etkin bir ağrı kontrolü sağladığını böylece barın dislokasyonu gibi komplikasyonları da önlediğine dikkat çekmişlerdir⁽³³⁾. Erkek cinsiyet, birden fazla bar takılması, 20 yaş üzerinde operasyon geçirmek komplikasyonları artıran risk faktörlerindendir⁽³⁴⁾.

Bar Çıkarma Ameliyatı

Pektus barının takıldıktan sonra yeterli rekonstrüksiyonu sağlaması için en az iki yıl sonra, ancak bar çı-

karma operasyonunda komplikasyon riskini arttıran bar etrafındaki ossifikasyonun minimal olması için de en fazla üç yıl sonra çıkarılmasını önermekteyiz.

Preoperatif postero-anterior akciğer grafisi, stabilizatör olan tarafın lateral akciğer grafisi ile rutin kan testleri tetkik edilmelidir.

Bar çıkarma ameliyatı, genel anestezi ve tek lümenli entübasyon altında uygulanır. Hastaya supin ve barın çıkarılacağı taraf ameliyat masa mesafesi sıfırlanacak şekilde pozisyon verilir. Öncelikle sol eski insizyon yeri açılarak koter yardımıyla stabilizör, bar ve var ise çelik tele ulaşılır. Çelik tel tel makası ile kesilip tel portegüsü yardımıyla tutup çekilerek tamamen vücut dışına çıkartılır. Stabilizör ve barın sol ucu etraf doku yapışıklıklarından ve kemik pensiyile ossifikasyonlardan ayrılır. Bar sol ucu, bar bükücü ile düzleştirilir. Stabilizör çift kanca yardımıyla bar üzerinden kaydırılarak çıkartılır. Bar ucundaki deliğe takılan tek kanca yardımıyla bar ucu kaydırılarak cilt üzerine çıkartılır. Bar bükücü cilt üzerine çıkartılan bar kısmına geçirilerek bara kontrollü 30 derecelik açı ile sağa-sola rotasyon hareketi yapılır.

Barın çıkarılmasını zorlaştıracak etraf ossifikasyonlardan ayrılması sağlanır. Barın serbestleştiği düşünülüyor ise tek kanca yardımıyla bar, mevcut şekil eğriliğinde aşağı ve dışarıya çekilerek çıkartılır. Eğer halen barın fikse olduğu düşünülüyorsa sağ eski insizyon yapılarak bar sağ ucu adezyonlardan ve kemik pensiyile ossifikasyonlardan ayrılır gerekli ise bulunduğu tüneli geçebilecek şekilde ucu bar bükücü yardımıyla düzleştirilir. Çıkarma işlemi aynı şekilde sol taraftan tamamlanır. Cilt altı 2/0 vicryl ve cilt 3/0 prolene ile sütür edilir.

Hastanın postoperatif postero-anterior akciğer filmi ekspansiyon ve komplikasyon yok ise aynı gün taburcu edilebilir. Postoperatif 10. gün poliklinik kontrolü önerilir.

Pektus Karinatum

Pektus karinatum (güvercin göğüs, pigeon breast), sternum ve kostal kartilajların konveks protrüzyonuyla karakterize göğüs ön duvarının ikinci sıklıkla görülen ancak en çok varyasyonu olan deformitesidir⁽³⁵⁾.

İnsidans

Göğüs duvarı deformiteleri arasında ikinci sıklıkla görülen pektus karinatumun insidansı 1/1000-1/10000 arasındadır. Erkeklerde kadınlardan dört kat daha fazla saptanır⁽³⁶⁾.

Resim 12. Pektus karinatum.



Etiyoloji

Etiyolojisini tartışmalı ve belirsizdir ancak pektus karinatum hastalarının %25'inde göğüs duvarı deformitesi pozitif aile hikayesi bulunması genetik kalıtımı destekler niteliktedir⁽³⁶⁾.

Sınıflandırma

Kondragladioler tip pektus karinatumda, korpus sterninin inferior 2/3'ünde protrüzyon vardır. Kondromanubrial tip pektus karinatum ise, korpus sterninin superior 1/3 ve manubrium sterninin protrüzyonudur. Miks tip pektus karinatum (pektus arkuatum) ise manubriumda protrüzyon korpus sternide ise depresyon olması (ya da tersi) durumudur^(37,38).

