

EGE TIP



ayın kitabı

# ROBOT YARDIMLI CERRAHİDE ANESTEZİ

Editör

Prof. Dr. Işık ALPER

Sayı  
148



# **ROBOT YARDIMLI CERRAHİDE ANESTEZİ**

**EDİTÖR**

Prof. Dr. Işık ALPER

**148**

# ROBOT YARDIMLI CERRAHİDE ANESTEZİ

EDİTÖR

Prof. Dr. Işık ALPER

**e-ISBN: 978-605-338-370-3**

Ege Üniversitesi Üst Yayın Komisyonu'nun 27.10.2022 tarih ve 07/19 sayılı kararı ile yayınlanmıştır.

© Bu kitabın tüm yayın hakları Ege Üniversitesi'ne aittir. Kitabın tamamı ya da hiçbir bölümü yazarının önceden yazılı izni olmadan elektronik, optik, mekanik ya da diğer yollarla kaydedilemez, basılamaz, çoğaltılamaz. Ancak kaynak olarak gösterilebilir.

**T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No. 52149**

**Ege Üniversitesi Yayınları**

Ege Üniversitesi Basım ve Yayınevi

Bornova -İzmir

Tel: 0 232 342 12 52

E-posta: basimveyayinevisbm@mail.ege.edu.tr

**Yayın Link**

<https://basimveyayinevi.ege.edu.tr>

**Yayın Tarihi: 12.12.2022**

## **Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayın Alt Kurulu**

### **Başkan:**

Prof. Dr. Okan BİLGE

### **Üyeler:**

Prof. Dr. Ayşegül AKGÜN

Prof. Dr. Yiğit UYANIKGİL

Prof. Dr. Raika DURUSOY

Prof. Dr. Yusuf ÖZBEL

Prof. Dr. Gülgün KAVUKÇU

Prof. Dr. İlkben GÜNÜŞEN

Prof. Dr. Ahmet Özgür YENİEL

Doç. Dr. Pervin KORKMAZ

### **Yazışma Adresi**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Yayın Alt Kurulu  
Yayın Bürosu  
Bornova, 35100-İZMİR

**Tel** : (0 232) 390 3103

**Tel** : (0 232) 390 3186

**Fax** : (0 232) 342 2142

**e-posta** : egedergisi35@gmail.com



## YAZARLAR

### **Prof. Dr. Işık Alper**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

### **Prof. Dr. Seden Kocabaş**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

### **Doç. Dr. İlkben Günüşen**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

### **Doç. Dr. Canan Bor**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

### **Uzm. Dr. Nursen Karaca**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı





## ÖNSÖZ

Laparoskopik ya da minimal invaziv cerrahi uygulamaları, cerrahi pratiğinin her alanında giderek artmaktadır. Bu uygulamaların hastalar için potansiyel avantajları daha az ağrı, daha hızlı derlenme, daha kısa süre hastanede kalma, daha yüksek hasta memnuniyeti ve küçük cerrahi insizyon ile daha iyi kozmetik sonuçtur. Bununla birlikte, iki boyutlu görüntü ile üç boyutlu operasyon alanında çalışılması, uzun aletlerin kullanılmasına bağlı doğal tremorun artması, hareket kısıtlılığı ve kısıtlı görüntü dezavantajları arasında sayılmaktadır. Son yıllarda robotik cihazlar bu kısıtlamalara yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiş ve minimal invaziv yöntemlerde yeni bir dönem başlamıştır. Robot yardımcı cerrahi sırasında farklı hasta pozisyonları, karbondioksit insüflasyonu ve özellikle öğrenme dönemindeki uzamış cerrahi sürelerinin yaratabileceği sorunlar nedeniyle anestezi yönetimi zorlayıcıdır. Bu kitapta robot yardımcı cerrahiler sırasında anestezi yönetimi konusu ele alınmaktadır.

Kitabın yazılmasında, basımında ve sizlere ulaşmasında emeği geçen herkese gönülden teşekkürlerimi sunarım.

**Prof. Dr. Işık Alper**



## İÇİNDEKİLER

- 1. BÖLÜM- Robot Yardımlı Cerrahinin  
Tarihçesi ve Robotik Sistemler ..... 1-10**  
Uzm. Dr. Nursen Karaca
- 2. BÖLÜM- Robot Yardımlı Kardiyovasküler  
Cerrahide Anestezi..... 11-38**  
Prof. Dr. Seden Kocabaş
- 3 BÖLÜM- Robot Yardımlı Torasik  
Cerrahide Anestezi..... 39-49**  
Prof. Dr. Işık Alper  
Uzm. Dr. Nursen Karaca
- 4. BÖLÜM- Robot Yardımlı Kulak Burun  
Boğaz Operasyonlarında Anestezi ..... 51-70**  
Doç. Dr. İlkben Günüşen
- 5. BÖLÜM- Robot Yardımlı Ürolojik  
Cerrahide Anestezi..... 71-86**  
Prof. Dr. Işık Alper
- 6. BÖLÜM- Pediatrik Robot Yardımlı  
Cerrahide Anestezi..... 87-102**  
Doç. Dr. Canan Bor



# 1. BÖLÜM

## ROBOT YARDIMLI CERRAHİNİN TARİHÇESİ VE ROBOTİK SİSTEMLER

**Uzm. Dr. Nursen Karaca**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Günümüzde iletişim ve bilgisayar teknolojileri hem günlük hayatımızda hem de iş yaşamımızda köklü değişikliklere neden olmuştur. Bunun sonucunda otomasyon ve robotik teknoloji, endüstriyel birçok alanda olduğu kadar sağlık alanında da sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Laparoskopik ya da minimal invaziv cerrahi uygulamalarının klinik pratikte kullanımı günümüzde giderek artmaktadır. İlk kez 1987 yılında Philippe Mouret Lyon Fransa'da video-laparoskopik kolesistektomiye gerçekleştirmiş, 1988 yılında Perissat ve ark. bu yeni uygulamayı 'Society of American Gastrointestinal Endoscopic Surgeon' dergisinde yayımlayarak daha yaygın hale gelmesinde katkıda bulunmuşlardır (1, 2). Laparoskopik cerrahinin açık cerrahiye göre daha hızlı derlenme, daha kısa hastanede kalış süresi, daha küçük cerrahi insizyon ve daha iyi kozmetik sonuçlar gibi avantajları bulunmakla birlikte, iki boyutlu görüntü ile üç boyutlu operasyon sahasında çalışılması, azalmış dokunma duygusu ve hareket kısıtlılığı gibi dezavantajları bulunmaktadır. Laparoskopik cerrahideki bu kısıtlamalara yardımcı olmak amacıyla robotik sistemler geliştirilmiştir. İnsan parmağından daha küçük boyutlarda tasarlanabilen robotik aletler cerrahlara kısıtlı alanda, daha rahat ve güvenli çalışabilme imkânı sunmaktadır (3).

Robotik cerrahi, minimal invaziv cerrahinin günümüzde geldiği son noktadır. 1985 yılında Kwoh ve ark. (Memorial Hospital of Los Angeles) PUMA 200 (Westinghouse Electric,

Pittsburgh, PA) adlı robotu nörocerrahide beyin biyopsisi amacıyla kullanmışlar ve bu tarihten sonra robotik cerrahide önemli gelişmeler yaşanmıştır (4). Birinci jenerasyon cerrahi robotlar, genellikle cerrahiye yardımcı olmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Robotik cihazlar tam olarak cerrahların yerini almak için değil, onlara yardımcı olmak için gerekli mekanik 'yardımcı ellerdir'. Günümüzde kullanılan robotik sistemlerde girişimler, bir cerrah tarafından yapılmakta ve yönlendirilmektedir (3).

## TARİHÇE

'Robot' terimi; Çek dilindeki 'zorunlu çalışan' anlamına gelen 'robo' kelimesinden türetilmiş ve ilk kez "Rossum's Universal Robots" adlı bilim kurgu eserinde kullanılmıştır (5). Hikâyede bir mucit tarafından ucuz iş gücü amacıyla robotlar üretilmiş ve tüm dünyaya satılmıştır. İnsan benzeri, ileri zekaya sahip, duyguları ve karar yeteneği olan bu robotlar sonunda tüm insanlığa savaş açmış ve insanlığı yok etmiştir (6).

Robotlar ilk kez 'Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi' (NASA) tarafından uzayda inceleme yapmak için geliştirilmiştir. 1983-1997 yıllarında NASA'nın uzay uçuşlarında yaygın olarak kullanılan bu robotlar, uzay gemisi içinde ya da dışında görevlerini yerine getirebilmekte ve dünyadan ya da uzaydan kontrol edilebilmektedir (7). Araştırmalar sonucunda geliştirilen bu robotlar sayesinde yörünge belirleme ve füzenin hedefe yönlendirmesinde netlik sağlanmıştır. Programın geliştirilmesi ve üç boyutlu görüntülerle entegrasyonu sonucunda NASA ve 'Stanford Araştırma Enstitüsü' bilim adamlarından oluşan bir ekip tarafından 1990' lı yılların başlarında, el cerrahisinde damar-sinir anastomozu için telemanipulatör geliştirilmiş ve daha sonra cerrahların ve endoskopistlerin de katkısıyla bu çalışmalar hız kazanmıştır. Bu uygulamalardan sonra Amerikan Savunma Bakanlığı, uzaktan kumanda edilebilen

bu robotik sistemleri savaş alanındaki yaralıların tedavisinde kullanmayı hedeflemiş ve bunun için yüksek miktarda bütçe ayırmıştır. Uzaktan kumanda edilebilen bu sistem ile cerrah uçaktayken savaş alanındaki yaralıya müdahale edebilecektir. Ancak cerrah ve hasta arasında, kullanılan aletlere bağlı cerrahi becerinin azaldığı bir üst mesafe limiti bulunmaktadır. Elektrik sinyalinin Dünya'dan 22.300 mil uzaktaki bir uyduya gidip dönme süresi 1,2 saniyedir. Bu yüzden cerrahın el hareketiyle oluşan elektrik sinyali, ekranda gerçek görüntü oluşturana kadar bir gecikme gerçekleşmektedir. Cerrahi operasyonun optimal yapılabilmesi için bu gecikmenin 200 milisaniyeden daha fazla olmaması gerekmektedir.

Robotik cihazların cerrahide kullanımı ilk olarak 1980'li yıllarda streotaktik beyin cerrahisi operasyonlarıyla başlamıştır. 1992'de ROBODOC (Integrated Surgical Systems, Sacramento, CA) isimli robot, kalça protezinde kullanılmak üzere tanıtılmıştır. Ancak robotların cerrahide kullanımının benimsenmesi 1990'ların ortalarına doğru olmuştur. 1994'te The Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (AESOP; Computer Motion, Goleta, Calif.) adıyla, endoskopik cerrahide ses ile çalışan bir robotik sistem geliştirilmiştir. Sonrasında organ retraksiyonunda kullanılan Laparoscopic Assisted Robotic Systems (LARS; John Hopkins University, Baltimore) tanıtılmıştır (8). İlk master-slave (efendi-köle) manüplatör sistem, medikal olarak 1991'de Stanford Araştırma Enstitüsü'nde kullanılmıştır. Bu sistemde amaç cerrahın (master) el hareketlerini, slave (köle) araca iletmektir. İlk modeller sadece dört kademeli serbest hareket etme özelliğine sahipken, 1992'de altı kademeli serbest hareket etme özelliğine sahip bir prototip model geliştirilmiştir (9). 1997 yılında robotik cerrahi sistem kullanılarak yapılan ilk cerrahi girişim laparoskopik kolesistektomi operasyonudur. 1998 yılında piyasaya sürülen 'ZEUS Robotik Cerrahi Sistem'; ameliyat masasına monte edilen üç endoskopik cerrahi kol ve bir cerrahi kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Endoskopik robotik cerrahide ve koroner bypass girişiminde

tamamen endoskopik olarak kullanılan ilk sistem olmuştur. Daha sonra 1999 yılında uzaktan telecerrahi sistemi yeniden tasarlanarak 'Da Vinci Robotik Cerrahi Sistem' (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA) geliştirilmiş ve 2000 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Kuruluşu (FDA) tarafından bu sistemin cerrahide kullanımı onaylanmıştır (3). Bu tarihten itibaren 'Da Vinci Robotik Sistemi' cerrahi pratiğin birçok alanında artarak kullanılmaktadır (10). Robot yardımı ile yapılan cerrahi işlem sayısı 2000 yılında 1500 iken, 2004 yılında bu sayı 20.000'in üstüne çıkmış ve 2011 yılında 360.000'e ulaşmıştır (11).

## **ROBOTİK SİSTEMLER**

Robot kelimesi yaygın olarak, birtakım işleri otonom olarak halledebilen anlamında kullanılmaktadır. Robotlar endüstriyel alanda sıklıkla montaj işleminde kullanılmakta, genellikle kapalı olarak programlanmakta ve komut ile çalışmaktadırlar (12). Preoperatif anatomik oryantasyon belirlemede, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ya da bilgisayarlı tomografi (BT) gibi cihazlar kullanılır ve üç boyutlu bu görüntüler işlemciler aracılığı ile kaydedilir.

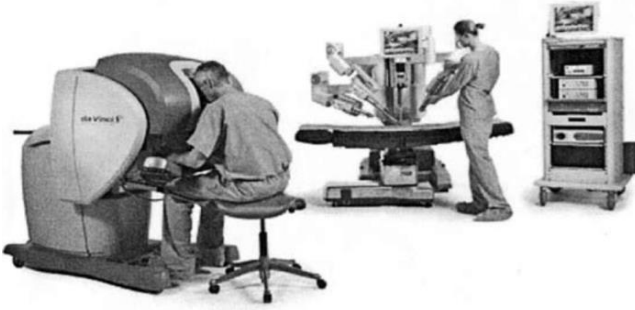
AESOP gibi ikinci tip robotlar bir çeşit 'yardımcı cihazlar' olarak tanımlanır. Bu robotlar lokalizasyon belirleme ve kılavuzluk için kullanılırlar. Otonom değildirler ve veri girişi bir operatör tarafından yapılmalıdır.

Üçüncü tip robotlar (telemanüplatörler) bir operatörün kontrolündedir ve operatörün el hareketlerini tam ya da ölçeklendirilmiş olarak taklit eder. Dünya genelinde yaygın olarak kullanılan 'Da Vinci ve ZEUS Robotik Cerrahi Sistemleri' aralarında küçük farklılıklar bulunmakla birlikte, paralel olarak geliştirilmiş telemanüplatör robotlardır. Ancak 'ZEUS Cerrahi Sistemin' kullanımı zamanla terk edilmiştir.

Günümüzde en modern cerrahi robot olarak, 'Da Vinci Robotik Cerrahi Sistem' gösterilmektedir (3). 'Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi' üç komponentten oluşmaktadır (Resim-1);



1. Kontrol konsolu (Resim-2)
2. Cerrahi aletleri tutan ve hareket ettiren cerrahi kollar (Resim-3)
3. Video aletlerini ve insüflatörü içeren optik görüş kulesi



**Resim-1.** Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemin komponentleri (13)



**Resim-2.** Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi 'Kontrol Konsolu'



**Resim-3.** Da Vinci Robotik Cerrahi Sistemi 'Cerrahi Kollar'

Cerrah kontrol konsoluna oturarak el ve ayakları ile komutlar verir ve bu komutlar eş zamanlı olarak robot tarafından uygulanır. Her bir göze ayrı görüntü ileten ve yüksek çözünürlüklü kameralar sayesinde derinlik hissi olan, üç boyutlu bir sahada operasyonu gerçekleştirilir. Aynı zamanda bu kameralar sayesinde operasyon alanı 10-12 kat büyütülür. Bu şekilde cerrahın hastadan fiziksel olarak uzakta operasyonu yapması mümkün hale gelir.

Cerrahi aletleri tutan ve hareket ettiren cerrahi araç dört kola sahiptir. Boyut olarak büyük ve yüksek ağırlıkta olduğundan cerrahi alanın yakınına tekerlekleriyle sürülerek getirilir ve alana kilitlenir. Robot yardımlı cerrahide operasyonlar, laparoskopik cerrahide olduğu gibi, 'port'lar yoluyla yapılmaktadır. Robotun kollarından biri kamerayı, diğer kollar cerrahi aletleri tutmaktadır. Robot kolları ve portları

yapılan cerrahiye göre farklı sayıda ve farklı konumlarda yerleştirilir. Robotik cerrahi sisteminin kollarında bulunan enstrümanlar 7 aşamalı serbest hareket etme özelliğine sahiptir ve bu aletlerin uçları 'endowrist' adı verilen sistem sayesinde kendi eksenleri etrafında 540<sup>0</sup> dönerek insan el bilek hareketlerini taklit edebilmektedir. Robotik cerrahi sırasında cerrahın el hareketleri bilgisayar sistemi tarafından ölçekli olarak robotik kollara iletir. Hareket ölçeklemesi 5:1 oranında yapılabilir örneğin cerrah elini 5 cm hareket ettirdiğinde robot 1 cm hareket eder. Ayrıca sistem 6 Hz den büyük el tremorlarını elimine eden bir frekans filtresi içerir ve ellerdeki çok az titreme bile robotik teknoloji tarafından ortadan kaldırıldığından hassasiyet gerektiren işlemlerin çok daha kolay yapılabilmesine imkan sağlar (14, 15).

Optik kule; üç boyutlu görüntü sağlayan sol ve sağ optik kanalları birleştiren bilgisayar ekipmanlarını ve robot kollarının hareketini sağlayan yazılımı içerir. Bilgisayar arabirimleri mekanik manivelaları, motorları ve kabloları hareket ettiren cerrahın el hareketlerini dijital kodlara çevirir. Bu da robotun cerrahın el hareketleri doğru bir şekilde ifade edebilmesine olanak sağlar.

## **GELECEKTE ROBOTİK CERRAHİ**

Robotik cerrahi, her geçen gün yeni endikasyonlarla birçok cerrahi tipi robotik olarak yapıldığından hem cerrahlar hem de hastalar arasında oldukça popüler bir konu haline almıştır (16). Ancak güvenlik ve uygulanabilirliğin artmasına rağmen birçok cerrah henüz yeterli olgunluğa ulaşmadığı görüşündedir. Bu durum daha çok teknik kısıtlılıklar ve finansal engellerden kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte cerrahi robotların gelişimi de diğer alanlardaki bilgisayar ve iletişim teknolojilerine benzer şekilde hızlı olacaktır. Örneğin, 1980 yılında tanıtılan dünyanın ilk gigabyte kapasiteli disk sürücüsü (IBM 3380) buzdolabı büyüklüğünde, yaklaşık 250

kg ağırlığında ve fiyatı 40.000 US\$ iken benzer depolama kapasitesine sahip bir USB sürücüsü günümüzde çok daha küçük boyutlarda ve daha düşük fiyatlıdır (6).

Günümüzde daha küçük boyutlarda robot ve manüplatörlerin yapılması araştırılmaktadır. Kan dolaşımına katılabilecek kadar küçük nano-robotların hasta hücreleri bulup yok edebilmesi ya da mikroskobik insizyonlarla operasyonun yapılmasına izin veren robotik sistemlerin geliştirilmesi, günümüz için uç bir örnek olabilir ancak gelecekte gerçekleşmesi olasıdır (17).

Taktik algılamanın olmaması robotik cerrahinin majör limitasyonlarından biridir. Açık cerrahilerde operasyon, cerrahın taktik geribildirimlerine göre yapılmaktadır. Ancak robotik cerrahide dokunun sıcaklığı, basıncı, gerginliği ve vibrasyonunu hissetmek mümkün değildir. Uygulanan kuvvet, dokuya uygulanan kuvvetle tam korele değildir. Bu korelasyon aletlerin türüne göre ve uygulanan kuvvete göre değişiklik gösterir. Bu nedenle operatör doku distorsiyonundan elde edilen görsel ipuçlarına güvenmeli ve ne kadar basınç oluşturduğunu anlamaya çalışmalıdır. Ancak geliştirilmekte olan yeni robotik modellerde cerrahın gerçek zamanlı duyuşal geribildirimleri ile bu sorun çözülmeye çalışılmaktadır (18).

Günümüzde insan kontrolünde olan robotik sistemlerin, gelecekte tamamen robot kontrolünde olması mümkün olacaktır. Ancak kısa vadede, cerrahın riskli manüplasyonlarının robot tarafından önlenmesi ve bu şekilde hata yapma oranının azaltılması hedeflenmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Dubois F, Icard P, Berthelot G, Levard H. Coelioscopic cholecystectomy. Preliminary report of 36 cases. *Ann Surg* 1990; 211: 60-2.
2. Perissat J, Collet DR, Belliard R. Gallstones: laparoscopic treatment, intracorporeal lithotripsy followed by cholecystostomy or cholecystectomy a personal technique, *Endoscopy* 1989; 21 (Suppl 1): 373-4.
3. Goswami S, Kumar PA, Mets B. Anesthesia for Robotically Conducted Surgery. In: Miller RD RD, editor. *Miller's anesthesia*. 8th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2015. p:2581- 2597
4. Kwoh YS, Hou J, Jonckheere EA, Hayati S. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. *IEEE transactions on bio-medical engineering*. 1988; 35: 153-60.
5. Murphy D, Challacombe B, Khan MS, Dasgupta P. Robotic technology in urology, *Postgrad Med J* 2006; 82): 743-7.
6. Hoznek A. History of robotic surgery in urology. In: John H, Wiklund P, eds. *Robotic Urology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008; pp 1-9.
7. Satava RM. Surgical robotics: the early chronicles: a personal historical perspective, *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech* 2002; 12: 6-16.
8. Deeba S, Aggarwal R, Sains P, et al: Cardiac robotics: a review and St. Mary's experience, *Int J Med Robot* 2006;2: 16-20.
9. Schurr MO, Buess G, Neisius B, Voges U: Robotics and telemanipulation technologies for endoscopic surgery. A review of the ARTEMIS project. *Advanced Robotic Telemanipulator for Minimally Invasive Surgery*, *Surg Endosc* 2000;14: 375-81.
10. FDA clearance for da Vinci Surgical System. <http://www.intuitivesurgical.com/company/regulatory-clearance.html>.
11. Intuitive Surgical I, Sunnyvale CA. Annual Report 2011.
12. Vannier MW, Haller JW. Navigation in diagnosis and therapy, *Eur J Radiol* 1999; 31:132-40.
13. Sullivan MJ, Frost EA, Lew MW. Anesthetic care of the patient for robotic surgery. *Middle East J Anaesthesiol*. 2008; 19(5): 967-82.

14. Irvine M, Patil V. Anaesthesia for robot-assisted laparoscopic surgery. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain*. 2009; 9:125-9.
15. Lee JR. Anesthetic consideration for robotic surgery. *Korean J of Anesthesiol*. 2014;66: 3-11.
16. University of Illinois offers robotic surgery for head and neck cancer. *US Fed News Service, Including US State News*. 2013.
17. Shah J, Vyas A, Vyas D. The History of Robotics in Surgical Specialties. *Am J Robot Surg*. 2014; 1:12-20.
18. Finley DS, Nguyen NT. Surgical robotics. *Current surgery*. 2005; 62:262-72.

## 2. BÖLÜM

### ROBOT YARDIMLI KARDİYOVASKÜLER CERRAHİDE ANESTEZİ

**Prof. Dr. Seden Kocabaş**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Konvansiyonel kardiyak cerrahi sırasında mediastinum ve koroner yapılara ulaşabilmek amacıyla median sternotomi uygulanır. Kardiyak cerrahi alanındaki teknolojik gelişmelere paralel olarak zaman içerisinde median sternotominin yerine ufak insizyonlar uygulanan ve kardiyopulmoner baypastan kaçınılan minimal invaziv kardiyak cerrahi teknikleri gelişmiştir (1, 2). Minimal invaziv kardiyak cerrahi alanındaki deneyimin artmasıyla birlikte, koroner arter baypas greftleme cerrahisi hastalarında torakoskopik teknikler ile sol internal mamarian arterin çıkartılması ve takiben anterior distal koroner arterlere anastomoze edilmesi mümkün olmuştur. Kardiyak cerrahi sırasında robotik cihazların kullanımı ise ancak torakoskopik tekniklerin uygulanmasını takiben gündeme gelmiştir (3). Robotik cihazların üç boyutlu görüntü sağlaması, çok açılı manevralara olanak tanınması ve hareketlerin ölçülebilir ve kontrol edilebilir olması minimal invaziv kardiyak cerrahi alanına ek avantajlar sunmuştur.

Robotik koroner arter cerrahisi teknikleri içerisinde yer alan minimal invaziv direkt koroner arter baypas greftleme (MIDCAB) girişiminde robotik cihazla internal mamarian arter çıkartılır ve takiben, mini-torakotomi aracılığıyla direkt görüş altında koroner anastomozlar uygulanır. Robotik cihaz yardımı ile uygulanan total endoskopik koroner arter baypas greftleme (TEKABG) girişiminde ise, internal mamarian arterin çıkartılması ve koroner anastomozların tümü toraksa yerleştirilen ufak portlar aracılığı ile endoskopik teknikle gerçekleştirilir (3, 4).

Robotik cihaz aracılığı ile ilk koroner arter cerrahisi 1998 yılında Dr. Mohr tarafından uygulanmıştır (5). Total endoskopik koroner arter baypas greftleme (TEKABG) cerrahisi ise, ilk olarak 1999 yılında Dr. Loulmet tarafından daVinci robotu (Intuitive Surgical, CA, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (6). Dr. Loulmet tarafından gerçekleştirilen girişimde, arest halindeki kalpte sol internal mamarian arter sol anterior desendan artere anastomoze edilmiştir (6). Her iki internal mamarian arter kullanılan TEKABG cerrahisi 2000 yılında arest halindeki kalpte, 2004 yılında ise atan kalpte gerçekleştirilmiştir (7, 8). Günümüze dek geçen süreçte teknolojik gelişmeler ve robotik cerrahi deneyiminin artmasıyla birlikte çoklu koroner arter anastomozlarının uygulandığı TEKABG cerrahilerinin sayısı giderek artmıştır (4).

Median sternotomi yerine ufak bir insizyon aracılığıyla ve robotik cihazların yardımı ile uygulanan TEKABG cerrahisine ait deneyimin zaman içerisinde artması sonucunda, TEKABG'nin seçilmiş hastalarda mükemmel greft açıklığı sağlayan güvenli bir teknik olduğu düşünülmüştür (3, 4). Total endoskopik koroner arter baypas greftleme cerrahisi sonrasında 8 yıllık greft açıklığı oranı %92,7 olarak bildirilmiştir (9). Diğer bir çalışmada, TEKABG cerrahisi sonrasında 1 ve 5 yıllık yaşam oranları sırasıyla, %95,2 ve %92,9 olarak bildirilmiştir (10). Robotik kardiyak cerrahi alanındaki deneyimin artmasıyla birlikte, koroner revaskülarizasyonun yanı sıra, total endoskopik mitral kapak cerrahisi de robotik cihazlar yardımı ile uygulanmıştır (11-13). Günümüze dek, robotik cihazlar aracılığı ile uygulanan girişimler arasında mitral, trikuspit ve aort vavlerinin onarımı ve replasmanı, koroner arter baypas greftleme, intrakardiyak tümör rezeksiyonu, atriyal septal defekt, patent foramen ovale ve patent duktus arteriyozus onarımları, trans-atriyal Fallot Tetralojisi cerrahisi, sol ventrikül anevrizmektomisi, perikardiyal girişimler, atriyal fibrilasyonun ablasyonu ve epikardiyal pacemaker yerleştirilmesi bulunmaktadır (14).



### **Robotik Kardiyak Cerrahi ile İlişkili Avantajlar**

Robotik kardiyak cerrahi ile bilateral internal mamarian arter greftlerinin çıkartılması konvansiyonel cerrahiye oranla daha kolaydır; sonuç olarak sternal yara iyileşmesinde gecikmeden ve derin sternum infeksiyonundan kaçınılır. Diyabetik hastalar ve reoperasyon uygulanan hastalar için median sternotomi tekniğinin kullanılmaması uygun tercihtir (3, 4). Robotik kardiyak cerrahi, konvansiyonel kardiyak cerrahiye oranla daha az travmatik olup, daha az kan kaybı ve transfüzyon gereksinimi gözlenir (15, 16). Robotik kardiyak cerrahi ile ufak insizyon uygulanması ve sternal retraksiyondan kaçınılması sonucunda hastaların postoperatif ağrı seviyeleri ve analjezik tüketimleri konvansiyonel kardiyak cerrahiye oranla azalır (3, 4). Robotik kardiyak cerrahi hastaları, median sternotomi ve sternal retraksiyon uygulanan hastalara oranla cerrahi sonrası dönemde günlük aktivitelerine daha hızlı dönerler ve yaşam kaliteleri artar (9, 17). Sonuç olarak, robotik kardiyak cerrahi, sternotomi uygulanan konvansiyonel kardiyak cerrahiye oranla cerrahi alan infeksiyon oranının azalması, kan ürünü transfüzyonunun azalması, postoperatif ağrının azalması, hastane yatış süresinin kısalması, hastanın günlük aktivitesine daha hızlı dönmesi ve hasta memnuniyetinin artması gibi çeşitli avantajlara sahiptir (3, 4, 9, 15, 16).

