

DİYAFRAM PARALİZİSİ VE EVANTRASYONU

PARALYSIS AND EVENTRATION OF THE DIAPHRAGM

İrfan Yalcinkaya

Süreyyapaşa Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

e-mail: yalcinkayairfan@hotmail.com

doi:10.5152/tcb.2013.40

Özet

Diyafram paralizi ve evantrasyonu, ender olup sıklıkla solda görülür. Bilhassa eforla artan dispne gibi solunumsal şikayetler yanında gastrointestinal şikayetler de olabilir. Erişkinlerde semptom varsa ve/veya solunum fonksiyon değerleri düşükse ameliyat endikedir. Bu amaçla uygulanan plikasyon, son yıllarda minimal invaziv cerrahi ile yapılmakta olup sonuçlar yüz güldürücüdür.

Anahtar kelimeler: Diyafram, paralizi, evantrasyon, plikasyon, torakoskopi, minimal invaziv cerrahi

Abstract

Diaphragmatic paralysis and eventration are rare and more often seen on the left side. Besides respiratory complaints such as dyspnea increased by effort, gastrointestinal complaints can be present as well. If there are symptoms and/or lung function values are low, surgery is indicated in adults. Plication, applied for this purpose, has been performed by minimally invasive surgical procedures in recent years. The results have been satisfactory.

Key words: Diaphragm, paralysis, eventration, plication, thoracoscopy, minimal invasive surgery

Diyafram paralizi ve evantrasyonu nadir görülür. Bazen başka bir nedenle inceleme yapılırken tesadüfen rastlanabilen, sıklıkla solda olan ve kolay tanı konulabilen bir klinik tablodur.

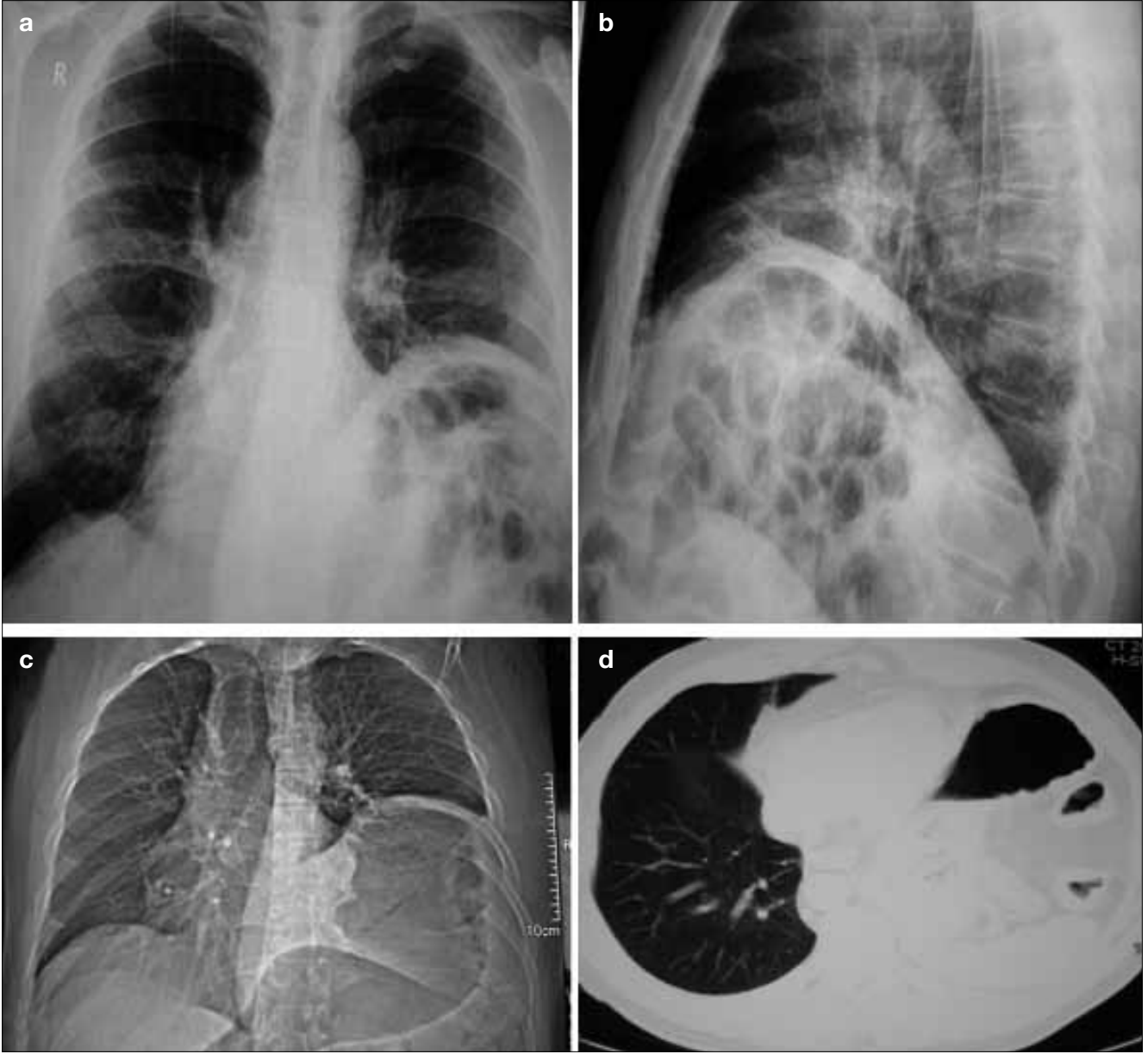
Sebebi her zaman tam olarak açıklanamasa da, doğumsal ve edinsel diyafram yükselmeleri, felce bağlı ve bağlı olmayan olmak üzere ikiye ayrılır. Kalp cerrahisi, travmalar, tümörler, kas-sinir hastalıkları, granülomatöz hastalıklar (Tüberküloz, vb.) ve timus cerrahisi en çok bilinen nedenlerdir. Bazı hastalarda neden ortaya konabilmesine rağmen, hala birçok hastada sebep açıklanamamaktadır. Bu hastalarda bazı viral enfeksiyonlar, diyafram yükselmesinden sorumlu tutulmaktadır (1).

