

PEKTUS DEFORMİTELERİNİN TAMİRİNDE RAVİTCH YÖNTEMİ VE MODİFİKASYONLARI

Hakkı ULUTAŞ

İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi, Turgut Özal Tıp Merkezi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye
e-posta: drhakkiulutas@yahoo.com
doi:10.5152/tcb.2011.28

Ravitch operasyonu, pektus ekskavatum düzeltme ameliyatlarında önder olan bir tekniktir. Mark M. Ravitch ilk olgusunu, 15 Ocak 1947 tarihinde yapmıştır. İlk 8 olguluk bildirisini 1949'da "The Annals of Surgery" dergisinde yayınlamıştır (1). Ravitch, geliştirdiği tekniğin ilham kaynağı olarak, Brown tarafından tarif edilen ve Lester tarafından modifiye edilerek kullanılan teknik olduğunu söylemiştir. İlk 2 olgusunda eksternal traksiyon kullanmış ve olgusunun birisinde fulminan mediastinit gelişmiştir. Bunun üzerine eksternal fiksasyonu terk etmiş ve Kirschner teli ile fiksasyonu uygulamaya başlamıştır.

Ravitch interkostal bantların rezeke edilmeden sternuma istenilen pozisyonun verilemediğini vurgulayarak mutlaka interkostal bantların rezeke edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Kendisinden önce uygulanan teknikleri incelemiş ve tekniklerin yetersizliklerini şu şekilde sıralamıştır;

a) Kıkırdak kotların laterale doğru yetersiz rezeksiyonu: Ravitch'e göre kıkırdak kotlar laterale doğru, deforme olan yere kadar gerekirse kemik kot da dahil olmak üzere kostokondral ve sternokostal uçlara kadar komple subperikondriyal/subperiostal rezeke edilmelidir. Bu rezeksiyon her iki tarafta uygulanmalıdır.

b) Yetersiz kartilaj rezeksiyonu: 4, 5, 6, ve 7. kıkırdak kotlar mutlaka rezeke edilmelidir. Ancak 2. ve 3. kıkırdak kot rezeke edilmemelidir.

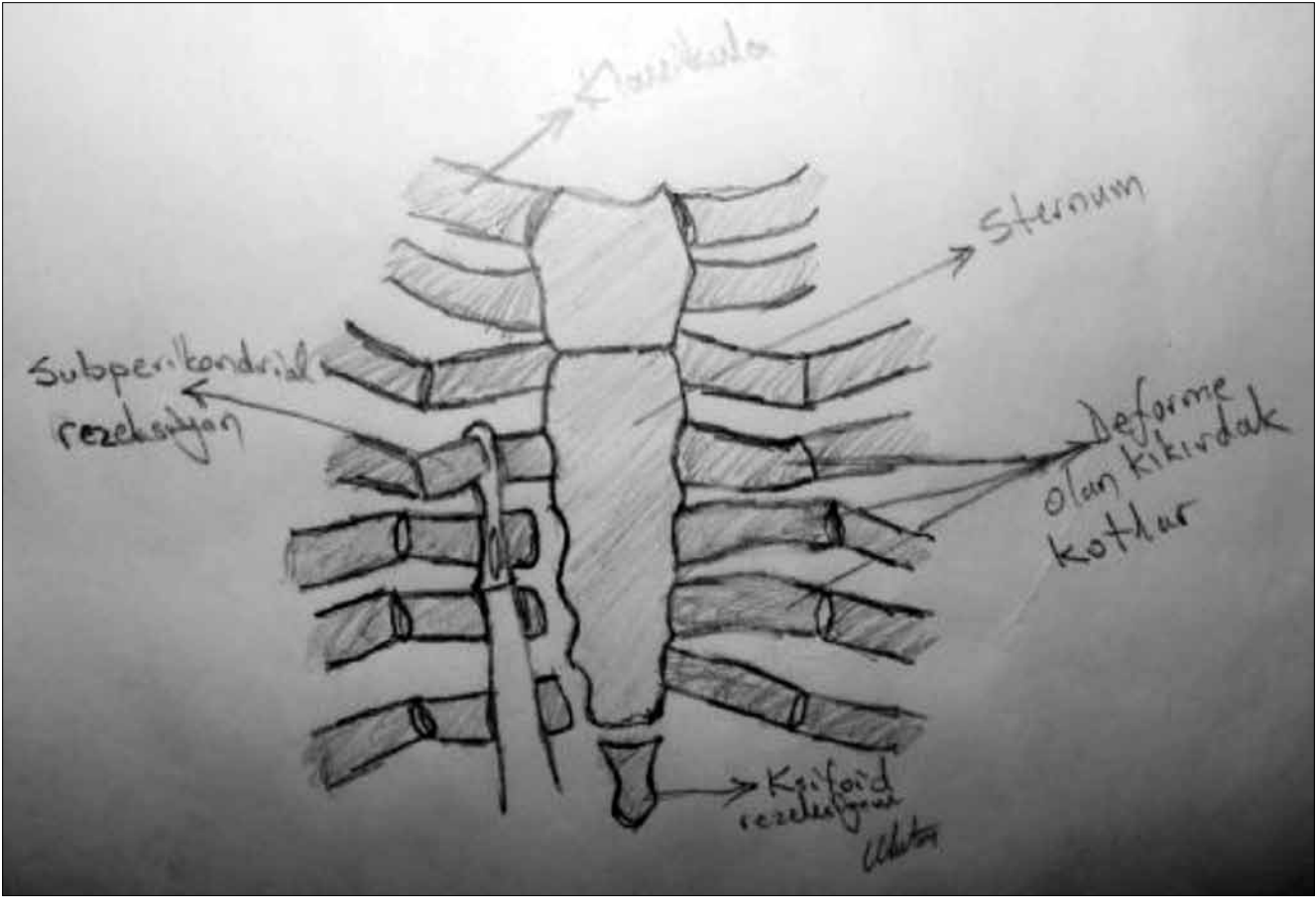
c) Osteotomi hattının yetersiz fiksasyonu: Mevcut uygulanan tekniklerin birçoğunda, sternum içinden geçen çelik tel sütürler kullanılmıştır. Ancak kemik içinden çelik tel sütür geçirmek kemik iyileşmesini bozmaktadır. Bundan dolayı Ravitch ve ekibi anterior sternotomi, posterior wedge osteotomi uygulamışlar ve osteotomi hattına çıkarılan kıkırdak dokusunu implante ederek sternuma istenilen pozisyonu vermişlerdir. Ancak, tek başına osteotomilerin sütüre edilmesi

sternum fiksasyonu için yeterli değildir. Bu sebepten dolayı Kirschner telleri ile desteklenmesi gerekir.

d) İnterkostal bantların yetersiz rezeksiyonu: Sternuma istenilen pozisyonu verebilmek için deforme olan tüm interkostal bantlar çift taraflı olarak rezeke edilmelidir.