### **Robotik Kardiyak Cerrahi ile İlişkili Dezavantajlar**

Kardiyovasküler cerrahların, robotik cerrahiye benimsemeleri- tüm avantajlarına rağmen- diğer cerrahi branşlara oranla daha yavaş olmuştur (3, 18). Robotik kardiyak cerrahinin uygulayıcıları için ciddi bir eğitim süreci ve öğrenme eğrisine gereksinim duyulması, açık cerrahiye oranla cerrahi sürelerin daha uzun olması ve kullanılan malzemelerin getirdiği yüksek maliyet nedeniyle bu tekniğin kullanımı sınırlanmıştır (3.18).

Robotik enstümanların kompleks oluşu nedeniyle cerrahinin güvenli ve etkin uygulanabilmesi için uygulayıcıların ciddi bir eğitim sürecine gereksinimi vardır (19,20). Kardiyak cerrahi hastalarında robotik cihazların kullanımı ile organ ve damar ponksiyonu, cerrahi yanıklar ve mortalite gibi advers olaylar bildirilmiştir (3). Buna karşın, robotik kardiyak cerrahi ile ilişkili komplikasyonların daha çok öğrenme eğrisini tamamlamamış uygulayıcılar ile ilişkili olduğu, uzman ve deneyimli ekipler tarafından seçilmiş hastalarda gerçekleştirilen girişimlerin etkin ve güvenli olduğu bilinmektedir (3.4, 21).

Robotik kardiyak cerrahi sırasında taktik uyarının algılanmaması ve gecikmiş hareket izleme dezavantaj olarak bildirilmiştir (2,3,18). Buna ek olarak, robotik cihazların kullanımının kompleks oluşu ve sistem enstrümanlarının değiştirilmesi için gereken sürenin açık cerrahiye oranla daha fazla olması cerrahi sürelerin uzamasına neden olur (18). Konvansiyonel mitral valv onarımı ile operasyon sürelerinin robotik mitral valv onarımına oranla %18 oranında uzadığı (238 dk'ya 209 dk., sırasıyla) gözlenmiştir. (22).

Kardiyovasküler merkezlerin çoğu tarafından robotik kardiyak cerrahinin tercih edilmemesinin önde gelen nedenlerinden birisi ciddi bir teknoloji yatırımı gerektirmesi ve seçilmiş hasta grubuna uygulanabilmesidir (16). Robotik kardiyak cerrahi hastalarında girişim sürelerinin konvansiyonel cerrahiye oranla uzaması maliyetin artışına katkıda bulunur (16, 18, 23). Robotik mitral valv replasman cerrahisi sonrasında mekanik ventilasyon, yoğun bakım ve hastane yatış sürelerinin konvansiyonel cerrahiye oranla azaldığı, ancak maliyet açısından robotik cerrahinin konvansiyonel cerrahiye oranla avantajı olmadığı bildirilmiştir (24). Robotik kardiyak cerrahinin maliyet etkinliği ile ilgili araştırmaların çoğunda hastaların yaşam kalitesi, işe erken dönme gibi indirekt etkilerin göz önüne alınmadığı görülmektedir (16).

Koroner arter baypas greftleme (KABG) cerrahisinde revaskülarizasyonun başarısını belirleyen en önemli nokta koroner anastomozların kalitesi veya iskemik miyokarda kan akımı sağlayan greftlerin teknik kalitesidir (25). Robotik cihaz yardımı ile veya manuel olarak gerçekleştirilen koroner anastomozların kaliteleri arasında fark olup olmadığı konusu halen netleşmemiştir (18, 26). Robotik KABG cerrahisi sonrası erken döneme ait greft açıklığı oranı kabul edilebilir düzeydedir, geç döneme ait greft açıklığı, kardiyovasküler morbidite ve mortalite ile ilişkili olumlu veriler olmakla birlikte, bu konu halen araştırılmaktadır. Robotik kardiyak cerrahinin daha yaygın olarak benimsenmesi, ancak uzun dönemdeki greft açıklığı ve sonuç verilerinin netleşmesi ile mümkün olabilir (3,18,26).

### **Robotik Kardiyak Cerrahiye Ait Teknik Özellikler**

Minimal invaziv cerrahi teknikler içerisinde değerlendirilen robotik kardiyak cerrahi atan kalpte ya da arest halindeki kalpte ve kardiyopulmoner baypas eşliğinde uygulanabilir. Cerrah için en iyi koşulları sağlaması nedeniyle pek çok merkezde arest halindeki kalpte ve kardiyopulmoner baypas eşliğinde robotik kardiyak cerrahi uygulanır, ancak femoral damarlar kanülasyon için uygun değilse veya hastanın aortu ileri derecede aterosklerotikse, kardiyopulmoner baypas tercih edilmemektedir (2-5, 14).

### **Kardiyopulmoner Baypas ile Robotik Kardiyak Cerrahi**

Kardiyopulmoner baypas öncesinde- özellikle venöz dönüş hatları için- farklı kanülasyon stratejileri kullanılabilir. Cerrahin tercihine veya hasta özelliklerine göre farklı kardiyopleji sunum teknikleri uygulanabilir. Anesteziyologlar, basınç monitorizasyonu, sıvı veya ilaç uygulamak için gereken hatların yanı sıra pulmoner arter vent kateteri veya koroner sinüs kateteri gibi ek hatların yerleştirilmesinde görev alabilirler (2-4, 14).

Cerrahi ekip tarafından uygulanan arter ve ven kanülasyonları için erişim kolaylığı açısından öncelikle transfemoral yaklaşım tercih edilir. Arteriyel kanülasyon öncesinde transözefageal ekokardiyografi (TEE) ile distal asendan aortanın aterosklerotik plaklar açısından değerlendirilmesi faydalıdır. Femoral arter aracılığı ile desendan aortada ilerletilen arteriyel kanül (21-23 F), aterom plakların yerinden oynayarak distale embolize olmasına neden olabilir. Aort veya periferik arterlerde aterosklerotik hastalığı olan olgularda arteriyel perfüzyon amacı ile aksiller arter kullanılabilir. Kardiyopulmoner baypas sırasında venöz drenaj sağlamanın ana yolu, femoral ven aracılığıyla sağ atriuma ilerletilen venöz kanül (21-25 Fr) yerleştirilmesidir. Femoral venöz kanülasyon aşamasında venöz kanülün kılavuz tel üzerinden inferior vena kavadan superior vena kavaya ilerletilmesi için TEE rehberliğinden faydalanılır. Venöz drenaj uygulanmasının alternatif yolu, anesteziyolog tarafından internal juguler ven aracılığıyla TEE rehberliğinde superior vena kavaya ilerletilen kanülün yerleştirilmesidir. Hastanın boynu yeterli uzunlukta ise, venöz drenaj kanülü ve santral ven kateteri internal juguler vene birlikte uygulanabilir; hastanın boynu kısa ise santral ven kateteri diğer juguler vene yerleştirilir (3.14).

Bazı merkezlerde anesteziyolog tarafından sağ internal juguler vene pulmoner arter vent kateteri ve retrograd kardiyopleji verilmesi amacıyla koroner sinus kateteri yerleştirilir. Pulmoner arterin pasif bir şekilde drene edilebilmesi amacıyla internal juguler vene yerleştirilen introdüser kılıf aracılığıyla balon uçlu endopulmoner vent kateteri ana pulmoner artere TEE rehberliğinde ilerletilir. Uzun süreli aortik kros kleme gerektiren cerrahi girişimlerde veya aort yetmezliği olan olgularda miyokard korunmasını sağlamak için retrograd kardiyopleji uygulanır. Retrograd kardiyopleji uygulanması düşünülen hastalarda, anesteziyolog tarafından balon uçlu koroner sinüs kateteri TEE rehberliğinde sağ internal juguler vene yerleştirilir. Vasküler tromboz gelişmesini önlemek için pulmoner arter

vent kateteri ve koroner sinus kateteri yerleştirilmeden önce 100 Ü/kg heparin intravenöz yoldan uygulanır (3, 14, 27-30). Kardiyopulmoner baypas eşliğinde uygulanan robotik cerrahi sırasında transtorasik aortik klemp yerleştirilerek iğne aracılığıyla antegrad kardiyopleji uygulanabilir. Alternatif yöntem ise, kardiyopulmoner baypas için kanül yerleştirilen femoral arterin karşısındaki femoral arter aracılığıyla TEE rehberliğinde asendan aortaya yerleştirilen ve kardiyopleji solüsyonunun verilmesini de sağlayan endoaortik balon uçlu klemp (10.5 Fr) uygulanmasıdır. Endoaortik klemp TEE rehberliğinde yerleştirildikten sonra aort diseksiyonundan kaçınmak amacıyla kan basıncı bir miktar düşürüldükten sonra, balonuna dikkatlice inflasyon (250-300 mmHg) uygulanarak asendan aort oklüde edilir. Asendan aort oklüde edildikten sonra antegrad kardiyopleji uygulanarak kardiyak arest oluşturulur. Robotik kardiyak cerrahi hastalarında kardiyopulmoner baypasın başlatılabilmesi için sağ radyal arter basıncı ve aortun kök basıncı monitorize edilmeli ve venöz drenaj sağlanmalıdır. Kardiyopulmoner baypas devresine vakum destekli drenaj veya kinetik venöz drenaj uygulanabilir (3, 14, 27-30).

Endoaortik klemp yerleştirilmesi sonrasında balonun distale migrasyonuna bağlı olarak innominat arterin oklüzyonu ve serebral perfüzyonun azalması olasıdır; bu durum radyal arter basınç trasesinden ve serebral oksimetre monitörizasyonunda rSO2 değerlerinde ani düşmeden fark edilebilir. Bu nedenle endoaortik balon klemp yerleştirilen hastalarda arteryel kan basıncının takibinde çift taraflı radyal arter kanülasyonu uygulanır. Endoaortik klemp balonunun proksimale migrasyonuna bağlı olarak koroner arterlerin obstrüksiyonu ve miyokardiyal iskemi gelişmesi olasıdır. Endoaortik klemp balonunun yeri, ameliyat süresince TEE ile takip edilmelidir. Arest halindeki kalpte uygulanan TEKABG olgularında, aort kökünün çap ve basıncının değerlendirilmesinde ve KPB'dan ayrılımda TEE

rehberliğinden faydalanılır. Aortada ciddi ateroskleroza olan hastalarda plak embolizasyonu olasılığı nedeniyle endoaortik klemp uygulanmasından kaçınılır (2-4,14).

### **Atan Kalpte veya “Off- Pump” Robotik Kardiyak Cerrahi**

Atan kalpte koroner arter revaskülarizasyonu ilk kez 1960'lı yıllarda uygulanmıştır (31), yaygın olarak kullanımı ise, koroner anastomoz bölgesindeki hareketi en aza indiren mekanik stabilizatör cihazlarının geliştirildiği 1990'lı yılların ikinci yarısından sonra mümkün olmuştur (32, 33). Off-pump KABG cerrahisinin, seçilmiş hastalarda kardiyopulmoner baypas ile ilişkili sistemik inflamatuvar yanıt, koagülopati, strok, sistemik embolizasyon, renal yetmezlik gibi olumsuz sonuçlardan kaçınmayı sağladığı, postoperatif mekanik ventilasyon ve yoğun bakım yatış süresini kısalttığı ve kaynak kullanımını azalttığı bildirilmiştir (34-36).

Robotik cihaz aracılığıyla uygulanan atan kalpte / off-pump TECAB cerrahisinde, enstrüman olarak torasik subkostal portlardan yerleştirilebilen, cerrah tarafından kontrol edilerek hedef damarları immobilize edebilen endoskopik stabilizatörler kullanılır. Atan kalpte TECAB uygulanması düşünülen hastalarda kardiyopulmoner baypas kanülasyonlarının uygulanması gerekmez. Kardiyopulmoner baypas desteğinde ve atan kalpte TEKABG cerrahisi uygulanması düşünülürse transfemoral yoldan arter ve ven kanülasyonlarının TEE rehberliğinde uygulanması yeterlidir (2-4, 37, 38).

Koroner arter baypas greftleme cerrahisine minimal invaziv alternatif olarak uygulanan robotik “off-pump” KABG cerrahisinin erken dönem sonuçları konvansiyonel KABG cerrahisi ile benzerdir (39,40). Robotik off-pump KABG cerrahisinin uzun dönemdeki sonuçları ise halen araştırılmaktadır. 2007 ve 2014 yılları arasında internal mamarian arter greftleri ile robotik off-pump KABG cerrahisi uygulanan 240 hasta araştırılmıştır (37). Postoperatif

dönemde 91. aya dek takip edilen hastaların hiçbirinde mortalite, strok veya miyokard infarktüsü gözlenmemiştir. Robotik off-pump KABG sonrasında tekrar girişim sıklığı %1,3 olarak bulunmuştur; bu oran sternotomi ile off-pump KABG cerrahisinden 12 ay sonra gözlenen %4,6'lık girişim oranından düşüktür. Araştırmacılar, internal mamarian arter greftleri ile robotik off-pump KABG cerrahisi uygulamasının, seçilmiş hastalarda konvansiyonel KABG cerrahisine güvenli ve etkin bir alternatif olduğunu bildirmiştir (37).

### **Robotik Kardiyak Cerrahi İçin Kullanılan Cihazlar**

Robotik kardiyak cerrahi girişimlerinde kullanılan cihazlar içerisinde önde gelen Da Vinci® robotik sistemi, (1) cerrahin üç boyutlu olarak cerrahi alanı görebildiği ve robotun enstrüman kollarını kontrol edebildiği ve oturduğu cerrahi konsol, (2) cerrahinin izlenmesine olanak tanıyan ekran ve hemitoraksa CO<sub>2</sub> insüflasyonu uygulanabilmesi için gerekli yazılım ve donanımı içeren endovizyon sistemi, ve (3) cerrahi işlemi gerçekleştiren robot ve çalışma kolları olmak üzere üç bölümden oluşur (3,4,14,28). Cerrahi alanın üç boyutlu, on kata dek büyütülmüş ve yüksek rezolüsyonlu görüntüsü cerrah tarafından oturduğu konsoldan izlenir. Konsoldaki ayak pedalları aracılığıyla cerrahi alan görüntüsü yakınlaştırılıp uzaklaştırılabilir. Ameliyat masasına uzanan robotik kollara yerleştirilmiş olan ve üzerinde kompüterize mekanik eklemleri olan cerrahi enstrümanlar, ufak çaplı port'lar aracılığı ile hastanın toraksına yerleştirilir. Cerrahi konsolda yer alan kumanda kolları aracılığı ile cerrahi enstrümanlar manipüle edilir ve robotun kolları uzaktan hareket ettirilerek ameliyat gerçekleştirilir. Robotun kollarına yerleştirilmiş olan cerrahi enstrümanların kullanıldığı sistem, insan bileğine oranla daha hassas hareket ve açılara olanak tanır ve titremeden kaçınılır. Video sistemi, ameliyatın ekran aracılığıyla izlenebilmesine ve kayıt işlemine olanak tanır, ayrıca tek akciğer ventilasyonu sırasında hemitoraksa

karbondiyoksit insüflasyonu için gereken yazılım ve donanımı içerir. Da Vinci® robotik sisteminin sunduğu yüksek rezolüsyonlu üç boyutlu görüntü dokuların manipülasyon kalitesini artırır. Robotik eklemler toraks içerisinde yedi derece açılı harekete olanak tanır; özellikle sol internal mamarian arter çıkarılması benzeri kompleks mikrocerrahi girişimlerde avantajlıdır (3, 4, 14).

### **Robotik Kardiyak Cerrahide Ekip Çalışması**

Kompleks cerrahilerin gerçekleştirilmesi ancak koordine bir ekip çalışması ile mümkün olabileceği için, robotik kardiyak cerrahi programının başarısı ekip çalışmasına dayanır (3, 41, 42). Başarılı bir ekip, hatalarından hızlıca ders alan ve hatalarını düzelten ekiptir. Ekip bireyleri arasında iletişim ve koordinasyon ritüeli gelişmiştir; kriz anında durumu hızlıca kavrar ve krizi çözmek için harekete geçerler. Robotik kardiyak cerrahide eğitim için bilgisayar simülasyonu, kadavra diseksiyonu kullanılabilirse de en iyi öğrenme klinikte vakaların uygulanması ile mümkündür (41, 42).

### **Robotik Kardiyak Cerrahi İçin Hasta Seçimi**

Robotik kardiyak cerrahi sırasında median sternotomi uygulanan konvansiyonel cerrahiye geçiş oranının azaltılması, erken ve geç dönemde başarılı sonuçlara ulaşılmasında hasta seçim kriterlerinin önemi büyüktür. Tek akciğer ventilasyonunun kontrendike olduğu kor pulmonale, KOAH, tüberküloz, astım, ciddi pulmoner hipertansiyon, miyokardiyal iritabilite riski yüksek olan yakın dönemde geçirilmiş miyokard infarktüsü veya anstabil anjina, acil cerrahi, ileri plevral adezyonlar, ufak, kalsifiye veya intramiyokardiyal damarlar, periferik veya endovasküler kanülasyon için riskli olan ciddi ateroskleroz varlığında robotik kardiyak cerrahi uygulanması kontrendikedir (3,14,28). Geçirilmiş toraks cerrahisi, torasik travma veya radyoterapi öyküsünün var olması plevral yapışıklıklar



nedeniyle girişimi güçleştirir. Hastalarda torasik boşluğun çok dar olması veya vücut kitle indeksinin  $35 \text{ kg/m}^2$ 'nin üzerinde olması gibi port yerleştirilmesini güçleştiren, robotik kolların hareketini kısıtlayan veya toraks içerisindeki görüşü azaltan faktörler, girişim için teknik güçlük yaratır (3).

### **Robotik Kardiyak Cerrahide Anestezik Yaklaşım**

Robotik kalp cerrahisinde anestezi, kardiyak ve torasik anestezi prensipleri üzerine ileri bilgi ve deneyim gerektiren zorlu bir uğraş alanıdır (3-6). Konvansiyonel kalp cerrahisi sırasındaki anestezik yaklaşım ve hasta idaresine ait prensipler aynen geçerli olmakla birlikte, robotik kalp cerrahisi hastalarının anestezisi perkütan kanülasyon teknikleri, hasta pozisyonu, tek akciğer ventilasyonu, karbondiyoksit insüflasyonu, defibrilasyon ve vücut ısısının korunması açısından özellikler içerir. Robotik kardiyak cerrahi sonrasında en optimal sonuçları elde edebilmek için cerrahi, anestezi ve perfüzyon ekipleri arasında iyi bir iletişim olmalıdır (42). Kardiyopulmoner baypasın yönetimi, venöz kanüllerin sayısı, tipi ve lokalizasyonu, kardiyopleji yöntemi, postoperatif bakım ve analjezi yöntemi cerrahi öncesinde planlanmalıdır (3, 4, 14).

### **Preoperatif Değerlendirme**

Robotik kardiyak cerrahi uygulanması düşünülen hastalarda kardiyak ve solunum sistemleri başta olmak üzere, tüm sistemlerin değerlendirilmesi, laboratuvar ve görüntüleme tetkiklerinin incelenmesi, gerekli konsültasyonların istenmesi, sigara, madde ve ilaç kullanımının sorgulanması, kullanılan ilaçların düzenlenmesi, hastaya uygun anestezi planının oluşturulması ve gerekli hazırlıkların yapılması, hastanın girişim hakkında bilgilendirilmesi, onamının alınması ve hastaya premedikasyon uygulanması amaçlanır (2-4, 43, 44)

Cerrahi öncesinde kardiyak fonksiyonu ortaya koyan anjiyografi, ekokardiyografi, anjiyo-bilgisayarlı tomografi (BT) gibi görüntüleme ve laboratuvar tetkikleri incelenerek kardiyak risk belirlenir. Karotid arterlerin ultrasonografik tetkiki incelenerek serebrovasküler olay riski belirlenir. Kardiyopulmoner baypas için gereken perkütan kanülasyonun öncesinde damarsal yapıların girişim açısından çapı, akımın yeterliliği, damarların yapısı ve aterom plaklarının olup olmadığı değerlendirilmelidir (2-4, 14). Vasküler yapıların değerlendirilebilmesi için periferik nabızlar muayene edilmeli, toraks, abdomen ve pelvisin BT anjiyografi görüntüleri incelenerek torasik aort, abdominal aort, iliyak ve femoral damarlar hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Ciddi aterosklerotik aortu olan hastalarda endoaortik oklüzyon klempini ile ilişkili olarak migrasyon, balon rüptürü, aort diseksiyonu veya plak embolizasyonu gibi ciddi komplikasyonlar gözlenebilir. Ekokardiyografi uygulanarak asendan aortun çapı ölçülür; antegrad kardiyopleji verilirken endoaortik klemp ile asendan aortun oklüde edilebilmesi ve klempin ucundaki balonun migrasyonunun önlenmesi için asendan aort çapının dört cm'nin altında olması uygundur (3, 14, 27)

Robotik kardiyak cerrahi uygulanan hastalara en az üç beş saat süre ile tek akciğer ventilasyonu ve hemitoraksa karbondiyoksit insüflasyonu uygulanır. Tek akciğer ventilasyonu sırasında ventilasyon perfüzyon dengesinin bozulması ve şantlaşmanın artmasına bağlı olarak hipoksemi gözlenebilir. Karbondiyoksit insüflasyonuna bağlı olarak ise hiperkarbi veya barotravma gibi advers olaylar gözlenebilir. Robotik kardiyak cerrahi öncesinde –özellikle altta yatan KOAH, restriktif veya infiltratif akciğer hastalığı veya pulmoner hipertansiyonu olan olgularda- solunum fonksiyon testleri ile akciğerlerin durumu değerlendirilmelidir. Solunum fonksiyon testlerinde FVC ve FEV<sub>1</sub> değerlerinde azalma olan, arteryel kan gazında ise PaCO<sub>2</sub> değeri 50

mmHg'nın üzerinde ve PaO<sub>2</sub> değeri 65 mmHg değerinin altında olan hastalarda tek akciğer ventilasyonu güç tolere edilir. Hastaların göğüs hastalıkları konsültasyonu tamamlanmalı, medikal tedavileri düzenlenmeli ve cerrahinin en az iki hafta öncesinde sigara kullanımı kesilmelidir. Hastaların kullanmakta olduğu beta bloker, statin, nitrat, kalsiyum kanal blokeri gibi kardiyak ilaçlara cerrahi gününe dek devam edilir. Cerrahi sonrası hipotansiyondan kaçınılması açısından anjiyotensin reseptör blokerleri cerrahi günü kesilir. Klopidogrel gibi antitrombositer ajanlar cerrahiden 5-7 gün önce kesilir iken, aspirine devam edilebilir. Ameliyattan önceki gece ve ameliyat sabahında benzodiazepin premedikasyonu (örn: midazolam 0.05-0.1 mg/kg) uygulanabilir. Hastanın yaşı, kardiyak ve diğer sistemlerin fizyolojisi ve anksiyete durumu esas alınarak premedikasyon ilacı ve dozu belirlenir (2-4, 14, 43, 44).

### **Ameliyathanenin Hazırlığı ve Monitörizasyon**

Hasta ameliyathaneye alınmadan önce anestezi cihazı, monitörler, defibrilatör, hava yolu ve damar yolu ekipmanları, arter kanülleri, santral venöz kateter ve kanüller, transdüserler, infüzyon sıvıları, perfüzörler, sıvı ısıtıcıları vb. ısıtma sistemleri, aspiratör, aktive pıhtılaşma zamanı (ACT) ölçüm cihazı, anestezi ajanları, antibiyotikler, vazodilatör / inotropik ilaçlar, heparin, protamin ve hasta için uygun kan üniteleri kontrol edilmiş ve kullanıma hazır halde olmalıdır (43-47).

Ameliyat masası, anestezi cihazı ve perfüzyon pompasının yanı sıra robotik cihazın yerlerinin belirlenmiş olması önemlidir. Robotik kardiyak cerrahi için kullanılan ekipman ameliyathanedeki çalışma alanını daraltabilir. Anestezi cihazının ameliyat masasından uzağa yerleştirilmesi gerekir. Robotik cihazın kolları nedeniyle hastanın toraks veya havayoluna erişim mümkün olmayacağı için endotrakeal tüpe ekstübe edilemeyecek şekilde uygun açı verilmeli ve

birkaç noktadan sağlam şekilde tespit edilmelidir. Transözefageal ekokardiyografi cihazı hastanın baş tarafına yakın konumlandırılır. Cerrahi sırasında acil sternotomi, torakotomi veya resusitasyon gereksinimi durumunda hastayı hızlıca robottan ayırabilecek eğitilmiş ve deneyimli bir ekibe gereksinim vardır (2-4, 41).

Robotik kardiyak cerrahi uygulanan hastalarda ekstremite ve prekordiyal leadleri (lead II ve V5) ve ST değişikliklerini monitorize eden elektrokardiyografi monitorizasyonu sırasında elektrotlar, robotik portların yerleşim alanından ve sternumdan uzağa yerleştirilmelidir. Robotik portların toraksa yerleştirilmesinden sonra başlatılan kapnotoraks esnasında kalp- sternum arası mesafenin artmasına bağlı olarak EKG'nin amplitüdünü ve aksı değiştirir. Elektrokardiyografinin yanı sıra, radyal arter kanülü yerleştirilerek invaziv arter basıncı monitörize edilir. Asendan aortaya endoaortik balon uçlu klemp yerleştirilmesi düşünülen hastalarda sağ ve sol radyal arter basınçları eş zamanlı olarak monitorize edilir. Sol radyal arter kanülasyonu kontrendikeyse veya cerrah tarafından aksiller artere kanül yerleştirilmişse femoral arter basıncı monitorize edilebilir. Atan kalpte robotik kardiyak cerrahi olgularında tek taraflı radyal arter kanülü yerleştirilmesi yeterlidir. Santral venöz basınç monitorizasyonu, puls oksimetre, kapnograf, arteriyel kan gazı, periferik ve santral (örn. özefageal propla) vücut ısısı ve diürez monitorizasyonu standart olarak uygulanır. Pulmoner arter kateterizasyonu rutin uygulanmamakla birlikte kardiyak debi, pulmoner arter ve kapiller wedge basınçları ve periferik oksijen sunumu (SvO<sub>2</sub>) hakkında değerli bilgiler verebilir. Serebral noninvaziv monitorizasyon teknikleri olarak serebral oksimetri veya bispektral indeks önerilir (2-4, 14, 28-30, 41).

Robotik kardiyak cerrahide kılavuz tellerin ve kanüllerin yerleştirilmesinde TEE rehberliğinden faydalanılır. Femoral arter kanülasyonu sırasında kılavuz telin desendan aortadan

ilerlemesi, femoral vena yerleştirilen kılavuz telin ise sağatriyumdan geçmesi ve kateter ucunun superior vena kavada konumlanması görüntülenebilir. Endoaortik balon oklüzyon klempinin, perkütan koroner sinüs kanülünün ve endopulmoner ventin yerleştirilmesinde TEE rehberliği yerleşimin doğrulanması açasından önemlidir. Robotik kardiyak cerrahide uygulanan TEE, kalp boşluklarının anatomisinin, kalbin duvar ve kapak fonksiyonlarının, asendan aort çapının, spesifik patolojinin ve cerrahi onarımın yanı sıra, aort diseksiyonu, superior vena kava hasarı veya endoaortik klempt migrasyonu gibi komplikasyonların ve işlem sonrasında havanın çıkartılıp çıkartılmadığının değerlendirilmesinde faydalıdır. Robotik kardiyak cerrahi sırasında uygulanan karbondiyoksit insüflasyonuna bağlı olarak intratorasik basınçta artış, mediastinal kayma ve venöz dönüşde azalma gözlenebilir. Sağ ventriküle bası sonucunda gelişen segmental duvar hareket anomalilerinin takibinde TEE faydalıdır (2-4, 14, 27-30, 41). Cerrahi sırasında hemodinamik bozulma, artmış vazopresör, sıvı veya transfüzyon gereksinimi gibi kanamayı gösteren bulgular açasından hastanın takip edilmesi, TEE ile toraks ve perikard içerisinde kanamaya işaret eden sıvı koleksiyon görüntüsünün olup olmadığının araştırılması gerekir (14, 43).

