



18. Segmentektomilerde Robotik Cerrahi Yaklaşım

Prof. Dr. Erkan KABA¹, Op. Dr. Halit YARDIMCI²

¹ Demirođlu Bilim Üniversitesi, Göğüs Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul

² Dr. Siyami Ersek Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Cerrahisi Kliniđi, İstanbul

1. GİRİŞ

Teknoloji kullanımının ön planda olduğu içinde bulunduğumuz yüzyılda, cerrahi normaller de, geleneksel büyük açık cerrahi kesiler yerine, kameralı sistemlerin kullanıldığı, dokuların olabildiğince korunduğu küçük kesilerle şekillenmektedir. Bu yaklaşımla cerrahinin hastaların gözündeki ağrıya ve uzun süre normal yaşamdan uzak kalmaya sebep olması fikri gün geçtikçe evrilmektedir. Hastalar bu ileri teknolojiler sayesinde cerrahinin insana yükleyebileceği zorlukları olabilecek en hafif şekilde atlattıklarıdır.

Göğüs cerrahisinde kamera yardımcı operasyonlar gelişimine uçtan eklemli konvansiyonel el aletleri ile başlamış olup, günümüz cerrahi yaklaşımında robotik kolların kullanımına evrilmiştir. Bu sayede cerrahin operasyon sahasındaki el hakimiyetinin arttığı, dokuların daha dinamik ve rahat gözlemlenebildiği üç boyutlu bir görüntü sağlanabilmektedir. Robot teknolojisi ile birlikte konvansiyonel videotorakoskopinin (VATS) dezavantajı olabilecek hedef dokuya yaklaşırken alet açısının uymaması ve istenen görüş sahasının sağlanamaması durumu ortadan kalkmıştır.

Yeni bir teknoloji olması ve ileri bir ekip eğitimine ihtiyaç duyulmasından ötürü günümüzde robotik cerrahi (RATS) yalnızca bu öğrenme eğrisini tamamlayabilmiş üst merkezlerde uygulanabilmektedir.

2. ROBOTİK AKCİĞER REZEKSİYONUNUN GELİŞİMİ

2000'li yıllara kadar akciğer rezeksiyonlarının altın standardı torakotomi yöntemiyle yapılan açık cerrahi prosedürlerdi. Video teknolojilerindeki hızlı ilerlemeler, uzun ve uçtan eklemli el aletlerinin üretilmesi ve endoskopik stapler cihazları ile enerji aletlerinin hayatımıza girmesiyle 20 yıldan fazla bir süredir minimal invazif cerrahinin akciğer rezeksiyonlarındaki yerinin gittikçe arttığı bir dönemi yaşıyoruz. Bu dönemin tüm dünyada aynı anda yaşanmasının önündeki engellerden biri de standart endoskopik aletlerin ve görüntüleme cihazlarının kısıtlamaları olmaktadır (1,2). Konvansiyonel torakoskopik yöntemlerde kullanılan el aletlerinin açısı kısıtlamalarının bulunması, el ve alet ucu hareketlerinin ters çalıştığı kaldıraç etkisine sahip olmaları, iki boyutlu görüntüye indirgenerek çalışabilmesi cerrahların torakoskopi öğrenme eğrilerinin uzun olmasına sebep olmaktadır (1,2).

Da Vinci (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA) robotu bu teknik kısıtlamaları arkada bırakabilmek için kurulmuş bir sistem olarak 2000 yılında FDA onayı almış ve şimdiye kadar dört farklı nesil sistem üretmiştir. Günümüzde sıklıkla kullandığımız güncel versiyonu Da Vinci Xi sistemidir. Üç boyutlu cerrahi saha görüntülemesi sağlamasıyla derinlik hissinin cerrah tarafından algılanması, kameranın direkt cerrahın kontrolünde olması ve sabitleme sorununun olmaması,

kameranın görüntüyü 10 kata kadar yakınlaştırabilme yetisinin bulunması, Da Vinci Endowrist eklemli enstrümantasyonlar ile cerrahın aynı anda iki eliyle açı ve hareket kısıtlaması bulunmadan çalışabilmesi, Da Vinci sisteminin cerrahın el hareketlerini keskin bir şekilde algılamak titremeyi filtreleyebilmesi, konsolun ayak pedalları ile koter ve enerji aletlerini cerrahın el hareketlerinin etkisinde kalmadan konforlu bir şekilde kullanabilmesi ve robot için geliştirilen stapler, enerji aletleri gibi bütün cihazların sisteme entegre bir şekilde kullanılabilir olması robotik cerrahinin konvansiyonel torakoskopik cerrahiye ilk bakışta temel avantajları olarak sayılabilir (3).

