

6. Pektus Ekskavatum Cerrahisindeki Klasik Yöntemler

Op. Dr. Melike ÜLKER¹, Doç. Dr. Volkan ERDOĞU², Prof. Dr. Muzaffer METİN²

¹ Avrasya Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, İstanbul

² SBÜ, Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, İstanbul

ÖZET

Pektus ekskavatum, göğüs duvarı deformiteleri arasında en yaygın görülenidir ve erkeklerde daha sık rastlanır. Sıklıkla bağ dokusu hastalıkları, skolyoz ve kardiyovasküler anomalilerle ilişkilidir. Hastalar genellikle egzersiz intoleransı, ağrı ve kozmetik kaygılar nedeniyle başvurur. Deformitenin derecesi Haller indeksi ile belirlenir; cerrahi endikasyon için 3.25'in üzerindeki değerler dikkate alınır. Cerrahi tedavide en sık uygulanan yöntemler minimal invaziv Nuss prosedürü ve açık Ravitch prosedürüdür.

GİRİŞ

Göğüs duvarı deformiteleri sık görülen deformiteler olup, insidansı 1/400 ve 1/1000 arasındadır. Erkeklerde daha sık görülmektedir. Etiyolojisi tam olarak açıklanamamakla birlikte en yaygın kabul edilen hipotez kotların ve kostal kartilajların aşırı büyümesi ile sternal bölgenin antero-posterior alanda öne veya arkaya doğru yer değiştirmesi ile oluştuğu düşünülmektedir. Olguların çoğunda ailevi ilişkide görülmektedir. Toraks deformitelerine, iskelet sisteminin diğer anomalilerinin yanında kardiyovasküler, gastrointestinal ve genitoüriner anomalilerin de eşlik edebileceği unutulmamalıdır. Sıklıkla kardiyovasküler anomaliler eşlik ettiği için bu grup hastalarda muhakkak EKO ile değerlendirme önerilmektedir (1-4).

Pektus ekskavatum, toraks deformiteleri içerisinde en sık görülenidir. Her canlı doğumda görülme insidansı 1/200'dür. Çoğunlukla doğum sonrası fark edilmekte olup, erkek çocuklarda kız çocuklara göre 4/1 oranında daha fazla görülmektedir. Konnektif doku

bozukluklarının eşlik ettiği durumlarda mevcuttur. Marfan Sendromu'nda %60 oranında görülmele beraber, Loeys-Dietz ve Ehler-Danlos sendromlarında da görülebilmektedir. Konjenital diyafragma sorunları, pektus ekskavatum eşlik eden diyafragma hernisi ve diyafragma agenezisi ile karışabilmektedir. Prune belly sendromu da genellikle pektus ekskavatum eşlik etmektedir. Skolyoz ile pektus ekskavatum ilişkisi de sıklıkla göstermektedir (5-11).

Çocukluk çağı deformiteleri fizyolojik, ortopedik ve psikolojik bozukluklara neden olabilmektedir. Klinik prezentasyon şekli üç kategoride incelenebilir; ağrı, egzersiz intoleransı ve kozmetik görünüm. Ağrı genellikle sternal depresyona bağlı meydana gelir. Sternal depresyonun derecesine bağlı olarak da egzersiz intoleransı görülmektedir. Kozmetik kaygı, adolesan çağındaki çocuklarda görülmekte olup, toplum içerisinde farklı gözükmeye kaygısı taşırlar. Yüzme gibi faaliyetlerden uzak durma, deformitenin görülmesinden çekinme gibi psikolojik etkileri vardır (1-6).

Pektus ekskavatum derecesi, Haller indeksine göre belirlenmektedir. Haller indeksi, pektus indeksi olarakta bilinmektedir. Toraks bilgisayarlı tomografisinde (BT) göğüs kafesini değerlendirmek ve tanımlamak için kullanılan matematiksel bir orandır. BT'deki aksiyel kesitte maksimum transvers uzunluğunun, minimum antero-posterior (sternum-vertebra arası bölge) uzunluğa bölünmesi ile ortaya çıkan sayısal veridir. Pektus ekskavatum hastalarında:

- Hafif deformite: 2.5-3.2
- Orta şiddette deformite: 3.2-3.5
- Şiddetli deformite: 3.5 ve üzeri
- Cerrahi endikasyon: 3.25-3.5 ve üzeri olarak kabul edilir (4,12).