Semptomlar

Hastaların çoğunluğu aseptomatiktir. Göğüs ağrısı, nefes darlığı, sık solunum yolu enfeksiyonu ve kozmetik kaygıya bağlı psikososyal problemler görülebilir. Solunum fonksiyon testi genellikle normaldir ancak bazı vakalarda toraks kafesinin ekspansiyon kapasitesinin azalması ve kısmi ekspansiyonda kalmasına bağlı artmış rezidüel kapasite, azalmış vital kapasite görülür.

En fazla iskelet anomalisi olarak skolyoz %15 oranda eşlik eder⁽³⁹⁾. Astım, pektus ekskavatum'a göre daha sık görülür⁽⁴⁰⁾. %20'sinde konjenital kalp hastalığı ve

artmış mitral valv prolapsusu izlenir⁽⁴¹⁾. Poland sendromu, Morguio sendromu, Noonan sendromu ile birlikte gösterebilir⁽⁴⁰⁾.

Deformite İndeksi

Toraks BT'de göğüs kafesinin en geniş olan kesitinde transvers uzunluğun anteroposterior uzunluğa oranı olan Haller indeksi ≤ 2 olan vakalar pektus karinatum olarak tanımlanabilir (Normal göğüs kafesinde haller indeksi 2.54'tür)⁽³⁵⁾.

Cerrahi Endikasyonlar

Deformite cerrahi olarak düzeltilirken toraksın sağlıklı gelişimini desteklemek, düzgün postür sağlamak, psikososyal durumu iyileştirmek hedeflenir. Tedavi seçenekleri klinik presantasyona göre göğüs kafesine uygulanan basınç prensibi temelli cerrahi girişim ya da ortez uygulamasıdır. Protrüze olmuş göğüs kafesinde deformitenin düzelmesi için gerekli olan basınç kuvveti "kompresyon test aleti" ile ölçülür ve gerekli basınç 10 kg'dan az ise ortez tedavisi, 10 kg'dan fazla ise cerrahi tedavi önerilmektedir^(42,43).

Preoperatif Değerlendirme

Operasyona aday olan hastaların öncelikle ayrıntılı anamnezi alınmalı eşlik edebilecek konjenital anomaliler, daha önceden geçirilmiş akciğer enfeksiyonu ya da göğüs cerrahisi operasyonu varlığı sorgulanmalıdır. Sonrasında preoperatif tetkikleri olan postero-anterior ve lateral göğüs grafileri, toraksbilgisayarlı tomografi, solunum fonksiyon testi, elektrokardiyografi, ekokardiyografi, kan tetkikleri (hemogram, biyokimya, INR), IgE düzeyi sonuçları değerlendirilmelidir. Nadir görülmesine karşın atopik bünyeli kişilerde barın bileşenlerine karşı alerjik reaksiyonlar ortaya çıkabilir, bu yüzden operasyon öncesi deri patch testi, Ig E düzeyi ölçülmesi oluşabilecek bu komplikasyonu öngörebilir. IgE varlığı mutlak alerjik reaksiyon gelişeceğini göstermeyip yalnızca duyarlılığı saptamada değer taşır⁽²⁶⁾.

Minimal İnvaziv Tekniğe Doğru

İlk pektus karinatum düzeltme operasyonu, pektus ekskavatum cerrahi tedavisine benzer şekilde 1952 yılında Dr. Ravitch tarafından uygulanmıştır⁽⁴⁴⁾. 2000'li yıllara kadarmalformasyonlu kartilajların sternumdan ayrılması, subperiostal rezeksiyonu, gerekiyorsa sternal osteotomi, sternum arkasına destek bar yerleştirmesi temel prensiplerine dayanan bu klasik yöntemin kullanılmasına devam edilmiştir⁽⁴⁵⁾. Son dönemde ise Dr. Abramson tarafından 2005 yılında tanımlanan sternumun bası ile düzeltildiği

daha az komplikasyon ve operasyon süresi, daha küçük insizyon ve daha az kan kaybı, azalmış hastane yatış süresi üstünlükleriyle minimal invaziv teknik klasik yöntemin yerini almış ve uygulanmaktadır⁽⁴⁶⁾.