3. ROBOT CİHAZININ ELEMANLARI

Temel olarak Da Vinci robotunun üç ana elemanı bulunmaktadır: cerrah konsolu, hasta konsolu ve görüntü kulesi. Hasta konsolunun üzerinde dört adet robot kolu bulunmaktadır. Xi modelinde kamera bu dört koldan herhangi birine takılarak kullanılabilir. Kamera 30 derece ve 0 derece opsiyonuna sahip olmakla birlikte cerrah konsolundan kamerayı direkt kontrol edebilmekte, üst veya altı gösterecek şekilde bir tuş yardımıyla kamera açısını değiştirebilmektedir. Cerrah konsolu üç boyutlu görüş sağlayan her iki göze farklı görüntüyü veren dürbünler, hasta konsolundaki kollara takılabilecek cerrahi el aletlerini kullanabileceği sağ ve sol kontrolörler, konsolun ayarlarını yapabileceği dokunmatik ekran, 4. kol geçişi, kamera kontrolü, koter ve enerji aletlerini yönetebileceği ayak pedallarını içerir. Görüntü kulesinde ise asistans yapan cerrahın ve hemşirenin hasta başında cerrahi sahayı takip edebilecekleri iki farklı ekran, kamera girişi ve görüntü ünitesi ile koter, AirSeal ünitesi ve enerji aleti ünitesi bulunmaktadır.

Geniş skalada el aletlerine sahip olan robot cihazında cerrahın tercihinin göre el aletleri kullanılabilir. Ameliyat esnasında asistans cerrah, primer cerrahın taleplerine göre kollardaki bu aletleri ve aletlerin yerlerini değiştirebilmektedir. Günlük pratikte bizim rutin tercihimiz sağ elde Maryland bipolar forseps ile sol elde Prograsp forseps kullanımı olmaktadır. 4. kol kullandığımız vakalarda DeBakey forseps tercih ediyoruz. Sütürasyon gerektiğinde portegü ile V-Loc sütür kullanıyoruz.

4. ROBOT KULLANIMININ KONTRAENDİKASYONLARI

Öğrenme eğrisinin başlarındaki kliniklerde erken evre lezyonlar tercih edilirken yüksek tecrübeye sahip merkezlerde açık cerrahiyle yapılabilecek hemen hemen bütün cerrahi işlemler robotik cerrahiyle de

yapılabilmektedir. Öğrenme eğrisine göre rölatif kontraendikasyonlar konvansiyonel torakoskopik cerrahiden farklı değildir. Yönteme ait tecrübe arttıkça konvansiyonel torakoskopiye ait olası kontraendikasyonlar robotik cerrahi tercih nedeni bile olabilmektedir.

5. PREOPERATİF HAZIRLIK

Tam port robotik segmentektomide belki de ana sorun palpasyon yapılamadan rezeksiyon yapılması olmaktadır (4). Bunun için cerraha asıl yol gösterecek olan operasyon öncesi ayrıntılı bir radyoloji çalışması ve hasta özelinde anatomik hakimiyet olacaktır. Günümüz teknolojisi ile oluşturulacak üç boyutlu imajlar, lezyonun, damarların ve bronşların konumlarına hakimiyeti arttırmaya katkı sağlayacak olup; robotik segmentektomi operasyonlarının onkolojik olarak etkin ve güvenle yapılabilmesi her hasta özelinde pulmoner damarlar ve bronşların ayrıntılı anatomik bilgisine sahip olmakla mümkün olmaktadır (5).

Klinik önerimiz robotik segmentektomi planlanan bütün hastalara operasyon öncesi en geç 15 gün içerisinde kontrastlı, ince kesit bilgisayarlı toraks tomografisi çekilmesi ve bu tomografinin toraks radyolojisinde tecrübeli radyologlar tarafından değerlendirilerek operasyon planlamasının yapılmasıdır.

Gelişmekte olan sanal gerçeklik veya artırılmış gerçeklik çalışmaları ile bu hasta özelindeki anatomi hakimiyetinin artacağı öngörülmektedir (6). Örneğin; hastanın radyolojik imajlarının bilgisayar ortamında sisteme yüklenip işlenmesiyle sanal gerçeklik tarafından bütün anatomiye hakim olunabilen PulmoVr programı bu yeni gelişmelere örnektir (6). Olası gelecek projeksiyonunda bu sanal gerçeklik görüntülerinin robotun görüntüsüne arayüz ile entegre olabilmesi ve cerrah tarafından operasyon esnasında gerektiğinde anatomik destek olarak gerçek zamanlı görülebilecek olması ihtimali heyecan vericidir.

6. ROBOTİK PULMONER REZEKSİYONDA CERRAHİ TEKNİK

6.1. Robot Sisteminin Hazırlanması

Odanın hazırlığı deneyimli personel ve hemşire tarafından yapılmalıdır. Bu hem kurulum hatalarını ortadan kaldıracak, hem cihaza zarar gelmesini engelleyecek, hem de robotun dezavantajlarından biri olarak bahsedilen kurulum süresini kısaltacaktır. Klinikimizde tercih ettiğimiz düzen cerrah konsolunun hastanın anteriorunda olması, hasta konsolunun hastanın posteriorundan hasta masasına yanaştırılması, görüntü kulesinin de hastanın ayak ucunda

durmasıdır. Da Vinci Xi sisteminde hasta konsolunun kameraya göre istenilen şekilde odaklanabilmesi ve 270 derece dönme kabiliyetine sahip olmasıyla artık hasta konsolunun posteriordan yanaşmasına gerek kalmamasına rağmen pozisyonlanma açısından eski kurulum alışkanlıklarımızı değiştirmedığımızı söyleyebiliriz (Resim 1).

