

Robotik Kolon Cerrahisi

TANER YİĞİT, ORHAN KOZAK, SADETTİN ÇETİNER, TURGUT TUFAN

GATA Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara

ÖZET

Laparoskopik cerrahinin açık cerrahi ile karşılaştırıldığında birçok avantajları bildirilmiştir. Laparoskopik kolesistektominin günümüzde altın standart olması sonrasında, başta kolorektal cerrahi olmak üzere birçok değişik intraabdominal patolojinin cerrahi tedavisinde laparoskopinin kullanılabilirliğini gündeme getirmiştir. Üç boyutlu görüntü eksikliği, cerrahi aletlerin sınırlı hareket imkânı ve görüntünün kullanıcı bağımlı olması nedeniyle küçük titremelerden dahi fazla etkilenmesi gibi birtakım olumsuz etkenler laparoskopik cerrahinin kullanımını yavaşlatmış görünmektedir. Bu olumsuzluklar robotik cerrahi sistemlerinin laparoskopik cerrahi esnasında kullanımı ile önemli ölçüde giderilmiştir. Kolorektal cerrahi gibi karmaşık cerrahi işlemlerin robotik asistans ile daha kolay uygulanır hale gelmesinin mümkün olduğu gösterilmekle beraber, günümüzde bu sistemlerin kullanımının önünde maliyet, öğrenim sürecinin uzunluğu, kolay ulaşılama gibi birçok sınırlamalar mevcuttur. Ucuz, küçük ve kolay ulaşılır sistemlerin önümüzdeki yıllarda kullanıma girmesi ve robotik kolon cerrahisi konusunda deneyimlerin artması ile telemanipülator sistemlerin cerrahlara kolorektal cerrahi alanındaki katkıları günden güne artacaktır.

Anahtar Kelimeler: Robotik cerrahi, kolorektal cerrahi, laparoskopi

ABSTRACT

Laparoscopic surgery has been shown to offer a number of advantages over conventional open surgery. Just before the laparoscopic surgery become a gold standard for cholecystectomy, it then remains to be asked why this technique, which offers so many potential benefits to patients, has not become the standard practice in colorectal surgery. Some limitations of conventional laparoscopy such as lack of three dimensional view, limited movement of surgical instruments and tremors created from human controlled camera systems have slowed down the usage of minimal invasive surgery. These limitations were eliminated by utilization of the robotic system in laparoscopic surgery. Although it was shown in the literature that the complex colorectal procedures could be performed easily by the assistance of the robotic systems, there are many limitations of the utilization of the robotic surgery in such as increased operation cost, long and time consuming learning curve and difficult accessibility of this systems. By introducing and utilization of the cheapest, compact and easily accessible robotic systems and the effect of increased experience in robotic colorectal surgery, the contribution of the telemanipulator systems to minimal invasive colorectal surgery will increase day by day.

Key words: Robotic surgery, colorectal surgery, laparoscopy

İletişim Adresi: Taner Yiğit, GATA Genel Cerrahi AD Etlik / Ankara
e-posta: yigittane@yahoo.com

Kolon Rektum Hast Derg 2007;17:112-120

Minimal invaziv kolorektal cerrahi:

Laparoskopinin günümüz cerrahisinde kullanılmaya başlaması modern cerrahideki en önemli gelişme olarak görülmektedir. Laparoskopik cerrahinin açık cerrahiye, kısalmış hastane kalım süresi, azalmış morbidite ve hızlı iyileşme süresi gibi birçok avantajları bildirilmiştir.^{1,2} Kolesistektomi için laparoskopik girişimin birçok cerrah için vazgeçilmez hale gelmesi, laparoskopinin diğer abdominal girişimler için neden altın standart haline gelmediği sorusunu gündeme getirmiştir. Konu üzerinde çalışan birçok araştırmacı, kolon cerrahisini de içine alan birçok değişik intraabdominal patolojinin cerrahi tedavisinde de laparoskopinin kullanılabilirliğini göstermişlerdir. İlk laparoskopik kolektominin³ 13 yıl önce uygulanmasını takip eden zamanda, laparoskopi kolon cerrahisinde de giderek artan sıklıkla uygulama alanı bulmuştur.⁴⁻⁶

