

# Koroner Arter Bypass Operasyonlarında Kullanılan Arteriyel ve Venöz Graftlerin İntrooperatif Akım Ölçüm Teknikleri ile Değerlendirilmesi

*The Evaluation of Arterial and Venous Grafts with Intraoperative Flowmeter Techniques in Coronary Artery Bypass Grafting Operations*

Suat CANBAZ, Selçuk ÜNAL, Murat DİKMENGİL, Enver DURAN

Trakya Üniversitesi Tip Fakültesi, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Edirne

Başvuru tarihi / Submitted: 19.01.2010 Kabul tarihi / Accepted: 01.04.2010

**Amaç:** Çalışmada, koroner arter cerrahisinde kullanılan graftlerin intraoperatif Transit Time Akım Ölçüm (TTFM) Cihazı ile değerlendirilmesi amaçlandı.

**Gereç ve Yöntemler:** Koroner arter bypass graft (CABG) operasyonu uygulanan 59 hasta çalışmaya alındı. Sol internal mammary arter (LIMA) ve safen ven graft olarak çıkartılarak koroner bypass anastomozları gerçekleştirildi. Kardiyopulmoner bypassdan çıkışından sonra Transit Time Flow Meter cihazı ile her bir greftten geçen akım miktarı mililitre/dakika olarak, akım eğrisi eş zamanlı olarak ve greftin pulsatilite indeksi (PI) ve diystistolik dolu yüzdesi (%DF) otomatik olarak ölçüldü.

**Bulgular:** Hastaların ortalama greft sayısı  $3.25 \pm 0.8$  idi. Toplam 187 greftte Transit Time Flow Ölçümü yapıldı. En yüksek ortalama akım  $55.5 \text{ ml/dk}$  ile aorta-RCA sisteme saptanırken en düşük ortalama akım ise  $37.6 \text{ ml/dk}$  ile aorta-diagonal sisteme ölçüldü. İki hastada toplam 2 greftte (%3.38) akımda yetersizlik saptandı.

**Sonuç:** Transit Time Flow Ölçümü (TTFM), cerrahi esnasındaki teknik yetersizliklerin saptanmasında önemli katkılara olan bir yöntemdir. Perioperatif olarak greft yetersizliğinin saptanması ile küçük girişimlerle, genellikle hatanın düzeltilmesi ve yeterli greft akımının sağlanması mümkün olabilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Koroner arter bypass cerrahisi; internal mammary arter; safen ven; transit time akım ölçer; greft revizyonu.

**Objective:** The purpose of this study was to evaluate the coronary artery bypass grafts with Transit Time Flowmeter (TTFM).

**Material and Methods:** Fifty-nine patients who were scheduled for coronary artery bypass graft (CABG) surgery were included in the study. Coronary artery bypass anastomoses were performed using the left internal mammary artery (LIMA) and saphenous vein. At the end of the cardiopulmonary bypass, graft flow (ml/min), pulsatility index (PI), flow curve and diastolic filling percentage (DF%) of each graft were assessed with TTFM.

**Results:** Mean graft number of the patients was  $3.25 \pm 0.8$ . We assessed the patency of a total of 187 grafts using TTFM. Highest mean flow was  $55.5 \text{ ml/min}$  in aorta-RCA grafts and lowest mean flow was  $37.6 \text{ ml/min}$  in aorta-diagonal grafts. Revision was required for two grafts (3.38%) in two patients based on inadequate TTFM findings.

**Conclusion:** Transit time flowmeter is an important technique that provides the detection of technical errors during surgery. With the detection of graft failure intraoperatively, revision of the graft and restoration of blood flow could be performed.

**Key words:** Coronary artery bypass grafting; internal mammary artery; saphenous vein; transit time flowmeter; graft revision.

