

Yüksek Risk Taşıyan Hastalarda Kalp – Akciğer Makinası Kullanılmaksızın Çalışan Kalpte Koroner Bypass Yöntemi*

Temuçin OĞUŞ, Gökhan İPEK, Ömer İŞİK, Turan BERKİ, Ali GÜRBÜZ, Mehmet BALKANAY, Tuncer KOÇAK, Bahadır DAĞLAR, Cevat YAKUT

Koşuyolu Kalp ve Araştırma Hastanesi, İstanbul

Tarihte gerçekleştirilen ilk koroner bypass ameliyatları çalışan kalpte gerçekleştirilmesine rağmen, ekstrakorporeal dolaşım ve aortik kross klemp yönteminin optimal bir cerrahi konfor sağlaması nedeniyle, günümüzde koroner bypass ameliyatları ekstrakorporeal dolaşım ve aortik kross klemp yöntemiyle uygulanmakta, ancak özellikle ameliyat için yüksek risk taşıyan hastalarda, işlemi kolaylaştıran bu yöntemler, önemli komplikasyonlara neden olabileceği ameliyat endikasyon sınırlarını daraltabilmektedir. Hastanemizde son iki yıl içinde, ameliyat için yüksek risk taşıyan 390 hasta, çalışan kalpte koroner bypass yöntemiyle ameliyat edilmiş, %12,8 morbidite ve %3,07 erken mortaliteyle bu ameliyatlara gerçekleştirilmiştir. Postoperatif ekokardiyografik, anjiyografik ve klinik incelemeler, ameliyatın başarılı olduğunu göstermektedir. Çalışan kalpte koroner bypass yöntemi sol anterior descending, diagonal, sağ koroner arter ve sağ koroner arter posterior descending dallarında lezyonu olan ve sirkumfleks arter sisteminde müdahale gerektirecek lezyon bulundurmeyen yüksek riskli koroner hastalarında, “uygun olgularda” ekstrakorporeal dolaşımı ve aortik kross klemp ile gerçekleştirilen bypass operasyonlarına, güvenle uygulanabilecek alternatif bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

GKD Cer Derg 1996; 1:9-14

Günümüzde medikal veya invaziv kardiyolojik girişimlerle iyileşme sağlanamayan koroner aterosklerozunda koroner bypass ameliyatı (CABG) hem semptomatik iyileşmeyi sağlama, hem de yaşam beklentisini artırıcı etkisiyle tüm dünyada yaygın olarak kabul görmüş ve uygulanmakta olan bir müdahaledir (1). CABG ameliyatlarında ekstrakorporeal dolaşım (ECC)

CABG on the Beating Heart Without Using Pump Oxygenator in High Risk Patients

The first CABG surgery cases were performed on the beating heart, however because extracorporeal circulation and cross clamping the aorta provided optimal surgical comfort, this approach has gained wide acceptance worldwide. In high risk patients, however, this technique carries inherent risks that may result in limiting indications for surgery.

In our hospital we operated on 390 high risk patients with the beating heart technique. There was 3.07% early mortality and 12.8% morbidity. Results of postoperative echocardiographic, angiographic and clinical follow-up indicate successful surgical results. CABG on the beating heart is a safe and reliable alternate, without performing cardiopulmonary bypass, in selected high risk coronary patients with left anterior descending, diagonal, right coronary artery, right coronary posterior descending lesions thus avoiding the deleterious effects of aortic crossclamp and pump oxygenator.

ve aortik kross klemp (AKK) ile kalbin tüm vücut dolaşımından ayrılması ve arrestinin sağlanması ameliyat sahasında cerrahi konforu optimuma erdirmekte, ancak bu sefer de ECC ve AKK'in tüm vücut dokuları ve miyokard üzerine olumsuz etkileri ortaya çıkmaktadır.