Genellikle, bu hastalar ameliyat öncesinde tahmin edilen akciğer kapasitesinin %80 ile %85'ine sahiptir. Birinci saniye zorlu ekspiratuvar hacim (FEV₁)'de benzer oranlardadır. Ameliyat sonrası pulmoner fonksiyon testleri, son vital kapasite ve FEV₁ açısından değişkenlik gösterebilmektedir. İlginç bir şekilde, Nuss prosedürünün birincil olarak uygulandığı hastalarda vital kapasite ve FEV₁'de bir miktar iyileşme gözlemlenirken, Ravitch prosedürü uygulanan hastalarda bu durum görülmemiştir. Ancak ameliyat öncesi ve sonrası pulmoner fonksiyon testleri arasındaki farklar, uygulanan prosedürden bağımsız olarak istatistiksel olarak anlamlı değildir (13-16).

Bugüne kadar yapılan en büyük çalışmalardan biri, Kelly ve arkadaşları tarafından yürütülen çok merkezli bir çalışmadır. Bu çalışmaya toplam 327 hasta dahil edilmiş ve 182'si tam takip protokolünü tamamlamıştır. Hastaların çoğunluğu Nuss prosedüründen geçerken, yaklaşık %15'i Ravitch ameliyatı olmuştur. Pulmoner fonksiyon testlerinde hafif bir iyileşme gözlenmiş, ancak bu değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Vital kapasite, tahmin edilen %88'den %93'e yükselmiş, FEV₁ ise %87'den %90'a çıkmıştır. Toplam akciğer kapasitesi, tahmin edilen %94'ten %100'e yükselmiştir (17).

Cerrahi Teknik

Yıllar içinde Meyer ve Sauerbruch tarafından gerçekleştirilen ilk prosedürlerden bu yana çeşitli cerrahi teknikler önerilmiştir (18,19). Günümüzde kendi adıyla anılan cerrahi tekniği geliştiren Ravitch, pektus ekskavatum onarmak için deforme olmuş tüm kostal kırıkdağları perikondrium ile birlikte rezeke etmiş, ksifoid çıkıntıyı sternumdan ayırmış ve transvers bir sternal osteotomi gerçekleştirmiştir. Ster-

num, Kirschner telleri veya kalın ipek sütürler kullanılarak anteriora doğru hafif aşırı düzeltilmiş bir pozisyonda sabitlenmiştir (20).

Bu prosedür, Baronofsky ve Welch tarafından modifiye edilmiş olup, perikondriumun korunmasının ve sternuma olan bağlantılarının önemini vurgulamıştır. Bu değişiklik, kostaların rejenerasyonu için hücresel mekanizmayı sağlamıştır. Prosedürdeki en önemli son büyük değişiklik, kostaların rejenerasyonunu beklerken destek sağlamak amacıyla sternumun içinden veya altından yerleştirilen bar ile destek kullanılması olmuştur (21,22).

Orijinal prosedürün temel yöntemi ile bu modifikasyonların birleşimi, cerrahların pektus ekskavatumu onarmak için sık kullandıkları "Ravitch prosedürü" olmaya devam etmektedir. Deformitelerin düzeltilmesi için günümüzde en sık uygulanan yöntem "Nuss prosedürü" iken deformitenin asimetrik olduğu bazı olgularda da "Ravitch yöntemi" uygulanmaktadır.