KLİNİK

Yükselmiş olan diyafram ile birlikte ileri derecede distandü mide ve bağırsaklar tabloya eşlik eder. Progressif olabilen veya eforla artabilen dispne gibi solunumsal şikayetler yanında epigastrik ağrı, şişkinlik gibi gastrointestinal şikayetler ve hatta çarpıntı, hıçkırık

gibi belirtiler de olabilir. Dispnenin özellikle efor gerektiren durumlarda artması ve hasta yattığında ve özellikle sağlam diyafram tarafına yatıldığında belirginleşmesi dikkati çeker. Dispnenin; morbid obezite, primer akciğer hastalığı, konjestif kalp yetmezliği gibi patolojiler açısından ayırıcı tanısı dikkatlice yapılmalıdır.

Diyafram yüksekliğinin paralizi mi, yoksa sadece evantrasyon mu olduğu tedavi açısından önemli olmayıp sadece etyolojiyi aydınlatma açısından değeri vardır. Bu amaçla istenirse fluoroskopi eşliğinde “sniff-koklama” testi ile diyaframda paradoksal hareket varlığı araştırılabilir. Yine etyolojiyi aydınlatmak, ayırıcı tanıya gitmek, başka patolojileri ekarte etmek ve klinik tablonun derecesini ortaya koymak için anamnez ile birlikte standart akciğer grafisi, bilgisayarlı toraks tomografisi, solunum fonksiyon testi ve gerekirse başka incelemeler yapılabilir. İstenirse düz ve yan akciğer grafisinde evantrasyona bağlı yükseklik de hesaplanabilir. Bilgisayarlı tomografi skenogramında hasta yattığı için evantrasyon daha da belirginleşir ve gaz dolu mide - bağırsaklar daha iyi görüntülenir (Resim 1a-d).



