

# Kardiyovasküler Cerrahide Minimal İnvaziv Yaklaşım

## Minimally Invasive Approach in Cardiac Surgery: Review

Dr. Selim ERENTÜRK<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Kalp Damar Cerrahisi AD,  
İstanbul Üniversitesi  
Kardiyoloji Enstitüsü, İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 13.02.2009  
Kabul Tarihi/Accepted: 23.08.2009

*Bu çalışma,  
Türk Kalp Damar Cerrahisi Derneği  
10. Ulusal Kongresi (17-21 Ekim 2008,  
İzmir)'nde sunulmuştur.*

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Dr. Selim ERENTÜRK  
İstanbul Üniversitesi  
Kardiyoloji Enstitüsü,  
Kalp Damar Cerrahisi AD, İstanbul,  
TÜRKİYE/TURKEY  
selimerenturk@gmail.com

**ÖZET** “Minimal invazif kalp cerrahisi” kavramının temelinde; 1. Giriş yerini küçültmek, 2. Kardiyopulmoner pompa kullanmamak, vardır. İki işlem aynı anda da yapılabilir. 1967 yılında Kolesov’un gerçekleştirdiği pompasız-çalışan kalpte LIMA-LAD ameliyatı ile başlayan gelişmeler 1996-97 yılları arasında port-access yöntemleri, 1998 yılında Mohr ve Carpentier öncülüğünde gerçek, robot ile kapalı yöntemle MIDCAB operasyonları ile doruk noktaları yaşadı, bazı merkezler %100 e varan oranlarda çalışan kalpte bypass yaptıklarını bildirdiler. Minimal invaziv kalp cerrahisinde ne amaçlanmaktadır?; 1. Cerrahi travmanın azaltılması, 2. Kan kaybının azaltılması, 3. Ameliyat sonrası ağrının azaltılması, 4. İyileşme zamanının azaltılması, 5. Daha çabuk rehabilitasyon, 6. Daha iyi kozmetik görünüm, 7. Emosyonel, sosyal ve cinsel problemlerden kaçınma, 8. Enfeksiyon riskini azaltma, (pompa kullanmama nedeni ile) 9. Heparin-rebaund fenomeninden uzak durma, 10. Komplement aktivasyonunu önleme, 11. İmmün sistemin hasar görmesini önleme, 12. Kanın mekanik travmaya uğramasını önleme, 13. Reperfüzyon sendromundan kaçınma, 14. Nörolojik komplikasyonları azaltma, 15. Böbrek-akciğer hasarlarından kaçınma amaçlanmaktadır. İstemek iyi ama ya sorunlar? Bu çalışmada, minimal kalp cerrahisi sorunlarıyla birlikte ayrıntılı olarak ele alınmakta ve tartışılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kardiyak cerrahi prosedürler; koroner damar köprüleme, pompasız; göğüs cerrahisi, video yardımcı

**ABSTRACT** Minimally invasive cardiac surgery, principle of the subjects are minimize the access area and not to use cardiopulmonary pump. These two procedures can be done at the same time. Developments have been started with performing off-pump-beating heart LIMA-LAD bypass by Kolesov in 1967 and have reached its peak 1996-1997 port-access procedures and within closed procedures (MIDCAB) with real robots by leadership of Mohr and Carpentier in 1998. Some of the centers have reported ratio 100% beating heart bypass was done. What is purpose of minimally invasive cardiac surgery? 1. Reduce surgery trauma, 2. Reduce blood lost, 3. Reduce postoperative pain, 4. Reduce recovery time, 5. Early rehabilitation, 6. Successful cosmetic appearance, 7. Retreat of emotional, social and sexual problems, and (if beating-heart cardiac surgery) 8. Reduce infection, 9. Freedom of heparin-rebound phenomenon, 10. Prevention of complement activation, 11. Prevention of immun system instability, 12. Prevention mechanical trauma of blood cells, 13. Retreat of reperfusion syndrome, 14. Reduce neurologic complications, 15. Prevention of renal and lung malfunction, are been expected subjects. But, there are a lot of problems. In this study, minimally invasive cardiac surgery is discussed and argued by detailed problems.

**Key Words:** Cardiac surgical procedures; coronary artery bypass, off-pump; thoracic surgery, video-assisted

Türkiye Klinikleri J Cardiovasc Sci 2009;21(3):404-22

**K**imilerine göre kalp-damar cerrahisi alanında 21. yüzyılın en heyecan verici ve muhteşem gelişmesi, kimilerine göre de biraz fantezi biraz da ticari firmaların ve pazarın kar amacıyla abarttığı bir olay

olarak betimlenen “minimal invaziv kalp cerrahisinde” gerçek nerede duruyor?

Minimal invaziv kalp cerrahisi ile ilgili pek çok tanımlama, terim, kısaltma gündeme getirilmiş, yazılmıştır; MICAB, VATS, MIDCAB, TECAB, LAST, less invasive, off-pump, OPCAB, MICRO, BHTE-CAB, Endo-ACAB, beating heart, HCAB, AVIC, RACAB, port-access, MIHVIS, PMVS, PAVS, PCVS, on-pump, ONCAB, OPCARE.....

Bunların açılımı da yeterince karışıktır;

- Mini sternotomi
- Transvers sternotomi
- Mini torakotomi
- Minimally invasive direct coronary artery bypass (MIDCAB)
- Port-access, heart-port
- Robotically-assisted CAB,
- Computer-enhanced “robotic” cardiac surgery
- Totally endoscopic-robot enhanced
- On-pump beating-heart mitral valve surgery
- Off-pump CAB
- Working heart off-pump cardiac repair
- Off-pump MV repair
- Off-pump and no-CPB no-atriotomy MV repair, using the coapsy device
- Catheter-based interventions
- Percutaneous heart valve technology

En az travma ile yapılan kalp cerrahisi anlayışının temelinde;

1. Giriş yerini küçültmek,
2. Kardiyopulmoner pompa kullanmamak

vardır. Kuşkusuz kesi yerini küçültmek yalnızca cerrahi travmanın azalmasını sağlamaz, aynı zamanda görünen büyük cerrahi kesi yerinin hasta ve yakınlarında uyandıracak psikolojik ve estetik travmayı da azaltmaktadır. Kalp akciğer pompası kullanmamak ise iyi bilinen, pompanın zararlı et-

kilerinden kaçınmayı amaçlamaktadır. Her ne kadar kalp cerrahisinde kullanılan pompalarda;

1. Yüzey kaplama,
2. Mini devreler,
3. Santrifugal mini pompalar,
4. Lökosit filtrasyonu ve lökosit deaktivasyonu,
5. Adsorbsiyon teknolojisi,
6. Ultrafiltrasyon,
7. Biyosensörler,
8. Mikro ve nano teknolojisi, nanokarbonlar,
9. Pompanın zararlı etkilerini erken tespit etmek için serebral oksimetri gibi yeni uygulamalar,

gibi gelişmeler olmasına karşın, pompanın biyolojik yapı olmaması ve kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulamasının kan elementleri üzerine etkisi nedeni ile plazma enzim sisteminin aktivasyonu, vazoaktif maddelerin üretimi, protein denatürasyonu ve yabancı materyallerin girişi gibi olaylar meydana gelmektedir. Pompaya karşı inflamatuvar yanıtlar; özellikle akciğer, böbrekler ve nörolojik sistemde olmak üzere, postperfüzyon organ disfonksiyonlarına da yol açabilen ve iyi bilinen bir dizi ciddi hematolojik ve immünolojik reaksiyonlara yol açmaktadır.<sup>1</sup> Olguda “büyük” veya “küçük” cerrahi girişim ile birlikte koagülasyon, fibrinolizis ve inflamasyon olmak üzere üç yolda etkilenmeler ve değişimler olur. İşlem ne kadar “büyük” ise bu etkilenme de o kadar “büyük”tür.

Yapılan çeşitli çalışmalarda KPB kullanılmasına karşın sternotominin yapıp yapılmamasının bile bu değerlerde önemli farklılıklar oluşturduğu gösterilmiştir. İnflamatuvar reaksiyonları gösteren interlokin (IL) düzeyi ve “creatin phosphokinase (CRP)” düzeyinin, sternotomi yapılanlarda istatistiksel açıdan yüksek olduğu, yine  $\beta$ -thromboglobulin salgılanmasının ve F 1 2 üretiminin serbest Hb ve LDH’de yüksek olduğu, kompleman aktivasyonu, IL-10 düzeyinin ve platelet sayısının ise iki grupta da aynı olduğu saptanmıştır. Ayrıca sternotomi yapılmadığında doku faktörü salgılanmasında sınırlandırma ve kırmızı hücre travmasında azalma olduğu, sternumdan kanın sızması (oozing)’nın bile kan travmasını arttırdığı belirlenmiştir. Bunların

yanı sıra sternotomizis, küçük insizyonlu cerrahinin erken fazında nötrofil aktivasyonunda azalma, inflamatuvar durumda sınırlanma, daha iyi koagülasyon, daha az kan kaybı, daha az kan kullanımı, hastanede kalış süresinde kısılma olduğu bildirilmiştir. Her ne kadar küçük insizyonlu olgularda tam sternotomili olgulara nazaran daha iyi sonuçlar bildirilmiş olsa da KPB nedeni ile tam bir “minimal invaziv kalp cerrahisi”nden söz etmek pek doğru görünmemektedir. Eğer kalp cerrahisi sırasında ayrıca KPB’den de uzak kalınabilirse tam bir “minimal invazyon”dan söz edilebilir. İsimlendirme konusu kalp damar cerrahisi içinde tartışılmış ve “minimally invasive” teriminin “minimally invasive and innovative” terimi ile değiştirilmesi düşünülmüştür.

#### **KLASİK BİLGİLERE GÖRE KARDİYOPULMONER BYPASS'IN “ZARARLI” ETKİLERİ NELERDİR?**

KPB'nin endotelial olmayan yüzeyleri plateletleri aktive eder. Koagülasyon yolu ve fibrinolitik sistem aktive olur ve bu da postoperatif kanamaların en büyük nedenlerinden biridir. KPB sisteminin nonendotelize yüzeylerine platelet adezyonu ve aggregasyonu olması nedeni ile KPB sonrası %30-50 gibi önemli oranda platelet destrüksiyonu gözlemlenir. Plateletlerde sayısal azalma yanında kalitesinde de bozulma olmaktadır.

#### **KARDİYOPULMONER BYPASS'A BAĞLI İNFLAMATUAR YANIT**

Kalp cerrahisi ve KPB, inflamatuvar seri-reaksiyonların kompleks ilişki ağını aktive etmektedir. Oluşan mediatörler damar geçirgenliğini arttırmakta ve aktive olan lökositler damar endoteliumuna yapışmaktadır. KPB sırasında sitokinler üretilmekte ve bunlar dolaşımdaki endotoksinlerin göstergelerindedir. KPB sonrası nötrofil fonksiyonu bozulmaktadır. Nötrofil kemotaksisi, fagositozis ve intraselüler digestion azalmaktadır.<sup>2</sup> KPB genel immünolojik savunma mekanizmasını değiştirmekte, vücut savunması ve enfeksiyon arasındaki dengeyi bozmaktadır.

KPB ve kalp cerrahisi endokrin sistemde patofizyolojik etkilere yol açmaktadır. Cerrahi stres, hipotermi, hemodilüsyon ve non-pulsatil akım stres

hormonlarının salgılanmasına neden olmaktadır. KPB sonrası dolaşan katekolaminlerin 2-10 kez daha fazla arttığı rapor edilmiştir.<sup>3</sup> Kalp cerrahisi sırasında endokrin değişimler mikrosirkülasyonu, pıhtılaşma mekanizmasını ve immün sistemi kötü etkilemektedir.