ECC'da kalp-akciğer makinasının kullanılmasıyla protein denatürasyonu, hemoliz, ekstrakorporeal sıvı hacminde artış, ısı regülasyonunda bozulma, mikroemboliler, kapiller dolaşımında bozukluklar ile değişik derecelerde hücresel ve

(*) III. Ulusal Göğüs Kalp Damar Cerrahisi ve XI. Ulusal Kardiyoloji Kongresi'nde sunulmuştur.

hümorale immün reaksiyon ortaya çıkmaktadır (2-5). İmmün sistem yabancı cisimle temas sonucu kompleman sisteminin (özellikle C3a ve C5a) devreye girmesiyle aktive olur. Komplemanın direkt etkisiyle vasküler permeabilite artış ve arteriyoller kontraksiyon oluşur, lökosit aktivasyonu ile lökosit kemotaksisi ve nötrofil agresyonunda hızlanma ve bunlardan sistolitik enzimlerin salınımıyla hücrel ve enzimatik düzeyde disfonksiyon ya da kalıcı hasar oluşur. Heparin'e rağmen pıhtılaşma sisteminin aktiflenmesi fibrin-trombus kitlelerinin oluşumuna (2) Kallikrein-Bradikin kaskadının başlamasıyla plazminogen aktivasyonu ve hiperfibrinolitik pıhtılaşma defektine neden olur (3). B ve T hücreleri, özellikle mast hücreleri ve nötrofiller başta akciğer olmak üzere tüm organlarda birikerek füzyona başlar ve sitotoksik enzimlerle, serbest oksijen radikalleri salgırlar (4).

Doku hasarıyla kendini gösteren bu hadise klinikte en çok, preoperatif fonksiyon kaybı olan organlarla ilgili olarak ortaya çıkar (kardiyak, renal ya da pulmoner yetmezlik gibi). Peroperatif olarak fonksiyon kaybı olan organlarda ECC ve AKK sonrası ileri disfonksiyon gerçekleşebilir. Dolaşımda serbest bulunan mikroemboliler ve kapiller yatakta düz akım ve hipotermi yarattığı değişiklikler, minimal IQ azalmasından koreoatetosis gibi ciddi nörolojik sekellere neden olabilecekleri gibi (6,7), postperfüzyon sendromu gibi geçici bir psikotik tabloya da zemin hazırlayabilir.

Kliniğimizde yapılan koroner bypass ameliyatlarında perioperatif morbidite ve mortalite üzerine etki eden faktörler Tablo 1'de gösterilmiştir. Sol ventrikül disfonksiyonu şüphesiz karşımıza çıkan en sık risk faktörü olup postoperatif disfonksiyonun AKK ve varsa kardiyopleji kullanımıyla oluşan iskeminin tamamen önlenememesine, daha sonra oluşacak reperfüzyona ve ECC sonucu kanda miyokardı deprese eden birtakım kimyasal maddelerin artışına bağlı olarak gelişir. AKK ve ECC sürelerinin uzamasıyla, gelişen komplikasyonlardaki artış, bu kuramı desteklemektedir (9). ECC ve AKK'in yaratabileceği komplikasyonlar nedeniyle bazı yüksek risk faktörü barındıran olgularda ameliyat endikasyon ala-

Tablo 1. Koroner bypass cerrahisinde erken morbidite ve morbiditeye etkili faktörler (8)

- Sol ventrikül disfonksiyonu (performans skoru ve skar dokusunun yaygınlığı)
- Aterosklerozun yaygınlığı, tutulan damar sayısı ve LMC gibi lezyonlarla, difüz daralma yaratan agresif ateroskleroz
- Hastanın ameliyata giriş durumu, hemodinamik, iskemik, ventriküler elektriksel enstabilite durumları
- Ek kardiyak lezyonlar (VSD, MY gibi)
- Ek ekstrakardiyak hastalıklar (akciğer, karaciğer, böbrek, beyin hastalıkları gibi fonksiyon kaybıyla beraber seyreden kronik hastalıklar)
- Yaş ve cins.

LMC: sol ana koroner arter, VSD: ventriküler septal defekt, MY: mitral yetersizliği.

nının daraldığı bir gerçektir. Buna dayanarak esas hedef olan koroner bypass ameliyatının ECC ve AKK yöntemleri kullanılmadan ameliyatı gerçekleştirme yoluna gidilmiştir.