Minimal İnvaziv Pektus Ekskavatum Onarımı (MIRPE)

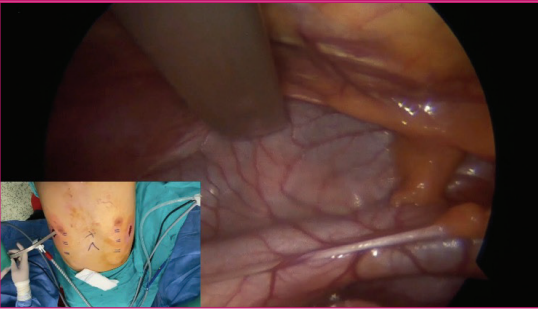
Pektus ekskavatumun minimal invazif onarımı (MIRPE), Nuss prosedürü olarakta bilinir, 1998'te tanıtıldığından beri tüm dünyada giderek yaygınlaşmıştır. Yapılan çalışmalarda, tekniğin tüm dünyada kullanımı sonrası kısa ve uzun vadede etkinliği ve güvenliği gösterilmiştir (23,24). Nuss prosedürü, preoperatif görüntüleri Resim 1'de gösterilmiştir. Resim 2-4'te olgu sunumları ile Nuss prosedürü uygulanan vakalar belirtilmiştir.

Genel anestezi altında entübe edildikten sonra supin pozisyon verilir. Göğüs incelenerek sternumun en fazla çıktığı seviyeyi belirlenir. İki orta aksiller çizgi boyunca göğsü çaprazlayan bir anterior çizgi çizilir ve çöküntünün başladığı nokta işaretlenir. Ayrıca, çöküntünün başladığı medial bölgedeki interkostal alanlar da işaretlenir, çünkü bar bu bölgeden göğüs içine yerleştirilecektir. Kesiler, göğüs duvarının her iki yanında, orta aksiller çizginin hemen anterioruna yerleştirilir ve bu kesilerden önce işaretlenen interkostal bölgelere kadar bilateral subkutan tüneller oluşturulur. Kesilerin yönelimi, inframamaria kıvrım boyunca enine veya oblik olabilir. Sağ lateral göğüs duvarı insizyonunun alt sınırı kullanılarak, 5 mm'lik torakoskopik kamera kanül sağ göğse, orta aksiller çizginin biraz önüne yerleştirilir.

Torakoskopik görüntüleme kullanılarak plevral boşluğa girilir ve sternumun arkasında perikard ile sternum arasında bir boşluk oluşturmak için S-şekli

bir aletle diseksiyon yapılır (Resim 1A). Daha sonra, enstrümanın ucu kontralateral interkostal bölgeye yönlendirilerek diseksiyona devam edilir. Alet dik-katlice yönlendirilerek sol göğüs yoluyla sol lateral göğüs insizyonundan çıkması sağlanır. Sternumu küçük bir subksifoid insizyon ile yükseltme teknikleri önerilmektedir. Enstrüman sol göğüs insizyonundan çıktıktan sonra, ucuna naylon teyp bağlanarak sağ göğüse doğru çekilir (Resim 1B). Önceden şekillendirilmiş bar, sternumun arkasından göğsün içinden geçirilerek her iki taraftan dışarı çıkacak şekilde yerleştirilir (Resim 1C). Daha sonra bu bar 180 derece

Resim 1A. Torakoskopik görüntüleme ile kılavuz çubuğun sternum ile perikardiyal bölge arasından geçişini göstermektedir.



Resim 1B. Kılavuz çubuk karşı hemitorakstan çıkarıldıktan sonra teyp ile işaretleme yapılır.



Resim 1C. Daha önceden hazırlanmış pektus barı rehber olacak teypte bağlanarak sternum altından geçirilecektir.



döndürülerek sternum ve ön göğüs duvarı normal pozisyonuna getirilir. Barın dönmesini veya yerinden çıkmasını önlemek için lateral olarak göğüs duvarına sabitlenmesi amacıyla stabilizatörler kullanılır. Bazı durumlarda, distal sternumun aşırı posterior açılması ek bir barın yerleştirilmesini gerektirebilir. Bu gibi durumlarda, stabilizatörler her iki barda, ancak karşılıklı taraflara yerleştirilir (Resim 2).