## GİRİŞ

Başarılı bir koroner arter bypass gref (CABG) operasyonunun en önemli koşulu konulan greflerin patentisidir. Koroner arter bypass operasyonu sonrasında arteriyel ya da venöz greflerde akım miktarlarının yetersiz olması, perioperatif infarktüs riski ve mortalite ile birliliktedir. Ayrıca greflerin yeterli çalışmaması inkomplet revaskülarizasyona neden olarak operasyonun amacının tam olarak gerçekleşmemesi ve hastanın yeterli faydayı görmemesine neden olur. Teknik olarak düzeltilebilecek bir hatanın neden olduğu yetersiz greft akımlarının saptanması ve düzeltılması, perioperatif morbidite ve mortaliteyi azaltacak, inkomplet revaskülarizasyonu önleyecektir. Kalp cerrahları için CABG operasyonunda yapılan anastomozların kalitatif olarak direkt değerlendirilmesi çok önem taşımaktadır.<sup>[1-6]</sup>

Bu çalışmada, kliniğimizde yapılan CABG operasyonlarında kullanılan greflerin intraoperatif Transit Time Akım Ölçüm (TTFM) Cihazı ile değerlendirilmesi, greflerden geçen akım miktarlarının ölçülmesi ve yetersiz greft akımı saptandığında, cerrahi prosedürün gözden geçirilerek, hatanın düzeltilmesi amaçlandı.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Trakya Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı'nda aynı cerrah tarafından median sternotomi ve kardiyopulmoner bypass altında CABG operasyonu uygulanan 59 hasta çalışmaya alındı. Hastaların tamamına 0.1-0.2 mg/kg dozunda diazepam ile premedikasyon uygulandı. Anesteziye 0.15-0.20 mikrogram/kg fentanil ile başlandı ve kas gevsetici olarak 1 mg/kg dozunda vekuronium kullanıldı. Ameliyat boyunca anestezi mac 2 olacak şekilde sevofloran inhalasyon anesteziji kullanıldı. Her bir hastada median sternotomi takiben sol internal mammaryan arter (LIMA) ve safen ven eşzamanlı olarak yeterli uzunlukta greft olarak çıktı. Hasta 3 mg/kg i.v. heparin ile aktive pihtlaşma zamanı (ACT) 400 saniyenin üzerinde tutulacak şekilde heparinize edildi. Tüm operasyonlar normotermik kardiyopulmoner bypass altında, aortik kros klemp ile gerçekleştirildi. Kardiyak arrest kalp kas kitlesiyle orantılı olarak 12-15 ml/kg dozunda normotermik, K<sup>+</sup>'lu kan kardiyoplejik ile sağlandı. Her 20 dakikada bir başlangıç dozunun 1/3 ile 2/5'i kadar kardiyoplejik tekrarlandı. Standart olarak sol ön inen artere (LAD) LIMA ve diğer koroner arterlere safen ven greft anastomoz edildi. Distal anastomozlar 7-0 prolene ve proksimal aortik anastomozlar parsiyel klemp altında 5-0 prolene ve devamlı sütür teknigiyle gerçekleştirildi. Kardiyopulmoner bypass sonlandırıldıktan sonra, heparin, aynı dozda protamin sülfatla nötralize edildi. Postoperatif 1. gün hastalar mobilize edildi ve günlük 300 mg aspirin başlandı.

## Operasyonda Greft Akımlarının Ölçülmesi

Cerrahi prosedür tamamlanıp, kardiyopulmoner bypassdan çıktıktan sonra venöz kanül çekildi. Volüm