Tarihte, çalışan kalpte CABG işlemi ilk kez 1964 yılında gerçekleştirilerek, sonuçları 1967 yılında Kolesov tarafından yayınlanmıştır (10). Bunu izleyen Garrett (11) ile geniş CABG serileri bildirilmiştir. 1970'li yıllarda CABG ameliyatlarının sadece %20'sinde ECC kullanılmaktayken (12-14) kalp-akciğer makinalarının geliştirilmesiyle CABG ameliyatlarında ECC giderek standart hale gelmiş, kardiyoplejinin de yaygın olarak kullanılmaya başlamasıyla, çalışan kalpte CABG ameliyatı birkaç merkez dışında uygulanırlığını yitirmiştir (11,14-20).

Halen bu merkezlerden birçoğunun başarılı sonuçları ortaya konduğu seriler nedeniyle son yıllarda çalışan kalpte CABG yöntemi yeniden gündeme gelmiştir. Bildirilerde özellikle paradoksmuş gibi görülen çalışan kalpte koroner artere oklüzyon uygulanmasının, gayet iyi tolere edildiği, klinik ve laboratuvar (15) çalışmalar yanında, elektronmikroskopik olarak da gösterilmiştir (19), yapılan koroner anastomozların kalitesinin açık kalp tekniğiyle yapılanlardan farklı olmadığı ve perioperatif miyokard infarktüsü (MI) değerlerinin CASS (coronary artery surgery studies) değerlerinin altında bulunduğu gösterilmektedir (20).

Materyal ve Metod

Kalbin ön ve alt yüzünde yerleşim gösteren koroner arterler çalışan kalpte CABG için uygun arterlerdir. Sol anterior descending arter (LAD), diagonal (D), yüksek lateral (HL), sağ koroner arter (RCA) ve sağ koroner posterior descending (RPD) ile bazen posterolateral (PL) arterlere tansiyonu düşürmeden müdahale etmek mümkündür. Sirkumfleks (Cx) alanında ise kalbin her dikiş için kaldırılması gerekmekte, ancak gelişen hipotansiyon ve aritmiler komplikasyonlara yol açabilmekte, ayrıca anastomoz süresini de uzatabilmektedir. Bu nedenle çalışma grubumuzda Cx arter sisteminde kritik stenoz bulunduran, bu bölgeden MI geçirmiş ve graftable Cx arter dallarına sahip yüksek riskli hastalar çalışan kalpte CABG yöntemiyle değil, sol kalpte dolaşım desteğiyle gerçekleştirilen çalışan kalpte CABG ya da ECC ve AKK yöntemiyle ameliyat edilmişlerdir. Cx alanında sintigrafik olarak nekroz saptanan veya Cx sistemin dallarının aniyografik olarak graftable değerlendirilmeyip, buna ameliyathanede teyid edildiği olgularda "elektif inkomplet revaskülarizasyon" adını da verdiğimiz, çalışan kalpte revaskülarizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

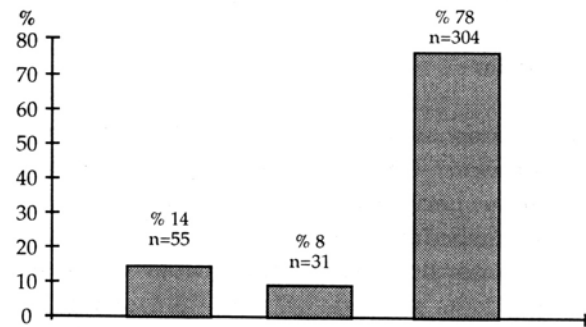
Ameliyat tekniği ve protokol

Perikard açılarak, askı sütürleri gergin şekilde yerleştirildi. Hastalarda ACT (activated clotting time) 200-250 sn civarında olacak şekilde IV heparin, tansiyon arteriyle ortalama 80-100 mmHg, kalp atım hızı 60-80 / dk olacak şekilde IV Verapamil, Diltiazem veya β -bloker yapıldı. RCA, RPD ve PL dallar için sağ artiyovenriküler bileşkeye traksiyon sütürü RCA'ı etrafında kalın bir dokuyla beraber içine alacak şekilde konularak kranial yönde traksiyon yapıldı ve yeterli görüş alanı elde edildi. LAD, D ve HL için kalbin posterior yüzüne gazlar konularak alan yükseltildi ve yeterli immobilizasyon, cerrah ve 1. asistan tarafından arterin her iki yanından epikard ve yağ dokusundan atravmatik pensetlerle yapılan traksiyonla gerçekleştirildi. Arteriyotomiden hemen önce buldog kleple arter proksimali oklüde edildi ve arteriyotomiden kollateral vasitısıyla gelen kan ince aspiratörlerle ya da