Ravitch Yöntemi

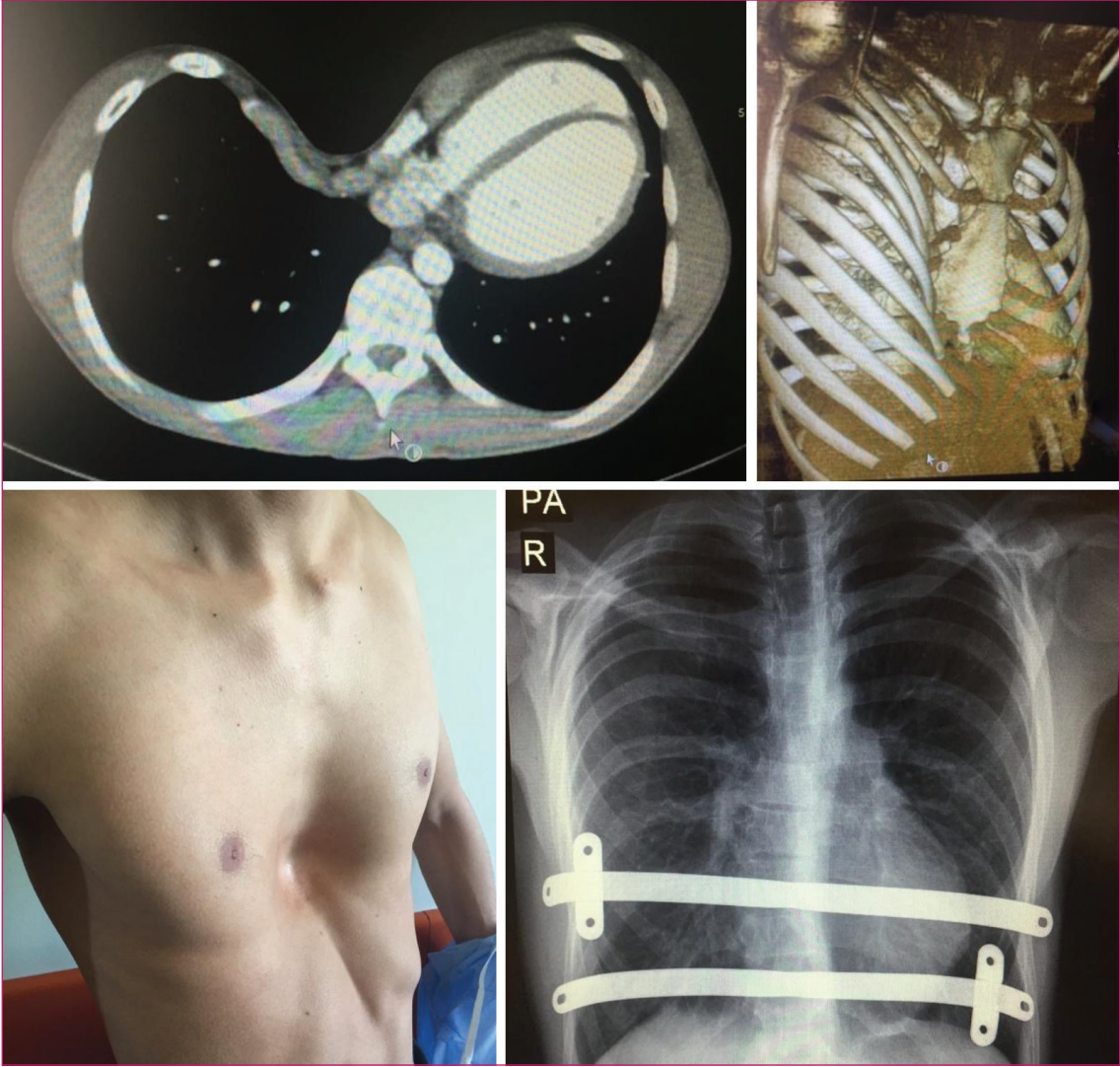
Erkek hastalar için kesi genellikle alt sternum hatında ortada yapılırken, kadın hastalar için bilateral inframammariyan kesi tercih edilir. Kadın hastalarda meme gelişimini ve büyümesini olumsuz etkileyebilecek insizyonlardan kaçınılmalıdır.

