

VATS ile Diyafragma Cerrahisi

Diaphragmatic Surgery with VATS

Dr. Atila TÜRKYILMAZ, Dr. Celal TEKİNBAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Trabzon

ÖZET

Diyafragma toraks ve batin boşluğunu birbirinden ayıran fibromuskuler bir yapıdır. İstirahatte solunum işinin yaklaşık %80'ini üstlenir. Buna bağlı olarak diyafragma hastalıklarında en çok solunum etkilenir. Diyafragmanın en sık görülen hastalıkları felci, evantrasyonu, travmatik yaralanmaları, konjenital hernileri ve tümörleridir. Bu hastalıkların tanısında direk grafi ve bilgisayarlı tomografi genellikle yeterlidir. Diyafragma tümörlerinde ise ayrıca histopatolojik inceleme de gerekir. Diyafragma hastalıklarının tedavisi genellikle cerrahi müdahale gerektirir. Tedavi uzun yıllardır açık cerrahi yöntemlerle yapılmaktadır. Bununla birlikte, son iki ila üç dekattır minimal invaziv cerrahideki ilerlemelerle birlikte, VATS diyafragmatik hastalıklarda giderek daha yaygın hale gelmiştir. Bu bölümde, diyafragmatik hastalıkların VATS ile tedavisi anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Diyafram, cerrahi, torakoskopi.

SUMMARY

The diaphragm is a fibromuscular structure that separates the thoracic and abdominal cavities. It takes over 80% of breathing work at rest. As a consequence, respiration is most affected in diaphragmatic diseases. The most common diseases of the diaphragm are paralysis, evantration, traumatic injuries, congenital hernias and tumors. Direct radiography and computed tomography are usually sufficient in the diagnosis of these diseases. In diaphragmatic tumors, histopathological examination is also required. Treatment of diaphragmatic diseases usually requires surgical intervention. Treatment has been performed by open surgical methods for many years. However, with advances in minimally invasive surgery over the last two to three decades, VATS has become increasingly common in diaphragmatic diseases. In this section, VATS treatment of diaphragmatic diseases is described.

Keywords: Diaphragm, surgery, thoracoscopy.

Yazışma Adresi / Address for Correspondence

Prof. Dr. Atila TÜRKYILMAZ
Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, Trabzon
e-posta: atilaturkyilmaz@hotmail.com
DOI: 10.5152/gghs.2019.042

DIYAFRAGMA CERRAHİSİ

Minimal invaziv cerrahi tekniklerdeki gelişmeler paralel olarak 1990'lı yıllardan sonra diyafragma cerrahisinde de video-assisted thoracoscopic surgery (VATS) kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Açık cerrahide yapılan uygulamaların neredeyse tamamı VATS ile yapılabilir. VATS'ın kullanıldığı diyafragma hastalıkları aşağıda verilmiştir.

- Diyafragma paralizisi ve evantrasyonu,
- Travmatik diyafragma rüptürü,
- Katamenial pnömotoraks,
- Hepatik hidrotoraks,
- Konjenital diyafragmatik herniler,
- Diyafragmatik nöromuskuler hastalıklar,
- Diyafragma tümörleri.

Diyafragmatik Plikasyon

Diyafragma paralizisinde frenik sinirin çeşitli nedenlerle hasara uğraması sonucu diyafragma yükselir ve aynı tarafta paradoksal hareket gözlenir. Evantrasyon ise nadir görülen bir konjenital anomalidir. Her iki durumda da diyafragma yükselerek akciğeri sıkıştırır, atelektaziye neden olarak dispne oluşturur. Tedavi, yükselen diyafragmanın tekrar yerine ve gergin bir şekilde getirilerek paradoks hareketin önlenmesi ve dispnenin düzeltilmesidir. Bu amaçla açık cerrahide pek çok yöntem uygulanmıştır. Minimal invaziv cerrahinin gündeme gelmesiyle diyafragmanın bu ameliyatları torakoskopik olarak yapılmaya başlanmıştır.

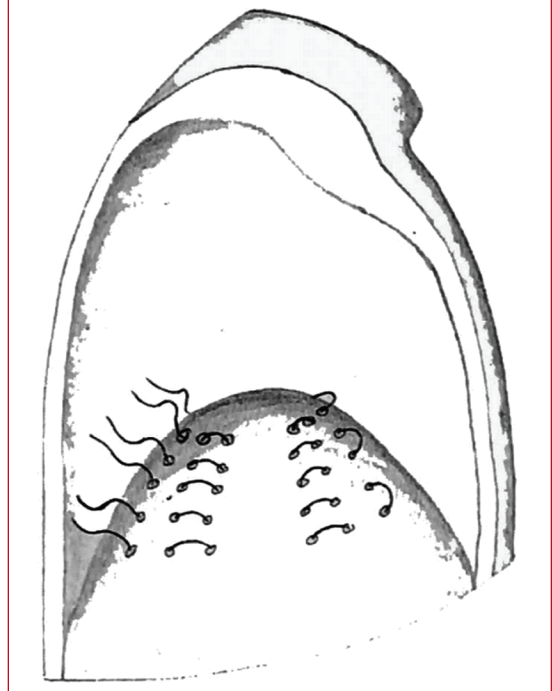
İlk başarılı video torakoskopik diyafragma plikasyonu 1995'te Gharagozloo ve ark. tarafından bildirilmiştir⁽¹⁾. Önceleri üç ya da dört portla yapılırken zamanla tek port yaklaşıma kadar ilerlenmiştir⁽²⁻⁵⁾. Bazen port kesilerinden ayrı mini torakotomiler de eklenmiştir. Yalçınkaya ve ark. böyle hibrid bir operasyonu başarıyla uyguladıklarını bildirmiştir⁽²⁾. Yine laparoskopik olarak da plikasyon uygulanmıştır^(6,7). En son robotik olarak plikasyon yapılır hale gelmiştir⁽⁸⁾.