Minimal İnvaziv Teknik

Operasyon genel anestezi altında tek lümenli entübasyon ile yapılır. Hastaya servikotorasik geçiş ve brakial pleksustaki gerilimi en aza indirmek için her iki kol 70 derecelik açıyla dışarda olacak şekilde supin pozisyon verilir. Göğüs kontürünün tümünü görmek gerekli olduğundan hastanın boynundan umbilikal alana ve lateralde arka aksiller çizgiye kadar cerrahi alan olacak şekilde steril örtülür.

İlk önce çıkıklığın en yüksek olduğu noktada barın geçeceği hat belirlenir. Bar uzunluğu ve bara verilecek şekil, deformiteyi düzeltecek şekilde göğse elle uygulanan kompresyon sırasında yerleştirilen aliminyum kalıp yardımıyla bulunur. Barın uçlarının denk geleceği lokalizasyonlar bilateral midaksiller hat üzerinde işaretlenir. Bara kalıbın şekli verilir. Midaksiller hat üzerinde tasarlanan bilateral cilt insizyonları yapılır. Her iki yanda serratus anterior kasının altından diseksiyon ile stabilizörler için alanlar oluşturulur ve stabilizörlerin sabitleneceği kotlar belirlenir. Belirlenen kotlar subperiostal kot dönücü ile dönülür. Her bir kot dönülürken görünen kot dönücünün ucuna tel sütürler için rehber olacak aspirasyon sondaları tutturularak kotların arkasından geçirilir. Stabilizörlerin sabitleneceği alt ve üst kotalarda tekrarlanan bu işlemlerden sonra sondaların içinden kotlar ve interkostal kaslar korunarak 5 no'lu tel sütürler geçirilip sondalar çıkarılır. Tel sütürlerin dayanıklı olması için önceden çift kat birbiri üzerine sarılarak multilamin yapıya şekillendirilmesi önerilir. Her iki tarafta tel dikişlere bara dik olacak konumda stabilizörler yerleştirilir. Daha önce belirlenen hizada pektoralis majör kasının altından torakarlı dren ile ekstratorasik bir tünel açılır. Torakar çıkarılırken drenin ucuna şekillendirilmiş olan bar tutturularak tünelden geçirilir. Göğse istenen şekil için kompresyon uygulanırken drenin uçları stabilizörlere geçirilip tel dikişler ile sıkıca sabitlenir. Dokular uygun ise kas 1/0 vicryl, ciltaltı 2/0 vicryl ve cilt insizyonu 3/0 prolene ile sütüre edilerek operasyon tamamlanır.

Postoperatif Dönem

Hastanın servis takibinde dikkat edilecek hususlar şu şekildedir:

- Yatak düz pozisyonunda olup sırtüstü yatmalıdır. Sağa sola dönme, eğilme hareketleri kısıtlanır.

- Ameliyat sonrası yatağına geldiğinde olası pnömotoraks ve bar pozisyonunu değerlendirmek amacıyla yatakta posteroanterior akciğer grafisi çekilir. Eğer minimal pnömotoraks mevcutsa 6-8 lt/dk gün boyu oksijen inhalasyon tedavisi verilir.
- Peroperatif verilen IV Sefazolin servis takibinde de devam edilir.
- Ağrı kontrolü için;
- o Epidural katater var ise, morfin ve bupivakain kombinasyonu başlanır, bupivakain ile devam edilir.
- o Epidural katater yok ise, hasta kontrollü analjezi (patient controlled analgesia PCA) başlanır. Daha sonra oral tedaviye geçilebilir.
- o Oral analjezi tedavisi için ise olarak ibuprofen 400 mg 3 x 1, metokarbamol ve parasetamol kombinasyonu 375/300 mg 3 x 1, parasetamol + kafein + kodeinfosfat kombinasyonu 500/30/10 mg 3 x 1 şeklinde tercih edilebilir.
- Postoperatif altı saat sonra rejim 1-2-3 sırasıyla oral beslenmeye başlanılır.
- Postoperatif birinci gün mobilize edilir. Mobilize edilmesi sonrası idrar sondası çekilebilir.
- İnspitif spirometri cihazı ile solunum fizyoterapisi yaptırılmalıdır.
- Yara yeri pansumanı günlük yapılmalı, postoperatif iki gün sonra yara yerinin üstü kapatılmadan sadece antiseptik solüsyon sürülerek devam edilebilir.
- Postoperatif iki gün sonra hasta düş alabilir.