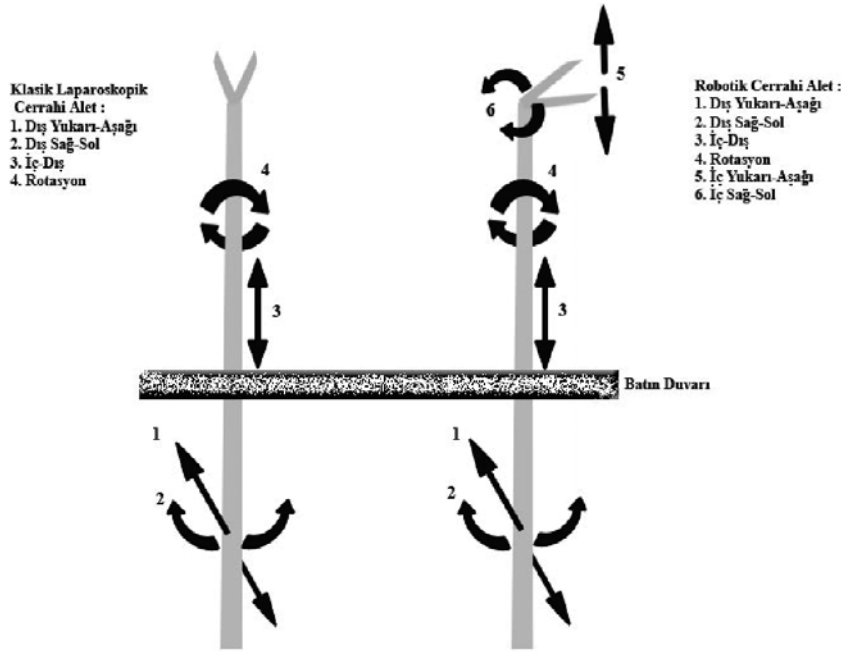
Avantajlarına rağmen uzun öğrenim süreci gerekliliği, üç boyutlu görüntü eksikliği, cerrahi aletlerin sınırlı hareket imkanı ve küçük fizyolojik el tremorlarının kamera sisteminde büyük oynamalar şeklinde yansımaları gibi birtakım olumsuz etkenler laparoskopik cerrahinin birçok alanda kullanımını yavaşlatmış görünmektedir.⁷ Laparoskopik kolorektal cerrahi, açık cerrahi ile karşılaştırıldığında cerrah için daha zor ve daha çok beceri gerektiren bir işlem olarak görülmekte, laparoskopik cerrahinin tüm olumsuzlukları belki daha da artmış olarak cerrahin karşısına çıkmaktadır. Laparoskopik cerrah, ameliyat alanına göz, el ve ameliyat alanı eksenini bozan bir monitörden bakmak zorundadır.⁸ Üç boyutlu görüntünün olmaması ise cerrahin derinlik hissinin kaybı ve dolayısıyla ile ameliyat stratejisinde bozulmalara yol açabilmektedir. Aynı zamanda asistan tarafından kontrol edilen kamera sistemi, cerrahin istediği anda ameliyat sahasının istediği bölümüne hâkim olabilme şansını bozabilmektedir. Laparoskopik kolorektal cerrahi esnasında uzamış ameliyat süreleri ise ameliyatın ileri aşamalarında kamera kullanan asistanın görüntünün sabitlemesinde sorunlarla karşılaşmasına neden olmaktadır.⁹ Standard laparoskopik cerrahi uygulamalarında kullanılan uzun ve rijit cerrahi malzemeler cerrahin hareket kabiliyetinde sınırlama getirmektedir. Açık cerrahi esnasında, parmakların ilave katkısıyla başlıca altı eksenle hareket serbestisi, laparoskopi esnasında sadece içeri-dışarı, yukarı-aşağı, sağ-sol ve kendi etrafında rotasyon hareketinden olu-

şan toplam dört eksenle hareket ile sınırlanmakta, bu eksenlerdeki hareketler ise karın duvarının direncinden kolaylıkla etkilenebilmektedir.¹⁰(Şekil-1) Karın duvarı direnci ile mücadele eden cerrah zamanla yorulmakta ve bu da ameliyatın gidişine olumsuz etkide bulunmaktadır.

Üç kollu robotik cerrahi sistemlerinin laparoskopik cerrahi esnasında kullanımı birçok yararlar sağlamaktadır. Bu avantajların başında gelenleri üç boyutlu görüntü imkânının sağlanması, açık cerrahinin önemli getirilerinden biri olan göz, el ve ameliyat sahası aksının laparoskopik cerrahiye oranla büyük ölçüde sağlanması ve robotik laparoskopik el aletlerinin uç kısmında kendi ekseninde dönüş kabiliyetleri nedeniyle artmış hareket serbestliği gelmektedir.^{11,12} Sonuç olarak robotik enstrümanlar cerrahin laparoskopik kolon cerrahisi esnasında teknik yeterliliğini arttırmakta, açık cerrahide bile zaman zaman zorlanılabilecek karmaşık işlemleri özellikle dar alanlarda rahatlıkla yapabilmelerine imkan sağlamaktadır.

Sistemlerin Tanımı:**Robotik kamera taşıyıcıları:**

Konvansiyonel laparoskopik girişimlerde cerrah, laparoskopik aletleri kullanırken kamerayı asistanın kullanımına bırakmak zorunda kalmaktadır. Laparoskopik kolorektal cerrahi girişimlerinde olduğu gibi uzun ve kompleks ameliyatlarda, kameranın kontrolü ve cerrahin ameliyat alanındaki çalışması ile kameranın buna uyumu, iletişim bozukluğu, titreme, asistanın istem dışı hareketleri ve yorgunluğu nedeniyle bozulabilmektedir. Laparoskopik cerrahide kullanılan ilk robot, yorulmaksızın ve ameliyatı yapan cerrahin kontrolünde olan bir görüntü imkânı verecek şekilde, endoskobu tutarak cerraha yardım etmekteydi. Günümüzde robotik kamera taşıyıcısı olarak iki sistem kullanılmaktadır. Bunlardan birisi sesle kumanda edilen, optimal pozisyon için otomatize edilmiş endoskopik sistem (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning, AESOP™, Computer Motion, Calif., USA)¹³ ve diğeri ise cerrahin hareketlerine uymak için cerrahin baş üstünde sensörü olan Endoassist™(Armstrong Healthcare Ltd, Bucks., UK) dir.¹⁴ Günümüzde iki adet robotik kamera taşıyıcı tarif edilmiş olmakla beraber, kolorektal cerrahi uygulamalarında klinik kullanımı tarif edilmiş olan kamera taşıyıcısı AESOP™'dur.



Şekil-1. Robotik cerrahi aletler ile klasik laparoskopik aletlerin hareketlerinin serbestliğinin karşılaştırması.