veya gerektiğinde inotropik destek ile kan basıncı yeterli seviyeye ulaştığında, aortik arter kanülü yerinde dururken greftlerde akım ölçümü işlemeye başlandı. Akım ölçüm işlemi tamamlanıp sorun görülmediğinde, protamin ile nötralizasyon sağlanarak arter kanülü çekildi. Transit Time Flow Meter cihazı ile (Medistim, VeriQ-1111, Seri No LO 651, Medistim ASA, Oslo, Norway) her bir greftin akımı ölçülerek kaydedildi. Mammaryan arter ve safen ven grefler için çaplarına en uygun (2-3-4 mm.'lik) prob seçilerek kullanıldı. En sık 3 mm.'lik prob kullanıldı. Bazın sağlıklı ölçüm yapabilmek için mammaryan arter pedikülündeki yumuşak doku ve fasyanın çok kısa bir segment boyunca disseke edilmesi gereklili oldu. Ölçüm esnasında; greften geçen akım miktarı mililitre/ dakika olarak, eş zamanlı akım eğrisi, greftin pulsatilite indeksi (PI) ve diyastolik dolu yüzdesi (%DF), cihaz tarafından otomatik olarak ölçülerek, kaydedildi. Diyastolik dolu yüzdesi 50'nin altında veya PI 5'ten büyük ise, greften geçen akım yetersiz olarak değerlendirildi. Ortalama akım miktarı tek başına kriter olarak kabul edilmedi. Yetersiz akım saptanması durumunda tüm parametreler (akım miktarı, PI, DF, greftin kalitesi ve uzunluğu, anastomozun yeterliliği, nativ damarın run-off'u ve proksimal anastomoz kalitesi) değerlendirilerek greftin revizyonu konusunda karar verildi. Ayrıca greftin kink yapması, trombozu, spazmı veya hava embolisi varlığı da kontrol edildi. Bunlardan herhangi biri saptandığında düzeltildi. Görünür hiçbir sebep bulunamadığında, distal anastomoz bölgesinden greft açılarak anastomozun kalitesi ve nativ damardaki distal darlıklar kontrol edildi. Gerektiğinde daha distal bir bölgeye yeni bir anastomoz uygulandı. Mammaryan arter grefte bir sorun saptandığında, greftin antegrade akımı ölçülerek gerekiğinde serbest greft olarak aortaya anastomoz edildi.

Araştırmada kullanılan akım ölçer problemler dışında, gerekiğinde cihazın doppler probu da kullanıldı. Bazı hastalarda LAD veya diğer koroner damarların kolayca bulunamadığı durumlarda doppler probu yardımıyla hedef damarlar tespit edildi. Sol ön inen arter veya diğer koroner arterlerin, derin dokular içerisinde seyrettiği ve dışarıdan gözlenemediği veya intramyokardiyal seyirli olduğu bazı hastalarda, gerek kalbin durdurulması öncesi, antegrad doğal koroner akımın saptanmasıyla gerekse de kalbin arresti sonrası, koroner arterden kardiyoplejik verilirken; doppler probu yardımıyla koroner arterler kolayca bulunabildi. Ölçümler cihaz tarafından otomatik olarak kaydedildi ve birer çıktı alınarak hasta dosyasına konuldu. Tüm ölçümler ortalama±standart sapma olarak belirtildi.

## BULGULAR

Hastalara ait demografik veriler, koroner arter lezyonları ve preoperatif risk faktörleri Tablo 1'de özeti lendi. Hastaların operasyon esnasında saptanan verileri Tablo 2'de verildi. Hastalarda kullanılan ortalama greft sayısı  $3.25 \pm 0.8$  ve EuroScore'lari ortalama  $2.5 \pm 1.6$  olarak hesap-

**Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri, koroner lezyonlar ve preoperatif risk faktörleri (n: 59)**

Yaş (Ortalama)	59.2±8.8
Cinsiyet (erkek/kadın)	43/16
Hiperlipidemi	19
Sigara	27
Hipertansiyon	29
Diabet Mellitus	18
Geçirilmiş MI	41
Periferik arter hastalığı	5
KOAH	8
Koroner arter lezyonları	
LMCA	13
3 Damar hastalığı	36
2 Damar hastalığı	18
1 Damar hastalığı	5
EF %	56.2±18.3
EF aralığı	25-77
Acil operasyon	14
EuroScore	2.5±1.6 (0-9)

MI; myokard infarktüsü, KOAH; kronik obstrüktif akciğer hastalığı,

LMCA; sol ana koroner arter lezyonu, EF; ejeksiyon fraksiyonu.