Torakoskopik plikasyon aynı açık cerrahide olduğu gibi uygulanmaktadır. Aralıklı, devamlı ya da U şeklinde plejitli veya plejitsiz ve tek veya multipl sütür yöntemleri kullanılmıştır⁽⁹⁻¹¹⁾. Bazen stapler ve destek amaçlı yamalar da gündeme gelmiştir. Cerrahide amaç yeterli diyafragmatik gerginliği sağlamaktır⁽¹²⁻¹⁴⁾. Bu amaçla daha kozmetik, az ağrılı, kısa hastanede yatış süresi ve torakotominin akut solu-

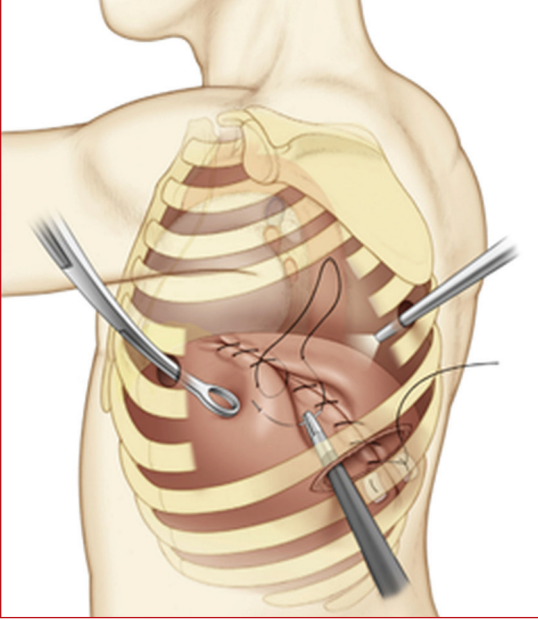
num komplikasyonlarından uzak bir VATS plikasyon iyi bir alternatiftir⁽¹⁵⁻¹⁷⁾. Resim 1 ve 2'de bazı plikasyon tipleri görülmektedir.

Hasta posterolateral torakotomi pozisyonunda baş kısmı tercihen 30-45 yukarıda olarak cerrahiye alınır. Operasyon öncesinde nazogastrik sonda takılarak mide dekomprese edilir. Diyafragmayı daha geniş alan görebilmek için ön koltukaltı çizgisinde 2-4. interkostal aralıktan kamera portu konulur. İçerisi incelendikten sonra plikasyonun en kolay uygulanabileceği genellikle 7-8 interkostal aralıktan 4-5 cm'lik bir insizyon yapılır. Bu insizyondan aletler sokularak plikasyona başlanır. Bazen ek trokar delikleri açmak gerekebilir. Plikasyon genellikle emilemeyen sütür materyalleri ile yapılır. Biz bir numara ipekle plejit kullanarak U şeklinde 4-6 sütür atarak multipl plikasyon tekniğini kullanmaktayız. Dikişleri düğümlmek için düğüm itici kullanılır. Kesi yerine yakın periferik kısımdaki düğümler el ile de bağlanabilir. İşlem sona erdikten sonra kanama ve diyafragma gerginliği kontrolü yapılarak bir adet 24F veya 28F göğüs tüpü konulur. Postoperatif ilk gün kaçak, kanama ve fazla sıvı drenajı yoksa göğüs tüpü alınabilir. Ancak diyafragmada enflamasyon ve yüzeyinde azalma olduğundan bazen uzun süren sıvı drenajı olabilir veya dren çekildikten sonra sıvı birikebilir. Yine ilk gün nazogastrik sonda çekilip sıvı gıdalarla oral beslenmeye

Resim 1. U sütür tekniği (16 numaralı kaynaktan alınmıştır).



Resim 2. Runnign sutür tekniği (9 numaralı kaynaktan alınmıştır).



geçilir. Postoperatif ağrı, pnömoni, abdominal organ yaralanması ve kardiyovasküler komplikasyonlar az da olsa görülebilir. Resim 3'te koroner bypass cerrahisi sonrası sol diyafragma paralizisi gelişen 76 yaşındaki olgumuzun VATS plikasyon öncesi ve sonrası filmi görülmektedir.