İlk defa 1993 yılında kullanılmaya başlanan AESOP™ bir adet robotik kol, bir kontrol konsolu ve bir adet baş üstü mikrofonundan oluşmaktadır. İlk piyasaya sürülen model olan AESOP 1000 ayaktan hareket kontrol sistemine sahipti. Sonradan geliştirilen model olan AESOP 2000’de ise hareket kontrolü, cerrahın pedal arama amacı ile yere bakma zorunluluğunu ortadan kaldırmak için sesli olarak gerçekleştirilmeye başlandı. Sistem cerrahın ses komutlarına uyarak istenilen cerrahi bölgenin görüntü içinde tutulmasını sağlamaktadır. Sistem daha sonra AESOP 3000 ile 7 eksenli hareket imkanı sağlanarak, AESOP HR’de ise ameliyathanedeki diğer ileri teknoloji ürünü cihazlarla network ağı altında çalışmaya imkan sağlanarak geliştirilmiştir. Literatürde AESOP™ kullanılarak yapılan laparoskopik kolektomiler ile kullanılmadan yapılan laparoskopik kolektomilerin karşılaştırmasında ameliyat zamanı, postoperatif hastanede kalış ve komplikasyon sayısı açısından fark tespit edilmemiştir.¹⁵ Hildebrandt ve arkadaşları¹⁶ çalışmalarında AESOP™ kamera taşıyıcı sistem kullanılarak cerrahın asistan yardımı olmadan ameliyatı tamamlayıp tamamlayamayacaklarını araştırmışlar ve çalışmaya dahil edilen toplam 41 benign yada ma-

lign kolon cerrahisi vakasının tümünün laparoskopik bölümünün AESOP™ kullanılarak asistan yardımı olmaksızın tamamlanabildiğini bildirmişlerdir.

Telemanipülator sistemleri:

Yeni nesil cerrahi robot sistemleri (telemanipülator sistemler) stabil bir kamera ve görüntü desteği sunmalarının yanında, cerraha robotik kollar yardımı ile cerrahi aletlere kumanda etme imkanı da sunmaktadırlar. Sistem başlıca cerrahın, cerrahi aletlere ve kameraya kumanda ettiği bir merkezi birim ve buradan gelen komutları kabul eden robotik kollarından oluşmaktadır. Cerrahi aletlerin hareket kabiliyeti “EndoWrists™” adı verilen teknoloji ile altı eksenli hareket edebilecek şekilde artırılmıştır. Cerrahın robotik kollara kumanda ettiği konsolda ise açık cerrahi işlemlerin ana temel özelliğini oluşturan göz, cerrahi alet ve ameliyat sahası eksenini tekrar oluşturularak klasik laparoskopik uygulamaların bu alandaki olumsuz etkileri ortadan kaldırılmıştır. Kamera tutucu sistemlerde olduğu gibi telemanipülator sistemlerde de klinik kullanımda başlıca iki sistem mevcuttur. Bunlar “da Vinci™” (Intuitive Surgical, Mountain View, Calif., USA) ve “Zeus™”(Computer Motion) olarak



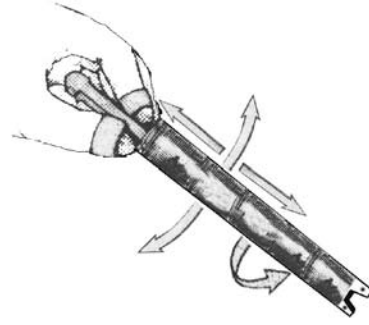
Şekil-2. EndoWrists teknolojisi.

adlandırılmış olan sistemlerdir. Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından son zamanlarda onay aldığı için literatürde “Zeus” sisteminin abdominal ve dolayısı ile kolorektal cerrahide kullanımı ile ilgili detaylı bilgi bulmak zordur. FDA tarafından 1997 yılında onaylanan “da Vinci” sistemi ise kolorektal cerrahide robot kullanımını vurgulayan literatür verilerinin ağırlığını oluşturmaktadır.

Da Vinci robotik sistemi, telemanipülâtör sistemleri içinde ilk FDA onayı almış ve intraabdominal cerrahide kullanıma sunulmuş sistemdir. Sisteminin cerrah konsolu, cerrahi işlem konsolu ve kontrol-görüntü birimi olmak üzere üç ana bileşeni mevcuttur. Cerrahi kollar cerrah konsoluna elektronik sistemler ve kablolar ile bağlantılıdır ve tüm bilgisayar komutları bu yolla kolları veri kaybı olmaksızın iletilmektedir. Sistemin belli başlı özellikleri; 1) cerrahın hastadan fiziki olarak cerrah konsolu aracılığı ile ayrılmış olması, 2) robotik kolların uç kısmındaki el bileği benzeri hareket kabiliyeti (EndoWrists™) sayesinde 6 eksenle hareket imkânı sağlanması (konvansiyonel laparoskopik cihazlarda bu olanak dört eksenle sınırlanmıştır) (Şekil-2), 3) titreşimin minimuma indirilmiş olması, 4) üç boyutlu stereoskopik görüntü sağlanmasıdır.

Cerrah konsolu cerrahın iki adet robot kolunu ve bir adet teleskopu kontrol ettiği bir çalışma panelinden oluşmaktadır. Cerrah bu panele oturup ellerini özel tasarlanmış kumanda kolunun içine sokup, parmakları robotik kolların ucunda bulunan cerrahi malzemeleri kumanda edecek halkalara girecek şekilde yerleştirip, gözleri ile önünde duran stereoskopik görüntü sağlayan ekrana bakarak cerrahi işlemi gerçekleştirir.