**Tablo 2. Hastaların operatif bilgileri**

Ortalama greft sayısı	3.25±0.83
Distal anastomoz sayısı	
LAD	58
Diagonal	35
Cx sistem	66
RCA sistem	45
Greft sayısı	
LIMA	56
Safen Ven Graft	131

LAD; sol ön inen arter, Cx; sirkumfleks arter, RCA; sağ koroner arter,

LIMA; sol internal mammaryan arter.

landı. Toplam 187 greftte (LIMA ve Safen Ven) Transit Time Flow Ölçümü yapıldı. Ortalama akım miktarları, ortalama PI ve DF yüzdeleri Tablo 3'de özettelendi. Tüm greftlər içerisinde toplam 2 tane içinde yetersizlik saptandı. Bunlardan birinde LIMA akımı yetersizliği, hazırlanması esnasında oluşan proksimal kısımdaki intimal diseksiyona bağlanarak, LIMA proksimali serbest greft olarak aortaya anastomoz edildi. Diğerinde ise, anastomoz sahəsi değiştirilerek daha farklı bir bölgeye anastomoz yapıldı. Revizyon sonrasında bu greftlərde akımları ölçülerek, alnan normal değerler sonrasında operasyonlara son verildi.

Çalışmaya alınan hastaların hiçbirinde mortalite gözlenmedi. Hastalara ait cerrahi sonuçlar Tablo 4'de özetlenmiştir.

## TARTIŞMA

Koroner arter bypass grefti operasyonu tüm dünyada yetişkinler arasında en sık uygulanan kardiyak cerrahi prosedürlerdir. Operasyonun amacı, uzun ve yüksek kaliteli bir yaşam sağlamaktır. Sol internal mammaryan arter ve safen ven koroner bypass cerrahisi için en sık tercih edilen greftlərdir. Ayrıca sağ internal mammaryan arter, radial arter, gastroepiploik arter, inferior epigastric arter de zaman zaman kullanılmaktadır. Gerek kardiyopulmoner bypass altında, gerekse de çalışan kalpte yapılan koroner bypass operasyonlarında, erken ve geç dönem cerrahi sonuçlara etki eden faktörlerin başında bypass yapılan damarların ve anastomozların kalitesi gelmektedir.<sup>[2-4]</sup> Ayrıca kullanılan teknik, greftin gereğinden uzun veya kısa olması, greftin pozisyonu da başarıyı etkilemektedir. Operasyonda konulan bir greftin yeterli çalışmaması sonucu kritik iskemi seviyesindeki hastalarda, gelişen düşük kalp debisi nedeniyle kardiyopulmoner bypasstan çıkışlamayabilir. Bazen de operasyon sonlandırılmamasına rağmen, postoperatorif erken dönemde myokardiyal iskemi veya infarktüs gelişebilmektedir.

Transit Time Flow Ölçüm tekniği son dönemde bir çok kalp cerrahisi kliniği tarafından kullanılmaya başlayan, cerrahi esnasındaki teknik yetersizliklerin saptanması ve düzeltilmesinde son derece önemli katkıları olan bir yöntemdir.<sup>[7]</sup> Bu teknikle ilgili çok sayıda ve geniş hasta popülasyonuna sahip çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan bazı çalışmalar göstermiştir ki, TTFM

**Tablo 3. Cerrahi prosedür sonrası hastaların greft akım ölçümü sonuçları**

Greft	Ortalama Akım (ml/dk)	PI Ortalaması (aralığı)	DF% Ortalaması (aralığı)
LIMA-LAD	46.9 ±33 (14-158)	2.4±0.8 (1-4.1)	82.3±15.4 (62-100)
Ao-Diagonal	37.6±19.7 (16-107)	1.9±0.6 (1-3.3)	81.8±12.5 (59-100)
Ao-Cx Sistem	49.3 ±35.8 (10-200)	2.4±0.9 (1-4.3)	83.1±11.8 (61-100)
Ao-RCA Sistem	55.5 ±33.7 (15-172)	2.1±0.9 (1.1-4.4)	82.2±11.2 (57-100)

ml/dk; mililitre / dakika, PI; Pulsatilit indeksi, DF %; Diyastolik Dolu Yüzdesi, LIMA-LAD; sol internal mammaryan arter-sol ön-inen arter, Ao-Diagonal; Aorto-diagonal, Ao-Cx Sistem; Aorta-sirkumfleks sistemi, Ao-RCA Sistem; Aorta-sağ koroner arter sistemi.