Postoperatif kardiyak morbiditenin perioperatif sistemik inflamatuvar yanıt ile ilişkisi olduğu bilinmektedir. Akciğerler, beyin, böbrekler KPB sırasında inflamatuvar yanıtın öncelikli hedefleri arasındadır. Bunun yanı sıra çeşitli bulgular KPB sırasında sitokin salgılanması ile miyokardiyal fonksiyonun etkilendiğini göstermektedir. TNF negatif inotropik etkiyi provoke etmekte ve postiske-mik miyokardiyal stunning fenomeninde rol oynayabilmektedir.<sup>1</sup>

Kalp cerrahisi sonrası akciğer disfonksiyonu morbiditede önemli bir faktördür. Akciğer disfonksiyonunda anestezi, KPB ve cerrahi travma gibi pek çok etken rol oynamaktadır. KPB sırasında komplement aktivasyonu, oksijen serbest radikallerinin salgılanması, proteas, lökotrien ve diğer sitokinlerin salgılanması ile seyreden inflamatuvar yanıt ile alveolar-arteriyel oksijen gradienti artmaktadır. Bununla birlikte, Cox ve ark. KPB kullanılan ve kullanılmayan olgularda benzer bozulmanın olduğunu bildirmiş ve pulmoner disfonksiyonun KPB dışında da pek çok faktörden etkilendiğini belirtmişlerdir.<sup>4</sup>

Kalp cerrahisi sonrası nörolojik sekel ciddi morbiditeye, hastane süresinin uzamasına ve ciddi hastane giderlerine yol açmaktadır. Koroner arter cerrahisi sonrası olgularda beklenen “stroke” %2-3 oranındadır. Bununla birlikte kalp cerrahisinden dolayı değişik derecelerde nörofizyolojik etkilenme %50 civarındadır. Shaw ve ark. klasik yöntemle yapılan kalp cerrahisi sonrası %1.1 olguda “stroke”, %61 olguda yeni, primitif refleksler, hipostezi gibi nörolojik bozulmalar, %79 olguda nörokognitif performansta düşme saptamışlardır.<sup>5</sup> Beyin hipoperfüzyondan en çok etkilenen organdır.

Ekstrakorporal sirkülasyon boyunca mikroemboliler görülmektedir. Bunların kaynağı hava partikülleri, aterosklerotik plak, lipid globülleri,

platelet agregatları, yabancı materyal parçacıkları ve kalsiyumdur. KPB’de membran oksijenatörler ve arteriyel hattın mikrofiltrasyonu emboli riskini azaltmakta ama ortadan kaldırmamaktadır. Serebral ödem KPB’nin tüm vücut inflamasyonu ile ilişkilidir.

Kalp cerrahisi sonrası gastrointestinal ve renal disfonksiyon çeşitli faktörlerden dolayı olabilir. Kalp cerrahisinde KPB sonrası %30 olguda renal bozulma olmaktadır, ancak bunların %1-5’i diyaliz gerektirmektedir. Gastrointestinal sistem (GİS) komplikasyonları ise %1’den daha azdır.

KPB’nin sistemik inflamatuvar yanıtının zararlı etkilerini azaltmak için pek çok girişim yapılmaktadır. Bunlardan kortikosteroid verilmesi uzun yıllar çalışılmıştır ve steroidin aynı zamanda endotoksinlerin salgılanmasını desteklemesi nedeni ile halen tartışmalıdır.

Ekstrakorporal dolaşım hatlarının biyo-kompatilitesinin artırılması inflamatuvar yanıtın azaltılmasında yararlıdır. Bununla birlikte heparinlenmiş hatlarla heparin dozunun azaltılmasının iskemik miyokard hasarını azalttığı gösterilmiş olmasına karşın KPB sırasında sitokin salgılanmasına etki etmemektedir.<sup>6</sup>

KPB sırasında hemofiltrasyon yapılması IL-6 ve TNF- $\alpha$  düzeyinde azalma sağlamaktadır. Bununla birlikte KPB’nin reperfüzyon fazında lökosit filtrasyonu ile dolaşan lökosit sayısını azaltmanın komplement-kaynaklı anafilotoksinlerin, IL-6 ve IL-8’in düzeyinde etkisi yoktur.<sup>1</sup>

## GÜNÜMÜZDE MİNİMAL İNVAZİV GİRİŞİMLER

1. Küçük insizyonlu KPB kullanılan operasyonlar,
2. KPB kullanılmadan gerçekleştirilen operasyonlar,
3. Kombine kardiyak operasyonlar olarak üç ana başlık altında değerlendirilebilir.

Önceki yıllarda hayal olarak düşünülen pek çok girişim cerrahi deneyimlerin artması, bilgilerin gelişmesi ve teknolojik gelişmeler ile birlikte gerçekleştirilmiştir ve gelişmeler hızla ilerlemektedir. Girişimsel kardiyoloji ve radyolojinin kalp-damar cerrahisinin sınırlarını zorlamış ve hatta

bazı ülkelerde sınırları aşmış olmasının karşısında cerrahinin klasik yöntemlerle sınırlı kalması ve duraklaması düşünülemezdi. Günümüzde artık bu sınırların ne olduğu ya da sınırların olup olmadığı ciddi bir şekilde tartışılmakta ve çeşitli “kombine” uygulamalar gündeme gelmektedir. Elli yıl önce kalp cerrahisinde bir devrim olarak değerlendirilen, Gibbon tarafından geliştirilen KPB aleti ile gelişen kalp cerrahisinde geline aşama nedir ve ne tür gelişmeler öngörülebilir?

1967 yılında Kolesov’un KPB kullanmaksızın gerçekleştirdiği LIMA-LAD bypass ameliyatı ile başlayan “minimal invaziv” (off-pump) yaklaşımlar, 1990’lı yıllarda video-görüntüleme sistemlerinde ve endoskopik aletlerde gelişmeler ile birlikte; 1996’da video yardımcı operasyonlar; 1998’de Carpentier ve Mohr’un geliştirdikleri “gerçek robot” ile kapalı yöntemle MIDCAB operasyonlarının gerçekleştirilmesini sağlamış ve bu cerrahi yaklaşımlar tüm dünyada yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Günümüzde 200’den fazla merkezde robot yardımı ile kalp cerrahisi yapılmaktadır ve bazı kalp cerrahisi merkezlerinde %100’e varan oranlarda KPB kullanmaksızın (off-pump) koroner bypass operasyonları bildirilmeye başlanmıştır.<sup>7,8</sup> Özellikle kalp kapak cerrahisinde minimal invaziv girişimler, görüntüleme yöntemlerindeki önemli gelişmelerle birlikte kapak hemodinamisinin ve yapısının daha iyi anlaşılması ve yapılan işlemin sonucunun daha iyi test edilebilmesi kolaylığıyla kalp kapak tamir yöntemlerini de geliştirerek hızla ilerlemiştir.

Ülkemizde 1997 yılında bu derlemenin yazarı tarafından İstanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsünde “inferior sternotomi ile çalışan kalpte bypass ameliyatı” yapılmış ve LIMA-LAD bypass’ı gerçekleştirilmiştir. Yine 1997 yılının ilk yarısında yazarın da cerrah olarak katıldığı bir operasyonla Avrupa’da ilk kez “Heart-Port” yöntemi ile video-endoskopi yardımıyla mitral kapak operasyonu, OLV Hastanesi, Belçika’da gerçekleştirilmiştir.

Chitwood, minimal invaziv ve robotik kalp cerrahisindeki gelişmeleri 4 aşamada değerlendirmektedir:<sup>9</sup>

■ **Aşama 1: Direkt görüş;** kısa insizyon (10-12 cm insizyon); ministernal, parasternal insizyonlar,

intraaortik balon oklüzyon yöntemi (Stanford grubu 1997)

■ **Aşama 2: Video-yardımlı;** mikro (4-6 cm insizyon); video-yardımlı MV tamiri (Carpentier 1996), üç boyutlu videoskop, kalp içinde mini kamera.

■ **Aşama 3: Video ile ve robot-yardımlı;** Mikro veya ulaşım yolu (1 cm) insizyonu; the Aesop (1997 Mohr) “solo mitral surgery”.

■ **Aşama 4: Telemanipulation ve robotik; ulaşım yolu (1 cm) insizyonu;** Da Vinci robot ile “True robotic MV operations” (1998 Carpentier ve Mohr). Zeus system ile Grossi.

Kalbe geleneksel yaklaşım yolu olarak kullanılan tam sternotomi yerine yapılacak cerrahi işlem yerine göre, alt veya üst parsiyel sternotomiler, medyan transvers sternotomi, sınırlı torakotomiler gibi küçük insizyon arayışları özellikle son yıllarda hızlanmıştır. MIDCAB, özellikle LAD arteri ve/veya dallarındaki darlık nedeni ile oluşan iskemik kalp hastalığı olgularında, sternotomi yapılmadan küçük sol anterior torakotomi yoluyla gerçekleştirilmiştir. Port-access yöntemi ile yapılan cerrahisinde ise küçük insizyonun yanı sıra femoral arter ve ven kanülasyonu ile KPB ve kardiyak arrest sağlanarak endoskoplar yardımıyla kalp ameliyatı gerçekleştirilmektedir. Özellikle mitral ve/veya triküspid kapak ameliyatlarında, atriyal kitle, ASD kapatılması, İHSS gibi operasyonlarda kullanılmıştır. Çalışan kalpte bypass operasyonu (off-pump) ise özünde KPB yöntemini ve kalp-akciğer pompasını kullanmamayı tanımlamaktadır. Bu işlem tam sternotomi yoluyla veya küçük insizyonla yapılabilmektedir. “Robot-Assisted Coronary Bypass (RACAB) ve “Totally Endoscopic Coronary Bypass (TECAB) kalp cerrahisinde günümüzdeki son gelişmelerdir. Sternotomi yapılmaz, yalnızca robot kolları, endoskopik kamera, ekartör giriş delikleri açılır. Eğer KPB kullanılacaksa kanülasyon femoral arter ve ven yoluyla yapılır, intraaortik balon klemp veya transtorasik aort klemp yoluyla aort klempe edilir. Cerrahi işlem giriş deliklerinden geçirilen robot kollarını işlem sahmasını kameranın aktardığı yüksek kaliteli ve üç boyutlu görüntüleri monitörden izleyen, ellerini

robot kollarına bağlı özel aletlere yerleştirerek kullanılan cerrah tarafından gerçekleştirilmektedir.

2003'te yapılan “Cardiovascular Roundtable Analyses” de 1990'dan 2001'e gelindiğinde “percutan coronary intervention (PCI)” da (anjyoplasti +/- stent) %86 artış olur iken, koroner bypass operasyonlarında artışın yalnızca %15 olduğu ve ilaç kaplı stentlerin bu farklılığı arttırdığı değerlendirilmiştir. Her ne kadar çoklu koroner arter hastalıklarında ilaç kaplı stentler konusunda özellikle Barselona'da yapılan Kardiyoloji Kongresi'nden sonra sorular, sorunlar ve şüpheler sıklıkla gündeme gelmiş olsa da, PCI'daki artışı çok fazla etkilemeyeceği düşünülmektedir. Bu nedenle cerrahi invazyonu, travmayı daha fazla azaltmak ve bunu sonuçlara yansıtarak bilimsel ve klinik olarak göstermek ve kamuya da sunmak gereklidir. Elbette olguların sağlığı yalnızca bir “pazar ve gelir elde etme olayı” değildir. Özellikle gelişmiş ve insanları bilinçli ülkelerde tedavide yarış ve teknolojik gelişmeler, olguların daha kaliteli ve sonuç veren sağlık hizmetini alması konusunda olmakta ve sistem öncelikli olarak olguları korumayı temel almaktadır. Günümüzde kalp cerrahisinin gelişmelerden uzak durması düşünülemez. Arteriyel greftlerin kullanılması, mekanik stabilizatörlerdeki gelişmeler, hemodinamik komplikasyonları önlemedeki gelişmeler ve hatta proksimal anastomoz cihazlarındaki gelişmeler ile birlikte çalışan kalpte kalp cerrahisi yöntemi daha önceleri tek tük merkezlerde yapılır iken, günümüzde CTSNet editörlerinin 2003 yılında 1.200 yayından yola çıkarak belirttikleri gibi, dünya çevresinde yüzlerce merkezde hem de tam arteriyel revaskülarizasyon olarak gerçekleştirilmektedir ve artık onbinlerce olguyu içeren sonuçlar yayınlanmaktadır.<sup>10-12</sup> 2003'te ABD'de %15 olarak saptanan “off-pump” teknikleri kullanılmasının 2008'de iki katından daha fazla artacağı öngörülmüştür. TECAB'ın koroner hastalıklarında yaygın kullanımı belki distal anastomotik yöntemlerin geliştirilmesi, cerrah eli-robot kolu ileti ve reaksiyon zamanının kısaltılması, ekonomik giderlerin azaltılmasına kadar gerçekleşmeyecektir, ama günümüzde robotik cerrahi mitral +/- triküspid kapak operasyonlarında pek çok merkezde yaygın olarak kullanılmaktadır.



Ayrıca greftlerin hazırlanması, aort damarı işlemleri gibi “kutsal kutu” işlemleri dışında da minimal invaziv girişimler yaygın olarak kullanılmaktadır.