Bütün bu değerlendirmeler sonrasında ve tecrübelerini göz önüne alarak klasik Ravitch operasyonu ve modifikasyonları tarif edilmiştir.

1. Vertikal sternotomi insizyonu: Deformitenin uzun aksına paralel yapılan insizyon iyi eksplorasyon sağlar, genelde deformitenin uzun aksı sternuma paralel olduğunda midline insizyon daha avantajlıdır.
2. Pektoralis majör kasının diseksiyonu: Pektoral kaslar deforme kıkırdak kostalar üzerinden künt ve keskin diseksiyonla ayrılarak ekarte edilir.
3. Deforme olan tüm kıkırdak kotların subperikondriyal total rezeksiyonu: Perikondrium bırakılması birkaç ay içerisinde yeni kıkırdak yapısının oluşmasını ve sonuçta toraks duvarının daha çabuk stabil hale gelmesini sağlar. Ayrıca subperikondriyal diseksiyon pnömotoraks riskini de azaltır (Şekil 1).
4. Deforme olan tüm interkostal bantların çift taraflı olarak rezeksiyonu (Şekil 1)
5. Ksifoidin rezeksiyonu: Sternoksifoidal eklem ve subksifoidal ligaman kesilerek yapılır. Sternum alttan serbestleştirilirken mammarian arter yaralanmalarına dikkat edilmelidir. Sternumu arkası parmak diseksiyonu ile serbestleştirilir (Şekil 1).
6. Manubrium sterni posterioruna ve korpus sterni anterioruna, deformitenin başladığı yere transvers wedge osteotomi yapılır (Şekil 2)
7. Posterior ve anterior osteotomi hatlarına kıkırdak dokusu konulur, böylece sternum manubrium tarafında öne doğru, korpus tarafında arkaya doğru açlandırılmış olur. Sternum sütürlerle sabitleştirilir (Şekil 2).

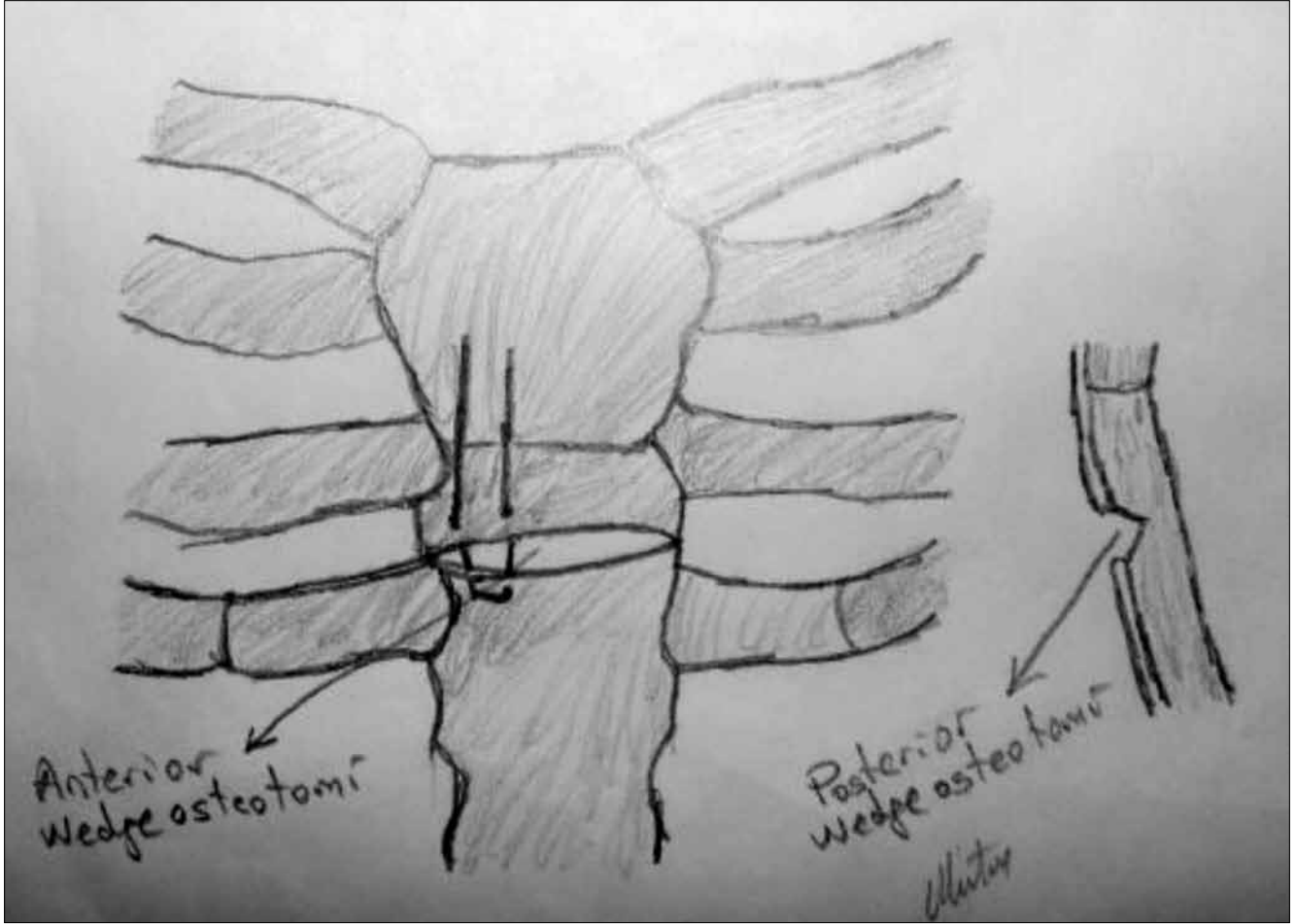


Şekil 1. Deforme olan kıkırdak kotların, subperikondriyal dokuların ve ksifoid rezeksiyonu