Diyafragma Yaralanmaları

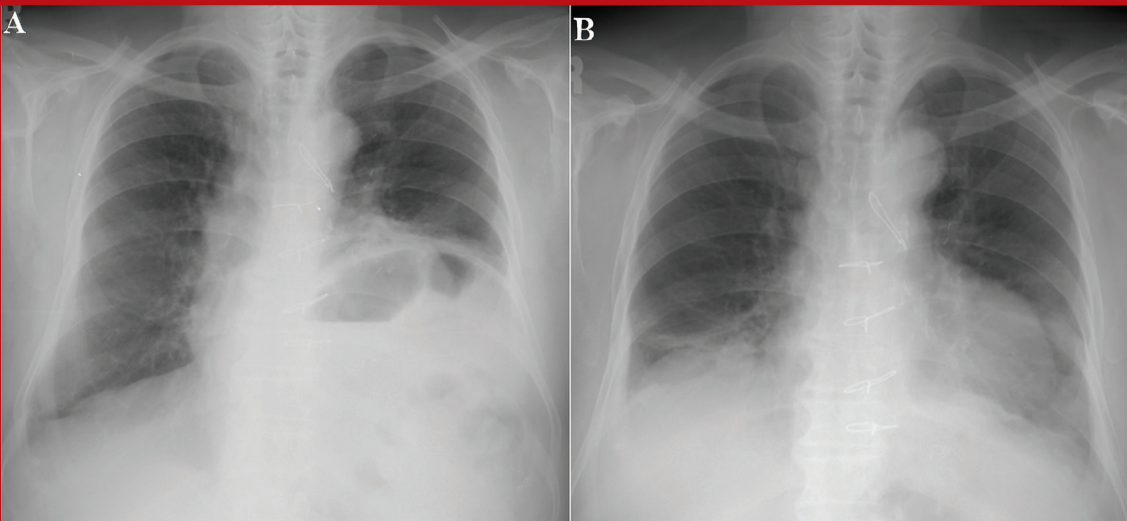
Künt toraks travmasında diyaframatik yaralanmalar yaklaşık %4-6 oranında görülür ve %80 sol taraftadır⁽¹⁷⁾. Genellikle karın içi organ yaralanmasıyla be-

raberdir. Karın içi basıncında ani artış ile diyaframın göğüs boşluğuna doğru itilmesi sırasında yırtılma meydana gelir. Torakoabdominal bölge penetran travmalarının ise %15-59'unda diyafragmada bir hasar oluşmaktadır ve bu durum vakaların %30'unda gözden kaçabilir^(18,19).

Rüptürde direk grafiler %77'e kadar normal olabilir⁽²⁰⁾. Bu olgularda grafide diyafragma kontürlerinde görülen düzensizlik bizi şüphelendirmelidir. Ancak beraberinde olan hemotoraks tanıyı güçleştirir. Bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme tanıda daha yardımcı olur. Küçük ve penetran yaralanmalarda yine de tanıda zorluklar vardır. Şüphenin devam ettiği olgularda VATS hem tanı hem de tedavi imkanı sağlar. Travmada diyaframatik yaralanmayı göstermek amaçlı yapılan ilk torakoskopi 1976'da yapılmıştır⁽²¹⁾. Ancak son yıllarda postoperatif daha az ağrı, daha iyi akciğer fonksiyonu, daha iyi omuz fonksiyonu, daha kısa hastanede kalış ve hatta bazen maliyeti düşürmesi nedeniyle VATS daha sık kullanılır hale gelmiştir⁽¹⁸⁾.

Rüptür genellikle diyafragmada santral ve radyal olarak görülür. Bu olgularda emilmeyen sutürlerle primer veya sentetik greft kullanarak tamir mümkündür. Bazen kostalarda kırıklarla giden olgularda periferik yerleşimli hasarlar olabilir. Bu olgularda primer tamir sağlam diyaframatik distal kısım kalmadığında kostalara dikilerek yapılabilir. Kama-yoshihara ve ark. böyle bir olguda VATS yardımıyla "lifting-up method" diye adlandırdıkları bir metodla tamir etmişlerdir⁽²²⁾. Burada diyafragma direk olarak göğüs duvarında kostaları dönen dikişler sayesinde

Resim 3. Diyafragma paralizisi nedeniyle VATS plikasyon yapılan olgunun (A) operasyon öncesi ve (B) operasyon sonrası PA akciğer grafileri görülmektedir.



yapılmaktadır. Paci ve ark. diyafragma yaralanması düşündükleri 16 olgunun 13'üne VATS uygulamış ve beş olguda rüptür görmüştür⁽¹⁹⁾. Lee ve ark. karbondioksit insuflasyonu uyguladıkları bir olguda tek portla diyafragma rüptürünü tamir etmiştir⁽²³⁾.

Katameniyal Pnömotoraks (KP)

Endometriyal dokunun uterus kavitesi dışında büyümesi ve fonksiyon göstermesine endometriozis denir⁽²⁴⁾. Abdominopelvik kavitenin dışında kalan en yaygın endometriyozis bölgesi torasik kavitedir⁽²⁵⁻²⁷⁾. Doğurgan çağıdaki kadınları etkileyen hastalığın endometriyal dokunun pelvisten akciğerlere retrograd olarak lenfatik ve hematojenik yol vasıtasıyla veya diyafragmadaki fenestrasyonlar vasıtasıyla implante olması sonucu olduğu düşünülür. Yine menstürasyon döneminde uterus ve tüpler yoluyla peritona giren havanın diyafragmatik deliklerinden geçerek pnömotoraksa sebep olduğu varsayılmaktadır. Ovülasyon sırasında açığa çıkan PGF2 pulmoner vazospazma yol açarak iskemik hasarla alveolar rüptür ve pnömotoraksa neden olduğu ileri sürülmektedir.