Taburculuk Sonrası Dönem

Abramson operasyonu ekstratorasik olduğundan Nuss yöntemine göre komplikasyon riski düşük, uyum süresi daha hızlı olmaktadır. Taburculuk süresini en çok belirleyen ağrıdır. Taburculuk, hastanın durumuna göre karar verilmekle beraber iki-beş gün arasında olabilir.

- Oral analjezi ve oral antibiyotik tedavisi içeren taburculuk reçetesi düzenlenmelidir. Onuncu gün, 1. ay, 2. ay, 3., ay, 6. ay, 12. ay ve 24. ay poliklinik kontrolleri planlanmalıdır.
- İlk ay fiziksel zorlanmadan kaçınılmalı ayrıca gövde yanlara ve öne eğilmemelidir. Kambur durmalı postürün düzelmesi için dik duruş önemlidir. Bar malrotasyonuna sebebiyet vermemek için düz yatmalı, yan yatmamalıdır.

- İl üç ay temas gerektiren spor ve ağır aktivitelerden uzak durması önerilir^(47,48).

Komplikasyonlar ve Yönetimi

Operasyon sonrası erken dönemde en çok görülen ağrı, pnömotoraks ve yara yeri enfeksiyonu komplikasyonlarının yanında metal bara karşı alerjik reaksiyon, bar yer değiştirmesi de görülebilir. Geç dönemde ise stabilizör ile barı kotlara sabitleyen çelik tellerin kırılması, nadir de olsa stabilizör kırılması, cilt erozyonu, enfeksiyon, hiperpigmentasyon, geç alerjik reaksiyon, yetersiz düzeltme ya da aşırı düzeltme gibi komplikasyonlar görülebilir⁽⁴⁹⁾.

Pnömotoraks ihtimali postoperatif erken dönemde pa ac grafisi ile değerlendirilir ve varsa bile genellikle konservatif yaklaşım yeterli olmaktadır. Yara yeri enfeksiyonu kontrolü için preoperatif ve postoperatif uygun antibiyoterapi verilmeli ve hasta taburculuk sonrası yara pansumanı hakkında bilinçlendirilmelidir. Bara karşı alerjik reaksiyon ve bar malrotasyonu gelişmesi durumunda reoperasyon ya da barın çıkarılması açısından değerlendirme yapılmalıdır. Sadece cilt döküntüsü olan vakalarda genellikle dermatoloji ile konsülte edilerek verilen levosetirizin dihidroklorür yeterli gelebilmektedir.

Çelik tel, stabilizör, özellikle bar uçlarının toraks içine doğru yer değiştirmesi gibi durumlar bar takip kontrollerinde postero-antero ve lateral akciğer grafisinde dikkat edilir, bar çıkarma operasyonu esnasında kanama ve parça kalmaması açısından bu durum akılda tutulmalıdır. İnsizyon yerlerinde hiperpigmentasyon ya da iyileşmiş yara yeri skarına bağlı iz bar çıkarma operasyonu esnasında balık ağzı insizyon ve sütürasyon yapılarak düzeltilebilir.

Bar Çıkarma Ameliyatı

Pektus barının takıldıktan sonra yeterli rekonstrüksiyonu sağlaması için en az iki yıl sonra çıkarılmasını önermekteyiz. Ancak optimal süreye her hastanın yaş, büyüme-gelişme ve deformite özellikleri göz önüne alınarak karar verilmelidir. Geniş serilerde hem pektus ekskavatum hem pektus karinatum için bar kalış süresi 2.5 yıl olarak bildirilmiş aynı zamanda yaşı büyük hastalarda rekonstrüksiyon zorlaşacağından bar kalış süresinin uzatılması önerilmiştir⁽⁵⁰⁾.