8. Gladiolus noktası hizasına gelen yerde sternum altından geçen Kirschner teli her iki tarafta kotlara fikse edilir. Her iki ucu dışarıda kalır ve 3 hafta sonra çıkarılır. Bu süre zarfında çocuğun sıkıntılı görüntüsü ve hareket kısıtlılığı dezavantajlardır. Kısa sürede çıkarıldığından perikondriumun gergin kapatılması çok önemlidir. Ancak çıkarılması için ikinci bir operasyona gerek duyulmaması, yabancı materyalin olmaması avantajlardır. Bazen 2 Kirschner teli kullanılır. Tellerde oynama veya yer değiştirme olmadığı durumlarda daha uzun tutulabilir (Şekil 3).
9. Sternal destek için paslanmaz çelik, metal plaka, plastik veya metal vidalar, marleks mesh, absorbabl materyaller, otolog kemik veya kartilaj dokular kullanılmıştır. Bu kullanılan materyallerin bazı dezavantajları vardır;
 - I. sert sentetik materyaller yer değiştirip çevre dokulara zarar verebilir,
 - II. travma sırasında metal destekler kırılıp kalbe zarar verebilir,
 - III. bu materyallerin çıkarılması için birkaç ay sonra ikinci bir operasyona gerek vardır,
 - IV. kullanılan mesh greftler ise enfeksiyon riski taşımaktadır ve çocuğun büyümesini engelleyebilir.
10. Katlar usulüne uygun olarak kapatılır, ancak ksifoid sternumla birleştirilmez (1).

Bu yıldan sonra dünyanın birçok yerinde bu teknik ve modifikasyonları kullanılmıştır. Ancak günümüzde bile birçok merkezde modifiye Ravitch operasyonu uygulandığı belirtilmesine rağmen son zamanlarda uygulanan tekniklerin modifiye Ravitch ile ilgisi olmadığı düşünülmektedir. Pektus ekskavatum düzeltme ameliyatları ve tarihçesine bakıldığında birçok tekniğin temellerinin aynı olmasına rağmen, farklı isimlerle karşımıza çıktığını görmekteyiz. Bu sebepten dolayı artık günümüzde ne Ravitch ne de modifikasyonları kullanımı yaygın değildir.

Tarihsel geçmişe göz attığımızda Ravitch operasyonuna kadar hemen tüm tekniklerde eksternal traksiyonun gerekliliği vurgulanmıştır. Eksternal traksiyon uygulamalarında ortopedik ameliyatlar sonrası kullanılan ucunda ağırlık bulunan makara sistemi kullanıldığı gibi Jacob merdiveni denilen farklı traksiyon şekilleri de kullanılmıştır. Ancak Ravitch yöntemi ile birlikte sternum fiksasyonu için eksternal fiksasyonun gerekli olmadığı, bunun yerine sternum içinden veya altından geçirilen desteklerle yeterli fiksasyonun elde edileceği fikri ortaya atılmıştır. Her ne kadar Ravitch



Şekil 2. Anterior ve posterior wedge osteotomi

ilk ameliyatlarında eksternal fiksasyonu kullansa da, gereksiz olduğunu vurgulayan ilk cerrahlardandır.

Pektus ekskavatum düzeltme ameliyatlarında temel sorunun sternuma şekil verilmesi ve stabilize edilmesi olduğu düşünülerek, sternuma destek amacıyla birçok materyal kullanılmıştır. Bu destek dokuları genellikle sternumun altından geçirilerek her iki tarafta kotlara tespit ediliyordu. Bazı cerrahlar kullandıkları destek dokuları ve uygulama şekilleri yönünden farklı teknikler tarif etmişlerdir.

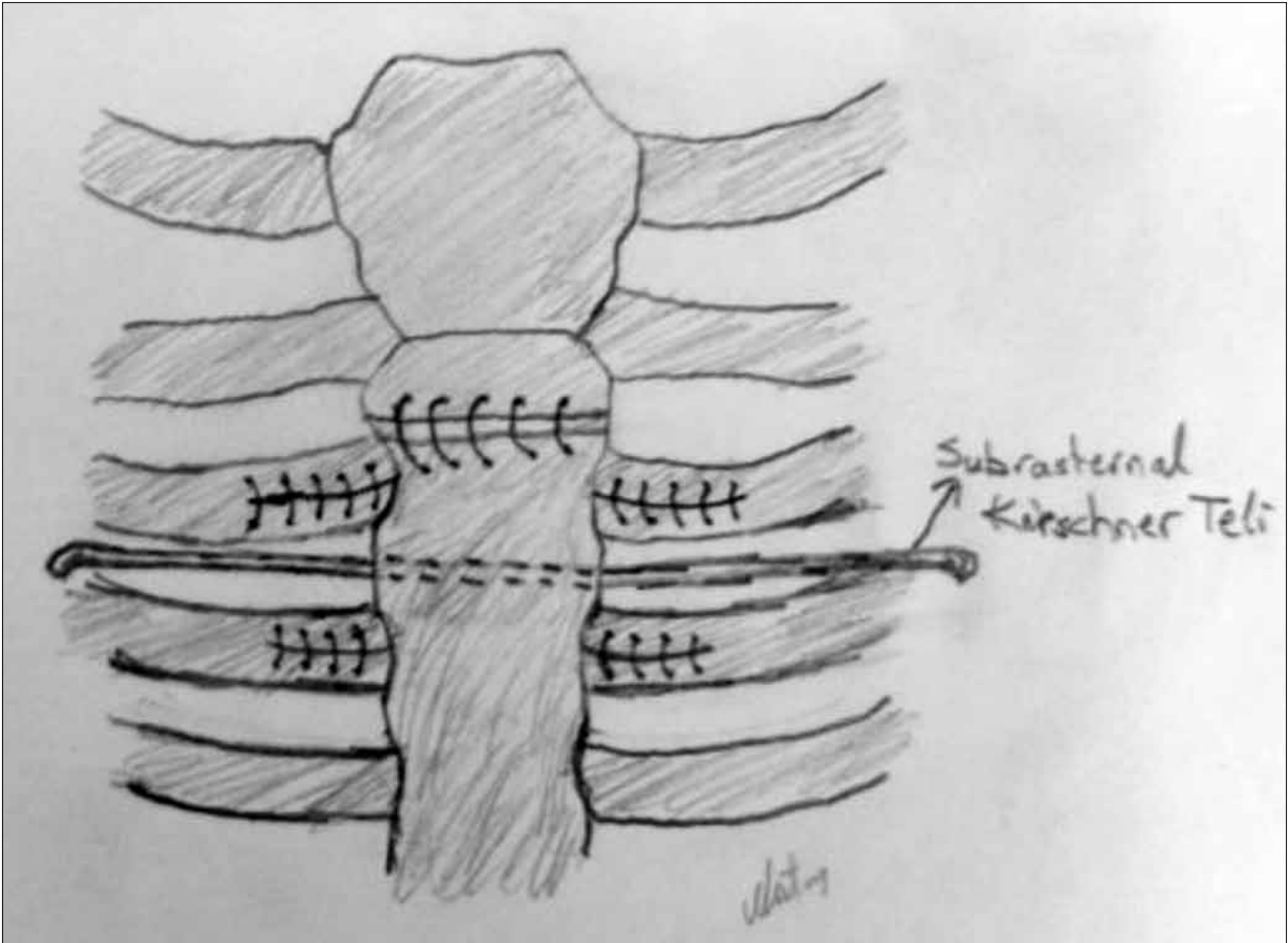
Miscall Operasyonu (1950): Miscall kendisinden önce kullanılan destek dokularının kayması veya yetersiz kalması gibi problemleri gözlemiş. Destek dokusu olarak Kirschner telini kullanmıştır. Bir veya iki adet Kirschner telini direkt sternum dokusunun içinden geçirmiştir. Telleri diyagonal olarak 2. kot seviyesinden 6. kot seviyesine doğru yönlendirmiştir (2). Ancak tellerin yer değiştirmesi perikarda batması gibi ciddi problemlerle karşılaşmıştır.