Endometriozis sadece plevrayı etkilemez bazen parankim tutulumu da olabilir. Her iki tutulumda da genellikle sağda pnömotoraksa sebep olur⁽²⁴⁾. Pnömotoraks menstürasyonun başlamasından 24 saat önce ve 72 saat sonrasına kadar gelişebilir. Her siklusda görülmesi gerekmez. Göğüs ağrısı ve nefes darlığı en sık görülen semptomlardır. KP kadınlarda cerrahi olarak tedavi edilen pnömotoraksın yaklaşık üçte birini oluşturur⁽²⁵⁾.

Neden ne olursa olsun hem tanı hem de tedavi için VATS etkin bir şekilde kullanılmaktadır. KP olgularının %29-66'sında diyafragmada defekt, %13-30'unda parankimal lezyon vardır⁽²⁸⁾. KP olguları %28.8 oranında pelvik endometriyozise sahip olduğundan tedavi hormonal ve cerrahi olmak üzere multidisipliner yaklaşım gerektirir⁽²⁵⁾.

VATS ile diyafragmadaki defektlerin tamiri, plikasyonu, üzerine yama konulması, endometriozis kümelerinin elektrokoagülasyonu ve plörektomiyle plörodezis uygulanabilir. Bunlar içinde en çok plörodezis uygulanmıştır. Tedavi sonrası nüks yaklaşık %25-30 kadardır^(24,25). Postoperatif hormonal tedavi nüks oranlarını azaltır⁽²⁶⁾. Attaran ve ark. VATS ile tedavi ettikleri 12 KP olgusunun sekizinde diyafragmatik defekt ve dokuzunda endometriyal depozit tespit etmiş ve sadece bir olguda nüks görülmüştür⁽²⁴⁾. Resim 4'te diyafragmada tespit ettikleri endometriyotik odaklar görülmektedir.

Resim 4. Diyafragmada endometriyotik odaklar (24 numaralı kaynaktan alınmıştır).



Hepatik Hidrotoraks

Hepatik hidrotoraks son dönem karaciğer hastalığı olanların %5-9'unda görülür^(29,30). Patofizyolojisinde batında bulunan sıvının diyafragmadaki defektlerle toraksa geçmesi ve hipoalbuminemi vardır. Sıvı genellikle sağda olup, dispneye yol açar. Ayrıca, kuru öksürük, plöretik göğüs ağrısı ve yorgunluk da sık görülür. Tanı için öncelikle direk akciğer grafisi alıp torasentez yapılmalıdır. Bazen ultrasonografi ve bilgisayarlı tomografi gerekebilir. Torasentezle alınan sıvı incelenerek hem enfeksiyon hem de diğer olası tanılar dışlanabilir.

Tanı konulduktan sonra ilk yapılması gereken sodyum kısıtlaması ve diüretik tedavisidir. Ama bu hastalığın doğası gereği genellikle başarısız olur. En ideal tedavi karaciğer naklidir^(32,33). Ancak her olgu nakle uygun değildir. Bu durumda transjuguler intrahepatik portosistemik şant, tüp torakostomiyle kimyasal plörodezis, VATS ile diyafragmatik defektlerin kapatılması ve plörodezis uygulanması gerekebilir^(29,34,35). Son olarak da plöroperitoneal şant konulabilir. Junk ve ark. pnömoperitoneumla defektleri tespit ettikten sonra torakoskopik plörodezis uygulayıp bir gün mekanik ventilatörde CPAP sonrası ekstübe ettiği ve her gün parasentezle batından asit boşalttığı iki olguda nüks tespit etmiştir⁽³⁴⁾. Resim 5'te pnömoperitoneum sonrası VATS'ta diyafragmada hava kabarcığına neden olan diyafragmatik defekt görülmektedir. Cerfolio ve ark. 41 olguluk serilerinde VATS ve plörodezis uygulamış ve %75 nüks tespit etmiştir⁽³³⁾.

Resim 5. Pnömoeritoneum sonrası VATS'ta diyafragmada görülen hava kabarcığı (34 numaralı kaynaktan alınmıştır).



Sonuç olarak hepatik hidrotoraksta VATS ile defektlerin kapatılması ve plörodezis solunum semptomlarında rahatlama sağlamak için en uygun yöntem gibi görülmektedir.

Konjenital Diyafragmatik Herniler

Diyafragma hernisi bir defekt nedeniyle bazı batin içi organların toraks boşluğuna geçmesidir⁽³⁶⁻³⁸⁾. Embriyonik gelişim döneminde plöroperitoneal kanalın tam kapanmamasına bağlıdır. Posterolateral (Bochdalek), non-posterolateral, evantrasyon ve mikst herniler olmak üzere dört grupta incelenir.