### **Anestezi Teknikleri ve İlaçlar**

Konvansiyonel kalp cerrahisi hastaları için uygulanan genel anestezi hedefleri ve teknikleri aynen geçerlidir. Genel anestezi uygulamasında en kritik dönem olan indüksiyonda kardiyak debiyi deprese edebilecek yüksek dozlardan kaçınılmalı ve ilaçlar titre edilerek uygulanmalıdır. Cerrahi stresin yoğun olduğu entübasyon, sternotomi gibi dönemlerde sempatik yanıtın önlenmesine ve yeterli anestezi derinliğinin sağlanması dikkat edilmelidir. Miyokardın oksijen sunum gereksinim dengesini koruyacak

şekilde yeterli intravasküler volüm sağlanmalı, hipotansiyon ve aritmilerden kaçınılmalıdır (2-5, 14, 46, 47).

Günümüzde, fast-track anestezi uygulamaları paralelinde geçmişe oranla daha kısa etki süreli sedatif hipnotikler ve nöromüsküler bloker ajanlar tercih edilmektedir (46, 47). Genel anestezi tekniği ve anestezi ajanları seçilirken, hastanın öyküsü, eşlik eden morbiditeleri ve ventrikül fonksiyonları göz önüne alınır. İntravenöz anestezi ajanları (örn. etomidat, tiyopental, propofol) ile anestezi induksiyonu uygulanmasını takiben inhalasyon anestezi ajanları (örn. sevofluran, desfluran) ile idame uygulanan, aralıklı opioid analjezisi (örn. fentanil) ile desteklenen, nöromüsküler bloker ajanların (örn. rokuronyum, vekuronyum) kullanıldığı dengeli anestezi tekniği önerilir. Dengeli anestezinin avantajı, inhalasyon anestezi ajanlarının miyokard koruma özelliğinden faydalanılmasıdır. Dengeli anesteziye alternatif olarak total intravenöz anestezi tekniği (TİVA) de uygulanabilir. Anestezi uygulamalarında en önemli nokta, robotun kolları hastanın toraksına yerleştirildikten sonra miyokard, büyük damar ve diğer yapıların perforasyonundan kaçınılması için hasta hareketinin önlenmesi, yeterli nöromüsküler blok derinliğinin sağlanmasıdır (2-5, 14, 46, 47).

### **Hasta Pozisyonu**

Anestezi induksiyonu ve perkütan kateterizasyon girişimlerinin tamamlanmasını takiben -hastaya pozisyon verilmeden hemen önce- cerrah tarafından acil median sternotomi gereksiniminde kullanılmak üzere sternal insizyon hattı işaretlenir. Robotik kardiyak cerrahi uygulanan hastaların çoğuna supin pozisyonda, sağ veya sol toraks yaklaşımlı girişim yapılır. Hastanın pozisyonu, anterior ve midaksiller hatta yerleştirilen port aracılığıyla torasik kaviteye T4 seviyesinde direkt erişim sağlamalıdır. Hasta supin pozisyondayken, ilgili hemitoraksına 30 derecelik açı

ile elevasyon uygulanır, bu esnada hastanın kolu posterior aksiller hat boyunca uzatılarak bandaj ile tespitlenir. Brakiyal pleksus nöropatisi gelişmemesi açısından kolun posteriora aşırı traksiyonundan kaçınılmalıdır. Robotik kardiyak cerrahi ile ilişkili uzun girişim süreleri de gözönüne alınarak, hastaya pozisyon verilmesi sırasında sinir hasarı veya dolaşım bozukluğuna neden olabilecek bası yerleri kontrol edilmelidir. Cerrah tarafından kumanda edilen robot kolları, serbest hareketleri esnasında hasta ile temas etmemelidir. Hastaya pozisyon verildikten ve robot kolları portlar aracılığıyla torasik kaviteye girdikten sonra, organ ve damarlarda iyatrojenik yaralanmaları önlemek için masanın hareket ettirilmemesine dikkat edilmelidir. Robotik kardiyak cerrahi sırasında robot kollarının geniş yer kaplaması ve hareketli olması nedeniyle hastanın havayoluna ve intravenöz hatlara erişim güçtür; operasyon öncesinde endotrakeal tüp ve intravenöz hatlar kontrol edilmeli ve emniyetli bir şekilde tespit edilmelidir (2-4, 14, 27-30).

Robotik kardiyak cerrahi sırasında ventriküler fibrilasyon gelişmesi durumunda internal defibrilasyon uygulanması mümkün değildir. Hastalara eksternal defibrilasyon uygulanabilmesi için pedler cerrahi alana denk gelmeyecek şekilde, biri omurganın sol tarafında ve hastanın sırt bölgesine, diğeri ise sol anterior aksiller hatta, kalbin apeksine yakın bölgeye yerleştirilir. Hastanın toraksında robot port yerleri giriş noktalarının işaretlenmesi ve cildin steril edilmesini takiben, toraks, abdomen, her iki kasık ve bir alt ekstremité gereğinde cerrahi erişim açısından açıkta bırakılacak şekilde hasta örtülür (2-4, 14, 45).

### **Tek Akciğer Ventilasyonu**

Robotik kardiyak cerrahi uygulaması, tek taraflı hemitoraksa ufak insizyonlar ve görüş sağlayan portların yerleştirilmesini gerektirdiği için, akciğerin kollabe edilmesini ve hemitoraksa karbondiyoksit insüflasyonunu ve karşı taraftaki akciğerin

tek başına ventilasyonunu gerektirir. Akciğer izolasyonu, çift lümenli endobronşiyal tüp ya da tek lümenli endotrakeal tüpün yanı sıra bronşiyal bloker kullanımı ile sağlanabilir. Trakeal karina ve sağ üst lob bronşu arasındaki mesafenin sola oranla daha kısa olması nedeniyle sağ bronşiyal blokerin sağ üst lob bronşunu oklüde edebilmesi, sağ bronşiyal bloker ile sağ akciğere CPAP uygulanmasının güç olması ve çift lümenli endobronşiyal tüpe oranla bronşiyal blokerin yerinden oynamasının daha kolay olması gibi nedenlerle, tek akciğer ventilasyonu için ilk tercih edilen yöntem çift lümenli endobronşiyal tüp kullanımudur. Hastada entübasyon güçlüğü olması durumunda tek lümenli endotrakeal tüpün yanı sıra bronşiyal bloker yerleştirilmesi tercih edilebilir. Fiberoptik bronkoskop ile tüp pozisyonunun doğrulanması, hastaya cerrahi pozisyon verildikten sonra bronkoskopinin tekrarlanması önemlidir. Robotik kardiyak cerrahi uygulanan hastalarda, tek akciğer ventilasyonuna alternatif olarak tek lümenli tüp ile hızlı jet ventilasyon uygulaması bildirilmiştir (2-4, 11-14, 27-30).

Robotik kardiyak cerrahi hastalarının tek akciğer ventilasyonu uygulamalarında, ventile olmayan akciğerde şantlaşmanın artmasına ve ventile olan akciğerde ventilasyon perfüzyon uyumsuzluğuna bağlı olarak hipoksemi gelişebilir (2-4). Kardiyopulmoner baypas uygulanması sonrasında hipokseminin derecesi artabilir. Tek akciğer ventilasyonu ve karbondiyoksit pnömotoraksı uygulanan 98 robotik kardiyak cerrahi hastasında (58 hasta on-pump, 40 hasta off-pump cerrahi) kardiyopulmoner baypass'ın solunumsal parametreler ve arteriyel kan gazları üzerine etkilerini araştırmışlar (48). Dinamik akciğer kompliyansı (C<sub>dyn</sub>), alveoler-arteriyel PO<sub>2</sub> farkı (PA-aDO<sub>2</sub>), oksijenizasyon indeksi (OI) ve arteriyel-alveolar O<sub>2</sub> basıncı oranı (a/A) hesaplanmıştır. Kardiyopulmoner baypas uygulanan grupta diğer gruba oranla SpO<sub>2</sub>, C<sub>dyn</sub>, PaO<sub>2</sub>, OI and a/A değerlerinin azaldığı, P<sub>peak</sub>, PaCO<sub>2</sub> and PA-aDO<sub>2</sub>



değerlerinin ise arttığı bulunmuştur. Sonuç olarak, tek akciğer ventilasyonu ve karbondiyoksit pnömotoraksı uygulanan robotik kardiyak cerrahi hastalarında kardiyopulmoner baypas sonrasında pulmoner fonksiyonların gerilediği bildirilmiştir (48).

İntraoperatif tek akciğer ventilasyonu ve karbondiyoksit insüflasyonu uygulanan hastalarda hipoksemiye tedavi edebilmek için ventile olan akciğere pozitif end-ekspiratuvar basınç (PEEP) uygulanabilir; ancak PEEP ile ventile olmayan akciğerde şantlaşmanın artması sonucunda paradoks olarak oksijenizasyon negatif etkilenebilmektedir. Ventile olmayan akciğere 2-4 L/dk oksijen insüflasyonu veya 5-10 cmH<sub>2</sub>O kontinü pozitif havayolu basıncı (CPAP) uygulanması oksijenizasyonu olumlu etkiler, ancak cerrahi ekibin görüşünü bozulabilir. Aralıklı olarak çift akciğer ventilasyonu uygulanması ve bu dönemlerde intratorasik girişime ara verilmesi tercih edilebilir. (2-4, 14, 49, 50) Cerrahinin sonlanmasıyla birlikte, hasta yoğun bakıma nakledilmeden önce çift lümenli endobronşiyal tüp, tek lümenli endotrakeal tüp ile değiştirilir. Cerrahinin sonunda hastaların hava yolu ödemi olabileceği için ekstübasyon öncesinde direkt larengoskopi ile kord vokaller değerlendirilmeli, gereğinde endotrakeal tüp değiştiricileri kullanılmalı ve güçlük beklenen olgularda ödem çözümlene dek çift lümenli tüp kullanımına devam edilmelidir (2-4, 14, 27-30, 45).

### **Karbondiyoksit İnsüflasyonu**

Robotik kardiyak cerrahi uygulanan hastalarda, tek akciğer söndürüldükten sonra aynı hemitoraksa karbondiyoksit insüflasyonu uygulanır. Karbondiyoksit insüflasyonu uygulanması sonucunda sternum- kalp mesafesinin artması ile cerrahin kalp ve büyük damarları görüş kalitesi artar, kotere bağlı yanık oluşumu riski azalır, intrakardiyak hava ve kardiyopulmoner baypas ile ilişkili hava embolisi riski azalır.

Karbondiyoksitin absorpsiyonu ile solunumsal asidoz, taşikardi, aritmiler ve pulmoner hipertansiyon gözlenebilir. Pulmoner hipertansiyon varlığında inhale nitrik oksit tedavisi uygulanabilir. Tansiyon pnömotoraks ve hemodinamik bozukluk gelişmesini önlemek için toraks içi basınç 10 mmHg'nın, insüflasyon hızı ise 3 L/dk'nın altında tutulmalıdır. İnsüflasyon basıncının 10 mmHg'nın üzerinde olması ile kardiyak debi azalabilir ve hipotansiyon gelişebilir. İnsüflasyon basıncı azaltılmalı, intravenöz sıvılar ve gereğinde transfüzyon uygulanmalı, inotropik ve vazopresör ajanların infüzyonu ile hemodinamik bozukluk düzeltilmelidir. Kapnotoraks sonucunda arteryel kan gazında PaCO<sub>2</sub>'nin artması ile koroner arterlerde vazokonstriksiyon gelişebilir. Dirençli hipoksemi ve respiratuvar asidoz, yüksek havayolu ve intraplevral basınçların gözlenmesi durumunda cerrah ve anesteziyolog arasındaki güçlü iletişim ile tek akciğer ventilasyonunun sonlandırılması ve tolere edemeyen hastada açık kalp cerrahisine geçilmesi gerekebilir. Toraks kavitesinden karbondiyoksitin atılması sonrasında kardiyak fonksiyon hızlıca geriye dönmektedir (2-4, 14, 27-30, 45).

### **Defibrilasyon Uygulanması**

Robotik kardiyak cerrahi hastalarında eksternal defibrilasyon pedlerinin pozisyonu kardiyak aks açısından optimal olmayabilir, buna ek olarak kapnotoraks, elektriksel yalıtım sağlayarak defibrilasyonun etkinliğini azaltır. Eksternal defibrilasyonun etkin olmaması durumunda toraksın elektriksel impedansını azaltmak için çift akciğer ventilasyonuna geçilmelidir. Eksternal defibrilasyona bir veya iki kez yanıt alınamıyor ise, intravenöz yoldan amiodaron uygulanması önerilir (2-4, 14, 25).

### **Vücut Isısının İdaresi**

Arest halindeki kalpte uygulanan robotik cerrahi vakalarında, kardiyopulmoner baypas sırasında miyokardiyal ve serebral

koruma amacı ile sistemik hipotermi uygulanır. Kardiyopulmoner baypas öncesi ve sonrasındaki süreçlerde veya atan kalpte uygulanan robotik cerrahi vakalarında vücut ısısı korunmalıdır. Hastayı ısıtmak için önlem alınmaz ise, düşük ameliyathane ısısına maruz kalınması, soğuk infüzyon sıvıları, cerrahi sürenin uzaması ve karbondiyoksit insüflasyonu sonucunda hastada sistemik hipotermi gelişir. Cerrahi sonrasında hasta derlenmesini geciktiren ve oksijen tüketimini arttıran hipotermiden korunmak için ısıtılmalı havalı battaniye, infüzyon sıvılarının ısıtılması gibi koruyucu yöntemler uygulanmalıdır (2-4, 14, 25).

### **Antikoagülasyon**

Robotik kardiyak cerrahi merkezlerinin standart bir antikoagülasyon stratejisi olmamakla birlikte, genellikle kardiyopulmoner baypas öncesinde intravenöz yoldan 400Ü/kg heparin uygulanarak ACT>450 sn hedeflenir. Kardiyopulmoner baypas uygulanmaksızın atan kalpte robotik kardiyak cerrahi girişim için ise intravenöz yoldan 200Ü/kg heparin uygulanır ve ACT> 300 sn hedeflenir (3, 25, 46, 47).

### **Hemodinamik İdare**

Robotik off-pump koroner arter cerrahisinde -konvansiyonel off-pump koroner arter cerrahisinin aksine- distal anastomozların uygulanması sırasında kalbin toraks dışında rotasyon halinde tutulması gerekmez de, kalp toraks içerisinde venöz dönüşü veya ventrikül fonksiyonunu bozacak şekilde pozisyonlanabilir (45-47). Hemodinamik stabilitenin ve organ perfüzyonunun korunması açısından intravasküler volüm yeterli olmalıdır. Kalbin ön yükünün yüksek tutulması için gereğinde intravasküler sıvı yüklemesi uygulanır ve hasta Trendelenburg pozisyonuna alınır (45). Hemodinamik stabilitenin sağlanabilmesi için gereğinde vazopresör ve inotropik ajanlar uygulanır. Bradikardi

durumunda epikardiyal pacing uygulanabilir. Cerrahi sırasında karbondiyoksit insüflasyon basıncı yakından takip edilmeli, hemodinamik bozukluğun önlenmesi için insüflasyon basıncı normal sınırlarda tutulmalı, end-tidal karbondiyoksit basıncı ve arteriyel kan gazları takip edilmelidir. Cerrahi sırasında ortaya çıkan hemodinamik bozulma, artmış vazopresör, sıvı veya transfüzyon gereksinimi gibi kanamaya işaret edebilen bulgular açısından hasta takip edilmeli, TEE ile toraks ve perikard içerisinde kanamaya işaret eden sıvı koleksiyonu görüntüsü olup olmadığı araştırılmalıdır (2-4, 14, 25).

Kardiyopulmoner baypas eşliğinde uygulanan robotik kardiyak cerrahide TEE monitorizasyonu ile endo-aortik klempin yerleşimi doğrulanır ve intrakardiyak hava değerlendirilir. Kardiyopulmoner baypas sonrasında ventrikül disfonksiyonu durumunda, konvansiyonel kardiyak cerrahi ile aynı prensiplerle TEE monitorizasyonu tedaviyi yönlendirir; gereğinde vazoaktif ve inotropik ajanlar ile destek uygulanır. Cerrahi prosedür tamamlanınca, aortik kros klemp kaldırılmadan önce kalp içi boşluklardan hava çıkartma manevraları yapılır. Arteriyel kan basıncı yeterli ve kalp ritmi normal olan hastada TEE ile intrakardiyak hava, cerrahi onarım ve kardiyak fonksiyonlar değerlendirilir. İntrakardiyak havanın uzaklaştırılması, yeterli kardiyak kontraktilete, kalp atımı ve hemodinamik stabilitenin sağlanmasını takiben kardiyopulmoner baypas sonlandırılır. Aortik kros klempin kaldırılması ve baypasın sonlandırılması arasındaki süre genellikle 10-20 dk.dır. Cerrahi ekip tarafından kanama kontrolü yapıldıktan sonra venöz ve arteriyel kanüller geri çekilir ve protamin uygulanır. Robotik kollar geri çekilerek torakstan çıkartılır ve çift akciğer ventilasyonu uygulanır (2-6, 14, 25, 27, 28).

### **Postoperatif Dönem**

Kardiyak cerrahi sonrasında hasta, havayolu, ventilasyon ve hemodinami yakından takip edilerek yoğun bakıma

nakledilir. Yoğun bakımda mekanik ventilatör desteğine alınır, kardiyak ve solunumsal açıdan monitorize edilir. Hastalar anastomozların açıklığı, miyokardiyal iskemi, infarktüs, aritmiler ve kanama açısından yakından takip edilmelidir. Günümüzde modern kardiyovasküler anestezi prensiplerine göre geçmişe oranla daha kısa etkili anestezi ajanlarının, normotermik veya ılımlı hipotermik kardiyopulmoner baypas ve aktif ısıtma tekniklerinin kullanımı sonucunda uygun hastalar cerrahi sonrasında ilk saatlerde (0-6 saat) ekstübe edilebilmektedir. Robotik kardiyak cerrahi sonrasında, ameliyatın tipi ve süresi, hastanın klinik durumu ve merkezin deneyimi gibi faktörlere bağlı olarak ameliyathanede veya yoğun bakımda ekstübasyon uygulanabilir (2-5, 14, 25, 27, 28).

Robotik kardiyak cerrahi sonrasındaki ağrının ve analjezik gereksiniminin sternotomi ile gerçekleştirilen konvansiyonel cerrahiye oranla daha az olduğunu bildiren çalışmalar olmasına rağmen, bazı çalışmalarda standart ya da minimal invaziv kardiyak cerrahi sonrası ağrı skorlarının benzer olduğu bulunmuştur (11). Postoperatif ağrı tedavisinde opioid bazlı intravenöz analjezi uygulanabilir, ancak opioid analjeziklerin postoperatif bulantı-kusma ve derlenmede gecikme gibi yan etkileri olabilir. Hemitoraksda ufak insizyonları içeren robotik kardiyak cerrahilerde intratekal analjezi veya torasik epidural analjezi gibi nöraksiyel analjezi teknikleri kullanılabilir, ancak heparinize olan hastada nöraksiyel hematoma ya da sempatektomi ile ilişkili olarak hipotansiyon gelişme riski mevcuttur. Nöraksiyel analjezi uygulanması düşünülen hastalarda, antiplatelet tedavinin preoperatif dönemde uygun zamanda kesilmesi önemlidir. İntraoperatif heparin kullanılacağı için, nöraksiyel blok ile heparinizasyon arasında en az bir saat süre geçmesine dikkat edilmelidir. İnterkostal sinir bloğu, paravertebral sinir bloğu, insizyonel lokal anesteziik infiltrasyonu veya ultrasonografi rehberliğinde pektoral

bloklar ya da serratus plan bloğu gibi rejyonal anestezi ve analjezi teknikleri nöraksiyel hematom riski olmadan uygulanabilir (3, 11-14, 25, 27-30, 46, 47).

## KAYNAKLAR

1. Easterwood RM, Bostock IC, Nammalwar S, et al. The evolution of minimally invasive cardiac surgery: from minimal access to transcatheter approaches. *Future Cardiol.* 2018; 14: 75-87.
2. Schell RM, Gundry SR, Grichnik KP. Anesthesia for minimally invasive cardiac surgery. In: *Cardiac Anesthesia: Principles and Clinical Practice*. Editors: Fawzy G. Estafanous, Paul G. Barash, J. G. Reves. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA, 2001, p. 673-700.
3. Bernstein WK, Walker A. Anesthetic issues for robotic cardiac surgery. *Ann Card Anaesth* 2015;18: 58-68.
4. Deshpande SP, Fitzpatrick M, Grigore AM. Pro: Robotic Surgery Is the Preferred Technique for Coronary Artery Bypass Graft (CABG) Surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2013; 27: 802-5.
5. Mohr FW, Falk V, Diegeler A, Autschback R. Computer-enhanced coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1999; 117: 1212-4.
6. Loulmet D, Carpentier A, d'Attellis N, et al. Endoscopic coronary artery bypass grafting with the aid of robotic assisted instruments. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999; 118: 4-10.
7. Kappert U, Cichon R, Schneider J. Closed chest bilateral mammary artery grafting in double-vessel coronary artery disease. *Ann Thorac Surg.* 2000; 70: 1699-1701.
8. Farhat F, Aubert S, Blanc P. Totally endoscopic off-pump bilateral internal thoracic artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004; 26: 845-7.
9. Currie ME, Romsa J, Fox SA. Long-term angiographic follow-up of robotic-assisted coronary artery revascularization. *Ann Thorac Surg* 2012; 93: 1426-31.
10. Bonatti JO, Zimrin D, Lehr EJ. Hybrid coronary revascularization using robotic totally endoscopic surgery:

- Perioperative out- comes and 5-year results. *Ann Thorac Surg* 2012; 94: 1920-6.
11. Rehfeldt KH, Andre JV, Ritter MJ. Anesthetic considerations in robotic mitral valve surgery. *Ann Cardiothorac Surg* 2017; 6: 47-53.
  12. Mccarthy JR, Guy TS. Totally Endoscopic Robotic Mitral Valve Surgery. *AORN Journal* 2016; <http://dx.doi.org/10.1016/j.aorn.2016.07.013>, p. 293-306.
  13. Nifong L, Chitwood W, Pappas P, et al. Robotic mitral valve surgery: a United States multicenter trial. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2005; 129:1395-1404.
  14. Chauhan S, Subin S. Anesthesia for robotic cardiac surgery: An amalgam of technology and skill. *Ann Card Anaesth* 2010; 13:169-75.
  15. Woo YJ, Nacke EA. Robotic minimally invasive mitral valve reconstruction yields less blood product transfusion and shorter length of stay. *Surgery* 2006; 140: 263-7.
  16. Leyvi G, Schechter CB, Sehgal S, et al. Comparison of Index Hospitalization Costs Between Robotic CABG and Conventional CABG: Implications for Hybrid Coronary Revascularization. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2016; 30:12–8.
  17. Morgan J, Peacock J, Kohmoto T, et al. Robotic techniques improve quality of life in patients undergoing atrial septal defect repair. *The Annals of Thoracic Surgery*, 2004; 77:1328-33.
  18. Raiten JM. Con: Robotic Surgery Is Not the Preferred Technique for Coronary Revascularization. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2013; 27: 806–8.
  19. Morris B. Robotic Surgery: Applications, Limitations, and Impact on Surgical Education. *Medscape General Medicine* 2005; 7: 72-7.
  20. Sachdeva AK, Blair PG, Lupi L. Education and Training to Address Specific Needs During the Career Progression of Surgeons. *Surg Clin North Am.* 2016; 96: 115-28.
  21. Bonaros N, Schachner T, Lehr E, et al. Five Hundred Cases of Robotic Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass Grafting: Predictors of Success and Safety. *Ann Thorac Surg* 2013; 95: 803-12.

22. Kam J, Cooray S, Kam J, Smith J, Almeida A. A cost analysis study of robotic versus conventional mitral valve repair. *Heart, Lung and Circulation* 2010;19: 413-8.
23. Barbash G, Glied S. New Technology and health care cost- the case of robot assisted surgery. *New England Journal of Medicine* 2010; 363:701-4.
24. Suri RM, Thompson JE, Burkhart HM, et al: Improving affordability through innovation in the surgical treatment of mitral valve disease. *Mayo Clin Proc* 2013; 88: 1075-84.
25. Samarkandi A. Anesthetic Management of Robotic Assisted Cardiac Surgery. *The Internet Journal of Anesthesiology*. 2003 Volume 8 Number 1.
26. Sellke FW, Chu LM, Cohn WE. Current state of surgical myocardial revascularization. *Circ J* 2010; 74: 1031-7.
27. Deshpande SP, Lehr E, Odonkor P, et al. Anesthetic Management of Robotically Assisted Totally Endoscopic Coronary Artery Bypass Surgery (TECAB) *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2013; 27: 586-99.
28. Mehta Y, Arora D, Jain V. Anaesthetic considerations for robotic-assisted cardiac surgery. *OA. Anaesthetics* 2014;25; 2: 1-3.
29. Modi P, Rodriguez E, Chitwood R. Robot-assisted cardiac surgery. *Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery* 2009; 9: 500-5.
30. Wang G, Gao C. Robotic cardiac surgery: an anaesthetic challenge. *Postgrad Med J* 2014; 90: 467-74.
31. Kolessov VI. Mammary artery-coronary artery anastomosis as a method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967; 54: 535-44.
32. Cooley DA, Frazier OH. The Past 50 Years of Cardiovascular Surgery. *Circulation* 2000; 102: 87-93.
33. Livesay JJ. Reflections on the history of coronary surgery. *Tex Heart Inst J*. 2004; 31: 208-9.
34. Abu Omar Y, Taggart DP. The present status of off-pump coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009; 36: 312-21.
35. Hemmerling TM, Romano G, Terrasini N, Noiseux N. Anesthesia for off-pump coronary artery bypass surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 2013; 16: 28-39.



36. Raja SG, Dreyfus GD. Impact of off-pump coronary artery bypass on post-operative pulmonary dysfunction: Current best available evidence. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 2006; 9: 17-24.
37. Yang M, Wu Y, Wang G, et al. Robotic Total Arterial Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting: Seven-Year Single-Center Experience and Long-Term Follow-Up of Graft Patency. *Ann Thorac Surg* 2015; 100: 1373-8.
38. Poston R, Tran R, Collins M, et al. Comparison of economic and patient outcomes with minimally invasive versus traditional off-pump coronary artery bypass grafting techniques. *Annals of Surgery* 2008; 248: 638-46.
39. Halkos ME, Liberman HA, Devireddy C, et al. Early clinical and angiographic outcomes after robotic-assisted coronary artery bypass surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2014;147:179–185.
40. Kofler M, Stastny L, Schachner T, et al. Robotic versus conventional coronary artery bypass graft: a propensity scorebased comparison of perioperative and long-term results. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2014; 19 (suppl 1): S42.
41. Koçyiğit M. Robotik Kardiyovasküler Cerrahide Anestezik Yaklaşım. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim* 2016; 9: 5-12.
42. Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, et al: How to improve performance of robotic totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Am J Surg* 2008; 195: 711-6.
43. Whittle J, Kelleher AA. Preoperative assessment for cardiac surgery. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine* 2015; 16:484-90.
44. Cornelissen H, Arrowsmith JE. Preoperative assessment for cardiac surgery. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2006; 6: 109-13.
45. Ramsay JG, Licina MG, Awad H, et al. Alternative Approaches to Cardiac Surgery With and Without Cardiopulmonary Bypass In: *A Practical Approach to Cardiac Anesthesia*. Editors: Hesley FA, Martin DE, Gravlee GP. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA., 2013, pp. 359-389.
46. Skubas N, Lichtman AD, Sharma A, Thomas SJ. Anesthesia for cardiac surgery. In: Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, eds. *Clinical Anesthesia*, 5th ed, Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2006, pp.886-933.

47. Mittnacht A, London M, Kaplan JA. Anesthesia for myocardial revascularization. In: Kaplan JA, Reich DL, Savino JS, eds. Kaplan's Cardiac Anesthesia. The Echo Era. 6th ed, St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders, 2011, pp.522-570.
48. Wang G, Xiao S, Gao C. The effects of cardiopulmonary bypass on pulmonary function during robotic cardiac surgery. *Perfusion* 2015;30: 213-8.
49. Rocca D. Ventilatory management of one-lung ventilation. *Minerva Anesthesiol* 2011;77: 534-6.
50. Ishikawa S, Lohser J. One-lung ventilation and arterial oxygenation. *Curr Opin Anesthesiol* 2011; 24: 24–31.

### 3. BÖLÜM

## ROBOT YARDIMLI TORASİK CERRAHİDE ANESTEZİ

**Prof. Dr. Işık Alper**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

**Uzm. Dr. Nursen Karaca**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Tıpta ve cerrahideki teknolojik gelişmelerin doğal bir sonucu olarak anestezi uygulamalarındaki pratiğimiz de değişmektedir. Bu gelişmelerin en önemlilerinden birisi robot yardımcı cerrahilerdir.