Ameliyat cerrahın kullandığı iki adet el kumandası ile yürütülür. Bu kumanda kollarının her birisi cerrahın baş ve işaret parmağının içine girdiği manivela



Şekil-3. Cerrahi aletlerin kontrol edildiği parmak manivela sistemi.

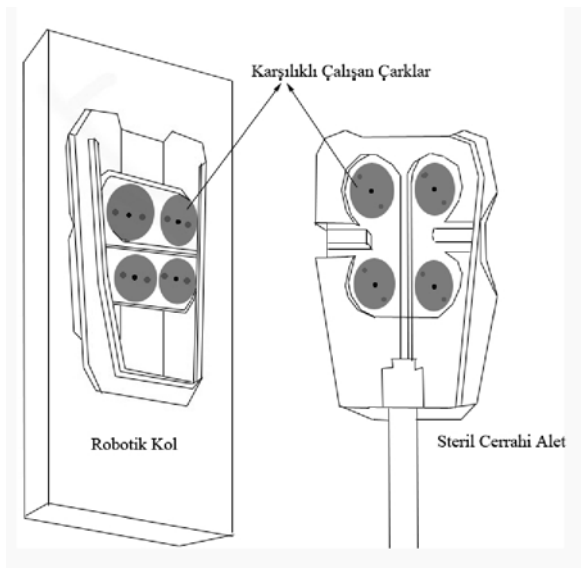
sisteminden oluşmaktadır.(Şekil-3) Bu manivela sisteminin parmakların uçlarının birbirine temas ettirilmesi ile sıkıştırılması robotik kolun ucunda bulunan cerrahi aletin uçlarının birbirine yakınlaşması yani cihazın ucunun kapanmasına neden olmaktadır. Benzer şekilde manivela sisteminin bağlı olduğu ana şaftın kendi etrafında döndürülmesi ise cerrahi aletin kendi etrafında dönmesi ile sonuçlanmaktadır. Manivela sistemine bağlı elin bilekten yaptığı hareketler ise hastanın içinde olan cerrahi alet ucunun yine bilekten hareket edercesine dönmesine neden olmaktadır.

Cerrah aynı zamanda robotik kolları kumanda edebilmek için ayak pedallarını da kullanmaktadır. Kavrama pedalı (Clutch Pedal) adı verilen pedala basılması halinde manivela sisteminin robotik kollar ile olan irtibatı kaybolmakta ve cerrahın yapmak istediği hareket esnasında manivela sisteminin limitlerine ulaşması durumunda cerrahi malzemenin ucuna istenilen pozisyonun verilebilmesi için parmak uçları yeniden ayarlanıp pedal serbest bırakılmaktadır. Bu yolla disseksiyon, kesme ya da kavrama gibi fonksiyonlar tam olarak gerçekleştirilebilmektedir. Kamera pedalı (Camera Pedal) ise, basıldığı zaman video endoskobun ellerin ileri ittirilmesi durumunda daha yakına, geri çekilmesi durumunda ise daha uzağa gitmesine, sağ ya da sola hareketi ise yine video endoskobun sağa ya da sola dönmesine neden olmaktadır. Bu sayede cerrah istediği açı ve mesafeden ameliyat alanını görebilme imkânına kavuşmaktadır. Diğer üçüncü pedal (Coagulation Pedal) ise elektrokoter cihazlarının kullanımı için tasarlanmıştır.

Cerrahi işlem konsolu esas robotik işlemi gören kısımdır. Cerrahın konsol içinde yapmış olduğu hareketlere cevap veren üç adet robot kolundan oluşmak-

tadır. Merkezi kol stereo teleskopu taşır ve kontrol eder (Sağ ve sol kol kavramı, robotik kolların tam karşısına geçildiğinde cerrahın solunda kalan kol sol robotik kol, sağında kalan kol ise sağ robotik kol olarak isimlendirilmiştir). Sağ ve sol kollar ise abdominal kavite içindeki cerrahi aletleri taşıyıp kontrol eder. Konsol uygun pozisyonda yerleştirilebilmek için hareket edebilen ve kilitlenebilen ayak sistemi ile donatılmıştır. Cerrahi işlem konsolu, istenilen pozisyona ayarlandıktan ve kilitlendikten sonra sistem tamamen kapatılmadan yeniden hareket ettirilmeyi engelleyici bir emniyet sistem ile donatılarak güvenli hale getirilmiştir. Robotik kolları laparoskopik aletlerin, kameranın yüklenmesi ve bu kolları asistan cerrah tarafından istenilen açının verilmesi ise kavrama pedalı yardımı ile gerçekleştirilmektedir. Pedalın basılı olması yukarıda sayılan işlemlerin gerçekleştirilmesi için cerrah konsolunun robotik kollar ile bağlantısını keser, istenilen pozisyonun verilmesi ve cerrahi aletin robot koluna yüklenmesi ile pedal bırakılarak kontrol tekrar cerraha geçer.

Kontrol-görüntü birimi robotik telemanipülatör sisteminin üçüncü ana bölümüdür. Üzerinde yüksek çözünürlüklü bir monitörün olduğu standart laparoskopi ekipmanlarını içeren laparoskopi ünitelerine benzetilmektedir. Temelde stereo teleskop için gerekli ışık kaynağı ve teleskoptan üç boyutlu görüntünün işlenip



Şekil-4. Robot kollarına yüklenen cerrahi aletlere hareket komutlarının iletme sistemi ve robotik kol cerrahi alet ilişkisi.

