



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
KALP-DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

ÇALIŞAN KALPTE VE KARDİYOPULMONER BYPASS ALTINDA  
YAPILAN KORONER ARTER BYPASS CERRAHİSİNDE  
GREFT AKIM ORANLARI

Dr. Ahmet Eren ANĞ

UZMANLIK TEZİ

BURSA - 2011



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
KALP-DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI

ÇALIŞAN KALPTE VE KARDİYOPULMONER BYPASS ALTINDA  
YAPILAN KORONER ARTER BYPASS CERRAHİSİNDE  
GREFT AKIM ORANLARI

Dr. Ahmet Eren ANĞ

UZMANLIK TEZİ

Danışman: Doç. Dr. Mustafa TOK

BURSA - 2011

## İÇİNDEKİLER

Özet	.....	ii
İngilizce Özet	.....	iii
Giriş	.....	1
I. Kalp cerrahisinde kardiyopulmoner bypass	.....	3
I. 1.Tanım	.....	3
I. 2.Tarihçe	.....	4
I. 3.Temel Prensipler	.....	5
I. 3. A. Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Dışarıdan Kontrol Edilebilen Faktörler	.....	5
I. 3. B. Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Kısmen Dışarıdan Kısmen Hasta Tarafından Kontrol Edilen Faktörler	.....	9
I. 3. C. Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Kontrol Edilemeyen Faktörler.....	.....	10
I. 4. KPB Dezavantajları	.....	10
II. Çalışan Kalpte Koroner Arter Cerrahisi	.....	12
II. 1.Tarihçe	.....	12
II. 2. Temel Prensipler	.....	14
III. KABG Operasyonu Sonrası Gözlenebilen Patolojik Durumlar	.....	17
IV. Koroner Bypass Greftlerinin Değerlendirilmesi	.....	19
V. Transit Time Flow Measurement (Medi-Stim® VeriQ sistem) Cihazı	.....	21
V. 1. Ölçüm Değerlendirmedeki Parametreler	.....	23
Gereç ve Yöntem	.....	26
Bulgular	.....	31
Tartışma ve Sonuç	.....	38
Kaynaklar	.....	47
Teşekkür	.....	52
Özgeçmiş	.....	53

## ÖZET

Koroner arter bypass greftleme (KABG) operasyonlarının hızlı gelişimi yirminci yüzyılın ikinci yarısında başlamıştır. Başlangıçta deneysel olarak gerçekleştirilen operasyonlar, çalışan kalp üzerinde gerçekleştirilirken, kalp akciğer makinesinin keşfi ile operasyonlar daha güvenli ve başarılı olarak uygulanmaya başlanmıştır. Teknik olarak gelinen noktadaki başarı ile operasyonların çalışan kalpte yapılabilirliği tekrar önem kazanmıştır. Son zamanlarda yardımcı cihazların gelişiminin tüm hedef damarların revaskülarizasyonuna imkan vermesi nedeniyle çalışan kalpte revaskülarizasyon çoğu hasta gruplarına uygulanabilir hale gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı çalışan kalpte komplet revaskülarizasyon veya kardiyopulmoner bypass altında komplet revaskülarizasyon uygulanan hastaların perioperatif dönem karakteristiklerini incelemek, erken morbidite ve mortalite nedenlerini ortaya koymak, yapılan operasyonlarda kullanılan greftlere ait perioperatif transit time flowmetre ölçüm sonuçlarını karşılaştırmak ve varsa farklılıkları ortaya koymaktır.

Çalışmamızda yüksek ortalama flow, düşük pulsatilite indeksi, yüksek diyastolik doluş gibi, iyi anastomoz kalitesini ve greft açıklığını gösteren değerler, Grup1'de Grup2'ye göre daha fazla gözlenmesine rağmen bunlardan sadece LİMA ortalama flowlarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Ortalama flow yüksekliğinin multifaktöriyel etkenlerinden sadece Grup1'deki kardiyak arrest, global myokardiyal iskemi ve asidoza sekonder koroner vazodilatasyon ile iyi kalitede anastomoz arasında kalınmış olup, gruplar arasında greft açıklığı, anastomoz kalitesine daha spesifik ve tansiyon, vasküler rezistans gibi parametrelerden etkilenmeyen PI ve DF değerleri arasında anlamlı fark olmaması grup1'deki flow yüksekliğini bu gruptaki koroner vazodilatasyona bağlamamızı düşündürmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Kardiyopulmoner bypass altında KABG, çalışan kalpte KABG, Transit time flowmetre akım oranları.

## SUMMARY

### **On-Pump versus Off-Pump Coronary Artery Bypass Grafting: Comparison of TTTM flow measurement results**

The development of coronary artery bypass grafting operations started in the second half of the past century. At the beginning, the operations were performed on the beating heart. As soon as the invention of heart-lung machine, the operations were performed more reliable and successful. The success of the safe anastomosis with the heart-lung machine, intaken interest to take place for performing operations on the beating heart. Complete revascularisation on the beating heart could be performed to all patient groups with the help of local stabilizers.

The aim of this study is to investigate the initial morbidity and mortality rates and the patency rates of the grafts in the operations which were performed completely on the beating heart or on cardiopulmoner bypass.

In our study, the high mean flow, low pulsatility index, such as high diastolic filling, good quality of anastomosis and graft patency, showing the values of group1 them although they had more group2 than those with only mean flow rates of LIMA difference was statistically significant.

The average height of the flow factors of multifactorial cardiac arrest only in group1, global myocardial ischemia and acidosis secondary to coronary vasodilatation, thanks to a good quality of anastomosis and graft patency between the groups, more specifically the quality of anastomosis, and blood pressure, vascular resistance affected by the PI and the DF values of the parameters, such as no significant difference in the height of the flow in group1 suggests that this group due to coronary vasodilation.

**Key words:** On pump CABG, Off pump CABG, Transit time flow measurements.

## GİRİŞ

Koroner arter hastalığı, erişkin kalp hastalıkları arasında en çok görülenidir ve toplumdaki en sık ölüm nedenlerinden birisidir. Koroner arter hastalığının cerrahi tedavi yöntemi, koroner arter bypass greftleme (KABG) operasyonudur. KABG operasyonu teknik açıdan incelikleri olan ve buna bağlı olarak başarısı değişkenlik gösteren bir operasyondur.

KABG operasyonları iki ana yöntemle uygulanmakta olup bunlar Kardiyopulmoner bypass (KPB) altında ve çalışan kalpte KABG dir. Konvansiyonel (KPB altında) KABG yöntemi otuz yılı aşkın süredir güvenle uygulanmaktadır. Bu yöntemde kalbin durdurularak, hareketsiz ve kansız bir sahada çalışılması, hemodinamik düzensizliklerle karşılaşılması nedeniyle cerrahın hızlı anastomoz yapma mecburiyetinin olmaması, cerraha anastomoz kalitesi açısından konfor sağlar.

Son yıllarda, çalışan kalpte koroner arter cerrahisi özellikle lokal myokard stabilizasyonu sağlayan araçların gelişmesi sonrasında ivme kazanmış olup, kliniğimizde de uygun endikasyonlarda yapılmaktadır. Her iki cerrahi tekniğin de artı ve eksileri vardır. Çalışan kalp tekniğinde cerrahın konforunun daha düşük olması, kanlı çalışma sahasında anastomoz alanının iyi görünmemesi, koroner hareketliliğin anastomoz sütürünü zorlaştırması, arrest ve dekomprese olmuş kalbin aksine çalışan kalbin cerraha toraksta konfor içinde çalışabilecek bir alan bırakmaması gibi nedenlerle hedef damarın tanımlanması daha güç olur. Arteriyotomi civarındaki perforan arterler arteriyotomide çok şiddetli retrograd kan akımına neden olarak anastomoza mani olabilir. Posterior dalların görülebilmesi için çalışan kalbe anteriora doğru pozisyon verilmesiyle, normal kasılma fonksiyonu engellenebilir ve kardiyak outputta düşme olabilir. Hemodinamik bozulmaların cerrahı strese sokup hızlı anastomoz yapmayı gerektirmesi nedeniyle anastomoz kalitesinde azalma olabileceği de tartışılmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda her iki grupta sağkalım süreleri arasında anlamlı fark bulunmamış olmakla birlikte yeni semptomlar nedeniyle

anjyografi, anjiyoplasti, reoperasyon gereksinimi bazı çalışmalarda çalışan kalpte cerrahide önemli oranda yüksek bulunmuştur (1, 2). Greft akım oranlarının ölçümü ya da postoperatif koroner anjiyografi anastomoz kalitesi hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Postoperatif koroner anjiyografi ile kontrol, hastaların şikayetleri olmadığı takdirde koroner anjiyografiye onay vermemeleri nedeniyle yapılamamaktadır. Bu nedenle kliniğimizde transit time flowmetre (TTFM) ile greft akım oranlarını ölçerek anastomoz kaliteleri hakkında bilgi sahibi olmayı planladık. KABG ameliyatının en önemli komplikasyonlarından biri greft yetmezliğidir. Greft yetmezliği, erken ve geç olmak üzere iki şekilde olabilir. Geç greft yetmezliği çoğunlukla koroner arter hastalığının ilerlemesi ile olurken, erken greft yetmezliği çoğunlukla anastomoz tekniğindeki veya ameliyattaki manipülasyona bağlı diğer hatalar nedeniyle meydana gelmektedir. Greftin sağladığı kan akımını transit time flowmetre yöntemi ile saptayarak greft yetmezliği intraoperatif tespit edilebilir ve erken müdahale ile mortalite ve morbidite azaltılabilir.

KABG operasyonu yapılan hastalardaki anastomoz kalitesi, hem perioperatif hem de uzun dönem sonuçlar açısından önem arzeder morbidite ve mortaliteyi etkiler. Erken greft oklüzyonu sıklıkla teknik neden sonucu olduğu, komplikasyon olarak refraktör anjina, miyokard infarktüsü (MI), aritmi ve hatta mortalite gözlenebildiği için düzeltilmesi hayati öneme sahiptir (3, 4). Birçok cerrah tarafından perioperatif greft yetmezliği insidansı % 5–11 oranında bildirilmiştir ve bu nedenle greft açıklığının intraoperatif değerlendirilmesi önem taşır (3, 5-8).

Geleneksel olarak kardiyak cerrahlar anastomozun yeterliliğini, grefte ait pulsasyona, distal anastomoz sonrası greft içine heparinli sıvı verilerek akışındaki rahatlığın hissedilmesine, hemodinamik parametrelere, EKG değişikliklerine ve kardiyopulmoner bypass (KPB)'dan çıkma işlemindeki başarıya bakarak karar vermekteydiler. Son yıllarda anastomoz kalitesinin değerlendirilmesinde güvenli metodların kullanımı artmıştır. Intraoperatif olarak anastomozların değerlendirilmesinde birçok metodlar kullanılmış ve birçok araştırmacı tarafından yapılan çalışmalar ile faydalı olabilecekleri belirtilmiştir (9, 10-13). Her ne kadar anatomik değerlendirmede postoperatif

anjiyografi halen altın standart olsa da KABG operasyonları başladığından beri anastomoz kalitesinin intraoperatif değerlendirilme şansı başarılmayan bir hedefti. Doppler çalışmaları ve elektromanyetik uygulamalar ile bu başarılmaya çalışılmıştır. Bütün bu metodlar güvenilir olmayan indirekt yöntemlerdir. TTFM dışındaki diğer uygulamalarda görülen yetersizlik, kullanım zorluğu, maliyet problemleri gibi etkenler bu uygulamaların yetersizliğini ve uygunsuzluğunu ortaya koymuştur.

TTFM kolay, ucuz, yan etkisi olmayan, non-invaziv, kontrast madde kullanılmayan, çalışma ortamına radyasyon yaymayan, ekstra deneyimli personel ihtiyacı göstermeyen, 3–4 dk gibi kısa sürede yapılabilen, tekrarlanabilir intraoperatif ölçüm tekniğidir. TTFM damar şekli ve internal ve eksternal damar çapından bağımsız olarak hareket eder. Sonuç olarak greft açıklığını kontrol amaçlı çeşitli metotlara geçen 10 yıl içinde başvurulmuş, TTFM, intraoperatif fonksiyonel greftin değerlendirilmesinde damar boyutu ve şeklinden bağımsız kolay ve ucuz olmasından dolayı uygun metod olarak kabul görmüştür.

Çalışmamızda, KPB altında ve çalışan kalpte KABG yapılan hastalarda greft fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve cerrahi tekniğin anastomoz kalitesini etkileyip etkilemediğini görmek için TTFM cihazı (MediStim® VeriQ System, Oslo, Norway) kullanılarak alınan ölçüm sonuçları karşılaştırılmıştır.

## **I. Kalp Cerrahisinde Kardiyopulmoner Bypass**

### **I. 1. Tanım**

Kardiyopulmoner bypass (KPB): Akciğerin gaz değişimi ve kalbin pompalama fonksiyonunun geçici olarak hastanın damar sistemi ile kalp akciğer makinası adı verilen bir cihaz arasına bazı damar kanülleri ile bağlandığı ve bu fonksiyonun bu şekilde sağlandığı sistemdir. Hastanın sistemik oksijenden fakir kanı sağ atrumdan makinaya yönlendirilir ve oksijen kana verilirken karbondioksit kandan uzaklaştırılır. Yeni oksijenlendirilmiş kan makinadan hastanın aortasına gönderilir.



Sistemik kanın bir kısmı kalbe dönerek aortaya pompalanırsa bu duruma kısmi kardiyopulmoner bypass denir. Bütün sistemik venöz kan dönüşünün kalp yerine pompa oksijenaratörüne olması ise total kardiyopulmoner bypass olarak adlandırılır. Kısmi KPB total KPB'tan daha fazla tolere edilir. Bunun sebebi tam olarak tanımlanamamıştır ama pulmoner kan akımının az da olsa devamı ile ilgili olabilir. Vücut, pulmoner kan akımının yokluğuna ve nonpulsatil veya hafif pulsatil aort basıncına alışkın değildir.

KPB'nin her hasta üzerindeki etkisi farklıdır. Bazı hastalarda KPB hastayı hiç etkilemezken bazı hastalarda mortaliteyi, bazı hastalarda da morbiditeyi artırabilir. Bu ihtimaller hastanın risk faktörleri ile direk alakalıdır.

## **I. 2. Tarihçe**

Gibbon 1930 yılında Massachusetts General Hospital de KPB'nin ilk temellerini atmış ve bir laboratuvar çalışmasını başarılı bir klinik uygulama şekline dönüştürmüştür. 1953'te Gibbon genç bir kadında pompa oksijenaratör kullanarak ASD onarımı operasyonu uygulamış, bu uygulama tarihte KPB'nin ilk olarak başarı ile kullanıldığı operasyon olmuştur. Ancak bunu takiben Gibbon'un 4 hastasını kaybetmesi bazı tartışmalara sebep olmuştur (14).

KPB için pompa oksijenaratörleri üzerine 1940 yıllarında bazı cerrahlar çalışmalar yapmaya başladılar. 1951 yılında ilk kez kalp cerrahisinde pompa oksijenaratörü kullanıldı. Dennis ve Varco ASD onarımı operasyonu yaptılar. Opere edilen hasta daha sonra kaybedildi. Ancak yapılan otopside hastanın KPB'tan değil de cerrahi hatası (ASD yerine patolojinin AV kanal defekti olduğu ) sonrası kaybedildiği anlaşıldı (15). Daha sonraları Bjork (1948) (16), Senning (1952) (17) ve Crawford (18) KPB ile ilgili çalışmalar ve ameliyatlar yaptılar.

Lillhei ve ark. (19), Minnessota Üniversitesinde laboratuvarda kontrollü kross sirkülasyonla çalıştılar ve oksijenaratör olarak bir intakt cisim kullandılar. Bu çalışmalar sonrası 1952 yılında Andreason ve Watson (20) tarafından "azigos akım prensibi" ortaya çıkarıldı; burada çok düşük perfüzyona gerek vardı. 1954 yılında ilk ve son kez oksijenaratör olarak anne kullanıldı (21).

Kirklin (22), Mayo Klinikte pompa oksijenaratörle deneysel çalışmalara başladı. 1955 yılı mart ayında ilk kez pompa oksijenaratörle KPB ile ventriküler septal defekt operasyonunu başarılı bir şekilde uyguladı. Böylece dünyada ilk kez pompa oksijenaratör kullanılarak kalbin içinin açıldığı ilk operasyon yapılmış oldu.