### ÖZET OLARAK, NEDEN MİNİMAL İNVAZİV CERRAHİ İÇİN ÇABA HARCANMAKTADIR?

1. Cerrahi travmayı azaltmak için,
  2. Kan kaybını ve kan kullanımını azaltmak için,
  3. Postoperatif ağrıyı azaltmak için,
  4. Postoperatif komplikasyonları azaltmak için,
  5. İyileşme zamanını kısaltmak için,
  6. Daha çabuk rehabilitasyon için,
  7. Daha iyi kozmetik görünüm için,
  8. Postoperatif hasta olma duygusunu, depresyonu ve psikolojik travmayı azaltmak için,
  9. Karşı cinsle ilişkilerde (cinsel, duygusal) daha rahat olabilme, sorun yaşamama için.
- İşin içine KPB'nin kullanılmaması da girerse;
10. Heparin-rebaund fenomeninden uzak durma için,
  11. Kompleman aktivasyonundan kaçınma için,
  12. İmmün sistem bozulmasını azaltmak için,
  13. Kanın mekanik travmaya uğramasını azaltmak için,
  14. Reperfüzyon sendromundan uzak durmak için,
  15. Nörolojik, vizüel, hafıza ve entelektüel defisitleri azaltmak için,
  16. Böbrek, akciğer, miyokard, GİS hasarlarını azaltmak için,
  17. Enfeksiyon riskini azaltmak için.

### İSTEMEK İYİ, AMA YA SORUNLAR?

- Cerrahın büyük insizyon, büyük eksplorasyon ve durmuş kalp ile olan rahatlığı ne olacak?
- Cerrahi görüş sahası sorunu?
- Uygulama alanının stabil ve temiz olması nasıl sağlanacak?
- Oluşabilecek hemodinamik sorunlar nasıl giderilecek?
- Teknik güçlüklerin üstesinden nasıl gelinecek?

- Yapılan işlem “kaliteli” olacak mı?
- Çalışan kalpte iyatrojenik iskemi yaratılacak ve bu da sorunlara yol açacak mı?
- Olguya zarar verme olasılığı?
- Ek teknoloji ve alet gereksinimi?
- Maliyet?
- Verimlilik sorunu? (Yeterli hasta potansiyeli var mı? Öğrenme süresi? Artan maliyet? Değer mi?)
- Deneyim sorunu?

Cerrahi deneyim arttıkça ve teknolojik gelişmeler bunu destekledikçe daha küçük insizyon yoluyla en az tam sternotomi yapılan kalp ameliyatlarındaki kadar başarılı olduğu pek çok büyük serili ve randomize çalışmada bildirilmiştir. Ayrıca endoskopik cihazların ve görüntüleme yöntemleri yardımıyla özellikle kapak ameliyatlarında kapak altı yapılar, kapağın durumu çok daha iyi görülebilmiş ve daha incelikli kapak tamirleri yapılabilmıştır. Sternum iyileşme sorunları ve enfeksiyonları, sternumdan sızma şeklinde kanamalar, göğsün orta yerinde 15-18 cm'lik büyük bir kesi yeri izi ve bunun oluşturduğu estetik-sosyal-psikolojik sorunlar giderilebilmiştir. “American College of Cardiology (ACC)/American Heart Association (AHA)”ın koroner bypass operasyonu ile ilgili 1999 rehberinde sternotominin tamamen iyileşmesi için 6-12 haftanın gerekli olduğu ve %0.5-4 enfeksiyon riskinin olduğu belirtilmiştir.<sup>13</sup> Bu bulgular olgunun erken rehabilitasyonu, aktif yaşantısına dönmesi, hastane süresinin kısalması ve olguya daha yararlı olarak aynı zamanda giderleri azaltma yolunda bize bir fikir vermektedir.

### İNSİZYONUN KÜÇÜLTÜLME GİRİŞİMLERİ VE MİNİMAL İNVAZİV DİREKT KORONER BYPASS

Koroner arter cerrahisinde kesi yerinin küçültülmesi, özellikle Nisan 1996'dan itibaren sol anterolateral, 4. interkostal aralıktan (ICA) 3 cm'lik kesi yerinden LAD-LIMA anastomozu operasyonu (MIDCAB) olarak yaygın şekilde kullanılmış, insizyonun biraz genişletilmesi ile diagonal koroner arter dalına da ulaşılabilmiştir. İnférieur mini sternotomi ile LAD, RCA ve dallarına ulaşılabilmiş ve sağ gastroepiploik arter veya yarı hazırlanmış LI-

MA greft olarak kullanılmıştır. Bunların yanı sıra sağ anterio mini torakotomi ile RIMA-RCA, sol lateral midi torakotomi ile IM, Cx, OM, sol üst 6. ICA'ya uzanan kısmi sternotomi ile LAD, Diagonal IM anastomozları yapılmıştır. Daha sonraları endoskop ve robotların gelişimi ile kesi yeri 1 cm'e indirilerek robot ile LIMA'nın hazırlanması, direkt olarak kesi yerinden çalışan kalpte LIMA-LAD anastomozu yapılması ya da tamamen kapalı yöntemle çalışan kalpte LAD-LIMA operasyonları çeşitli merkezlerde yapılmaya başlanmıştır.

Kalp kapak cerrahisinde ise üst kısmi sternotomi ile mitral ve aort kapak, alt kısmi sternotomi ile mitral ve triküspid kapak, 3. ICA'dan transvers sternotomi ile mitral, aort, triküspid, sağ anterior mini torakotomi ile aort kapak ve çıkan aort ameliyatları yapılmıştır. Ocak 1996'da Cleveland Clinic'den Cosgrave'nin geliştirdiği median transvers sternotomi yöntemi ile çok sayıda operasyon yapılmış olmasına karşın LIMA ve RIMA'nın riske girmesi nedeni ile çok fazla yaygınlık kazanmamıştır.<sup>14</sup> Kısmi üst sternotomi (minimal Access J-Sternotomi) yoluyla aort kapağı operasyonu uygulama kolaylığı nedeni, cerrahi travmanın, insizyonun ve ağrının azaltılması, hastanede kalış süresini kısaltması gibi yararları nedeni ile yaygın olarak kullanılmıştır. Küçük cilt insizyonu + tam sternotomi yöntemi de göğsün ortasındaki görünen büyük kesi yerini küçültmek ve bunun psikolojik-estetik yararları nedeni ile uygulanan yöntemler arasındadır. Konjenital defektlerde defekt yine uygun küçük kesi yerleri kullanılarak tamir edilmiştir. 1990'lı yılların ikinci yarısından itibaren video görüntüleme sisteminin, perkütan ve endoskopik aletlerin gelişimi ile beraber "port-access (delik ulaşım)" kalp cerrahisi yöntemleri kullanımı hız kazanmıştır. 1997'de Stanford Grubu'nun geliştirdiği mini sağ torakotomi + femoral kanülasyon yöntemi pek çok merkezde rutin kullanılmama başlanmış ve büyük seriler yayınlanmıştır.

Minimal invaziv kardiyak girişimler ve endoskop kullanımı yalnızca kardiyak değil, torasik girişimler ve koroner bypass için greft hazırlanmasında da kullanılmıştır. Böylece ITA hazırlanmasında olduğu gibi safen ven ve radial arter greftinin de hazırlanması aşamasında endoskoplar, ışıklı retrak-

törler kullanılıp tünel yöntemi uygulanarak büyük kesi yeri yapmaktan kaçınılmaya çalışılmıştır. Doğal olarak safen ven veya radyal arterin kullanılması gerekliliği durumunda bunların proksimal anastomozunun yapılacağı yer konusu bir sorundur ve in situ LIMA veya RIMA veya RGEA üzerine proksimal anastomozun yapılması ve T, Y, X grefti şeklinde kullanımlar aortik manipülasyon, eksplorasyon ve emboli riski nedenleri ile daha yararlı gibi görünmektedir. Özellikle arteriyel greft kullanımında ardışık uygulamalarda akım yetersizliği sorununun yaşanmadığı belirlendiği için böyle uygulamalar tercih edilebilir. Endoskop yardımıyla IMA hazırlanması ise yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamaların yanı sıra kalbin ön yüzündeki LAD ve dallarına MIDCAB yöntemiyle bypass, ulaşılamayan bölgelerindeki koroner damara (örneğin; Circumflex ve dalları) anjiyoplasti +/- stent şeklinde kombine uygulamalar (hibrid işlem) da kullanım alanı bulmuştur.<sup>15</sup>

Ancak yine de MIDCAB sınırlı sayıda olguda kullanılabilir;

1. Küçük insizyondan ulaşılabilecek şekilde koroner arter darlığı olan ve anjiyoplasti +/- stente uygun olmayan olgular,

2. KPB kullanımının çok riski olduğu için kullanılmaması gereken, anjiyoplastiye uygun olmayan ve yetersiz revaskülarizasyonu tolere edebilecek olgular.

MIDCAB adayı olabilecek olgular çoğunlukla tek damar olguları olduğu için ve tek damar olgularında anjiyoplasti +/- stent uygulamaları başarıyla gerçekleştirildiği bilindiğinden dolayı bu cerrahi yöntemi uygulanan olgular öncelikle anjiyoplasti +/- stent uygulanan olgularla karşılaştırılmıştır.

■ **Meta-analiz:** Beş randomize deneme, 711 olgu 380 stent (1 deneme ilaç kaplı stents), 331 MIDCAB), takip: 2.3 yıl, mortalite, stent grubunda 12, MIDCAB grubunda 15. miyokard infarktüsü (Mİ), 14'e karşı 10. İlaç kaplı stent çalışması dışarıda bırakılırsa mortalite, MI ve repeat revaskülarizasyon PCI grubunda istatistiksel olarak belirgin yükseliyor. Bare metal stentler MIDCAB arasında overall mortalite ve Mİ benzer, yeniden revaskülarizasyon MIDCAB grubunda düşük.<sup>16</sup>

■ **Meta-analiz:** Sekiz randomize deneme (1.110 olgu; ortalama takip: 2.1 yıl ve 9 gözlenen çalışma, (12.209 olgu, ortalama takip 3 yıl. MID-CAB MACE'yi, mortaliteyi, Mİ oranını ve anjinayı azaltır.<sup>17</sup>

■ **Meta-analiz:** Altı deneme, 989 olgu. Beş çalışmada bare metal, 1 çalışmada sirolimuseluting veya paklitaksel-eluting stent. Minimally invasive OBCAB grubunda anjina tekrarı, "major adverse coronary events" istatistiki olarak belirgin bir şekilde daha az, "event-free survival" 1-5 yılda belirgin bir şekilde yüksek. Altı ayda koroner darlığı olasılığı düşük, hastanede kalış süresi belirgin şekilde yüksek. Mortalite, Mİ, stroke benzer.<sup>18</sup>

■ **Hibrid:** 47 olgu. LAD'ye torakoskop yardımıyla LIMA bypass, off pump, diğer damara sirolimus veya paklitaksel stents. On sekiz ay takip, kontrol anjiyografi %100 (Fritzgibbon A + B). Mortalite, Mİ, nörolojik problem, yara komplikasyonu yok.<sup>19</sup>

#### ÇALIŞAN KALPTE, TAM KORONER REVASKÜLARİZASYON

Özellikle yetersiz revaskülarizasyon yapma riski Herman Rechensturner'in şu sözlerini akla getirmektedir; "We must be very careful not to lose the maintain advantage of surgical coronary procedures: The quality and long-term patency." Cerrahi koroner işlemlerdeki temel hedef olan kalite ve uzun süre açıklık olgusunu yitirmemek için çok dikkatli olmalıyız." KPB'nin iyi bilinen zararlı etkileri, aortik manipülasyondan kaçınmanın faydaları ve cerrahiye verilen olguların genel olarak çoklu koroner arter darlıkları olan, çok hasarlı veya yeni revaskülarizasyon gerekliliği gösteren olgular olması ve bu olguların tam koroner revaskülarizasyon zorunluluğu gerektirmeleri nedeni ve kalp stabilizatörlerinde ve teknik yöntemlerde gelişmeler de göz önüne alınarak, sternotomi yapmama isteğinden feragat edip pompa kullanılmayı daha önemli olarak gören çalışan kalpte bypass operasyonları yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Mekanik stabilizatörler daha az travmatik, daha esnek, daha kompleks, hareket edebilen, üzerine hava üfleme ya da aspiratör eklenebilen, dikişlerin üzerine monte edilebildiği hale getirilmiştir. Kalbin arka ve yan duvarlarındaki koronerlere bypass yapabilmek için

vakumlu pozisyon verdirici aletler (Starfish®, X-Pose®, gibi) daha az travmatik hale getirilmiş ve histopatolojik bulgular incelenmiştir ve bu vakumlu ayakların oluşturduğu kontrollü negatif basıncın önemli bir miyokard hasarı yapmadığı anlaşılmıştır.<sup>20</sup>

Posterior perikarda konan bir veya iki askı dikişi ile kalbin aort etrafında öne doğru rotasyonu eksplorasyonun daha iyi olmasını sağlar. Koroner bypass işlem sahasının kansız hale getirilmesi filtrelenmiş oda havası, karbondioksit veya oksijen üflenerek (CO<sub>2</sub> ve oksijenin riskleri olduğu için oda havasını tercih edenler çoğunluktadır) veya mini aspiratör kullanılarak ya da bulldog klemp veya serum ile yıkamayla sağlanmaktadır. Koronerin açılmasından sonra kan akımını bazı merkezler silikon ipliklerle durdurmuşlar, bazı merkezler "shunt" kullanmayı tercih etmişlerdir. Bazı merkezler ise koroner tıkaçıcılar ile deneysel çalışmalar yapmaktadırlar.