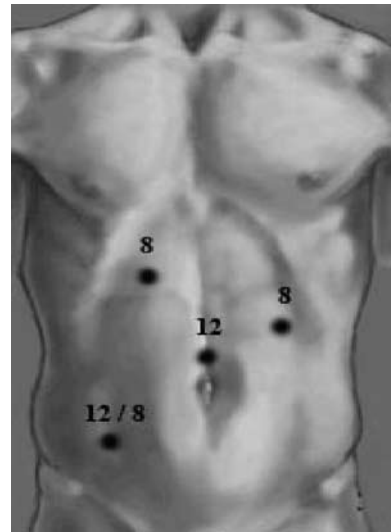
cerrah konsoluna gönderildiği bilgisayar sisteminden oluşmaktadır.

Cerrahi işlem konsolunda bulunan robotik kollar steril ve nonsteril ortamların birbiri ile irtibat halinde olduğu alanlardır. Nonsteril robotik kollarıdaki dört adet çark, bu kola yüklenecek cerrahi malzeme üzerinde bulunan yine dört adet çark ile uyum içinde çalışarak, cerrahın konsol içinden verdiği komutları laparoskopik malzemenin ucunda bulunan cerrahi alete iletirler.(Şekil-4) Laparoskopik malzemelerin üzerinde bulunan bir adet çip yardımı ile robotik kol hangi malzemenin hangi kolunda bağlı olduğunu anlayıp, cerrahın komutlarını buna göre uç kısımda bulunan cerrahi alete iletir.

Cerrahi uygulama ve robotik kollar için trokar bölgeleri seçimi, robotik kolların pozisyonu:

Hasta hazırlığı: Robotik kolorektal cerrahi uygulanacak hastaların ameliyat öncesi hazırlıkları klasik laparoskopik cerrahi uygulanacak olan hastalar ile farklılık göstermemektedir. Hastalara ameliyattan bir gün önce standart barsak temizliği uygulanır. Anestezi induksiyonundan önce tek doz antibiyotik profilaksisi ve anesteziden sonra üriner kateter uygulaması yapılır.

Sigmoid Rezeksiyon: Hasta sırt üstü pozisyonunda yatırıldıktan sonra trokar giriş yerleri, sağ midsubkostal ve sol lateral subkostal alana 8 mm lik iki adet robotik port, umbilikal bölgeye bir adet robotik kamera kolu-



Şekil-5. Robotik sigmoid kolektomi için trokar bölgeleri

nun kullanacağı 12 mm lik ve sağ alt kadrana ise bir adet 12 mm lik asistan portu gelecek şekilde işaretlenir. (Şekil-5) Umbilikal trokarın açık olarak yerleştirilerek ya da Veres İğnesi yardımı ile pnömoperitoneum oluşturulur.

Splenik fleksura serbestleştirmesi için hastaya ters trendelenburg pozisyonuna ve ameliyat masasının sol yanı yukarı gelecek şekilde pozisyon verilir. Robotik kollar hastanın sol omuz başı tarafına alınır ve sabitlebilir. Ortada bulunan robotik kamera kolu Umbilikal 12 mm lik trokara, sağ robotik kol sol lateral subkostal trokara, sol robotik kol ise sağ midsubkostal trokara bağlanır. Bir adet robotik barsak tutucu sol robot koluna, robotik ultrasonik dissektör yada hook koter ise sağ robotik kola yüklenip bu kolların bağlı bulunduğu trokarlardan batına iletilir. (Şekil-6) Splenik fleksura standart laparoskopik yöntemler ile serbestleştirildikten sonra, yeterli serbestleştirme sağlandığına kanaat edildiğinde robotik cerrahi aletler batın dışına alınır, robotik kollar ise sigmoid rezeksiyon için tekrar konuşlandırılır.

Vasküler disseksiyon için hasta trandelenburg pozisyonuna alınır ve robotik kollar hastanın sol ayakucuna alınıp sabitlenir. Kamera taşıyıcı kol yine umbilikal 12 mm lik trokara, sol robotik kol sol lateral subkostal 8 mm lik trokara ve sağ robot kolu ise sağ alt kadradaki 12 mm lik trokara bağlanır. Sağ mid subkostal 8 mm lik port ise sigmoid mezokolonu anteriora çekip inferior mezenterik arter (İMA) ve inferior mezenterik ven'i (İMV) gergin tutan asistan portu olarak kullanılır. (Şekil-7) Robotik ultrasonik dissektör, hook yada spatül koter sağ robotik kola, robotik Cadiere Pensi ise sol robotik kola yüklenip, medialden laterale doğru İMA ve İMV disseksiyonu gerçekleştirilir. İMA ve İMV tamamen disseke edilip ortaya konduktan sonra soldaki Cadiere Pensi ile vasküler pedikül tutulup traksiyon sağlanırken, 12 mm lik sağ alt kadradaki trokarda bulunan üzerinde koter ucu yüklü sağ robotik kol sahadan uzaklaştırılıp bu trokardan 10 mm lik LigaSure ya da EndoGIA 2.0 vasküler stapler batına iletilip İMA ve İMV kesilir. Takiben sağ robotik kola tekrar koter ucu yüklenip 12 mm lik sağ alt kadradaki trokardan batına iletilerek operasyona devam edilir.