**Tablo 4. Hastaların cerrahi sonuçları**

Parametre	Sayı (n:59)	Yüzde %
Uzamiş veya tekrar CBP	2	3.38
İABP takılması	2	3.38
Perioperatif MI	0	0
Re-operasyon	2	3.38
Sternal derin yara enfeksiyonu	1	1.69
Sternal yüzeyel yara enfeksiyonu	2	3.38
Hastane mortalitesi	0	0

CPB; Kardiyopulmoner bypass, İABP; İntraaortik balon pulsasyon, MI; Myokard enfarktüsü.

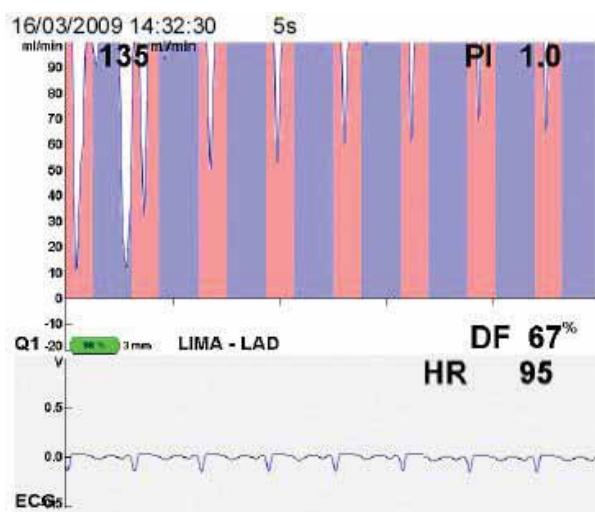
kullanılarak değerlendirilen hastalarda, tüm greftların %6 ile 8'i oranında istenmeyen problemler ve yetersiz greft fonksiyonu görülebilmektedir.<sup>[2,4,7-9]</sup> Aslında bu oran oldukça yüksek sayıılır. Greft akımı ölçüm tekniklerinin kullanılmadığı zamanlarda da erken dönemde greft tikanıklığının (ilk bir ay) %10-15 gibi oldukça yüksek oranda görüldüğü bilinmektedir. Perioperatif olarak greft yetersizliği saptandığında, ilave küçük cerrahi girişimler uygulanarak hatanın düzeltilmesi ve yeterli greft akımının sağlanması genellikle mümkün olabilmektedir. Bu şekilde, gelişebilecek çeşitli iskemik komplikasyonlardan da uzak durulmuş olacaktır. Bizim gerçekleştirdiğimiz çalışma sonucunda, ölçüm yapılan greftların %3.4'ünde greft akım yetersizliği saptadık ve revizyon uyguladık. Bu oran literatür bilgileri ile uyumlu bulunmuştur.

Transit Time Flow Ölçümü ilk kez 1962 yılında tanımlanmasına rağmen ancak 1982'de ticari bir cihaz haline getirilmiştir.<sup>[10]</sup> Aslında cihaz çeşitli büyülükteki problemleri sayesinde 2 mm ile 32 mm arasındaki çapta, çeşitli büyülükteki damarlar içerisinde geçen akımı ölçebilmektedir.<sup>[4]</sup> Akım probu gelen akımı ve giden akımı ölçebilen ve yan yana bulunan iki piezoelektrik kristali ile bu kristallerin karşısında yer alan küçük bir metalik yansıtıcıdan ibarettir. Her bir kristal, geniş dalga boyunda ses dalgası yayar ve tüm damar duvarını geçerek karşı yansıtıcıdan gelen bu dalgaları tekrar saptar.<sup>[5]</sup> Koroner arter cerrahisinde sıkılıkla, 2, 3 ve 4 mm.'lik problemler tercih edilmektedir. Biz de çalışmamızda 2, 3 ve 4 mm.'lik problemleri kullanmakla birlikte, damar çapıyla uygunluğu nedeniyle en sık olarak 3 mm.'lik probu tercih ettiğiz. Problemler, ekranı olan ve yazılıma sahip bir bilgisayar sisteme bağlıdır. Ölçümler otomatik olarak yapılır ve dakikada geçen akım miktarı mililitre cinsinden hesaplanarak bilgisayara kaydedilir. Ölçümler damar ve prob arasındaki açılanmaya bağlı değişmez. Ayrıca damardan geçen akımın homojen dağılması da gerekmektedir. Akım eğrisi ve pulsatilitde indeksi eşzamanlı olarak monitörden izlenebilmekte ve kaydedilebilmektedir Şekil 1. Transit Time Akım ölçümünde; akım eğrisi, pulsatilitde indeksi ve ortalama akım değerleri