Tablo 2. Çalışan kalpte CABG uygulanan 390 hastada CABG için risk faktörlerinin dağılımı

	n	%
İleri LVD	304	78
UAP	129	33
İleri yaş (>60)	59	15
İleri obezite	69	18
DM	72	19
KOAH-KRAH	105	27
Kronik renal hastalık	13	3
CVA/serebral ateroskleroz	4	1
Malignite	4	1
Acil operasyon	3	
Porselen aorta	2	

UAP: unstable angina pectoris, LVD: sol ventrikül disfonksiyonu, DM: diabetes mellitus, KOAH: kronik obstrüktif akciğer hastalığı, KRAH: kronik restriktif akciğer hastalığı, CVA: serebrovasküler olay hastalığı.

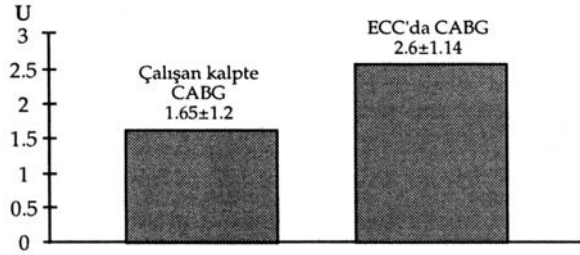


Şekil 1. Sol ventrikül performans skoruna göre olguların dağılımı.

son uyguladığımız basınçlı oksijen pülverizasyon tekniğiyle bertaraf edildi. Anastomozlar, devamlı sütür tekniği kullanılarak alışageldik usulde gerçekleştirildi. Eylül 1993- Eylül 1995 tarihleri arasında 722 çalışan kalpte CABG olgusunun 390'ını (%54) CABG için yüksek risk taşıyan hastalar oluşturmaktaydı. Risk faktörlerinin dağılımı Tablo 2'de görülmektedir.

Hasta yaşları 33-74 arasında olup ortalama 56.7 ± 14.2 'dir. Sol ventrikül performans skoruna* göre dağılımda (Şekil 1) normal ventrikül fonksiyonuna sahip hastalar %14'lük bir bölümü oluşturuyordu, hastaların %78'inde ortaları sol ventrikül disfonksiyonu sözkonusu olup performans 15'in üzerindeydi. Hastaların 222'sinde (%57) tek damar, 132'sinde (%34) iki damar, 36'sında (%9) üç damar CABG gerçekleştirilmiş olup, ortalama graft sayısı

* Sağ ve sol ön oblik ventrikülografide 9 segment halinde 1'den 6'ya; eukynezi'den anevrizmaya kadar puanların toplanmasıyla elde edilmiştir.



Şekil 2. Çalışan kalpte ve ECC'da CABG operasyonu sonrası kan ve kan ürünü kullanımı.

1.5'tir. LAD 386 olguda (%99) revaskularizasyona tabi tutulmuştur, 351 hastada LİMA (sol mammaia arteri), 2 hastada RİMA (sağ mammaia arteri) arteriyle graft olarak kullanılmıştır.

Sonuçlar

Hastalarda morbidite, %12.8 ile 50 hastada oluşmuştur, Tablo 3'de morbidite nedenlerinin dağılımı görülmektedir. 390 hasta içinde 12 hasta kaybedilmiş olup, Tablo 4'de mortalite sebepleri görülmektedir. Tüm grupta yoğun bakımda kalış süreleri 3.47 ± 2.04 gün olarak bulunmuştur. Hastalar 8.16 ± 2.24 günde taburcu edildiler. Bu hastalarda dikkat çekici olarak 2-24 saatte oluşan anastomozla ilgili segmenti gören EKG derivasyonlarında %11 oranında geçici ST segment yükselmeleri izlenmiştir.