Sternumu eleve etmek ve fikse etmek için o güne kadar genellikle eksternal fiksasyon veya metalik destekler kullanılmıştır. Bu tarihten itibaren araştırmalar

otojen kemik dokusu (kot, tibia, fibula, v.b.) veya homolog kemik greftleri kullanmaya başlamışlardır. Her yeni çıkan fikirle birlikte yeni teknikler de gündeme gelmiştir. Bunlara örnek olarak Dorner (1950) kemik bankasından aldığı homogreft kemiği (3), Wahren (1950) tibia greftini (4), Woods (1952) bir veya iki kot desteğini (5) kullanmıştır. Böylelikle uzun yıllar kemik destekler kullanılmaya başlanmıştır.

Dailey Operasyonu (1952): Temelde Ravitch tekniğine benzer. Ancak sternuma osteotomi yapmadan, sternum altına hastadan aldığı 9. kotu destek olarak kullanmıştır. Kotu sternumun altından geçirmiş, bir tarafta 2. kota, diğer tarafta 3. kota tel sütürlerle tespit etmiş ve sternumu eleve etmiştir (6). Dailey bu operasyonu ilk olarak 1948 yılında uygulamış ve 1952 yılında bilimsel olarak yayınlamıştır.

Metal destekler ve kemik desteklerden sonra sternum altına mesh destekler kullanılmaya başlanmıştır. May (1961) sternum altına çelik mesh kullanmış ve her iki tarafta kotlara fikse etmiştir (7). Hoffman (1966) sternumun altına Marlex mesh kullanmıştır (8). Ravitch (1964) sternum altına destek amaçlı teflon keçe kullan-



Şekil 3. Gladiolus noktası hizasına gelen lokalizasyondan Kirshner telinin sternumun altından geçirilmesi

miştir (9). Ancak sternum altına destek amaçlı mesh kullanımı sonucu yeterli destek sağlanmamış ve daha rijit desteklerin gerekliliği öne sürülmüştür. Diğer bir tartışma, sternum altına desteğin tek başına yeterli olup olmadığı olmuş, wedge veya normal osteotomi sonrası konulan destekler ile sternuma hiçbir rezeksiyon uygulanmadan konulan destekler karşılaştırıldığında farklı görüşler ortaya atılmıştır. Ancak sternuma istenilen pozisyonu verdikten sonra desteklemenin daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir.

Brunner Operasyonu (1954): Proksimal anterior wedge osteotomi, posterior longitudinal wedge osteotomi, kırıkdağlara anterior wedge kondrotomiler uygulamıştır. Sternumu ileri doğru eleve etmiş, osteotomi ve kondrotomi hatlarını birleştirerek traksiyon uygulamıştır (10). Daha sonra Actis Dato (1962) bu tekniği modifiye etmiştir (11). Sternumun yanlarından interkostal alandan geçen naylon sütürlerle sternumu eleve etmeyi denemiştir.

Scheer Operasyonu (1957): Klasik turnover tekniğinde sternum ve kırıkdağ kotları besleyen internal mammarian arterlerin hasar görmesi sonucu ters çevri-

len bloğun avasküler olduğu ve sonuçta nekroza kadar gidebilen ciddi komplikasyonlar gelişebileceği ileri sürülmüştür. Scheer sternal turnover tekniğini incelemiş ve ters çevrilen bloğun beslenmesini sağlamak amaçlı, ksifoidi ve abdominus rektus adalesini diseke etmemiştir. Çevrilen bloğun beslenmesini rektus kılıfı içinden gelen arterle sağlamayı amaçlamıştır (12). Ancak ters çevrilme sırasında vasküler yapıların rotasyonuna bağlı benzer komplikasyonlara rastlamışlardır.

Wada Operasyonu (1961): Günümüzde halen turnover tekniği deyince akla ilk gelen isimdir. Ancak tarihsel geçmişe göz attığımızda genel anlamda turnover fikrinin ilk kez Truesdale tarafından ortaya atıldığını ve uygulandığını görmekteyiz. Bu teknikte sternum kırıkdağ kotlar, ksifoid ve interkostal bantlar tam kat olarak kesilmekte ve ters çevrilip yerine implante edilmektedir (13). Wada bu teknikte ameliyat ettiği 199 vakalık serisini 1970 yılında bildirmiştir. Bu tekniğin genç erişkinlerde ve simetrik tip pektus ekskavatuumlu hastalarda uygun olduğunu belirtmiştir. Olguların %63'ünde iyi, %34'ünde orta ve %3'ünde kötü sonuç elde ettiğini bildirmiştir (14). Bu teknikte

en korkulan komplikasyon her iki internal mammarian arterin hasarlanması ve sternumun beslenmesinin bozulmasıdır.

Yıllar boyu en çok tartışılan teknik olmuştur. Hatta Ravitch 1960 yılında bir hastasına bu tekniği uygulamış, ancak yüz güldürücü sonuç almaması üzerine hiçbir makalede değinmemiştir. Birçok otör Ravitch gibi düşünerek, uzun süre bu teknikten uzak kalmışlar. Çok geniş kas, kemik ve kıkırdak dokunun avasküler bir şekilde ters çevrilmesinin doğru olmadığı fikrini ileri sürmüşlerdir.