6.2. Portların Yerleştirilmesi

Portları yerleştirirken temeldeki ilk kuralımız hangi akciğer rezeksiyonunu yapıyorsak yapalım olabildiğinde diyafragma yakın port girişleri yapıp kolları kullanma açısı ve mesafesini artırma prensibine sadık kalmak olmalıdır. Burada tarif edeceğimiz port konumlanması günlük pratikte de uyguladığımız bir adet kamera portu, iki adet robotik enstrümanlar için port ve bir adet "air seal" portu (4. port) olacaktır. İlk olarak kamera portunu genellikle 8. interkostal aralık (İKA) orta-arka aksiller hat hizasından açtıktan sonra 5 L/dakika akımda 10 mmHg basınca ulaşacak şekilde karbondioksit (CO₂) insüflasyonu sağlanıp diğer portlar kamerayla toraks içerisi görülerek açılabilir. Genel prensibimiz olabildiğince aynı interkostal aralık içerisinde kalmaktır. Eski Da Vinci Si sisteminde kolların birbirleriyle çakışmaması için port girişleri arasında en az 8 cm mesafe bırakılması öneriliyor iken, mevcut Xi sistemlerde bu mesafe kolların yüksek pivot yeteneği sayesinde oldukça azalmıştır. Aynı interkostal aralıktan posteriora doğru gidilerek arka aksiller hat geçilip posterior port, onunla kamera portu arasında 9. İKA'tan 12 mm asistans-stapler portu (AirSeal portu) açılması, kamera portundan ön aksiller hatta kadar 8. İKA'dan ilerlenerek anterior portun açılması hedeflenmektedir (Resim 2). Cerrah tercihinin göre asistans-stapler portu anteriordaki port ile kamera portu arasında da olabilmektedir. Üç adet robotik enstrüman kolun kullanıldığı durumlarda 3. robotik enstrüman portu en posteriordan açılmaktadır.

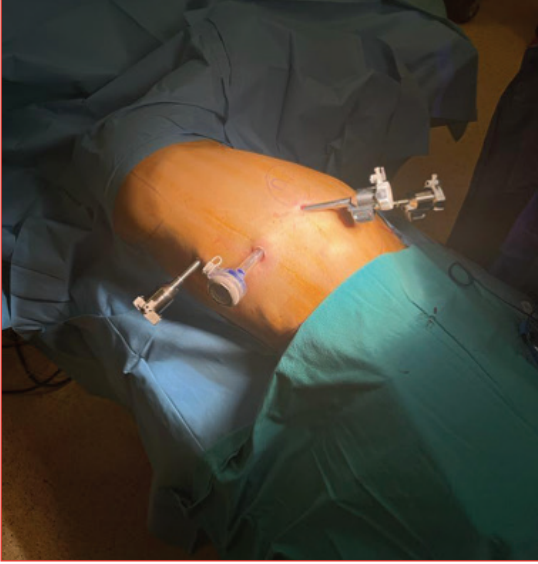
Temelde sağlanmak istenen kameranın toraksın tam ortasında her iki yöne de rahatlıkla ulaşabilecek uzaklıkta olması, sağ ve sol ellerle kullanılacak anterior ve posterior portların da toraksta karşılıklı ve birbirlerinden olabildiğince uzak olmasıdır. Rezeksiyon sonrası spesimen en geniş İKA olan 9. İKA'daki 12 mm'lik port girişinden çıkartılabilmektedir.

6.3. "Docking"

Anestezi hazırlıkları sonrası lateral dekübit pozisyonda görüntü kulesi hastanın ayak ucunda, cerrahi masa, hemşire ve asistans cerrah hastanın anteriorunda olacak şekilde yerleşim sağlanır. Kamera portu tarif edildiği şekilde açıldıktan sonra hasta konsolu asistans cerrahın karşısı, hastanın posteriorundan ameliyathane personeli tarafından sürülerek masaya yanaştırılır. Kolların ortasındaki yeşil "+" şeklindeki ışık kamera portuna denk getirilir (Resim 3). Kamera eşliğinde diğer portlar da açılıp yerleştirildikten sonra kamera portu robotun koluna bağlanır. Xi sisteminde olan otomatik hedefleme ile kolların pozisyonunu cihaz otomatik olarak hastaya ve önceden belirlenmiş yapılacak prosedüre (torasik transvers, torasik sagittal vb.) göre ayarlar (Resim 4). Robotun kollarının birbirleri ile olan açıklıklarına manuel olarak da asistans cerrah tarafından dikkat edilerek robot kollarına diğer portlar bağlanır. El enstrümanlarının toraks boşluğuna çıkış yerleri hedef bölgeye doğru tutulup güvenli boşluk olduğundan emin olunduğu zaman kollar teker teker asistans cerrah tarafından toraks içerisine yerleştirilir. Cihazın yerleştirilmiş enstrümanı doğru gördüğü ve tanıdığından emin olunmalı, özellikle koruyucu kılıf sebebiyle oluşabilecek temas sorunları ve uyarılar düzeltilmelidir. Hasta başındaki bütün bu ayarlamalar doğru şekilde yapıldıktan sonra konsol cerrahına kolların kontrolü devredilerek "docking" tamamlanır (Resim 5).