### **I. 3. Temel Prensipler**

Hastanın arteriyel kan akımının geçici de olsa pompa-oksijenaratör ile sağlanması vücudun bütün fizyolojik dengesini sarsan bir olaydır. Kan KPB sırasında endotel ile kaplı olmayan bir yüzeyden geçmektedir. Buna bağlı olarak humoral ve sellüler enflamatuar yanıt ortaya çıkmaktadır. Cerrahi ve travma sonrası genel bir stress cevabı da buna katkıda bulunmaktadır. Total KPB sırasında pekçok fizyolojik değişken dışarıdan kontrol altındadır. Bu değişkenler: total sistemik kan akımı, arteriyel basınç dalgası, sistemik venöz basınç, pulmoner venöz basınç, baslangıç perfüzyonunun hemotokriti ve kimyasal kompozisyonu, arteriyel oksijen ve karbondioksit seviyesi, perfüzyon ve hastanın ısısıdır.

Diğer değişkenler grubu, kısmen dışarıdan kısmen de hasta tarafından kontrol edilir. Bu değişkenler: sistemik damar direnci, tüm vücudun oksijen tüketimi, karışık venöz oksijen seviyesi, laktik asidemi ve Ph, organ kan akımı ve fonksiyonudur.

Üçüncü olarak kontrol edilemeyen faktörler: kan pıhtılaşma bozuklukları, kırmızı kan hücreleri ve plazma proteinlerinde ekstrakorporeal sistemden geçerken oluşan bozukluklar ve az veya çok oranda kanın yabancı bir yüzeye teması ile başlayan enflamasyon sürecidir.

#### **I.3.A. Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Dışarıdan Kontrol Edilebilen Faktörler**

##### **I.3.A.1. Total Sistemik Kan Akımı (Perfüzyon Akım Oranı)**

Total KPB sırasında, sistemik kan akımı (Q) perfüzyonistin ve cerrahın işbirliği ile ayarlanır. Daha önceden kararlaştırılan bir düzeyde tutulabilir ya da hastadan gelen venöz dönüşü göre ayarlanır.

### **I.3.A.2. Arteriyel Basınç Dalgası**

En sık kullanılan arteriyel pompa tipi, ilk önce De-Bakey (1934) tarafından kan transfüzyonunda kullanılan Roller pompa'dır ve pulsatil olmayan bir akım verir. Pulsatil basınç bazı yollardan sağlanabilir. Hastanın kan hacmi arttığında arteriyel basınçlar ve ventrikül doluş basınçları artar. Vena kava kanüllerine teyp konulmazsa hastaya dönen kan akımındaki artışa bağlı olarak arteriyel inflow da artar (kısmi KPB). Eger kalp fonksiyonu yeterliyse, sol ventrikül ejeksiyonu sistemik kan akımını güçlendirir ve pulsatil akım elde edilebilir.

Kardiyak hareketlenme ve pulsatil akım elde edilmesi ısınma ve soğuma periyodlarında aşırı distansiyonu önler. Parsiyel KPB'nin sadece pulsatil akım için değil pulmoner kan akımını sağlamasıyla da olumlu etkileri vardır. Pulsatil dalga ayrıca, KPB sırasında intra-aortik balon ya da pulsatil tip arteriyel pompa kullanılarak da sağlanabilir. Pulsatil olmayan akımın vasküler rezistans artışına, kırmızı kan hücresi agregasyonuna, renal fonksiyon bozukluğuna, renin salınımına ve selüler hipoksi sonucu metabolik asidoza neden olduğu fizyolojik çalışmalarla gösterilmiştir. Bununla birlikte bazı çalışmalar pulsatil akımı avantaj olarak gösterirken, bazı çalışmalar fazla bir yararı olmadığını göstermektedir. Pulsatil KPB kullanımı halen tartışmalıdır.

### **I.3.A.3. Sistemik Venöz Basınç**

Kullanılan venöz kanülün kesit alanı ve bunları pompa oksijeneratöre bağlayan hattın kesiti ve uzunluğu, venöz basıncı etkileyen unsurlardır. Bu nedenle mümkün olan en geniş kanüller konulur. Kardiyopulmoner bypass sırasında sıfırdan yüksek bir santral venöz basıncın bir üstünlüğü yoktur. Venöz basıncın yükselmesi damar içi hacmin artmasını ve sıklıkla prime hacime ek yapılmasını gerektirir. Bu yüzden venöz basınç sıfıra yakın tutulmaya ve hücre dışı sıvıyı artırmamak için kesinlikle 10 mmHg basıncın üzerine çıkmamaya çalışılır.

### **I.3.A.4. Pulmoner Venöz Basınç**

Bu basınç tam KPB sırasında sıfır olmalıdır ve 10 mmHg'nin üzerine kesinlikle çıkmamalıdır. istenmeyen yükselişler tehlikelidir; çünkü ekstraselüler pulmoner sıvıyı artırıp pulmoner ödem yapabilir. Ekstraselüler

pulmoner sıvıdaki artış, pulmoner venöz ya da pulmoner kapiller basınçtaki artışın süresine bağlıdır, diğer etmenler eşittir. Sadece pulmoner ödem oluşmaz KPB nin etkisi ile artmış pulmoner venöz basınç pulmoner kanamaya neden olabilir.

#### **I.3.A.5. Perfüzat**

a. Dilüent: Prime olarak kullanılan, eritrosit içermeyen dengeli elektrolit solusyonundan oluşur, plazmaya benzer pH ve iyon içeriği vardır.

b. Hemoglobin Konsantrasyonu: Hasta ve pompa oksijeneratör kanındaki hematokrit, KPB öncesinde ve sırasında kan ve sıvıların birleşiminden, kan kaybından ve pompa oksijeneratördeki kan hacminden ve birleşiminden etkilenir. Hematokrit ayrıca hasta içindeki değişikliklerden, öncelikle sıvının damar içinden interstisyel aralığa ve idrar miktarına geçişinden etkilenir.

c. Albümin Konsantrasyonu: Albümin konsantrasyonu da hemodilüsyon olayından etkilenir. Albüminde azalma ve bu nedenle plazma onkotik basıncının azalması sıvının damar içinden interstisyel alana geçişini hızlandırır. Chon ve ark. (23), Hemodilüsyon yapıldığında ekstraselüler sıvı hacminin çok arttığını gösterdiler. Hemodilüsyon ile uzun KPB dönemleri albümin eklenmediğinde daha fazla hacime gerek duyulduğu; albümin eklendiğinde ise normal koloidal ozmotik basıncın sağlandığı bildirilmiştir.

Bununla birlikte KPB sırasında makromoleküllere mikrovasküler geçirgenlik artmıştır, verilen albümin bir kısmı interstisyel sıvıya kaçır ve istenmeyen etkilere yol açabilir. Albümin bazen alerjik reaksiyon yapabilir, mikrovasküler geçirgenliği artırır. Bu yüzden perfüzata albümin eklenmesi halen tartışmalıdır (24).

d. Heparin Seviyesi: KPB başlamadan önce hasta intravenöz olarak heparinize edilir (300-400 U/kg). Heparin yaklaşık 3000-10.000 moleküler ağırlığında glikozaminoglikanların heterojen bir grubudur. Genellikle sığır akciğerinden elde edilir. Heparin antitrombinIII'e bağlanarak aktive eder. KPB süresince plasmada heparin seviyesine bakılabilir, genellikle 3.5 – 4 heparin ünite/ml dir.Heparin etkisi aktive parsiyel tromboplastin zamanı (aPTT) ve Activated clotting time (ACT) değerleri ile takip edilebilir. ACT heparine aPTT

den daha duyarlıdır, ve hasta başında kısa sürede ölçülebilir, bu nedenle kanülasyon öncesi heparin etkisi, ACT değeri bakılarak kontrol edilmelidir. Normal kişilerde ACT 80 – 120 saniyedir, KPB esnasında ACT 400 - 450 saniyenin üzerinde tutulmalıdır. Koagülasyon KPB süresince tam olarak nötralize olmaz. En azından faktör 12, faktör 11 ve prekallikrein aktive olur ve yüksek moleküler kininojen temizlenir. KPB süresince ve hemen sonrasında fibrin oluşumu gözlenebilir; ve fibrin emboli görülebilir. Birçok hastada bu subklinik koagülasyon KPB sırasında ve hemen sonrasında kanama olmasına engel olur. Heparin dozunu artırmak KPB süresince oluşan subklinik koagülasyonu önlemez. Günümüzdeki uygulama, başlangıç dozdan sonra her 60-90 dakika da bir ACT bakılarak gerekirse heparin (1 mg/kg) dozu tekrarlanır.

e. Diğer içerikler: Ozmotik diüretik, lasiks, glikoz, fentolamin vs.

#### **I.3.A.6. Gaz alışverişi**

Oksijenaratör, Kalp - Akciğer makinasının en önemli parçasıdır. Oksijenaratör, sadece arteriyel kan içindeki gaz gerilimini ayarlamakla kalmaz; kan ile temasta olan en geniş yabancı yüzey alanını oluşturur ve en fazla kan hasarının olduğu pompa bölgesidir. Kanın oksijenaratörle geniş teması gaz alışverişini sağlar. Membran oksijenaratörlerde kan hasarı kabarcık oksijenaratörlere göre daha azdır. Sadece gerçek silastik membran oksijenaratör (Kolobow ve ark. tarafından bulunan) de kan-gaz teması yoktur. Bu tip oksijenaratör, 24 saat den fazla KPB gerektiren ameliyatlarda güvenle kullanılabilir tek oksijenaratördür.

#### **I.3.A.7. Isı**

Brown ve ark.'nın (25), 1958 yılında ekstrakorporeal dolaşıma ısı değiştiricisini eklemelerinden bu yana, hastanın ve perfüze olanın ısı perfüzyonistin kontrolü altındadır. Kardiyopulmoner bypassa girecek hastalarda en önemli parametrelerden birisidir. Düşük ısılarda düşük debiler kullanılabilir. Koroner kolletral dolaşım sırasında perfüze olanın bir kısmı kalbe ulaşır ve ısını etkiler, aortta kross klemp olsa bile durum böyledir. Böylece kardiopleji verildikten sonra kalp vücut ısısına dönme eğilimindedir.

### **I.3.B. Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Kısmen Dışarıdan Kısmen Hasta Tarafından Kontrol Edilen Faktörler**

#### **I. 3. B. 1. Sistemik damar direnci**

Normotermik ya da hafif hipotermik KPB'ta, sistemik damar direnci aniden düşer. Sonra KPB süresince dereceli olarak artar. Hastadan hastaya sistemik damar direnci ve perfüzyon sırasında sistemik arteriyel kan basıncı çok değişiklik gösterir. Koroner arter hastaları KPB sırasında özellikle yüksek damar direnci geliştirmek eğilimindedirler. KPB sırasında sistemik damar direncine farmakolojik müdahale tartışmalıdır.

#### **I.3.B.2. Tüm vücut oksijen tüketimi**

KPB sırasında vücudun oksijen tüketimi temelde perfüzyon akım hızı ve hastanın ısı ile belirlenirse de hastanın biyolojik yanıtı da bir etkidir. Tam niteliği henüz bilinmemektedir.

#### **I. 3. B. 3. Miks venöz oksijen düzeyleri**

Miks venöz oksijen düzeyleri perfüzyon akım hızına, perfüzyonun hemoglobin konsantrasyonuna, arteriyel oksijen basıncına ve hastanın vücut oksijen tüketimine bağlıdır. Ayrıca vücut oksijen tüketimini etkileyen 2,3-difosfogliserat ve pH gibi kısmen kontrol edilebilen değişkenlere de bağlıdır. Perfüzyon esnasında miks venöz oksijen düzeyleri ortalama doku oksijen düzeyini yansıtır.

#### **I.3.B.4. Metabolik asidoz**

Temelde laktik asidemiden oluşan metabolik asidoz, KPB da sistemik kan akımını akut olarak azaltır. Fakat önerilen perfüzyon akımları sağlandığında laktat konsantrasyonu 5 mmol/l'ti aşmaz.

#### **I.3.B.5. Katekolamin yanıtı**

Günümüzde KPB sırasında bol miktarda epinefrin salgılandığı bilinmektedir. KPB başlangıcından hemen sonra plazma epinefrin düzeyleri yükselir ve KPB dan sonra düşer. Norepinefrin düzeyleri de genel sempatik sinir sistemi deşarjına bağlı olarak yükselir. Artan kan norepinefrin düzeyleri KPB sırasında akciğerden geçen kan akımında azalmaya da bağlıdır; çünkü norepinefrin, temelde akciğerde inaktive olur.

### **I.3.C. Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Kontrol Edilemeyen Faktörler**

#### **I.3.C.1. Kanın anormal olaylarla karşılaşması**

Kan, şekilli (kırmızı kan hücreleri, beyaz kan hücreleri ve trombositler) ve şekilsiz elemanlar (plazma ve plazma proteinleri) içerir. Plazma proteinleri ise ozmotik etkileri olan proteinler (albümin), taşıyıcı proteinler (gamaglobulinler, lipoproteinler) ve humoral amplifikasyon sistemleri (koagülasyon, fibrinolitik kompleman ve kallikrein–bradikinin şelaleleri) olarak ayrılırlar. KPB sırasında kan üzerindeki biyolojik olmayan etkiler: endotelial olmayan yüzeylerle temasta bulunmak, yırtılma gerilimine maruz kalmak, kabarcık, fibrin partikülleri ve trombosit agregatları gibi anormal maddelerle temasta bulunmaktır. Temas yüzeyi arttıkça endotelial olmayan yüzeye değen kan kısmındaki hasar artar. Kalp-Akciğer makinasındaki en geniş temas yüzeyi oksijeneratörlerdir. Kabarcık, disk ve skreen oksijeneratörlerde biyolojik olmayan yüzey gazdır (genellikle %100 oksijen). Membran oksijeneratörlerde ise yüzey membrandır. Diğer biyolojik olmayan yüzeyler; ısı değiştiricisinin biyolojik olmayan yüzeyleri ve çeşitli köpük alıcı, kabarcık alıcı ve filtre aygıtlarıdır. Kanın, rezervuarlardaki, tüpler ve kanüllerdeki yüzeyi ufaktır ve daha az kritik olarak değerlendirilir. Kardiyopulmoner bypass nedeniyle ortaya çıkan ameliyat sonrası kanama diyatezinde en önemli faktör, normal işlev gösteren trombosit sayısında aşırı derecede azalmadır.

#### **I.3.C.2. Mikrovasküler geçirgenlikte değişiklikler**

KPB dan sonra akciğer interstisyel ve çevre dokularında sıvı artışı vardır; doğrudan KPB süresine bağlıdır (26). Yapılan çalışmalarda KPB da akciğer alveolar-kapiller bariyerinin geçirgenliğinin arttığı gösterilmiştir (27).

### **I. 4. KPB Dezavantajları**

KPB'ın, KABG operasyonlarında, avantajlarının yanısıra yukarıda bahsedilen kontrol edilemeyen faktörlere bağlı dezavantajları da söz konusudur:

a- Kompleman ve nötrofil aktivasyonu, vazokonstrüksiyon ve kapiller permeabilite artışı, interstisyel alana sıvı geçmesine sebep olur, mikroemboli riski artar.

b- Platelet hasarı ve vasoaktif elemanların salınımı, interstisyel kompartımana daha fazla sıvı geçişine ve hemostazın engellenmesine neden olur.

c- İnvasküler kolloid ozmotik basıncın azalması ile interstisyel ödem gelişir.

d- Sıvı dengesi, idrar outputunda değişiklik, interstisyel renal perfüzyon volumunda azalma, idrar outputunda azalma veya artma, intravasküler volumda artma ya da azalma meydana gelebilir.

e- Koagülopatiler; uygunsuz heparine bağlı hemoliz ve kanama, reversal heparin reboundu, pıhtılaşma faktörleri ve plateletlerin tüketimi, platelet disfonksiyonu söz konusu olabilir.

f- Katekolamin salınımında artış sonucu hipertansiyon gelişir. (sütür hattında stres ve kanama)

g- Renin, angiotensin, sodyum ve aldosteron artışı, antidiüretik hormon retansiyonu gelişir.

h- Serum dilüsyonu; intrasellüler-ekstrasellüler elektrolit bozuklukları, sıvı şiftleri, asit-baz dengesinde değişiklikler (örn;hipokalemi, endokrin fonksiyonunda değişiklikler, hipernatremi, hiperkloremi) meydana gelir.