Son 25 yılda laparoskopik ya da minimal invaziv cerrahi uygulamaları her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Daha az ağrı, daha hızlı derlenme, daha kısa hastanede kalış süresi, küçük cerrahi insizyon, daha iyi kozmetik sonuçlar ve daha yüksek hasta memnuniyeti laparoskopik cerrahinin en önemli avantajlarındandır (1). Ancak iki boyutlu görüntü ile üç boyutlu operasyon alanında çalışılması, uzun aletlerin kullanımına bağlı doğal tremorun artması, hareket ve görüntü kısıtlılığı, ulaşım zorluğu nedeniyle cerrahi komplikasyonlarda artma gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Robotik cihazlar bu kısıtlamalara yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiştir (2, 3, 4).

Robotun cerrahide kullanımına 1990'lı yıllarda hayvanlarda ve kadavra üzerinde başlanmış, 2000 yılında Amerikan Gıda ve İlaç Kurumu (FDA) tarafından 'Da vinci' robotun klinik kullanımı onaylandıktan sonra daha komplike cerrahi işlemler robot yardımı ile yapılmaya başlanmıştır (1-3).

Robotik aletlerin insan el bileği hareketini taklit etmesi, tremoru ortadan kaldırması, üç boyutlu görüntüyle daha hassas alanlarda çalışabilmeyi sağlaması yanında yara yeri komplikasyonlarında azalma, daha az postoperatif ağrı ve günlük hayata daha hızlı dönüş robotik cerrahinin en önemli avantajları arasındadır (5-7). Ancak bunun yanı sıra dokunma duyusunun azalması, cerrahi deneyim ve beceri gerekliliği, özellikle öğrenme döneminde uzamış cerrahi süreleri ve yüksek kurulum/bakım/onarım maliyetleri gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

Robot yardımcı torasik cerrahi (RYTC) minimal invaziv cerrahi teknikleri arasında sık uygulanan yöntemlerden biridir (8). Robot yardımcı torasik cerrahi; lobektomi, lenf nodu diseksiyonu, özefagial tümörler, özefagial miyotomi, özefagogastrektomi, 5 cm'den küçük mediastinal tümörler, diyafragmatik tümörler ve diyafragmatik plikasyonda giderek artan sayıda uygulanmaktadır.

Robot yardımcı torasik cerrahide anestezi yönetimi, diğer robot yardımcı cerrahilerden farklılık gösterir. Sıklıkla lateral dekübit pozisyonunda ve tek akciğer ventilasyonu (TAV) ile gerçekleştirilmektedir. Hasta pozisyonu, TAV yönetimi, mediastinel CO<sub>2</sub> insüflasyonu ve özellikle öğrenme dönemindeki uzamış cerrahi sürelerinin yaratabileceği sorunlar anestezi yönetiminde zorlayıcı ve dikkat edilmesi gereken konulardır (8, 9). Başarılı bir cerrahi ve hasta güvenliği açısından anesteziyolog; cerrahi teknik, kullanılan ekipman, perioperatif dönemde karşılaşılabilecek patofizyolojik değişiklikler ve gelişebilecek komplikasyonlar konusunda bilgili ve deneyimli olmalı ve anestezi yönetimini buna göre belirlemelidir.

### **Preoperatif Değerlendirme**

Preoperatif değerlendirme rutin torakotomi planlanan hastalarla benzerdir. Hastanın tıbbi öyküsü, fizik muayene, yaş, boy, kilo, kullandığı ilaçlar, allerji ve cerrahi-anestezi

öyküsü sorgulanmalı, havayolu muayenesi, olası entübasyon güçlüğü riski ve vital bulgular kaydedilmelidir. Preoperatif aldığı medikasyonlar, devam edilmesi veya kesilmesi gereken ilaçlar düzenlenmeli, laboratuvar ve radyolojik tetkikler değerlendirilmelidir. Ancak RYTC'de; multipl küçük cerrahi insizyon, kapnomediastinum ve uzamış tek akciğer ventilasyonu gibi nedenlerden dolayı hasta seçiminde dikkatli olunmalı ve ilk aşamada hastanın robotik cerrahiye uygun olup olmadığı belirlenmelidir.

Her hasta pulmoner, kardiyak fonksiyonlar ve komorbiditeler açısından ayrı ayrı değerlendirilmelidir. Gerekli durumlarda hastanın tek akciğer ventilasyonu ve kapnomediastinumunu tolere edip edemeyeceğine; akciğer grafisi, arteriyel kan gazı analizi ve solunum fonksiyon testleri ile karar verilmelidir. İstirahat halinde, oda havasında hiperkapni ( $\text{PaCO}_2 > 50 \text{ mmHg}$ ) ve hipoksemisi olan ( $\text{PaO}_2 < 65 \text{ mmHg}$ ), zorlu vital kapasite ve 1.sn zorlu ekspiratuar volüm düşüklüğü saptanan olguların tek akciğer ventilasyonunu tolere edemediği gösterilmiştir (10). Orta-ileri evre kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), bronkospazm, astım, ciddi amfizem, geçirilmiş tüberküloz, plevra hastalıkları, operasyon sahasına uygulanmış radyoterapi, geçirilmiş toraks cerrahisi öyküsü varlığında hasta TAV ve  $\text{CO}_2$  insüflasyonunun neden olduğu hipoksemi, hiperkapni ve plevral pozitif basıncı tolere edemeyebilir (11-13). Bu tip hastalar RYTC için uygun değildir. İlimli KOAH'ı olan hastalar, preoperatif dönemde bronkodilatatör ve steroid tedavi ile solunumsal açıdan optimal hale getirilmelidir. Uzun süredir sigara içen hastaların cerrahiden bir- iki hafta önce sigarayı bırakması önerilir. Obez hastaların tek akciğer ventilasyonunu tolere etmesi daha zordur, bu nedenle cerrahi öncesi kilo verilmesi yönünde hasta bilgilendirilmelidir.

Hastalar kardiyak fonksiyon açısından stabil olmalıdır. Anstabil anjina, yakın tarihte geçirilmiş miyokard infarktüsü

ve ciddi kalp yetmezliği öyküsü olan hastalarda RYTC tercih edilmemelidir. Kardiyak açıdan medikal tedavi alan (özellikle  $\beta$ -bloker) hastalar operasyon gününe kadar tedavilerine devam etmelidir (8). Özellikle magnezyum ve potasyum imbalansına bağlı kardiyak aritmiler açısından preoperatif elektrolit değerleri mutlaka kontrol edilmelidir.

Ciddi havayolu zorluğu, geçirilmiş kardiyak ve torasik cerrahi öyküsü, ciddi torakal ve spinal deformitesi, ileri evre karaciğer-böbrek yetmezliği olan hastalar ve pediatrik hastalar (küçük vücut ölçüleri nedeniyle TAV güç olacağından) RYTC için uygun değildir. Genel olarak boyu 130 cm'nin ve vücut ağırlığı 30 kg'nin altında olan hastalarda RYTC tercih edilmemelidir (8).

Preoperatif değerlendirmede koagölasyon parametreleri mutlaka kontrol edilmeli ve koagölopatisi olan hastalarda RYTC düşünülmemelidir. Aspirin ve diğer antiplatelet ajan alan hastalar operasyondan en az 7 gün önce, antikoagölün tedavi alan hastalar ise operasyondan yeterli süre önce tedaviyi kesmelidir (8).

Lateral dekübit pozisyonda altta kalan kolun hiperabduksiyonuna bağlı brakial pleksus hasarı olabileceğinden, preoperatif değerlendirmede varolan radikülopati ve brakial pleksus hasarı mutlaka sorgulanmalı ve kaydedilmelidir (14). Ayrıca preoperatif görüşmede hastaya operasyon ve anestezi ile ilgili olası tüm riskler ayrıntılı olarak anlatılmalı ve aydınlatılmış onam belgesi alınmalıdır.

### **Premedikasyon**

Robot yardımcı torasik cerrahide premedikasyon çok tercih edilmemekle birlikte hastaya operasyon salonunda genel anestezi verilmeden önce, entübasyon sırasında laringospazmı önlemek ve sekresyonları azaltmak için intravenöz midazolam (2mg) ve/veya fensiklidin (0,5-1 mg) veya anestezi indüksiyonundan 10-15 dk. kadar önce deksmedetomidine (1 mcg/kg) uygulanabilir (8).

## **Intraoperatif yönetim**

Standart monitörizasyon; beş kanallı elektrokardiyogram, ST segment analizi, periferik oksijen satürasyonu, invaziv arteriyel kan basıncı, kapnogram, havayolu basınçları, ısı ve idrar takibi monitörizasyonu her hastaya uygulanır. Daha invaziv monitörizasyonlar; hastanın komorbiditelerine, ekibin deneyimine ve öngörülen cerrahi süreye göre belirlenir. İnvaziv arteriyel kan basıncı monitörizasyonu, hemodinamik takip ve arteriyel kan gazı analizi açısından gereklidir, radial arter kanülasyonu hastanın klinik durumuna göre indüksiyon öncesi veya sonrası yapılabilir. Hastaya kardiyopulmoner komorbiditeleri nedeniyle santral venöz veya pulmoner arter kateterizasyonu planlanıyorsa, pozisyon verilmeden ve robot kolları sabitlenmeden önce takılmalıdır. Transözofagial ekokardiyografi (TEE) ciddi kardiyovasküler disfonksiyon gibi özellikli durumlarda kullanılır. Perioperatif çift lümenli tüpün pozisyonu ve miyokard fonksiyonunun dinamik monitörizasyonu açısından TEE yol göstericidir. Transözofagial ekokardiyografi probu, hastaya pozisyon verilmeden ve robot kolları sabitlenmeden yerleştirilmelidir (8). Gastrik dekompresyon amacıyla nazogastrik sonda takılabilir. Uzamış operasyonlarda hastanın vücut ısısının korunmasına dikkat edilmeli, ısıtıcı blanketler kullanılmalı ve intravenöz sıvılar ısıtılarak verilmelidir (3,15).

Anestezi indüksiyonunda seçilecek ajanlar hastanın genel durumuna ve komorbiditelerine göre belirlenir. Genel anestezi olarak genellikle propofol (1,5-2,5 mg/kg) veya etomidat (0,3 mg/kg) gibi bir ajan, opioid analjezik olarak fentanil veya sufentanil, nöromusküler bloker (NMB) olarak yine hastaya göre belirlenen bir ajan (genellikle roküronyum bromür 0,6- 0,9 mg/kg) kullanılır. Anestezi idamesi; total intravenöz anestezi (propofol 4-6 mg/kg/sa ve remifentanil 0,3-0,5 mcg/kg/dk) veya bir inhalasyon ajanıyla birlikte aralıklı opioid uygulaması ile sağlanır. Anestezi idamesinde inhalasyon anestezisine ek olarak remifentanil infüzyonu da

tercih edilen bir yöntemdir. Remifentanil hemodinamik stabilite sağlarken, stres yanıt üzerine diğer opioid ajanlardan daha iyi bir inhibitör etki sağlar. Uzun süreli operasyonlarda inhalasyon ajanı olarak klirensi yüksek desfluran tercih edilebilir. Anestezi idamesinde midazolam uygulaması, postoperatif erken ekstübasyonu geciktirdiği için genellikle tercih edilmez (8). Hastanın hareket etmesi ile robotun kolları büyük damarlarda perforasyona veya diğer yapılarda yaralanmaya neden olabilir. Bu nedenle operasyon süresince nöromüsküler blokajın yeterliliği ve nöromüsküler monitörizasyon önemlidir. Nondepolarizan NMB ilaçlar, operasyon süresince bolus veya infüzyon şeklinde verilebilir (10). Anestezi derinliği ve hemodinamik parametreleri değerlendirmek için bispektral indeks (BIS) monitörizasyonu kullanılabilir.

İndüksiyon sonrası, genellikle ventile edilecek taraf entübe edilecek şekilde, çift lümenli endotrakeal tüp ile entübasyon gerçekleştirilir. Tüpün yerleşimi, dinleme bulguları ve fiberoptik bronkoskop ile mutlaka doğrulanmalıdır.

Torakal robotik operasyonlar genellikle hastaya lateral dekübit pozisyonu verilerek yapılmaktadır. Pozisyon hasarına karşı gerekli önlemler alınmalı, bası yerlerine uygun pedler yerleştirilerek desteklenmelidir. Lateral dekübit pozisyonunda kolun hiperabduksiyonuna bağlı brakial plexus hasarı bildirilmiştir (14).

Torakal işlemlerde operasyon masasının 180°, mediastinal vakalarda 90° rotasyon yapması ve robotun hastanın baş tarafına yerleştirilmesi gerekmektedir (9, 14). Bu pozisyonda havayoluna müdahale anestezi için oldukça zordur. Bu nedenle pozisyon verildikten sonra ve robot kolları sabitlenmeden önce tüpün yerleşimi tekrar kontrol edilmelidir (16). Özellikle tek akciğer ventilasyonu gereken bu vakalarda, fiberoptik bronkoskop mutlaka kullanılmalıdır.

Tek akciğer ventilasyonu ve CO<sub>2</sub> insüflasyonu sırasında stabil hemodinami ve oksijenizasyon sağlanması anestezi



açısından önemlidir. Robot yardımlı torasik cerrahide hastanın pozisyonuna, tek akciğer ventilasyonuna ve yapılan cerrahi işlemlere bağlı olarak ventilasyon/perfüzyon (V/Q) oranı değişmektedir. Pulmoner şantlaşma cerrahi sırasında oksijenasyonu belirleyen en önemli faktördür ve ventile olmayan akciğerde hipoksik pulmoner vazokonstrüksiyonla sınırlandırılır. Lateral dekübit pozisyonda, yerçekimi nedeniyle non-dependan akciğere kan akımı azalarak şantlaşma azalır. TAV sırasında oksijenasyona dikkat edilmeli, ciddi satürasyon düşüşü olursa cerrahi ekip ile koordine şekilde hasta robottan ayrılıp çift akciğer ventilasyonuna geçilmelidir. Karbondioksitin yüksek çözünürlüğüne bağlı olarak normokapni sağlanması genellikle güç değildir ancak hiperkapni gelişmesi durumunda dakika ventilasyonu artırılarak normokapni sağlanabilir. Perioperatif dönemde, serebral kan akımı ve intrakranial basınç artışını önlemek için  $ETCO_2$  normal sınırlarda tutulmaya çalışılmalıdır (3).

Toraksa robot kollarının girişi ile  $CO_2$  insüflasyonuna başlanır bu şekilde mediastinel yapılar operasyon sahasından uzaklaştırılarak cerrahi görüş artırılır (1). Kapnomediastinum toraks içi basıncın 10 mmHg düzeyinde olması ile sağlanır. Toraks kapalı bir ortam ve genişleyebilmesi sınırlı olduğundan  $CO_2$  insüflasyon hızı ve basıncı yakından takip edilmelidir. Kapnomediastinum mediastinel şişme ve buna bağlı ciddi hemodinamik değişikliklere neden olabilmektedir. Mediastinel şişme ve cerrahi aletlerin direkt basısına bağlı olarak; havayolu basıncında ani artış, endotrakeal tüpte tıkanma, kıvrılma veya malpozisyon, venöz dönüşte azalma, ciddi hipotansiyon, bradikardi ve kardiyak kollaps gelişebilir (17). Bu durumda  $CO_2$  insüflasyonu durdurularak kompresyon azaltılmalıdır. Hemodinamik stabilite açısından  $CO_2$  insüflasyonuna plevral kavite açıldıktan 30-60 sn sonra ve düşük hızda (1L/dk) başlanması önerilmektedir (16).

Robot yardımcı torasik cerrahilerde bir diğerk önemli sorun kontralateral akciğerde plevral yaranalma ve bunun sonucunda dependan akciğerde tansiyon pnömotoraks ve gizli kan kaybı meydana gelmesidir. Bu durumda hemodinamik instabilite ve ventilasyon güçlüğü ile karşılaşılabilir. Karbondioksit insuflasyonu hemen durdurularak tansiyon pnömotoraks azaltılmalı, inspire edilen oksijen miktarı (FiO<sub>2</sub>) 1.0'e yükseltilmeli ve havayolu basıncı mümkün olduğunca 30 mmHg 'nin altında tutulmaya çalışılmalıdır. PaCO<sub>2</sub> 40 mmHg civarında olacak şekilde sık arteriyel kan gazı takibiyle kontrol edilmeli, dependan akciğere PEEP veya non-dependan akciğere CPAP uygulaması ile oksijenasyon iyileştirilmeye çalışılmalıdır (1). Tüm robotik prosedürlerde olduğu gibi RYTC'de de hemoraji ya da hemodinamik instabilite durumunda acil torakotomiye geçiş olasılığı ve resüsitasyon gerekliliğı daima akılda tutulmalı, yeterli hareket alanının sağlanması ve hastayı robottan hızla ayırma konusunda tüm ekip eğitimli ve hazırlıklı olmalıdır.

### **Robot Yardımlı Torakal Cerrahide Rejyonel Anestezi**

Robot yardımcı torakal cerrahi, TAV ve toraks içine CO<sub>2</sub> insuflasyonu gerektiren bir operasyon olduğundan, tek başına rejyonel anestezi ile bu operasyonun yapılması mümkün değildir ancak rejyonel teknikler genel anesteziyle birlikte kombine edilerek kullanılabilir. Rejyonel anestezi yöntemleri; genel anestezi sırasında anestezik ihtiyacını azaltması, postoperatif ağrı kontrolünde ve solunum fonksiyonları üzerinde olumlu etkileri nedeniyle önemlidir (8). Bu amaçla torakal epidural, spinal, interkostal ve paravertebral bloklar en sık tercih edilen yöntemlerdir (18). Torakal epidural kateter, toraks cerrahisinde postoperatif analjezide altın standarttır ve T4-T6 seviyelerinden yerleştirilir. Bu seviyeden yerleştirilen epidural kateterin daha düşük doz lokal anestezik ihtiyacı ve daha zor

yerinden çıkması gibi avantajları bulunmakla birlikte spinal kord hasarı riski mevcuttur. Hasta uyanıkken kateterin yerleştirilmesi parestezi hissinin alınması ve diğer komplikasyonların fark edilmesi açısından önemlidir (19).

### **Postoperatif Yönetim**

Robotik cerrahinin en önemli avantajlarından birisi, postoperatif ağrı ve opioid kullanımının daha az olmasıdır ancak yine de bazı hastalar postoperatif ağrı açısından rehabilitasyona ihtiyaç duymaktadır. Postoperatif ağrı tipik olarak ilk 48 saat devam etmektedir. Yara yerine lokal anestezi infiltrasyonu, interkostal sinir bloğu, paravertebral blok, plevral kaviteye analjezik uygulaması, epidural blok, intratekal morfin enjeksiyonu ve hasta kontrollü analjezi gibi yöntemler postoperatif ağrı kontrolünde kullanılan yöntemlerdir. Genel anesteziyle birlikte paravertebral blok uygulaması intraoperatif ve postoperatif ağrı kontrolünde multimodal analjezik bir yöntem olarak kullanılabilir. Kontinü paravertebral blok uygulaması da güvenli ve etkili bir postoperatif ağrı kontrol yöntemidir. Hasta kontrollü analjezi uygulaması klinik pratikte en sık kullanılan ve yeterli analjezi sağlayan etkin yöntemlerden birisidir (8). Postoperatif ağrı ve inflamasyon kontrolünün, postoperatif kognitif disfonksiyon (POKD) ile ilişkili olduğu görülmüştür. Özellikle yaşlı hastalarda, cerrahi sonrası bilinen çevreden uzaklaşma, uyku bozuklukları ve kaygı POKD gelişmesinde etkilidir. Bu nedenle bu hastalar iyi fizik şartlarda, etkin ağrı ve inflamasyon kontrolü yapılmalı, yeterli gıda, sıvı desteği ile erken mobilizasyon sağlanmalıdır (20).

## KAYNAKLAR

1. Sullivan MJ, Frost EA, Lew MW. Anesthetic care of the patient for robotic surgery. *Middle East J Anaesthesiol.* 2008; 19: 967-82.
2. Parr KG, Talamini MA. Anesthetic implications of the addition of an operative robot for endoscopic surgery: a case report. *J Clin Anesth* 2002; 14: 228-33.
3. Irvine M, Patil V. Anaesthesia for robot-assisted laparoscopic surgery. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2009; 9: 125-9.
4. Purkayastha S, Athanasiou T, Casula R, Darzi A. Robotic surgery: a review. *Hosp Med* 2004; 65:153-9.
5. Mehta Y, Arora D, Sharma KK, et al. Comparison of continuous thoracic epidural and paravertebral block for postoperative analgesia after robotic-assisted coronary artery bypass surgery. *Ann Card Anaesth* 2008; 11: 91-6.
6. Gainsburg DM, Wax D, Reich DL, et al. Intraoperative management of robotic-assisted versus open radical prostatectomy. *JLS* 2010; 14: 1-5.
7. Awad H, Santilli S, Ohr M, et al. The effects of steep trendelenburg positioning on intraocular pressure during robotic radical prostatectomy. *Anesth Analg* 2009; 109: 473-8.
8. Zhang Y, Wang S, Sun Y. Anesthesia of robotic thoracic surgery. *Ann Transl Med.* 2015; 3: 71.
9. Campos J, Ueda K. Update on anesthetic complications of robotic thoracic surgery. *Minerva Anesthesiol.* 2014; 80: 83-8.
10. Bakan N. Robot Yardımlı Laparoskopik Ürolojik Cerrahi ve Anestezik Yaklaşım. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim-Special Topics* 2016; 9: 19-30.
11. Murkin JM, Ganapathy S. Anesthesia for robotic heart surgery: An overview. *Heart Surg Forum* 2001; 4: 311-4.
12. Lee JD, Srivastava M, Bonatti J. History and current status of robotic totally endoscopic coronary artery bypass. *Circ J.* 2012; 76: 2058-65.
13. Bernstein WK, Walke A. Anesthetic issues for robotic cardiac surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 2015; 18: 58-68.
14. Pandey R, Elakkumanan LB, Garg R, et al. Brachial plexus injury after robotic-assisted thoracoscopic thymectomy. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009; 23: 584-6.

15. Phong SV, Koh LK. Anaesthesia for robotic-assisted radical prostatectomy: considerations for laparoscopy in the trendelenburg position. *Anaesth Intensive Care* 2007; 35: 281-5.
16. Steenwyk B, Lyerly 3rd R. Advancements in robotic-assisted thoracic surgery. *Anesthesiol Clin* 2012; 30: 699-708.
17. Pandey R, Garg R, Chandralekha, et al. Robot-assisted thoracoscopic thymectomy: perianaesthetic concerns. *Eur J Anaesthesiol* 2010; 27: 473-7.
18. Kolettas A, Lazaridis G, Baka S, et al. Postoperative pain management. *J Thorac Dis* 2015; 7: S62-72.
19. Ceyhan D. Robotik cerrahide reyonel anestezinin yeri. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim-Special Topics* 2016; 9: 31-6.
20. Işık B. Robotik cerrahi ve postoperatif kognitif disfonksiyon. *Türkiye Klinikleri J Anest Reanim-Special Topics* 2016; 9: 44-50.



## 4. BÖLÜM

### ROBOT YARDIMLI KULAK BURUN BOĞAZ OPERASYONLARINDA ANESTEZİ

**Doç. Dr. İlkben GÜNÜŞEN**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi

Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Açık cerrahi girişimler için tasarlanan robotik sistemler, 1980'lerde laparoskopik cerrahinin popülerlik kazanmasından sonra daha karmaşık cerrahi girişimlerin de minimal invaziv yöntemlerle yapılabilmesi amacıyla laparoskopik tekniklere uyarlandı. Bu şekilde laparoskopik cerrahilerde yaşanan 2 boyutlu görüntüyle 3 boyutlu alanda çalışma zorunluluğu, elde oluşan tremorların önlenememesi, kullanılan aletlerin hareketlerindeki kısıtlılık ve dolayısıyla bazı bölgelere ulaşılabilmesi gibi sorunlar robotik tekniklerle ortadan kaldırılmış oldu (1-3). Dünyanın ilk cerrahi robotu, 1983'te ortopedik girişimler için yapılırken 2001 yılında hastaya bağlı robotik cihazı kontrol eden cerrahi konsol geliştirildi (1-3). Aslında bu cihazları tanımlayan ve daha doğru olan terim "bilgisayar destekli telemanipülatör"dür. Telerobotik cerrahi kavramının laparoskopik cerrahilerde ilk kez kullanılmasından sonra "Da Vinci Robotik Cerrahi Sistem" ve "Zeus Robotik Cerrahi Sistemi" olmak üzere 2 telemanipülatif robotik sistem, FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi) tarafından onaylandı. Bu şekilde operasyonların üç boyutlu görüntüyle yapılması, ulaşılması zor alanlara erişim, açılı endoskopların kullanımı ile manipülasyonların kolaylaşması gibi birçok avantaj elde edildi. Günümüzde üroloji, jinekoloji, genel cerrahi, kulak burun boğaz, kardiyak cerrahi dahil olmak üzere birçok cerrahi girişimde robot kullanılmaktadır. Bu alanda çalışan cerrahların sayısında, eğitim düzeyleri ve deneyimlerindeki artış sonucu da yapılan operasyon sayısı giderek artmaktadır. Bu nedenle anestezi uzmanlarının da konuyla

ilgili bir anestezi planı oluşturması, potansiyel komplikasyonları tanınması, güvenli hasta bakımı için bu sistemler hakkında temel bilgiye sahip olması ve robot yardımlı cerrahinin sonuçlarını bilmesi şarttır (2, 4-6).

### **Transoral Robotik Cerrahi**

Baş-boyun cerrahisinde ilk kez 2005 yılında “Da Vinci sistemi” ile valleküler kist rezeksiyonu yapılırken (7) 2006 yılında Pennsylvania Üniversitesi’nde Weinstein ve O’Malley tarafından baş-boyun malign tümörleri için kullanıldı ve “Transoral Robotik Cerrahi” (TORC) deyimi tıp literatürüne girdi (8, 9). FDA tarafından 2009 yılında orofaringeal bölge, baş ve boyun bölgesinin malign ve benign tümörlerinin tedavisi için TORC’un onaylanmasıyla robotik cerrahi Kulak Burun Boğaz (KBB) operasyonlarında yerini aldı (6,9,10). Başlangıçta sadece dil kökü rezeksiyonları ve onunla bağlantılı operasyonlar için önerilse de günümüzde OSAS (obstrüktif uyku apnesi sendromu) dahil olmak üzere orofarenks, hipofarinks, supraglottis, glottis, kafa tabanı ve parafaringeal boşluğun benign ve malign lezyonlarının tedavisinde de güvenli ve uygulanabilir olduğu gösterilmiştir (11, 12).

TORC’un en önemli avantajları arasında, diğer transoral endoskopik veya mikroskobik yaklaşımlarda karşılaşılan alan kısıtlamalarını önleyerek cerrahin rahat çalışabilmesini sağlama, cerrahi alanın büyütölmüş 3 boyutlu görüntüsü ile gelişmiş görsellik ve uzak bölgelere erişim sayılabilir. Aynı zamanda eksternal yaklaşım gerektiren farinks ve dil kökü gibi tümörlerin transoral yoldan minimal invaziv şekilde operasyonuna olanak sağlar (5, 11-13). Büyütme ve yüksek çözünürlük özelliklerine sahip 3D optiklerin kullanımıyla daha iyi görsellik sağlanmış, büyük bir kesi olmaksızın daha derin alanlardaki tümöre erişim olanağı sunulmuştur. Açık cerrahiyle karşılaştırıldığında hastalar açısından en önemli avantajları ise, tümör dokusuna komşu sağlıklı dokuların



daha etkin korunabilmesini sağlayarak organ fonksiyon kayıplarını azaltması, postoperatif dönemde yutma fonksiyonlarında daha erken düzelme ve dolayısıyla nazogastrik veya perkütan endoskopik gastrotomi (PEG) ile beslenme süresinin kısalmasıdır. Bunun yanı sıra, kemoterapi ve radyoterapi gereksinimini azaltması, daha az kan kaybı ve dolayısıyla transfüzyon gereksiniminde azalma, dil nekrozuna neden olan lingual arterin korunması, postoperatif morbidite nedenlerinden olan trakeostomi insidansında azalma, hastanede kalış süresi ve postoperatif komplikasyon oranlarında azalma, daha kısa sürede iyileşme ve günlük aktivitelere daha hızlı dönüş, açık cerrahilerde görülen geniş yara izi olmaması ve dolayısıyla kozmetik sorunların ortadan kalkması, küçük yara izi nedeniyle de postoperatif ağrının önlenmesi gibi avantajlara da sahiptir (1, 4, 9, 14, 15). Cerrahi sonrası yaşam kalitesinin daha iyi olması hastalar tarafından tercih edilir bir teknik olmasını sağlamışsa da (6, 15) robotik cerrahinin en önemli dezavantajı olan yüksek maliyet (tek kullanımlık robotik aletler ve sarf malzemeler nedeniyle) kullanımını sınırlar. Literatürde ameliyat süresinin ve hastanede yatış süresinin kısalması bu maliyeti bir ölçüde düşürebilir denilmektedir (14). Robotik cerrahinin diğer dezavantajları arasında, cerrahi girişimin teknik olarak zor olması, eğitim ve deneyim gerektirmesi, deneyim eksikliğine bağlı uzun operasyon süreleri, robotik hareketlerle doku ve kemik direnci hissedilmediği için cerrahin taktik uyarıdan çok görsel algıya dayanarak operasyonu yapması ve dolayısıyla çok dikkatli rezeksiyon gerektirmesidir. Aynı zamanda daha geniş operasyon odasına ihtiyaç vardır ve robot kurulduktan sonra hava yoluna acil müdahale zorlaşır (1, 14).