Sanger-Taylor-Robicsek Operasyonu (1963): Sternum altına destek amaçlı çelik telin daha pratik ve daha kolay olacağını düşünmüşlerdir. Kıkırdak kotların subperikondriyal rezeksiyonu, interkostal bantların kesilmesi, ksifoidin divizyonu, sternuma horizontal anterior wedge osteotomi sonrası, sternumun ksifoide yakın yerinden sternum içinden geçecek şekilde tel sütür geçirip uçlarını her iki tarafta 3. kotlarda fikse etmişlerdir. Hamak sistemi gibi yöntemle sternumu eleve etmeyi denemişlerdir (15). Tel sütürün kopması, kotlara birleştiği yerden ayrılması gibi komplikasyonları sık görmüşlerdir.

Fonkalsrud Operasyonu (1999): Minimal kıkırdak rezeksiyonu ile pektus ekskavatum düzeltme ameliyatı yapılabileceğini düşünerek bu tekniği ortaya atmış. 1999 ile 2005 yılları arasında 450 pektus ekskavatumlu hastayı bu yöntemle ameliyat etmiş ve bu tekniği şu şekilde tarif etmiştir (16).

1. Mercedes insizyonu; her iki submammarian bölgeye doğru uzanan insizyon yapılır,
2. Pektoral adaleler serbestleştirilir,
3. Sternokostal ve kostokondral bileşkeye yakın 1-2 cm kıkırdak rezeksiyonları uygulanır,
4. Ksifoid rezeksiyonu yapılır,
5. Her iki taraftan alttan ilk 2 interkostal bant rezeksiyonu yapılır,
6. Deformitenin başladığı yerden sternuma transvers wedge osteotomi yapılır,
7. Adkins çelik barı; sternum altından geçirip her iki tarafta kotlara fikse edilir, bazen çelik bar sternum önünden geçirilip her iki tarafta kotlara ve sternuma tespit edilir. Barlar genellikle sternumun alt ucuna yakın yere yerleştirilir. Nüks eden pektus ekskavatum olgularında iki bar kullanılmıştır.

Fonkalsrud; barları genellikle postoperatif 6-7 ay sonra ikinci bir operasyon ile çıkarmıştır (17).

Sternokostal Elevasyon Operasyonu (1993): Bu teknik ilk olarak 1981 yılında Wada tarafından tariflenmiştir. Hiroshi ve arkadaşları ilk kez 1993 yılında sternokostal elevasyon ameliyatını uygulamışlar. Bu tek-

nik; deforme olan kostal kıkırdakların sternuma bileşke yerlerinden parsiyel rezeke edilmesi ve kıkırdakların sternuma yeniden birleştirilmesi esasına dayanır. 3. veya 4. kıkırdak kotlardan 7. kıkırdak kotlara kadar kıkırdaklar sternumdan 5-60 mm kadar bölümleri rezeke edilmiş, sternum alt ucu parsiyel rezeke edilmiş ve kalan kıkırdak uçları sternuma yeniden birleştirilmiş böylece gerginlik elde edilmiştir (18, 19).

Robicsek Operasyonu (1979): Sternum fiksasyonu için Marlex mesh kullanmıştır. Temelde Ravitch operasyonuna benzemektedir. Pektoral adalelerin diseksiyonu, ksifoidin rezeksiyonu, subperikondriyal kıkırdak kotların rezeksiyonu, deformitenin başladığı yerde sternuma anterior wedge osteotomi, interkostal bantların rezeksiyonu, sonrasında sternum altından Marlex mesh geçirilerek her iki tarafta kotlara fiksasyon olarak tarif edilmiştir (20).

Yıllar sonra aynı tekniğin modifikasyonu olarak Luzzi (1990) sternum altına destek olarak Vicryl mesh, Kotoulas (2000) Dual mesh 2 mm Gore-Tex kullanmışlardır (21, 22).

Willital-Hegeman Operasyonu (1984): Bu teknikte, intrasternal ve yanlarda kotlara tespit edilen H tipi 3 ayrı metal destek kullanılmıştır. Pektoral adalelerin diseksiyonu, kıkırdak kotların sternokostal ve kostokondral bileşkelere 1 cm yakından H tipi perikondrium rezeksiyonu ile kot rezeksiyonları ve sternuma manubrium ile korpus bileşkesine anterior wedge osteotomi yapılır. Sternum alt ucuna yakın yerde, sternum içinden geçecek şekilde metal destek geçirilip her iki yanda kotlara tespit edilir, parasternal alanda 2. kotlardan başlayıp arkusa doğru uzatılan iki ayrı metal destek yerleştirilir. Sternum içinden geçen destek parasternal alandan geçen desteklere sabitlenir ve H biçiminde metal konstrüksiyon oluşturulur (23).

Bu tekniği Willital 1984-2004 yılları arasında 1031 pektus ekskavatumlu hastaya uygulamıştır. Hastaların hastanede kalma süreleri ortalama 20.5 gün olmuştur. Postoperatif komplikasyon oranı %5.7 olmuştur. Metal destekleri 2-3 yıl içinde çekmiştir (24).

Onishi operasyonu (1993): Bu teknik eksternal traksiyon ile endoskopik cerrahinin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Ksifoid bölgesine orta hattan 3-4 cm cilt insizyonu sonrası, 30 derece açılı rijit bronkoskop tüpü (çocuklarda 4 mm, yetişkinlerde 10 mm) buradan sokulur. Endoskopik cihazlarla sternum üzeri ve kıkırdak kot üzeri diseke edilir. Ksifoid divizyonu sonrası, sternum eleve edilerek bronkoskop sternum altına ilerletilir. Sternum altı bölgesi plevralar ve perikard diseke edilir. 2. ve 3. interkostal bölgede sternum ön yüzüne açılı testere ile osteotomi uygulanır.