Enzim yükselmesi ve hemodinamik değişiklikler oluşmamış, yapılan geç dönem anjiyografilerde anastomozun patent, segmenter duvar hareketlerinin de bozulmamış olduğu görülmüştür. Literatürde de bu tür değişimler "masum EKG değişiklikleri" olarak değerlendirilmiştir (15). Gerçekten, yükselen ST segmentinin 48. saatten itibaren izoelektrik hatta spontan olarak döndüğü gözlenmiş olup, iskemi-reperfüzyonla ilgili, ancak hasara neden olmayan bir erken repolarizasyon olması kuvvetle mühtemeldir. Postoperatif eko-kardiyografik bulgular ventrikül duvar hareketlerinin iskemik dönemden ve revaskularizasyon yarattığı reperfüzyondan olumsuz yönde etkilenmediğini göstermektedir; Tablo 5'de sol ventrikül fonksiyonlarında eko-kardiyografik olarak gözlenen postoperatif değişim görülmektedir. Hastalarda verilen kan ve kan ürünlerini miktarı kliniğimizde açık kalp şartlarında ameliyat edilen olguların ihtiyaç

Tablo 3. Çalışan kalpte CABG yöntemiyle ameliyat edilen 390 hastadan 50'sinde gelişen komplikasyonlar

	n	%
LCO	26	6.6
IABP	11	2.8
Miyokard infarktüsü	10	2.5
Pnömonitis/uzamış entübasyon	23	5.8
CVA	1	0.2
Yara enfeksiyonu	2	0.4
Mediastirit	1	0.2
Toplam	50	12.8

EKG'de R kaybı veya patolojik Q dalgası yerleşimi, hemodinamik bozukluklar, CK-MB değerlerinin 50 IU'ın üzerine çıkması (16,17) kriterlerinden en az ikisinin varlığı.

Tablo 4. Çalışan kalpte CABG yöntemiyle ameliyat edilen 390 hastadan kaybedilen 12 hastada mortalite nedenleri

	n
LCO	9
CVA	1
Renal yetersizlik	1
Pulmoner yetersizlik	1
Toplam	12 (% 3.07)

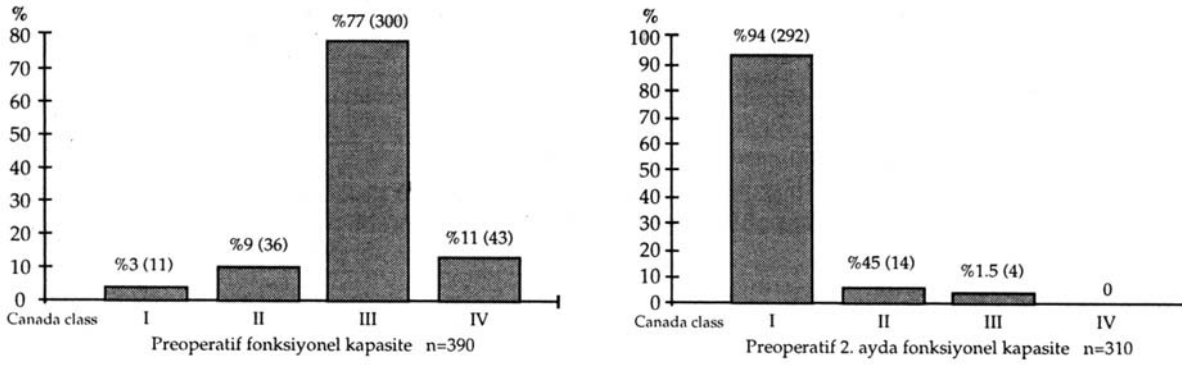
Tablo 5. Çalışan kalpte koroner bypass olgularından 180 hastada gerçekleştirilen postoperatif EKG sonuçları

	n	%
Ventriküler segmenter hareketlerinde iyileşme	114	63.3
Ventriküler segmenter hareketlerinde eşitlik	55	30.5
Ventriküler segmenter hareketlerinde bozulma	3	1.6
Ventriküler septumda paradoks hareket	8	0.4

duydıklarından anlamlı olarak az bulunmuştur ($p < 0.001$). Postoperatif 2. ayda yapılan sorgulama ve fizik bulgular sonucunda hastaların büyük bölümü klass I'de yer almaktadır (Şekil 3).