En sık görülen formu %80-95 oranıyla Bochdalek hernisi olup sıklıkla neonatal ve infant döneminde tespit edilir. Nadiren adult dönemde tespit edilir. Son yıllarda anne karnındayken de tespit edilip opere olan olgular da mevcuttur. Olguların %80'i soldadır. Birlikte hidrops, mediastinal şift ve akciğer hipoplazisi olabilir. Defektin boyutuna bağlı olarak batin içi pek çok organ toraksa geçer. Ne kadar erken belirti verirse prognoz o kadar kötüdür. Tedavi çocuk stabil olur olmaz cerrahi olarak herniye organların batına geri itilmesi ve defektin kapatılmasından ibarettir. Önceleri bu patoloji sadece açık cerrahi ile tedavi edilirken günümüzde VATS popüler hale gelmiştir. Neonatal olgularda endoskopik tedavi ve açık cerrahi karşılaştıran bir metaanalizde mortalite oranları endoskopik cerrahi lehine bulunmuştur. Ancak nüks oranları açık cerrahide daha azdır⁽³⁸⁾. Laparoskopik olarak da yapılabilmesine rağmen torasik yapışıklıkların giderilmesi ve organlar batına itilince geniş bir görüş alanı olması VATS'ı tercih edilen yöntem haline getirmiştir⁽³⁹⁻⁴¹⁾. Cerrahi anında dalağı batına itmek zor olmasına rağmen karbondioksit insuflasyonu uygulayarak ve gerekirse ek klemples kullanarak bu

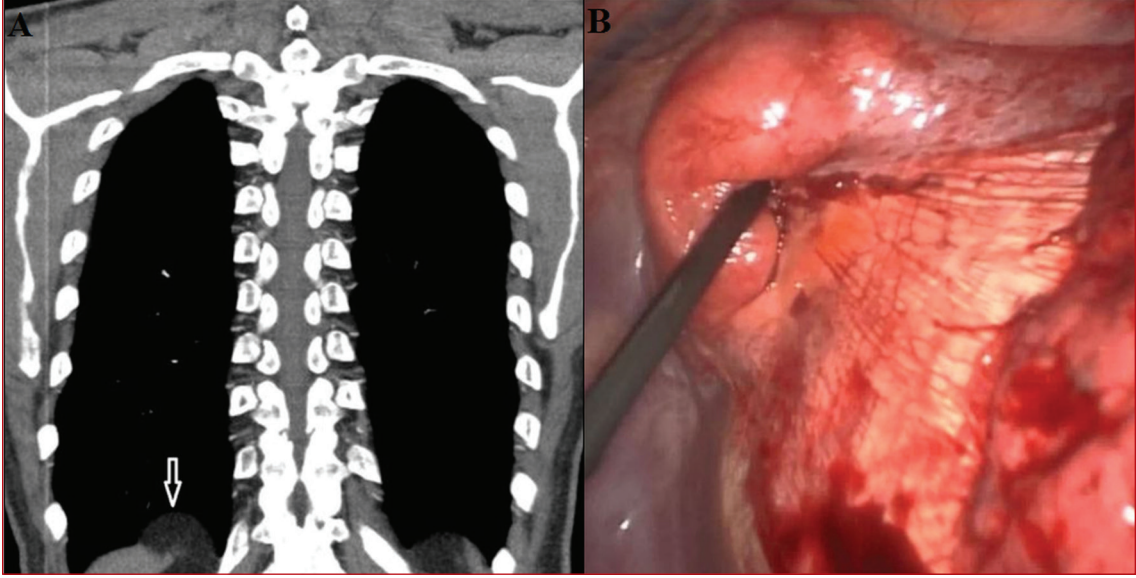
sorun halledilebilir⁽⁴⁰⁾. Dingemann ve ark. daha az postoperatif ağrı ve daha kısa hastanede kalma avantajına rağmen operasyon süresinin daha uzun olduğunu bildirmiştir⁽⁴¹⁾.

Morgagni (Larrey) hernisi non-posterolateral herni olarak sınıflandırılır ve sternokostal bileşkenin altındaki bir açıklıktan gelişir. İlk kez 1769 yılında tanımlanmıştır. Konjenital hernilerin %1.5-7.0 kadarını oluşturup %90 sağdadır^(36,37). Kadınlarda ve şişmanlarda biraz daha fazladır. Genellikle asemptomatik olmasına rağmen kramp tarzı karın ağrıları veya konstipasyon gibi gastrointestinal semptomlar verebilir. İnsidental alınan göğüs radyogramlarında sağ parakardiyak alanda solid ya da hava dansitesi içeren görünüm mevcuttur. Bilgisayarlı tomografi daha kesin olarak herniyi ve herniye olan organları gösterir. Tedavisi cerrahi olarak herniye organların batına döndürülüp defektin primer veya mesh ile kapatılmasından ibarettir. Açık cerrahide operasyon öncesinde tanı kesinse batından yaklaşmak daha kolaydır. Son yıllarda VATS yoluyla da cerrahi uygulamalar bildirilmiştir⁽⁴¹⁻⁴³⁾. Normal torakoskopik cerrahi ile işlem kolaylıkla yapılabilir. Ambrogi ve ark. üç torakoskopi portuna ilaveten transksifoid bir insizyondan elle girerek herni kesesini bulup herniye organları batına indirerek defekti tamir ettiği hibrid bir operasyon bildirmiştir⁽⁴⁴⁾. Yazarlar bu yöntemin güvenilir, etkili ve daha az morbiditeye neden olduğunu belirtmişlerdir.