Osteotomi sırasında sternum alt tabakası korunur, sternum yukarı doğru açılarak sternumda yaş ağaç kırığı oluşturulur. Deforme kırıklara kondrotomi uygulanır. Sternum ve göğüs duvarı istenilen elastikiyete ulaşıldıktan sonra elevasyon için özel yapılmış iki adet traksiyon vidaları cilde 5 mm'lik insizyonlarla korpus sternumun altına geçecek şekilde yerleştirilir. Traksiyon cihazı göğüs ön duvarına 4 adet yastıkla monte edilir. Traksiyon vidaları, traksiyon cihazına tespitlenir. Haftalık kontrollerde, sternumun uygun pozisyonda olup olmadığı kontrol edilir. Uygun pozisyona gelene kadar vidalar sıkılır veya gevşetilir. Traksiyon 61-122 gün arasında tutulmuş. Ortalama 87 gün sonra traksiyonu kaldırmışlar. Yetişkinlerde lokal anestezi ile çocuklarda genel anestezi ile traksiyon vidalarını çıkarmışlardır (25).

Emilebilen Plak Operasyonu (1996): Temelde Paltia tarafından tarif edilen tekniğin aynısı, ancak sternum arkasına destek olarak poly-L-lactide maddeden yapılan destek dokusu kullanılmıştır. Ancak Lansman 2002 yılında yayınladığı yazısında bu emilebilen destek dokusunu 1 hastada kullanmıştır (26).

Minimal Transvers İnsizyon Operasyonu (1998): Minimal cilt insizyonu ile pektus ekskavatum düzeltme ameliyatı 1998 yılında Wang ve arkadaşları tarafından 11 vakada kullanılmıştır. Deformitenin en derin yerinde, sternum eni kadar 2-4 cm transvers cilt insizyonu, cilt altı dekolmanı, pektoral adalenin diseksiyonu, deforme olan kırıkta kotların parsiyel subperikondriyal rezeksiyonu, sternum altından geçirilen titanyum plağın her iki tarafta kotlara fiksasyonu olarak tarif edilmiştir (27).

Emilebilen Mesh Plak, Vida ve Ototomal Kırıkta Reimplantasyonu Tekniği (1998): Bu teknik ilk defa GATA Göğüs Cerrahisi tarafından 1998 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Kendiliğinden emilebilen plak ve vidalar yıllardır maksillofasial ve kranial cerrahilerde kullanılmaktadır. Aynı materyal ile pektus ekskavatum düzeltme ameliyatı yapılabileceği düşüncesi ile geliştirilmiştir. Vertikal cilt insizyonu, pektoral adale diseksiyonu, subperikondriyal deforme kartilajların rezeksiyonu, tek taraflı alttan 1-2 interkostal bant rezeksiyonu, anterior sternal wedge osteotomi, sternum fiksasyonu için emilebilen plağın, emilebilen vidalarla tespiti, deforme kostal kırıklıkların düzeltilerek perikondrium yatağına implantasyonu sağlanmıştır (28).

Titanyum Mesh Plak, Vida ve Ototomal Kırıkta Reimplantasyonu Tekniği (2002): Bu teknikte ilk olarak GATA Göğüs Cerrahi kliniğinde uygulanmaya başlanmıştır. Emilebilen plak yöntemindeki cerrahi basamaklar bu teknikte de aynıdır. Sternum fiksasyonu için titanyum mesh plak ve vidalar kullanılır (29).

Magnetik Mini Hareketli Teknik (2007): Harrison ve arkadaşları ilk deneysel çalışmayı 2007 yılında bildirmişler ve daha sonra 2010 yılında 10 vakalık olgu bildirimini yayınlamışlardır. Magnetik çekim gücü ile sternumun yukarı doğru eleve edilebileceğini düşünmüşlerdir. İki manyetik alan içeren aparat mevcut, küçük olan sternuma implante edilir. Göğüs kafesine kemerlerle monte edilen dış manyetik alan polipropilen destek içine konur. Her iki manyetik plak arasında en fazla 1 cm mesafe olması sağlanacak şekilde dış aparat sternuma yaklaştırılır ve değişik zamanlarda dış iskelet yavaş yavaş uzaklaştırılarak sternum yukarı doğru çekilir (30, 31).

Kas Diseke Etmeden Minimal Kartilaj Rezeksiyon, Titanyum Mesh Plak ve Vida Tekniği (2010): Bu teknik ilk olarak GATA Göğüs Cerrahisinde 2010 yılında uygulanmaya başlamıştır. Cilt insizyonu sonrası cilt altı dekole edilir. Pektus adalesi diseke edilmeden sadece rezeke edilecek kırıkta bölgesinde kas liflerine paralel olarak açılır. Deforme kırıklar sternokostal ve kostokondral bileşkeye yakın yerde 0.5-1 cm parsiyel rezeke edilir. Sternuma anterior wedge osteotomi uygulanır. Sternum fiksasyonu titanyum mesh plak ve titanyum vidalarla veya emilebilen mesh plak ve emilebilen vida ile yapılabilir (32).

Pektus ekskavatum deformite cerrahisi, ilk ameliyat tarihi olan 1910 yılından bu yana birçok aşama kaydetmiş ve çok farklı teknikler ortaya konulmuştur. Her yeni teknik bir önceki teknikte görülen eksikliklerin incelenmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Pektus ekskavatum düzeltme ameliyatının hedefleri şunlardır;

1. Geriye doğru çökmüş olan göğüs ön duvarının normal pozisyona getirilmesi,
2. Cerrahi işlem sonrası kırıkta yataklarında, kas liflerinde, sternumda fibröz doku gelişimi sonrası rijit toraks duvarı oluşmaması,
3. Yeniden şekillendirilen göğüs duvarının solunuma katılacak kadar fleksibl olması,
4. Cerrahi sonrası hastanın en kısa sürede normal aktivitesine kavuşması,
5. Cerrahi işlem sonrası hasta konforunun en üst düzeyde olması,
6. Cerrahi sonrası, hastanın yeni şekillenmiş göğüs duvarı görüntüsünden memnun olmasıdır.

Pektus ekskavatum düzeltme ameliyatları ve endikasyonları incelendiğinde, Semptomatik endikasyonun %1-10 gibi çok az kısmını oluşturduğu görülmektedir. Bunun anlamı yapılan ameliyatların çoğu kozmetik veya psikolojik nedenle yapılmaktadır. Bu sebepten dolayı yapılan tüm tekniklerde, hasta memnuniyeti temel alınmıştır.

- Pektus ekskavatum düzeltme ameliyatlarının amaçları;
1. Kozmetik olarak minimal cilt insizyonu ve minimal skar dokusu oluşturulmalıdır,
 2. Deforme olan kıkırdak kotların düzeltilmesi sağlanmalıdır,
 3. Sternum normal pozisyonda fikse edilmelidir,
 4. Mümkün olduğu kadar yabancı destek dokusu kullanılmamalıdır,
 5. Kullanılacak yabancı destek dokularını çıkarmak için ikinci cerrahi girişime gerek kalmamalıdır.