Diseksiyon, pektoralis ve rektus abdominialis kaslarını etkileyen kostaların üzerinden kaldırmak için genellikle orta hattın klavikula çizgilerine kadar yapılır. Etkilenen kostal kırıklar daha sonra sternumdan ya kostokondral bileşkeye ya da kostaların daha normal bir kontur kazandığı noktaya kadar rezeke edilir. Bu işlem, perikondriyal kılıfların mümkün olduğunca korunarak subperikondriyal bir şekilde gerçekleştirilir. Böylece, sternum normal pozisyonunu aldıktan sonra kostal yapıların yeniden büyümesi sağlanır. Ksifoid çıkıntı, genellikle anteriora doğru yöneldiği için çıkarılır. Çıkarıldıktan sonra, sternumun arkasındaki mediastinuma kolay erişim sağlanır. Bu bölge, sternumun posteriora doğru eğim kazanmaya başladığı seviyeye kadar diseke edilir. Daha sonra, küçük üçgen şeklinde bir sternum segmentinin çıkarıldığı bir kapatma kama osteotomisi uygulanır, ancak sternumun posterior tablosu korunur.

Göğüs duvarında asimetri olup sternumun, genellikle sağa doğru, rotasyona uğradığı durumlarda, sternum tekrar doğru pozisyona döndürülür. Sternumun arkasında bir taraftan diğerine yaklaşık 2 cm sefalik diseksiyon gerçekleştirilir. Destek sağlamak amacıyla, bu seviyeye bar yerleştirilir. İlave edilen bu barın, lateralde bırakılan kostalar üzerinde yeterince uzun olmalıdır. Ön göğüs duvarının doğal eğrilğine uyum sağlaması için barın hafifçe bükülmesi gerekebilir.

Bar daha sonra her iki uçtan yumuşak dokuya sütür ile sabitlenir. Wedge osteotomisi, kalın emilmeyen sütürlerle desteklenir. Bazı cerrahlar, kapanıştan önce subpektoral boşluğa dren yerleştirir, ancak bu her zaman gerekli görülmemektedir. Bazı cerrahlar sağ plevral boşluğu açarak torakostomi tüpü yerleştirmektedir, ancak bunun nadiren gerekli olduğu düşünülmektedir. Son olarak, pektoralis kası orta hatta kapatılarak sternumun periosteumuna tutturulur.

Resim 2. Haller indeksi yüksek, ileri derece pektus ekskavatumu mevcut olguda preoperatif dönem 3D-toraks görüntülemesi kullanılmış olup, Nuss prosedürü ile çift bar konularak deformite düzeltilmiştir.