Ancak operasyonu kolaylaştırmak için kullanılan bu gereçlerin ve yöntemlerin de zararlı etkileri olduğunu gözden kaçırmamak gerekir. Lin ve ark.<sup>21</sup> çalışan kalpte bypass uygulaması sırasında koroner arterin oklüde edilmesinin endotel hasarı ve miyokardiyal iskemi oluşturduğunu, reperfüzyon döneminde ventriküler aritmiler için zemin oluşturan endotel hücre şişmeleri, ödemler, spazmlar, trombosit yapışmasında artış olduğunu bildirmişlerdir. Gandra ve ark.<sup>22</sup> ise koroner oklüzyonun 4-5 dakikayı aşması durumunda aritmilerin görülebileceğini, 10-20 dakikada reversibl, bu süreyi aşarsa irreversibl bozulmalar olduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle "shunt" kullanılmayan olgularda anastomozu hızlı yapmak son derece önemlidir. Zaman sınırlamasının baskısından kurtulmak ve iskemi riskini azaltmak isteyenler intrakoroner "shuntlar" kullanmışlardır. İntakoroner "shunt" kullanımının postoperatif troponin salgılanmasını ve miyokard hasarını azalttığını bildiren çalışmalar vardır.<sup>23</sup> Ancak elektron mikroskopu ile yapılan çalışmalarda, "shunt" ın belirgin endotelial hasar yarattığını ve bu nedenle seçici olarak kullanılmak gerektiğini ve bunun yanı sıra silikon iplik oklüzyonunun da belirgin endotelial hasar yarattığını gösteren bazı çalışmalar da vardır.<sup>24</sup> Koroner çapla



tam uyumlu “shunt” larda endotel hasarının daha fazla olduğu, bu nedenle küçük çaplı “shunt” kullanılması önerilmiştir<sup>24</sup> ancak başka çalışmalarda da küçük çaplı “shunt” ın sifon etkisiyle uzak bölgede iskemi yaratma riskinin olabileceği ve aşırı kan kaybının söz konusu olabileceği de bildirilmiştir.<sup>22</sup> Geçici koroner oklüzyonu için oda sıcaklığında arteriyotomi içine enjekte edilen ve böbrekle atılan reversibl termosensitiv jel olan poloksemer 407'nin kullanılmasının yararlı olabileceği, ancak bunun henüz rutin kullanılacak düzeyde olmadığı bildirilmiştir.<sup>25</sup> Tüm çalışmalar değerlendirildiğinde koroner arter kesisi sonrası miyokard iskemisi oluşturmadan, kansız ve stabil bir işlem sahası elde edebilmek için koronere göre bir ölçü küçük “shunt” kullanmak ve hava üfleyerek veya düşük basınçlı mini aspirasyonla kanı temizlemek ve mümkün olduğunca kısa sürede anastomozu yapmak en uygun yöntem gibi görünmektedir.

Doğal olarak gelişmeler yalnızca yardımcı araçlar açısından olmamış, cerrahi ve anestezi ekiplerinin bir takım çalışması ile oluşabilecek hemodinamik sorunlar ve komplikasyonlar en aza indirilmeye çalışılmıştır. Bunlar nelerdir?:

1. Kalp-akciğer pompası ameliyathanede hazır durumda bulundurulmakta ve çalışan kalp cerrahisinde deneyimli ekiplerin ameliyathanede hazır bulunması sağlanmaktadır.

2. TEE ve çeşitli yöntemlerle hemodinamik parametreler ve kalbin performansı operasyon süresince sürekli kontrol altında tutulmaktadır ve gerektiği takdirde yardımcı dolaşım sistemleri sağlanabilecek durumda hazır olunmaktadır.

3. Aşırı stres ve hipotansiyon önlenmektedir ve gerektiği durumda hasta trendelenburg pozisyonuna alınmakta, sıvı desteği sağlanmaktadır. Vazokonstriktörler doku perfüzyonunu bozduğu için mümkün olduğunca kullanılmaması uygundur.

4. Miyokardın iskemiden korunması için hızlı anastomoz yapabilme konusunda deneyimli olma ve “shunt” kullanmanın yanı sıra kalbin farmakolojik stabilizasyonu konusunda pek çok çalışma yapılmıştır;

a. Miyokard oksijen tüketimini azaltmak devamlı metabolit birikmesini önler. Bunun için es-

molol gibi özellikle kısa etkili beta-blokerler oldukça yararlıdır ve yaygın kullanılmaktadır.

b. “Afterload”ın azaltılması da miyokardın yükünü azaltmada etkilidir.

c. İyatrojenik iskemi öncesi kalsiyum antagonistlerinin kullanılması iskemi reperfüzyon hasarını önlemede etkilidir. Bu kalsiyum antagonistlerinin negatif inotrop ve kronotrop etkileri, antioksidan etkileri, nitrik oksit sentezinde oynadıkları rolleri vasıtasıyla olur.<sup>26</sup>

d. Negatif inotrop ve kronotrop etkileri olan, koroner vazodilatatörü olan ve bolus uygulama (0.2-0.4 mg/kg) ile 5-15 saniye kadar asistoli oluşturabilen adenozinin miyokard koruyucu etkisi olduğu ve çalışan kalp cerrahisi (ÇKC)'nde kullanılmasının yararlı olduğu bildirilmiştir.<sup>27</sup> ÇKC sırasında adenozin ve/veya diğer ilaçların eklenerek kontrollü perfüzyon yapılabilmesi için bir mikropompa geliştirilmiştir. Ancak mekanik stabilizatörlerin geliştirilmesi ile adenozin gereksinimi pek kalmamıştır.

e. Nötrofillerin infiltrasyonu veya monoklonal antikorların kullanılması infarkt sahasını küçültülebilir.

f. Lökosit aktivasyonunu önleyecek önlemler alınması (yabancı cisim kontakt aktivasyonundan kaçınma, cell saver kullanmama vb.) yararlıdır. Lökosit aktivasyonunun ve proinflamatuar stokinlerin baskılanması amacıyla steroid uygulanabilir.<sup>8</sup>

g. Kalbin iskemiyeye toleransını arttırmak için mekanik veya adenozin ile farmakolojik “preconditioning” yapılabilir. “Preconditioning” iskemi sırasında yüksek enerjili fosfat yıkımını ve metabolit birikimini azaltır.

h. Reperfüzyon hasarında anahtar rol oynayan serbest oksijen radikallerinin uzaklaştırılması ve antioksidan kullanılması yararlı olabilir.<sup>26</sup>

i. ÇKC'de bölgesel hiperkoagülabilité durumu olur. Bu nedenle ek antitrombotik tedavi yararlı olabilir.<sup>28</sup>

j. Koroner damarların oklüde edilmesi ve kalp manipülasyonu sırasında oluşabilecek hemodinamik kollapsa karşı hemodinamik destek için minyatürize aksial-akım pompaları geliştirilmiştir.

k. ÇKC sonrası klopidogrel kullanımının orta dönem sonuçları olumlu etkilediği bildirilmiştir.<sup>23</sup>

ÇKC sırasında oluşabilecek komplikasyonların giderilebilirliği anlaşıldıktan, yeni stabilizatörler ve cerrahi aletler geliştirildikten ve tam koroner revaskülarizasyonları başarıyla gerçekleştirilebileceğinden emin olunduktan sonra bu yöntem pek çok merkezde yaygın olarak kullanılmış ve hatta bazı merkezler %100'e varan oranlarda ÇKC yaptıklarını bildirmişlerdir.<sup>8,9</sup> Yapılan işlemin "kalitesi" ve en az geleneksel yöntemler kadar başarılı olup olmadığını saptanması için de geniş serili anjiyografik kontroller ve büyük ve randomize karşılaştırmalı çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan en büyük ve önemlilerinden biri ACC/AHA standartlarında yapılan ve 2005'te yayınlanan ÇKC ve geleneksel yöntemle yapılan koroner arter ameliyatlarının karşılaştırılması ile ilgili yaklaşık 30 bin olguyu içeren meta-analizdir. Bu çalışma karışık riskli grup ve yüksek riskli grup olarak iki grubu ele almıştır ve karışık riskli grupta 37 randomize klinik çalışma (3.369 olgu) ve non-randomize çalışmaları içeren iki meta-analiz, yüksek riskli olgu grubunda 3 randomize ve 42 non-randomize çalışma vardır (26.349 olgu); bu çalışmada 6 soru sorulmuştur:<sup>29</sup>

**1. Çalışan kalp cerrahisi (OPCAB) cerrahisinde tüm nedenli 30 günlük ve > 1 yıllık mortalite geleneksel CAB (CCAB) cerrahisi ile benzer midir?**

Yanıt: 30 günlük mortalite iki grupta farklı değil. OPCAB'da %1.2, CCAB'da %1.0. Geç dönemde (3 yıldan fazla) mortalite: İki grup arasında farklılık yok. 20 çalışma sonucuna göre off-pumptan on-pumpa dönüş %0-20 arasında (ortalama %8) ve acil dönüşte mortalite riski artıyor (%6-15). Riskli olgularda mortalite riski Düzey A'da aynı, Düzey B'de OPCAB grubunda azalıyor. Yani;

**OPCAB mortalite riski açısından CCAB'a güvenli alternatif olabilir.**

**2. OPCAB ile CCAB karşılaştırıldığında benzer tam revaskülarizasyon yapılabilir mi ve damar açıklığı benzer olur mu?**

OPCAB'da olgu başına 2.6, CCAB'da 2.8 anastomoz düşüyor.  $p < 0.0001$ . 2000 yılı triallerinde 2.1'e karşı 2.4 idi. Daha sonraki triallerde 2.7'ye karşı 2.9. Yani artıyor. Greft açıklığında meta-ana-

lizlerde 1 yılda farklılık yok. Level B'de farklılık yok. OPCAB %94-100, 6 ay-6 yıl takip.

**Greft açıklığı benzer. Tam revaskülarizasyon cerrahin deneyimi ve gelişen teknoloji ile ilgili.**

**3. Ameliyat sonrası inme, Akut Mİ, AF, tekrarlayan anjina, iskemi nedeni ile yeni işlem, böbrek yetmezliği, kan nakli, kanama nedeni ile yeniden operasyon, inotroplara bağımlılık, İABP gereksinimi, mediastinitis, yara yeri enfeksiyonu ve solunum sistemi enfeksiyonu oranları iki grup arasında nasıl?**

Düzey A: AF oranı, kan transfüzyonu, inotrop gereksinimi, solunum sistemi enfeksiyonu OPCAB'da daha az. Düzey B: Stroke riski, Mİ, AF, böbrek yetmezliği, kanama reoperasyonu, yara enfeksiyonu, yeniden işlem oranları da OPCAB grubunda daha az.

**OPCAB cerrahi sırasında ve sonrası morbiditenin azaltılması yönünden önerilmektedir.**

**4. Algılama fonksiyonu ve yaşam kalitesi yönünden fark var mı?**

OPCAB cerrahisinin orta dönemde algılama fonksiyonu üzerinde pozitif etkisi var (Düzey A), erken ve geç dönemde fark yok.

**OPCAB orta dönem algılama disfonksiyonlarını önlemek için tavsiye edilmektedir.**

**5. Kaynakların kullanımı (tüketilmesi), ventilasyon süresi, hastanede kalma süresi, hastane masrafları yönünden fark var mı?**

OPCAB ventilasyon süresini, yoğun bakım ünitesi (YBÜ)'nde ve hastanede kalış süresini ve hastane masraflarını belirgin bir biçimde azaltıyor.