Resim 1. İlk vakanın grafileri (a) Arka-ön akciğer grafisi (b) Yan grafi (c) Bilgisayarlı toraks tomografisi-skenogram (d) Bilgisayarlı toraks tomografisi kesiti

CERRAHİ

Tek taraflı diyafram paralizi ya da evantrasyonu varlığında, erişkin hastalar solunum açısından minimal semptomatik ya da asemptomatik olabilirken, yenidoğan ve çocuklar ciddi solunum güçlüğü ile karşımıza çıkabilir. Bu nedenle cerrahi plikasyon, yenidoğan ve çocuklarda ayrıca ventilatör bağımlı diyafram paralizisinde sıklıkla gerekli olabilirken, erişkin hastalarda yalnızca semptom olduğunda endikedir (2-4).

Plikasyon, diyaframın paralizi ve evantrasyonunda kullanılan cerrahi bir yöntemdir (1,2). Diyafram paralizi ve evantrasyonunun her ikisinin de etyolojileri farklı

olmasına rağmen, fizyopatolojileri birbirine benzer ve her iki patoloji de aynı cerrahi yöntemle onarılır. Cerrahi plikasyonun amacı; atrofik, ince, gevşek ve yükselmiş olan diyaframı gergin ve stabilize ederek inspirium sırasında paradoks hareketi engellemektir. Semptomatik unilateral diyafram paralizi veya evantrasyonu olan hastalarda, plikasyon ile abdominal organların inspirium sırasında ipsilateral toraksa kayması engellenir. Böylece kontrlateral akciğerin şişmesi için yeterli olacak intratorasik negatif basınç sağlanır. Atelektazi ve akciğer içi şantlar düzelir. Hasta daha iyi bir egzersiz performansı ve akciğer fonksiyonu kazanır.



Resim 2. Ameliyat sahası

Plikasyon

İlk başarılı diyafram plikasyonunu 1923 yılında Morrison bildirmiştir (2). Yine literatürde video-yardımlı torakoskopik cerrahi (VATS) ile ilk diyafram plikasyonu bildirimi de 1995’de Gharagozloo ve arkadaşlarına aittir (5).

Literatürde plikasyon; standart posterolateral torakotomi, lateral mini torakotomi, torakoskopi yardımlı mini torakotomi uygulanabildiği gibi, üç ya da dört port kullanılarak yalnızca VATS ile de yapılmıştır. Az da olsa laparoskopi de kullanılmıştır. VATS’da port sayıları kadar portların 5 ya da 10 mm’lik oluşu da bahis konusu edilmiştir. Plikasyon; aralıklı, devamlı ya da U şeklinde non-absorbabl teflon plejitle veya plejitsiz dikişlerle yapılabildiği gibi, bu amaçla stapler ve nüksleri önlemek için yama dahi kullanılmıştır (5-14). Hatta torakoskopik yaklaşımın teknik güçlüklerle yol açabildiği ve diyaframda yeterli gerginliği sağlamadığı gerekçesiyle standart torakotomi yaklaşımı bile savunulmuştur (14,15).

Günümüzde minimal invaziv cerrahi yaklaşımı plikasyon için yeterlidir ve birçok avantajı da beraberinde getirmektedir. Diyaframda yeterli ve etkili gerginlik sağladığı gibi teknik olarak kolaydır ve herhangi bir nüks de görülmemiştir, bu nedenle ilave olarak bir yama uygulamasına da gerek yoktur. Yama, yalnızca maliyeti arttırmakla kalmayacak, yabancı cisim olması nedeniyle enfeksiyon gelişme ihtimali de mevcuttur.

Minimal invaziv cerrahi uygulamalarındaki avantajlar plikasyonda da geçerlidir. Daha kozmetik, daha az ağrı, ameliyat süresinin kısa olması, hastanede kalış süresinin kısılması ve elbette daha az komplikasyon söz konusudur. Ayrıca bilindiği gibi torakotomi sonrası ağrı nedeni ile akciğer kompliyansında azalma ve solunum iş yükünde artma gerçekleşir. Fonksiyonel rezidüel kapasitede %35 oranında düşme görülür. VATS plikasyonda, kısa ve uzun dönem takiplerde solunum fonksiyon parametrelerinde de ciddi düzeltilmeler bildirilmiştir (15-17). Son yapılan dokuz vakadan oluşan ve