Tartışma

Koroner anastomoz için gereken süre 6-15 dk olup, ortalama 10.2 ± 1.1 dk sürmektedir. Bu süre içinde oluşması beklenen iskemi ve reperfüzyonun kalpte önemli bir hasara neden olmadığı intraoperatif olarak transözofageal ekokardiyografi (TEE) tetkikleri ve postoperatif olarak EKG ve enzim seviyeleriyle saptanmıştır.



Şekil 3. Çalışan kalpte CABG grubunda preoperatif ve postoperatif fonksiyonel durumu gösterir grafik.

Gerçekleştirilen 10 TEE tetkikinün yalnız birinde anastomoz esnasında duvar hareketinin bozulduğu, revaskülarizasyonun bitmesinden birkaç dakika sonra da eski haline döndüğü, diğer 9 hastada ise hiçbir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Hastaların çoğunluğunu ileri sol ventrikül disfonksiyonlu (LVD) hastalar oluşturmasına rağmen düşük kalp debisi (LCO) beklenen rakamların altında gerçekleştirilmiştir. LCO gelişen hastaların 10'unda perioperatif MI, diğerlerinde ise mevcut LVD buna zemin hazırlamış ve bunların 10'unda (%20) intraaortik balon pompa (IABP) kullanımı gerekmiştir. 1 hastada ise intratektibl ağrı nedeniyle IABP preoperatif olarak yerleştirilmiştir.

Hastaların çoğunluğunu tek damar hastaları oluşturmaktadır. Bunların %18'inde öyküde geçirilmiş başarılı (restenoz) veya başarısız perkütan transluminal koroner anjiyoplasti (PTCA) öyküsü mevcuttu. Diğer hastalar ise proksimal, açılı, arborizasyon bölgesini tutmuş, eksantrik ya da uzun segment lezyonlar söz konusu ise invazif kardiyojinin yüksek risk ve başarısızlık oranı getireceği düşünülerek, konsey kararı ile operasyon aday olmuştur.

Olgular ileri yaşta bulunmalarına rağmen serebrovasküler olay (CVA) ensidansı %0.2 olarak gerçekleştirilmiştir. Bu hasta postoperatif 1. günde ekstübasyonu takiben hipertansif, kriz geçirmiş ve muhtemel intraserebral kanama nedeniyle 20. günde kaybedilmiştir. Ameliyatta ECC'un neden olabileceği hipotansiyon, non

pulsatil akım, hemodülsiyon ve mikroemboliler gibi hadiseler gelişmediği için bu yöntemin ECC'a CVA açısından bakıldığında da avantajlı olduğu görülmektedir. Postoperatif dönemde kan transfüzyonu gerektirmeyen hasta oranı %58'dir. Hastalarda gözle görülebilen süratli bir iyileşme sonucu yoğun bakım ve hasta neden çıkma süreleri oldukça kısa olarak gerçekleşmiştir. 32 hastada gerçekleştirilen anjiyografiler (1-416; ortalama 136±74. gün) 2 hastada stable angina pectoris, 14 hastada atipik angina ve 16 hastada da asemptomatik klinik tabloda kontrol amacıyla gerçekleştirildi. 32 LIMA-LAD anastomozunun patent olduğu, 17 safen ven grefti (SVG) anastomozunda 2'sinin oklüzyona uğradığı görülmüştür (%11.7).

Kontrol ekokardiyografik değerlendirilmelerde Akins'in de belirttiği gibi (21) ECC+AKK uygulanan hastalarda %3-8 olarak gözlediğimiz interventriküler septumda miyokardiyal prezervasyonun yetersizliğine bağlı olarak gelişen (22) paradoks hareketin, kardiopleji kullanılmayan CABG hastalarında anlamlı derecede az görüldüğü ve bu hastaların CABG ameliyatından sol ventrikül performansı açısından da faydalandığı gözlenmektedir.

390 olgudan oluşan serimizde gerek morbidite ve mortalite, gerekse anjiyografik ve ekokardiyografik veriler açısından oldukça başarılı denebilecek sonuçlar alınmıştır. ECC ve AKK kardiopleji yönteminin kullanılmaması, bunların doğurabileceği komplikasyonları önlemiş, düşük kan transfüzyon ve erken mobilizasyon gibi avantajlar sağlamıştır.