**OPCAB bu nedenlerden dolayı tavsiye edilmektedir.**

**6. Yüksek riskli olgularda a) Mortalite, b) Morbidite, c) Hayat kalitesi ve kaynakların kullanımı yönünden bir fark var mı?**

a) Mortalite: Düzey A'da iki grup arasında fark yok, ama sayı az (n= 160). Düzey B'de OPCAB'da mortalite belirgin derecede az,  $p < 0.0001$ .

**Havuz analizde OPCAB grubunda mortalite belirgin derecede daha azdır.**

b) Havuz analizde OPCAB grubunda morbidite belirgin derecede daha düşük.

c) Hayat kalitesi ve kaynakların kullanımı: Algılama bozulması yönünden riskli olgularda iki grup arasında fark yok. Hastanede kalma süresi OPCAB'da daha az. YBÜ'de kalma süresinde farklılık yok. Ventilasyon süresi OPCAB'da belirgin az. Masraflar OPCAB grubunda belirgin daha az.

**Yüksek riskli olgularda OPCAB cerrahisi tavsiye edilmektedir.** Randomize çalışmayı içeren bir başka meta-analizde ise ÇKC'nin mortalite, "stroke" ve Mİ'nü istatistiki olarak belirgin olarak azalttığı saptanmıştır.<sup>30</sup> Paul Sergeant ve ark. 1740 ÇKC ve 1592 KPB kullanılan olguyu karşılaştırmış ve ÇKC ile "stroke"un %60 azaldığını tespit etmişlerdir.<sup>31</sup>

ÇKC sonrası çok sayıda anjiyografik kontrol sonuçları da yayınlanmıştır: Vural ve ark.; 265 olgu, ortalama 4.2 yıl takip, IMA %93, SVG %65 açık,<sup>32</sup> Tagusari ve ark.; 382 olgu, 2 yıl takip, IMA, RA, RGEA, K, T, X konfigürasyonu kullanımı. Açıklık oranı %98. LAD'ye %99,<sup>33</sup> Fukui ve ark.; 107 olgu, kombine ve ardışık bypass, 22 ay takip, LIMA %100, RA %97.3, RIMA ve GEA %100 açık.<sup>34</sup> Ömeroğlu ve ark.; 696 olgu, 3 yıl takip. LIMA-LAD %99.5, SVG %47.06 açık.<sup>35</sup> Alhabash ve ark.; 111 olgu, 1 yıl takip. Genel açıklık %96.4. Arteriyel %96.4, ven %96.3.<sup>36</sup> Fukui ve ark.; 602 olgu, 2.9 yıl takip. Genel açıklık %97.5, Kardiyak sorundan uzak kalma %97.7 (5 yılda),<sup>37</sup> Al-Ruzze ve ark.; 168 olgu, açıklık %89.9 (ÇKC ve KPB aynı oran).<sup>38</sup>

"Northern New England Cardiovascular Disease Study Group" 2000 yılında CABG'lerin yalnızca %8.6'sının ÇKC olduğunu bildirmişlerdir.<sup>39</sup> Mack ve ark.; 1995'te tüm CABG operasyonlarının %1.2'sinin ÇKC, 2000 yılında ise %34.1'inin ÇKC yöntemiyle yapıldığını bildirmişlerdir.<sup>40</sup>

CTSNet editörlerinin 1.200 yayından yola çıkarak yaptıkları genişletilmiş değerlendirmede yüzlerce merkezde ÇKC ile tam ve arteriyel revascularizasyon yapıldığı belirtilmiş ve bu yöntemle erken mortalite ve morbiditenin geleneksel yöntemlere göre daha azaldığı ve 17 bin olguluk KPB ve ÇKC yöntemleri arasındaki karşılaştırmaları desteklediğini belirtmişlerdir.

#### YA GENEL ANESTEZİNİN MAKSİMUM TRAVMATİK ETKİSİ?

Kesi yerini küçültme, pompadan uzak kalarak çalışın kalpte kalp cerrahisi girişimlerinin yanı sıra ge-

nel anestezinin genel travmasından da uzak durabilme düşüncesi gündeme gelmiş, mekanik ventilasyon yapılmayan uyanık olguda yüksek torasik epidural anestezi altında, sol ön küçük torakotomi yoluyla koroner bypass operasyonu ilk kez Karagöz ve ark. tarafından rapor edilmiştir<sup>41</sup> ve çeşitli merkezlerde bu yöntem kullanılmıştır.<sup>42-44</sup> Bu yöntem yüksek torasik devamlı epidural anestezi ile kas gevşetici ilaçlar veya genel anestezi kullanılmadan T1-T8 seviyeleri arasında somatoduysal ve interkostal kaslarda motor bloku sağlamak, ancak diyafram solunumunu korumak yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bazı merkezler operasyonun başlamasından bir saat önce olguya premedikasyon olarak 0.07 mg/kg midozolam verdikten sonra, devamlı epidural anestezi infüzyonu için bupivakain hidroklorid, lidokain, fentanil ve sodyum-bikarbonattan oluşan bir solüsyon kullanmaktadırlar. Bazı merkezler ise midozolam sonrası ropivakain %0.5 ile sulfentanil 1.66 µg/mg infüzyonu kullanmaktadırlar.<sup>43</sup> Bu olgularda operasyondan 5 gün önce antiplatelet tedavisinin kesilmesi önerilmektedir.

Bu yöntemle az sayıda merkezde, genelde tek damar hastası az sayıda olguda CABG ameliyatı yapılmıştır ve Aybek ve ark. 3/35 olguda entübasyon gerekliliğini;<sup>45</sup> Koşuyolu grubu 2/37 olguda genel anestezi gerekliliğini; Karagöz ve ark. %28.4 pnömotoraks probleminin geliştiğini bildirmişlerdir.<sup>46</sup>

Bu yöntemle taraftar olanlar; özellikle genel anestezi ile birlikte epidural analjezinin uygulanmasını yalnızca genel anestezi uygulanan olgularla karşılaştıran randomize meta-analizlerin yüksek torasik epidural analjezi (TEA) eklenmesinin cerrahiye stres yanıtı azalttığı, postoperatif ekstübasyon süresini kısalttığı ve erken pulmoner fonksiyonu daha olumlu etkilediği sonuçlarından yola çıkmakta ve ayrıca torasik sempatozisin etkisi ile koroner perfüzyonun olumlu etkilendiğini, kalp ritminin azaldığını ve miyokard iskemisinin azaldığını belirtmektedirler.<sup>47,48</sup> Ancak bu yöntem için temel zorunluluğun doğru olgu seçimi olduğunu ve epidural hematoma ve bu sorundan kaynaklanan nörolojik sekel olasılığının da yüksek olmadığını, modern "fast-tracking" tekniği olarak güvenli ve akılcı hemodinami sağlanması ile hızlı

mobilizasyon ve hayat aktivitesi sağlandığını söylemektedirler.<sup>49</sup> Karşı çıkanlar ise; kombine yöntemlerle elde edilen olumlu sonuçların genel anestezi kullanılmaması durumunda stres faktörünün belirgin derecede artması nedeni ile elde edilemeyeceğini ve hatta yetersiz revaskülarizasyon, kötü distal veya yetersiz IMA olasılıkları konusunda önceden bilgilendirilmiş olguda stres faktörünün çok daha fazla olacağını ve bunun anksiyeteye dönüşeceğini ve ek anestezi ilaçlara ya da acil entübasyona ihtiyaç duyulacağını belirtmişlerdir ve bu yöntemi kullanan merkezlerin stres hormonlarını, miyokardın durumunu ve koroner kan akımını ölçmediklerini vurgulamışlardır. Yine karşı çıkanlar, genel anestezi ile birlikte epidural anestezi kullanılmasının yararlı etkilerinin gösterilmiş olmasına karşın, bu kombine yöntemin yaygınlık kazanmama nedeni olarak da epidural boşluğun istenmeyen kanama, hematoma formasyonu ve sinir baskılanması, iskemi ve paralizis açısından riskli bir bölge olduğunu ve özellikle antikoagülasyon gerekliliği durumunda bu riskin daha fazla artacağını belirtmektedirler. Ayrıca teknik güçlüklerin, yüksek TEA'nın ekstensif semptomatolize yol açması nedeni ile vazopressör gerekliliğinin, yüksek TEA'nın C5 veya daha yükseğe ulaşması durumunda diyafram paralizisi yapabilmemesinin, yetersiz blok olasılığının (bu nedenle %8-42 olguda lokal anestezi gerekliliği bildirilmiştir), pnömotoraks riskinin (%10-28 olguda), safen ven çıkarmak için yapılacak lomber nöroaksiyal blokun nöroaksiyal komplikasyon yapabileceği riskinin, kardiyovasküler instabiliteyi ve lokal anestezi toksikasyonunu arttırmasının, cerrahi olarak sınırlı revaskülarizasyon yapılabilirliğinin, intraoperatif sedasyon zorunluluğunda TEA nedeni ile kas paralizisinden dolayı solunum depresyonu meydana gelme riskinin büyük olmasının, KPB'ye geçme durumunda hayatı tehdit eden sorunların ortaya çıkma olasılığının yüksek olmasından dolayı bu yöntemin kullanılmasının çok riskli ve hatta uygun olmadığını bildirmektedirler.<sup>50,51</sup>

#### **"HEART-PORT", "PORT-ACCESS" YA DA DELİK YAKLAŞIMLI + FEMORAL KANÜLASYON YÖNTEMİ?**

Çalışan kalpte bypass cerrahisinin daha yaygın olarak uygulanması, MIDCAB cerrahisinin daha etkili kullanılması, video-yardımlı endoskopik görün-

tüleme cihazlarının geliştirilmesi ve kalp cerrahisinde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte gelişen minimal invaziv cerrahi kavramı, özellikle kalp kapak cerrahisinde "heart-port", "port-access" yöntemleri ile yaygınlık kazanmıştır. 1996'da Stanford Grubu çalışmalarıyla başlayan bu yöntem, özellikle elde edilen görüntülerin çok kaliteli ve ayrıntılı olmasının mitral kapak tamir yöntemlerini de geliştirmesiyle birlikte, pek çok merkezde geniş seriler halinde uygulanmaya başlamıştır. Bu yöntemin temelinde;

1. Periferik KPB ve perfüzyon (femoral ya da axial),
2. Tek akciğer anestezisi,
3. Transtorasik (Cosgrave flexible klemp gibi) veya endoaortik aort klemp (Estech gibi) ile aortun klemlenmesi,
4. Adenozin, kardiyopleji infüzyonları ve kardiyak arrest,
5. Mini kutuda video-kamera yardımıyla cerrahi işlem vardır.

Böylece büyük sternotomiden, sternotominin yapılmadığı, kaburgaların bile ekarte edilmediği 1-3 cm'lik kesi yerinden kalp cerrahisi yapma aşamasına geçilmiştir. Bu yöntemin uygulama şekli;

Olguya pozisyon verilir, kesi ve delik yerleri işaretlenir, TEE ile devamlı kontrol yapılır, olgu örtülür, kamera için delik kesileri yapılır, kamera yerleştirilir, kasık insizyonu yapılır, toraksta 4. interkostal aralıkta sağ lateral 1 cm kesi yapılır, kamera ile anatomi görülür, retraktör yeri parmakla tespit edilip açılır, kapak işleminin yapılacağı kesi yerine yumuşak doku ekartörü yerleştirilir, toraks boşluğuna karbondioksit verilir, femoral arter ve ven kanülasyonu aşamasına geçilir, kanülasyonlar yapıp bağlantılar tamamlanır, balon TEE kontrolü altında çıkan aortaya yerleştirilir, KPB başlatılır, perikard açılır, perikarda askı dikişleri konur, SVC ve IVC görülür, interatriyal hat tespit edilir, adenozin verilerek kalp durdurulur ve intraaortik balon şişirilir, kardiyopleji perfüzyonu başlatılır, sol atriyum açılıp LA retraktörü yerleştirilir, kapak ve kapak altı oluşumları incelenir, kapak tamiri veya



replasman gerçekleştirilir, kapak test edilir, LA kapatılıp TEE ile sonuç kontrol edilir.

Doğal olarak cerrahi açıdan daha güç olan bu yöntem için belli bir eğitim ve deneyim programı izlemek gerekir. Bunun için bilgi, yetenek ve tekniğin gerekliliği tartışılmazdır ve böyle bir programın çeşitli aşamaları vardır;

1. aşama- Cerrahin kendini hazırlaması (eğitim, pratik),
2. aşama- Cerrahin ekibini hazırlaması,
3. aşama- Basit olgularla başlamak,
4. aşama- Devamlılık,
5. aşama- Tartışma, değerlendirme,
6. aşama- Dataların toplanması,
7. aşama- Basit ve alçakgönüllü olma.