ı- Metabolik bozukluklar; karbonhidrat metabolizmasında değişiklikler, epinefrin sekresyonunda artışa paralel olarak glikojenolizin uyarılması ve insülin salınımı ve hipergliseminin supresyonu söz konusu olabilir.

i- Hipotermi, vazokonstriksiyona bağlı olarak sistemik vasküler direnç artışı, myokard kontraktilitesinde ve kalp hızında düşüş ve bunun sonucunda kardiyak output ve perfüzyon basıncının düşmesi, (renal perfüzyonda da düşme ve sonucunda idrar outputunda azalma) pankreas adacık hücrelerinden insülin salınımının engellenmesi ve dolayısıyla hiperglisemi ve hücre membranından glukoz transportunun değişmesi söz konusu olabilir.

j- Kardiyak fonksiyonun değişimi; kardiyak output'un azalması, kardiyak aritmiler (60 dakikanın üzerinde kardiyoplejik arrest sonrası uzamış iskemiye ve doku hipoksisi, asidoz, subendokardial nekroz, myokardial enzimlerin salınımına bağlı kardiyak performansın tükenmesi) söz konusu olabilir.



k- Santral sinir sisteminde değişiklikler; embolik (gaz, aortadan ateromatöz debrisler, yağ ) ya da iskemik olaylara bağlı serebral disfonksiyon gelişebilir.

l- Pulmoner fonksiyonda değişiklikler; pulmoner ödem, akut respiratuar distress sendromu (ARDS), atelektazi (alveolar kollaps ve sekresyonların retansiyonu; mikrotrombüse eğilim ve bunun sonucunda pulmoner şantta artma, interstisyel pulmoner ödem ve anokside artma ) söz konusu olabilir.

m- Gastrointestinal fonksiyonda değişiklikler; bağırsak iskemisine neden olabilen splanknik vazokonstrüksiyon ve kanama söz konusu olabilir.

## **II. Çalışan Kalpte Koroner Arter Cerrahisi**

### **II.1. Tarihçe**

Koroner Arter Bypass cerrahisindeki ilk çalışma, 1910`da çalışan kalpte yapılmıştır. 1946`da Vineberg, internal mamaryan arteri myokarda direk implante etmiştir. 1953`te Gibbon, Kardiopulmoner Bypass (KPB) kullanarak dünyadaki ilk başarılı ameliyatı yapmıştır ve kalp cerrahisi hızla gelişmeye başlamıştır. Pompa-oksijenatör kullanımına bağlı mortalite ve morbiditenin yüksek olduğunun görülmesi üzerine, çalışan kalpte koroner cerrahi geliştirilmiştir. Çalışan kalpte direk myokardiyal revaskülarizasyon, ilk olarak Goetz (28) tarafından, sağ internal mamaryan arterin sağ koronere anastomozu ile 1961 yılında başlamıştır. Sonradan, 1966`da Sovyetler Birliğinden Kollessow (29), sol torakotomi insizyonu ile sol internal mamaryan arteri, sol ön inen artere anastomoz etmiştir. 1969`da Favaloro`nun başarılı çalışmaları ile bubble oksijeneratörler ve kardiyopleji kullanımının gelişmesi ile KPB`nin popülaritesi artmış ve koroner arter cerrahisinde KPB kullanımı yaygınlaşmıştır. Yıllar sonra, 1975`te Trapp ve Bisarya (30), yine aynı yılda Ankeny (31) birbirlerinden bağımsız olarak çalışan kalpte KPB kullanmadan gerçekleştirdikleri myokardiyal revaskülarizasyonun başarılı sonuçlarını yayınlamışlardır. Fakat bu dönemde, koroner oklüzyon sırasında myokardın distal perfüzyonunun önemli olduğunu farketmişler ve myokardı perfüze

edebilecek aletleri geliştirmeye başlamışlardır. Ekstrakorporeal dolaşımın ve myokard koruma tekniklerinin gelişmesiyle birlikte, kardiyoplejik arrest ile yapılan myokardial revaskülarizasyon geniş popülarite kazanmış ve çalışan kalpte operasyon terkedilmiştir. Bu dönemde ilgi, düşük riskli ve iyi sonuç veren güvenli prosedürler üzerine idi. Bu gelişmelere paralel olarak, Argentina'dan Benetti (32) ve Brezilya'dan Buffolo (33), çalışan kalpte koroner arter bypass operasyonlarının ilk sonuçlarını geniş bir seri ile yayınlamışlardır ve bu prosedürün güvenli ve etkili bir yol olduğunu savunmuşlardır. Yumuşak silikon bağlarla koroner akımın oklüzyonu, kalp hızını yavaşlatan ve oksijen ihtiyacını azaltan ilaçların kullanılması, kalp hareketlerini stabilize edici cerrahi teknikler ile bu alternatif revaskülarizasyon, daha güvenli ve tekrar kullanılabilir hale gelmiştir.

Rivetti ve Gandra (34) tarafından geliştirilen intraluminal şantlar sayesinde, koroner akım oklüzyonu olmaksızın anastomoz yapılabilmüş, böylece iskemi süresi kısaltılmıştır. Yapılan çalışmalarda, çalışan kalpte KABG cerrahisinde intrakoroner şant kullanımının, myokardiyal iskemiye azalttığı ve daha güvenli olduğu gösterilmiştir (65).

Bununla birlikte birçok cerrah, KPB kullanılarak yapılan konvansiyonel koroner arter bypass operasyonlarını tercih etmiş; çalışan kalpte KABG sırasında yapılan anastomozların kalitesi konusunda şüpheleri olduğundan rutin cerrahi prosedürü değiştirme konusunda direnç göstermişlerdir.

Bu teknikte en önemli zorluk, anastomoz bölgesinde kalbin hareket etmesi olduğundan stabilizatörler geliştirilmiştir. Bunlarla bölgesel hareket azlığı yaratılarak, çalışan kalpte de konvansiyonel cerrahide olduğu gibi iyi sonuçlar elde etmek mümkün olmuştur. Böylece çalışan kalpte koroner bypass güvenli, etkili ve tekrar kullanılabilir bir metot olmuştur. Stabilizatör kullanılan vakalarda greft açıklığının daha iyi olduğu, kontrol anjiyolarla gösterilmiştir.

Başlangıçta LAD, diagonal ve sağ koroner arterlere anastomoz uygulanmış, hemodinamik değişiklik çok az, hatta hiç olmamıştır. Fakat, sirkümfleks arter ve dallarına anastomoz sırasında kalbin hareketi

sınırlandığı için hemodinamik değişiklik ihtimali büyük olduğundan ve tam myokardial revaskülarizasyon yapabilmek için, Brezilya'dan Lima (35) tarafından bir manevra önerilmiştir. İnferior Vena Cava ile inferior Sol Pulmoner Ven arasına konulan dikiş ve bu dikişin traksiyonu ile apeks yukarı kaldırılarak "Ektopia kordis" pozisyonu elde edilmiştir. Bu sayede, sirkumfleks artere rahat ulaşmak mümkün olmuştur. Çalışan kalpte koroner cerrahi uygulamaları tüm koroner cerrahi girişimleri kapsayan rutin uygulama haline gelmiştir.

## **II.2. Temel Prensipler**

### **II.2.A. Koroner Arterlerin Cerrahi Görüş ve Çalışma Sahasına Getirilmesi**

Koroner arterler üzerindeki cerrahi işlemleri zorlaştıran en önemli özelliklerden biri kalbin ve dolayısı ile koroner arterlerin hareketli oluşudur.

Çalışan kalpte koroner cerrahisi uygulamalarında klasik giriş yöntemi, orta hat vertikal cilt ve tam sternum kesilerinin yapıldığı median sternotomidir. Median sternotomi ile perikard, vertikal olarak açıldığında RCA(Sağ koroner arter) proksimal ve orta bölümleri, LAD(sol ön inen koroner arter) orta ve distal bölümlerine, kalbin altına gazlı bez veya farklı bir destek yerleştirilmesi ile kolayca ulaşılabilir. Perikard sol kenarlarına ve kalbin arkasında posterior perikarda yerleştirilen askı sütürlerinin gerilmesi ile kalbin total olarak rotasyonu ve apeks yukarı bakacak şekilde (ektopia kordis) yönlendirilmesi mümkün olmaktadır. Ameliyat masasına verilen trendelenburg ve sağ rotasyon pozisyonu yardımı ile sol sirkumfleks arter dalları ve RPD (sağ arka inen koroner arter), cerrahi görüş ve çalışma sahasına getirir.

Uygulamada en çok hemodinamik bozulma ve ritm bozukluklarının gelişmesinden çekinilmiştir. İleri derecede hipertrofik kalp, pozisyon değişikliği ile mevcut mitral veya aort kapak yetmezliğinin artması gibi durumlarda önemli hemodinamik bozulma ortaya çıkabilir. Teknik olarak gergin perikard, askı sütürü veya gazlar ile vena kavanın komprese edilmesi, vena kava torsiyonu veya sağ atriyum ve sağ ventrikül basısı nedeni ile sağ kalp debisinin azaltılması, dolayısıyla sol kalp debisinin azalması ve ani hemodinamik bozulmaya neden olur.

Trendelenburg pozisyonu ve hafif sıvı yüklenmesi ile sağ basınçların artırılması ve gerekirse askı sütürlerinin kısmen gevşetilmesi sonucu istenen hemodinamik stabilizasyon sağlanabilir. Bazı cerrahların sık olarak kullandığı ve önerdiği şekilde sağ plevranın tamamen açılması yarar sağlayabilir. LAD, Diagonal dal ve RPD için gerekli çalışma sahası oldukça kolay ve önemli hemodinamik bozulma olmadan sağlanmakla birlikte, Cx (Sirkümfleks koroner arter) ve özellikle OM (optus marjin) ler daha fazla hemodinamik değişikliğe yol açar. Giderek kötüleşen hemodinamik koşullarda, gerektiğinde elektif konversiyondan kaçınılmamalıdır.

Anastomoz yapılacak koroner arter segmentinin stabilizasyonu amacı ile önceleri, direk olarak koroner arterleri içine alan askı sütürleri veya dolaylı olarak etrafındaki epikardın askıya alınması şeklinde yöntemler kullanılmıştır.

Beta bloker, kalsiyum antagonistleri, adenozin gibi farmakolojik ajanlarla AV komplet blok oluşturularak, ya da geçici kotrollü 'pacemaker' kullanımı gibi yöntemler kullanılarak, sütün geçişi sırasında asistoli ve hareketsiz bir kısa periyod elde edilmeye çalışılmıştır. Kısmen yararlı olan bu tür yöntemlerle oluşturulan belirgin bradikardi sürecinde, atım volümü önemli oranda artmakta ve kalp duvarı hareketi daha fazla olmaktadır. Ayrıca, kullanılan ilaç dozu ve kalbin performansı ile ilişkili olarak negatif inotropik etkiye bağlı hemodinamik bozulma gözlenebilmektedir. Stabilizasyon araçlarının gelişmesi ile bu tür bradikardi - asistoli oluşturmaya yönelik yöntemler terkedilmiştir. Lokal olarak miyokard hareketi tamamen elimine edilemese bile önemli ölçüde azaltılmasını sağlayan, temel olarak iki farklı tip mekanik stabilizasyon aracı geliştirilmiştir.

A. Bası Uygulayan Stabilizatörler: Sternum ekartörüne veya ameliyat masasına tutturulan bir hareketli sabitlenir kol ve ucunda miyokard üzerine bası uygulayan ayaklardan oluşan araçlar mevcuttur. Kardiyak outputta geçici olarak düşüş meydana gelir, stabilizatörün kaldırılması ile birlikte sistolik ve diastolik fonksiyon normale döner. Kardiyak outputtaki bu düşüş sol ventrikül diastol sonu volümündeki düşüşle bağlantılı olabilir. Bunların sebepleri: Sağ ventrikül çıkış yolu obstrüksiyonu, mitral kapakta mekanik

deformasyon veya stabilizatör ayaklarının direk sol ventrikülü komprese etmesidir.

B. Vakum Uygulayan Stabilizatörler: Bu teknik ilk olarak 1996'da Borst ve ark. (36) tarafından sunulmuştur. Ameliyat masasına veya daha çok sternum ekartörüne tutturulan bir veya iki hareketli sabitlenir kol ve ucunda miyokard üzerine bası ya da vakum uygulayan ayaklardan oluşan değişik tiplerdeki araçlar mevcuttur. (Octopus; Medtronic®) Zaman içerisinde modifiye edilerek daha kolay ve etkili kullanım sağlayan duruma getirilen stabilizatörler arasında, Octopus 3, 4 ve Evolution yaygın olarak tercih edilmektedir. Lokal stabilizasyon araçları kullanırken, miyokarda aşırı baskı yapması, diyastolik doluşu engelleyecek şekilde distorsiyona yol açması engellenmelidir. Vakum uygulama ayaklarının oluşturduğu kontrollü negatif basıncın (en fazla 400mm Hg), önemli bir miyokard hasarı oluşturmadığı deneysel çalışmalarla gösterilmiştir (36). Direk epikardiyal koroner arterler üzerine uygulanmamasına özen gösterilmelidir. Pratikte vakum uygulanan bölgelerde sıklıkla 2-3 mm çaplı bül şeklinde subepikardiyal hematoma oluştuğu gözlenmektedir. Apeksine uygulanan vakum kepi yardımı ile kalbe pozisyon verilmesine yardımcı araçlar da klinik kullanıma girmiştir. Özellikle arka ve yan duvardaki işlemler için kalbin dispozisyonuna yardımcı olarak kullanılmaktadır.

### **II.2.B. Cerrahi Görüş Alanının Temizlenmesi**

Çalışan kalpte koroner cerrahisinde önemli zorluk yaratan durumlardan biri koroner arteriyotomiden kanama nedeni ile görüşün bozulmasıdır. Cerrahi alandaki kan, anastomoz esnasında görüşü güçleştirerek anastomoz kalitesini düşürür ve cerrahi travma olasılığını artırır.

Anastomoz alanında görüşü iyileştirmek için genellikle nativ damarın kan akımı kesilmektedir. Bu amaçla nativ koroner damarın çevresinden bir prolen veya elastik dikiş geçirilip sinerle sıkıştırılır ya da etraf doku ile birlikte mikrovasküler klemp kullanılarak komprese edilir. Sütür uygulaması ile ilgili geç dönemde darlık geliştiğinin görülmesi ve histopatolojik incelemelerle intima hasarının belirlenmesi üzerine, özellikle anastomoz alanının distaline oklüzyon yapılmasından kaçınılmalıdır. Distal ve yan dallardan kolleteraller

aracılığı ile gelen kan akımının engellenmesi için ek yöntemler kullanılmaktadır; emici bir araç ile anastomoz alanından kanın temizlenmesi, salin solüsyonu ile anastomoz alanının yıkanması, koroner damar içi şant veya yıkayıcılar kullanılması ya da anastomoz alanına üflenen yüksek akımlı gaz oksijen, karbondioksit hava ile anastomoz alanının kandan arındırılması teknikleri kullanılmaktadır (25).

Her tekniğin farklı avantajları ve dezavantajları vardır. Anastomoz alanına yüksek akımlı gaz üfleme tekniği cerrahi alanı kansız tutmakta etkili yöntemdir. Ancak bu tekniğin bazı riskleri mevcuttur. Bu olası riskler, kullanılan gaza bağlı riskler ve koroner endotelde ulaşılabilecek hasarlanma olarak sınıflanabilir. Gaza bağlı olası riskler; oksijenin yanıcı olması, filtre edilmiş havanın emboliye neden olabilmesi ve tümünün koroner endotelde hasarlanma oluşturma potansiyelidir. Karbondioksit gazının direk olarak endotelde hasar oluşturabildiği bildirilmiştir (38). Devamlı veya aralıklı olarak yapılabilen uygulamada gaz akım hızı, endotele uzaklığı gibi değişkenlerin yanısıra uygulama süresindeki farklılıklar, endotel üzerindeki mekanik hasarlanma etkisini değişken kılmaktadır. Erken ya da geç dönemde anastomoz alanında trombotik oklüzyon veya stenoz gelişmesi açısından risk oluşturduğu gösterilmiştir.