Pektus ekskavatum düzeltme ameliyatlarında esas sorunun sternum fiksasyonu olduğu konusunda genel bir görüş oluşmuş ve bu sorun üzerine gidilmeye başlanmıştır. Tarihsel geçmişe bakıldığında sternum fiksasyonunun ameliyatın temel noktası olduğu görülmektedir. İlk dönemlerde sternum fiksasyonu için eksternal traksiyonlar kullanılmıştır. Ancak hasta konforunu bozan ve uygulanabilirliği tartışılan yöntemler olarak kalmıştır.

Yetersiz fiksasyon rekürrens oluşmasına neden olur. Sternum fiksasyonu için metal desteklerin kullanılmaya başlanması ile birlikte kullanılan desteklerin nereye ve ne kadar kullanılacağı tartışma konusu olmaya başlamıştır.

Çelik tel veya Kirschner çivileri en yaygın kullanılan destekler olmuştur. Ravitch kendi vakalarında Kirschner tellerini kotlara fiske etmiş ve uçlarını cilt altına saklamıştı. Ülkemizde GATA Göğüs Cerrahisi başta olmak üzere bazı merkezlerde, Kirschner teli cilt üzerinden dışarı çıkarılıyor ve tellerin operasyon gereksizinin çıkarılması kolay oluyordu. Telleri 21 gün sonra alınıyordu. Bu sırada hasta yatarken veya günlük faaliyetleri sırasında tellere dikkat etmek zorunda kalıyorlardı, bu durum hasta konforunu bozuyordu. Birçok cerrahta bu durumdan şikayet ediyordu. Tellerin cilt altına gömüldüğü durumlarda ise tellerin çıkarılması sırasında cildin yeniden açılması gerekiyordu, bu durum kozmetik olarak sorun yaratıyordu.

Bazı cerrahlar telleri kalıcı olarak sternumun içinden geçirmişlerdir. Ancak bazı vakalarında telin yer değiştirmesi, bükülmesi veya iç organlara zarar vermesi gibi komplikasyonlarla karşılaşmışlardır. Brandt (1953), ksifosternal bölgeden manubriyuma doğru çapraz durumda iki adet Kirschner tellerini perkütan olarak, sternumun içinden geçirerek sternum fiksasyonu sağlamaya çalışmıştır (33). Grob (1957) posterior vertikal wedge sternotomi, anterior ve posterior kondrotomiler sonrası Kirschner telini perkütan horizontal olarak sternum altından geçirmiş ve tellerin ucuna mantar takarak korumaya çalışmıştır (34).

Rehbein (1957), sternum fiksasyonu için tellerin yetersiz kaldığını düşünerek günümüzde bile birçok

merkezde kullanılan metal barı önermiştir (35). Klasik Ravitch tekniği sonrası sternum üstünden geçen metal barları sternuma ve kotlara fikse etmiş, bazı vakalarında iki bar kullanmıştır. Paltia (1958) Rehbein tekniğinin aynısını kullanmış, ancak metal barı sternum içinden geçirmiştir (36). Adkins ve Blades (1961) metal barı sternum altından geçirmişlerdir (37). Kullanılan metal barın yapısı ön plana çıkmıştır. En çok paslanmaz çelik kullanılmıştır. Daha sonraları titanyum plaklarda kullanılmaya başlanmıştır.

Kıkırdak kotların gereksiz yere subperikondriyal rezeke edildiği ileri sürülmüş ve Gross (1953) ilk kez kondrotomiden bahsetmiştir (38). Yeterli miktarda ve yeterli seviyede kondrotomiler ile göğüs duvarının fleksibl hale geleceği ve istenilen formasyona sokulabileceği fikri ortaya çıkmıştır. Yeni oluşan kıkırdak dokunun sternokostal ve kostokondral bileşkelere başladığının görülmesi üzerine kıkırdak kotlar tam rezeke edilmemeye başlanmıştır.

Gross'tan sonra Grob (1957) ve Humphreys (1960) aynı görüşü desteklemişlerdir (34, 39). Ancak Gross vertikal sternotomi uygulamıştır ve sternum fiksasyonunu Jacob desteği ile fikse etmiş (38). Humphreys (1960) birden fazla kondrotomilerin yeterli olacağını belirtmiştir. Kostokondral bileşkede interkostal bant serbestleştirilmesi uygulamış, sternuma birden fazla wedge osteotomi uygulamıştır (39).

Bir diğer tartışma konusu, deforme olan sternumun normal pozisyona getirilebilmesi için ne tür osteotomi uygulanması gerektiğidir. Ravitch gibi birçok cerrah posterior osteotomiyi kullanmışlardır. Bazı cerrahlarda hem anterior hem de posterior osteotomiyi kullanmışlardır. Özellikle rotasyonel olan sternumda oblik osteotominin faydalı olabileceği ileri sürülmüştür (40).

Her yeni çıkan teknik, gözlenen bir eksikliği gidermek için veya hastaya daha az travmatik olmak için geliştirilmektedir. Her ne kadar nonoperatif teknik olsa da vakumlu sistem, yeni olması ve dikkate değer olması nedeniyle incelenmesi gerekli bir tekniktir. Haecker bu yöntemi 93 hastaya uygulamış ve sonuçların başarılı olduğunu vurgulamıştır (41).

Sonuç olarak, her uygulanan yöntemin avantaj ve dezavantajları vardır. Vurgulanması gereken hangi yöntemin değil, bu yöntemleri uygulayan ekibin en iyi hangisini yapabildiği ve en iyi sonucu, hasta memnuniyetini hangi yöntemden aldığı daha fazla önem kazanmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Ravitch MM. The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg* 1949;129:429-44. [\[Crossref\]](#)
2. Miscall L. In discussion of Dorner RA, Keil PG, Schissel DJ. *Journal of Thoracic Surgery* 1950;20:444-51.