Preoperatif postero-anterior akciğer grafisi, her iki taraf lateral akciğer grafisi ile rutin kan testleri tetkik edilmelidir. Tel dikişlerin eksiksiz çıkarılması için grafilerde bütünlüğünün korunup korunmadığına dikkat edilmelidir.

Bar çıkarma ameliyatı, genel anestezi ve tek lümel entübasyon altında uygulanır. Hastaya supin ve barın çıkarılacağı taraf-ameliyat masa mesafesi sıfırlanacak şekilde pozisyon verilir. Sol eski insizyon yeri açılarak koter yardımıyla stabilizör, bar ve var ise çelik tele ulaşılır. Çelik tel tel makası ile kesilip tel portegüsü yardımıyla tutup çekilerek tamamen vücut dışına çıkartılır. Stabilizör ve barın sol ucu etraf doku yapışıklıklarından ve kemik pensiyile ossifikasyonlardan ayrılır. Bar sol ucu, bar bükücü ile düzleştirilir. Stabilizör çift kanca yardımıyla bar üzerinden kaydırılarak çıkartılır. Bar ucundaki deliğe takılan tek kanca yardımıyla bar ucu kaydırılarak cilt üzerine çıkartılır. Aynı işlem sağ tarafa da yapılır (çift cerrah çalışılıyorsa her iki taraf aynı anda yapılabilir). Bar bükücü cilt üzerine çıkartılan bar kısmına geçirilerek bara kontrollü 30 derecelik açı ile sağa-sola rotasyon hareketi yapılır. Barın çıkarılmasını zorlaştıracak etraf ossifikasyonlardan ayrılması sağlanır. Barın serbestleştiği düşünülüyor ise tek kanca yardımıyla bar, mevcut şekil eğriliğinde aşağı ve dışarıya çekilerek çıkartılır. Kanama ve tel dikişlerin tamamının çıkarıldığının kontrolü yapılır. Cilt altı 2/0 vicryl ve cilt 3/0 prolene ile sütüre edilir.

Hastanın postoperatif posteroanterior akciğer filmi ekspanse ve komplikasyon yok ise aynı gün taburcu edilebilir. Postoperatif 10. gün poliklinik kontrolü önerilir.

Mikst Tip Pektus Deformitesinde Minimal İnvaziv Yaklaşım

Mikst tip pektus, ekskavatum ve karinatum deformitelerinin birlikteliği olup genellikle ekskavatum komponenti içeren pektus karinatum deformitesi olarak kabul edilir. İnsidansı %0.14'tür. Mikst tip deformitenin düzeltilmesinde açık cerrahiye alternatif olarak Park'ın önerdiği "sandöviç tekniği"dir⁽⁵¹⁾. Bu teknik, Nuss ve Abramson tekniklerinin kombinasyonu ile anterior göğüs duvarının retrosternal ve presternal yerleştirilen barlar sayesinde şekillendirilmesi ilkesine dayanır.

Bu teknikte ilk önce karinatum deformitesinin en yüksek noktası daha sonra bu yüksek noktaya baskı yaparak düzelen göğüs duvarında ekskavatum deformitesinin en çukur noktası belirlenir. Belirlenen noktalara göre bar geçiş güzergâhlarına karar verilir, deformitelere göre barlar şekillendirilir. Sağ hemitoraksta kamera insizyonu yapılır, toraks kavitesi explore edilir. Uygun bilateral insizyonlar yapılarak retrosternal bar için tünel hazırlanır ve kılavuz naylon tape yerleştirilir daha sonra presternal tünel ha-

zırlanır. Abramson operasyonundaki gibi karinatum barı ilk önce yerleştirilerek stabilizörlere sabitlanır. Daha sonra ekskavatum barı Nuss operasyonundaki gibi yerleştirilir, duruma göre çift ya da tek stabilizör kullanılır. Karinatum ve ekskavatum barlarının stabilizörleri de birbirine tutturulur. Barların çıkarılmasının iki yılı geçmemesi önerilmektedir⁽⁵²⁾.