Posterior, medial ve lateral rektosigmoid bölge disseksiyonu esnasında; rektosigmoid bölge ve rektumun posterior ve medial bağlantıları robotik kolların

konfigürasyonu değiştirilmeden civar bağlantılar temizlenir. Takiben ultrasonik dissektör, hook yada spatül koter ucu sol robotik kola, Cadiere Pensi ise sağ robotik kola yüklenecek şekilde robotik kolların konfigürasyonu değiştirilip, sigmoid kolunun Toldt Fasiası boyunca lateral bağlantıları giderilir.

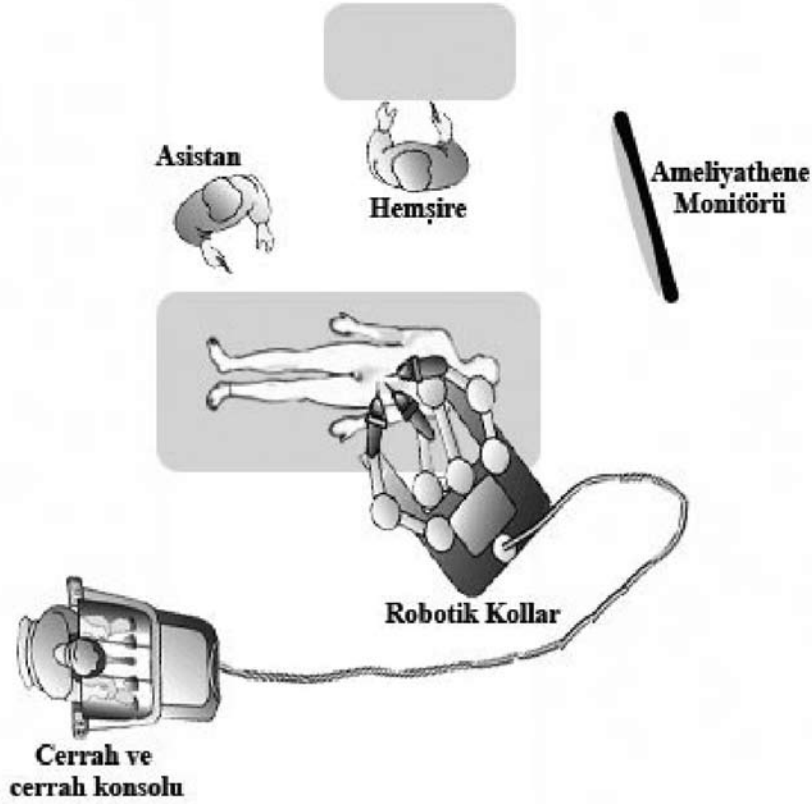
Mezorektal disseksiyon işlemi, ultrasonik dissektörün sağ robotik kolda yüklü olduğu durumda sağ mezorektum, sol robotik kolda yüklü olduğu durumda ise sol mezorektum disseksiyonu ile gerçekleştirilir. Bu esnada robotik kolların taşıdığı cerrahi aletler karşılıklı olarak yer değiştirilir.

Rektal transeksiyon için 12 mm lik sağ alt kadrardan çalışan üzerine koter ucu yüklü sağ robotik kol sahadan uzaklaştırılıp, bu trokardan 60 mm lik 3,5 rotikülatörlü EndoGIA stepler batına iletilir. Takiben uygun bölgeden rektal transeksiyon gerçekleştirilir. Rektal transeksiyonu takiben sigmoid rezeksiyonun robotik bölümü sonlanır ve ameliyatın geri kalan kısmı olan kolorektal anastomozun, standart laparoskopik yöntem ile tamamlanması için robotik kollar ve taşıyıcısı ameliyat alanından uzaklaştırılır.

Sağ kolon rezeksiyonu:

Hastaya 15-20° ters trendelenburg ve 15-20° sağ yan pozisyonu verilip, asistan hastanın sol yanında çalışacak şekilde ameliyata başlanır. Robotik kolları taşıyan cerrahi işlem konsolu, hastanın sağ omuz başı hizasında konuşlandırılır. Umbilikusa açık yöntem ile yerleştirilen 12 mm lik trokar yada Veres iğnesi yardımı ile pnömoperitoneum oluşturulmasını takiben, umbilikal 12 mm lik trokardan 30° robotik kamera kolu batına iletilir. Takiben direkt görüş altında, birisi sol üst kadranda umbilikus ile sol subkostal alanın ortasına ve robotik ultrasonik dissektör yada koter ucunun yüklendiği sağ robotik kolun çalışacağı, diğeri ise hypogastrik alana yerleştirilen ve Cadiere pensinin yüklendiği sol robotik kolun çalışacağı iki adet 8 mm lik robotik trokar batına yerleştirilir. Sol McBurney alanına ise bir adet 12 mm lik trokar, asistan portu olarak, klip uygulayıcı ve staplerlerin batına iletilmesi için tatbik edilir. Takiben sağ kolon disseksiyon ve rezeksiyon işlemi standard laparoskopik yöntem ile tamamlanır.