Diyafragmatik Pacing

Diyafragma felci nedeniyle mekanik ventilatöre bağımlı olgularda frenik sinirleri elektriksel olarak uyarak mekanik ventilatörden kurtarmak için geliştirilmiş bir yöntemdir. En önemli iki endikasyonu santral alveoler hipoventilasyon ve yüksek servikal düzey yaralanmalardır. Yöntemin uygulanabilmesinin temel şartı frenik sinirin salim olmasıdır. Daha sonra diyafragma kasının sağlıklı olması önemlidir. Frenik sinire uyaran, servikal veya torakal bölgeden verilir. Ancak servikal bölge uygulamalarında sinirin alt köklerini uyaramama riski nedeniyle son yıllarda tamamen torasik yol kullanılmaya başlanmıştır.

1960'lı yıllardan beri açık cerrahi ile yapılan pacing uygulamaları minimal invaziv cerrahinin gündeme gelmesiyle VATS ile de uygulanmaya başlamıştır. VATS ile sağda vena kavanın önünde, solda pulmoner hilumda frenik sinirler dikkatlice ayrılır. Buraya elektrotlar yerleştirilir ve çevre dokuya, gerekirse perikarda sabitlenir. Daha sonra elektrottan çıkan teller uygun olan interkostal aralıktan önde pektoral ade-

Resim 6. Diyafragmatik lipom olgusunun (A) Toraks BT, (B) operasyondaki görüntüsü sunulmuştur.

lenin altına çıkarılır ve burada alıcıya bağlanır. Operasyon sonlanmadan önce görsel olarak test edilir. Göğüs tüpü konmadan pleural aralıktaki hava boşaltılabilir. Genellikle postoperatif dönem komplikasyonsuz geçse de frenik sinir hasarı, pleural efüzyon ve hemotoraks gibi komplikasyonlar bildirilmiştir⁽⁴⁵⁻⁴⁷⁾. Le Pimpec-Bartes ve ark. Fransa'daki 10 yıllık tecrübeleri sonucunda hastaların mekanik ventilatörden ayrılmasında başarılı bir pacing uygulaması yanında diyafragma kasının durumunun da önemli olduğunu bildirmiştir⁽⁴⁶⁾. Filho Pinto ve ark tetraplejik bir çocukta torakoskopik olarak uyguladıkları diyafragmatik pacingin sosyal ve eğitimsel olumlu etkilerini yayınlamışlardır⁽⁴⁷⁾. Sonuç olarak VATS diyafragmatik pacing mekanik ventilatör ihtiyacını azaltan veya tamamen ortadan kaldıran minimal invaziv bir uygulamadır.

Diyafragma Tümörleri

Diyaframanın primer tümörleri oldukça nadirdir. Daha çok komşu organ tümörlerinin diyafrmayı invaze etmesi veya metastazı sonrası görülür. En sık görülen benign tümörü lipom olup genellikle tesadüfen tespit edilir⁽⁴⁸⁾. En sık görülen malign tümörü ise rabdomyosarkomlar olup, genellikle semptomatik ve çocukluk çağında görülürler⁽⁴⁹⁾. Radyolojik tetkikler diyafragma tümörü tanısı koymakta yetersiz olmasına rağmen lezyonun natürü, yeri ve çevre organlarla ilişkisini göstermede oldukça yararlıdır. Kesin tanısı histopatolojik olarak konulur. Yerleşiminden dolayı genellikle endoskopik invaziv bir tanı metodu gerekir. En uygun tanı yöntemi VATS veya

laparoskopidir. VATS ile tanı konulurken olgular tedavi yönünden de değerlendirilir. Resim 6'da tesadüfen çekilen bir toraks BT'de tespit edilip opere ettiğimiz diyafragmatik lipom olgusunun görüntüsü sunulmuştur.

Benign tümörlerin çıkarılması tedavide yeterli olurken malign tümörler genellikle kemoterapi ve radyoterapiyi de içeren multimodal ve multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Aydın ve ark. VATS ile rezeke ettikleri beş lipom olgusunu bildirmiştir⁽⁴⁸⁾. Abraham ve ark. sol diyafragmadan torakoskopik olarak nörolemmoma rezeke etmiş ve defektli primer olarak kapatmıştır⁽⁵⁰⁾. Isono ve ark. sağ diyaframadaki metastatik ovarian granüloza hücreli tümörünü VATS ile rezeke etmiştir⁽⁵¹⁾. Malign diyafragmatik tümörlerde multimodal tedaviye rağmen lokal nüks ve uzak metastazlar nedeniyle prognoz kötüdür.

KAYNAKLAR

1. Gharagozloo F, McReynolds SD, Snyder L. Thoracoscopic plication of the diaphragm. *Surg Endosc.* 1995;9:1204-6.
2. Yalcinkaya I, Evman S, Lacin T, Alpay L, Kupeli M, Ocakcioglu I. Video-assisted minimally invasive diaphragmatic plication: feasibility of a recognized procedure through an uncharacteristic hybrid approach. *Surg Endosc.* 2017;31:1772-77.
3. Wu HH, Chen CH, Chang H, Liu HC, Hung TT, Lee SY. A preliminary report on the feasibility of single-port thoracoscopic surgery for diaphragm plication in the treatment of diaphragm eventration. *J Cardiothorac Surg.* 2013;8:224.
4. Taberham RJ, Raza A, Alzetani A, et al. VATS Plication of the Diaphragm: A Descriptive Observational 10-Year Southampton Experience. *Innovations (Phila).* 2017;12:398-405.