FDA tarafından “Da Vinci cerrahi sistemi” oral kavite, larinks ve farinksin seçilmiş küçük veya orta büyüklükteki bütün benign lezyonları ile tüm T1 ve T2 evre maligniteleri için onaylanmış olsa da diş prosedürleri ve mandibula lezyonları

hariç tutulmuştur (6,9). Ağız açıklığı kısıtlı olan vakalarda da transoral yaklaşım dolayısıyla TORC uygun değildir. Robotik tiroidektomi operasyonları için ise FDA 2011 yılında onayı iptal etmiştir (15). Bütün bu endikasyonlarının yanı sıra günümüzde ilerlemiş laringeal tümörler (T3 ve T4), rezidüel ve tekrarlayan orofaringeal kanserler için de TORC uygun bir seçenek haline gelmiştir (9, 12, 16).

TORC ile yapılan çalışmalarda üç yıllık sağ kalım oranının %92,5 üç yıllık rekürrens oranının ise %88,8 olduğu bildirilmektedir (17). Ancak diğer operasyonlardan sonra görülen postoperatif kanama riski, TORC için de geçerlidir ve yaşamı tehdit edecek şekilde ciddi olabilir (18).

Günümüzde uluslararası pazarda KBB cerrahisinde kullanılan iki robotik cerrahi sistem bulunmaktadır. Bunlar son on yıldır mevcut olan "Da Vinci robotu" ve 2014 de piyasaya sürülen daha yeni bir model olan ve ağız yoluyla kullanıma yönelik olarak tasarlanan "Flex sistemi"dir (9).

### **Kulak Burun Boğaz girişimlerinde Robotik Cerrahi için Operasyon Odasının Kurulumu**

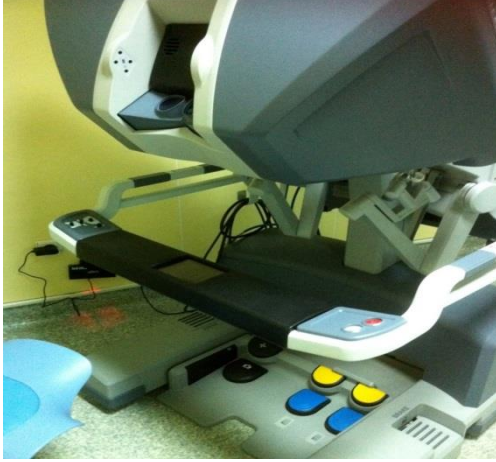
Da Vinci Robotik cerrahi sistem, cerrahın oturduğu bir konsol, kamera ve endoskopların yerleştirildiği robotik kolları içeren bir hasta ünitesi ve operasyonun diğer kişiler tarafından da izlenmesini sağlayan monitör sistemi ile donatılmış bir kuleden oluşur. Robotik hasta ünitesinde bulunan 3 robotik koldan, lateral olan 2 tanesi aletler, santral yerleşen 1 kol ise endoskopik kamera içindir (Şekil-1). Bütün bu robotik ekipmanlar ve bunların kurulumu göz önünde bulundurulduğunda, robotik cerrahi için yeterli alana dolayısıyla geniş bir operasyon odasına ihtiyaç vardır.



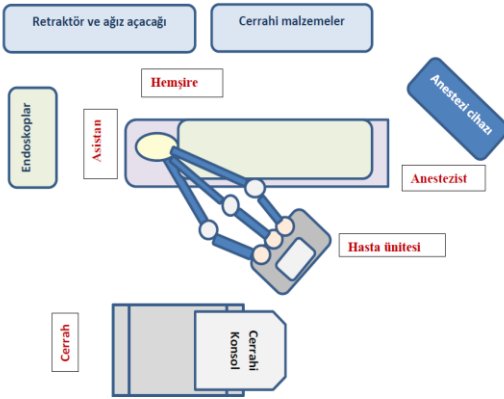
**Şekil-1.** Robotik kolları taşıyan Hasta ünitesi

Operasyonu yapan cerrah, hastanın yaklaşık 3-4 m uzağında yer alan cerrahi konsolda bulunur (Şekil-2). Konsol ekranı, üç boyutlu yüksek çözünürlükte anatomik yapıları 10 kat büyütme yeteneğiyle alanın görüntülemesini sağlar. Cerrahi konsol, aynı zamanda cerrahın operasyon sahasından hastayı kontrol edebilir bir pozisyonda çalışmasına izin verir. Cerraha yardım eden bir asistan, hastanın baş tarafındadır ve başlangıçta robotik kolların kurulumuna yardım ederken, operasyon sırasında sahanın aspirasyonunu, traksiyonunu ve gerektiğinde rezeksiyon numunesi alınmasını sağlar. Robotun lateral kollarına bağlı olan robotik cihazlar, laparoskopik aletlerden daha fazla hareket serbestliğine sahiptir. En önemli avantajları 360° dönebilmeleri, cerraha daha iyi hareket özgürlüğü ve daha hassas alet kontrolü sağlamalarıdır. El bileği hareketlerini taklit eden çoklu hareket kabiliyetine (fleksiyon, ekstansiyon, süpinasyon, pronasyon) sahiptirler ve cerrahın büyük hareketlerini küçük hareketlere dönüştürebilirler. Bu şekilde insan elinin titremesi önlenmiş ve her iki elin

kullanılabilmesine olanak sağlanmış olur. Anestezi uzmanı ve anestezi makinesi hastanın ayak kısmında, hemşire ve alet masası ise cerrah, asistan ve anestezi uzmanı arasındaki iletişimi en üst düzeyde tutmak amacıyla hastanın yanında yer alır (1,6,9). (Şekil-3).



Şekil-2. Cerrahi Konsol



Şekil-3. TORC' da operasyon odasının yerleşim planı

## **Preoperatif Dönem**

TORC için uygulanan preanestezik değerlendirme diğer cerrahi ve endoskopik operasyonlardan farklı değildir. Tüm hastalara tıbbi ve cerrahi öykünün, yandaş hastalıkların, kullanılan ilaçların, alkol, sigara gibi alışkanlıkların, önceki anestezi uygulamaları ve bununla ilişkili sorunların sorgulandığı, fizik muayene ve laboratuvar tetkiklerini içeren kapsamlı bir preoperatif değerlendirme yapılır. Operasyon öncesi var olan sorunlara yönelik gerekli konsültasyonlar tamamlanarak hastaların optimum şartlarda operasyona girmesi sağlanır. Özellikle oral kavite, farinks, larinks kanserleri için risk faktörleri arasında sigara, alkol kullanımı, kötü beslenme, ileri yaş, erkek cinsiyet, gastroözofageal reflü vb. sayılmaktadır. Bu nedenle kanser cerrahisi uygulanacak TORC hastalarının çoğunlukla yaşlı, uzun süre ağır tütün kullanan, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), koroner arter hastalığı, kronik alkolizm ve malnütrisyon gibi hastalıkların eşlik edebildiği kişiler olduğu göz önünde bulundurulmalı ve kapsamlı bir fizik muayene yapılmalıdır (1,6,19).

KBB cerrahisini diğer cerrahi girişimlerden ayıran en önemli fark, özellikle üst hava yolunu içeren baş-boyun cerrahisi uygulanacak hastalarda zor hava yolu insidansının çok daha yüksek olmasıdır. Arne ve ark (20), zor entübasyon riskinin genel popülasyonda %4,2, baş-boyun malignitelerinde ise %12,3 olduğunu göstermişlerdir. Obstrüktif uyku apne (OSA) cerrahisinin de günümüzde robotik cerrahiyle uygulanabildiği göz önünde bulundurulduğunda, özellikle zor maske ventilasyonu ve entübasyon için risklinin bu hastalarda sıklıkla karşımıza çıkabileceği de unutulmamalıdır. Ayrıca robotik cerrahi uygulanan hastaların büyük kısmı malignite hastaları olduğu için, operasyon öncesinde radyoterapi/kemoterapi tedavisi uygulanmış veya tanısal amaçlı o bölgeye yönelik bir operasyon geçirmiş olabilirler. Tümörün ağız içinde yerleşimi ve büyüklüğü de

hava yolu açıklığının sağlanmasında ve entübasyon girişimlerinde sorunlara yol açabilir. Hava yolunu tıkayan bir lezyon veya fibrozisle birlikte aynı zamanda boyunda hareket kısıtlılığına ya da anatomik yapıda bozulmaya yol açabilen radyasyon tedavisi alan hastalarda hava yolu daha da karmaşık hale gelebilir (21,22).

### **Anestezi Hazırlığı ve indüksiyon**

Anestezi yönetimi açısından TORC, konvansiyonel yöntemlerle uygulanan transoral girişimlere benzerlik gösterse de bazı noktalarda ayrılır. Öncelikle hasta, anestezi cihazından 180° uzaktadır ve oldukça büyük bir cihaz olan “hasta ünitesi” hasta başının çevresine yerleştirilmiştir. Dolayısıyla robotik sistem kurulduktan sonra anesteziistin hava yoluna erişimi imkânsız hale gelir. Bunun dışında cerrah, anestezi ekibinin görüş alanı dışında konsolda oturur ve operasyon sırasında ameliyathanedeki ışıklar kapalıdır. Bütün bu faktörler dikkat ve farkındalığı zorlaştırır.

İndüksiyon öncesi hastada zor hava yolu düşünülüyorsa buna yönelik bir plan yapılması, gerekli önlemlerin alınması, zor entübasyona yönelik araç-gereçlerin hazır bulundurulması (LMA, videolaringoskoplar, Aintree entübasyon kateteri, değişik boyda entübasyon tüpleri ve maskeler, stileler vb) gerekir. Gereğinde uyanık fiberoptik entübasyon veya operasyonun başında lokal anestezi ile trakeostominin planlanması çok önemlidir (6,21,22). Ventilasyonu zor olduğu hastalarda, iki elle maske ventilasyonunun faydalı bir teknik olduğu bildirilmiştir (23).

Bu hastalar için benzodiyazepinler, H2 reseptör blokerleri ve sekresyonları önlemek için glikopirolat ile premedikasyon uygundur. Özellikle TORC vakaları için kullanılan spesifik bir anestezi ekipmanı yoktur. Normal KBB cerrahisinde kullanılan bütün ekipmanlar robotik cerrahi için de geçerlidir. Bu operasyonlar için en önemli konu anestezi cihazının

hastanın ayak tarafında bulunmasıdır. Operasyonun başında, hasta süpin pozisyonundadır ve hava yolunu güvence altına almak için oral ya da nazal endotrakeal entübasyon uygulanır. Transoral robotik cerrahinin önemli dezavantajı ağız açıklığının endoskoplar ve robotik aletler için dar olmasıdır. Bu nedenle genel olarak nazal entübasyonu tercih eden klinikler olsa da şart değildir. Oral entübasyon uygulanacaksa entübasyon tüpünün sabitlenmesi, cilde veya dokuya dikilmesi gerekebilir (24-26). Oral ya da nazal yolla entübasyon uygulamalarından çok tüp tespitinin iyi yapılması buradaki en önemli konudur. Endotrakeal tüp seçimi, gerçekleştirilecek operasyona bağlıdır. Tümör rezeksiyonu larinks ya da priform sinüs üzerindeyse, lazer cerrahisi uygulanacak ya da operasyon sırasında lazer kullanılacaksa buna uygun tüp seçilmesi gerekir. Bunun dışında tel ile güçlendirilmiş spiralli kafalı endotrakeal tüpler (wire-reinforced) tercih edilir. Lazerin kullanılması söz konusu ise, baş ve boynun nemlendirilmiş havlu ile kapatılması, hastanın gözlerinin kapatılması, lazer endotrakeal tüp kullanımı, tüp kafının hava yerine salin ile şişirilmesi, intraoperatif dönemde FiO<sub>2</sub>'nin %30 düzeyine indirilmesi, ameliyathane personeli için göz koruması vb. gibi standart güvenlik önlemleri mutlaka uygulanmalıdır. Ancak özel lazer cerrahisi için geliştirilmiş tüpler kullanılsa da hiçbir tüpün tam koruma sağlayamadığı da unutulmamalıdır. Bazı hastalara uygulanacak cerrahi girişime göre operasyon başında trakeostomi açılabilir (1,2,6,9).

Standart anestezi induksiyonu sonrası entübasyon, hastanın anestezi uzmanından 180° uzaklaşmasının öncesinde ya da sonrasında gerçekleştirilebilir. Anestezi cihazı hastanın ayak tarafına getirildikten sonra induksiyonu gerçekleştirmek, yardım ve planlama gerektirse de hastanın yanına yerleştirilmesi gereken robotik hasta ünitesinin induksiyon öncesi kurulabilmesini sağlar ve dolayısıyla hazırlık süresini

önemli ölçüde azaltabilir. Hasta entübasyon sonrası transoral cerrahi için standart pozisyona getirilir ve örtülür. Genellikle süpin pozisyonda, kollar kapalı, operasyon başında açılan intravenöz damar yollarına uzatma takılmış ve boyun altına konulan bir yastıkla baş hafif ekstansiyona getirilmiş şekilde bir pozisyon verilir. Tüm TORC vakalarında hastanın gözleri mutlaka koruyucu gözlük, kompres ya da tamponlarla kapatılmalıdır. Dişler için de kalıp şeklinde silikonlu bir diş koruyucu kullanılabilir (1,2,6,9).

İndüksiyon öncesi robotik kolları içeren hasta ünitesi kurulmadıysa, indüksiyonu takiben operasyon masası yanına 30°lik açıyla yerleştirilir. Bu şekildeki bir konfigürasyon, 3 robotik kolun ağız yoluyla hastanın üst hava yoluna yerleştirilebilmesini sağlar. Daha sonra hastanın ağzına sıklıkla FK (Feyh-Kastenbauer) retraktörü yerleştirilir ve bunun yerleştirilebilmesi için hastanın kas gevşemesinin çok iyi sağlanması gerekir. Transoral cerrahi de kullanılan diğer retraktörler arasında Davis-Crowe ve Dingman da sayılabilir (1,6). En son operasyon odasında bulunan cerrah, anestezi uzmanı, asistan, hemşire ve aletlerin yerleşimi Şekil-1'de gösterildiği gibi bir konumdadır.

Da Vinci® robotik sistem, robot yerleştirildikten sonra hasta pozisyonunda değişikliklere izin vermediği için operasyon için en uygun pozisyon hastaya verildikten sonra robot yerleştirilmelidir. Robot yerleştirildikten sonra robotun büyüklüğü, hacmi ve dolayısıyla hasta üzerinde kapladığı alan nedeniyle hastanın hava yoluna erişim neredeyse imkânsız olduğu için anestezi uzmanı robotun yerleştirilmesinden önce hasta pozisyonunu son kez mutlaka kontrol etmelidir. Robot yardımcı ameliyatlarda, bu alanda yeterli deneyimi olmayan bir ekip tarafından yapıldığında bazen çok uzun sürebilir. Bu nedenle robot yerleştirilmeden önce, doku ve sinir hasarını önlemek amacıyla hastanın basıya maruz kalacak noktalarının yeteri kadar desteklenmesi ve doğru şekilde pozisyon verilmesi



zorunludur. Hastayla temas etmesini önlemek için robotik kollara, kameralar ve ışık kaynaklarına dikkat edilmeli, hastaya termal hasar vermekten kaçınılmalıdır (2).

### **İntraoperatif Dönem**

İndüksiyon sonrası, anestezi cihazı hastanın ayak tarafına getirilmediyse bunun sağlanması gerekir. Bu arada monitör kablolarının, intravenöz (IV) hatların ve anestezi devresinin bağlantılarına çok dikkat edilmeli, bunların robotik sistemdeki kablo ve bağlantılarla karışmaması sağlanmalıdır. İndüksiyon sonrası gerekliyse geniş ikinci bir intravenöz damar yolu daha açılmalı, invaziv arter monitörizasyonu, idrar sondası ve ısı probu takılmalıdır. Bazı vaka sunumlarında uzun vakalarda idrar sondası ve invaziv arter monitörizasyonu önerilse de (24), kliniğimizde bu tip hastalarda kardiyak açıdan sorunlar olabileceği gözönünde bulundurularak rutin invaziv monitörizasyon uygulanmaktadır. Yine kardiyak açıdan riskli hastalarda, santral venöz kateter takılması hem intraoperatif sıvı yönetimine yardımcı olur hem de postoperatif dönemde nazogastrik takılamayan ya da PEG'i olmayan hastalarda parenteral nütrisyon uygulanmasını sağlar. Transoral yaklaşımlarda entübasyon sonrası retraktörlerin takılma aşamasında ve intraoperatif dönemde tam kas gevşemesinin sağlanması çok önemlidir. Gerekirse orta etkili kas gevşeticiler (rokuronyum, sisatrakuryum gibi) infüzyon yoluyla tüm operasyon boyunca uygulanabilir. Ancak infüzyonla uygulanan kas gevşetici ilaçların, operasyon sonrası hastanın derlenmesini ve ekstübasyonu geciktirebileceği unutulmamalıdır. Kas gevşemesinin takibinde TOF monitörizasyonunun kullanımı yararlı olabilir. Operasyon süresince kanama kontrolü açısından ılımlı hipotansif anestezi gerekebilir. Ancak bu hastaların çoğunun ileri yaşta hastalar oldukları dikkate alınırsa derin hipotansiyondan kaçınılması önemlidir. Bu tür cerrahilerde

propofol ve remifentanil infüzyonları ile total intravenöz anestezi (TİVA) oldukça yararlıdır. İnfüzyon pompalarının, anestezi uzmanının indüksiyon sırasında ve sonrasında kolayca erişebileceği şekilde konumlandırılmış olması gerekir. Anestezi idamesinde inhalasyon anestezikleri de kullanılabilir. Desfluran hızlı derlenme ve anestezi derinliğinin kolayca kontrol edilebilmesi gibi avantajlara sahipken sevofluran bronkodilatatör özelliği ile tercih edilebilir. Hava yolunda oluşabilecek ödemi önlemek amacıyla IV deksametazon, postoperatif bulantı-kusma için de ondansetron uygulanır (2,6,24,27).

İntraoperatif dönemde TORC vakalarında komplikasyon oranının %6,7 olduğu ve bunların yaklaşık yarısından kanamanın sorumlu olduğu bildirilmiştir. Kanama riski antikoagülan/antitrombosit tedavi alanlarda çok daha yüksektir. Kanamanın yanı sıra faringeal fistül oluşumu da önemlidir ve boyun diseksiyonu uygulananlarda görülür. Çoğu cerrah gerekliyse endoskopik tümör rezeksiyonu ve boyun diseksiyonunun aynı operasyonda yapılmasını önerir. Ancak aynı seansda uygulandığında servikal fistül riski gelişme riski yüksektir ve büyük tümörleri olan kişilerde boyun diseksiyonu 2 hafta ertelenebilir (9). İntraoperatif dönemde ayrıca robotik kollara bağlı bazı hasarlar oluşabilir. Bu potansiyel yaralanmalar arasında, dudak ve diş yaralanması, mukozal yaralanma, yüz laserasyonları, robotik aletlerin rotasyonundan kaynaklanan mandibula kırığı, robotik alet torkunun neden olduğu servikal omurga yaralanması ve göz yaralanmaları sayılabilir (1). Mercante ve ark (28) ise yaptıkları bir çalışmada intraoperatif komplikasyonların daha çok anestezi ile ilişkili komplikasyonlar ve anafilaksi gibi TORC'a spesifik olmayan komplikasyonlar olduğunu saptamışlardır. İntraoperatif dönemde yaralanmaları önlemek için, cerrahi ekip hastanın risklerinden haberdar olmalıdır. Aslında abdominal robotik cerrahi de olduğu gibi, baş ve boyunun robotik cerrahisi için

de robot ile senkronize olacak bir operasyon masasının geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu masa robotun tabanını ve kollarını hastanın morfolojisine göre konumlandırabilmek için güvenli rotasyona izin vermelidir (2).

Operasyon sonunda valsalva manevrası ile cerrahi sahada hemostazın sağlandığından emin olunduktan sonra bölge kapatılarak cerrahi sonlandırılır. Ardından ekstübasyon öncesi hava yolu değerlendirilir. Önemli bir laringofaringeal ödem durumu veya havayolunun risk altında olduğu endişesi varsa ve spiralli tüp ya da lazer-flex bir tüp kullanılmışsa polivinil klorür (PVC) tüpü ile değiştirilir ve ödemin çözülmesine kadar ekstübasyon ertelenir. Postoperatif analjezide parasetamol, nonsteroidler ve uygun hastalarda opioidler önerilir (6,24).

### **Postoperatif Dönem**

Postoperatif dönemde TORC konusunda deneyimli, bu hastaları değerlendiren ve yönetebilen KBB ve anestezi uzmanları ile hemşirelerin bulunması, postoperatif havayolu yönetimini önemli ölçüde etkiler. Bu dönemde hastaların yeniden entübasyonunun önlenmesi ya da entübe çıkan hastaların ekstübasyonu için postoperatif 24-36 saat boyunca hastaların hava yolunun izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekir. Yapılan bir çalışmada TORC uygulanan hastaların çoğunun postoperatif 24-72 saat arasında yeniden entübe edildiği belirtilmektedir (29). Bir başka çalışmada TORC uygulanan 45 hastanın 14'üne postoperatif dönemde trakeostomi gerektiği bildirilmiştir (30). Uzamış entübasyonun morbiditesi göz önünde bulundurulduğunda, hastaların operasyon sonunda ekstübe edilmesi yararlı olsa da hava yolu güvenliğinin sağlanması da önemlidir ve ekstübasyon iyi planlanmalıdır. Chi ve ark (6), diseksiyonun vallekulaya veya epiglota yakın olduğu durumlarda oluşacak ödem nedeniyle, dilin şişmesinin beklendiği uzun vakalarda ve supraglottik parsiyel

larinjektomilerin çoğunda hastaları ekstübe etmediklerini belirtmektedirler. Dil tabanı ve epiglotisin bir kısmını içeren rezeksiyonlarda, postoperatif acil entübasyonun zor olabileceği düşünülen hastalarda (operasyon öncesi radyoterapi uygulanan hastalar gibi) ve tıbbi endikasyonu olan hastalarda (morbid obezite gibi) ise trakeostomi uyguladıklarını bildirmişlerdir. Trakeostomi kanama ve ağır ödem riskini bağlı gelişen asfiksi riskini önlemek amacıyla düşünülmeli ve operasyon öncesi hasta değerlendirilirken, önceden var olan ödem, kanama riski, tümörün yeri vb. gibi faktörler dikkate alınmalıdır. Bazı TORC vakalarında intraoperatif dönemde uygulanan kortikosteroid tedaviye postoperatif dönemde devam edilebilir. Yapılan bir çalışmada (31), postoperatif deksametazon kullanımınının, VAS (Visual analog skala) skorlarını sadece postoperatif 3.günde azalttığı gösterilmiş ve TORC sonrası uzun süreli perioperatif kortikosteroidlerin, ağrı skorlarına minimal etkisi olsa da güvenli olduğu ve hastanede kalış süresi üzerine olumlu etkileri bulunduğu bildirilmiştir. Kesin olmamakla birlikte bazı yayınlarda postoperatif yüksek doz kortikosteroidlerin bazen trakeostomi riskini azalmak amacıyla kullanıldığı da belirtilmektedir (9).

TORC için erken postoperatif komplikasyon oranları, nonrobotik transoral cerrahi, açık cerrahi ve radyoterapi ile eş zamanlı uygulanan kemoterapinin komplikasyon oranları ile benzer görünmektedir (32,33). TORC hastalarında cerrahi ilişkili komplikasyonlar arasında en önemlisi ciddi kanama ve hava yolu obstrüksiyonu sayılmaktadır (34). Postoperatif komplikasyon oranı %5-10 arasında değişmektedir. Kanama bu komplikasyonların en sık görülenidir ve %7-8'ini oluşturur (9). Ancak bazı çalışmalarda (13) bu oranın %18 gibi çok daha yüksek olduğu bildirmiştir. Bu hastaların çoğu orofaringeal lokasyonlu tümörler ve antikoagulan/antitrombositler tedavi alanlardı. Dil kökü cerrahisi sonrası postoperatif dönemde

sıklıkla hava yolunda ödem, kanama, fistül oluşumu, velofaringeal yetersizlik gibi sorunlarla karşılaşılırken, posterior faringeal duvar skuamöz hücreli karsinomda servikal fistül, kanama, pnömoni, spondilodiskit ve buna bağlı boyun ağrısı, disfaji ve beslenme yetersizlikleri görülebilir. Servikal spondilit nadir görülen bir komplikasyondur. Radyoterapiye bağlı görülebilir ya da hipoglossal ve lingual sinir hasarı ise operasyon boyunca kullanılan retraktörlere bağlı sinir basısı ile direkt ilişkili bulunmuştur. Genellikle geçicidir ve zamanla geriler (9). Yine yapılan bir başka çalışmada (12), TORC sonrası komplikasyon oranı %10,1, ölüm oranı ise %0,3 olarak bildirilmiştir. Postoperatif kanama hem en sık görülen komplikasyon hem de en sık ölüm nedenidir. Postoperatif kanamanın (%3,1) yanı sıra, diş yaralanması (%1,4), dehidratasyon (%1,3), aspirasyon pnömonisi (%1,1), 6 aydan uzun süren PEG (perkutanöz endoskopik gastrotomi) gereksinimi (%1), geçici hipoglossal (%0,9) ve lingual sinir hasarı da komplikasyonlar arasında sayılmıştır. Hastaların %6'sından daha azı trakeostomi veya rekonstrüksiyon gerektirmiştir. Hay ve ark (13), TORC da kanama insidansının %16 olduğunu ve %6'sının da kanama nedeniyle tekrar operasyona alındığını bildirmişlerdir. Yayınlanan büyük retrospektif çalışmalarda ise TORC sonrası postoperatif kanama oranlarının %3,1'den %13,2'ye kadar değiştiği belirtilmektedir (35). Transfüzyon gerektirecek ölçüde kanama oranları %1,6 olarak bildirmişler ve bu dil kökü operasyonlarında daha yüksek bulunmuştur (9). Hay ve ark yaptıkları bir başka çalışmada ise (5), TORC ilişkili komplikasyonlar arasında kanama, disfaji, orofaringeal bölgede lokal enfeksiyon ya da aspirasyona bağlı enfeksiyon ve ağrı olduğunu bildirmişlerdir. Aynı çalışmada TORC ilişkili olmayan komplikasyonlar arasında ise orofarinks dışında enfeksiyon, tüpe bağlı komplikasyonlar, kardiyak, solunumsal, hematolojik vb sorunlar olarak belirlenmiştir. Akciğer ile ilgili sorunların sık görülen diğer bir

komplifikasyon olduğu ve %3 oranında görüldüğü belirtilmektedir. Bu hastaların yaklaşık %30'u entübasyon gerektirecek kadar ciddi olabilir ve solunum desteğine ihtiyaç duyabilir (9). O'Malley ve Weinstein (29) ise TORC ile radikal tonsillektomi sonrası 2 hastada ılımlı bir trismus, 1 hastada obstrüktif uyku apnesinin şiddetlenmesi sonucu trakeostomi gereksinimi ve 1 hastada belirgin kanama saptamışlardır. Topf ve ark (10)'nın taburculuk sonrası hastaneye yeniden başvurma oranlarını inceledikleri çalışmalarında TORC uygulanan hastalarda en sık nedenin orofaringeal kanama ve ağrı/dehidratasyon olduğunu saptamışlardır. Yine TORC operasyonu postoperatif ağrı ve disfajiye neden olur. Ağrı ve disfajisi olan hastalarda sekresyon, oral alımda yetersizlik, dehidratasyon, malnütrisyon, aspirasyon ve pnömoni gelişebilir, sonuçta hastanede yatış süresi uzayabilir. Bu nedenle özellikle TORC sonrası ağrı kontrolü, komplifikasyonları önleme ve taburculuğu hızlandırmak açısından hayati öneme sahiptir (31).