Okazaki ve ark. (39) sürekli 10 dk karbondioksit gazı üflenen endotelde önemli hasar oluşturmadığını, 20 dk sürede önemli hasar ortaya çıktığını, heparinize ve dipridamol eklenmiş solüsyonla nemlendirilmiş gaz uygulandığında hasarın daha az olduğunu göstermişlerdir. Önemli potansiyel risk, yüksek akımlı gaz üflenmesinin direk olarak uygulandığı bölgede endotel hücrelerini koparıp atmasıdır. Bu risk üflemenin yapıldığı yükseklik, üflenen gaz akımı ve endotelde oluşturduğu basınçla ilişkilidir.

### **III. KABG Operasyonu Sonrası Gözlenebilen Patolojik Durumlar**

Operasyon tekniğinden bağımsız olarak postoperatif dönemde gözlenebilen sorunlar kısaca; hasta kaybı, peroperatif ve postoperatif miyokard infarktüsü, aritmiler, aortik disseksiyon, merkezi sinir sistemi harabiyeti, anastomotik kanama, derin mediastinal yara enfeksiyonları, postoperatif hepatik disfonksiyon (hipoperfüzyon/hipoksik, ilaç/toksik,

enfeksiyöz), gastrointestinal kanamalar, pankreatit, pulmoner komplikasyonlar, psikiyatrik problemler ve akut renal yetmezlik sayılabilir.

Genel olarak sık olarak gözlenebilen durumlar aşağıda sıralanmıştır:

1. Ven Greft Komplikasyonları: Kasıkta yara yeri enfeksiyonu, lenfödem ve parestezidir. Lenfödem %30 görülür, bunların %1'i kalıcıdır. Genellikle 2–3 ayda geçer. Safen ven çıkarılan ekstremitede %0.08 sellülit (Streptokoksik) görülür.

2. Atrial Fibrilasyon: Postoperatif en sık görülen komplikasyondur (%10–30). Sebebi; rejyonel myokard iskemisi, lokal metabolik değişiklikler, elektrolit imbalansı, postoperatif perikardit veya sol ventrikül yetmezliğidir.

3. Ventriküler Aritmiler: Genellikle kan gazları ve serum K düzeyi düzensizliklerine bağlıdır. İskemiye bağlıysa önemlidir. Reversible myokard iskemisi, irritable odak, daha önceki skar dokusu kaynak olabilir (17).

4. Hipertansiyon: %33–58 ilk 8–12 saatte görülür. Nonpulsatil akım ile dolaşım sonrası sempatik aktivitenin artması ve kanda vazopressörlerin artmasıyla izah edilir. Sütür kopması, kanama, subendokardial iskemi riski olduğundan, hemen vazodilatatörlerle (Nitrogliserin, Na nitroprussid) afterload azaltılır.

5. Nörolojik Komplikasyonlar (strok): Özellikle diyabetik ve 70 yaşın üstündekilerde %1–1,7 serebral emboli görülür.

6. Safen Ven Greftlerinde Görülen Komplikasyonlar: 0–6 ay tromboz ihtimali mevcutken, 6–12 ay arası intimal hiperplazi gelişebilir, 1–3 yıl greftin en stabil devresidir, 3 yıldan sonra aterom plağı gelişme riski vardır.

7. Yara enfeksiyonu (%1).

8. Renal yetmezlik.

9-Myokard infarktüsü.

#### IV. Koroner Bypass Greftlerinin Değerlendirilmesi

KABG operasyonları günümüzde kalp cerrahisinin rutin uygulamaları arasında yer almaktadır. Başlangıç dönemlerindeki yüksek mortalite ve morbidite oranları geride kalmıştır. KPB altında yapılan koroner bypass operasyonlarında ekstrakorporeal dolaşım ve miyokard korunması yöntemleri, çalışan kalpte yapılan bypass operasyonlarında ise stabilizasyon cihazları, başarılı sonuçlara katkı sağlamışlardır.

Gerek KPB altında gerekse çalışan kalpte yapılan operasyonlarda erken ve geç sonuçlara etkili faktörlerin başında, bypass yapılan damarların ve anastomozların kalitesi gelmektedir. Koroner bypass operasyonu sonrasında arteriyel ya da venöz greftlerde düşük akım miktarları, yüksek perioperatif miyokard infarktüsü ve mortalite oranları ile beraberdir. Teknik olarak düzeltilebilecek bir hatanın neden olduğu düşük greft akımlarının saptanması, perioperatif mortalite ve morbidite oranlarının azaltılması açısından önemlidir.

Günümüzde birçok cerrahi girişimin etkinliğinin operasyon sırasında doğrulanması için çeşitli incelemeler yapılmaktadır. Bir kanser operasyonu sonrasında rezeksiyon sınırlarının temiz olması sağkalım üzerine etkilidir. Bu nedenle etik ve bilimsel olarak operasyon sırasında mutlaka frozen patoloji incelemeleri yapılmaktadır. Mitral kapak tamiri sonrasında transözefajial ekokardiyografi ile tamir derecesinin dinamik koşullarda kontrolü herkesçe kabul edilmektedir. Aynı şekilde KPB altındaki operasyonlara göre bazen daha rahatsız koşullarda yapılan çalışan kalpte bypass operasyonlarının son yıllarda giderek artan sayıda uygulanması, greft açıklığı kantitatif kontrolünü gündeme getirmiştir. Perioperatif akım kontrolü, olası hataların operasyon sırasında saptanarak düzeltilmesine, böylece mortalite ve morbidite oranlarının azaltılmasına imkan tanımaktadır. Koroner bypass operasyonu sonrasında greft açıklığının doğrulanması amacıyla kullanılacak tetkikte aranan özellikler; doğru sonuç vermesi, ucuz, hızlı, tekrarlanabilir ve non-invaziv olması, komplikasyon oranlarının düşük olmasıdır. Bu özellikleri bugün için birarada bulunduran ekipmanlar, akım ölçüm cihazlarıdır.



Perioperatuar koroner anastomoz kalite değerlendirmesinin birçok yöntemi mevcuttur. Bu tetkikler noninvaziv ve invaziv olarak iki grupta incelenebilir.

Noninvaziv tetkiklerin başında elektromanyetik akım ölçümü gelmektedir. Elektromagnetik perioperatif ölçüm son yıllarda kullanılmış, hemoglobin kompleksindeki demir atomlarının hareketine bağlı olarak yaratılan magnetik güç ile değerlendirme yapılmıştır (41). Serum hemoglobin konsantrasyonuna bağlı olarak çalışılmakta ve prob ile damar arasındaki köşe kısımlarından etkilenmektedir. Güvenilir bir tetkik olan elektromanyetik akım ölçümü, bypass cerrahisi pratiğinde rutin uygulamada bugün için yer almamaktadır (40, 41). Bunun nedenleri arasında sık kalibrasyon gerektirmesi, problemlerin büyük olması ve elde edilecek değerlerin serum hemoglobin değerlerine bağımlı olması yer almaktadır.

Noninvaziv bir diğer tetkik olan renkli doppler ultrasonografi (USG); greft açıklığı ve akım hızları (velosite değerleri) hakkında güvenilir bilgiler verebilir (10, 40). Doppler tekniğinin de birçok sınırlaması vardır. Doppler ile ölçümde prob köşesi, damar çapı ve artefaktlar etkili olmaktadır. Artefakt ve kullanıcı hatalarına bağlı yanlışlıklar, transit time flow ölçüm (TTFM) işleminde etkili olmamaktadır. Doppler ultrasonografik ölçümlerde temelde kan akım hızı elde edilir. Bu nedenle tetkik sırasında kan akımı ile ultrason dalgaları arasında 60 derecelik bir açı bulunmalıdır. Bazen komplike olan bu işlem gerçekleştirilmediği takdirde yanlış kan akım hızları hesaplanabilir. TTFM ise direkt olarak kan flowunu ölçer ve Doppler ultrasound eko tekniğinin gerekliliklerinden olan kan flowunun homojen dağılımına ihtiyaç göstermez. Doppler USG cihazları pahalı ve komplike ekipmanlardır. Eğitimli bir doktor-teknisyen gerektirirler. Sadece operasyon sırasında kullanım amacıyla ameliyathanede tutulmaları ekonomik bir işletim sağlamadığından eğitimli personelin ve ekipmanların ameliyathane dışından gelmeleri zaman kayıplarına neden olabilir.

İnvaziv yöntemler olan anjiyografi, intravasküler akım ölçümü, intravasküler basınç ve periferik rezistans ölçümü gibi tekniklerle bypass operasyonları sonrasında önemli anatomik ve fizyolojik bilgiler elde edilebilir.

İntraoperatif klasik anjiyografi ya da termal - florosan anjiyografi tetkikleri iyi sonuçlar elde edilen yöntemlerdir (4, 42-44). Ancak diğer taraftan bu tetkiklerin pahalı ve komplike ekipmanlar, eğitimli bir personel ya da kardiyolog (özellikle koroner bypass greftlerinin anjiyografisi için) gerektirmesi, uzun bir tetkik olması ve tetkik sırasında mekanik olarak ya da kullanılan opak maddelere bağlı komplikasyon riski kullanım sıklığını azaltmaktadır.

TTFM (transit time flow measurement) bugün için güvenilirliği kanıtlanmış perioperatif greft patensi için doğru sonuçlar verebilen non invaziv bir tekniktir (5, 11-13, 45). TTFM, doppler ve elektromagnetik tekniklerdeki tüm kusurları ortadan kaldıran bir cihazdır. Bu cihaz, teknik kalibrasyona ihtiyaç duymadan ve açı, çap uygunsuzluğuna bakmadan değerlendirme yapabilmektedir. Transit time akım ölçümü tekniği, ultrason dalgalarının akım yönünde ve akımın tersi yönde ilerleme hızlarının farklı olması prensibi ile çalışır. Transit time akım ölçümü tekniğinin avantajı damar kesitinin düzensiz olduğu durumlarda bile (aterosklerotik plak gibi) kesin bir şekilde akım ölçümünü yapabmesidir.

## **V. Transit Time Flow Measurement (Medi-Stim® VeriQ Sistem)**

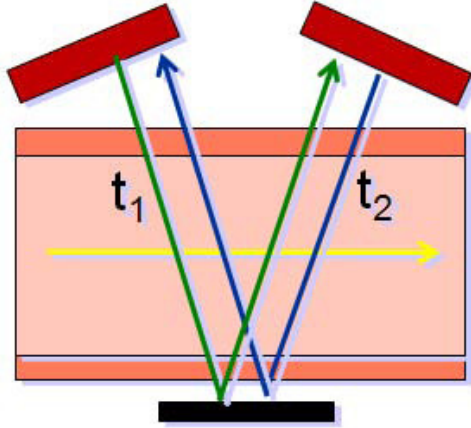
### **Cihazı**

Transit time akım ölçümü tekniği, ultrason dalgalarının akım yönünde ve akımın tersi yönde ilerleme hızlarının farklı olması prensibi ile çalışır.

Transit time akım ölçüm problrarı iki adet piezoelektrik kristal ve bir yansıtıcı içerirler. Yansıtıcılardan birisi kan akımı yönünde sinyal gönderir ve bu sinyal diğer yansıtıcı tarafından alınır. Aynı anda diğer yansıtıcıda kan akımına karşı yönde sinyal göndermektedir. Akıma karşı yol alan ultrason dalgaları akım yönünde gidenlere göre (kan akımının miktarına bağlı olarak) biraz gecikmeli olarak alıcıya ulaşırlar. İki sinyal arasındaki bu farktan kan akım miktarı hesaplanır.

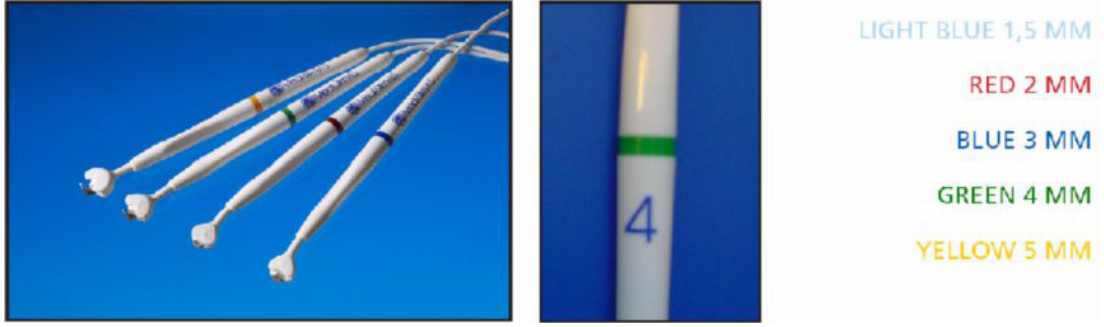


**Şekil-1:** Medi-Stim® VeriQ cihazı.

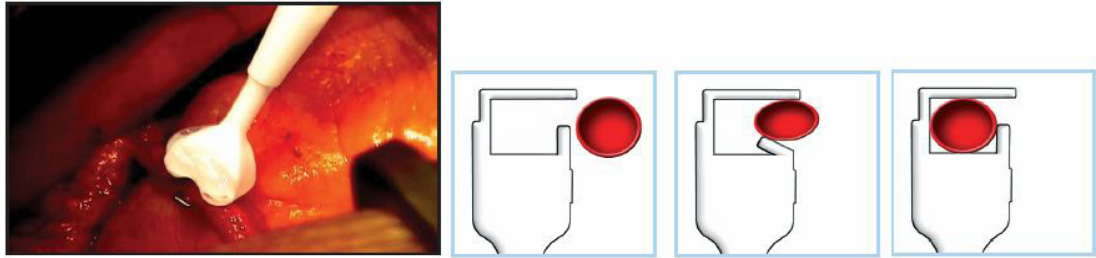


**Şekil-2:** Piezoelektrik kristaller ve yansıtıcı arasından geçen akımın hesaplanması.

TTFM ölçüm cihazlarına ait probalar çeşitli çaplarda, 1,5 mm den 5 mm ye kadar olan büyüklükte imal edilmiştir. Probların tutma yeri greft yerleşimine ayak uydurabilecek şekilde flexible olarak yapılmıştır. Bu probalar ile ölçüm yapılırken, greftin etrafına tam olarak oturtulması sağlanmalıdır.



**Şekil-3:** Medi-Stim® VeriQ sistem cihazı problemleri.



**Şekil-4:** TTFM probunun grefte uygulanması.

TTFM ölçüm yöntemi son derece basit olan kullanımı sayesinde zaman kayıplarını en aza indirmektedir. Cerrah tarafından kullanılabilen sistem diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında ekonomiktir ve komplikasyon olasılığı düşüktür. Operasyon sonlandırılmadan, sternum kapatılmadan önce greft açıklığının ve anastomoz kalitesinin değerlendirilmesinde son derece faydalı bir uygulamadır.

Tek dezavantajı, sirküler tarzda probunun damar çevresine yerleştirilmesi için değerlendirilecek damarın tamamıyla serbestleştirilmesidir. Bu nedenle transit time teknolojisi ile operasyon sırasında sadece greft üzerinden akım ölçümü yapılabilmektedir (46).

### **V.1. Ölçüm Değerlendirmedeki Parametreler**

TTFM ölçümü sırasında akımın flowu<sup>\*</sup>, pulsatil index (PI) değeri ve diastolik doluş paternleri (diastolik flow curve) değerlendirilir.

<sup>\*</sup> Anlatım kolaylığı nedeniyle akım miktarı, tez içinde flow olarak kullanılmıştır.

**V.1.A. Akımın Flowu (Q):** Flow volümü, damar içindeki kanın aşağı ve yukarı doğru akımı arasındaki geçiş zamanı farkı hesaplanarak elde edilir. Bir damardaki kan flowu direk olarak kan basıncı ve indirekt olarak vasküler rezistansla ilişkilidir. Flow ml/dk olarak birimlendirilmektedir.

$$\text{Flow (Q)} : \frac{\text{Basınç (P)}}{\text{Rezistans (R)}}$$

Basınç arttıkça flow artar, azaldıkça flow azalır. Rezistans ise birçok faktöre bağlıdır. Özellikle revaskularize edilen koroner arterin kalitesi ile yakından ilişkilidir (47).

$$R : \frac{8 \times \eta \text{ (viskozite)} \times L \text{ (kondüit uzunluğu)}}{\pi \text{ (pi sayısı)} \times r \text{ (revaskularize edilen damar çapı)}^4}$$

Rezistans, viskozite ve kondüit uzunluğu arttıkça artar, buna paralel olarak flow azalır. Revaskularize edilen damar çapı arttıkça rezistans azalır ve flow artar. Bu nedenle flow oranı anastomoz kalitesini göstermek için güvenilir değildir. Viskozitesi ve kondüit uzunluğu fazla olan bir cerrahi uygulama sonrası rezistansın artması kaçınılmazdır. Bu rezistans artışı da flowun azalışı ile kendini gösterecektir. Yine aynı şekilde revaskularize edilen bir damarın çapı dar ise rezistans artar bu da kendini flow azalışı ile gösterir. Bu nedenle tamamen açık bir greftte bile flow düşük olarak tespit edilebilir ve sağlıklı bir ölçüm sonucu değerlendirmesinde, ortalama flow daima diastolik flow paterni (DF) ve PI değerleri ile beraber değerlendirilmelidir (47).