Böylece olgunun yararına olan ve Carpentier'in prensiplerine (olgu için yararlı, güvenli ve etkili tedavi) aykırı olmayan tedavi gerçekleştirilmiş olur.

Bu yöntemle uygun olmayan olgular;

- İleri kalsifiye mitral anulus,
- İleri PH ve özellikle küçük RCA'lı olgular,
- Belirgin, tedavi edilmemiş koroner hastalık,
- İleri periferik aterosklerozis,
- Önceden sağ göğüs cerrahisi geçirmiş olanlardır.

Primer mitral kapak hastaları (MKH), reoperatif MKH, triküspid kapak hastaları, M + T kombinasyonlu kapak hastaları, hafif anuler kalsifikasyonlular,

yaşlı, şişman, erişkin hastalar bu yöntem ile cerrahi tedaviye uygun olgulardır.<sup>9</sup>

Bu yöntemle gerçekleştirilmiş pek çok sonuç yayınlanmış ve mortalite %0-1.7 arasında bildirilmiştir. Bu derlemenin yazarının da çalışmış olduğu OLV College, Aalst, Belçika grubu 1997-Haziran 2009 tarihleri arasında bu yöntemle 1.755 olguda mitral kapak +/- triküspid kapak operasyonu gerçekleştirmişlerdir. Bu olgulardan 189'u "port-access" yöntemiyle opere edilmeden önce bir veya birkaç kalp ameliyatı geçirmiştir. Ayrıca bazı olgularda ablasyon, ASD-PFO, VSD kapatılması, IHSS, Myxoma operasyonları da bu yöntemle yapılmıştır. Sternotomiye dönüş; %1.4, mortalite; %2.3 olarak bildirilmiştir. Erken redo oranı %0.1, geç reoperasyon oranı; %2.2'dir. Dokuz yılda reoperasyondan uzak durma oranları %91'dir. Aortik diseksiyon komplikasyonu meydana gelen olguların sayısı 4, oranı %0.3'tür. Dallas Presbyterian Hospital grubu %0 mortalite bildirmişlerdir. Pennsylvania Presbyterian Tıp Merkezi 1998-2004 yılları arasında bu yöntem uygulanan 420 olguda %2.4 sternotomiye dönüş, %0.7 aortik diseksiyon, %5.9 reoperasyon bildirmiştir.

#### Tam Kapalı Endoskopik-Robot Yardımlı Kalp Cerrahisi

Minimal invaziv girişimler, görüntüleme yöntemleri ve cerrahi yardımcı aletlerin ve robotların gelişimi ile birlikte bir aşama daha ilerlemiş ve tam endoskopik-robot yardımlı kalp cerrahisi gündeme gelmiştir. Özellikle bu aşamada kullanılan telemanipülasyon sisteminin standart endoskopiye göre belirgin farklılıkları ve üstünlükleri vardır (Tablo 1)

**TABLO 1:** Standart endoskopi ile telemanipülasyon sisteminin karşılaştırılması.

	Standart endoskopi	Telemanipülasyon
Serbestlik derecesi	4	4-6
Titreme filtresi	Yok	Var
Hareket taşınması	Sabit, içe-dışa kayma uzunluğuna bağımlı	1:1 - 5:1
El-göz uyumluluğu	Kötü (kamera direkt bakar/alet oryantasyonu yok)	Doğal
Fulcrum etki	Reversed hareket	Etkin değil
Force ratio (handle/tip)	Geniş/anormal/linear değil	Programlanabilir/linear
Force feedback	Kötü	Virtual/poor
Indexing	Mümkün değil	Mümkün
Genel ergonomik	Uygun değil	Uygun



1997'de Frederich W. Mohr'un tek kollu "the Aesop" robotu ya da robot kolu; 1998'de Mohr ve Carpentier'in gerçek robot olan "da Vinci robotu" ve Grossi'nin "Zeus" robotu kullanarak gerçekleştirdikleri robot yardımcı kalp cerrahisi ameliyatları ile kalp cerrahisinde önemli bir gelişme yaşanmaya başlamıştır ve kesi yeri 1 cm'e düşürülmüştür. Ancak 200'den fazla merkezde robot kullanılmış olmasına karşın cihazın pahalı oluşu ve teknik birtakım sorunlardan dolayı bu uygulama özellikle koroner arter cerrahisinde yaygınlık kazanamamıştır. Bu yöntemle de:

1. Geleneksel yaklaşımın temel prensipleri esastır.
2. KPB ve aortik oklüzyon süresini minimize etmek önemlidir.
3. Miyokard korunmasını maksimize etmek gereklidir.
4. Hava, yağ ve debris embolizasyonunu minimize etmek çok önemlidir.
5. Kan kaybını minimize etmek yararlıdır.
6. Göğüs duvarı travmasını minimize etmek gereklidir.
7. "Tek cerrah" operasyonuna dayanır.

Ancak anatomik eksplorasyonlarla ilgili ve deneyim zorluklarının yanı sıra Falk ve ark.nın da belirttiği gibi operatörün algılama ve tepki süresine sistemin algılama ve tepki süresi de eklendiğinden, arada geçen zamanın hassasiyet ve beceriyi azaltması,<sup>52</sup> dokunma hissi ve çekme hissinin olmaması, temasın olmamasının sorun yaratabilmesi, oryantasyon güçlüğü'nün yanı sıra robot destekli kalp cerrahisinin babası Mohr ve ark.nın "Çalışan kalp cerrahisi tam bir hızlılık ve hareketin takibini gerektirir. Tam olmayan hareket değişikliklerine optimal uyumu gerektirir. Günümüzde telemanipülasyon sisteminin sınırlılıkları vardır. Da Vinci telemanipülasyon sisteminde ortalama gecikme 201 ms ve bilgi-çözümleme 86ms/bit'dir. Hareketli hedeflerle çalışıldığında gecikme daha artar ve daha çok hata olur."<sup>53</sup> şeklindeki değerlendirmesi büyük tartışmalar yaratmıştır. Acaba artık robotları çöpe atmak mı gerekecekti?

Ancak böyle olmadı. 1998'de bu yöntemle 300 kardiyak operasyon yapılmış, Mohr ve ark. da Vinci robot ile 131'i koroner arter bypass (81 MIDCAB, 27 TECAB, 8 çalışan kalp), 17'si mitral kapak operasyonu gerçekleştirmişlerdir.<sup>54</sup> Menkis ve ark. 146 olgu (125 IMA hazırlanması, 13 TECAB),<sup>55</sup> Bonatti ve ark. 50 TECAB<sup>56</sup> yayınlamıştır. Oehlinger ve ark. LIMA çıkarma süresini 140 dakikadan 34 dakikaya,<sup>57</sup> Bonatti ve ark. ameliyat süresini 595 dakikadan 87 dakikaya<sup>56</sup> indirdiklerini bildirmişlerdir. Wisser ve ark. IMA'yı tutturmak için iki robot koluna ek üçüncü bir kol daha kullanmış,<sup>58</sup> Bonatti ve ark. OctopusTE stabilizatör kullanarak tamamen kapalı yöntemle TECAB operasyonu gerçekleştirmişlerdir.<sup>59</sup> Subramanian ve ark. robot ile IMA çıkarıp çalışan kalp minimal kesi yeri yöntemi ile çoklu koroner arter bypass operasyonu gerçekleştirdikleri 23 olgunun yarısını 24 saat içinde taburcu etmişlerdir.<sup>60</sup> Yazarın da 2003 yılında çalışmış olduğu Dresden Üniversitesi Kalp Merkezinde Robot ile MIDCAB yöntemi modifiye edilerek "Dresden Yöntemi" geliştirilmiştir. Bu uygulamalar dışında da pek çok merkezde TECAB gerçekleştirilmiştir.

Robot yardımcı tamamen kapalı bypass ameliyatlarının teknik güçlükler ve tam olarak çözülmemeyen sorunlar nedeni ile çok fazla yaygınlaşmamasına ve bir anlamda bekleme odasına alınmasına karşın, kalp kapak cerrahisinde robot kullanımını pek çok merkezde rutin yapılmaya başlanmıştır. Vanerman ve ark. son yıllarda mitral kapak operasyonlarında "heart-port" yönteminin yanı sıra robot ile mitral kapak (MK) operasyonları da yapmaktadırlar. Chitwood ve ark. 150 olguda tamamen kapalı göğüste robot ile MK operasyonları yapmışlardır.<sup>9</sup> ABD'de 10 merkezin yer aldığı, bu yöntemle yapılan ameliyatları içeren bir çok-merkezli çalışma yayınlanmıştır.<sup>61</sup> Bu çalışmada: Ameliyat süresi: ortalama 266.4 ± 73.0 dakika (150-463 dakika), CPB süresi: ort.168.8 ± 47.3 dakika (82-316 dakika), Aortik CrossC süresi: ort 124.4 ± 34.0 dakika, Da Vinci süresi: 77.9 ± 30.3 dakika (21-171 dakika), Annuloplasty süresi: ort 39.6 ± 13.6 dakika (17-79 dakika), Leaflet Repair süresi: ort 36.7 ± 20.4 dakika (5-115 dakika), ventilasyon süresi: 9.1 saat (0-112 saat), ICU süresi: 36.6 saat (6-140 saat),

hastanede kalış süresi: 4.7 gün (1-18 gün) olarak saptanmış ve yapılan işlemler; Isolated annuloplasty, Qadrangular resection, Sliding plasty, Chordal tamir, replacement veya kısaltma, olarak bildirilmiştir. Murphy ve ark. da Vinci robot ile 284 MK ameliyatı yaptıklarını bildirmişler ve bu serilerinde aortik oklüzyon sürelerinin ortalama 108 dakika ve 2 hastane mortalitelerinin olduğunu ve 1 olguda paravalvüler kaçak nedeni ile reoperasyon yaptıklarını bildirmişlerdir. Ayrıca %22 olguda atriyal cryoablation, %12 olguda triküspid band, %2 olguda ASD kapatılması, %56 olguda sol atriyal appendix kapatılması işlemi de yapmışlardır. Üç stroke, 3 pulmoner ödem, 10 kanama nedeni ile, ikisi median sternotomi yoluyla, reeksplorasyon yapmışlardır. Yine robot ile merkezlerinde ayrıca 77 ASD kapatılması operasyonu yapmışlardır.

Mitral bantlar ve ringleri tespit için özellikle nitinol klipslerin geliştirilmesi ile uzun süre alan mitral kapak operasyonlarında süre oldukça kısaltılabilmektedir. Kolu serbest bırakan LCD paneller, dinamik atriyal retraktörler, endoskopik retraktörlerin açılanmalarının geliştirilmesi, da Vinci S ile gelen yüksek çözünürlüklü dijital zoom'un gerçekleştirilebilmesi cerrahın daha rahat ve daha kaliteli operasyon yapmasını sağlamıştır.

Robotik MK cerrahisine uygun olmayan durumlar şunlardır:<sup>9</sup>

- Yaş; < 18 veya > 80 yıl,
- Önceki sağ torakotomi,
- Renal yetmezlik,
- Karaciğer disfonksiyonu,
- Kanamalı hastalık,
- Pulmoner hipertansiyon (pulmonary artery systolic pressure > 60 mmHg),
- Birlikte bulunan ileri MV darlığı,
- Anterior MV kapakçık hastalığı,
- Belirgin aortik veya triküspid kapak hastalığı,
- Cerrahi gerektiren koroner arter hastalığı,
- Önceki miyokardiyal iskemi (< 30 d),
- Önceki stroke (< 30 d),

- İleri kalsifiye MK annulusu,
- Beden kitle indeksi > 35 kg/m<sup>2</sup>

Özellikle görüntüleme ve tanı yöntemlerindeki gelişmeler minimal invaziv kalp cerrahisinde olumlu yönde gelişmeler, daha kaliteli sonuçlar ve yaygınlık kazanma açılarından son derece önemlidir ve yardımcıdır:

■ Greft fonksiyonunu kontrol için transkutanöz renkli-Doppler EKO,<sup>62</sup>

■ İntraoperatif termal koroner anjiyografi. LAD nin antegrad perfüzyonu ile ısınma sürecinin video görüntülenmesi,<sup>63</sup>

■ Üç bölgesel kalp yüzeyi hareketinin iki yüksek hızlı dijital video kamera (955 frames per dakika) ile üç boyutlu kantifikasyonu,<sup>64</sup>

■ Bir optikal yüksek çözünürlüklü, 3D endoskop ve iki likid kristal monitör içeren 3D endoskopik görüntüleme yöntemi,<sup>65</sup>

■ Endoskopik Temporal synchronization ve CT model,<sup>66</sup>

■ MRG temelli port pozisyonu,

■ Epikardiyal gerçek zamanlı üç boyutlu EKO,<sup>67</sup>

■ İntraop C kolu ile koroner anjiyografi ve postop multislice computed tomography<sup>68</sup>

Bu görüntüleme yöntemlerinin gelişmesi ile beraber çalışan kalpte, pompa kullanmaksızın intrakardiyak tamir (OPCARE) yöntemleri gündeme gelmiştir.<sup>69</sup> Bu yöntemler henüz yaygınlık kazanmamıştır ve genellikle deneysel aşamadır.