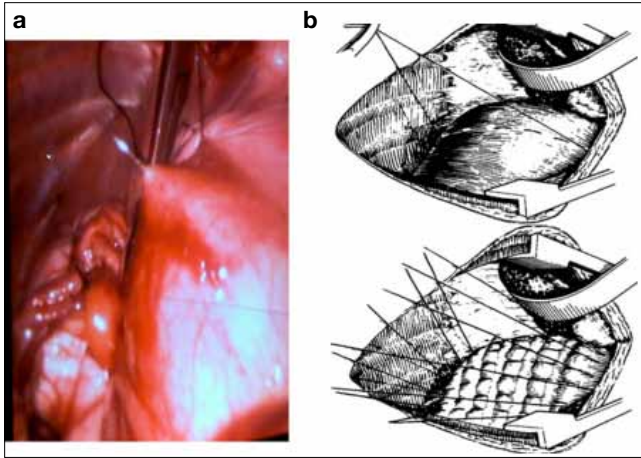
değişik yaklaşımların uygulandığı bir çalışmada, plikasyon sonrası tidal volümlerin arttığı, solunum sıklığının azaldığı ve maksimal ekzersiz kapasitenin ise değişmeden kaldığı gösterilmiştir (18). Literatürde VATS plikasyon ile ölüm bildirilmemişken, torakotomi ile yaklaşımda değişik komplikasyonlar sonucu kaybedilen vakalar dahi bildirilmiştir (15,17). Torakoskopik yaklaşıma engel ya da açık torakotomiye dönme iki nedenle mümkündür. Birincisi hastanın tek akciğer ventilasyonunu tolere edememesi, bir diğeri de ileri derecede plevral yapışıklıklar olarak zikredilebilir. Son yıllarda göğüs cerrahisi ameliyatlarında gündeme gelen robotik cerrahi ile plikasyon yapılabilirse de bunun maliyet açısından verimli olmadığı kanaatindeyim.

Ameliyat Tekniği

Hasta ameliyat masasına standart posterolateral torakotomi yapılacak gibi lateral dekübit pozisyonunda, baş kısmı 45 derece yukarıda olacak şekilde yatırılır. Böylece batın organları aşağı alınmış ve ameliyat sırasında diyaframa daha az bası yapılmış olur. Ameliyat tarafındaki kolun endokameranın hareketlerine engel olmamasına dikkat edilir. Mide dekompresyonu için nazogastrik sonda takılır. Bu özellikle önemlidir. Cerrah hastanın sol tarafta önünde, sağda ise arkasında durur; bir asistan endokamerayı kumanda eder (Resim 2).

Ön koltuk altı çizgisi hizasında 3. ya da 4. interkostal aralıktan endokamera için 10 mm’lik port deliği açılır. Düz optik kullanmak yeterlidir. O taraf akciğer söndürüldükten sonra ekrandan diyaframın göğüs duvarına yapıştığı yer saptanır. Diyaframın göğüs duvarına yapıştığı yerden bir-iki kot yukarıda orta koltuk altı çizgisiyle kesiştiği yerden 3-4 cm’lik utility torakotomi (genellikle 7 ya da 8. interkostal aralık) açılır. Bu yer gerekirse bir enjektör ucu göğüs duvarına batırılıp ekrandan bakılarak belirlenebilir. Bu şekilde hem diyaframı gergin hale getirip sabitleyeceğimiz seviye belirlenir, hem de açık cerrahi aletler (ya da varsa tercihan torakoskopi için geliştirilmiş açık aletler) ile çalışabilmek için uygun alan sağlanmış olur. Utility torakotomide, interkostal kaslar mini ekartör konularak açılır, böylece hem aletler rahatlıkla kullanılabilir ve hem de düğümler kolayca atılabilir.

Burada şöyle bir soru sorulabilir. Çok küçük de olsa utility torakotomi açıldığına ve pediyatrik veya başka bir küçük ekartör kasları aralamak için interkostal aralığa yerleştirildiğine göre bu yöntem, video-yardımlı torakoskopik cerrahi olarak nitelenebilir mi? Aslında bu yöntem videotorakoskopi yardımlı mini torakotomi veya minimal invaziv cerrahi ile diyafram plikasyon yöntemi demenin daha doğru olduğu kanısındayım.