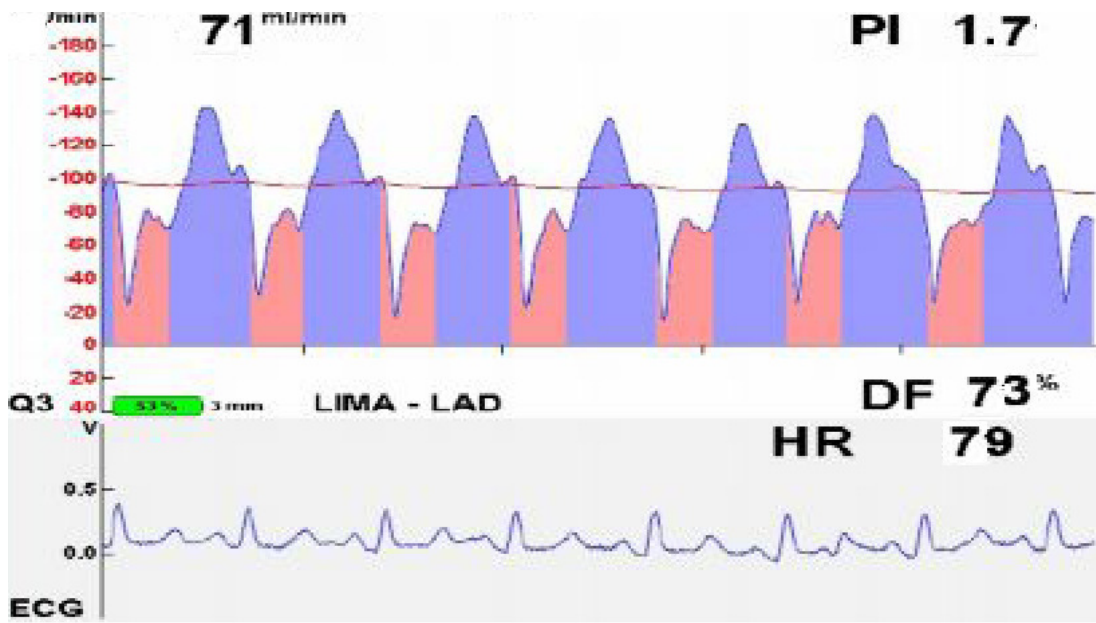
**V.1.B. Pulsatile İndex(PI):** Greft paterninin, açıklığının, anastomoz kalitesinin iyi bir göstergesidir.

$$PI: \frac{\text{max. flow} - \text{min. flow}}{\text{mean flow}}$$

PI, greft açıklığı ve flow için iyi bir göstergedir. Açık bir greft ve sorunsuz anastomozu gösteren PI değerinin 5 ten büyük olmaması gerekmektedir (47-50).

**V.1.C. Diastolik Flow (DF):** Diastolik doluş paternini izah eder. Anastomoz kalitesi için önemlidir. Normal değeri % 55 in üzeridir. Koronerlerdeki flow primer olarak diastoliktir.

Bu değer normal koroner sirkulasyona benzer şekilde kan flowu esas olarak diastol süresince, minimal olarak da ventriküler izovolumetrik kontraksiyon esnasında (QRS kompleksi) minimal sistolik bir pik ile gerçekleşir.



**Şekil-5:** Medi-Stim® VeriQ cihazı ölçüm grafiği.

Koroner greftlerde kan flowu diastol süresince üst seviyededir. (kısa bir sistolik pik yapar) Çünkü küçük koroner damarları sistol esnasında sol ventrikül kontraksiyonu esnasında baskı altında bulunmaktadır. Bu yüzden açık bir greftteki flow eğrisi, geniş bir diastolik model (patern) oluşturur.

Sistolik pik ise greft obstrüksiyonunun kanıtıdır (48, 49). Bu durumdaki ölçümlerde düşük flow miktarı yanında yüksek PI değeri ve düşük diastolik patern tespit edilir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmamız için 05-05-2009 tarihinde 2009-8/1 karar numaralı Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Araştırmalar Etik Kurulu onayı alındı.

Çalışmamızın amacı çalışan kalpte ve kardiyopulmoner bypass altında yapılan koroner arter bypass (KABG) cerrahisinde kullanılan greftlerin akım oranlarını araştırmaktır.

2010 yılında koroner arter hastalığı nedeniyle kalp ve damar cerrahisi polikliniğine başvuran, izole çalışan kalpte KABG endikasyonu olan ilk 20 gönüllü olgu birinci çalışma grubunu, KPB destekli KABG endikasyonu olan ilk 20 gönüllü olgu ise ikinci grubu oluşturdu.

Çalışan kalpte KABG cerrahisi endikasyonları; myokard disfonksiyonu, geçici iskemik atak ya da serebrovasküler olay öyküsü, aortta yoğun kalsifikasyon, yüksek diseksiyon-rüptür-emboli riski taşıyan aort hastalığı, renal fonksiyonlarda bozukluk ya da diyaliz gereksinimi, kardiyopulmoner bypassa engel durumlar, ileri yaş, respiratuar problemler veya sistemik problemler gibi durumlar kriter olarak kabul edildi.

Daha önce açık kalp cerrahisi geçirmiş olanlar, kombine kardiyak cerrahi planlananlar ve acil cerrahi girişim yapılan olgular çalışma dışı bırakıldı. Cerrahi girişimler aynı ekip tarafından yapıldı. Hastalarımız, kliniğimizin rutin koroner arter bypass cerrahisi hazırlığına tabi tutuldular.

Koroner arter kaliteleri ortalama flow sonuçlarını etkileyebileceğinden (48, 50, 51) koroner arter kaliteleri, Corbinau ve ark.'nın (55) kalite sınıflaması (Tablo-1) kullanılarak belirlendi. İki grupta koroner kalitesi arasında anlamlı fark yoktu (Tablo-2).

**Tablo-1:** Koroner arter kalite sınıflaması.

1	Koroner çap $\geq$ 1.5 mm. ve normal angiografik distal akım
2	Koroner çap $\geq$ 1.5 mm. ve parietal düzensizlik
3	Koroner çap $<$ 1.5 mm. veya aşırı distal parietal düzensizlik
4	Koroner angiografide distal akım gözlenmiyor

Tüm hastalarımıza intravenöz narkotik anestezi tekniği ile genel anestezi uygulandı. Median sternotomi sonrasında operasyonda kullanılacak greftler hazırlandı. Greftleme 1 mm üzeri çapta ve %60'ın üstünde darlık olan tüm damarlara uygulandı. LİMA (left internal mammarian arter) ve safen ven greftleri (SVG) kullanıldı. LİMA distali klemlenmeden önce hasta heparinize edilerek çalışan kalpte ACT > 300, KPB altında planlanan cerrahide ACT > 450 tutuldu. LİMA, papaverinle yıkandıktan sonra papaverinle ıslatılmış gazlı bezin içerisinde, SVG ler ise 250 ml ringer solüsyonu ve 5000 İÜ heparinli solüsyon içerisinde saklandı.

Çalışan kalpte revaskülarizasyon girişimi esnasında, kalbin ön yüzünde de yer alan hedef damarların (LAD, D ve RCA) revaskülarizasyonu sırasında lokal koroner arter stabilizatör (Octopus IV medtronic ®) kullanıldı. Tüm koroner arterlerin antegrad kan akımlarının blokajı, darlık proksimaline konulan bulldog klemplerin sağladığı oklüzyon ile gerçekleştirildi. Darlık distaline, distal koroner arterdeki potansiyel hasarı önlemek amacıyla klemp konulmadı.

Operasyonlarda intrakoroner şant kullanılmadı.

Kalbin ön yüzündeki koroner arterlerin (LAD ve D) revaskülarizasyonu sırasında pozisyon vermek amacıyla kalbin altına bir veya daha fazla sayıda gazlı bez yerleştirildi.

Sağ koroner arter bifurkasyonu öncesi anastomoz yapılacaksa, kalbin akut marjin kenarı 2/0 polipropilenle tek tek dikiş kullanılarak asıldı, ardından stabilizatör RCA üzerine yerleştirildi.

Kalbin arka yüzeyinde yer alan hedef damarların (Cx dalları, RPD ve RPL) revaskülarizasyonu sırasında hedef damarları ortaya koymak amacıyla apikal pozisyon verici (Starfish®) cihazı kullanıldı. Apikal pozisyon verici cihaz ile ektopia kordis pozisyonuna getirilen kalbin arka yüzeyindeki anastomoz bölgesini hareketsiz hale getirmek amacıyla lokal stabilizatör (Octopus IV medtronic®) kullanıldı.

Tüm distal anastomozlar 7/0 polipropilen sütür materyeli ile gerçekleştirildi. Tüm proksimal anastomozlar yan klemp yardımı ile asendan



aortaya yapıldı. Proksimal anastomozlar yapılırken 6/0 polipropilen suture materyeli kullanıldı.

Çalışan kalp cerrahisinde tüm hastaların hedef damar revaskülarizasyonuna, sol ventrikülü besleyen sistemlere öncelik verilerek başlandı. Sol sistemden önce LAD, daha sonra hastalıklı ise diagonal arter revaskülarize edildi. Sol sistemin revaskülarizasyonunu takiben dominant koroner arter sistemine öncelik verildi.

KPB altındaki cerrahide standart median sternotomi sonrası perikard, vertikal olarak açılarak askıya alındı. KPB için standart çıkan aorta ve sağ atrium aurikulasına yerleştirilen kese ağzı dikişleri sonrası iki aşamalı venöz kanül kullanıldı. Roller pompa kullanıldı, normotermide 1,8-2,2 lt/dk/m<sup>2</sup> flow ile ortalama 70 mm.Hg. tansiyon arteriyel sağlandı. Antegrad kardiyopleji uygulandı ve soğuk izotonik solusyonu intraperikardiyal uygulanarak myokard topikal soğutuldu. Çoklu KABG planlanan hastalar sistemik olarak 32°C'ye soğutuldu. Diğer vakalar normotermik opere edildi. Revaskülarizasyon işlemleri aortaya kross klemp koyularak kardiyoplejik arrest altında yapıldı. Myokardiyal koruma soğuk kan kardiyoplejisi ile sağlandı.

İki grupta da cerrahi güçlük nedeni ile (örneğin: intramiyokardiyal koroner arter, pozisyon sırasında hemodinamik bozulma...) veya kalsifik aorta nedeni ile diğer tekniğe geçilmedi.

Transit time flowmetre ölçümleri, anastomozların tümünün tamamlanmasının ardından, varsa kardiyopulmoner by-pass sonlandırılıp, başlangıçta verilen heparin, protaminle nötralize edildikten ve sternum ekartörü tam açık konundayken, normotermi sağlandıktan sonra greftin orta bölümünden yapıldı.

Flowmetre ölçüm değerlerinin hipo-hipertansiyondan etkileneceği konusunda çalışmalar olduğundan ölçüm esnasında tüm hastaların sistolik kan basıncı 90 ile 140 mmHg arasında tutuldu (48, 51). LİMA akım ölçümü için LİMA'nın 1 - 2 cm'lik , probun gireceği kısmı skelotonize edilerek greft tam görünür hale getirildi ve prob ile damar arasındaki ilişki tam olarak sağlandı. Ölçüm yapmadan önce greftlerden hava çıkarılmasına dikkat edilmiştir. Greftlere ait distorsiyon ve baskıyı önlemek için gerekirse değişik

çapta problemler kullanıldı (en sık 3 ve 4 no problemler). Ölçüm sırasında perikard askıları gevşetilerek anatomik pozisyona getirilmesi ile kardiyak debinin yeterli olarak sağlanması ve greftlere ait gerilme ve katlantıların önüne geçilmesi amaçlandı.

### **TTFM Ölçüm Değerlendirilmesi**

Cihaz, bir flow eğrisi (%DF; diastolik flow doluşunun yüzdesi), ortalama flow ve pulsatil indeks değerlerini göstermektedir. Ölçüm yapılırken Ancona tarafından tanımlanan protokol kullanılmıştır (47, 51, 53). Greft açıklığı ve anastomoz kalitesi uygun olan greft için kriterler; yüksek ortalama flow, diastolik flow paterni (sistolik pik yokluğu) ve düşük pulsatil indekstir. Kötü greft için kriterler; düşük ortalama flow, sistolik flow paterni (sistolik pik) ve yüksek pulsatil indekstir (%50 altındaki DF ve/veya 5 in üzerindeki PI zayıf flow olarak değerlendirilmiştir). Düşük ortalama flow birçok faktöre bağlıdır.(Kan viskozitesi, greftlerin çapı ve şekli, koroner yatağın durumu, koroner arter çapı ve arterial spazm gibi) Flow değeri, anastomozu değerlendirmek ve revizyona karar vermek için iyi bir gösterge değildir ve PI , DF ve konvansiyonel bulgular (hemodinamik bulgular, EKG değişiklikleri gibi) ile beraber değerlendirilmelidir. Flowun özellikle 10 ml/dk altındaki değerleri önemlidir, ancak tek başına değil, PI ve DF ile beraber değerlendirilmelidir (51, 53). Bunların değerlendirilmesi bize revizyonun gerekliliği hakkında bilgi vermektedir.

Kötü TTFM ölçüm sonuçları saptandığında öncelikle greftlerin uzunluk veya gerginlikleri, greft içinde hava varlığı, katlanma veya spazm olabileceği düşünülerek, mevcutsa bu patolojiler düzeltilmeli, aksi taktirde anastomoz revize edilmelidir.

Çalışmamızda TTFM ölçümlerinde anormal değer saptanmadığından hiçbir hastada revizyon ihtiyacı duyulmadı.

### **İstatistiksel analiz**

Çalışılan parametrelerin değerlendirilmesinde SPSS 13 for Windows programı kullanıldı. Veriler  $\pm$  standart sapma olarak belirtildi. Ölçüm değerleri karşılaştırılması Mann – Whitney test, koroner damar kaliteleri karşılaştırılması Fisher – Exact test, sürekli olmayan parametrelerin

karşılaştırılması Chi – Square test ile yapıldı. Normal dağılım gösteren sürekli değişkenlerin (yaş, boy, kilo vs) ortalaması T-test ile normal dağılım göstermeyen sürekli değişkenlerin ortalaması Mann – Whitney testi ile karşılaştırıldı.  $P < 0.05$  değeri istatistik olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışma grupları UUTF Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalına KABG operasyonu için başvuran 40 hastadan oluşturuldu. Grup1'deki hastalara (n: 20) KPB altında KABG cerrahisi, grup 2'deki hastalara (n: 20) çalışan kalpte KABG cerrahisi uygulandı.

İki hasta grubunun karakteristik özellikleri (Tablo-2) ve intraoperatif – postoperatif verileri (Tablo-3) karşılaştırıldı.

Grup1'deki hastaların %10'u ve grup 2 deki hastaların %15'i kadındı (p=1). Grup1 ve grup2'yi oluşturan hastaların yaşları karşılaştırıldığında, iki grup arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark bulunmadı (p=0.3) (Tablo-2).

İki grup hastanın boy, kilo ve vücut kitle indeksleri(BMI) arasında anlamlı fark yoktu (p>0.05) (Tablo-2).

Olguların eurokor değerleri Grup1 için  $1.70\pm 1.97$  ,Grup2 için  $1.65\pm 2.23$  olup aralarında anlamlı fark yoktu (p=0.7) (Tablo-2).

Kronik renal yetmezlik, hipertansiyon, diabetes mellitus, hiperlipidemi, periferik arter hastalığı, karotis arter darlığı, multiple myelom, SVO öyküsü gibi preoperatif eşlik eden hastalıklar karşılaştırıldığında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p > 0.05) (Tablo-2).

Grup1'deki olguların 11 (%55)'inde, grup2'deki olguların 7 (%35)'sinde sigara kullanım öyküsü olup gruplar arasında anlamlı fark yoktu (p= 0.2) (Tablo-2).