TORC vakalarında postoperatif komplifikasyon oranları diğer cerrahi tekniklere benzer olsa da risk faktörlerinin (tümör büyüklüğü ve yeri, antikoagülan tedavi, tedavi öncesi beslenme türü vb.) farkında olunması, geçici trakeostomi ve/veya enteral tüp ile beslenme için olası endikasyonları yönlendirir. Hastaların çoğunda postoperatif dönemde enteral beslenme gerekebilir (NG ya da kalıcı gastrostomi açılabilir) veya önceki cerrahi/radyoterapi uygulamalarına bağlı gelişen faringeal stenoz nedeniyle TORC uygulanmaları öncesi gastrostomiyle besleniyor olabilir (özellikle vallekular karsinomada). TORC operasyonları sonrası 30 günlük postoperatif mortalite oranlarının %0,7-3 arasında olduğu bildirilmektedir. En önemli mortalite ve morbiditeye yol açan risk faktörleri arasında ise yaş, ASA III-IV hastalar, yüksek kan basıncı, dispne, antikoagulan ve/veya antitrombositler tedavi, radyoterapi öyküsü, tümör

evresi ve lokalizasyonu ile dil köküne lokalize lezyonlar sayılmaktadır (9).

Sonuç olarak, farklı cerrahi tekniklerin gelişmesiyle birlikte bu tip operasyonlarda görülebilecek komplikasyonlara yönelik alınacak önlemlerde ve anestezi uygulamalarında farklılıklar görülebilir. Günümüzde pek çok cerrahi girişimde kullanılmaya başlanan robotik sistemler, anestezi uzmanlarına bu alanda bilgi ve deneyimlerini artırma sorumluluğunu getirmiştir. Bu konuda hazırlanacak kılavuzlar, anestezi uzmanlarının eğitime veya yeni anestezi yöntemlerine ışık tutabilir.

#### **KAYNAKLAR**

1. Yee S. Transoral Robotic Surgery. *AORN J* 2017; 105: 73-84.
2. Sullivan MJ, Frost EA, Lew MW. Anesthetic care of the patient for robotic surgery. *Middle East J Anaesthesiol* 2008; 19: 967-82.
3. Parr KG, Talamini MA. Anesthetic implications of the addition of an operative robot for endoscopic surgery: a case report. *J Clin Anesth* 2002; 14: 228-33.
4. Kayhan FT, Kaya KH, Yilmazbayhan ED. Transoral robotic approach for schwannoma of the larynx. *J Craniofac Surg* 2011; 22: 1000-2.
5. Hay A, Migliacci J, Karassawa Z, Zononi D, et al. Complications following transoral robotic surgery (TORS): A detailed institutional review of complications. *Oral Oncol.* 2017; 67: 160-6.
6. Chi JJ, Mandel JE, Weinstein GS, O'Malley BW Jr. Anesthetic considerations for transoral robotic surgery. *Anesthesiol Clin.* 2010; 28: 411-22.
7. McLeod IK, Melder PC. Da Vinci robot-assisted excision of a vallecular cyst: a case report. *Ear Nose Throat J* 2005; 84: 170-2.

8. Weinstein GS, O'Malley Jr BW, Snyder W, Sherman E, Quon H. Transoral robotic surgery: radical tonsillectomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 133: 1220-6.
9. Aubry GDK, Céruse P, Codet M, et al. In: Lombard B, Céruse P, ed. *Robotics and Digital Guidance in ENT-H&N Surgery*. Paris; Elsevier Masson SAS, 2017; pp 80-115.
10. Topf MC, Vo A, Tassone P, et al. Unplanned readmission following transoral robotic surgery. *Oral Oncology*. 2017; 75: 127-32.
11. Folk D, D'Agostino M. Transoral robotic surgery vs. endoscopic partial midline glossectomy for obstructive sleep apnea. *World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 2017; 3: 101-5.
12. Chia SH, Gross ND, Richmon JD. Surgeon experience and complications with Transoral Robotic Surgery (TORS). *Otolaryngol Head Neck Surg* 2013; 149:885-92.
13. Hay A, Migliacci J, Karassawa Zanoni D, et al. Hemorrhage following transoral robotic surgery (TORS). *Clin Otolaryngol Clin Otolaryngol* 2018; 43: 638-44.
14. Weinstein GS, O'Malley BW Jr, Desai SC, Quon H. Transoral robotic surgery: does the ends justify the means? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2009; 17: 126-31.
15. Hurtuk AM, Marcinow A, Agrawal A, et al. Quality-of-life outcomes in transoral robotic surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2012; 146: 68-73.
16. Paleri V, Fox H, Coward S, et al. Transoral robotic surgery for residual and recurrent oropharyngeal cancers: Exploratory study of surgical innovation using the IDEAL framework for early-phase surgical studies. *Head Neck* 2018; 40: 512-25.
17. de Almeida JR, Li R, Magnuson JS, et al. Oncologic outcomes after transoral robotic surgery: a multi-institutional study. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015; 141: 1043-51.
18. Mandal R, Duvvuri U, Ferris RL, et al. Analysis of post-transoral robotic-assisted surgery hemorrhage: frequency, outcomes, and prevention. *Head Neck* 2016;38 (suppl 1): E776-E782
19. Dobson G, Chong M, Chow L, et al. *Guidelines to the Practice of Anesthesia- Revised Edition 2017*. *Can J Anaesth* 2017; 64: 65-91.
20. Arné J, Descoins P, Fusciardi J, et al. Preoperative assessment for difficult intubation in general and ENT surgery: predictive



- value of a clinical multivariate risk index. *Br J Anaesth* 1998; 80: 140-6.
21. Kheterpal S, Martin L, Shanks AM, Tremper KK. Prediction and outcomes of impossible mask ventilation: a review of 50,000 anesthetics. *Anesthesiology* 2009; 110: 891-97.
  22. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Caplan RA, et al. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2013; 118: 251-70.
  23. Racine SX, Solis A, Hamou NA, et al. Face mask ventilation in edentulous patients: a comparison of mandibular groove and lower lip placement. *Anesthesiology* 2010; 112: 1190-3.
  24. Narayanasamy S, Khanna P, Bhalla A, Singh AK. Perioperative concerns in transoral robotic surgery: Initial experience of four cases. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol* 2012; 28: 226-9.
  25. Miller MC. Tongue base exposure during TORS without the use of a mouth prop. *J Robot Surg* 2016; 10: 347-52.
  26. Weinstein GS, O'Malley BW Jr, Snyder W, Hockstein NG. Transoral robotic surgery: supraglottic partial laryngectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2007; 116: 19-23.
  27. De Cooman S, Lecain A, Sosnowski M, De Wolf AM, Hendrickx JF. Desflurane consumption with the Zeus during automated closed circuit versus low flow anesthesia. *Acta Anaesthesiol Belg* 2009; 60: 35-7.
  28. Mercante G, Ruscito P, Peline R, Cristalli G, Spriano G. Transoral robotic surgery (TORS) for tongue base tumours. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2013; 33: 230-5.
  29. Weinstein GS, O'Malley BW Jr, Snyder W, Sherman E, Quon H. Transoral robotic surgery: radical tonsillectomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 133: 1220-6.
  30. Moore EJ, Olsen KD, Kasperbauer JL. Transoral robotic surgery for oropharyngeal squamous cell carcinoma: a prospective study of feasibility and functional outcomes. *Laryngoscope* 2009; 119: 2156-64.
  31. Clayburgh D, Stott W, Bolognone R, et al. A randomized controlled trial of corticosteroids for pain after transoral robotic surgery. *Laryngoscope*. 2017; 127: 2558-64.

32. Holsinger FC, McWhorter AJ, Ménard M, Garcia D, Laccourreye O. Transoral lateral oropharyngectomy for squamous cell carcinoma of the tonsillar region: I. Technique, complications, and functional results. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 131: 583-91.
33. Machtay M, Rosenthal DI, Hershock D, et al. Organ preservation therapy using induction plus concurrent chemoradiation for advanced resectable oropharyngeal carcinoma: a University of Pennsylvania Phase II Trial. *J Clin Oncol* 2002; 20: 3964-71.
34. Park YM, Kim HR, Cho BC, et al. Transoral robotic surgery-based therapy in patients with stage III-IV oropharyngeal squamous cell carcinoma. *Oral Oncology* 2017; 75: 16-21.
35. Topf MC, Moritz E, Gleysteen J, et al. First bite syndrome following transcervical arterial ligation after transoral robotic surgery. *Laryngoscope* 2018;128:1589-93.

## 5. BÖLÜM

### ROBOT YARDIMLI ÜROLOJİK CERRAHİDE ANESTEZİ

**Prof. Dr. Işık Alper**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Geleneksel açık cerrahi yaklaşımlar yerini günümüzde minimal invaziv cerrahiye bırakmaktadır. “Minimal invaziv cerrahi” terimi ilk olarak 1987 yılında Wickham tarafından tanımlanmıştır (1). Ürolojik cerrahide robotun ilk bildirilen kullanımı, 1989 yılında PROBOT ile gerçekleştirilen prostatın robot yardımcı transüretal rezeksiyonudur (2,3). Minimal invaziv prostatektomilerde Amerikan Gıda ve İlaç Kuruluşu tarafından onay alan ilk cerrah odaklı cihaz olan AESOP (Automated Endoscopic System for Optimal Positioning) kullanılmıştır (4). Günümüzde en yaygın kullanılan sistem olan da Vinci cerrahi sistemi (Intuitive Surgical, Sunnyvale, CA, USA), ilk başlarda kardiyovasküler cerrahide kullanılsa da kısa sürede ürolojik cerrahide de kullanılmaya başlanmıştır. Ürolojide prostat kanserinin cerrahi tedavisinde başlayan kullanımı, günümüzde neredeyse tüm ürolojik cerrahi prosedürleri içerecek şekilde genişlemiştir. Robotik cerrahiyle yapılan başlıca ürolojik girişimler radikal prostatektomi, radikal sistektomi, basit ve radikal nefrektomi, donör nefrektomi, parsiyel nefrektomi, pyeloplasti ve adrenelektomidir (5).

Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomi (RYLRP) günümüzde en sık da Vinci sistemi kullanılarak uygulanan cerrahi girişimdir. Açık prostatektomiye göre birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar; intraoperatif kan kaybının ve analjezik gereksiniminin daha az olması, hastanede kalış

süresinin daha kısa olması ve postoperatif dönemde erektil fonksiyon ve üriner kontinansın daha erken kazanılmasıdır (6). Robot yardımlı laparoskopik radikal prostatektomi olan hastalarda açık cerrahiye göre, anestezi sonrası bakım ünitesinde kalış süresi ve hastanede kalış süresinin sırasıyla %30 ve %65 oranında daha kısa olduğu bildirilmiştir (7).

Robotik cerrahinin tüm bu avantajlarının yanında bazı zorlukları da bulunmaktadır. Bu zorluklar; pnömoperitonyumun ve hasta pozisyonunun fizyolojik etkileri ve bu etkilerin hastada yaratabileceği sorunlar, robotik işlem sırasında hastanın tam hareketsizliğinin sağlanmasının gerekliliği, intraoperatif fark edilmeyen organ ve damar yaralanmalarına bağlı gizli kan kaybı, hipotermi gelişme riski ve mekansal kısıtlamaya bağlı olarak hastaya erişimin zor olabilmesidir. Başarılı bir cerrahi ve hasta güvenliği açısından anestezi yönetimi preoperatif değerlendirme, intraoperatif yönetim ve postoperatif dönemde sistematik bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

### **Preoperatif Değerlendirme**

Hastanın öyküsünün alınması, fizik muayenesi, tıbbi kayıtlarının gözden geçirilmesi, laboratuvar testleri ve hastanın özelliğine bağlı diğer testlerin incelenmesi standart preoperatif değerlendirmede yer alır.

Anestezi planı sadece preoperatif değerlendirme ile belirlenen hastanın fiziksel durumuna göre yapılmamalı, aynı zamanda hastanın ameliyat sırasında pnömoperitonyumu ve hasta pozisyonunu nasıl tolere edeceğine göre geliştirilmelidir. Pnömoperitonyuma ve hasta pozisyonuna bağlı olarak intraabdominal basıncın (İAB) yükselmesi, intraoperatif olası kardiyopulmoner bozukluklar için önemli bir faktördür. Bu nedenle hastalar preoperatif dönemde özellikle kardiyovasküler ve solunumsal yandaş hastalıklar yönünden dikkatlice değerlendirilmelidir. Hasta pozisyonu intraoküler basınç ve serebral kan akımında

artmaya neden olabileceğinden, hastalarda glokom öyküsü ve santral sinir sistemi patolojisi olup olmadığı sorgulanmalı ve gerekli durumlarda ilgili branşlardan konsültasyon istenmelidir.

Bazı durumlarda robotik ürolojik cerrahi yapılması önerilmemektedir. Ciddi glokomda, kafa içi basıncı yüksekliği, serebral anevrizma, ciddi kardiyak (sınıf III-IV anjina, konjestif kalp yetmezliği, EF %40 altı, ciddi kalp kapak problemi) ve solunumsal (ciddi KOAH, ciddi astım, büllöz akciğer hastalığı) problemleri olan hastalarda, litotomi pozisyonunu uzun süre tolere edemeyecek kalça eklemi problemi olan hastalarda ve vücut kitle indeksi  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> olan hastalarda robotik cerrahi yapılmaması, standart açık cerrahi veya cerrahi dışı alternatif tedavi yöntemlerinin düşünülmesi gerektiği bildirilmiştir (6).

Preoperatif dönemde hastalara antibiyotik profilaksisi yapılmalı ve kompresyon çorapları giydirilmelidir. Operasyondan bir gün önce düşük molekül ağırlıklı heparin, oral ranitidin verilmesi ve laksatif uygulanması önerilmektedir (6).

Preoperatif belirlenen hasta faktörlerine, ameliyat faktörlerine ve hasta pozisyonuna dayalı iyi düşünülmüş bir plan ile hastanın robot yardımcı cerrahiye uygun olup olmadığının belirlenmesi komplikasyonları önlemede oldukça önemlidir.

### **İntraoperatif Yönetim**

Robot yardımcı laparoskopik radikal prostatektomide steril olan cerrah portları ve robot kollarını yerleştirir. Robot kollarından birinde kamera, diğer kollarda ise endoskopik aletler yer alır. Robot kolları konsoldaki cerrah, portlar da steril cerrah tarafından konsoldaki cerrahi asiste etmek için kullanılır. Cerrah konsoldan robot yardımı ile prostatı diseke eder ve vezikütretral anastomozu gerçekleştirir.

Robot yardımcı ürolojik cerrahilerde en yaygın uygulanan anestezi planı genel anestezi dir. Genel anestezi ve endotrakeal entübasyon pnömoperitonyum, hasta pozisyonu

ve ameliyat süresinin yarattığı olumsuz koşullara karşı en uygun yöntemdir. Amerikan Anesteziyoloji Derneği'nin belirlediği standart monitörizasyonun (elektrokardiyografi, puls oksimetre, noninvaziv kan basıncı, kapnografi, ısı) yanında diğer ileri monitörizasyon yöntemlerine, geçirilecek cerrahiye, hastanın komorbiditelerine ve cerrahi ekibin deneyimine göre karar verilmelidir. Kan basıncı monitörizasyonu için bazı merkezlerde invaziv arteriyel monitörizasyon önerilmektedir (5). Merkezimizde de invaziv arteriyel monitörizasyon rutin olarak uygulanmaktadır. Sıklıkla birden fazla ve iki taraflı damar yolu önerilir. Anestezi indüksiyonunda hastanın komorbiditeleri dikkate alınarak herhangi bir anestezi ajan kullanılabilir. Anestezi idamesinde sıklıkla inhalasyon anestezikleri ve remifentanil infüzyonu uygulanmaktadır. Robot kollarının hasta ile bağlantısı sağlandıktan sonra, organ ya da damar yaralanmalarına neden olmamak için masa ve hasta kesinlikle hareket ettirilmemeli ve yeterli nöromüsküler blokaj sağlanmalıdır. Merkezimizde anestezi idamesi sıklıkla inhalasyon anestezikleri, remifentanil infüzyonu ve aralıklı bolus nöromüsküler bloker ajan ile sağlanmaktadır. Pozisyon verilip robot kolları yerleştirildikten sonra, damar yollarına ulaşım zor olacağından uzatma hattı ile ulaşılabilirlik sağlanmalı ve tespiti iyi yapılmalıdır.

Pnömooperitonyumla ve baş aşağı hasta pozisyonu diyafragma ve barsakların yukarıya doğru hareketine neden olur. Endobronşial entübasyonun önlenmesi açısından entübasyon tüpünün pozisyonu, hastaya pozisyon verildikten sonra ve pnömooperitonyum sonrasında da kontrol edilmelidir. Cerrahi sırasında mide asidinin yüze doğru refluxu sonucu ciddi oral ülserasyonlar ve konjonktivada yanıklar bildirilmiştir (6). Bu nedenle regürjitasyonu azaltmak için oro/nazogastrik sonda takılmalı, cerrahi süresince hastanın yüzünün görünür olmasına dikkat edilmeli ve gözler transparan bantlarla kapatılmalıdır.

Premedikasyonda oral ranitidin verilmesi ile gastrik reflü azaltılır ve tüm hastalara uygulanması düşünülmelidir.

Robot kollarının büyüklüğü ve yer kaplaması yanında operasyon sırasında geniş hareketlerde bulunması ve uzun çalışma süresi hastada havayoluna ve sıvı hatlarına erişimi zorlaştırabilmektedir. Bu nedenle pozisyon verilmeden önce hastanın havayolunun ve tüm damar yollarının güvence altına alınması ve pozisyon verildikten sonra tekrar kontrol edilmesi önemlidir. Acil durum geliştiğinde ekip, hastayı hızlıca robottan ayırmak için eğitilmiş ve hazırlıklı olmalıdır.

İntraoperatif dönemde hasta pozisyonu ve pnömoperitonyumun, kardiyovasküler ve solunum sistemi başta olmak üzere sistemler üzerine fizyolojik etkileri ve bu etkilerin hastada yaratabileceği komplikasyonlar anestezi yönetimi açısından önemlidir.

### **Hasta pozisyonu**

Hastaya pozisyon verilmesi robotik ürolojik cerrahide kritik öneme sahiptir. Cerrahi tipine bağlı olarak robotik cerrahide laparoskopik veya konvansiyonel cerrahide uygulanandan daha ekstrem hasta pozisyonu verilmesi gerekmektedir (Resim-1). Robotik ürolojik cerrahiler için en yaygın hasta pozisyonu dik Trendelenburg (30-45°baş aşağı) pozisyonu ile modifiye litotomidir. Bu pozisyon robotik prostatektomi, sistektomi, retroperitoneal lenf nodu diseksiyonu ve üreteral prosedürler için kullanılır. İkinci en yaygın pozisyon böbrek ve adrenal bezi içeren prosedürler için lateral dekübit pozisyonudur. Bu pozisyonlar hastanın operasyon masasından kaymasına ve önemli bazı fizyolojik değişikliklere neden olabilir. Robot yardımlı ürolojik prosedürlerde %6,6 oranında pozisyon yaralanmaları bildirilmiştir (8). Pozisyon verilirken baskı yerlerinin korunmasına ve hasta pozisyonunun stabilizasyonuna dikkat edilmelidir.



**Resim-1.** RYLRP'de step trendelenburg pozisyonu

Brakial basıyı önlemek için kollar ve bacaklar uygun şekilde desteklenmeli ve hastanın kaymasını önlemek için özellikle yumuşak omuz destekleri kullanılmalıdır. Omuz desteğinin hatalı yerleştirilmesine bağlı üst ekstremitede periferik sinir hasarı gelişebileceği bildirilmiştir (9). Hastaların dirsek, aksilla, omuz ve sırt gibi bası görebilecek yerlerinin silikon jel pedlerle desteklenmesine dikkat edilmeli ve hastanın kolları gövdesine paralel operasyon masasına tespit edilmelidir.

Dik Trendelenburg ile modifiye litotomi pozisyonu kardiyovasküler ve solunum sistemlerinde fizyolojik değişikliklere neden olur. Trendelenburg pozisyonu abdominal organların etkisi ile diyaframın yukarı doğru yer değiştirmesine yol açarak akciğer kompliyansını ve fonksiyonel rezidüel kapasiteyi azaltır, hava yolu basınçlarını yükseltir ve atelektazi riskini artırır. Sağlıklı genç erişkinler bu değişiklikleri tolere edebilirken, akciğer sorunları olan hastalarda intraoperatif dönemde bu etkiler hipoksemi gelişmesine neden olabilir. Hipoksemi gelişirse



bronkospazm ve endobronşiyal entübasyonu ekarte etmek için bilateral solunum seslerinin kalitesi ve varlığı için göğüs oskulte edilmelidir. Tedavide inspire edilen oksijen konsantrasyonu artırılmalı, hasta hipotansif değilse rekrutment manevrası yapılmalı (20-30 saniye süreyle 30 cmH<sub>2</sub>O plato basıncıyla manuel solutma) ve pozitif ekspiriyum sonu basıncı (PEEP) düzeyi optimize edilmelidir. Trendelenburg pozisyonunda kardiyovasküler sistemde venöz dönüşteki artışa bağlı olarak kalp debisinde geçici bir artış olur. Bu artış sonucunda arkus aorta ve karotis bifurkasyonunda hidrostatik basınç artışı, baroreseptör refleksiyle bağlı olarak kan basıncında azalma, bradikardi ve vazodilatasyona neden olur.

Lateral dekübit pozisyon pulmoner mekaniği, kardiyovasküler sistemden daha fazla etkiler. Pulmoner kan akımı dependan akciğerde artarak, ventilasyon perfüzyon uyumsuzluğuna yol açar.

### **Pnömooperitonyum ve Etkileri**

Robotik ürolojik cerrahide bir ameliyat alanı oluşturmak için pnömooperitonyum gereklidir. Pnömooperitonyum uygulanan hastaların yönetiminde İAB artışı, hasta pozisyonu ve CO<sub>2</sub> absorpsiyonuna bağlı oluşan biyokimyasal değişikliklere özellikle dikkat edilmelidir. Bu faktörler, başta kardiyovasküler ve solunum sisteminde belirgin fizyolojik değişikliklere yol açarak "minimal invaziv cerrahi, maksimum kardiyopulmoner stres" ifadesine yol açabilir (10).

Gazın kapalı bir alana insüflasyonu ölçülebilen bir basınç uygular. Karın içine insüfle edilen gaz İAB'ı artırır. Karın şişirilirken genellikle daha yüksek bir basınç kullanılır ve sabit bir duruma ulaşıldığında basınç aşağı doğru ayarlanabilir. İntraabdominal basınç, bir ameliyat alanı için cerrahi gereksinimini ve karbondioksit yükünün yeterli ventilasyonu için anestezi gereksinimini karşılayan en düşük değer olmalıdır. Yaşlı ve risk altındaki hastalarda yüksek

İAB değerleri (12-15 mmHg) daha fazla kardiyak değişikliklere neden olmaktadır (11). Düşük basınçlı pnömoperitoneumunda postoperatif ağrı ve rahatsızlık hissinin daha az olduğu bildirilmiştir (12).

Kardiyovasküler sistemde Trendelenburg pozisyonunun derecesi ile orantılı olarak santral venöz basınç, pulmoner arter basıncı ve pulmoner kapiller wedge basıncı artar, kalp atım hızı ise azalır. Özellikle karbondioksit insuflasyonu başlangıcında, ciddi bradikardi ve asistoli olabilir (7). Trendelenburg pozisyonunun kendisi venöz dönüşte artmaya neden olarak kalp debisini arttırırken, pnömoperitonyumun yarattığı aortik kompresyon sistemik vasküler rezistansı arttırır. Sonuçta atım hacmi ve kalp debisi azalabilir, miyokardın oksijen tüketiminde artmaya neden olabilir. Bu durum özellikle kardiyak açıdan rezervi sınırdan olan veya baroreseptör yanıtı zayıf olan hastalarda önemlidir (13).

Solumun sisteminde Trendelenburg pozisyonu, pnömoperitonyumla birlikte fonksiyonel rezidüel kapasite ve akciğer kompliansını azaltır. Hastalar ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğuna ve ateletaziye yatkındır. Dik Trendelenburg pozisyonunun akciğere negatif etkisini önlemek için 6-8 mL/kg tidal hacim ve 4-7 cmH<sub>2</sub>O PEEP önerilmektedir. Ayrıca tepe havayolu basıncı 35 cmH<sub>2</sub>O altında tutulmalıdır (14). Basınç kontrollü ventilasyonun, volüm kontrollü ventilasyona göre daha iyi dinamik komplians ve daha düşük tepe inspiratuvar basınç sağladığı bildirilmiştir (15).

Pnömoperitonyum ve dik Trendelenburg pozisyonu intrakraniyal basıncı (İKB) arttırır. Pnömoperitonyum İAB'ı arttırıp, lomber venöz pleksustan gelen venöz dönüşü engelleyerek İKB'ı yükseltir. Trendelenburg pozisyonunda ise venöz basınç artışı ile serebral venöz akış engellenip serebral kan ve serebrospinal sıvı volümünde artış sonucu İKB'ı artar (16). Trendelenburg pozisyonu ve

pnömoperitonumun bölgesel serebral oksijenizasyon ve serebral perfüzyon basıncı (SPB) üzerindeki etkilerini inceleyen bir çalışmada, bölgesel serebral oksijenizasyonun iyi korunduğu ve SPB'nin serebral kan akışının genellikle kabul edilen sınırları içinde kaldığı bildirilmiştir (17).

### **Sıvı yönetimi**

Dik Trendelenburg pozisyonunda sıvı yönetimine çok dikkat edilmelidir. Liberal sıvı tedavisi robot yardımcı sistektomi vakalarının %12,5'inde meydana geldiği bildirilen baş boyun ödemi riskini artırmaktadır (18). RYLRP'de idrar çıkışı, mesanenin operasyon süresince açık olması ve idrarın operasyon sahasına drene olması nedeniyle, intravasküler volüm durumunu değerlendirmek için kullanılamaz. Bazı merkezler pozisyona bağlı baş ve boyun ödemi azaltmak ve idrar çıkışını azaltarak operasyon sahasındaki görüntüyü iyileştirmek amacıyla, intraoperatif sıvı infüzyonunu kısıtlarlar. Cerrah vezikoüretal anastomozu tamamlayana kadar 800 mL'den daha fazla sıvı verilmemesi, sonrasında ek olarak 700-1200 mL sıvı infüzyonu önerilmektedir (16). Merkezimizde uygun hastalarda vezikoüretal anastomoz tamamlanana kadar sıvı kısıtlaması yapılmaktadır. Sıvı kısıtlamasına bağlı postoperatif kreatinin düzeyi hafif yükselir ve bu taburculuğa kadar düzeltilmelidir.

### **Ekstübasyon**

Operasyon sonunda robot kolları çıkarıldıktan sonra nöromusküler bloker ajan revers edilir. Operasyon odasında hastalar ekstübe edilerek, uyanık bir şekilde derlenme odasına alınmaktadırlar. Hastada periorbital, konjonktiva ve yüzde ödem olması larinks ödemi ve havayolu obstrüksiyonu açısından anesteziyi uyarmalı, bu durumda ekstübasyon için acele edilmemelidir. Uzamış operasyon süresi olan vakalarda ekstübasyon öncesinde endotrakeal tüp kaçak testi önerilmektedir.

## **Postoperatif Dönem**

Postoperatif dönemde ağrı tedavisinde multimodal analjezik yaklaşım uygulanmalıdır. Sıklıkla parasetamol ve nonsteroidal antiinflatuar ilaç kombinasyonu kullanılmaktadır. Port giriş yerlerine lokal anestezi infiltrasyonunun yanı sıra ürolojik robotik cerrahide transversus abdominis plan bloğu da kullanılabilir (4). Postoperatif pnömoperitonyumun frenik sinire etkisinden dolayı omuz ağrısı olabilir.

Postoperatif dönemde hastaların hidrasyonuna dikkat edilmesi, kompresyon çorapları, düşük molekül ağırlıklı heparin kullanılması ve erken ambulasyon tromboembolik komplikasyonları azaltır (19).

## **Perioperatif Komplikasyonlar**

### *Cilt altı amfizem:*

İnsüflasyon iğnesinin preperitoneal yerleşimi veya kanül bölgeleri çevresinden karbondioksit sızıntısı ile ilgilidir. İnsidansı yaşlılık, uzun ameliyat süresi, daha yüksek insüflasyon basınçları ve altı veya daha fazla portun kullanımı gibi birçok faktör ile ilişkilendirilmiştir (20). Genellikle hafif ve karın duvarı ile sınırlı olmasına rağmen, ekstremitelere, boyuna, perineal alana, mediastene ve hatta perikarda kadar yaygın ciltaltı amfizemi olabilir. Genellikle postoperatif dönemde spontan olarak düzelen bir durumdur.