Resim 1. Ameliyathane odasında konumlanma.



Resim 2. Port yerleşim yerleri.**Resim 3. Kamera portu ile "targeting".****Resim 4. Kolların konumlanması.**

7. ROBOTİK CERRAHİDE LENF NODU DİSEKSİYONU

Robotik akciğer rezeksiyonunun, önceki bölümlerde de bahsettiğimiz, konvansiyonel torakoskopi karşısındaki temel avantajı el aletlerinin açılma kabiliyetinin fazlalığı ve kameranın ileri özellikleri ile cerrahi ekspozurun yüksek kalitesi olarak görülebilir. Bu avantajlar segmentektomi gibi akciğerin kompleks

operasyonlarında segmentin bronş ve damarlarının diğer dokulardan ayrıştırılırken ciddi anlamda bir diseksiyon üstünlüğü sağlamaktadır.

Güvenli robotik rezeksiyon yapabilmek için akılda tutulması gereken ilk unsur kapsamlı bir lenf nodu diseksiyonunun yapılmasıdır. Çoğu kaynakta da ekip-lerin tercihi rezeksiyon öncesi kapsamlı bir posterior hiler lenf nodu diseksiyonu yapmaktır (3). İnférieur pulmoner ligaman açılıp, inferior ligaman ve paraözofageal lenf nodları diseke edilerek perikarda ulaşılır (Resim 6). Alt lob superior segment anteriora çekilerek posterior plevra superior hilusa doğru açılır. Sağ tarafta özellikle üst lob bronşu ve intermedier bronş arasındaki "sump" 11 no'lu lenf bezinin diseksiyonu faydalı olacaktır (Resim 7). Subkarinal lenf nodu diseksiyonu ile devam edilir (Resim 8). Bütün hiler ve mediastinal (Resim 9) yapıların arasındaki lenf bezlerini diseke etmek faydalı olacaktır. Çünkü özellikle operasyonun ilerleyen aşamalarında bu anatomi hakimiyeti distal yapıların izolasyonunda kolaylık ve güvenlilik sağlayacaktır.

Resim 5. Tamamlanmış "docking".

Kliniğimizizin torakotomi, konvansiyonel torakoskopi ve robotik cerrahi ile akciğer rezeksiyonu uygulanmış üç hasta grubunun karşılaştırıldığı çalışmada, özellikle diseke edilen N1 lenf nodu sayısı değerlendirildiğinde, operasyon tarafları ve yapılan akciğer rezeksiyonu çeşidinden bağımsız RATS grubunda hem

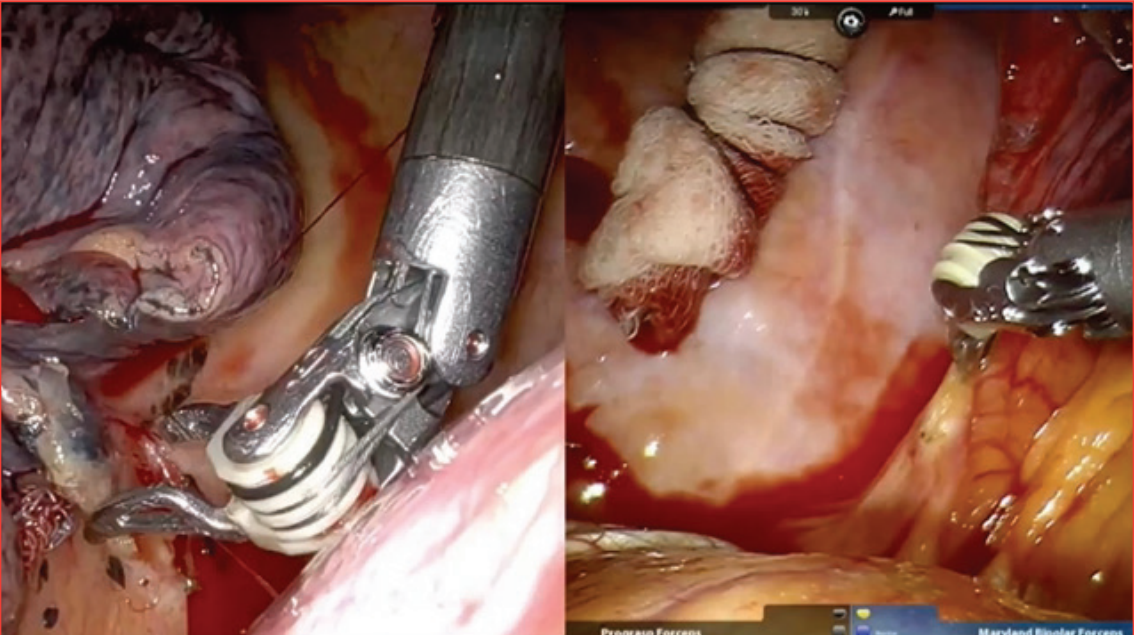
VATS grubundan hem de torakotomi grubundan daha fazla lenf nodu çıkartıldığı bulundu (7).