Robotik kolon cerrahisi konusunda ilk deneyimler Weber ve arkadaşları¹⁷ tarafından yayınlanmıştır. Bu çalışmada sadece kolonik mobilizasyon robot



Şekil-6. Robotik sigmoid kolektomi için splenik fleksura serbestleştirilmesi için ameliyathane düzeni.

yardımı ile gerçekleştirilmiş, ameliyatların geri kalan kısımları ise klasik laparoskopik yöntem ile tamamlanmıştır. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar, robotik cerrahinin ameliyat süresini %50 oranında arttırdığını fakat cerrahi aletlerin artmış hareket kabiliyeti sayesinde özellikle dar alanlarda disseksiyonun klasik laparoskopik ameliyatlara oranla daha kolay olduğunu vurgulamışlardır. Aynı çalışmada yazarlar, artmış ameliyat süresinin tamamen kendilerinin yeni teknolojiye olan yabancılıklarından kaynaklandığı yorumunu yapmışlardır. Bu çalışmada robotik kolon cerrahisinin birtakım sınırlamalarının da olduğu vurgulanmıştır. Bu sınırlamaların birisi özellikle hasta sağ yanına yatırılmışken trendelenburg ve ters trendelenburg pozisyonları arasında geçiş gerektiği durumlarda robotik sistemin hastadan ayrılıp tekrar pozisyon verilmesi gerekliliğidir. Bunun yanında yazarlar; sigmoid kolektomi esnasında splenik fleksuranın disseksiyonunun robotik cerrahi aletlerinin boyunun kısa olması nedeni ile klasik laparoskopik aletlerle

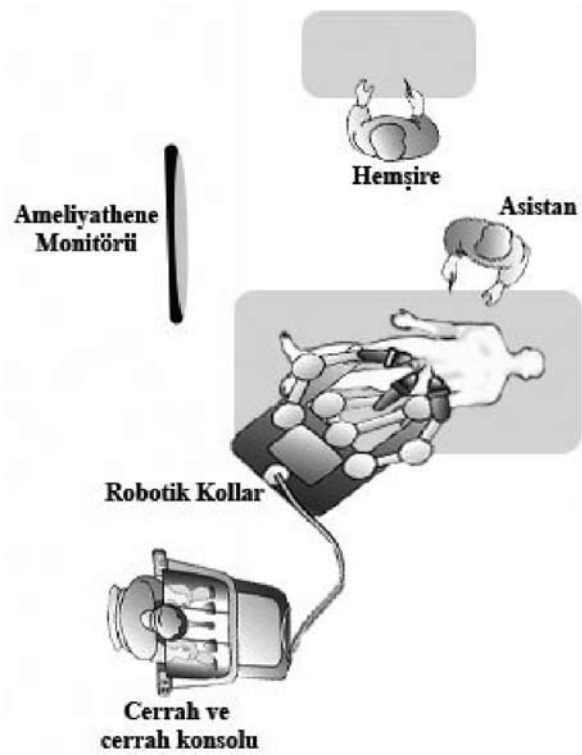
gerçekleştirilmesi gerekliliği olduğu vurgulamışlardır. Çalışmada, robotik kolon cerrahisinin en önemli sınırlamalarından birisi olarak, özellikle deneyimsiz ellerde barsak perforasyonuna neden olabilecek, dokunma ve gerginlik duygusunun cerrah tarafından hissedilememesi olduğu bildirilmiştir.

Weber ve arkadaşlarının çalışması, pnömoperitoneum ile daha da büyüyen abdominal boşlukta yapılan, robotik kolon disseksiyonu üzerine yoğunlaşmaktaydı. Hâlbuki minimal invaziv kolon cerrahisinin cerrahlar için sorun yaratabilecek belli başlı bölümü, dar bir alanda gerçekleştirilmesi gereken rektal disseksiyon kısmıdır. Cerrahların bu alanda yapacakları disseksiyon ve sinir koruyucu mezorektal eksiyon gibi cerrahi uygulamaları, özellikle üç boyutlu stereoskopik görüntü ve cerrahi aletlere dar alanda ince hareket imkânı sağlayan “EndoWrists™” teknolojisinin yardımı ile robotik kolon cerrahisinde daha kolay gerçekleştirebildikleri bildirilmiştir.¹⁸

Günümüzde robotik kolon cerrahisi uygulayan cer-

rahlar deneyim sahibi laparoskopik cerrahlar arasından çıkmaktadır ve bu cerrahların laparoskopi konusundaki tecrübeleri robotik cerrahinin öğrenme zamanını kısaltmaktadır.¹⁹ Bu nedenle robotik cerrahinin dolaylı yararlarından birisi de bu cerrahiye kullanmak isteyen deneyimi az cerrahların minimal invaziv cerrahi uygulamalarına ağırlık vermeleridir. Böylece simülörler yardımı ile eğitim zorunluluğu ön plana çıkmaktadır. Günümüzde birçok eğitim kursları gerek simülör gerek ise canlı hayvan çalışmalarında deneyimi az olan cerrahlara temel robotik cerrahi uygulamaları konusunda bilgi ve beceri kazandırmaya çalışmaktadırlar.²⁰ Maalesef günümüzde robotik kolon cerrahisine has cerrahi alet mevcut değildir. Kullanılan tüm robotik cerrahi aletler genel kullanım için tasarlanmış olanlardır. Özel barsak klempleri, elektrokoter kesiciler, dördüncü robotik kol dizaynı ve daha küçük robotik sistemlerin piyasaya sürülmesi ile robotik kolorektal cerrahi alanında hızlı bir gelişme yaşanması beklenmektedir.