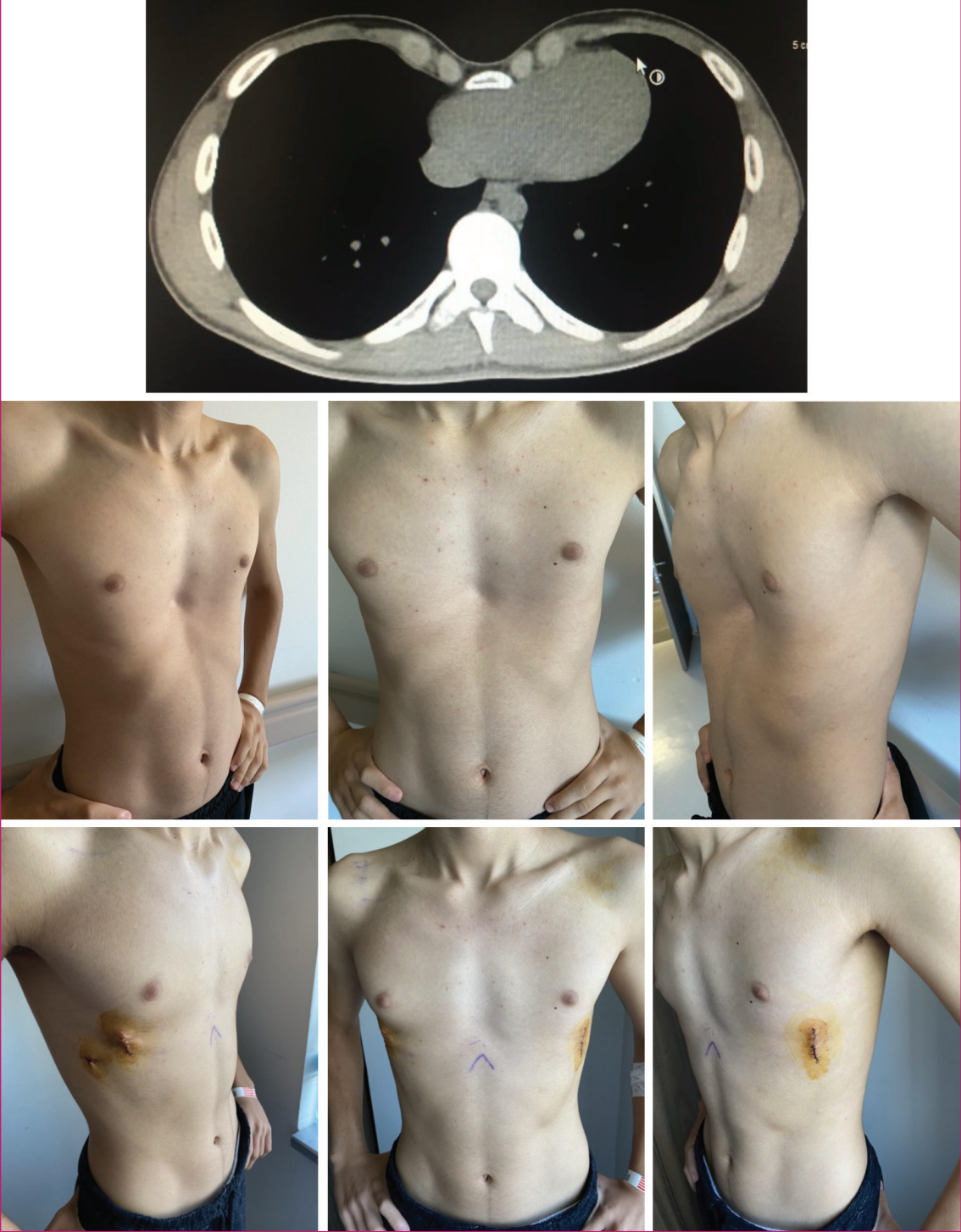
Önemli Noktalar

Günümüzde, pektus ekskavatum ameliyatlarının büyük çoğunluğu ya Nuss ya da modifiye Ravitch prosedürleri ile gerçekleştirilmektedir. Orijinal prosedürlerde yıllar içinde bazı değişiklikler yapılmış olsa da Ravitch prosedüründe esaslı bir değişiklik olmamıştır. Bu iki ameliyat arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılık sonucu oluşan veriler, ameliyat süresi açısından Nuss prosedürünün daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Ancak Nuss ameliyatında intravenöz analjeziklerin ve/veya epidural anesteziğin kullanımı daha uzun sürmekte ve hastanede kalış süresi genellikle daha fazla olmaktadır. Minör ve majör komplikasyonlar açısından bakıldığında, Nuss

prosedüründe komplikasyon oranı daha yüksektir. Nuss prosedüründe en sık karşılaşılan sorunlardan biri de bar kaymasıdır. Bu sorunu azaltmak için barın her iki tarafına stabilizatör eklenebilir. Ravitch prosedüründe kullanılan destek yapıları da nadiren yerinden çıkabilir, ancak bu durum oldukça nadir görülmektedir. Genel olarak, literatürde bildirilen komplikasyon oranları benzerdir (Tablo 1) (25-27).