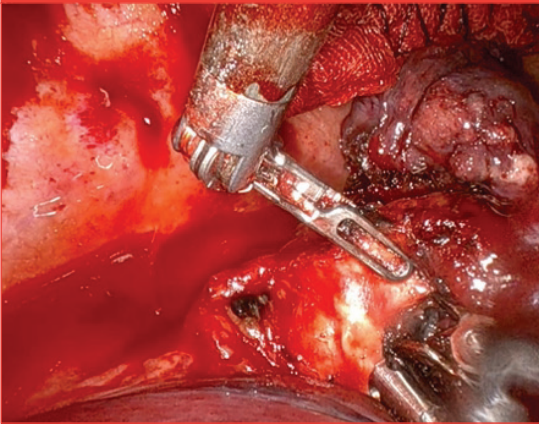
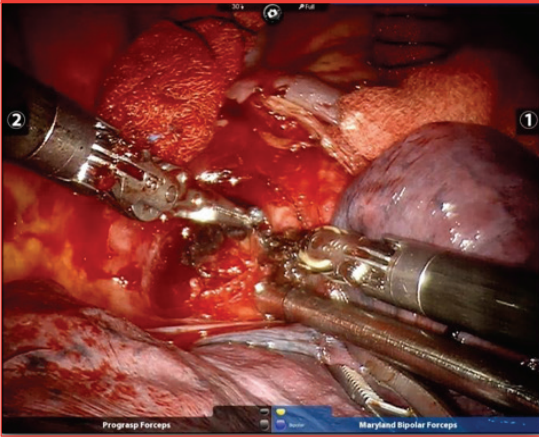
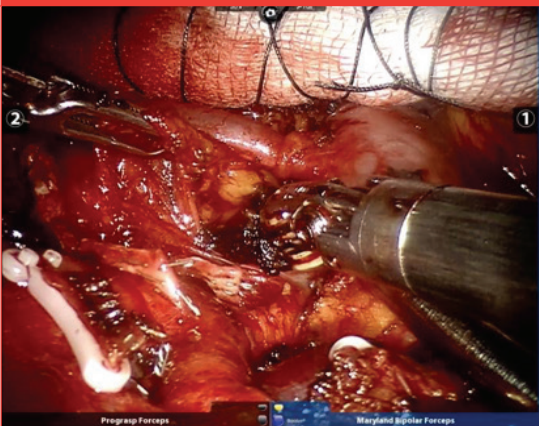
Robotik cerrahi cerrah için daha konforlu bir lenf nodu diseksiyonuna izin verebilir (Resim 10). Özellikle segmentektomi ameliyatlarında segment planlarının belirlenmesine ve onkolojik prensipler açısından segmentektomi kararının doğru uygulanmasına imkân sağladığımızı söyleyebiliriz (Resim 11).

8. İNTERSEGMENTER PLANLARIN BELİRLENMESİNDE ROBOTİK TEKNOLOJİNİN AVANTAJLARI

Segmentektomi operasyonlarındaki temel zorluklardan biri de segmentin hiler yapılarının divizyonundan sonra segment planının lob içerisinde ayırt edilebilmesi olmaktadır. Günlük pratikte kullandığımız Da Vinci Xi robotunun Firefly sistemindeki gibi yakın kızılötesi floresans (NIRF) görüntüsü altında, vasküler veya endobronşiyal indosiyanın yeşili verilerle boyanın dağılımının gerçek zamanlı görüntüsü ile bu planları net bir şekilde tespit etmek kolaylaşmaktadır.

Günlük uygulamamızda segmentektomi esnasında segment arterini divize ettikten sonra indosiyanın yeşilini santral venöz kateterden vererek segment planını değerlendiriyoruz. İndosiyanın yeşili kiloya 0,3 mg olacak şekilde hazırlıyoruz, 1 cc içerisinde 2,5 mg içerecek biçimde sulandırılarak intravenöz yolla veriyoruz. Santral venöz kateteri, periferik yoldan

Resim 6. Sağ ve sol inferior ligaman ayrılması ve 9 no'lu lenf nodu diseksiyonu.