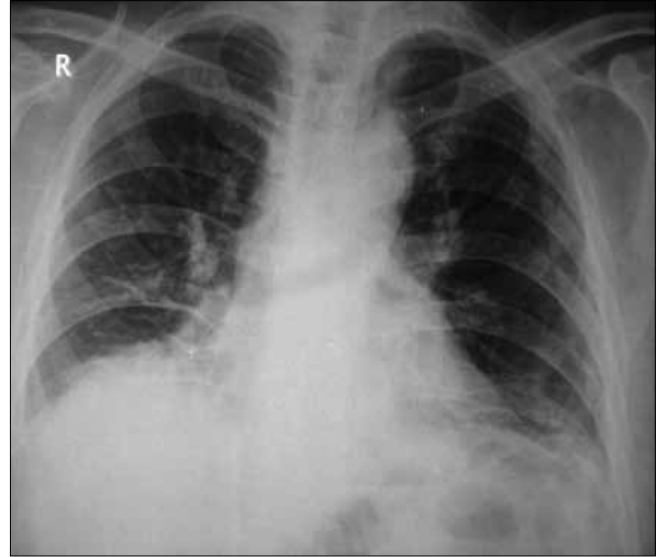
Resim 3. Plikasyon işlemi (a) ameliyattan bir görünüm (b) teknik

Dikişler bir portegü ve pens yardımı ile ilk önce diyaframın tam orta hattına, lateralden mediale yani diyaframın göğüs duvarına yapıştığı en yakın yerden başlayıp perikardın diyaframa oturduğu yere doğru aralıklı ve devamlı tek sıra olacak şekilde 1 numara ipek sütür kullanılarak atılır. Plikasyon işlemi en mediyale gelindiğinde parmak yardımıyla plikasyon hattı gerginleştirilip utility torakomiye en yakın yerde düğüm atılır. Düğüm, gerektiğinde düğüm itici yardımıyla da atılabilir. Bu ilk sıra dikiş ile birlikte diğer plikasyon hatları belirginleşmiş olur, sonraki işlemler kolaylaşır. Sonra aynı şekilde bu ilk sıra dikişin her iki yanına ikişer sıra dikiş atılır ve gerektiğinde ilave dikiş de atılabilir (Resim 3).

Cerrah ameliyatın büyük bölümünü utility torakotomi sahasından görür ve yaparken, gerektiğinde ve özellikle distalde yani kardiyofrenik alanda kamera yardımıyla son sütürleri daha rahat atabilir. Endokamera aynı zamanda asistanın ameliyatı izlemesine imkan tanıdığı gibi, ışığı ameliyat sahasını yeterince aydınlatır ve diyafram pensle tutulduğunda transillüminasyon yoluyla incelenmiş diyafram altındaki yapıların görülmesine yardımcı olur, böylece alttaki yapılara zarar verilmemiş olur. Plikasyon yapılırken bol ve gevşek halde olan diyafram pensle tutulduğunda oluşan plilerden iğneyi geçmeye çalışıp ne yüzeysel ve ne de çok derine iğneyi batırmamaya özen göstermelidir. Bu şekilde hem diyafram çok güçlü bir şekilde plike edilmiş, hem de olası bir komplikasyonun önüne geçilmiş olacaktır.

Diyafram gerginliği parmak veya alet yardımıyla kontrol edildikten sonra tüm saha kamera yardımıyla gözden geçirilir. 24&28 numara bir göğüs tüpü utility aralığından geçirilerek plevral boşluğa ucu apekse gelecek şekilde yerleştirilir. Dren, sızıntı & hava kaçağı yok ve akciğer ekspansiyon ise ilk gün alınabilir (Resim 4, 5).

Hastada bağırsak hareketleri başlamışsa ilk gün nazogastik sonda çıkarılır. Hasta aynı ya da ertesi gün



Resim 4. Ameliyatı takiben dren alındıktan sonra akciğer grafisi



Resim 5. Dren alındıktan sonra ameliyat sahasının görünümü taburcu edilebilir. Hastaya 2-3 gün yumuşak diyet ve bağırsak motilitesini düzenlemek için bir-iki hafta uygun preparat verilebilir.