İki grup arasında geçirilmiş miyokard enfarktüsü, aile anamnezi, stress faktörleri arasında anlamlı fark yoktu (p > 0.05) (Tablo-2). Preoperatif risk faktörleri açısından incelendiklerinde, iki grupta da en sık saptanan sigara kullanımı idi. Bunu hipertansiyon, dislipidemi ve diabet izlemekteydi (Tablo-2).

Grup2 içindeki iki hastada KRY mevcuttu. Bir tanesi kompanse idi, postoperatif dönemde uygun sıvı ve diüretik tedavisiyle üre, kreatin değerleri sabit tutuldu, dializ ihtiyacı olmadı. Diğeri ise dializ hastasıydı ve postoperatif rutin dializ programına devam edildi.

Grup2'de 3 hastada cerrahi endikasyonu olmayan ( $< \%60$ , asemptomatik) karotis stenozu mevcuttu, medikal tedavi ile takip edilen hastalarda komplikasyon gelişmedi.

Grup2 içerisinde 4 hastada myokard infarktüsü öyküsü, 1 hastada multipl myelom, 1 hastada geçici iskemik atak, 1 hastada geçici iskemik nörolojik hastalık, 4 hastada fontain class 2A periferik arter hastalığı vardı. Medikal tedavi ile takip edildiler.

İki grupta da hiçbir hastada postoperatif dönemde ek hastalıklarından dolayı komplikasyon gelişmedi.

Ortalama distal anastomoz sayıları kardiyopulmoner bypass altında yapılan KABG operasyonlarında  $2.95 \pm 1.05$  olup, çalışan kalpte yapılanlardan  $2.0 \pm 0.79$  anlamlı olarak fazla bulunmuştur ( $p: 0.004$ ) (Tablo-3).

İki grup arasında operasyon süreleri bakımından da anlamlı fark saptanmış olup çalışan kalpteki operasyonlar ortalama 45 dakika daha kısa sürmüştür ( $p: 0.001$ ) (Tablo-3).

Grup1 ve grup2 hastalarda yoğun bakım süresi, respiratör süresi, toplam hastanede yatış süreleri, postoperatif inotropik ajan kullanımı, kan ürünü kullanımı, aritmi gelişme insidansı, reoperasyon ve mortalite oranları arasında anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo-3).

Postoperatif erken dönemde Grup2'deki bir olgunun aktif, anlamlı drenajı olması nedeniyle eksplore edildiğinde safen dal sütürünün açıldığı tespit edilerek dal bağlanmıştır. Olgu 2 gün yoğun bakım, 5 gün klinikte yattıktan sonra postoperatif 7. günde taburcu edilmiştir. Mortalite, her iki grupta da gözlenmedi.

İki grup arasında koroner damar kaliteleri, Fisher Exact test ile karşılaştırıldığında anlamlı fark saptanmadı.

Spearman's Rho testi ile yapılan nonparametrik korelasyonlarda, koroner damar kalitesi ile akım hızları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olduğu gözlemlendi. Koroner kalitesi arttıkça akım hızları artmaktadır (Tablo-4).

**Tablo-2 : Karakteristik özellikler.**

	<b>Grup1 ( n = 20 )</b>	<b>Grup 2 ( n = 20 )</b>	<b>P değeri</b>
	<b>n (%)</b>	<b>n (%)</b>	
<b>Yaş (yıl)</b>	63 ± 10.41	60.2 ± 6.14	0.309
<b>Cins (E / K)</b>	18 / 2	17 / 3	1,00
<b>Boy (cm)</b>	1.70 ± 6.34	1.70 ± 7.62	0.805
<b>Kilo (kg)</b>	80.2 ± 10.92	75.35 ± 9	0.134
<b>BMI</b>	27.56 ± 2.57	26.35 ± 3.04	0.182
<b>Euroskor</b>	1.70 ± 1.97	1.65 ± 2.23	0.718
<b>Hiperlipidemi</b>	5 (25)	5 (25)	1.00
<b>Hipertansiyon</b>	9 (45)	5 (25)	0.204
<b>KRY</b>	0 (0)	2 (10)	0.487
<b>PAH</b>	0 (0)	4 (20)	0.106
<b>MI öyküsü</b>	0 (0)	4 (20)	0.106
<b>Aile anamnezi</b>	2 (10)	5 (25)	0.407
<b>Stress</b>	1 (5)	4 (20)	0.342
<b>Multipl myelom</b>	0 (0)	1 (5)	1.00
<b>DM</b>	3 (15)	5 (25)	0.695
<b>Karotis darlığı</b>	0 (0)	3 (15)	0.231
<b>Sigara öyküsü</b>	11 (55)	7 (35)	0.204
<b>SVO öyküsü</b>	0 (0)	2 (10)	0.487

BMI : Vücut kitle indeksi , KRY : Kronik renal yetmezlik , PAH : Periferik arter hastalığı , MI : Myokard infarktüsü , DM : Diabetes mellitus , SVO : Serebrovasküler olay

**Tablo-3** : İntraoperatif - postoperatif veriler.

	<b>Grup 1</b> n / %	<b>Grup 2</b> n / %	<b>P</b> <b>Değeri</b>
<b>Distal anastomoz sayısı</b>	2.95 ±1.05	2.0 ± 0.79	<b>0.004</b>
<b>Operasyon süresi (saat)</b>	4.00 ± 0.62	3.25 ± 0.61	<b>0.001</b>
<b>Yoğun bakım süresi (gün)</b>	1.25 ± 0.44	1.47 ± 0.61	0.336
<b>Respiratör süresi (saat)</b>	6.73 ± 2.03	7.74 ± 2.52	0.120
<b>Hastane süresi (gün)</b>	6.3 ± 0.73	6.9 ± 1.69	0.264
<b>Reoperasyon</b>	0 / 0	1 / 5	1.00
<b>İnotropik ajan kullanımı</b>	2 / 10	2 / 10	1.00
<b>Postoperatif kan ürünü kullanımı</b>	9 / 45	10 / 50	0.752
<b>Postoperatif aritmi gelişimi</b>	3 / 15	2 / 10	1.00
<b>30 günlük mortalite</b>	0 / 0	0 / 0	a.d

a.d : anlamlı değil

**Tablo-4:** Koroner arter kalite – TTFM ölçüm korelasyonları.

	<b>FLOW (ml/sn)</b>	<b>PI</b>	<b>DF</b>
<b>LAD R (P)</b>	0.771 (0.00)	0.377 (0.02)	0.773 (0.048)
<b>D R (P)</b>	0.805 (0.00)	0.468 (0.079)	0.761 (0.76)
<b>CxOM R (P)</b>	0.758 (0.002)	0.596 (0.024)	0.136 (0.643)
<b>RPD R (P)</b>	0.723 (0.002)	0.706 (0.001)	0.195 (0.424)

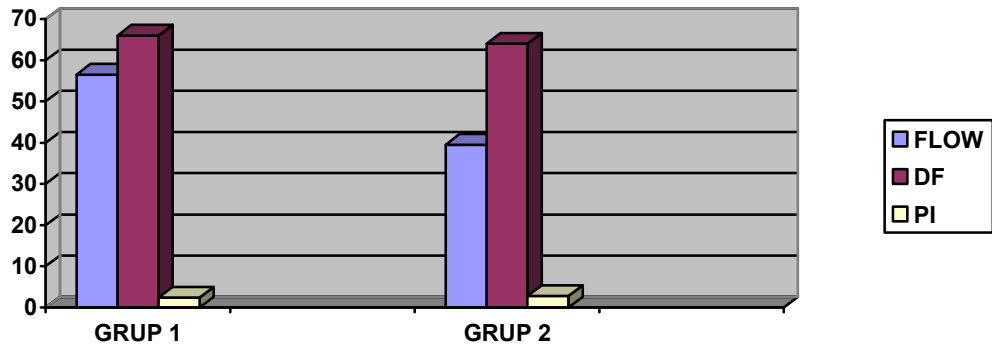
R: Korelasyon katsayısı

Grup1 ve grup2 hastalara anastomoz edilen tüm greftlerin TTFM ölçüm değerleri tablo-5, 6, 7 ve 8’de verilmiştir.

Grup1 hastalara anastomoz edilen tüm greftlerin ortalama flow, DF değerleri, grup2’deki hastalara anastomoz edilen greftlerinkine göre yüksek, PI değerleri ise düşük saptanmış ancak bunlardan sadece LİMA flow karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( p:0.007).

**Tablo-5:** LAD – LİMA anastomoz akım değerleri.

	<b>GRUP 1</b>	<b>GRUP 2</b>	<b>P</b>
<b>FLOW (ml/sn)</b>	56.5 (21-142)	39.5 (16-73)	<b>0.007</b>
<b>PI</b>	2.4 (1.3-4.4)	2.85 (1.7-4.1)	0.605
<b>DF</b>	66 (58-85)	64(52-82)	0.235

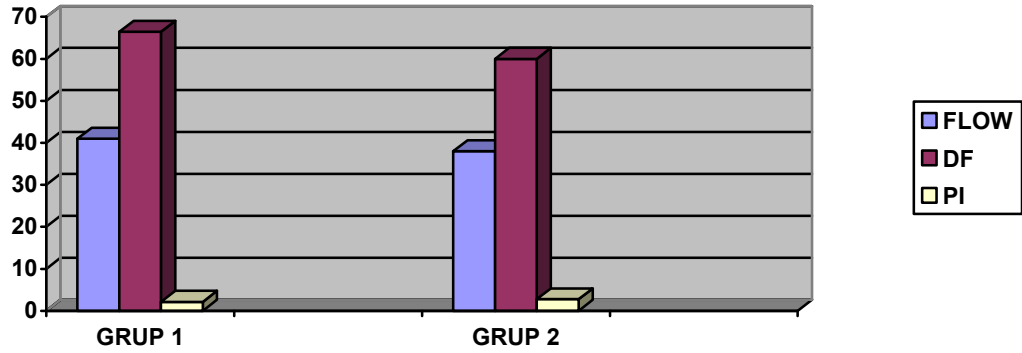


**Şekil-6:** LAD - LİMA anastomoz akım değerleri.



**Tablo-6:** Aort - Diagonal SVG anastomoz akım değerleri.

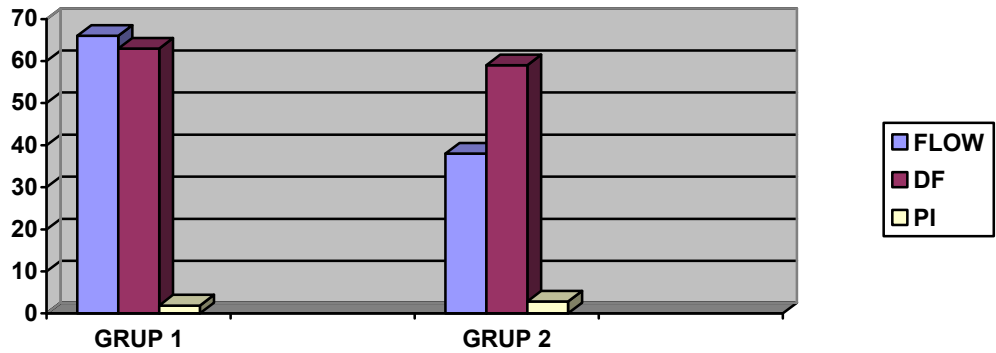
	GRUP 1	GRUP 2	P
<b>FLOW (ml/sn)</b>	41 (22-108)	38 (12-71)	0.772
<b>PI</b>	2.15 (1.4-3.9)	2.7 (1.8-3.1)	0.486
<b>DF</b>	66.5 (55-80)	60 (50-86)	0.771



**Şekil-7:** Aort – Diagonal SVG akım değerleri.

**Tablo-7:** Aort - CxOM SVG akım değerleri.

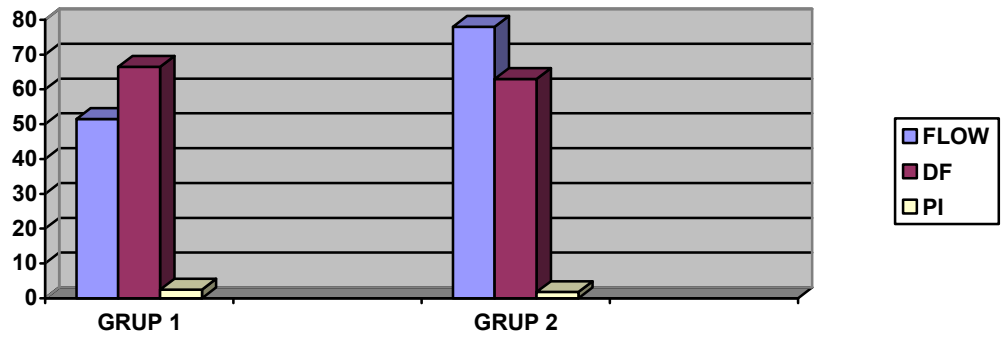
	GRUP 1	GRUP 2	P
<b>FLOW (ml/sn)</b>	66 (17-101)	38 (19-87)	0.327
<b>PI</b>	1.9 (1.1-4.7)	2.85 (1.7-3.4)	0.433
<b>DF</b>	63 (50-80)	59 (55-63)	0.248



**Şekil-8:** Aort - CxOM SVG akım değerleri.

**Tablo-8:** Aort - RPD SVG akım değerleri.

	<b>GRUP 1</b>	<b>GRUP 2</b>	<b>P</b>
<b>FLOW (ml/sn)</b>	51.5 (36-91)	78 (14-101)	0.596
<b>PI</b>	2.5 (1.4-4)	1.8 (1.3-4.5)	0.093
<b>DF</b>	66.5 (58-74)	63 (54-80)	0.306



**Şekil-9:** Aort - RPD SVG ölçüm değerleri.

Gruplardaki tüm hastaların ölçümlerinde patolojik , greft yetmezliğini düşündürebilecek bir sonuç saptanmadığından hiçbir olguda revizyon gereksinimi olmamıştır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Koroner bypass operasyonları yarım yüzyıldır başarıyla yapılmasınarağmen, cerrahi teknikteki ilerlemeler hala devam etmektedir. Safen ven greftlerinin ilk 1 yıl içinde %5–10'u cerrahi teknik yetersizliğine bağlı olarak tıkanmaktadır (49). Anastomoz kalitesi direk olarak erken ve geç klinik sonuçları etkilemektedir. Hastalarda operasyon sonrası devam eden anjina, myokard infarktüsü, aritmi hatta ölümlere neden olabilmektedir (5-8, 49). Bu nedenle greft açıklık oranı birçok araştırmacı tarafından takip edilmesi gereken önemli bir konu haline gelmiştir (49).

Greft disfonksiyonunda anastomozlar ve greftlere ait mekanik nedenler önemlidir. Anastomozların yetersiz konstrüksiyonu ve greftlere ait kalite düşüklüğü (çap < 1.5 mm veya variköz dilatasyonlar), uzunluk ve kısalık ile greft hazırlanması esnasındaki internal ve eksternal aşırı gerilmeye bağlı intimal hasarlar bunlardan bazılarıdır (49).

Çalışmamızda çalışan kalp ve KPB altındaki koroner arter bypass cerrahisinde anastomoz kalitelerini karşılaştırmak amacıyla her iki teknikle yapılan operasyonların TTFM ölçüm sonuçlarını analiz ettik. Peroperatif greft açıklığının doğrulanması, koroner arter oklüzyonunu önlemede etkilidir; bu nedenle operasyon tekniği ne olursa olsun her hastaya uygulanacak olan bir perioperatif ölçüm yöntemi ile erken greft yetmezliği durumunda yapılacak cerrahi revizyon, mortalite ve morbiditeyi azaltacaktır.

Koroner arter bypass cerrahisinin ilk dönemlerinde bypass greftlerinin intraoperatif değerlendirilmesi için greftin pulsasyonunun elle değerlendirilmesi veya EKG izlemi gibi konvansiyonel tetkikler, daha yakın dönemlerde ise elektromagnetik veya doppler ultrasound gibi teknikler kullanılmıştır (3, 11, 13, 47, 53).