3. Dorner RA, Keil PG, Schissel DJ. Pectus excavatum. Case report pre and postoperative angiocardigraphic studies. *Journal of Thoracic Surgery* 1950;20:444-51.
4. Wahren H. The use of a tibial graft as a retrosternal support in funnel chest surgery. *Acta Chir Scand* 1950;99:568-71.
5. Woods FM, Overholt RH, Bolton HE. Pectus excavatum. *Dis Chest* 1952;22:274-82.
6. Dailey JE. Repair of funnel chest using substernal osteoperiosteal rib graft strut; report of a case with four year follow-up. *J Am Med Assoc* 1952;150:1203-4.
7. May AM. Operation for pectus excavatum using stainless steel wire mesh. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1961;42:122-4.
8. Hoffman E. Surgical treatment of pectus excavatum by costosternoplasty with marlex mesh technique and case report. *Am Surg* 1966;32:261-5.
9. Ravitch MM. Chest wall deformities. In Gellis SS, Kagan BM (eds): *Current Pediatric Therapy*. Philadelphia WB Saunders Co 1964, p.395-7.
10. Brunner A. Zur operativen behandlung der trichterbrust. *Der Chirurg* 1954;25:303-5.
11. Actis-Dato A, Gentili R, Calderini P. Clinica e terapia chirurgica del Pectus excavatum. *Minerva Chirurgica* 1962;17:377-90.
12. Scheer R. Über eine neue methode der chirurgischen behandlung der trichterbrust. Die "gestielte umwendungsplastik" *Der Chirurg* 1957;28:312-4.
13. Wada J. Surgical correction of funnel chest "sternoturnover". *West J Surg Obstet Gynecol* 1961;69:358-61.
14. Wada J, Ikeda K, Ishida T, Hasegawa T. Results of 271 funnel chest operations. *Ann Thorac Surg* 1970;10:526-32. **[Crossref]**
15. Robicsek F, Daugherty H, Mullen D, et al. Technical considerations in the surgical management of pectus excavatum and carinatum. *Ann Thorac Surg* 1974;18:549-64. **[Crossref]**
16. Fonkalsrud EW, Mendoza J, Finn PJ, Cooper CB. Recent experience with open repair of pectus excavatum with minimal cartilage resection. *Arch Surg* 2006;141:823-9. **[Crossref]**
17. Fonkalsrud EW. Open repair of pectus excavatum with minimal cartilage resection. *Ann Surg* 2004;240:231-5. **[Crossref]**
18. Iida H, Sunazawa T, Ishida K, Doi A. Surgical repair of pectus excavatum not requiring exogenous implants in 113 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010;37:316-21. **[Crossref]**
19. Iida H. Surgical repair of pectus excavatum. *Gen Thorac Cardiovasc Surg* 2010;58:55-61. **[Crossref]**
20. Robicsek F. Marlex mesh support for the correction of very severe and recurrent pectus excavatum. *Ann Thorac Surg* 1978;26:80-3. **[Crossref]**
21. Luzzia L, Voltolinia L, Zachariasb J, et al. Ten year experience of bioabsorbable mesh support in pectus excavatum repair. *The British Association of Plastic Surgeons* 2004;57:733-40.
22. Kotoulas C, Papoutsis D, Tsolakis K, Laoutidis G. Surgical repair of pectus excavatum in young adults using the DualMesh 2-mm Gore-Tex. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2003;2:565-8. **[Crossref]**
23. Saxena AK, Schaarschmidt K, Schleef J, Morcate JJ, Willital GH. Surgical correction of pectus excavatum: the Münster experience. *Langenbeck's Arch Surg* 1999;384:187-93. **[Crossref]**
24. Saxena AK, Willital GH. Valuable lessons from two decades of pectus repair with the Willital-Hegemann procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;134:871-6. **[Crossref]**
25. Onishi K, Maruyama Y. Correction of pectus excavatum using a sternal elevator: preliminary report. *Br J Plast Surg* 2001;54:117-24. **[Crossref]**
26. Länsman S, Serlo W, Linna O, et al. Treatment of pectus excavatum with bioabsorbable polylactide plates: preliminary results. *J Pediatr Surg* 2002;37:1281-6.
27. Wang LS, Kuo KT, Wang HW, Yang CH, Chin T. A novel surgical correction through a small transverse incision for pectus excavatum. *Ann Thorac Surg* 2005;80:1951-4. **[Crossref]**
28. Gurkok S, Genc O, Dakak M, Balkanlı K. The Use of Absorbable Material in Correction of Pectus Deformities. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19:711-2.
29. Genç O, Gurkok S, Gözübüyük A, Dakak M, Caylak H, Yucel O. Repair of Pectus Deformities: Experience and Outcome in 317 Cases. *Ann Saudi Med* 2006;26:370-4.
30. Harrison MR, Ventura DE, Fechter R, Moran AM, Christensen D. Magnetic Mini-Mover Procedure for pectus excavatum: I. Development, design, and simulations for feasibility and safety. *J Pediatr Surg* 2007;42:81-6. **[Crossref]**
31. Harrison MR, Curran PF, Jamshidi R, et al. Magnetic mini-mover procedure for pectus excavatum II: initial findings of a Food and Drug Administration-sponsored trial. *Journal of Pediatric Surgery*. 2010;45:185-92. **[Crossref]**
32. Gürkök S, Çaylak H, Yücel O, et al. A new technique for pectus deformity surgery. III. International Workshop on the Minimally Invasive Repair of Pectus Deformities. İzmir 25-27 June 2010
33. Brandt G. Die verschiedenen formen der trichterbrust und ihre operative behandlung. *Thoraxchirurgie* 1953;1:57-64. **[Crossref]**
34. Grob M. Chirurgische erkrankungen des thorax, in lehrbuch der kinderchirurgie. Stuttgart, George Thieme Verlag; 1957. p.137.
35. Rehbein F, Wernicke HH. The operative treatment of funnel chest. *Arch Dis Child* 1957;32:5-8. **[Crossref]**
36. Paltia V, Parkkulainen KV, Sulama M, Wallgren GR. Operative technique in funnel chest. Experience in 81 cases *Acta Chir Scand* 1958;116:90-8.
37. Adkins PC, Blades B. A stainless steel strut for correction of pectus excavatum. *Surg Gynecol Obstet* 1961;113:111-3.
38. Gross RE. *The Surgery of infancy and childhood*. Philadelphia, WB Saunders; 1953. **[Crossref]**
39. Humphreys GH 2nd, Connolly JE. The surgical technique for the correction of pectus excavatum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1960;40:194-9.
40. Choi JB, Rim TG. Oblique wedge osteotomy for correction of asymmetric pectus excavatum in young children. *Ann Thorac Surg* 1994;57:235-6.
41. Haecker FM. The vacuum bell for treatment of pectus excavatum: an effective tool for conservation therapy. *J Clin Anal Med* 2011;2:1-4. **[Crossref]**