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri, klinik ve ameliyat bulguları

Toplam hasta sayısı	20
Cinsiyet	17 E, 3 K
Yaş	27-75 Ortalama: 51,3
Etyoloji	Travma: 5; Operasyon: 9; Bilinmeyen: 6
Yakınmalar	Respiratuar (Dispne): 13 (4'ü eforla, 2'sinde öksürükle birlikte) Respiratuar+Gastrointestinal (Şişkinlik, karın ağrısı): 7
Yakınmaların	1 ay - 10 yıl arasında değişiyordu (3 hastada süresi başka yakınmalar nedeniyle yapılan tetkikler sırasında tesadüfen evantrasyon saptandı)
Taraf	Sol: 16; Sağ: 4
Komplikasyon	4 (Subileus-Medikal tedavi; Hidropnömotoraks-Göğüs tüpü ile drenaj; Uzun hava kaçağı -5 gün; Plevral sıvı-Pleurocan ile drenaj)
Drenaj miktarı ve süresi	100-200 cc; 1-5 gün

KLİNİĞİMİZİN VERİLERİ

Kliniğimizde 22.12.2009-10.04.2013 tarihleri arasında yani yaklaşık 3 yıl 3 ayda bu yöntemle toplam 20 vaka opere edildi (Tablo 1).

İlk dört vakada, literatürde olduğu gibi akciğer ekartasyonu için bir port daha açıldı. Fakat daha sonra tecrübe arttıkça buna gerek olmadığı ve işlevsel bulunmadığı için ikinci porttan vazgeçildi. Vakalar ardışık olup, hiçbir vakada herhangi bir nedenle açığa dönülmedi. Yalnız bir vakada alt lobun diyaframa minimal yapışıklıkları mevcuttu. Künt diseksiyonla rahatlıkla giderildi. Vakaların tümünde diyafram normal kas yapısını kaybetmiş, kağıt gibi incelmış, bol ve gevşek bulundu. Diyafram normal kas yapısını ve dolayısıyla fonksiyonunu kaybettiğinden işlem sırasında frenik sinir trasesi dikkate alınmadı. Ameliyat süresi yarım ila bir saat civarındaydı. Ameliyat sırasında ve sonrasında ölüm olmadı.

Ameliyat öncesinde nefes darlığı olan hastalardan birinin ameliyat bitip yoğun bakıma geçmek için sed-

Tablo 2. Ameliyat öncesi ve son yapılan kontroldeki FEV₁ ve FVC değerleri

Vaka no	Preop. FEV ₁ , FVC	Süre (ay)	Son kontrol FEV ₁ , FVC	FEV ₁ Artış %
1	1,75 (%50), 2,49 (%58)	43	2,08 (%62), 3,29 (%79)	24,0
2	1,16 (%51), 1,23 (%41)	38,5	1,73 (%91), 2,39 (%88)	78,4
3	SFT bulunamadı	33	2,26 (%95), 2,42 (%87)	-
4	1,93 (%60)		VEFAT	-
5	1,23 (%35), 1,34 (%32)	22	1,47 (%43), 1,63 (%40)	22,8
6	1,62 (%51), 1,73 (%44)	21	1,84 (%60), 2,09 (%56)	17,6
7	1,49 (%46), 1,72 (%42)	18	2,02 (%64), 2,43 (%61)	39,1
8	1,68 (%56), 2,10 (%54)	17	2,89 (%83), 3,90 (%78)	48,2
9	1,92 (%54), 1,98 (%53)	15	2,12 (%72), 2,65 (%72)	33,3
10	1,48 (%45), 1,64 (%40)	13	1,73 (%57), 1,88 (%49)	26,6
11	3,17 (%79), 3,37 (%71)	12	3,58 (%90), 3,98 (%85)	13,9
12	1,54 (%59), 1,82 (%60)	11	1,48 (%57), 1,47 (%49)	-3,3
13	1,71 (%66), 1,86 (%62)	9,5	1,62 (%62), 1,71 (%56)	-6,0
14	1,68 (%53), 1,95 (%48)	8	2,20 (%70), 2,86 (%68)	32,0
15	1,58 (%60)		VEFAT	-
16	2,23 (%69), 2,57 (%65)	4	2,13 (%66), 2,47 (%63)	-4,3
17	1,58 (%52), 1,83 (%50)	3	1,88 (%54), 2,18 (%52)	3,8
18	1,68 (%47), 2,23 (%50)	2	2,17 (%59), 2,66 (%59)	25,5
19	1,95 (%57), 2,31 (%54)	2	2,63 (%77), 2,91 (%68)	35,0
20	pO ₂ : 68,7, pCO ₂ : 35,2 (trakeostomili)	1,5	pO ₂ : 71,7, pCO ₂ : 35,8	-