Koroner arter bypass cerrahisinde postoperatif mortalite ve morbidite için en önemli problem grefte ait yetersizlik olduğu için greftlere ait her patoloji perioperatif düzeltilebilse, postoperatif sonuçlarda düzelme ve maddi harcamalarda azalma da o derece fazla olacaktır. TTFM ölçümü stabil bir

metottur ve diğ er ölçüm yöntemlerindeki yanlış değerlendirmeye neden olabilecek birçok parametreden etkilenmemektedir (5, 11-13, 45). TTFM ölçüm yöntemi birçok çalışmada güvenli bulunmuştur (11, 48, 51). Bu nedenle biz TTFM cihazını ölçüm aracı olarak kullandık.

Konvansiyonel anjiografi, koroner bypass operasyonu sonrası restenozları ve patent greftleri görmek için altın standarttır. Ancak anjiografinin operasyon bitirildikten sonra yapılabilmesinden dolayı, cerrahi sırasında greftleri ve anastomozları test edebilen ve operasyon bitirilmeden problemlerin düzeltilebileceği bir tekniğin gerekliliği ortaya konmuştur (8). Postoperatif dönemde koroner anastomozlardaki darlık kritik düzeyde değilse asemptomatik hastanın kontrol amacıyla anjiografi tekrarına izin vermeme ihtimali yüksektir ve maddi açıdan da külfettir.

Elektrokardiyogram tetiklemeli çok kesitli bilgisayarlı tomografi (BT) koroner anjiyografi kalp damarlarını ve bypass greftlerini noninvazif olarak görüntüleyebilen ve hızla gelişen bir tekniktir. Ancak, kalsifiye olmayan darlıkları saptamak ve aritmi, yüksek kalp hızı ve kalsifikasyona bağlı artefaktları önlemek için, uzaysal ve temporal çözünürlüğün daha da iyileştirilmesine gereksinim vardır (52).

Operasyon sırasında venöz greftlerin çeşitli sıvılarla lümeninin yıkanması ile akış hızına bağlı cerrahi başarı değerlendirilmesi halen bazı cerrahlar tarafından kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu metodun arteriyel greftlerde kullanılamaması, subjektif bir değerlendirme yöntemi olması ve greftlerin fonksiyonel değerlendirilebilmesi imkanı vermediğinden dolayı güvenilirliğe ve kullanılabilirliğe sahip olmadığı belirlenmiştir (8).

Bütün bu uygulamaların hiç birisi greftlerin fonksiyonel olarak değerlendirilmesine imkân vermez. Başarılı bir revaskularizasyon mutlaka problemsiz bir greft ve anastomoz gerektirdiğinden dolayı fonksiyonel bir değerlendirme metoduna olan ihtiyaç artmaktadır.

Bizim olgularımızda kullandığımız TTFM ölçüm cihazı basit ve herhangi bir bölgede ölçüm yapılabilmesine imkan veren, sternum henüz açıkken teknik yanlışlıkların değerlendirilebileceği bir yöntemdir. TTFM ölçüm

cihazının koroner bypass greftlerinin kan akışını değerlendirmede etkinliği gösterilmiştir (12, 13, 47,49, 53, 54).

KABG sonrası sonuçları kötüleştiren erken greft oklüzyonu önem arz etmektedir. Teknik yanlışlıkları göstermede akım ölçümü intraoperatif olarak gereklidir. Kardiyopulmoner bypass bitirilmeden önce ölçüm yapılması ile kötü akım paterni belirlenen olgularda grefte ait düzeltme yapma imkanı mevcuttur. Koroner bypass operasyonu sonrasında kritik düşük kan akım sınırı 10 ml/dk'dır (13, 47, 53, 54). Bunun nedenleri arasında teknik problemler olabileceği gibi greft ya da nativ damar spazmı, yetersiz düşük perfüzyon basıncı, yüksek rezistansa sahip kötü kalitede outflow yer alabilir. Bu sınırın altında (10 ml/dk) kan akımı ölçümlerinde, öncelikle perfüzyon basıncı arttırılmalı, maksimum vazodilatör tedavi başlanmalıdır. Bu önlemlere rağmen akım miktarında yükselme olmuyorsa revizyona gidilmelidir (54, 56). Ortalama flow, birçok faktöre bağlıdır (Kan basıncı ve viskozitesi, greftlerin çapı, şekli ve uzunluğu, koroner yatağın durumu, koroner arter çapı ve arterial spazm gibi).

Çalışmamızda en düşük flow 12 ml/sn ölçülmüş olup, bu grefte ait açıklığa daha spesifik diğer göstergeler olan PI ve DF değerleri normal sınırlardaydı.

Flow paterni, greftlerin diastolik ve sistolik doluşunu gösterir. Flow paterni ancak anastomoz ya da grefte ait %50 ve daha fazla stenoz oluşturan patolojik bir durumun tespitinde faydalıdır. Bu seviyenin altındaki daralma oluşturan etkenlerde greftlerin hemodinamik performanslara ait modifikasyonları içermediğinden dolayı tespit etmesi mümkün değildir (47). Daha önce flow paterni üzerinde yapılan çalışmalarda, cerrahların %70'i, anastomozlardaki %90 ve üzerindeki daralmaların TTFM ile tespit edilebildiğini göstermişlerdir (12).

PI değerleri anastomoz ve flow paterni için iyi bir göstergedir. Maximum flow ve minimum flow farkının ortalama flowa bölünmesinden elde edilir. PI, vasküler rezistansa ait bir orandır. PI 5 in altındaki değerler iyi bir greft fonksiyonunun en iyi göstergesidir (3, 47, 53, 54).

Çalışmamızda her iki grupta da TTFM ölçüm sonuçlarında greft yetmezliğini düşündürecek herhangi bir değer saptanmadığından hiçbir olguda revizyon gereksinimi olmadı.

Leong ve ark.'nın (64) çalışmasında, toplam 116 hastada (49 çalışan kalpte, 67 KPB altında KABG) yapılan TTFM ölçümleri sonucunda 6 hastada 10 ml/sn altında ortalama flow ve 5 in üzerinde PI gözlenen greftlerde oklüzyon veya kink saptanmış, revizyon sonrası normal ölçüm sonuçları elde edilmiştir.

Çalışmamızda tüm ölçüm sonuçları kabul edilebilir değerler arasında olmasına karşın iyi greft patensinin bulguları olan daha yüksek ortalama flow ve DF, daha düşük PI değerleri kardiyopulmoner bypass grubunda, çalışan kalp grubuna göre daha yüksek oranlarda gözlenmiştir; ancak bu değerlerden sadece LİMA ortalama akım değerlerindeki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Koroner damar kaliteleri ile greft flow değerleri arasında tüm greftlerde anlamlı korelasyon saptandı yani daha geniş ve temiz lümenli koroner arterlere yapılan bypass greftlerinin akımları anlamlı olarak daha yüksekti, ancak iki grup arasında koroner kalitesi açısından anlamlı fark olmaması grup 1 deki yüksek ortalama flow değerlerinin koroner kalitesinden etkilenmediğini gösterdi. Aynı şekilde iyi kalitede koroner arterlere anastomoz edilen tüm greftlerde PI değerleri, ince ve yoğun plaklı koronerlere anastomoz edilenlere göre anlamlı olarak daha düşük saptandı.

Schmitz ve ark.'nın (57) çalışmasında, 896 hastada çalışan kalp ve kardiyopulmoner bypass altında yapılan KABG operasyonlarında toplam 2247 greftin PI ve DF ölçülmeksizin sadece ortalama flow değerleri karşılaştırılmış, bizim çalışmamızda olduğu gibi greft ortalama flowları kardiyopulmoner bypass altındaki olgularda, çalışan kalptekilere göre anlamlı olarak fazla saptanmıştır. Çalışan kalp grubundaki düşük flow değerlerinin anastomoz revizyonu sonrasında da artmaması bunun anastomozdaki teknik hataya değil, kardiyopulmoner bypass altındaki cerrahide global myokard iskemisi ve asidoza sekonder koroner vazodilatasyona bağlanmıştır. Çalışan kalpte ise bölgesel bir iskemi

sözkonusudur. Çalışan kalp grubunda saptanan düşük flow ölçümlerinin ikinci bir nedeninin de kalbin manuplasyonu sırasındaki hipotansiyonu engellemek için sıklıkla kullanılan inotropik ajanların yaptığı koroner vazokonstrüksiyon ve artmış vasküler rezistans olabileceği vurgulanmıştır.

Balacumaraswami ve ark.'nın (62) 100 hasta (80 çalışan kalp, 20 KPB altında KABG operasyonu.) üzerinde yaptıkları çalışmada, bizim çalışmamıza ek olarak ortalama greft flow/ortalama arteriyel basınç oranlarını da karşılaştırmışlar ve KPB grubunda hem ortalama flow hem de flow/basınç oranları anlamlı olarak yüksek çıkmıştır. Bu sonuçları KPB a sekonder vazodilatasyon ve global myokard iskemisine sekonder reaktif hiperemiye bağlamışlardır.

Hassanein ve ark. (61), toplam 890 hastada (445 çalışan kalpte, 445 KPB altında) yaptıkları KABG operasyonlarında anastomozlar sonrası transit time flowmetre ile yaptıkları ölçümleri karşılaştırmışlar, subgrup analizinde LAD dışındaki koronerlere yapılan anastomozların tümüne ait greft ölçümlerinde KPB altında opere edilen grupta çalışan kalp grubuna göre ortalama flowları anlamlı şekilde düşük bulmuşlardır. PI değerleri ise anlamlı olarak yüksek saptanmışlar. Sonuç olarak bu anlamlı farkı anastomoz kalitesine bağlamışlar; kolay ulaşılabilen ve optimum görünüm sağlanan LAD anastomozlarında çalışan kalpte cerrahinin KPB altındakiler kadar başarılı yapılabilmesine rağmen diğer koronerlere uygulanan KABG cerrahisinde KPB tekniğinin daha başarılı olduğu şeklinde yorumlamışlardır.

Yüksek ortalama flow değerleri genellikle kaliteli anastomozu onaylamak için istenmesine rağmen tek başına yeterli olmayıp, PI ve DF ile beraber değerlendirilmelidir. Jaber ve ark. (58) çalışmalarında, %75 stenoza kadar ortalama flow değerlerinin düşmediğinden bahsetmişlerdir.

Louagie ve ark.'nın (41) çalışmasında da çalışan kalp ve KPB altındaki KABG operasyonlarında greft akımları dual beam doppler us ile ölçülerek karşılaştırılmış, KPB altındaki olgularda bizim çalışmamıza benzer şekilde flow ve hızlar yüksek, rezistans düşük saptanmış ve bu sonuçlar KPB altındaki hastalardaki hemodilüsyona bağlanmıştır. Hemotokritten etkilenmesi,

dual beam doppler tekniğinin eksilerinden olup transit time flowmetre için söz konusu olmadığı bir çok çalışmada gösterilmiştir.

Walpoth ve ark.'nın (61) KPB altında gerçekleştirdikleri KABG operasyonlarında LİMA greftleri flow karşılaştırması amacıyla bir grup LİMA skelotonize edilerek diğer grup ise pediküllü şekilde prepare edildikten sonra papaverin uygulanmadan önce ve sonra flow ölçümleri yapmışlardır. İki grup arasında anlamlı fark saptamamışlar ancak papaverinin ortalama flowda %40'a kadar artış meydana getirdiğini tespit etmişlerdir.

Vilandt ve ark.'nın (63) çalışmasında intralüminal papaverin uygulamasının LİMA flowlarını iki kat arttırdığı gözlenmiştir.

Benzer şekilde Hirotani ve ark. (13) ile Kjaergard'ın (56) çalışmalarında da papaverin kullanımı grefti genişletmiş ve flowu arttırmıştır. Biz de literatür ortalamalarının üstündeki flow ölçüm sonuçlarımızda rutin papaverin uygulamamızın payı olduğunu düşünüyoruz. Koroner arterlerin adenozin ile dilatasyonu da rezistansı düşürerek flowu arttırabilir (11). Biz hastalarımızda adenozin kullanmadık.

Bizim çalışmamızda, ortalama flow değerlerinin hipotansiyondan etkilendiği birçok çalışmada saptanmış olduğundan ölçümü etkileyebilecek olan arteryel tansiyon değerleri iki grupta da normotansif değerler olan sistolik 90–140 mm. Hg arasında tutulmuştur. Vazospazmı önlemek amacıyla her iki grupta da LİMA preparasyon sonrası papaverin solüsyonu ile yıkandı, iki grup arasında koroner kalitesi açısından istatistiksel anlamlı fark yoktu ve inotrop kullanım oranları aynıydı. Tüm bunlar bize kardiyopulmoner bypass altında yapılan anastomozların daha kaliteli mi olduğu yoksa kardiyopulmoner bypass altındaki KABG cerrahisinde kardiyoplejiye rağmen kardiyak arreste sekonder, global myokardiyal iskemi ve asidoza bağlı koroner vazodilatasyon nedeniyle mi ortalama flow değerlerinin yüksek çıktığı sorusunu düşündürdü. Anastomoz kalitesi ve greft açıklığının diğer parametreleri olan PI ve DF değerlerinin her iki grupta da normal sınırlarda olması ve istatistiksel olarak aralarında anlamlı fark olmaması grup1 hastalardaki yüksek ortalama flow değerlerinin bu gruptaki koroner vazodilatasyona sekonder olabileceği düşüncesini güçlendirmiştir.



Kan akımı ölçüm yöntemlerinin etkinliğini, çalışan kalpte bypass operasyonu sonrası değerlendirmek amacıyla D'Ancona ve ark. (47) tarafından transit time kan akım ölçüm cihazı ile yapılan bir çalışmada 409 hastada 1145 greft incelenmiştir. Otuzüç hasta (%7,6), 37 greft (%3,2) düşük akım paterni ve / veya akım miktarı anormalliği nedeniyle revize edilmiştir. Revizyon sırasında 32 greftte (%86) düşük akım nedeni olarak mekanik bir neden saptanmış, düzeltme sonrasında akım değerleri normale dönmüştür. Akım miktarları düşük ancak akım paternleri normal olan üç greftin revizyonunda bir bulgu saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda da akım paternlerinin normal olması, grup1 hastalardaki yüksek flow miktarlarının koroner vazodilatasyon nedeniyle olduğu düşüncemizi güçlendirmiştir.

Çalışmamızda arteriyel tansiyon değerleri, gereğinde inotrop yada perlinganit infüzyonlarıyla desteklenerek sistolik tansiyon arteriyel 90-140 mm Hg. arasında tutulmuştu ancak ölçüm esnasında monitörde bu değerler arası tansiyon gözlenerek ölçüm yapılmasına rağmen ölçüm anı tansiyon değerleri kaydedilmedi. " Acaba 140 mm. Hg tansiyonla 90 mm. Hg. tansiyon arteriyel arasındaki aralık geniş midir? ", "Grup1'de üst sınırlara, grup2'de alt sınırlara yakın yapılan ölçümler flow ölçüm sonuçlarını etkilemiş olabilir mi?" sorusu çalışmanın kısıtlamalarındandır.

Akım miktarının vasküler rezistansla ters orantılı olduğu bilinen bir gerçektir. Vilant ve ark.'nın (63) Japonya çalışmasında, LİMA akımlarının diğer çalışmalardan yüksek bulunması Japonlar'daki kısa LİMA boyuna bağlanmıştır. Çalışmamızda iki gruptaki hastaların boyları arasında anlamlı fark yoktur. Daha önceki hiçbir çalışmada ölçülmediği gibi bizim çalışmamızda da kullanılan greft uzunlukları ölçülmemiştir. "Grup1'deki hastalara kullanılan greftlerin uzunlukları grup2'deki hastalara göre daha az olduğundan rezistanslarının düşük olması nedeniyle flowlar yüksek çıkmış olabilir mi?" sorusu da çalışmanın kısıtlamalarındandır.

Shin ve ark.'nın (45) çalışmasında LİMA-LAD anastomozu yapılan 30 hastaya anastomozlar sonrası intraoperatif olarak koroner angiografi ile birlikte TTFM ölçümleri yapılmıştır. 18 hastada anjiyografik problem saptanmamış (grup A), diğer 12 hastada (grup B) anjiyografide LİMA ve/veya

LAD spazmı saptanmıştır. Her iki grupta ortalama akımlar kabul edilebilir sınırlarda ancak Grup A ortalama akımları, Grup B ortalama flowlarından istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek saptanmıştır. Her iki grup hastalarda DF ve PI değerlerinin normal sınırlarda saptandığı çalışmada, taburculuk öncesi yapılan kontrol anjiyografide LİMA ve/veya LAD deki spazmotik görüntünün kaybolduğu tespit edilmiştir.