Resim 7. Sağ 11 "sump" lenf nodu diseksiyonu.**Resim 8. Sağ subkarinal lenf nodu diseksiyonu.****Resim 9. Sağ paratrakeal lenf nodu diseksiyonu.**

yaklaşık 30 saniye daha hızlı hedef dokuya ulaştığından ötürü tercih ediyoruz. Hazırladığımız solüsyonu santral kateterden verip ardından 10 cc serum fizyolojik göndererek yakın infrared floresans altında akciğer parenkimi dokusunu izliyoruz. Segment ar-

teri divize edilmiş olduğundan boya, çıkartacağımız segment parenkimine ulaşamıyor (Resim 12,13). Bu esnada boyanmayan bölgeyi boyanan bölgeden floresans kapandığında da ayırt etmek için bu hattın visseral plevrasını koterizasyon ile işaretliyoruz.

Bu yöntemin dışında bilgisayarlı tomografi (BT) altında perkütan ICG uygulaması, bronkoskopi ile segment bronşuna ICG uygulaması ve ultra-ince bronkoskop ile hedeflenen lezyonun çevresine ICG uygulaması gibi güncel çalışmalar tarafından konsensusa ulaşılmış uygulama alanları da bulunmaktadır (8).

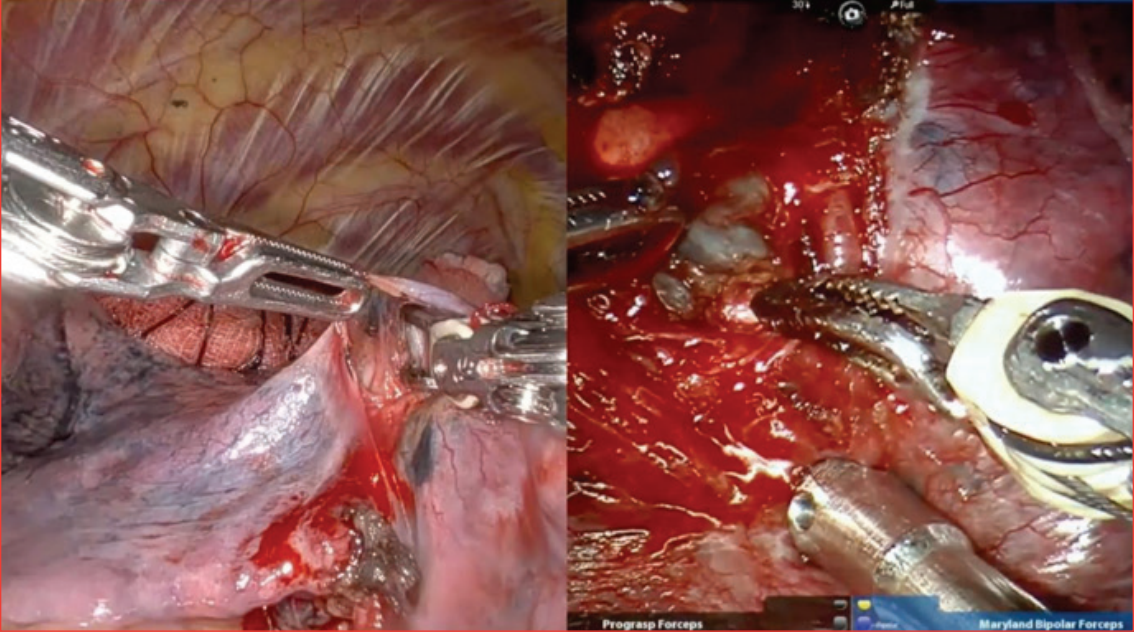
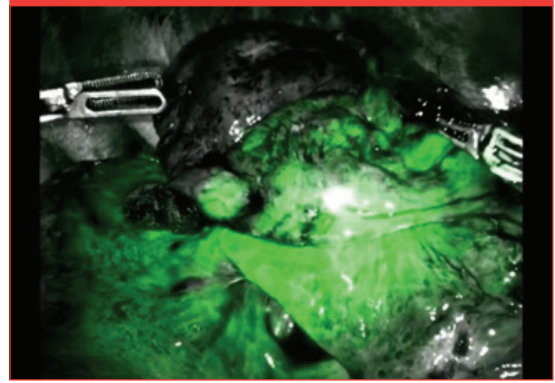
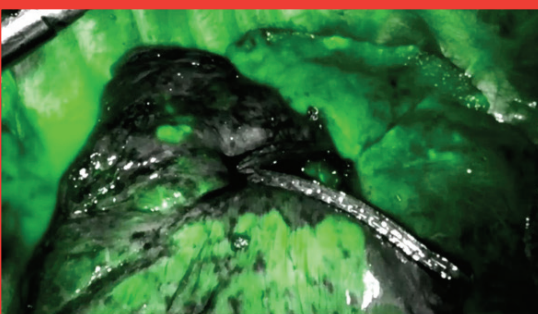
9. ROBOTİK STAPLER KULLANIMININ AVANTAJLARI