5. Stamenovic D. New technique of diaphragmatic plication by means of uniportal video-assisted thoracoscopic surgery. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2017;25:162-3.
6. Hüttl TP, Wichmann MW, Reichart B, Geiger TK, Schildberg FW, Meyer G. Laparoscopic diaphragmatic plication: long-term results of a novel surgical technique for postoperative phrenic nerve palsy. *Surg Endosc*. 2004;18:547-51.
7. Hu J, Wu Y, Wang J, Zhang C, Pan W, Zhou Y. Thoracoscopic and laparoscopic plication of the hemidiaphragm is effective in the management of diaphragmatic eventration. *Pediatr Surg Int*. 2014;30:19-24.
8. Kwak T, Lazzaro R, Pournik H, Ciaburri D, Tortolani A, Gulkarov I. Robotic thoracoscopic plication for symptomatic diaphragm paralysis. *J Robot Surg*. 2012;6:345-8.
9. Demos DS, Berry MF, Backhus LM, Shrager JB. Video-assisted thoracoscopic diaphragm plication using a running suture technique is durable and effective. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2017; 153: 1182-8.
10. Ahn HY, Kim YD, Hoseok I, Cho JS, Lee J, Son J. Surgical Outcomes of Pneumatic Compression Using Carbon Dioxide Gas in Thoracoscopic Diaphragmatic Plication. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;49:456-60.
11. Kocher GJ, Zehnder A, Schmid RA. Completely Thoracoscopic diaphragmatic Plication. *World J Surg*. 2017;41:1019-22.
12. ElSaegh MM, Ismail N, Dunning J. VATS Diaphragm Plication. *Surg Technol Int*. 2016;28:222-5.
13. Ichiki Y, Korehisa S, Kawasaki J, et al. Thoracoscopic plication for idiopathic eventration of the bilateral diaphragm: Report of a case. *Int J Surg Case Rep*. 2015;10:176-8.
14. Dunning J. Thoracoscopic diaphragm plication. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2015;20:689-90.
15. Rombolá C, Crespo MG, López PT, et al. Video-Assisted Minithoracotomy Diaphragmatic Plication: Respiratory Effects in Adults. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2016;64:647-53.
16. Freeman RK, Wozniak TC, Fitzgerald EB. Functional and physiologic results of video-assisted thoracoscopic diaphragm plication in adult patients with unilateral diaphragm paralysis. *Ann Thorac Surg*. 2006;81:1853-7.
17. Nardini M, Jayakumar S, Elsaegh M, Dunning J. Left video-assisted thoracoscopic surgery for hemidiaphragm traumatic rupture repair. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2017; 24: 815-6.
18. Cetindag IB, Neideen T, Hazelrigg SR. Video-assisted thoracic surgical applications in thoracic trauma. *Thorac Surg Clin*. 2007;17:73-9.
19. Paci M, Ferrari G, Annessi V, de Franco S, Guasti G, Sgarbi G. The role of diagnostic VATS in penetrating thoracic injuries. *World J Emerg Surg*. 2006;1:1-4.
20. Grushka J, Ginzburg E. Through The 10-mm Looking Glass: Advances in minimally invasive surgery in Trauma. *Scandinavian Journal of Surgery*. 2014;103:143-8.
21. Jackson AM, Ferreira AA. Thoracoscopy as an aid to the diagnosis of diaphragmatic injury in penetrating wounds of the left lower chest: a preliminary report. *Injury*. 1976;7:213-7.
22. Kamiyoshihara M, Igai H, Kawatani N, Ibe T. A minimally invasive technique for stabilizing the thoracic wall after blunt chest trauma: the "lifting-up method". *Surg Today* 2016; 46: 872-5.
23. Lee JH, Han KN, Hong JI, Kim HK. A single-port video-assisted thoracoscopic surgery with CO2 insufflation for traumatic diaphragmatic hernia. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2019 Jul 30. pii: ivz173. doi: 10.1093/icvts/ivz173. [Epub ahead of print]
24. Attaran S, Bille A, Karenovics W, Lang-Lazdunski L. Videothoracoscopic repair of diaphragm and pleurectomy/abrasion in patients with catamenial pneumothorax: a 9-year experience. *Chest* 2013;143:1066-9.
25. Bricelj K, Srpcić M, Ražem A, Snoj Ž. Catamenial pneumothorax since introduction of video-assisted thoracoscopic surgery: A systematic review. *Wien Klin Wochenschr*. 2017; 129: 717-26.
26. Nezhat C, Lindheim SR, Backhus L, et al. Thoracic Endometriosis Syndrome: A Review of Diagnosis and Management. *JSLs*. 2019;23. pii: e2019.00029.
27. Oncel M, Sunam GS, Yildiran H. Monthly recurrent pneumothorax. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2017;25:323-4.
28. Ottolina J, De Stefano F, Viganò P, Ciriaco P, Zannini P, Candiani M. Thoracic Endometriosis Syndrome: Association With Pelvic Endometriosis and Fertility Status. *J Minim Invasive Gynecol* 2017; 24: 461-5.
29. Hou F, Qi X, Guo X. Effectiveness and Safety of Pleurodesis for Hepatic Hydrothorax: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dig Dis Sci*. 2016; 61: 3321-34.
30. Milanez de Campos JR, Andrade Filho LO, de Campos Werebe E, Pandulo FL, Filomeno LT, Jatene FB. Hepatic hydrothorax. *Semin Respir Crit Care Med* 2001; 22: 665-74.
31. Kiafar C, Gilani N. Hepatic hydrothorax: current concepts of pathophysiology and treatment options. *Ann Hepatol*. 2008; 7: 313-20.
32. Nakamura Y, Iwazaki M, Yasui N, et al. Diaphragmatic repair of hepatic hydrothorax with VATS after abdominal insufflation with CO(2). *Asian J Endosc Surg*. 2012; 5: 141-4.
33. Cerfolio RJ, Bryant AS. Efficacy of video-assisted thoracoscopic surgery with talc pleurodesis for porous diaphragm syndrome in patients with refractory hepatic hydrothorax. *Ann Thorac Surg* 2006; 82: 457-9.
34. Jung Y. Surgical Treatment of Hepatic Hydrothorax: A "Four-Step Approach". *Ann Thorac Surg* 2016; 101: 1195-7.
35. Ibi T, Koizumi K, Hirata T, Mikami I, Hisayoshi T, Shimizu K. Diaphragmatic repair of two cases of hepatic hydrothorax using videoassisted thoracoscopic surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2008; 56: 229-32.
36. Akdemir OC, Soysal O. Konjenital Diyafram Hernileri. In: Eren TS (ed). *Torasik Cerrahi*. İstanbul: İstanbul Kitapevleri. 2019: 666-76.
37. Amer K. Thoracoscopic approach to congenital diaphragmatic hernias in adults: Southampton approach and review of the literature. *J Vis Surg* 2017;3:1-9.
38. Terui K, Nagata K, Ito M, et al. Surgical approaches for neonatal congenital diaphragmatic hernia: A systematic review and meta-analysis. *Pediatr Surg Int* 2015; 31: 891-7.
39. Gomes Ferreira C, Reinberg O, Becmeur F, et al. Neonatal minimally invasive surgery for congenital diaphragmatic hernias: A multicenter study using thoracoscopy or laparoscopy. *Surg Endosc* 2009; 23: 1650-9.