Bizim çalışmamızda her iki grupta da LİMA'lar papaverinle yıkanmıştır. Bu nedenle spazma rastlamadık. Ancak koroner arterlere adenozin yada başka vazodilatör uygulaması da yapmadık. Tüm bunlar bizim çalışmamızda da Grup1 hastalarda ölçülen yüksek akımların global myokardiyal iskemi ve asidoza bağlı koroner vazodilatasyona sekonder olduğu yönündeki düşüncelerimizi güçlendirmiştir.

Çalışmamızdaki kardiyopulmoner bypass altında KABG uygulanan hastalarda tüm greftlerin ortalama akım değerleri, çalışan kalpteki vakaların greft ortalama akımlarından yüksek bulunmuştur ancak sadece LİMA'lar arası fark istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çalışmamızda, koroner damar kalite ve çaplarının ortalama akım ölçümleriyle istatistiksel olarak anlamlı korelasyonu tesbit edilmiştir.

Ortalama akım değerlerinin greft açıklığı ve anastomoz kalitesi hakkında tek başına yorum yapmaya yeterli olmadığı geçmişte birçok çalışmada gösterilmiştir (3, 13, 45, 47, 53, 54, 64).

PI ve DF değerleri ise koroner çapı, kan basıncı, vasküler rezistans gibi ortalama akımları etkileyen parametrelerden etkilenmez. Bu nedenle greft açıklığı, kaliteli anastomozun daha spesifik göstergeleridir.

Grup1 ve grup2 hastaların PI ve DF değerleri arasında anlamlı fark olmaması, grup1 deki akım yüksekliğini bu gruptaki hastalarda arrest edilen kalpte gelişen koroner vazodilatasyona bağlamamızı sağlamıştır.

Çalışmamızda her iki KABG cerrahi tekniğinin TTFM ölçüm sonuçlarını karşılaştırdık. Greft açıklığı ve anastomoz kalitesi bakımından teknikler arası fark gözlemedik.

Sonuç olarak çalışan kalp tekniğinde gelişen stabilizatörler ve diğer yardımcı ekipmanlarla bölgesel hareket azlığı yaratılarak, tecrübeli ellerde, konvansiyonel cerrahide olduğu gibi başarı elde etmek mümkün olmuştur.

TTFM ölçüm tekniği perioperatif greft akımlarının objektif değerlendirilmesinde kullanışlı bir yöntem olup, sternum açıkken teknik yanlışlıklar değerlendirilerek hasta henüz ameliyat masasındayken düzeltilebilir. Transit time flowmetre ölçüm cihazının, daha az ciddi stenoz formlarının tanımlanmasındaki sensitivitesi, anjiyografik korelasyonlu daha büyük çalışmaların yardımıyla belirlenmelidir.

## KAYNAKLAR

1. Angelini GD, Culliford L, Smith DK, et al. Effects of on- and off-pump coronary artery surgery on graft patency, survival, and health-related quality of life: long-term follow-up of 2 randomized controlled trials. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:295-303.
2. Gundry SR, Romano MA, Shattuck OH, et al. Seven-year follow-up of coronary artery bypasses performed with and without cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115:1273-8.
3. Di Giammarco G, Pano M, Cirmeni S, et al. Predictive value of intraoperative transit-time flow measurement for shortterm graft patency in coronary surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;132:468-74.
4. Sonmez B, Arbatli H, Tansal S, et al. Real-time patency control with thermal coronary angiography in 1401 coronary artery by-pass grafting patients. *Eur J Cardio-thorac Surg* 2003; 24: 961-6.
5. Sanisoglu I, Guden M, Balci C, et al. Comparison of intraoperative transit-time flow measurement with early postoperative magnetic resonance flow mapping in off-pump coronary artery surgery. *Tex Heart Inst J* 2003; 30: 31-7.
6. Mujanovic E, Kabil E, Hadziselimovic M, et al. Transit time flow measurements in coronary surgery: the experience from a new center in Bosnia. *Heart Surg Forum* 2002; 5: 233-6.
7. Hu S, Wang X, Song Y, et al. Graft patency in off-pump and conventional coronary artery by-pass grafting for treatment of triple vessel coronary disease. *Chin Med J (Engl)* 2003; 116: 436-9.
8. Akiyama K. Evaluation of the coronary artery by-pass graft. *Ann Thorac Cardiovasc Surg* 2005; 11: 65-6.
9. Morota T, Duhaylongsod FG, Burfeind WR, et al. Intraoperative evaluation of coronary anastomosis by transit-time ultrasonic flow measurement. *Ann Thorac Surg* 2002; 73: 1446-50.
10. Canver CHC, Norman A. Dame CCP Ultrasonic assessment of internal thoracic artery graft flow in the revascularized heart. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 135-8.
11. Walpoth BH, Bosshard A, Genyk I, et al. Transit-Time flow measurement for detection of early graft failure during myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 1097-100.
12. Laustsen J, Pedersen EM, Terp VK, et al. Validation of a new transit time ultrasound flow meter in man. *Eur J Cardio-thorac Surg* 1996; 12: 91-6.
13. Hirotsu T, Kameda T, Shirota S, et al. An evaluation of the intraoperative transit time measurements of coronary by-pass flow. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001; 19: 848-52.
14. Gibbon JH Jr. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery *Minn Med* 1954; 37:171 ,

15. Dennis C, Spreng D, Nelson G.E, et al. Development of a pump oxygenator to replace the heart and lungs : An apparatus applicable to human patients and application to one case *Ann Surg* 1951; 134: 709
16. Bjork VO. Brain perfusion in dogs with artificially oxygenated blood. *Acta Chir Scand* 1948; 96.
17. Senning A. Ventricular fibrillation during extracorporeal circulation : Used as a method to prevent air embolisms and facilitate intracardiac operations. *Acta Chir Scand* 1952; 17:1.
18. Craford C, Norberg B, Senning A, et al. Clinical studies in extracorporeal circulation with a heart- lung machine . *Acta Chir Scand* 1957; 112:200.
19. Lillehei CW, Cohen M, Warden HE, et al. The direct vision intracardiac correction of congenital anomalies by controlled cross circulation. *Surgery* 1955; 38:11
20. Andreason AT, Watson F. experimental cardiovascular surgery “ the azygos factor”. *Br J Surg* . 1952;39:548.
21. Warden HE, Cohen M, Read RC, et al. Controlled cross circulation for open intracardiac surgery. *J Thorac Surg* 1954;28:331
22. Kirklin J, Dushane J, Patrick R, et al. Intracardiac surgery with the aid of a mechanical pump-oxygenator (Gibbon type): Report of eight cases. *Proc Staff Meet Mayo Clin* 1955;30:201
23. Cohn L, Angell W, Shumway N, et al. Body fluid shifts after cardiopulmonary bypass I: Effects of congestive heart failure and hemodilution. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1971; 62:423
24. Marelli D, Paul A, Samson R, et al. Does the addition to the prime solution in cardiopulmonary bypass affect clinical outcome ? A prospective randomized study . *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 98:751-6.
25. Brown I, Smith W, Emmons W, et al. An efficient blood heat exchanger for use with extracorporeal circulation. *Surgery* 1958; 44:372.
26. Cleland J, Pluth R, Tauxe N, et al. Blood volume and body fluid compartment changes soon after closed and open intracardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1966; 52:698.
27. Roston D, Minty BD, Tiol MI, et al. The effect of surgery with cardiopulmonary bypass on alveolar–capillary barrier function in human beings. *Ann Thorac Surg* 1985;40:1139.
28. Goetz RH, Rohman M, Haller JD, et al. Internal mammary-coronary anastomosis: A nonsuture method employing tantalum rings. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1961;41:378-86.
29. Kolessow VI. Mammary artery –coronary artery anastomosis as a method of treatment for angina pectoris. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967;54:535-44.
30. Trapp WG, Bisary R. Placement of coronary artery bypass without pumpoxygenator. *Ann Thorac Surg* 1975;19:1-9.
31. Ankeney JL. To use or not to use the pump oxygenator in coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg* 1975;19:108-9.
32. Benetti FJ, Naslli G, Wood M, et al. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation. *Chest* 1991;100:312-6.

33. Buffolo E, de Andrade CS, Branco JN ,et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996;61:63-6.
34. Rivetti LA, Gandra SMA. Initial experience using an intraluminal shunt during revascularization of the beating heart .*Ann Thorac Surg* 1997;63:1742.
35. Lima R. Revacularização da arteria circumflexa sem auxilio da CEC. In: XII Encontro dos Discupulos do Dr. E. J.Zerbini Curitiba, 1995. Sessao de videos Curitiba, Parana ,Sociedade dos Discupulos Dr.E.J.Zerbini ,Outubro de 1995, p6.
36. Borst C, Jansen EWL, Tulleken CF, et al. Coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass and without interruption of native coronaryflow using a novel anastomosis site restraining device (Octopus). *J Am Coll Cardiol* 1996;27:1356-64.
37. Teoh KH, Panos AL, Harmantas AA, et al. Optimal visualization of coronary artery anastomosis by gas jet . *Ann Thorac Surg*1991;52:564.
38. Burfeind WR, Duhaylongsod FG, Annex BH, et al. Highflow gas insufflation to facilitate MIDCABG: Effect on coronary endothelium. *Ann Thorac Surg*1998; 66:1246-9.
39. Okazaki Y, Takarabe K, Murayama J, et al .Coronary endothelial damage during off – pump CABG related to coronary –clamping and as insufflation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19:834-9.
40. Canver CC, Cooler SD, Murray EL, et al. Clinical importance of measuring coronary graft flows in the revascularized heart.Ultrasonic or electromagnetic? *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1997; 38:211-5.
41. Louagie YA, Haxhe JP, Buche M, et al. Intraoperative electromagnetic flowmeter measurements in coronary artery b-pass grafts. *Ann Thorac Surg* 1994; 57: 357–64.
42. Detter C, Russ D, Iffland A, et al. Near-infrared fluorescence coronary angiography: a new noninvasive technology for intraoperative graft patency control. *Heart Surg Forum* 2002; 5: 364–9.
43. Falk V, Walther T, Philippi A, et al. Thermal coronary angiography for intraoperative patency control ofarterial and saphenous vein coronary artery by-pass grafts: results in 370 patients. *J Card Surg* 1995; 10: 147–60.
44. Taggart DP, Choudhary B, Anastasiadis K, et al. Preliminary experience with a novel intraoperative fluorescence imaging technique to evaluate the patency of by-passs grafts in total arterial revascularization. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 870–3.
45. Shin H, Yozu R, Mitsumaru A, et al. Intraoperative assessment of coronary artery by-passs graft: transit-time flowmetry versus angiography. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1562–5.
46. Duran E (editör). *Kalp ve damar cerrahisi*. Cilt II. İstanbul: Çapa Tıp Kitabevi; 2004. 1471–9.
47. D’Ancona G, Karamanoukian H, Ricci M, et al. Graft revision after transit time flow measurement in off-pump coronary artery by-passs grafting. *Eur J Cardio-thorac Surg* 2000; 17: 287-93.

48. Goel P, Dubey S, Makker A, et al. Evaluation of coronary artery by pass grafts by intraoperative transit time flow measurement. *Ind J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 19: 108–12.
49. Gwozdziwicz M. Cardiomed coronary flow meter for prevention of early occlusion in aortocoronary by-pass grafting. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub* 2004; 148: 59–61.
50. Becit N, Erkut B, Ceviz M, et al. The impact of intraoperative transit time flow measurement on the results of on-pump coronary surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007; 32: 313–8.
51. Ancona GD, Karamanoukian HL, Ricci M, et al. Flow measurement in coronary surgery. *The Heart Surgery Forum* 1999; 2: 121–4.
52. Karabulut N. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi koroner anjiyografi: Genel ilkeler, teknik ve klinik uygulamalar. *Anadolu Kardiyol Derg* 2008; 8: 29–7.
53. D'Ancona G, Hratch L, Bergsland KJ et al. Is intraoperative measurement of coronary blood flow a good predictor of graft patency? *Eur J Cardio-thorac Surg* 2001; 20: 1075–6.
54. Beat H, Walpoth B, Bosshard A, et al. Transit-time flow measurement for detection of early graft failure during myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 1097-100.
55. Corbineau H, Lebreton H, Langanay T, et al. Prospective evaluation of coronary arteries influence on operative risk in coronary artery surgery. *Eur J Cardio-thorac Surg*.1999 16: 429-34.
56. Kjaergard HK. Baseline flow in coronary by-pass graft. *J Card Surg* 2005; 20: 205–7.
57. Schmitz C, Ashraf O, Schiller W, et al. Transit time flow measurement in on-pump and off-pump coronary artery surgery, *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:645-50.
58. Jaber SF, Koenig SC, Bhasker Rao B, et al. Role of graft flow measurement technique in anastomotic quality assessment in minimally invasive CABG. *Ann Thorac Surg* 1998;66:1087-92.
59. Louagie YAG, Jamart J, Gruslin A, et al. Do Coronary Bypass Graft Flows Differ Between On-Pump and Off-Pump Operations? *Ann Thorac Surg* 2005;79:2004-12.
60. Hassanein W, Albert A, Arnrich B, et al. Intraoperative Transit Time Flow Measurement: Off-Pump Versus On-Pump Coronary Artery Bypass. *Ann Thorac Surg* 2005;80:2155-61.
61. Walpoth BH, Mohadjer A, Gersbach P, et al. Intraoperative internal mammary artery transit-time flow measurements: comparative evaluation of two surgical pedicle preparation techniques. *Eur J Card Surg* 1996;10:1064-8
62. Balacumaraswami L, Abu-Omar Y, Selvanayagam J, et al. The effects of on-pump and off-pump coronary artery bypass grafting on intraoperative graft flow in arterial and venous conduits defined by a flow/pressure ratio. *J Thorac Cardiovasc. Surg* 2008;135:533-9.
63. Vilandt J, Kjaergård H, Aggestrup S, et al. Intraluminal papaverine with pH 3 doubles blood flow in the internal mammary artery. *Scand Cardiovasc J* 1999;33:330–33.

- 64.** Leong DK, Ashok V, Nishkantha A , et al. Transit-time flow measurement is essential in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005;79:854–8.
- 65.** Tok M, Uçar H, Doğan Ö.F, et al. Protective role of intracoronary shunt in off-pump coronary bypass operations. *Saudi Med J* 2008;29:573-9.



## TEŞEKKÜR

Asistanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen merhum rektörümüz Prof Dr.Mete CENGİZ'e, kürsü başkanımız Prof. Dr. Davit SABA'ya, Prof Dr. Serdar ENER, Prof Dr. Hayati ÖZKAN, Doç. Dr. Murat BİÇER, Doç. Dr. Işık ŞENKAYA SİĞNAK ve Uz. Dr. A. Kadir ERCAN'a, asistanlık eğitimim yanısıra bu çalışmanın hazırlanmasında da desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Mustafa TOK'a,

Asistanlık eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan asistan arkadaşlarım Dr. Gencehan KUMTEPE, Dr. Orçun Gürbüz, TTFM ölçümlerinde yardımlarını esirgemeyen Dr. İlker H. KARAL'a, Dr. Oktay TÜYDEŞ ve diğer tüm asistan arkadaşlarıma,

Perfüzyonist arkadaşlarım; Ali İmran DOĞAN, Metin KAMBUROĞLU, Mehmet Hadi ÇAĞLAYAN, Orhan DOKUZOĞLU, Ziya SAMESTİ'ye ve tüm ameliyathane çalışanlarına,

Beni büyütüp yetiştirerek, bu günlere gelmemde büyük payları olan sevgili aileme,

Uzun ve yorucu eğitim dönemimde bana destek olan sevgili eşime,

TEŞEKKÜR EDERİM.

## ÖZGEÇMİŞ

30.11.1971 Bursa doğumluyum. İlk öğrenimimi Bursa Namık Kemal İlkokulunda, orta okul ve lise öğrenimimi Bursa Erkek Lisesinde tamamladıktan sonra girdiğim İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesinden 1995 yılında mezun oldum. Mecburi hizmetimi Konyanın Hüyük ilçesi, Çavuş Kasabası sağlık ocağında tamamladım. Ardından Bursa Kirazlı Sağlık Ocağı ve muhtelif 112 Acil Yardım Kurtarma İstasyonlarında pratisyen hekim olarak görev yaptım. 2004 yılında UUTF Kalp Damar Cerrahisi ihtisasına başladım.