Sonuç olarak çalışan kalpte CABG yöntemi;

- LAD, D, HL, RCA, RCPD ve PL dallarında lezyonu bulunup Cx sisteminde müdahale gerektirmeyen,
- İleri yaş, genel durum bozukluğu, sistemik ya da organik hastalıklarda, malignite, immün yetmezlik gibi ECC'la hastalıkta alevlenme beklenen olgularda,
- Kanama defekti, transfüzyon kontrendikasyonları gibi durumlarda,
- İleri sol ventrikül disfonksiyonunda.

Düşük komplikasyon ve mortalite oranlarının yanı sıra yüzdürücü sonuçlarıyla güvenle uygulanabilecek bir yöntemdir.

Kaynaklar

1. Johnson WD, Flemma RJ, Lepley D: Extended treatment of severe coronary artery disease: A total surgical approach. *Ann Surg* 170:460, 1969.
2. Hairston P, Manos JP, Graber CD, et al: Depression of the immunologic surveillance by pump-oxygenator perfusion. *J Surg Res* 9:587, 1969.
3. Lambert CJ, Maregna RAJ, Leveson JE, et al: The treatment of postperfusion bleeding, using epsilon amino caproic acid, cryoprecipitate, fresh frozen plasma and protamine sulphate. *Ann Thorac Surg* 28:440, 1979.
4. Baier RE, Dutton RC: Initial events and interactions of blood with foreign surface. *J Biomed Mater Res* 3:191, 1969.
5. Dreyer WJ, Smith W, Entman ML: Invited letter to editor; neutrophil activation during cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 102:318, 1991.
6. De Lean S, Ilbawi M, Arcilla R, et al: Choreoathetosis after deep hypothermia without circulatory arrest. *Ann Thorac Surg* 50:714, 1990.
7. Swank RL, Porter GA: Disappearance of microemboli transfused in to the patients during cardiopulmonary bypass. *Transfusion* 3:192, 1963.
8. Oğuş T, Berki T, Işık Ö, et al: Miyokard enfarktüsü sonrası koroner bypass cerrahi endikasyonları ve so-

9. Kirklin JW, Barratt & Boyes BG: Textbook of cardiac surgery Churchill Livingstone Inc Sec Ed VI Ch7 stenotic arteriosclerotic coronary artery disease: Incremental Risk Factors For Premature Death Table 7-8 Procedural Risk Factors for Death After the CABG Operation 133, 1993.
10. Kolesov VI: Mammary artery-coronary artery anastomosis as a method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 54:535, 1967.
11. Garrett RE, Dennid EW, De Bakey ME: Aortocoronary bypass with saphenous vein graft *JAMA* 223:792, 1973.
12. Ankeney JL: Graft without cardiopulmonary bypass: Surgical motion picture. *Ann Thorac Surg* V:19 (Editorial) 109, 1975.
13. Favoloro RG: Saphenous vein graft in the surgical treatment of coronary artery disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 58:178, 1969.
14. Favoloro RG, Donald BE, Laurence KG, et al: Direct myocardial revascularization by saphenous vein graft. *J Society Thorac Surg and Southern Thorac Surg Association* 10:98, 1970.
15. Buffolo EJCS, Andrade JN, Branco LF, et al: Myocardial revascularization without cardiopulmonary bypass. *Thorac Cardiovasc Surgeon* 33:26, 1985.
16. Trapp sWG, Bisarya P: Placement of coronary artery bypass graft without pump-oxygenator. *Ann Thorac Surg* 19:1, 1975.
17. Buffolo EJCS, Andrade JN, Branco LF, et al: Myocardial revascularization without extracorporeal circulation. *Eur J Cardiothorac Surg* 4:504, 1990.
18. Phister AJ, Salah ZM, et al: Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 54:1085, 1992.
19. Benetti FJ, Gandolfo N, Michael W, et al: Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. *Chest* 100:312, 1991.
20. Codd JE, Sullivan RG, Weins RD, et al: Myocardial injury following myocardial revascularization. *Circulation* 56:1149, 1977.
21. Akins CW: Noncardioplegic myocardial preservation for coronary revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 88:174, 1984.
22. Akins CW, Carroll DL: Event free survival following nonemergency myocardial revascularization during hypothermic fibrillatory arrest. *Ann Thorac Surg* 43:623, 1987.