Robotik akciğer rezeksiyonu yaparken cerrahiye uygulayan primer cerrahların endişesi olabilecek bir konu da hasta başında durmuyor olmaları, steril olmamaları ve olası bir stapler uygulaması sorununda (malpozisyon, cihaz hatası, kanama vb.) asistans yapan hekimin hasta başında tek başına olması durumudur. Cerrahiye uygulayan primer cerrahın stapler uygulamasını da kendisinin yapmak istemesi daha güvenli bir düşüncedir. Robotik staplerler ile birlikte, konsolda operasyonu gerçekleştiren cerrah stapler uygulamalarını da, robotun eklem kabiliyetini de kullanarak, kendisi yapabilmektedir (Resim 14).

Normal robot kolları 8 mm porttan geçebilirken robotik stapler uygulanacak kol 12 mm porttan geçebilmektedir. Bu teknik bir sorun oluşturmasın diye 12 mm portları 8 mm'ye daraltan çap düşürücüler temin edilebilmektedir. Yüksek vücut kitle indeksli cilt altı dokusu kalın hastalar için de uzun kanallı (150 mm vs. 100 mm) portlar bulunmaktadır.

Robotik stapler robotun diğer el aletlerinden bir miktar daha büyük ve hareketlerine alışılması gereken bir alettir. Eliptik düzlemde staplerin ucu konsoldaki cerrahın el hareketlerine göre hareket edebilmektedir. Horizontal ekseninde sağa ve sola 54 derece, vertikal ekseninde üste ve alta 27 derece hareket edebilir (9). Aynı zamanda robot kolunun 4-DOF (degree of freedom: serbestlik derecesi) robotik manipülatörü cerrahın dışardaki el hareketlerini yavaşlatıp kontrolünü arttırmaktadır. Bu özellik sayesinde dokuya yaklaşırken olabilecek hatalar en aza indirilmektedir (10).

Kim ve ark.'nın Da Vinci Xi robotu ile robotik vasküler staplerlerini kullandıkları ve konvansiyonel vasküler stapler ile kıyasladıkları robotik akciğer rezeksiyonu serilerinde, torakoskopi ve torakoskopinin vasküler staplerini kullandıkları ameliyatlara göre ro-

Resim 10. İnterfissür pulmoner arter planında 11 no'lu lenf nodu diseksiyonu.**Resim 11. İntersegmenter lenf nodlarının diseksiyonu sonrası görüntü.****Resim 13. S2 segmentin ICG ile boyanmaması.****Resim12. S6 segmentin ICG ile boyanmaması.**

botik staplerler ile daha az torakotomiye geçme ihtiyacı doğduğunu tespit etmişlerdir (%5 vs. %19) (11). Robotun kollarının insan elinin doğal titreşiminden veya eforla olan titreşiminden etkilenmediğini, robotik stapler uygulanırken hiç hareketsiz bir biçimde kalıp dokuya ek germe-çekme tansiyonu uygulamadığını düşünürsek robotik stapler kullanımı daha güvenlidir.

10. AIRSEAL VE KARBONDİYOKSİT İNSÜFLASYONUNUN AVANTAJLARI

Dört port veya daha fazla portlu, yalnızca robotik port ve kolların kullanıldığı yaklaşım ameliyat esnasında çalışılan toraksa CO₂ insüflasyonu ile suni pnömotoraks yaratılmasına izin vermektedir. Bu

Resim 14. Konsolda primer cerrahın robotik stapleri kullanımı.



yöntem çift lümen entübasyonun alternatifi olarak kullanılmakla birlikte, çift lümen entübasyonla opere edilen hastalarda da daha etkin bir çalışma alanı sağlanmasına olanak vermektedir (12). Robotik AirSeal teknolojisinin sunduğu avantajlar, robotik cerrahi uygulamalarında önem kazanmakta olup bu teknoloji, gelişmiş duman temizleme sistemleri, daha iyi görüntü kalitesi sağlama ve otomatik intratorasik basınç kontrolü gibi özelliklerle cerrahi süreçleri iyileştirmektedir. Robotik AirSeal'ın bu avantajları ile operasyon sahasına hakimiyeti arttırdığı ve operasyon süresini kısalttığı da bildirilmiştir (13).

Bu katkısına karşılık CO₂ insüflasyonunun dezavantajı olarak verilen CO₂'nin kana hızlıca emilerek PaCO₂ arttırması, buna bağlı bir miktar respiratuar asidoza sebep olması ve koagülasyon ile fibrinolitik üzerinde olumsuz etkisi olduğu düşünülmektedir (12). Buna rağmen postoperatif birinci günde bu değerlerin normale dönmesi beklenmektedir (12).