Özellikle çalışan kalpte ve minimal invaziv yöntemlerle daha çabuk ve kolay anastomoz yapmak için çeşitli gereçler geliştirilmiştir. Bunlar;

- Ek bir manevraya ihtiyaç gerektirmeden geometrik olarak optimal anastomoz yapmaya uygun olmalıdır.

- Cerrah gereci minimal invaziv cerrahide kullanılabilmelidir.

- Hem vende hem arterde kullanılabilir.

- Kan ile teması minimum olmalı, en azından geleneksel sütür materyalleri ile karşılaştırılabilir.

- Açıklık oranı iyi olmalıdır.
- Antikoagülasyon uygulaması devamlı olabilmelidir.

Cerrahi gereksinim ve pazarın büyüklüğü nedeni ile bu konuda da pek çok gelişme yaşanmış, pek çok ürün piyasaya sunulmuştur;<sup>70</sup>

#### *Proksimal anastomoz cihazları:*

1. The Symmetry (St Jude); 50 bin olguda kullanılmış (açıklık sorunu var).
2. The Corlink.
3. The Passport; 6 ayda %91 açıklık.
4. The Spider.
5. The magnaport.

#### *Distal anastomoz cihazları:*

##### A. Otomatik distal anastomoz cihazları;

1. Heartflo (otomatik, tek tek dikiş. TECAB'da uygun değil).
2. ATG koroner konnektor; sadece venler ve 3 mm'den büyük koronerler için uygun.
3. Solem greft konnektörü; direkt olarak koroner arterin içine yerleştirilen, PTFE ile kaplı nitinol stent.

4. Magnetic vascular positioner; iki çift eliptik mıknatıslı yüzükten oluşan bir anastomoz cihazı

##### B. Manuel distal anastomoz cihazları;

1. U-clip anastomoz cihazı (Coalescent Surgical); tek tek konulan nitinol klipsler.
2. VCS Auto-suture.

Bu cihazlar ile arzulanan mükemmel sonuçların alınamaması üzerine yapıştırıcılar ile de çalışılmıştır;

- Gelatin-resorcinol-formaldehyte glue,
- N-butyl-2-cyanoacrylate glue,
- Albumin-glutaraldehyde glue.

Yapıştırıcılarla yapılan domuz çalışmalarında inflamatuvar reaksiyonlar ve ekstensif fibroelastik proliferasyon saptanmıştır. Fals anevrizma, doku toksisitesi ve nekrozis görülmüştür ve önerilmektedir.<sup>71</sup>

Kalp cerrahisinde gelişmelerin yolu kardiyo-lojideki gelişmeler ile yavaş yavaş kesişmekte ve hatta her iki dalı aynı başlık altına alma düşüncesi de tartışılmaya başlanmaktadır. Bu gelişmeler koroner cerrahideki ve konjenital kalp cerrahisindeki perkütan gelişmelerin yanı sıra kalp kapak hastalıklarında perkütan gelişmeleri de gündeme getirmiştir ve;

- Koroner sinüs ringleri kateter yoluyla anulusun geometrisini düzeltmek amacıyla MK'ye konması,

- Alfieri cerrahi tekniğın (kenar-kenar dikiş) perkütan yolla uygulanması,

- Sol atrial "purse string" insersiyonu ve çalışan kalp cerrahisi,

- Perkütan yolla aortik ve pulmoner pozisyonda stentli kapak replasmanı,

- Novel düşük-profil poliüretan valvli stent (pulmoner pozisyonda iki koyunda uygulama),

- Poliüretan valvli kendiliğinden genişleyen nitinol stentler,

- Transapikal yaklaşımla dikişsiz stent-fix edilmiş aortik kapak implantasyonları (Cribrier Edwards Aortik Protezi, 17 domuzda eksperimental) çalışılmıştır.<sup>72</sup>

Perkütan kapak cerrahisi girişimlerinde halen pek çok kritik soru yanıtsızdır; bu cihazların durabilite ve potansiyel yan etkiler gibi. Yazarın çalışmış olduğu OLV Hastanesinde ilk olgularda femoral yolla, daha sonraki dönemde direkt apikal yolla perkütan aortik kapak replasmanı gerçekleştirilmiştir. Erken dönem sonuçlar sorunsuz ve yüz güldürücüdür. Özellikle aort kapağı kalsifik olmayan, kalp akciğer makinesinin zararlı etkilerinden korunması gereken, yaşlı, uygun olgularda bu yöntem uygulanabilir. Ancak kesin sonuçlar için hem olgu sayısı az hem de orta ve uzun dönem sonuçları mevcut değildir. Bu konu ile ilgili çok iyi hazırlanmış klinik çalışmalara gereksinim vardır.<sup>73</sup>

Deneyimlerimiz ve çeşitli tartışmalardan yola çıkarak sonuç olarak şunu söyleyebiliriz; kalp cerrahisinde cerrahi travmanın azaltılması, minimale indirilmesi, insizyon yerinin kısaltılması, hastanede yatış süresinin kısaltılması, olgunun rehabilitas-

yonu, psikolojik ve estetik sorunların azalması yönünden son derece önemlidir. Ayrıca, endoskopik cerrahi ile birlikte gelen görüntüleme yöntemleri özellikle MK operasyonlarında ve direkt görüşle tam görülemeyen derin bölgelerin görüntülenmesinde ve tam ve doğru cerrahi müdahalede devrim yaratmıştır. Cerrahi tedavi yöntemlerinde yeni bir anlayış getirmiş ve kapak tamirini çok kolaylaştırmış ve yaygınlaştırmıştır. Tüm kapak yapılarının çok iyi görülebilmesi ve cerrahi tedavinin anında görüntülenebilmesi ve mükemmelliğinin test edilebilmesi nedeni ile cerrahi öncesi ön tanı ve kapak yapıları hakkında daha ayrıntılı bilgi edinilmesini gerektirmiş ve ameliyat öncesi tanı ve kapak mühendisliği açısından da ilerlemeler sağlanmıştır. Özellikle MK ameliyatlarında, MK'nin ileri kalsifik olması dışında hemen tüm ameliyatlarda robot destekli ya da robot destekli olmaksızın endoskop yardımıyla 3-5 cm'lik insizyondan ameliyat mümkündür.

Koroner arter ameliyatlarında, tek damar hastalıkları daha az sayıda cerrahiye geldiği için klasik MİDCAB daha az sayıda olguda yapılabilir. Ancak pompa kullanmaksızın yapılan ameliyatlar rahatlıkla pek çok merkezde yapılmakta ve yaygınlaşmaktadır. Koroner bypass ameliyatlarında robot henüz rutin kullanılabilecek durumda değildir.

Perkütan aortik kapak ameliyatları deneyim ve protez kapaklardaki gelişmeler ile birlikte yaygınlaşacak gibi görünmektedir.

Sonuç olarak kalp cerrahisinde minimal invaziv yaklaşımların bir kısmı önemli olgu serileri, randomize çalışmalar uzun süreli takip ve karşılaştırmalarla yararlılığı kanıtlanmış durumdadır ve yaygın kullanılmaktadır. Kalp cerrahisinde "olgunun yararı ve etkili tedavi" prensiplerinden taviz vermeden yeni yaklaşımlara ve araştırmalara her zaman yer vardır ve olguların yararı için kalp cerrahisi, kardiyoloji ve anestezi ekipleri birbirlerine rakip değildirler ve birlikte çalışmak zorundadırlar.

## KAYNAKLAR

- Degenairs F. Off pump coronary bypass surgery. *Cardiopulmonary Bypass and Inflammation*. 1. 1<sup>st</sup> ed. Texas, USA: Landes Bioscience; 2005. p.14-6.
- Bubenik O, Meakins JL. Neutrophil chemotaxis in surgical patients: effect of cardiopulmonary bypass. *Surg Forum* 1976;27(62):267-9.
- Reves JG, Karp RB, Buttner EE, Tosone S, Smith LR, Samuelson PN, et al. Neuronal and adrenomedullary catecholamine release in response to cardiopulmonary bypass in man. *Circulation* 1982;66(1):49-55.
- Cox CM, Ascione R, Cohen AM, Davies IM, Ryder IG, Angelini GD. Effect of cardiopulmonary bypass on pulmonary gas exchange: a prospective randomized study. *Ann Thorac Surg* 2000;69(1):140-5.
- Shaw PJ, Bates D, Cartledge NE, French JM, Heavisdie D, Julian DG, et al. Early intellectual dysfunction following coronary bypass surgery. *Q J Med* 1986;58(225):59-68.
- Francalancia NA, Aeba R, Yousem SA, Griffith BP, Marrone GC. Deleterious effects of cardiopulmonary bypass on early graft function after single lung allotransplantation: evaluation of a heparin-coated bypass circuit. *J Heart Lung Transplant* 1994;13(3):498-507.
- Ener S. [Off-pump Coronary Artery Bypass Surgery]. In: Paç M, Akçevin A, Aka SA, Büket S, Sarıoğlu T, eds. *Kalp ve Damar Cerrahisi*. 1<sup>st</sup> ed. Ankara: MN Medical & Nobel; 2004. p.713-36.
- Bergslund J, Schmid S, Yanulevich J, Hasnain S, Lajos TZ, Salerno TA. Coronary artery bypass grafting (CABG) without cardiopulmonary bypass (CPB): a strategy for improving results in surgical revascularization. *Heart Surg Forum* 1998;1(2):107-10.
- Chitwood WR, Nifong LW. Minimally invasive and robotic valve surgery. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr., eds. *Cardiac Surgery In the Adult*. 2<sup>nd</sup> ed. New York: McGraw-Hill; 2003. p.1075-92.
- Mack MJ, Pfister A, Bachand D, Emery R, Magee MJ, Connolly M, et al. Comparison of coronary bypass surgery with and without cardiopulmonary bypass in patients with multivessel disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127(1):167-73.
- Puskas J, Cheng D, Knight J, Angelini G, DeCannier D, Diegeler A, et al. Off-pump versus Conventional Coronary Artery Bypass Grafting: A Meta-Analysis and Consensus Statement From The 2004 ISMICS Consensus Conference (Review Articles:Original Articles). *Techno and Tech in Cardiothorac Vasc Surg* 2005;1(1):3-27.
- Bainbridge D, Cheng D, Martin J, Novick R; Evidence-based Peri-operative Clinical Outcomes Research (EPICOR) Group. Does off-pump or minimally invasive coronary artery bypass reduce mortality, morbidity, and resource utilization when compared with percutaneous coronary intervention? A meta-analysis of randomized trials. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133(3):623-31.
- Eagle AK, Guyton RA, Davidoff R, Awy GA, Fonger J, Gardner TJ, et al. ACC/AHA Guidelines for CABG. *Circulation* 1999;100:1464-80.
- Cosgrove DM 3rd, Sabik JF. Minimally invasive approach for aortic valve operations. *Ann Thorac Surg* 1996;62(2):596-7.
- Stahl KD, Boyd WD, Vassiliades TA, Karamanoukian HL. Hybrid robotic coronary artery surgery and angioplasty in multivessel coronary artery disease. *Ann Thorac Surg* 2002;74(4):S1358-62.
- Jaffery Z, Kowalski M, Weaver WD, Khanal S. A meta-analysis of randomized control trials comparing minimally invasive direct coronary bypass grafting versus percutaneous coronary intervention for stenosis of the proximal left anterior descending artery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007;31(4):691-7.
- Boodhwani M, Rubens FD, Sellke FW, Mesana TG, Ruel M. Mortality and myocardial infarction following surgical versus percutaneous revascularization of isolated left anterior descending artery disease: a meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29(1):65-70.