40. Becmeur F, Reinberg O, Dimitriu C, Moog R, Philippe P. Thoracoscopic repair of congenital diaphragmatic hernia in children. *Semin Pediatr Surg.* 2007;16:238-44.
41. Dingemann C, Ure B, Dingemann J. Thoracoscopic procedures in pediatric surgery: what is the evidence? *Eur J Pediatr Surg.* 2014; 24:14-9.
42. Silen ML, Canvasser DA, Kurkchubasche AG, Andrus CH, Nannheim KS. Video-assisted thoracic surgical repair of a foramen of Bochdalek hernia. *Ann Thorac Surg.* 1995; 60: 448-50.
43. Hussong RL Jr, Landreneau RJ, Cole FH Jr. Diagnosis and repair of a Morgagni hernia with video-assisted thoracic surgery. *Ann Thorac Surg.* 1997;63:1474-5.
44. Ambroggi V, Forcella D, Gatti A, Vanni G, Mineo TC. Transthoracic repair of Morgagni's hernia: a 20-year experience from open to video-assisted approach. *Surg Endosc* 2007; 21: 587-91.
45. Black MC, Joubert K, Seese L, et al. Innovative and Contemporary Interventions of Diaphragmatic Disorders. *J Thorac Imaging.* 2019;34:236-47.
46. Le Pimpec-Barthes F, Gonzalez-Bermejo J, Hubsch JP, et al. Intrathoracic phrenic pacing: a 10-year experience in France. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;142:378-83.
47. Filho Pinto DR, Tedde ML, Avino AJ, Brandão SL, Zanatta I, Hahn R. Video-assisted thoracoscopic implantation of a diaphragmatic pacemaker in a child with tetraplegia: indications, technique, and results. *J Bras Pneumol.* 2015;41:90-4.
48. Aydin Y, Yamaç ME, Ulas AB, Eroglu A. Right diaphragmatic lipoma: report of five cases and review of the literature. *Turk J Med Sci.* 2012;42: 1449-53.
49. Kim MP, Hofstetter WL. Tumors of the Diaphragm. *Thorac Surg Clin.* 2009;19:521-9.
50. Abraham E, Schwartz G. Primary schwannoma of the diaphragm. *Proc (Bayl Univ Med Cent).* 2019;32:266-7.
51. Isono T, Tanaka H, Fan M, et al. [Metastatic Ovarian Granulosa Cell Tumor of the Diaphragm Resected by Video-assisted Thoracoscopic Surgery; Report of a Case]. *Kyobu Geka.* 2017;70:139-42.