### *Fasiyal ödem/Laringeal ödem:*

Yüz, göz kapakları, konjonktiva ve dilin şişmesiyle birlikte baş ve boyunda venöz staz görülebilir. Önemli üst solunum yolu ödeminden şüpheleniliyorsa, ödem güvenli bir dereceye gelene kadar ekstübasyon geciktirilmelidir. Genellikle ödem baş kalp seviyesinden yukarıda olacak şekilde pozisyon verildiğinde bir veya iki saat içinde düzeler.

### *Venöz gaz embolisi:*

Karbondioksit insüflasyonu, gaz ile ilişkili komplikasyonlara neden olabilir. İğne ve trokar ile intravasküler gaz enjeksiyonu, açık damardan Venturi etkisi ile gazın damara

geçmesi veya intraabdominal organa gaz insuflasyonu sonrasında olabilir. RYLRP'de retropubik radikal prostatektomiye göre gaz embolisi insidansının daha az olduğu bildirilmektedir (21). Prostat cerrahisi için dorsal venöz plexusunun diseksiyonu sırasında venöz gaz embolisi riski en yüksektir. Gaz embolisinin yönetiminde insuflasyon hemen kesilmeli ve pnömoperitonyum boşaltılmalıdır. Robot kolları hastadan hızlıca ayrılırken destek tedavi uygulanmalı, hasta embolinin sağ kalpten pulmoner dolaşıma geçmesinin azaltılması için baş aşağı ve sol lateral dekübit pozisyonuna getirilmeli ve mümkünse gaz santral venöz kateterden aspire edilmelidir.

#### *Oküler komplikasyonlar:*

RYLRP sonrasında, korneal abrazyon ve iskemik optik nöropati gibi oküler komplikasyonlar bildirilmiştir. En sık gözlenen oküler komplikasyon korneal abrazyondur ve insidansı %3 olarak bildirilmiştir. Korneal abrazyonlar kalıcı sekel bırakmadan iyileşmekte, ancak iskemik optik nöropati kalıcı görme kaybına neden olabilmektedir. Oftalmolojik hasarların tam mekanizması bilinmemektedir. Ancak daha önceden oftalmik sorunu olan hastalarda Trendelenburg pozisyonu ile artan intraoküler basınç önemli olabilir. Tepe havayolu basıncı, ortalama arteriyel basınç, ETCO<sub>2</sub> ve cerrahi süre intraoküler basınç artışının önemli prediktörleri olarak bildirilmiştir (22). ETCO<sub>2</sub> önemli bir prediktör olup, CO<sub>2</sub> basıncının artması koroidal vazodilatasyona ve intraoküler basıncın artmasına neden olur. İntravenöz sıvı kısıtlaması, dik Trendelenburg pozisyon süresinin mümkün olduğunca sınırlandırılması ve göz koruma bantlarının kullanılması oküler komplikasyonları önlemede önerilmektedir (23,24).

#### *Derin ven trombozu:*

Derin ven trombozu ve pulmoner emboli, başta pelvik cerrahi olmak üzere onkolojik cerrahilerle ilişkili postoperatif

komplikeasyonlardır. RYLRP'de derin ven trombozu insidansı %0,5-%0,6 olarak bildirilmiştir (25) Hastalara özgü birçok risk faktörünün yanında hasta pozisyonu ve uzun ameliyat süresi tromboembolik olayları etkileyebilir. İntraabdominal basınç artışı ile vena kava inferior ve iliak damarların basısına bağılı olarak alt ekstremitelerde venöz kan akımının azalması, derin ven trombozu riskinde artışa neden olur.

#### *Periferik sinir hasarı:*

Genel anestezi ile koruyucu refleksler ortadan kalktığından hastalar sinir yaralanmaları riski altındadır ve aşırı pozisyonlar riski daha da arttırır. Sinir üzerine dışarıdan bası sinirin perfüzyonunu azaltır, hücresel bütünlüğünü bozar ve sonuçta ödem, iskemi ve nekroza neden olur. Literatürde brakial pleksus, peroneal sinir, siyatik sinir, lateral femoral kutanöz sinir ve obturator sinir yaralanmaları bildirilmiştir (25).

Trendelenburg pozisyonunda kolun hiperabduksiyonu brakial sinir pleksus hasarına neden olabilir. Kolun vücuda yakın tutulması sinir hasarının önlenmesine yardımcı olur. Lateral dekübit pozisyonunu takiben aksiller rulunun uygunsuz yerleştirilmesine bağılı brakial pleksus hasarı gelişebilir. Rulo brakial pleksusa direkt basıncı önleyecek şekilde aksillada kaudale doğru yerleştirilmeli ve ameliyat masasının alttaki omuza bası yapmasını önleyecek kadar büyük olmalıdır. Uzun süreli litotomi pozisyonu ve bacak desteklerinin yetersiz olması alt ekstremitelerde periferik sinir hasarı için risk faktörleri olarak tanımlanmıştır (26).

#### *Kompartman Sendromu ve Rabdomiyoliz:*

Dik Trendelenburg ve litotomi pozisyonunda, alt ekstremitelerde perfüzyonunun azalması sonucunda alt ekstremitelerde kompartman sendromu riski oluşur. Pridgeon ve ark. retrospektif, çok merkezli çalışmalarında RYLRP'de kompartman sendromu insidansının %0,28 olduğunu ve bazı hastalarda fasyotomi gerektiğini bildirmişlerdir (27).

Konsol süresinin dört saatten fazla olmasını önemli bir risk faktörü olarak belirlemişlerdir. Kompartman sendromunu önleme yöntemleri arasında dik Trendelenburg ve litotomi pozisyonundaki sürenin sınırlandırılması, aşırı ayak bileği dorsifleksiyonundan kaçınılması ve uzun vakalarda operasyona ara verilip vücudun tüm kısımlarının kontrol edilmesi önerilmektedir (28,29).

Uzun süreli robotik prosedürlere maruz kalan hastalarda, özellikle öğrenme eğrisinin başlangıcında rabdomiyoliz meydana gelebilir. Serum kreatin kinaz (CK) düzeyi ameliyattan sonra yükselir ve yaklaşık 18 saat sonra pik yapar (30). Uzamış Trendelenburg pozisyonu, yüksek vücut kitle indeksi, periferik damar hastalığı ve komorbiditeler rabdomiyoliz riskini artırır (31). Bu hastalarda ve ameliyattan sonra sırtta, uylukta veya kalçada ağrısı olan hastalarda CK düzeyine bakılması endikedir. Serum CK seviyelerinin 1000 IU/L üzerinde olması veya miyoglobüri rabdomiyoliz tanısını doğrular. Bu gibi durumlarda hipervolemik diüretik tedavi ve metabolik asidozun yönetimi gereklidir (30).

#### *Kognitif Disfonksiyon:*

Dik Trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitonyum, özellikle yaşlı hastalarda İKB'nin artmasına, serebral oksijenasyonun azalmasına ve kognitif disfonksiyona neden olabilir. Robotik cerrahi sırasında invaziv bir cihazla İKB'nin izlenmesi mümkün olmadığından, optik sinir kılıfı çapının ultrasonografi ile ölçülmesi İKB'ı değerlendirmek için yeni ve invaziv olmayan bir tekniktir (32).

#### **Robot Yardımlı Radikal Sistektomi**

Robot yardımcı radikal sistektomide pelvik lenfadenektomi ve sistoprostatektomiden sonra, spesmen suprapubik insizyondan çıkarılabilir. Mesane çıkarılarak yerine ekstrakorporal yeni mesane oluşturulur. Robot yardımı ile üreteroneovezikal anastomoz yapılır. Anestezik yönetim

RYLRP'deki gibi dik trendelenburg pozisyonu ve pnömoperitonyumun etkilerine dikkat edilmesini gerektirir. RYRS'de açık prosedüre göre daha az komplikasyon oranı bildirilmiştir. Ancak cerrahi sonrasında onkolojik açıdan uzun dönem cerrahi sonuçlarının tespiti için daha fazla çalışma gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Wickham JE. The new surgery. *Br Med J.* 1987; 295: 1581–2.
2. Buckingham RA, Buckingham RO. Robots in operating theatres. *Br Med J.* 1995; 311: 1479–82.
3. Davies BL, Hibberd RD, Ng WS, Timoney AG, Wickham JE. The development of a surgeon robot for prostatectomies. *Proc Inst Mech Eng.* 1991; 205: 35–8.
4. Lew MW, Sullivan MJ. Anesthesia for laparoscopic and robotic-assisted urological procedures. In: Gainsburg DM, Bryson EO, Frost EAM, eds. *Anesthesia for Urologic Surgery.* Springer Science+Business Media, New York; 2014, pp.93–126.
5. Goswami S, Kumar PA, Mets B. Anesthesia for Robotically Conducted Surgery. In: Miller RD RD, editor. *Miller's anesthesia.* 8th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2015, pp.2581–2597.
6. Irvine M, Patil V. Anaesthesia for robot-assisted laparoscopic surgery. *Continuing Education in Anaesthesia Critical Care & Pain.* 2009; 9):125–9.
7. Gainsburg DM, Wax D, Reich DL, Carlucci JR, Samadi DB. Intraoperative management of robotic-assisted versus open radical prostatectomy. *JLS.* 2010; 14: 1–5.
8. Mills JT, Burris MB, Warburton DJ, et al. Positioning injuries associated with robotic assisted urological surgery. *J Urol.* 2013; 190: 580–4.
9. Phong SV, Koh LK. Anaesthesia for robotic-assisted radical prostatectomy: considerations for laparoscopy in the Trendelenburg position. *Anaesth Intensive Care.* 2007; 35: 281–5.
10. Carey BM, Jones CN, Fawcet WJ. Anaesthesia for minimally invasive abdominal and pelvic surgery. *BJA Education.* 2019; 19: 254–60.



11. Dexter SP, Vucevic M, Gibson J. Hemodynamic consequences of high and low pressure capnoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 1999; 13: 376–81.
12. Barczynski M, Herman RM. A prospective randomized trial on comparison of low-pressure (LP) and standard pressure (SP) pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2003; 17: 533–8.
13. Falabella A, Moore Jeffries E, Sullivan MJ, Nelson R, Lew M. Cardiac function during steep Trendelenburg position and CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum for robotic-assisted prostatectomy: a transoesophageal Doppler probe study. *Int J Med Robot.* 2007; 3: 312–5.
14. Gupta K, Mehta Y, Sarin Jolly A, Khanna S. Anaesthesia for robotic gynaecological surgery. *Anaesth Intensive Care.* 2012; 40: 614–21.
15. Choi EM, Na S, Choi SH, An J, Rha KH, Oh YJ. Comparison of volume-controlled and pressure-controlled ventilation in steep Trendelenburg position for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *J Clin Anesth.* 2011; 23: 183–8.
16. Gainsburg DM. Anesthetic concerns for robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *Minerva Anesthesiol.* 2012; 78: 596–604.
17. Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JFA, et al. Influence of steep Trendelenburg position and CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *Br J Anaesth.* 2010; 104: 433–9.
18. Oksar M, Akbulut Z, Ocal H, Balbay MD, Kanbak O. Anesthetic considerations for robotic cystectomy: a prospective study. *Braz J Anesthesiol.* 2014; 64: 109–15.
19. Pandey R, Garg R, Roy K, et al. Perianesthetic management of the first robotic partial cystectomy in bladder pheochromocytoma. A case report *Minerva Anesthesiol.* 2010; 76: 294–7.
20. Murdock CM, Wolff AJ, Van Geem T. Risk factors for hypercarbia, subcutaneous emphysema, pneumothorax, and pneumomediastinum during laparoscopy. *Obstet Gynecol.* 2000; 95: 704–9.
21. Hong JY, Kim JY, Choi YD, et al. Incidence of venous gas embolism during robotic-assisted laparoscopic radical

- prostatectomy is lower than that during radical retropubic prostatectomy. *Br J Anaesth.* 2010; 105: 777–81.
22. Awad H, Santilli S, Ohr M, et al. The effects of steep trendelenburg positioning on intraocular pressure during robotic radical prostatectomy. *Anesth Analg.* 2009; 109: 473–8.
  23. Awad H, Walker CM, Shaikh M, et al. Anesthetic considerations for robotic prostatectomy: a review of the literature. *J Clin Anesth.* 2012; 24: 494–504.
  24. Kan KM, Brown SE, Gainsburg DM. Ocular complications in robotic-assisted prostatectomy: a review of pathophysiology and prevention. *Minerva Anesthesiol.* 2015; 81: 557–66.
  25. Maerz DA, Beck LN, Sim AJ, Gainsburg DM. Complications of robotic-assisted laparoscopic surgery distant from the surgical site. *Br J Anaesth.* 2017; 118: 492–503.
  26. Sukhu T, Krupski TL. Patient positioning and prevention of injuries in patients undergoing laparoscopic and robot-assisted urologic procedures. *Curr Urol Rep.* 2014; 15: 398.
  27. Pridgeon S, Bishop CV, Adshead J. Lower limb compartment syndrome as a complication of robot-assisted radical prostatectomy: the UK experience. *BJU Int.* 2013; 112: 485–8.
  28. Pathirana S, Kam PCA. Anaesthetic issues in robotic-assisted minimally invasive surgery. *Anaesth Intensive Care.* 2018; 46:25–35.
  29. Paranjape S, Chhabra A. Anaesthesia for robotic surgery. *Trends in Anaesthesia and Critical Care.* 2014; 4: 25–31.
  30. Mattei A, Di Pierro GB, Rafeld V, et al. Positioning injury, rhabdomyolysis, and serum creatine kinase- concentration course in patients undergoing robot-assisted radical prostatectomy and extended pelvic lymph node dissection. *J Endourol.* 2013; 27: 45–51.
  31. Karaoren G, Bakan N, Kucuk EV, Gumus E. Is rhabdomyolysis an anaesthetic complication in patients undergoing robot-assisted radical prostatectomy? *J Minim Access Surg.* 2017; 13: 29–36.
  32. Abel EJ, Wong K, Sado M, et al. Surgical operative time increases the risk of deep venous thrombosis and pulmonary embolism in robotic prostatectomy. *JSLs.* 2014; 18: 282–7.

## 6. BÖLÜM

# PEDİATRİK ROBOT YARDIMLI CERRAHİDE ANESTEZİ

**Doç. Dr. Canan Bor**

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Robotik cerrahi erişkin hastalarda oldukça maliyetli olmasına rağmen açık cerrahi ve klasik laparoskopik cerrahiye kıyaslandığında birçok ülkede giderek yaygınlaşan ve tercih edilen bir yöntem olmaktadır. Pediatrik hastalarda robotik cerrahinin ilk raporlanması 2002 yılında Craig Peters'in ekibi tarafından Boston-Amerika'da çocuk hastanesinde, üreteropelvik bileşkede obstrüksiyonu olan pyeloplasti operasyonundadır ve son 15 yıldır giderek artan oranlarda uygulanmıştır (1). Başlangıç ürolojik cerrahilerde olmuş ancak abdominal ve toraks cerrahisi alanında da yer bulmuştur. Minimal invazif cerrahi olması ne yazık ki minimal anestezi anlamına gelmemektedir. Açık cerrahi anestezisi ile kıyaslandığında pnömoperitonyumun getirdiği fizyolojik değişiklikler, CO<sub>2</sub> absorpsiyonu, cerrahi pozisyonlar, cerrahi sürenin açık operasyonlara göre daha uzun olması gibi anestezi açısından birçok dezavantajı da mevcuttur. Ancak insizyonun küçük olmasıyla, iyileşme süreci kadar, cerrahi skar izinin küçüklüğü aileler için önemli bir faktör olmuştur (2). Yenidoğan dahil olmak üzere her yaş grubunda uygulanma alanı bulmuştur. Robotik cerrahi uygulanan 60 infant vakadan oluşan seride başarı oranı %91 olup %11 oranında komplikasyon geliştiği bildirilmiştir (3).

### 1.Cerrahi Bakış Açısı

Robotik cerrahinin, cerrahi sahanın daha iyi görülebilmesi, mekanik sistemin daha iyi olması, kullanılan aletlerin stabilizasyonu, cerrahın ergonomisi yönünden klasik laparoskopik cerrahiye göre üstünlükleri olmasından dolayı

pediatrik cerrahi alanında da popülarlığı artmıştır (4). Pediatrik robotik cerrahinin avantajı yanında dezavantajı operasyon süresinin uzun olması ve kullanılan materyaller nedeniyle maliyetin yüksek olmasıdır.

Robotik ürolojik cerrahi en fazla uygulama alanı bulunan cerrahi tipi olmuştur. Üst ve alt üriner traktus, parsiyal ve total nefrektomi, pyeloplasti, üreterokalikostomi, anti-reflü cerrahisi, augmentasyon sistoplasti cerrahisinde uygulanmaktadır (5). Açık cerrahi yerine robotik cerrahi ile yapılan pyeloplastide, operasyon süresi ve maliyet yüksek olmasına rağmen opiyoid kullanımı ve hastane kalış süresinin azaldığı gösterilmiştir (6). Erişkin ürolojik cerrahide standart laparoskopik veya robotik cerrahi kanama miktarının az olması, minimal invaziv cerrahi olması ve hastane kalış süresini kısaltması nedeniyle tercih edilmektedir. Pediatrik olgularda halen birçok merkezde açık cerrahi uygulanmakta olup robotik cerrahi ile maliyet, opiyoid kullanımı, hasta sonuçları üzerinde karşılaştırılmalı sonuçlar yeterli değildir. Pediatrik cerrahi olgularında basit maliyet analizleri yapıldığında laparoskopik ve robotik cerrahi maliyetinin benzer olduğunu bildiren yayınlar mevcuttur (7). Son yapılan çalışmada maliyetin daha çok ameliyathane meşgüliyetine, anestezi ve ameliyat süresi ile ameliyat malzemelerine ait olduğu belirtilmiştir (8).

Da Vinci cerrahi sistem halen Amerika'da Food and Drug Administration (FDA)'in onayladığı tek sistemdir. Birçok pediatrik robotik cerrahi transperitoneal veya retroperitoneal yaklaşımla yapılır. Transperitoneal yaklaşımda abdominal çalışma alanı yaratmak için insuflasyon uygulanır. Bazı cerrahlar küçük bir insizyon ile laparoskopi portlarını yerleştirmeyi tercih eder ve abdomeni bu porttan karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) ile doldurur, bazıları ise iğne ile girip insuflasyon yapıp sonra portu yerleştirirler. Küçük çocuklar ve yenidoğanda visseral periton ve damar yaralanmasını minimal tutmak amacıyla subumbilikal insizyon ile yerleştirilmesi tercih edilir. CO<sub>2</sub> ile pnömoperitonyum yapıldıktan ve port abdominal kaviteye yerleştirildikten sonra

abdominal kavitenin dikkatle inspeksiyonu yapılarak kanama, istenmeyen vasküler yaralanma, barsak veya organ hasarı olup olmadığına bakılır. İntraabdominal basınç (İAB) patofizyolojik etkileri azaltmak için <15mmHg olmalıdır. Küçük çocuk ve yenidoğanlarda insuflasyon basıncı, periton erişkinine göre daha pilili ve abdominal kavite daha küçük olduğundan 4-12 mmHg arasında tutularak cerrahi görüş sağlanabilmektedir (9). Aletlerin yerleştirileceği diğer portlar direkt olarak görülerek ve yapılacak cerrahinin tipine göre yerleştirilir. Robotik kollar hastanın yakınına getirilerek bu portlara bağlanır. Erişkin robotik kollar ile pediatrik sistemler arasındaki en önemli fark, erişkinler 4 robotik kolla yapılırken pediatrikde sınırlı bir saha olmasından dolayı 4 kol nadiren kullanılır, onun yerine kamera portu ve iki robotik kol ile operasyon gerçekleştirilir (10). Robota ait cihazlar diğer operasyonların cihazlarına göre ameliyathanede geniş bir yer işgal eder (Cerrahin kontrol kabini, optik sistem, hastanın yanında olan robotik kolların kolunu gibi).

Minimal invaziv cerrahi yaklaşımı ile daha küçük insizyon, daha az yapışıklık olması ve bununla ilişkili olarak postoperatif ağrının daha az olması, hastane kalış süresinin kısalması tercih sebebi olurken anestezi uygulamaları yönünden özellikle de yenidoğanlarda komplike hale gelmesine neden olmaktadır.

## **2.Preoperatif Değerlendirme**

Pediatrik hasta, geçirilecek operasyonda göz önünde bulundurularak anestezi açısından operasyon öncesi mutlaka değerlendirilmelidir. Bu değerlendirmedeki ana amaç hastanın komorbiditesinin cerrahinin getireceği sorunları kaldırabileceğinin ölçümüdür. Özellikle konjenital genitoüriner anomaliler minimal invaziv cerrahi ile düzeltilmeye çalışılır ve bu olgularda çoğunlukla konjenital kalp anomalilikleri de bulunur (11). Pnömooperitonyumla

birlikte ventriküler preload azalır ve bu anomaliler önemli risk oluşturur. Bu nedenle preoperatif değerlendirmede bu olguların kardiyologlar tarafından da değerlendirilmeleri sağlanmalıdır. Konjenital malformasyonlar birçok solunumsal ve santral sinir sistemi anomalilerini de birlikte getirdiğinden bu açıdan dikkatle sorgulanmalı gereğinde konsültasyon istenmelidir.

### **3.Pnömooperitonyumun Patofizyolojik Değişiklikleri**

Peritona CO<sub>2</sub> insuflasyonu ile birlikte anatomik görüş daha iyi konuma gelir ve küçük bir insizyonla operasyon gerçekleştirilebilir. Pnömooperitonyumla birlikte intraabdominal basınç artar ve bu organlarda patofizyolojik değişikliklere neden olur. Bu değişiklikleri anlamak anestezi süresince gelişebilecek komplikasyonları minimize etmek açısından çok önemlidir.

#### **3.1.Pnömooperitonyumun Solunumsal Etkileri**

İntraabdominal basınç artışıyla birlikte solunum sisteminde olan değişiklikler kritik öneme sahiptir. Pnömooperitonyumla diafragmanın sefale doğru elevasyonu sonucu fonksiyonel reziduel kapasite, akciğer kompliyansı azalır, havayolu rezistansı artar, lenfatik drenaj azalır (12), atelektazi artar, fizyolojik ölü boşluk artar ve ventilasyon perfüzyon uyumsuzluğu gelişir (13). Bütün bu etkiler trendelenburg pozisyonu ile daha da kötüleşir. Pnömooperitonyum için verilen CO<sub>2</sub> absorbe olur ve sistemik dolaşıma geçerek elimine olur. İAB<10mmHg altında ise bu absorpsiyon daha fazladır, maksimum CO<sub>2</sub> absorpsiyonunun 40 dk da olduğu belirtilmiştir (14). Çocuklardaki absorpsiyon, vücut ağırlığına göre absorpsiyon yüzeyi daha fazla olduğundan daha yüksek oranlardadır. Basınç arttıkça venlere olan basınç da artacağından, venöz dönüş bozulacağı için absorpsiyon azalır. Ventilasyon parametreleri değiştirilerek ETCO<sub>2</sub>'in normal düzeye gelmesi sağlanır. Bu amaçla dakika ventilasyonu bazal değerlerin %60'ının üzerine çıkarılabilir (15).

Çocuk küçük ve pulmoner fonksiyonları iyi değilse yüksek İAB düzeylerine uyum sağlayamayacaktır ve bu durumda cerrah daha düşük İAB değerleri ile çalışmak durumunda kalacaktır. Buna rağmen fizyolojik değerler korunamadığında açık cerrahiye geçilmek zorunda kalınabilir.

Pnömooperitonyumla birlikte nadir de olsa gelişebilen venöz damarlarda rüptür CO<sub>2</sub> embolisine neden olabilir. Eğer çocukta foramen ovale de varsa arteriyel emboliye ve ciddi hemodinamik komplikasyonlara neden olabilir ve fatal sonuçlanabilir (16).

### **3.2.Pnömooperitonyumun Renal Etkileri**

Pnömooperitonyum, renal parankim ve damarlarına direkt bası etkisiyle renovasküler rezistansta artışa neden olarak renal venöz kan akımını azaltır. Bu kompresyon antidiüretik hormon salınımını stimüle eder, renin anjiyotensin sistemini aktive eder. Bu nedenle laparoskopik işlem süresince ve hatta cerrahiden saatler sonra bile oligüri devam eder (17). Bu nedenle cerrahi işlem öncesi sıvı verilerek intravasküler volümün artırılması ve İAB artışının yakın takibi, volüm durumunun izlenmesi önemlidir.

### **3.3.Pnömooperitonyumun Kardiyovasküler Etkileri**

Laparoskopinin hemodinami üzerine etkileri daha çok erişkinlerde çalışılmıştır. Ancak artmış ortalama arter basıncı (OAB), sistemik vasküler direnç (SVR) ve santral venöz basınç (CVP), azalmış atım volümü (SV) ve kardiyak outputun (CO) artan İAB, CO<sub>2</sub> absorpsiyonu ve pozisyon ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (18,19). Pnömooperitonyumun kardiyovasküler sistem üzerine hem nöroendokrin hem de mekanik etkileri vardır. İAB katekolamin salınımına neden olarak renin anjiyotensin sistemini artırır (20). Bu da OAB ve SVR'ın artmasına neden olur. Hiperkapni vazodilatasyona neden olurken ve bu değişiklik splanknik alandaki etkisi minimal olarak

gürülürken, pnömoperitonyumun hem mekanik hem de nöroendokrin etkileri splanknik dolaşımı azaltırlar (21).

Esas etkileyen İAB ve hasta pozisyonu olmasına rağmen, absorbe olan CO<sub>2</sub>, intravasküler volüm, ventilatör teknikleri, anestezi ajanlar, cerrahinin tipi hemodinamik durumu etkiler (9, 22). İAB <15mmHg olduğunda splanknik alandan venöz dönüş daha iyi olarak kardiyak output'u artırır (14). İAB>15mmHg olduğunda ise inferior vena cava ve çevresindeki kolleteral venler bası altında kaldığından venöz dönüş bozulur, kardiyak output azalır ve hipotansiyon gelişir. Pediatrik çalışmalar splanknik perfüzyonun değişmemesi için limit değerlerin İAB<12mmHg olmasını önermişlerdir. Bu değerlerde çalışıldığında organ disfonksiyonu minimal ve geçici olacaktır.

Oyun ve okul çocuklarında daha az sıklıkla fakat özellikle ergen yaşta laparoskopi portlarının yerleştirilmesi ve pnömoperitonyum sırasında vagal stimülasyonun sebep olduğu bradiaritmiler, arteriyovenriküler dissosiyasyon, nodal ritm ve asistoli bildirilmiştir (23). Kardiyovasküler fonksiyonları normal olan çocuklar hasta pozisyonlarından nadiren etkilenirken, kardiyovasküler hastalıkları olanlar aşırı baş aşağı ve baş yukarı pozisyonlarından ciddi etkilenmektedir. Baş yukarı pozisyonlarda venöz dönüş ve kardiyak dolum basıncı azalmaya eğilimli iken baş aşağı pozisyonunda venöz dönüş artmaya eğilimlidir.

CO<sub>2</sub>'nin direkt ve indirekt kardiyovasküler etkileri mevcuttur. Direkt olarak SVR'yi arttırdığı ve asidoz yaparak kardiyak kontraktileteyi azalttığı, aritmilere hassasiyet yarattığı ve sistemik vazodilatasyona neden olduğu bildirilmiştir. Çocuklarda minimal invaziv cerrahiye yönelik kardiyovasküler değişiklikler hakkındaki bilgiler çok az olsa da erişkindeki değişiklikler ile benzerdir (24).

### **3.4.Pnömoperitonyumun İntraserebral Etkileri**

Artmış İAB, hiperkapni, artmış sistemik vasküler rezistans ve baş aşağı pozisyon intrakraniyal basıncı artırarak



serebral perfüzyon bozukluğuna neden olabilir (9). Özellikle de prematür yenidoğanlar için intrakraniyal basınç artışı kanama diyatezi de varsa intraventriküler kanamalara yol açabilir.

### **3.5.Pnömooperitonyumun İmmunolojik Etkileri**

Monosit ve makrofaj fonksiyonlarını baskılayarak lokal peritoneal immunizasyonda orta derece supresyona neden olduğu belirtilse de cerrahi travma açık cerrahiye göre minimal olduğundan sistemik immun yanıt korunmaktadır (25).