Literatürde hem Nuss hem de Ravitch prosedürleri için komplikasyonlar ayrıntılı şekilde incelenmiştir (Tablo 2). Nuss prosedürüne ait büyük komplikasyonlar, çoğu merkezde erken deneyim döneminde daha yüksek oranlarda görülmüştür; bu durum kısmen öğrenme eğrisine bağlıdır. Komplikasyonların

Resim 3. Pektus ekskavatumlu olgunun preoperatif toraks tomografi kesiti, preoperatif ve postoperatif görüntüleri gösterilmiştir. Nuss prosedürü kullanılarak tek bar yerleştirilmiştir.



azaltılmasında torakoskopinin kalp ve perikardiyal yaralanmaları önlemek amacıyla kullanılması önemli bir rol oynamıştır. Ayrıca, bar rotasyonunu veya yerinden çıkmasını önlemek için göğüs duvarının yan tarafına yerleştirilen stabilizatörler de bu sürece kat-

kı sağlamaktadır. Deneyimli cerrahların elinde, iki prosedür arasındaki komplikasyon insidansı açısından belirgin bir fark bulunmamaktadır (28-30).

Resim 4. Asimetrik pektus ekskavatumlu olguda Nuss prosedürü uygulanarak yapılan deformite düzeltme ameliyatı öncesi ve sonrası fotoğrafları gösterilmiştir.



Tablo 1. Nuss ve Ravitch prosedürlerinin karşılaştırılması.

	Nuss (Pediatrik)	Ravitch (Pediatrik)	Nuss (Erişkin)	Ravitch (Erişkin)
Ameliyat süresi (dakika)	86 (65-198)	166 (84-282)	94 (65-198)	191 (165-217)
Kan kaybı (mL)	29 (4-90)	111 (80-200)		
Komplikasyon (%)	38 (4-98)	12.5 (1.3-63)	21 (0-100)	8
Bar kayması (%)	6.6 (0.8-33.3)	6.4 (0-50)	6.1 (2-25)	0
Epidural kateter süresi (gün)	2.5 (0-3)	0.6 (0-1.3)	3 (2.8-3)	0
Hastane kalış süresi (gün)	6.1 (3.1-10)	5 (3.1-6.2)	7.3 (4-10)	2.9
Tekrarlayan ameliyat oranı (%)	6.3 (0-23)	5.3 (0-17)	5.3 (0-42)	3.3 (1-10)
Hasta memnuniyeti (%)	95 (83-97)	96 (83-99)	88 (64-92)	91

Tablo 2. Ravitch ve Nuss prosedürlerinde komplikasyonların karşılaştırılması.

	Ravitch (%)	Nuss (%)
Majör Komplikasyonlar		
Kardiyak perforasyon	0	0.5
Bar dislokasyonu (Reoperasyon gereken)	1	2.5
Enfeksiyon (Bar çıkarılması gereken)	0	1
Minör Komplikasyonlar		
Pnömotoraks	1.5	8
Plevral efüzyon (Drenaj gereken)	1	8
Perikardiyal yaralanma (Kardiyak yaralanma yok)	0	4
Atelektazi	2	3
Uzamış ağrı durumu (Tekrar yatış gereken)	0	2
İnterkostal kaslarda rüptür	0	9
Metal alerjisi (Bar çıkarılması gereken)	0	2
Aşırı düzeltme sonrası gelişen pektus karinatum	0	2

Teşekkür notu: Yazının görsellerle zenginleşmesini sağlayan ve kişisel arşivini bizimle paylaşan Doç. Dr. Murat Akkuş'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1. Shamberger RC. (1994). Chest wall deformities. In Shields TW (eds), General Thoracic Surgery, (529-557). Baltimore/Philadelphia: Williams&Wilkins.