FEV₁: Zorlu ekspirasyonun birinci saniyesinde atılan volüm, FVC: Zorlu vital kapasite

yeye alındığında bile nefesinin rahatladığını hissettiğini ve bir diğer hastanın da ameliyattan sonrasındaki kontrolünde ameliyat öncesi yerden bir şey almakta ve hatta telefonda bile konuşmakta zorlanırken şimdi uzun mesafeleri bile rahatlıkla koşabildiğini ifade etmesi ilginç ve kaydadeğer bulundu.

Vakaların 18'i halen hayatta olup bir vakada ameliyattan 6 ay sonra karşı akciğerde kanser tanısı kondu, 11,5 ay sonunda da kaybedildi, diğer hasta ise 5 ay sonra kalp krizi sonucu kaybedildi. Aralıklı kontrollere çağrılan hastaların hepsine Mayıs ve Haziran 2013 tarihlerinde ulaşıp kontrole çağırıldı.

Hepsine yakınması olup olmadığı sorulup, standart akciğer grafisi ve solunum fonksiyon testinden oluşan kontrolleri yapıldı. Hiçbir vakada postoperatif dönemde nüks saptanmadı.

Vefat eden iki hasta hariç tutulacak olursa –ki onlarda da postoperatif dönemde yakınmalar düzelmişti- hastaların tümünde yakınmalar ortadan kalktı. Yalnızca iki hastada hafif de olsa yakınma devam etti. Solunum fonksiyon testleri olan 16 hastanın 12'sinde ise zorlu ekspirasyonun birinci saniyesinde atılan volüm (FEV1) değerleri %13,9-78,4 arasında değişen oranlarda (ort. %33) düzelirken, 4 hastada kayda değer olmayan oranda değişti (Tablo 2).

Kan gazı ile takibi yapılabilen trakeostomili hastada da biraz düzelmekle birlikte hemen hemen aynı idi. Bu durum ameliyattan sonraki sürenin henüz daha kısa oluşuna bağlanabilir. Solunum fonksiyon testi aynı kalan diğer dört hastada ise, ikisinde obeziteye, bir hastada gripal enfeksiyon geçirmekte oluşuna ve bir hastada da cihaz uyumsuzluğuna bağlanabilir. Zira bu hastaların hepsinde de klinik semptomlar, ameliyat öncesine göre belirgin şekilde düzelmişti.

SONUÇ

Literatürde de bildirildiği gibi klasik torakotomi yaklaşımı ile major komplikasyonlar ve hatta ölüm bile görülebilir. Ayrıca solunum sıkıntısını azaltmak ve gidermek için yapılan bu ameliyatta kullanılan kesi ne kadar küçük yapılmaya çalışılsa da, hastanın ameliyat sonrası dönemde hem ağrı hem de solunum fonksiyonlarını kısıtlayıcı etki yaparak ameliyattan beklenen sonucun başarısını azaltıcı yönde etki yapabilmektedir. Oysa plikasyon, minimal invaziv cerrahide de standart torakotomi ile yapılan açık yöntemde olduğu gibi efektif yapılabilmekte, teknik olarak hızlı ve rahat biçimde uygulanabilmektedir.