## **4. Robotik Cerrahide Anestezi Yönetimi**

Preoperatif açıklık süresi diğer cerrahilerdeki gibidir. Anne sütü 4 saat, formül gıdalar 6 saat, katı gıdalar 8 saat olarak ayarlanır. Hastalarda operasyon salonuna alınmadan önce midazolam (oral; 0,3–0,5 mg/kg, rektal; 0,5 mg/kg, sublingual; 0,3 mg/kg ve nazal; 0,3 mg/kg) ile anksiyoliz ve anterograd amnezi yararlı olacaktır (26). Hastanın sakin olarak operasyon salonuna gelmesi sağlanırken solunum depresyonuna karşı da dikkatli olunmalıdır. Premedikasyonda atropin veya glikopirolat, sekresyonları azaltmak ve bradikardiden korunmak amaçlı verilebilir.

### **4.1.Monitorizasyon**

Geçmişinde sağlıklı olan bir hastada, American Society of Anesthesiologists (ASA)'nin belirlediği standart monitörizasyon (Kan basıncı, elektrokardiyogram, oksijen saturasyonu, kapnografi, ısı) yeterlidir. Özel monitörizasyonlar içinde, Bispectral index (BIS) monitörizasyonu anestezi ajanlarının titrasyonu ve anestezi denetim için yararlıdır. Özellikle kanama beklenen cerrahi uzun sürecek olan hastalarda, kardiyovasküler, solunumsal ve renal sisteme ait sorunların erken fark edilmesi için invaziv arteriyel monitörizasyon

yapılması yararlı olacaktır. Ventilasyon/perfüzyon uyumsuzluğu olduğunda arteriyel CO<sub>2</sub> ve O<sub>2</sub> düzeyleri, renal perfüzyon bozukluğunda baz açığı ve elektrolitlerin değerlendirilmesi arter kanülü ve kan gazı analizleri aracılığıyla kolaylıkla sonuç alınması sağlanacaktır.

#### **4.2. Anestezi İndüksiyon ve İdamesi**

Anestezi indüksiyonu inhalasyon veya intravenöz yolla olabilir. Bu tamamen çocuğun toleransına ve damaryolunun mevcudiyetine göre belirlenir. Okul öncesi dönemdeki çocuklarda damaryolu yoksa daha çok inhalasyon yolu kullanılırken okul çocukları anlaşma sağlandıktan sonra damaryolu yoksa bile açılmasını tercih edebilir. Çocuğun anksiyetesine bağlı olarak çocuktan çocuğa değişebileceğinden zorlanmamalıdır. İnhalasyon anestezikleri ve intravenöz anesteziklerle indüksiyon karşılaştırıldıklarında, intravenöz anestezikler ile indüksiyon daha hızlı, anestezi daha derin, daha konforlu ve havayoluna enstrüman yerleştirilmesi daha hızlı olmaktadır. İntravenöz anestezikleri içinde propofol hızlı başlangıç ve kısa süreli etki, entübasyona bronkospazmı azaltması ve antiemetik etkisi nedeniyle tercih edilebilir (27).

İnhalasyon ajanı ile indüksiyon seçilecekse hoş kokulu, toleransı en iyi, havayolu spazm yanıtlarını azaltan en güçlü ajan olarak sevofluran seçilebilir. Desfluranın, sekresyonları ve havayolu rezistansını artırması, laringospazma neden olması ve keskin kokusu nedeniyle indüksiyonda kullanıma uygun değildir (28).

Cerrahi başlamadan önce en az iki damaryolunun olduğundan emin olunmalıdır. Çünkü robotik cerrahi başladıktan sonra damaryolu açmak mümkün olmayacaktır. Bir damaryolu infüzyonlar için kullanılırken diğeri ilaç bolusu ve acil durumda kan ve diğer sıvıların hızlı verilmesine yardımcı olacaktır. Nazo-orogastrik yerleştirilerek gastrointestinal dekompresyon yapılmalı, üriner kateter takılarak mesane boşaltılmalı ve böylece

batına pnömoperitonyum için iğne veya trokar yerleştirilmesi sırasında istenmeyen perforasyonlardan kaçınılmalıdır.

Hasta yenidoğan bile olsa balonlu endotrakeal tüp önerilmektedir. Hastanın pozisyonu ve İAB artışı nedeniyle tüp malpozisyonu olabilir ve tüp etrafındaki hava kaçağına bağlı olarak etkin solunum sağlanamayabilir. Etkili bir kas gevşemesi özellikle trokarlar yerleştirilirken ve cerrahi süresince önemlidir. Vagal uyarıyla bradikardiye yanıt verebilmek için atropin her zaman hazırda olmalıdır.

Hastanın komorbiditesine göre değişmekle birlikte BİS düzeyi 40-50 tutulacak şekilde kısa etkili ajanların kullanımı, sevofloran ve düşük doz propofol (75-100 mcg/kg/dk) infüzyonu ile hızlı derlenme sağlanması da uygun olacaktır. Bulantı ve kusmayı artırması yanında, barsaktaki gazların hacmini arttırarak, distansiyona yol açması nedeniyle nitroz oksit kullanımından kaçınılmalıdır. Ayrıca çocuklarda birçok metabolik ve nörotoksik etkileri nedeniyle de nitroz oksit kullanımı önerilmemektedir (29). Gerekliğinde opiyoid olarak bolus veya infüzyon şeklinde fentanil veya remifentanil kullanılmalıdır.

### **4.3.Hasta Pozisyonu**

Pediyatrik robotik cerrahide pozisyon erişkinlerden daha kolaydır. Çoğunlukla supin veya lateral dekübit pozisyonda yapılır ve genellikle de aşırı trendelenburg pozisyonuna ihtiyaç duyulmaz. En sık yapılan pediyatrik robotik cerrahilerden olan pyeloplastide, ameliyat masasının total olarak hafif yana çevrilmesi gerekir ve bu sırada hasta düşmemesi için bantlarla horizontal ve vertikal yönde sağlam şekilde masaya bağlanmalıdır. Hastanın baş ve vücudu robotik kolların zarar verebilmesine karşılık köpük ve jeller ile korunmalı, cilt ve sinire bası oluşması engellenmelidir. Lateral pozisyonda sırtına, bası altındaki noktalarına jel pedler konularak bantlanması unutulmamalıdır. Robotik kollar hareket ederken hasta

vücuduna robotik kolların dokunmadığından emin olunmalıdır.

#### **4.4.Sıvı Yönetimi**

Perioperatif sıvı yönetimi çok faktörlüdür. Hastanın preoperatif volüm durumu, perioperatif kliniği, yaşı, anesteziğin kullanımı ve yapılan girişimlere bağlıdır.

Pnömooperitonyumun neden olacağı kardiyovasküler ve renal etkilerden korunmak, idrar çıkışını kolaylaştırmak için erken volüm verilmesi düşünülmelidir. Sıvı açığı cerrahiden önce olabildiğince erken hesaplanmalı ve bütün açık ilk birinci saatte verilerek övolemik duruma getirilmelidir. Cerrahinin devamında ise hasta kilosuna göre hesaplanan idamenin 1,5-2 katı verilerek infüzyon sağlanmalı, ancak hipervolemiden de kaçınılmalıdır. Bu şekilde pnömooperitonyumun yaratacağı hipotansiyon önlenmelidir gibi uygun idrar çıkışı da sağlanacaktır.

Postoperatif bulantı ve kusma, bütün hastalarda laparoskopik ve robotik cerrahilerden sonra sıklıkla görülmektedir. Bu nedenle rutin profilaktik, multimodal antiemetik verilmesi önerilir (30).

#### **4.5.İntraoperatif Ventilatör Yönetimi**

Operasyon süresince volüm veya basınç kontrollü modların kullanımı önerilmektedir. Solunum sayısı ve inspiratuar tepe basınçlarının ayarlandığı basınç kontrollü modlar en etkili solunum modunu oluşturur. Tidal volümün fikse edilmesi önemlidir. Eğer cerrahi sırasında yüksek volüm verilirse port kenarlarından gaz kaçığına neden olabilir. Solunum sayısı ve inspiratuar tepe basıncın tidal volüm 6-8ml/kg oluşturacak şekilde, ETCO<sub>2</sub> 50mmHg altında kalacak düzeyde ayarlanır. Sağlıklı çocukların akciğer kompliyansı çoğunlukla iyidir, inspiratuar tepe basınç 20 cmH<sub>2</sub>O olması genellikle yeterlidir. Yenidoğan ve küçük çocuklarda metabolizmanın hızlı, CO<sub>2</sub> üretiminin yüksek olmasından dolayı CO<sub>2</sub> düzeylerini ayarlamak için daha fazla

parametrede ventilatör ayarları gerekli olabilecektir. Yenidoğanlarda inspirasyon süresini uzatarak daha fazla inspirasyon oluşturmak sık yapılan ventilatör stratejilerindendir. Hedeflenen tidal volümü oluşturmak için başlangıçta ayarlanan inspiratuar tepe basıncın %50'sinin üzerine çıkılması gerekiyorsa bu durumda anestezi uzmanı ile konuşarak intraabdominal basıncın azaltılmasını önermelidir. Optimal pozitif solunum sonu basıncı (PEEP) konulması ile atelettazi gelişimi önlenilecektir.

## **5.Perioperatif Ağrı Yönetimi**

Minimal invaziv cerrahi olmasından dolayı ağrı açık cerrahiye göre çok daha az olmakla birlikte yapılan cerrahiye de bağlı olarak komplikasyonları yakından takip etmek adına ağrı takibi dikkatle izlenmelidir. Portların batına giriş yaptığı yerlerde insizyonel ağrı dışında pnömoperitonyumla özellikle de kuru CO<sub>2</sub>'un neden olduğu irritasyona bağlı diffüz abdominal ve omuz ağrısı da görülebilir. Omuz ağrısı erişkinlerde %35-63 (31) oranında görülürken çocuk yaş grubundaki veriler net değildir. İnsizyonel ağrı lokal anestezi infiltrasyonları, kaudal blok veya alan blokları (transversus abdominal plane blok) ile engellenebilir (32). Yaygın abdominal ve omuz ağrısının kontrolü daha zordur ve parasetamol, nonsteroid antiinflamatuar ilaçlar (ketorolak gibi), deksametazon ve düşük doz opioidlerle önlenilebilir. Abdominal kavite içine bupivakain verilerek yaygın abdominal kavite ağrısının engellendiğini belirten yayınlar mevcuttur (33,34). CO<sub>2</sub> gazının ısıtılması ve izotonik ile nemlendirilmesi visseral tip ağrıyı azaltmaktadır, bu amaçla kamerada buhar oluşturmayacak özel nemlendiriciler yapılmıştır.

## **6.Komplikasyonlar**

Erişkin ve pediatrik hastalar robotik cerrahide aynı komplikasyonlara sahiptirler. Laparoskopik cerrahilerde gelişen komplikasyonlar büyük oranda cerrahinin tipine,

cerrahi ekibin eğitim ve deneyimine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle anesteziist cerrahiye iyi izlemeli, potansiyel problemlere karşı hazırlıklı olmalıdır. CO<sub>2</sub> insuflasyonu için uygun yerleştirilemeyen iğne ile subkütanöz dokulara, intravasküler ve preperitoneal alana CO<sub>2</sub> insuflasyonu yapılabilir. CO<sub>2</sub>'in intravasküler alana verilmesi venöz gaz embolisi ile ciddi ölümcül sonuçlara neden olabilir. Ani hipotansiyon, hipoksemi ve ETCO<sub>2</sub> de ani düşme gaz embolisini düşündürmelidir. Bu durumda abdomendeki gaz hemen boşaltılmalı, ventilasyon ve inspire edilen O<sub>2</sub> düzeyi artırılmalı, sıvı ve vazopressörlerle destek tedavisi yapılmalıdır. Visseral peritonda yırtılma, parietal peritonda diseksiyonla özofagus etrafından veya diyafragmadaki doğumsal defekten gaz geçerek pnömotoraksa neden olabilir. Perikardiyal ve peritoneal boşluk arasındaki embriyolojik defektlerden gaz geçişi olabilir ve pnömoperikardiyum gelişebilir. Kapnotoraks, kapnomediastinum ve kapnoperikardiyum ender görülen ancak hayatı tehdit edecek hemodinamik değişikliklere neden olan komplikasyonlardır. Nedeni açıklanamayan havayolu basınç yüksekliğinde, göğsün yeterince ekspansiyon olamadığı, baş ve boyunda subkütanöz cilt altı amfizemiyle birlikte olan hipoksi ve hiperkapnide bu komplikasyonlardan şüphe edilmelidir.

Trokar girişleri istenmeden ana iliak venler, V. cava inferior, sistik veya hepatik arter, aorta gibi büyük damarları yaralayarak kanama kontrolü için açık cerrahiye geçilmesine neden olabildiği gibi fatal komplikasyonlarla sonuçlanabilir. Kolon, ince barsak, duodenum ve mide duvarları hasar görebilir. Ürolojik laparoskopik cerrahide bu şekilde intestinal perforasyon oranı %1,2 olarak bildirilmiştir (35). Kolonik mezenter yaralanması ve dalak, karaciğer laserasyonu da bildirilmiştir (14). Bu nedenle iğne veya trokarla girişim yapılmadan önce gastrik dekompresyon ve idrar sondası takılarak mesanenin boşaltılması önemlidir.

Hemodinamik ve solunumsal problemler yanında pozisyona ait sorunlar, sinir basıları da yaşanabilir. Komplikasyonların (hipotansiyon, hipertansiyon, aritmiler) yönetiminde İAB limitler içinde seyrediyorsa bu durumda diğer bütün nedenlerin yönetimi destek tedavisi ile yapılır (anestezik doz azaltılması, sıvı tedavisi, ilaçlar gibi). Bu tedavilerden yarar görmüyorsa İAB azaltılır gerekirse açık cerrahiye geçilir.

Hiperkapni ve hipoksi gelişebilir. Fizyolojik olduğundan emin olunmalı, diafragma rüptürü dışlanmalıdır. Hiperkapnide dakika ventilasyonu artırılarak CO<sub>2</sub> absorpsiyonu kompanse edilmeye çalışılır. Pnömooperitonyum sonucu fonksiyonel rezidual kapasite azalması, atelektazi, pozisyon veya anestezi sırasında birçok nedenle hipoksi gelişebilir. İlk olarak akciğer oskültasyonu yapılarak endotrakeal tüpün yerinde olduğundan emin olunur ve bronkospazm ekarte edilir. Hasta hipotansif değilse inspire edilen oksijen konsantrasyonu artırılır, rekrutment manevraları yaptırılır ve PEEP konularak oksijenizasyon optimize edilir. Hipoksemi ısrarla devam ediyorsa gaz boşaltılarak İAB azaltılır.

## KAYNAKLAR

1. Munoz CJ, Nguyen HT, Houck CS. Robotic surgery and anesthesia for pediatric urologic procedures. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2016; 29: 337-44.
2. Barbosa JA, Barayan G, Gridley CM, et al. Parent and patient perceptions of robotic vs open urological surgery scars in children. *J Urol.* 2013; 190: 244–50.
3. Avery DI, Herbst KW, Lendvay TS, et al. Robot-assisted laparoscopic pyeloplasty: Multi-institutional experience in infants. *J Pediatr Urol.* 2015; 11: 139.e1–5.
4. Herron DM, Marohn M; SAGES-MIRA Robotic Surgery Consensus Group. A consensus document on robotic surgery. *Surg Endosc* 2008; 22: 313-25; discussion 311-2.

5. Traxel EJ, Minevich EA, Noh PH. A review: the application of minimally invasive surgery to pediatric urology: lower urinary tract reconstructive procedures. *Urology* 2010; 76: 115-20.
6. Yee DS, Shanberg AM, Duel BP, et al. Initial comparison of robotic-assisted laparoscopic versus open pyeloplasty in children. *Urology*. 2006; 67(3): 599-602.
7. Casella DP, Fox JA, Schneck FX, Cannon GM, Ost MC. Cost analysis of pediatric robot-assisted and laparoscopic pyeloplasty. *J Urol*. 2013; 189: 1083-6.
8. Bennett WE Jr, Whittam BM, Szymanski KM, et al. Validated cost comparison of open vs. robotic pyeloplasty in American children's hospitals. *J Robot Surg*. 2017; 11: 201-6.
9. De Waal EE, Kalkman CJ. Haemodynamic changes during low-pressure carbon dioxide pneumoperitoneum in young children. *Paediatr Anaesth* 2003; 13: 18-25.
10. Spinoit AF, Nguyen H, Subramaniam R. Role of Robotics in Children: A brave New World *Eur Urol Focus*. 2017; 3: 172-80.
11. Nogueira PC, Paz Ide P. Signs and symptoms of developmental abnormalities of the genitourinary tract. *J Pediatr (Rio J)*. 2016; 92(3 Suppl 1): S57-63.
12. Pelosi P, Vargas M. Mechanical ventilation and intraabdominal hypertension: 'Beyond Good and Evil'. *Crit Care*. 2012 18; 16: 187.
13. Means LJ, Green MC, Bilal R. Anesthesia for minimally invasive surgery. *Semin Pediatr Surg* 2004; 13: 181-7.
14. Gerges FJ, Kanazi GE, Jabbour-khoury SI. Anesthesia for laparoscopy: a review. *J Clin Anesth* 2006; 18: 67-78.
15. Pennant JH. Anesthesia for laparoscopy in the pediatric patient. *Anesthesiol Clin North America* 2001; 19: 69-88.
16. Clark CC, Weeks DB, Gusdon JP. Venous carbon dioxide embolism during laparoscopy. *Anesth Analg* 1977; 56: 650-2.
17. Gómez Dammeier BH, Karanik E, Glüer S, et al. Anuria during pneumoperitoneum in infants and children: a prospective study. *J Pediatr Surg* 2005; 40: 1454-8.
18. Hatipoglu S, Akbulut S, Hatipoglu F, et al. Effect of laparoscopic abdominal surgery on splanchnic circulation: historical developments. *World J Gastroenterol* 2014; 20: 18165-76.



19. Meininger D, Westphal K, Bremerich DH, et al. Effects of posture and prolonged pneumoperitoneum on hemodynamic parameters during laparoscopy. *World J Surg* 2008; 32): 1400-5.
20. Myre K, Rostrup M, Buanes T, Stokland O. Plasma catecholamines and haemodynamic changes during pneumoperitoneum. *Acta Anaesthesiol Scand* 1998; 42: 343-7.
21. Rist M, Hemmerling TM, Rauh R, Siebzehnrübl E, Jacobi KE. Influence of pneumoperitoneum and patient positioning on preload and splanchnic blood volume in laparoscopic surgery of the lower abdomen. *J Clin Anesth* 2001; 13: 244-9.
22. Sakka SG, Huettemann E, Petrati G, et al. Transesophageal echocardiographic assessment of hemodynamic changes during laparoscopic herniorrhaphy in small children. *Br J Anaesth* 2000; 84: 330–4.
23. Yong J, Hibbert P, Runciman WB, Coventry BJ. Bradycardia as an early warning sign for cardiac arrest during routine laparoscopic surgery. *Int J Qual Healthcare* 2015; 27: 472–7.
24. Gueugniaud PY, Abisseror M, Moussa M, et al. The hemodynamic effects of pneumoperitoneum during laparoscopic surgery in healthy infants: assessment by continuous esophageal aortic blood flow echo-Doppler. *Anesth Analg* 1998; 86: 290-3.
25. Jescha NK, Kueblera JF, Nguyen H, et al. Laparoscopy vs minilaparotomy and full laparotomy preserves circulatory but not peritoneal and pulmonary immune responses. *J Pediatr Surg* 2006; 41: 1085–92.
26. Kogan A, Katz J, Efrat R, Eidelman LA. Premedication with midazolam in young children: a comparison of four routes of administration. *Paediatr Anaesth* 2002; 12: 685-9.
27. Spinelli G, Vargas M, Aprea G, Cortese G, Servillo G. Pediatric anesthesia for minimally invasive surgery in pediatric urology. *Transl Pediatr.* 2016; 5: 214-21.
28. Nyktari VG, Papaioannou AA, Prinianakis G, et al. Effect of the physical properties of isoflurane, sevoflurane, and desflurane on pulmonary resistance in a laboratory lung model. *Anesthesiology* 2006; 104: 1202.

29. Baum VC. When nitrous oxide is no laughing matter: nitrous oxide and pediatric anesthesia. *Paediatr Anaesth* 2007; 17: 824-30.
30. Maitra S, Som A, Baidya DK, Bhattacharjee S. Comparison of Ondansetron and Dexamethasone for Prophylaxis of Postoperative Nausea and Vomiting in Patients Undergoing Laparoscopic Surgeries: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Anesthesiol Res Pract.* 2016; 2016: 7089454.
31. Bisgard T, Klarskow B, Rosenberg J, Kehlet C. Characteristics and prediction of early pain after laparoscopic cholecystectomy. *Pain* 2001; 90: 261-69.
32. Faasse MA, Lindgren BW, Franey BT, et al. Perioperative effects of TAP block *J Pediatr Urol* 2015; 11: 121.e1-121.e7.
33. Alkhamesi NA, Peck DH, Lomax D, Darzi AW. Intraperitoneal aerosolization of bupivacaine reduces postoperative pain in laparoscopic surgery: a randomized prospective controlled double-blinded clinical trial. *Surg Endosc* 2007; 21: 602-6.
34. Freilich DA, Houck CS, Meier PM, et al. The effectiveness of aerosolized intraperitoneal bupivacaine in reducing postoperative pain in children undergoing robotic-assisted laparoscopic pyeloplasty. *J Pediatr Urol* 2008; 4: 337-40.
35. Peters CA. Complications in pediatric urological laparoscopy: results of a survey. *J Urol* 1996; 155: 1070-3.

## EGE TIP AYIN KİTAPLARINDAN YAYIMLANMIŞ ÖRNEKLER

<u>S.NO</u>	<u>YIL</u>	<u>KİTABIN ADI</u>
109.	2010	<b>İdiyopatik Hiperhidrozis ve Tedavisi</b> Editör: Prof. Dr. Ufuk ÇAĞIRICI
110.	2011	<b>Grip (İnfluenza)</b> Editör: Doç. Dr. Candan ÇİÇEK
111.	2011	<b>Her Şeye Rağmen Etik</b> Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
112.	2011	<b>İnsan Gelişiminin Erken Dönemi ve Plasental Bozukluklar</b> Editör: Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ
113.	2011	<b>Geriatride 5D'ler</b> Editör: Prof. Dr. Sibel ÜLKER GÖKSEL Doç. Dr. Fulden SARAÇ
114.	2011	<b>Geriatride Sık Rastlanan Tıbbi Sorunlar</b> Editör: Prof. Dr. Sibel ÜLKER GÖKSEL Yrd. Doç. Dr. Mehmet Akif YALÇIN
115.	2012	<b>Menopoz</b> Editör: Prof. Dr. Kemal ÖZTEKİN
116.	2012	<b>Göğüs Ağrılı Hastaya Yaklaşım</b> Editör: Prof. Dr. Mehdi ZOGHİ
117.	2012	<b>Lokal Anestezikler</b> Editör: Doç. Dr. Semra KARAMAN Prof. Dr. Aytül ÖNAL
118.	2013	<b>Cumhuriyetten Önce ve Sonra Ülkemizde Hastaneler, Çocuk Hastaneleri ve Tıp Eğitimi</b> Editör: Prof. Dr. Baha TANELİ Doç. Dr. Hatice ŞAHİN
119.	2013	<b>Kan Yolu İle Bulaşan İnfeksiyöz Etkenler</b> Editör: Prof. Dr. Rüçhan YAZAN SERTÖZ
120.	2013	<b>Diş Hekimliğinde Anestezi ve Analjezi</b> Editör: Prof. Dr. Taner BALCIOĞLU Prof. Dr. Bahar SEZER
121.	2013	<b>Başarı Yolunda Rüzgarını Kendin Yarat</b> Editör: Doç. Dr. Tezan BİLDİK
122.	2013	<b>Ötanazi</b> Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
123.	2014	<b>Konjenital Kalp Cerrahisi ve Anestezi</b> Editör: Doç. Dr. Seden KOCABAŞ
124.	2014	<b>Sağlıkta Şiddet Sorunu</b> Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN

125. 2014 **Mantarların Kanser Destek Tedavisinde Kullanımı**  
Editör: Prof. Dr. Handan AK
126. 2015 **Kanser Metabolizması**  
Editör: Prof. Dr. Hikmet Hakan AYDIN
127. 2015 **Tıp-Etik-Hukuk Boyutuyla Kürtaj**  
Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
128. 2016 **Hemşirelikte Etik Karar Verme**  
Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
129. 2016 **Tıp-Etik-Hukuk Boyutuyla Hospiz**  
Editör: Doç. Dr. Çağatay ÜSTÜN
130. 2017 **Mersin/Yaban Mersini Bitkisi Türleri ve Özellikleri**  
Editör: Prof. Dr. Eser YILDIRIM SÖZMEN
131. 2018 **Tıp-Etik-Hukuk Açısından Cinsel Suçlarda Tıbbi Kastrasyon**  
Editör: Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN
132. 2018 **Açık Kalp Cerrahisinde Anestezi ve Yoğun Bakım**  
Editör: Prof. Dr. Seden KOCABAŞ
133. 2018 **Geriatrik Sendromlarda Yeni Ufuklar**  
Editör: Uzm. Dr. Sumru SAVAŞ
134. 2018 **Sağlık Hukuku Kavramının Temel Boyutları**  
Editör: Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN
135. 2018 **Nöral Tüp Gelişimi ve Nöral Tüp Defektleri**  
Editör: Prof. Dr. Ayşegül UYSAL
136. 2019 **Venöz Tromboemboli ve Anestezi**  
Editör: Prof. Dr. Semra KARAMAN
137. 2019 **Luteinin Sağlık Üzerine Etkileri**  
Editör: Prof. Dr. Bülent KARABULUT
138. 2020 **Tıp ve Hemşirelik Tarihi Açısından Florence Nightingale'in Önemi**  
Editör: Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN
139. 2020 **Siroz ve Komplikasyon Yönetimi**  
Editör: Uzm. Dr. Ferit ÇELİK
140. 2020 **Gestasyonel Diyabete Multidisipliner Yaklaşım**  
Editör: Uzm. Dr. Aslı KILAVUZ
141. 2021 **Perioperatif Kan Transfüzyonu**  
Editör: Doç. Dr. İlikben GÜNÜŞEN
142. 2021 **Mikrobiyota İçimizdeki Evren**  
Editör: Prof. Dr. Özlem YILMAZ

143. 2021 **Glioblastomda Moleküler Mekanizmalar, Tanı ve Güncel Tedavi Yaklaşımları**  
Editör: Doç. Dr. Erkin Özgiray
144. 2021 **COVID-19 Pandemisinin Tıp, Etik ve Sosyal Alanlardaki Etkilerine Bakış**  
Editör: Prof. Dr. Çağatay ÜSTÜN
145. 2021 **Spontan Pnömotoraks ve Tedavisi**  
Editör: Prof. Dr. Ufuk ÇAĞIRICI
146. 2021 **Oküler Yüze ve Dermatolojik Hastalıklar**  
Editör: Doç. Dr. Melis Palamar ONAY
147. 2022 **Orbita Tümörleri**  
Editör: Doç. Dr. Melis PALAMAR ONAY

Ayın Kitaplarını;

[https://basimveyayinevi.ege.edu.tr/tr-15096/tip\\_fakultesi\\_ayin\\_kitaplari.html](https://basimveyayinevi.ege.edu.tr/tr-15096/tip_fakultesi_ayin_kitaplari.html)

linkinden ulaşabilirsiniz.

**Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayın Bürosu**

Tel : (0232) 390 31 03 e-mail: egedergisi35@gmail.com

# ROBOT YARDIMLI CERRAHİDE ANESTEZİ

Son 25 yılda laparoskopik cerrahi alanında büyük adımlar atılmış ve laparoskopinin kullanımının yaygınlaşmasıyla ortaya çıkan teknik kısıtlılıklar robotik cerrahi sistemlerin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Robotik sistemlerin cerrahi alanlarda kullanıma girmesi heyecan verici ve çok önemli bir teknolojik gelişim olarak karşımıza çıkmaktadır. Modern laparoskopik sistemlerin sağladığı iki boyutlu görüntünün aksine robotik sistemler üç boyutlu görüntü sağlamak ve derinlik hissi vermektedir.

Ayrıca robotik sistemlerin cerrahin fizyolojik hareket kabiliyetlerinin üzerine çıkılması, tremor filtrasyonu ve dokuda daha az hasar gibi avantajları bulunmaktadır. Robot yardımcı cerrahi sırasında farklı hasta pozisyonları, karbondioksit insüflasyonu ve özellikle öğrenme dönemindeki uzamış cerrahi sürelerinin yaratabileceği sorunlar nedeniyle anestezi yönetimi zorlayıcıdır. Bu kitapta robot yardımcı cerrahiler sırasında anestezi yönetimi ile ilgili temel bilgiler ele alınmaktadır.



ISBN 978-605-338-370-3



9 786053 383703

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ayın Kitapları Serisi