Minimal İnvaziv Pektus Cerrahisinde Gelecek

Kullanılan aletler ve görüntüleme sistemleri üzerinde yapılan çalışmalar barın deformiteye özgü şekillendirilmesi ve tomografi radyasyonu gibi sorunlara yakın gelecekte çözümler sunmaktadır.

Genç popülasyonun benign bir hastalığı olan pektus deformitelerinin tanısı, indeks ölçümleri ve takibinde kullanılan toraks bilgisayarlı tomografinin hastayı maruz bıraktığı radyasyon sorununu, derinlik sensörleri prensibiyle çalışan radyasyon içermeyen eksternal 3D tarama sistemleri çözmektedir^(53,54). Bu sistemin aynı zamanda kolay, güvenli ve tekrarlanabilir olması tedavinin etkinliğini ölçerek barın çıkarılması için uygun zamanı belirlemede yardımcı olması aşırı düzelme ya da yetersiz düzelme gibi komplikasyonların önüne geçilmesini sağlayacaktır. Ancak sistemin şu an için asimetrik deformitelerin ve obez hastaların ölçümü açısından kısıtlılıkları mevcuttur⁽⁵³⁾.

Minimal invaziv pektus cerrahisinin başarısı göğüs duvarının istenen eğriliğe göre şekillendirilmiş olan pektus barına ve barın doğru hizada yerleştirilmesine bağlıdır. Lin ve arkadaşlarının çalışmasında pektus ekskavatum hastasının ince kesit toraks bilgisayarlı tomografi görüntülerini 3D yeniden yapılandırma yazılımına aktarmışlar ve deformiteyi düzeltecek uygunlukta şekillendirilmiş bar kılavuzunu 3D baskı yardımıyla üretilen yerleştirilecek bara önceden kılavuzun şeklini vermişlerdir⁽⁵⁵⁾. Bu yöntemin sonuçları için randomize kontrollü çalışmalar gerekmektedir ancak bu çalışma gelecekte barların kişiye özel üretimi açısından ilk basamak olarak görülebilir. Ayrıca, gelecek dönemlerde bu yöntemin toraks bilgisayarlı tomografi yerine eksternal 3D tarama sistemiyle kombinasyonu da uygulanabilecek bir yaklaşım haline gelebilir.

KAYNAKLAR

1. Sugarbaker D.J. Erişkin Göğüs Cerrahisi, Türkçe çevirisi, Yüksel M. (ed), Nobel Tıp Kitabevi. 2011; 986-1007.
2. Shamberger RC, Welch KJ. Surgical repair of pectus excavatum. J. Pediatr Surg 1988; 23:615-22.
3. Guller B, Hable K. Cardiac findings in pectus excavatum in children: Review and differential diagnosis. 1974; 66: 165-171.