18. Bainbridge D, Cheng D, Martin J, Novick R; Evidence-based Peri-operative Clinical Outcomes Research (EPICOR) Group. Does off-pump or minimally invasive coronary artery bypass reduce mortality, morbidity, and resource utilization when compared with percutaneous coronary intervention? A meta-analysis of randomized trials. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;133(3):623-31.
19. Vassiliades TA Jr, Douglas JS, Morris DC, Block PC, Ghazzal Z, Rab ST, et al. Integrated coronary revascularization with drug-eluting stents: immediate and seven-month outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;131(5):956-62.
20. Borst C, Jansen EW, Tulleken CA, Gründeman PF, Mansvelt Beck HJ, van Dongen JW, et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass and without interruption of native coronary flow using a novel anastomosis site restraining device ("Octopus"). *J Am Coll Cardiol* 1996;27(6):1356-64.
21. Lin PJ, Chang CH, Lee YS, Chou YY, Chu JJ, Chang JP, et al. Acute endothelial reperfusion injury after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1994;58(3):782-8.
22. Gandra SM, Rivetti LA. Experimental evidence of regional myocardial ischemia during beating heart coronary bypass: prevention with temporary intraluminal shunts. *Heart Surg Forum*. 2002;6(1):10-8.
23. Gürbüz A, Emrehan B, Yılık L, Ozsöyler I, Kestelli M, Ozbek C, et al. Intracoronary shunt reduces postoperative troponin leaks: a prospective randomized study. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29(2):186-9.
24. Hangler HB, Pfaller K, Antretter H, Dapunt OE, Bonatti JO. Coronary endothelial injury after local occlusion on the human beating heart. *Ann Thorac Surg* 2001;71(1):122-7.
25. Bouchot O, Aubin MC, Carrier M, Cohn WE, Perrault LP. Temporary coronary artery occlusion during off-pump coronary artery bypass grafting with the new poloxamer P407 does not cause endothelial dysfunction in epicardial coronary arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;132(5):1144-9.
26. Wang QD, Permow J, Sjöquist PO, Rydén L. Pharmacological possibilities for protection against myocardial reperfusion injury. *Cardiovasc Res* 2002;55(1):25-37.
27. Vinten-Johansen J, Zhao ZQ, Corvera JS, Morris CD, Budde JM, Thourani VH, et al. Adenosine in myocardial protection in on-pump and off-pump cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2003;75(2):S691-9.
28. Kon ZN, Kwon MH, Collins MJ, Kallam S, Sangrampurkar R, Ozeki T, et al. Off-Pump Coronary Artery Bypass Leads to a Regional Hypercoagulable State Not Detectable Using Systemic Markers. *Innovations Phila Pa* 2006;1(5):232-8.
29. Puskas J, Cheng D, Knight J, Angelini G, DeCannier D, Diegeler A, et al. Off-Pump versus Conventional Coronary Artery Bypass Grafting: A Meta-Analysis and Consensus Statement from the 2004 ISMICS Consensus Conference. *Innovat Tech Tech Cardiothorac Vasc Surg* 2005;1(1):3-27.
30. van der Heijden GJ, Nathoe HM, Jansen EW, Grobbee DE. Meta-analysis on the effect of off-pump coronary bypass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;26(1):81-4.
31. Sergeant P, Wouters P, Meyns B, Bert C, Van Hemelrijck J, Bogaerts C, et al. OPCAB versus early mortality and morbidity: an issue between clinical relevance and statistical significance. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004;25(5):779-85.
32. Vural KM, İçcan ZH, Kunt A, Şener E, Taşdemir O. Off-pump coronary artery bypass grafting: long-term angiographic result. *J. Card. Surg* 2005;20(2):153-9.
33. Tagusari O, Kobayashi J, Bando K, Niwaya K, Nakajima H, Nakatani T, et al. Total arterial off-pump coronary artery bypass grafting for revascularization of the total coronary system: clinical outcome and angiographic evaluation. *Ann Thorac Surg* 2004;78(4):1304-11.
34. Fukui T, Takanashi S, Hosoda Y, Suehiro S. Total arterial myocardial revascularization using composite and sequential grafting with the off-pump technique. *Ann Thorac Surg* 2005;80(2):579-85.
35. Omeroğlu SN, Kirali K, Güler M, Toker ME, Ipek G, Işık O, et al. Midterm angiographic assessment of coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2000;70(3):844-9.
36. Alhabash O, Tirouvanziam A, Roussel JC, Duveau D. Early and 1 year angiographic evaluation of graft patency in off-pump coronary bypass surgery via sternotomy. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2003;2(2):149-53.
37. Fukui T, Takanashi S, Hosoda Y, Suehiro S. Early and midterm results of off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2007;83(1):115-9.
38. Al-Ruzzeah S, George S, Bustami M, Wray J, Ilsley C, Athanasios T, et al. Effect of off-pump coronary artery bypass surgery on clinical, angiographic, neurocognitive, and quality of life outcomes: randomised controlled trial. *BMJ* 2006;332(7554):1365.
39. Hernandez F, Cohn WE, Baribeau YR, Tryze-laar JF, Charlesworth DC, Clough RA, et al. In-hospital outcomes of off-pump versus on-pump coronary artery bypass procedures: a multicenter experience. *Ann Thorac Surg* 2001;72(5):1528-34.
40. Mack MJ, Duhaylonsod FG. Through the open door! Where has the ride taken us? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;124(4):655-9.
41. Karagoz HY, Sönmez B, Bakkaloglu B, Kurtoglu M, Erdiç M, Türkeli A, et al. Coronary artery bypass grafting in the conscious patient without endotracheal general anesthesia. *Ann Thorac Surg* 2000;70(1):91-6.
42. Kirali K, Koçak T, Güzelmeriç F, Göksefend D, Kayalar N, Yakut C. Off-pump awake coronary revascularization using bilateral internal thoracic arteries. *Ann Thorac Surg* 2004;78(5):1598-602.
43. Aybek T, Kessler P, Dogan S, Neidhart G, Khan MF, Wimmer-Greinecker G, et al. Awake coronary artery bypass grafting: utopia or reality? *Ann Thorac Surg* 2003;75(4):1165-70.
44. Karagoz HY, Kurtoglu M, Bakkaloglu B, Sonmez B, Cetintas T, Bayazit K. Coronary artery bypass grafting in the awake patient: three years' experience in 137 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125(6):1401-4.
45. Kessler P, Neidhart G, Lischke V, Bremerich DH, Aybek T, Dogan S, Byhahn C. [Coronary bypass operation with complete median sternotomy in awake patients with high thoracic peridural anesthesia] *Anaesthesist* 2002;51(7):533-8. German.
46. Scott NB, Turfrey DJ, Ray DA, Nzewi O, Sutcliffe NP, Lal AB, et al. A prospective randomized study of the potential benefits of thoracic epidural anesthesia and analgesia in patients undergoing coronary artery bypass grafting. *Anesth Analg* 2001;93(3):528-35.
47. Liu SS, Block BM, Wu CL. Effects of perioperative central neuraxial analgesia on outcome after coronary artery bypass surgery: a meta-analysis. *Anesthesiology* 2004;101(1):153-61.
48. Blomberg S, Emanuelsson H, Kvist H, Lamm C, Pontén J, Waagstein F, et al. Effects of thoracic epidural anesthesia on coronary arteries and arterioles in patients with coronary artery disease. *Anesthesiology* 1990;73(5):840-7.
49. Kessler P. Conscious neuroaxial techniques is a viable alternative to general anesthesia in cardiac surgery. *PRO. Society of Cardiovascular Anesthesiologists* 2005;4(5):10-1.
50. Li PTY, Ho AMH. Conscious neuroaxial techniques is a viable alternative to general anesthesia in cardiac surgery. *CONTRO. Society of Cardiovascular Anesthesiologists* 2005;4(5):12-3.
51. Mangano CT. Risky business. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;125(6):1204-7.
52. Falk V. Manual control and tracking--a human factor analysis relevant for beating heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2002;74(2):624-8.
53. Jacobs S, Holzhey D, Kiaii BB, Onnasch JF, Walther T, Mohr FW, et al. Limitations for manual and telemanipulator-assisted motion tracking--implications for endoscopic beating-heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2003;76(6):2029-36.



54. Mohr FW, Falk V, Diegeler A, Walther T, Gummert JF, Bucerius J, et al. Computer-enhanced "robotic" cardiac surgery: experience in 148 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121(5):842-53.
55. Menkis AH, Kodera K, Kiaii B, Swinamer SA, Rayman R, Boyd WD. Robotic surgery, the first 100 cases: where do we go from here? *Heart Surg Forum* 2004;7(1):1-4.
56. Bonatti J, Schachner T, Bernecker O, Chevchik O, Bonaros N, Ott H, et al. Robotic totally endoscopic coronary artery bypass: program development and learning curve issues. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;127(2):504-10.
57. Oehlinger A, Bonaros N, Schachner T, Ruetzler E, Friedrich G, Laufer G, et al. Robotic endoscopic left internal mammary artery harvesting: what have we learned after 100 cases? *Ann Thorac Surg* 2007;83(3):1030-4.
58. Wisser W, Fleck T, Hutschala D, Wolner E. The 3rd hand--a simple but useful tool for beating heart total endoscopic coronary bypass grafting (BH-TECAB). *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2006;5(5):519-20.
59. Bonatti J, Schachner T, Bonaros N, Laufer G. A new exposure technique for the circumflex coronary artery system in robotic totally endoscopic coronary artery bypass grafting. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2006;5(3):279-81.
60. Subramanian VA, Patel NU, Patel NC, Loulmet DF. Robotic assisted multivessel minimally invasive direct coronary artery bypass with port-access stabilization and cardiac positioning: paving the way for outpatient coronary surgery? *Ann Thorac Surg* 2005;79(5):1590-6.
61. Nifong LW, Chitwood WR, Pappas PS, Smith CR, Argenziano M, Starnes VA, et al. Robotic mitral valve surgery: a United States multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;129(6):1395-404.
62. Marx R, Kalweit G, Sunderdiek U, Jax TW, Klein RM, Szabo S, et al. Stress Doppler echocardiography of the internal thoracic artery--a new non-invasive approach for functional assessment after minimally invasive coronary bypass grafting. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2006;5(5):584-8.
63. Garbade J, Ullmann C, Hollenstein M, Barten MJ, Jacobs S, Dhein S, et al. Modeling of temperature mapping for quantitative dynamic infrared coronary angiography for intraoperative graft patency control. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;131(6):1344-51.
64. Watanabe T, Omata S, Odamura M, Okada M, Nakamura Y, Yokoyama H. Three-dimensional quantification of cardiac surface motion: a newly developed three-dimensional digital motion-capture and reconstruction system for beating heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;132(5):1162-71.
65. Tomita S, Watanabe G, Tabata S, Nishida S. Total endoscopic beating-heart coronary artery bypass grafting using a new 3D imaging system. *Inn: Techno and Techniq in Cardiothorac Vasc Surg* 2006;1(5):243-6.
66. Szpala S, Wierzbicki M, Guiraudon G, Peters TM. Real-time fusion of endoscopic views with dynamic 3-D cardiac images: a phantom study. *IEEE Trans Med Imaging* 2005;24(9):1207-15.
67. De Castro S, Salandin V, Cavarretta E, Salvador L, Valfré C, Caselli S, et al. Epicardial real-time three-dimensional echocardiography in cardiac surgery: a preliminary experience. *Ann Thorac Surg* 2006;82(6):2254-9.
68. Schachner T, Feuchtner GM, Bonatti J, Bonaros N, Oehlinger A, Gassner E, et al. Evaluation of robotic coronary surgery with intraoperative graft angiography and postoperative multislice computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2007;83(4):1361-7.
69. von Segesser LK, Tozzi P, Augstburger M, Como A. Working heart off-pump cardiac repair (OPCARE)--the next step in robotic surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2003;2(2):120-4.
70. Carrel TP, Eckstein FS, Englberger L, Berdat PA, Schmidli J. Clinical experience with devices for facilitated anastomoses in coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2004;77(3):1110-20.
71. Wippermann J, Konstas C, Breuer M, Kosmehl H, Wahlers T, Albes JM. Long-term effects in distal coronary anastomoses using different adhesives in a porcine off-pump model. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;132(2):325-31.
72. Walther T, Dewey T, Wimmer-Greinecker G, Doss M, Hambrecht R, Schuler G, et al. Transapical approach for sutureless stent-fixed aortic valve implantation: experimental results. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29(5):703-8.
73. Vassiliades TA, Jr, Block PC, Cohn LH, Adams DH, Borer JS, Feldman T, et al. The clinical development of percutaneous heart valve technology (A position statement of the STS, AATS, and SCAI). *Ann Thorac Surg* 2005;79:1812-8. *LACC* 200545(9):1554-60., *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;129:970-6.