Geçtiğimiz 20 yıl boyunca, minimal invaziv cerrahi uygulamaları cerrahi tedavi alanında devir sayılacak yeniliklere yol açmakla beraber, kolorektal laparoskopik cerrahi girişimler hala yavaş bir gelişim içindedir. Bunun ana nedenlerinden birisi konvansiyonel laparoskopik cerrahi aletler ile gerçekleştirilen kompleks cerrahi işlemler esnasında karşılaşılan teknik zorluklar olarak görülmektedir. Telemanipülör sistemler, cerrahlara minimal invaziv cerrahi işlemleri daha kolay uygulayabilecekleri yeni imkânlar sunmaktadırlar. Literatür çalışmaları, kompleks kolorektal cerrahi uygulamaları esnasında robotik asistansın yararları ve uygulanabilirliği konusunda destekleyici veriler sunmaktadır. Bu çalışmaların çoğunda robotik cerrahi uygulamaların klasik laparoskopik cerrahi ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar sunduğu vurgulanmakta ise de hiçbiri telemanipülör sistemlerin kolorektal cerrahide üstün olduğunu savunmamaktadır. Bununla birlikte, literatür çalışmaları, robotik sistemlerin cerrahın çalıştığı dokuya uyguladığı gerilme



Şekil-7. Robotik sigmoid kolektomi için vasküler disseksiyon ve sigmoid rezeksiyon için ameliyathane düzeni.

kuvvetini algılayamamasından kaynaklanan birtakım sınırlamalarının varlığını da vurgulamaktadırlar. Sistemin önünde olan diğer önemli sınırlamalardan birisi de yüksek ameliyat maliyetidir.

Daha ucuz, küçük ve kolay ulaşılır, dokuya uygulanan gerilme kuvvetinin algılanabildiği özellikler ile donatılmış sistemlerin önümüzdeki yıllarda kullanıma girmesi, yarar-zarar oranlarının tam olarak ortaya konulduğu ciddi çalışmaların literatürde yer alması ile ve robotik kolon cerrahisi konusunda deneyimlerin artması ile telemanipülör sistemlerin cerrahlara kolorektal cerrahi alanındaki katkıları günden güne artacaktır.

Kaynaklar

1. Soper NJ, Barteau JA, Clayman RV, Ashley SW, Dunneagan DL. Comparison of early postoperative results for laparoscopic versus standard open cholecystectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1992;174:114-118.
2. Vander Velpen GC, Shirni SM, Cuschieri A. Outcome after cholecystectomy for symptomatic gallstone disease and effect of surgical access: Laparoscopic vs. open approach. *Gut* 1993;34:1448-1451.
3. Jacobs M, Verdeja JC, Goldstein HS. Minimally invasive colon resection (laparoscopic colectomy). *Surg Laparosc Endosc* 1991;1:144-150.
4. Darzi A, Lewis C, Menzies-Gow N, Guillou PJ, Monson JR. Laparoscopic abdominoperineal excision of the rectum. *Surg Endosc* 1995;9:414-417.
5. Hasegawa H, Kabeshima Y, Watanabe M, Yamamoto S, Kitajima M. Randomized controlled trial of laparoscopic versus open colectomy for advanced colorectal cancer. *Surg. Endosc* 2003;17:636-640.
6. Phillips EH, Franklin M, Carroll BJ, Fallas MJ, Ramos R, Rosenthal D. Laparoscopic colectomy. *Ann Surg* 1992;216:703-707.
7. Lafranco AF, Castellanos AE, Desai JP, et al. Robotic surgery. A current perspective. *Ann Surg* 2004;239:14-21.
8. Dion YM, Gailiard F. Visual integration of data and basic motor skills under laparoscopy. Influence of 2-D and 3-D video-camera systems. *Surg Endosc*. 1997;31:995-1000.
9. Ballantyne GH. The pitfalls of laparoscopic surgery: Challenges for robotics and telerobotic surgery. *Surg.Laparosc Endosc Percutan Tech* 2002; 12:1-5.
10. Schurr MO, Breitwieser H, Meizer A, et al. Experimental telemanipulation in endoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc* 1996; 6:167-175.
11. Ballentyne GH. Robotic surgery, telerobotic surgery, telepresence and telementoring. *Surg Endosc* 2002;16:1389- 1402.
12. Talamini M, Campbell K, Stanfield C. Robotic gastrointestinal surgery: early experience and system description. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 2002;12:225-232.
13. Allaf ME, Jackman SV, Sehuaiam FG, JA. Moore, et al. Laparoscopic visual field. Voice vs. foot pedal interfaces for control of the AESOP robot. *Surg Endosc* 1998;12:1415-1418.
14. Allaf ME, Jackman SV, Sehuaiam FG, et al. Laparoscopic visual field. Voice vs. foot pedal interfaces for control of the AESOP robot. *Surg Endosc* 1998;12:1415-1418.
15. Aiono S, Gilbert JM, Soin B, Finlay PA, Gordan A. Controlled trial of the introduction of a robotic camera assistant (EndoAssist) for laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 2002;16:1267-1270.
16. Merola S, Weber P, Wasielewski A, Ballantyne GH. Comparison, of laparoscopic colectomy with and without the aid. of a robotic camera holder. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2002;12:46-51.
17. Hildebrandt U, Plusczyk T, Kessler K, Menger MD. Single-surgeon surgery in laparoscopic colonic resection. *Dis Colon Rectum* 2003;46:1640-1645.
18. Weber PA, Merola S, Wasielewski A, Ballantyne GH. Telerobotic-assisted laparoscopic right and sigmoid colectomies for benign disease. *Dis Colon Rectum* 2002;45:1689-1694.
19. Rockall TA, Darzi A. Robot-assisted laparoscopic colorectal surgery. *Surg Clin North Am* 2003;83:1463-1468
20. Prasad SM, Maniar HS, Soper NJ, Damiano RJ Jr, Klingensmith ME. The effect of robotic assistance on learning curves for basic laparoscopic skills. *Am. J Surg.* 2002;183:702-707.
21. Chitwood WR Jr, Nifong LW, Chapman WH, et al. Robotic surgical training in an academic institution. *Ann Surg* 2001;234:475-484.