4. Kaynak K, Kılıç B. Pektus ekskavatunda minimal invaziv teknik. *Türkiye Klinikleri J Thor Surg-Special Topics* 2018;9(1):72-4.
5. Huddleston CB. Pektus excavatum. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 16:225-32.
6. Shamberger RC WK. Cardiopulmonary function in pectus excavatum. *Surg Gynecol Obstet* 1988; 166:383.
7. Gurnett CA, Alaei F, Bowcock A, Kruse L, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Genetic linkage localizes an adolescent idiopathic scoliosis and pectus excavatum gene to chromosome 18q. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009; 34:94-100.
8. Kuhn MA, Nuss D. Pectus Deformities. In Mattei P, ed. *Fundamentals of Pediatric Surgery*. New York: Springer; 2011:313-22.
9. Şahin A. Pektus ekskavatunun açık operasyonla düzeltilmesi. *Türkiye Klinikleri J Thor Surg-Special Topics* 2018; 9: 67-71.
10. Kelly RE Jr, Shamberger, Mellins RB, et al: Prospective multicenter study of surgical correction of pectus excavatum: Design, perioperative complications, pain and baseline pulmonary function facilitated by Internet-based data collection. *Jam Coll Surg* 2007; 205: 205-16.
11. Evman R.S. Göğüs deformitelerinde minimal invaziv operasyonlar. *Türkiye Klinikleri J Thor Surg-Special Topics* 2017;8(2):328-34.
12. Frank P. Grad, "The Preamble of the constitution of the world health organization," *Bulletin of the World Health Organization* 2002;80(12):981-82.
13. Cartoski MJ, Nuss D, Goretsky MJ et al. Classification of the dysmorphism of pectus excavatum. *Journal of Pediatric Surgery*. 2006; 41:1573-1581.
14. Yoshida A, Uemura S, Yamamoto M et al. Correlation of asymmetric chest wall deformity and growth in patients with pectus excavatum. *Journal of Pediatric Surgery*. 2013; 48:771-775.
15. Yüksel M, Balcı AE. Göğüs Cerrahisi, Nobel Tıp Kitabevi. 2015; s:633-639.
16. Meyer L. Zurchirurqishen Behandlung der angeborenen Trichterbrust. *Verh Bel Med Gest* 1911; 42:364.
17. Sauerbruch F. Die Chirurgie der Brustorgane. Springer 1920; 1: 437.
18. Sauerbruch F. Operative Beseitigung der Angeborenen Trichterbrust. *Deutsche Zeitschr f Chir* 1931; 234:760.
19. Ochsner A DM. Chone-Chondrosternon: report of case and review of literature. *J of Thoracic Surgery* 1939; 8:469-508.
20. Nissen R. Osteoplastic procedure for correction of funnel chest. *American Journal of Surgery* 1944; 64:169-174.
21. Chin EF, Adler R. The surgical treatment of pectus excavatum. *British Medical Journal* 1954; 1:1064-1066.
22. Ravitch MM. The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg* 1949; 129:429-444.
23. 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; 33:545-552.
24. Mao YZ, Tang ST, Li S. Comparison of the Nuss cersus Ravitch procedure for pectus excavatum repair: an updated meta-analysis. *J Pediatr Surg* 2017; 52:1545-1552.
25. Osawa H, Mawatari T, Watanabe A, Abe T. New material for Nuss procedure. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2004; 10: 301-3.
26. Sesia SB, Haecker FM, Shah B, Goretsky MJ, Kelly RE, Obermeyer RJ. Development of metal allergy after Nuss procedure for repair of pectus excavatum despite preoperative negative skin test. *Journal of Pediatric Surgery Case Reports* 2013; 1:152-155.
27. Dienemann HC, Hoffmann H, Detterbeck FC. Göğüs Cerrahisi, Türkçe Çevirisi, Arıbaş OK (ed), Akademisyen Kitabevi. 2017; s: 321-326.
28. Demirkaya A, Kaynak K. Pektus ekskavatum cerrahisinde minimal invazif düzeltme ameliyatı. Okten B, Kavukcu HS, editörler. *Göğüs Cerrahisi. İstanbul Tıp Kitabevi*; 2013. s.651-656.
29. Demirhan O, Kaynak K. Nuss ve benzeri minimal invazif teknikler. Bilgin M, Ozpolat B, editörler. *Göğüs duvarı deformiteleri. Ankara Nobel Tıp Kitabevi*; 2018. s.45-49.
30. Schlatter MG, Nguyen LV, Tecos M, Kalbfell EL, Gonzales-Vega O, Vlahu T. Progressive reduction of hospital length of three analgesia modalities, the role of addressing patient anxiety, and reframing patient expectations. *J Pediatr Surg* 2019;54(4):663-669.
31. Manworren RCB, Anderson MN, Girard ED et al. Postoperative pain outcomes after nuss procedures: comparison of epidural analgesia, continuous infusion of local anesthetic, and preoperative self-hypnosis training. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2018(10):1234-1242.
32. Becmeur F, Ferreira CG, Haecker FM, Schneider A, Lacreuse I. Pectus excavatum repair according to Nuss: is it safe to place a retrosternal bar by a Transpleural approach, under Thoracoscopic vision? *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2011; 21: 757-61.
33. Futagawa K, Suwa I, Okuda T, Kamamoto H, Sugiura J, Kajikawa R, et al. Anesthetic management for the minimally invasive Nuss procedure in 21 patients with pectus excavatum. *J Anesth* 2006; 20:48-50.
34. Demirkaya A, Şimşek F, Erşen E, Aksoy B, Sayılğan C, Turna A, Kaynak K. The factors determining the complications in the minimally invasive surgical correction of pectus excavatum. *Turkish Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2011; 19: 201-6.
35. Martinez-Ferro M, Fraire C, Bernard S. Dynamic compression system for the correction of pectus carinatum. *Semin Pediatr Surg* 2008; 17: 194-200.
36. Shamberger RC, Welch KJ. Surgical correction of pectus carinatum. *J Pediatr Surg* 1987; 22: 48-53.
37. Desmarais TJ, Keller MS. Pectus carinatum. *Curr Opin Pediatr* 2013; 25: 375-81. 6.
38. Schwabegger AH, Del Frari B, Moriggl B, Kotzot D, Fatah F, Rieger M, Congenital Thoracic Wall Deformities, 1st edn. Innsbruck: Springer, 2011.
39. Golladay ES. Pectus carinatum and other deformities of the chest wall. In: Ziegler MM, Azikhan Rg, Weber TR, eds. *Operative Pediatric Surgery*. New York(NY) 7 McGraw-Hill; 2003:269-277.
40. Fonkalsrud EW. Surgical Management of Pectus Carinatum. *Operative Techniques in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2000;5:110-7.