Hastanın tek akciğer ventilasyonunu tolere edememesi ve ileri derecede plevral yapışıklıklar olmadıkça, plikasyonu açık yöntemle yapmanın hiçbir makul ve mantıklı tarafı olmadığı kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Işık AF, Yalçinkaya İ, Kurnaz M. Erişkinlerde diyafragma yükselmeleri; cerrahi gerekli mi? Van Tıp Dergisi 2002;9:33-7
2. Kerstine KH, Limmer KK, Grannis Jr FW, Tiep BL. Paralizi ve evantrasyon için diyafragmanın cerrahi plikasyonu. In Sugarbaker DJ, ed. Erişkin Göğüs Cerrahisi. (çev. Yüksel M) İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2011:1077-82
3. Groth SS, Andrade RS. Diaphragm plication for evantration or paralysis: a review of the literature. Ann Thorac Surg 2010;89:2146-50 [CrossRef]
4. Hines MH. Video-assisted diaphragm plication in children. Ann Thorac Surg 2003;76:234-6 [CrossRef]
5. Kim DH, Hwang JJ, Kim KD. Thoracoscopic diaphragmatic plication using three 5 mm ports. Interact CardioVasc Thorac Surg 2007;6:280-1 [CrossRef]
6. Lai DTM, Paterson HS. Mini-thoracotomy for diaphragmatic plication with thoracoscopic assistance. Ann Thorac Surg 1999;68:2364-50 [CrossRef]
7. Mouroux J, Venissac N, Leo F, et al. Surgical treatment of diaphragmatic eventration using video-assisted thoracic surgery: a prospective study. Ann Thorac Surg 2005;79:308-12 [CrossRef]
8. Visouli AN, Mpakas A, Zarogoulidis N, et al. Video assisted thoracoscopic plication of the left hemidiaphragm in symptomatic eventration in adulthood. J Thorac Dis 2012;4:6-16
9. Freeman RK, Wozniak TC, Fitzgerald EB. Functional and physiologic results of video-assisted thoracoscopic diaphragm in adult patient with unilateral diaphragm paralysis. Ann Thorac Surg 2006;81:1853-7 [CrossRef]
10. Şirin G, Erşen E, Pekmezci S, Tüzün H. Torakoskopi yardımlı minitorakotomi ile diyafram plikasyonu. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi 2006;14:236-9
11. Gonzales-Zamora JF, Perez-Guille B, Soriano-Rosales RE, et al. Video-assisted thoracoscopy for diaphragmatic plication: experimental study in a canine model. J Laparoendosc Adv Surg Tech A 2005;15:661-6 [CrossRef]
12. Mouroux J, Padovani B, Poirier NC, et al. Technique for the repair of diaphragmatic eventration. Ann Thorac Surg 1996;62:905-7 [CrossRef]
13. Hwang Z, Shin JS, Cho YH, et al. A simple technique for the thoracoscopic plication of the diaphragm. Chest 2003;124:376-8 [CrossRef]
14. Balci AE, Özyurtkan MO. Clinical and surgical specification of adult unilateral diaphragmatic eventration according to their aetiology in 28 patients. Importance of using diaphragmatic patch and minimal thoracotomy incision. Eur J Cardiothorac Surg 2010;37:606-12 [CrossRef]
15. Celik S, Celik M, Aydemir B, et al. Long-term results of diaphragmatic plication in adults with unilateral diaphragm paralysis. J Cardiothorac Surg 2010;5:111 [CrossRef]
16. Freeman RK, Woerkmann JV, Vyuerberg A, Ascoti AJ. Long-term follow-up of the functional and physiologic results of diaphragm plication in adult with unilateral diaphragm paralysis. Ann Thorac Surg 2009;88:1112-7 [CrossRef]
17. Gazala S, Hunt I, Bédard ELR. Diaphragmatic plication offers functional improvement in dyspnoea and better pulmonary function with low morbidity. Interact CardioVasc and Thorac Surg 2012;15:505-8 [CrossRef]
18. Welvaart WN, PMC Jak, van de Veerdonk MC, et al. Effects of diaphragm plication on pulmonary function and cardiopulmonary exercise parameters. Eur J Cardiothorac Surg 2013;44:643-7 [CrossRef]