Kliniğimizde standart prosedür olarak 10 mmHg basınçta 5 L/dakika akımda CO₂ insüflasyonu uyguluyoruz. Hemodinamik instabilite durumunda ya da istenilen ekspoşürün elde edilemediği durumlarda akım ve basınç ayarları değiştirilebilir.

11. SONUÇ

Robotik teknoloji, minimal invaziv cerrahi alanında önemli bir ilerleme olarak görülmekte ve akciğer rezeksiyonlarında önemli bir alternatif sunmaktadır. Geleneksel yöntemlere kıyasla, robotik cerrahi; hastalara daha az ağrı, daha kısa hastanede kalış süresi ve daha hızlı bir iyileşme süreci sunar. Ayrıca, robotik cerrahi sayesinde daha kesin ve kontrollü hareketler ile kompleks cerrahi prosedürler daha güvenli ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

Robotik sistemlerin akciğer cerrahisinde kullanılması, cerrahların daha iyi bir görüş açısına ve hareket kabiliyetine sahip olmalarını sağlar. Bu, özellikle lenf nodu diseksiyonu ve intersegmenter planların belirlenmesi gibi kritik ve hassas işlemlerde büyük avantajlar sağlar. Robotik stapler kullanımı da, cerrahi süreçte daha etkili ve güvenli bir şekilde rezeksiyonu mümkün kılar.

Klinik pratiğimizde kullandığımız ve yazıda bahsettiğimiz Intuitive firmasına ait Da Vinci cihazının dışında yeni cerrahi robotlar da üretilmektedir. Intuitive firmasının patentlerinin yakın zamanda sona erecek olmasıyla mümkün hale gelen bu durum robotik cerrahide daha fazla çeşitlilik ve yenilik anlamına gelmektedir. Örneğin Medtronic firmasının Hugo isimli robotik cerrahi sisteminin de yakında piyasada yerini alması beklenmektedir.

Robotik teknoloji, segmentektomi, diğer akciğer rezeksiyonları ve torasik cerrahi işlemlerde önemli bir devrim niteliğindedir. Bu teknoloji sayesinde, hastaların yaşam kalitesi artmakta ve cerrahi sonuçlar olumlu bir şekilde etkilenmektedir. Robotik cerrahi, ileri teknoloji kullanımının sağlık alanındaki potansiyelini bir kez daha gözler önüne sererek, gelecek vaat eden bir alanın kapılarını aralamaktadır.

KAYNAKLAR

1. Belgers EH, Siebenga J, Bosch AM, van Haren EH, Bollen EC. Complete video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy and its learning curve. A single center study introducing the technique in The Netherlands. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2010;10(2):176-80.
2. McKenna RJ Jr. Complications and learning curves for video-assisted thoracic surgery lobectomy. *Thorac Surg Clin*. 2008;18(3):275-80.
3. Park B. J. *Robotic Lobectomy*. Kemp Kernstine (Ed.), *Atlas of Robotic Thoracic Surgery*. (2018; Bölüm 3: 29-38). Springer, USA.
4. Toker A, Ayalp K, Uyumaz E, Kaba E, et. al. Robotic lung segmentectomy for malignant and benign lesions. *J Thorac Dis* 2014; 6: 937-42.

5. Ikeda N, Yoshimura A, Hagiwara M et al. Three dimensional computed tomography lung modeling is useful in simulation and navigation of lung cancer surgery. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2013;19:1-5.
6. Sadeghi AH, Maat APWM, Taverne YJHJ et al. Virtual reality and artificial intelligence for 3-dimensional planning of lung segmentectomies. *JTCVS Techniques* 2021;7:309-21.
7. Toker A, Özyurtkan MO, Demirhan Ö et al. Lymph node dissection in surgery for lung cancer: comparison of open vs. video-assisted vs robotic-assisted approaches. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2016;22:284-290.
8. Cui F, Liu J, Du M et al. Expert consensus on indocyanine green fluorescence imaging for thoroscopic lung resection (the version 2022). *Transl Lung Cancer Res* 2022; 11: 2318-31.
9. Pearlstein DP. Robotic lobectomy utilizing the robotic stapler. *Ann Thorac Surg* 2016;102:e591-3.
10. Rao D, Vardhieni S, Hemalatha N, Mandava S, Mandava RK. Design and development of robotic manipulators for medical surgeries. *Materials Today: Proceedings* 2023; 80: 195-201.
11. Kim MP, Nguyen DT, Meisenbach LM et al. Da Vinci Xi robot decreases the number of thoracotomy cases in pulmonary resection. *J Thorac Dis* 2019;11(1):145-153.
12. Ren Y, Yan H, Ge H et al. CO₂ artificial pneumothorax on coagulation and fibrinolysis during thoroscopic esophagectomy. *Medicine* 2021; 100: 2(e23784).
13. Paull JS, Parsacandola SA et. al. The impact of the Airseal valve-less trocar system in robotic colorectal surgery: A single-surgeon retrospective review. *Journal of Robotic Surgery* 2021; 15: 87-92.