41. Akar E. Pektus karinatumun açık operasyonla düzeltilmesi. *Türkiye Klinikleri J Thor Surg-Special Topics* 2018; 9: 80-3.
42. Robicsek F, Watts LT, Fokin AA. Surgical repair of pectus excavatum and carinatum. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2009;21:64- 75. 12.
43. Yüksel M, Bostancı K, Eldem B. Stabilizing the sternum using an absorbable copolymer plate after open surgery for pectus deformities. *Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery* 2011, doi:10.1510/mmcts.2010.004879.
44. Ravitch MM. Unusual sternal deformity with cardiac symptoms-operative correction. *J Thorac Surg.* 1952; 23: 138-44.
45. Roviscek F, Sanger PW, Taylor FH. The surgical treatment of chondrosternal prominence (pectus carinatum). *J Thorac Cardiovasc Sur* 1963;45:691-701.
46. Abramson H. A minimally invasive technique to repair pectus carinatum. Preliminary report. *Arch Bronconeumol* 2005; 41: 349-51.
47. Abramson H, Aragone X, Blanco JB, Ciano A, Abramson L. Minimally invasive repair of pectus carinatum and how to deal with complications. *J Vis Surg* 2016; 2: 64. 16.
48. Lee SY, Song IH, Lee SJ. Minimal invasive extrathoracic pre-sternal compression using a metal bar for correction of pectus carinatum. *Pediatr Surg Int* 2014; 30:2 5-30.
49. Ozpolat B, Zorlu E. Pektus karinatumda minimal invazif cerrahi ve diğer tedavi yöntemleri. Bilgin M, Ozpolat B, editörler. *Göğüs duvarı deformiteleri. Ankara Nobel Tıp Kitapevi; 2018. s.109-115.*
50. Park HJ, Kim KS. Pectus bar removal: Surgical technique and strategy to avoid complications. *J Vis Surg* 2016; 2: 60.
51. Park HJ, Kim KS. The sandwich technique for repair of pectus carinatum and excavatum/carinatum complex. *Ann Cardiot-horac Surg* 2016; 5: 434-9.
52. Bostancı K. Mikst tip pektus deformitelerinde cerrahi. Bilgin M, Ozpolat B, editörler. *Göğüs duvarı deformiteleri. Ankara Nobel Tıp Kitapevi; 2018. s.117-120.*
53. Lain A, Garcia L, Gine C, Gine C, Tiffet O, Lopez M. New methods for imaging evaluation of chest wall deformities. *Front Pediatr* 2017 Dec 4;5:257.
54. Scalabre A, Maniouloux F, Vermersch S et al. Utility of radiation-free imaging for initial evaluation of pectus excavatum. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2019 Oct1;29(4):503-509.
55. Lin KH, Huang YJ, Hsu HH et al. The role of three-dimensional printing in the nuss procedure: three-dimensional printed model-assisted nuss procedure. *Ann Thorac Surg* 2018; 105: 413-7.