2. Fonkalsurd EW, Salman T, Guo W, et al. Repair of pectus deformities with sternal support. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1994;107:37-42.
3. Pilegaard HK, Licht PB. Early results following the Nuss operation for pectus excavatum-single-institution experience of 383 patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2008;7(1):54-57.
4. Haller JA, Kramer SS, Lietman SA. Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: A preliminary report. *J Pediatr Surg.* 1987;22: 904-906.
5. Shamberger RC, Welch KJ. Surgical repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 1988;23:615-622.
6. Golladay ES, Char F, Mollit DL. Childeren with Marfan's syndrome and pectus excavatum. *South Med J.* 1985;78:1319-1323.
7. Cobben JM, Oostra RJ, van Dijk FL. Pectus excavatum and carinatum. *Eur J Med Gen.* 2014;67:414-417.
8. Greig JD, Azmy AF. Thoracic cage deformity: A late complication following repair of an agenesis of diaphragm. *J Pediatr Surg.* 1990;25:1234-1235.
9. Vanamo K, Peltonen J, Rintala R, et al. Chest wall and spinal deformities in adults with congenital diaphragmatic defects. *J Pediatr Surg.* 1996;31:851-854.
10. Welch KJ, Kraney GP. Abdominal musculature deficiency syndrome: Prune belly. *J Urol.* 1974;111:693-700.
11. Wang Y, Chen G, Xie L, et al. Mechanical factors play an important role in pectus excavatum with thoracic scoliosis. *J Cardiothor Surg.* 2011;7:118-120.
12. Jason M, Fischer, Dawn E, et al. The predictive value of Haller index in patients undergoing pectus excavatum repair. *The Annals of Thoracic Surgery.* 2011;91(6):1767-1772.
13. Morshuis WJ, Folgering HT, Barentsz JO, et al. Exercise cardiorespiratory function before and one year after operation for pectus excavatum. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1994;107:1403-1409.
14. Quigley P, Haller JA, Jeliu KL, et al. Cardiorespiratory function before and after corrective surgery in pectus excavatum. *J Pediatr.* 1996;128:638-643.
15. Sigalet DL, Montgomery M, Harder J. Cardiopulmonary effects of closed repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 2003;38:380-385.
16. Malek MH, Berger DE, Marelich WD, et al. Pulmonary function following surgical repair of pectus excavatum: a meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006;30:637-643.
17. Kelly RE, Mellins RB, Shamberger RC, et al. Multicenter study of pectus excavatum, final report: Complications, static/exercise pulmonary function and anatomic outcomes. *J Am Coll Surg.* 2013;217:1080-1089.
18. Meyer L. Zur chirurgischen Behandlung der angeborenen Trichterburst. *Verh Berl Med Gesellschaft.* 1911;42:364.
19. Sauerbruch F. Die chirurgie der Brustorgane. Berlin:Springer. 1920:437.
20. Ravitch MM. The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg.* 1949;129:429-444.
21. Baronofsky ID. Technique for the correction of pectus excavatum. *Surgery.* 1957;42:884-890.
22. Welch KJ. Satisfactory surgical correction of pectus excavatum deformity in childhood: A limited opportunity. *J Thorac Surg.* 1958;36:697-713.
23. Nuss D, Kelly R, Croitoru D. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg.* 1998;33:545-552.
24. Nuss D. Minimally invasive surgical repair of pectus excavatum. *Semin Pediatr Surg.* 2008;17:209-217.
25. Johnson WR, Fedor D, Singhal S. Systematic review of surgical treatment techniques for adult and pediatric patients with pectus excavatum. *J Cardiothorac Surg.* 2014;9:25.
26. Castellani C, Schalamon J, Saxena AK, et al. Early complications of the Nuss procedure for pectus excavatum: A prospective study. *Pediatr Surg Int.* 2008;24:659-666.
27. Nasr A, Fecteau A, Wales PW. Comparison of the Nuss and the Ravitch procedure for pectus repair: A meta-analysis. *J Pediatr Surg.* 2010;45:880-886.
28. Molik KA, Engum SA, Rescorla FJ, et al. Pectus excavatum repair: Experience with standard and minimal invasive techniques. *J Pediatr Surg.* 2001;36:324-328.
29. Fonkalsrud EW, Beanes S, Hebra A, et al. Comparison of minimally invasive and modified Ravitch pectus excavatum repair. *J Pediatr Surg.* 2002;37:413-417.
30. Nuss D, Croitoru DP, Kelly RE, et al. Review and discussion of the complications of minimally invasive pectus excavatum repair. *Eur J Pediatr Surg.* 2002;12:230-234.