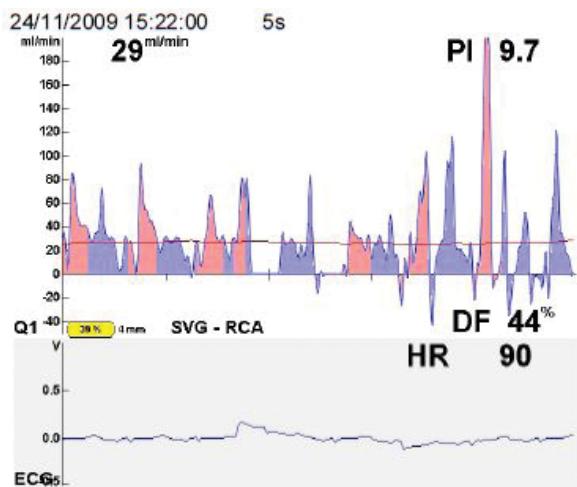
aynı anda ve birlikte değerlendirilmelidir. Çalışan bir greftteki akım dinamikleri aynen doğal bir koroner arterdeki akıma benzer. Minimal bir sistolik pik olmakla birlikte, akım esas olarak diyastoliktir Şekil 1. Pulsatilitde indeksi; kan akım patterninin iyi bir göstergesidir ve anastomozun kalitesini gösterir. Bu değer, maksimum ve minimum akım miktarları arasındaki farkın, ortalama akım miktarına bölünmesiyle elde edilir. Genellikle 1 ile 5 arasında olması normal kabul edilmektedir.<sup>[11]</sup> Anastomozla ilgili teknik problemler varlığında bu değer yüksek bulunmaktadır. Ortalama akım miktarı dakikada geçen akımı mililitre cinsinden ifade eder ve anastomoz kalitesini göstermez. Daha çok doğal koroner arterin kalitesini göstermektedir. Düşük akım miktarları, anastomoz kalitesinden çok, damar run-off'unun kötü olduğunu gösterir.

Literatürdeki kısıtlı bazı çalışmalar ve bizim klinik deneyimlerimiz göstermiştir ki; TTFM tekniği, koroner bypass yapılan doğal damarın proksimalinde ileri derecede darlık veya total tikanıklık varsa, çok iyi sonuç vermektedir.<sup>[2,7-9]</sup> Eğer, natiw koroner damarda, kritik düzeyin altında bir darlık varsa ve greft akımı doğal akımla bir yarışmaya giriyorsa, alınan sonuçlar çok iyi tanımlanamamaktadır. Ayrıca, değişik greft tiplerinin, değişik hedef damarlara uygulandığında görülebilecek akım patternleri hakkında da yeterince yerleşmiş bilgi yoktur. Aslında, greftlere ortalama akım miktarları ve akım dalga formları cerrahi personelin klinik deneyimi ölçüsünde değerlendirilebilmektedir.

Çalışan bir greftin akım eğrisi, küçük negatif bir sistolik akımla birlikte, diyastolik bir yükselme şeklinde olmalıdır. Doğal koroner damarlarda olduğu gibi, koroner greftlerde de, diyastol esnasında kan grefte ilerleyerek koronerlere dolar. Sistol esnasında ise koroner arterler kompresse olur ve grefte retrograd bir akım saptanır Şekil 1. Eğer anastomozda bir darlık varsa, akım eğrisi



**Şekil 1.** Bir hastaya ait normal akım eğrisi grafiği, pulsatilitde indeksi ve akım miktarı görülmektedir.



**Şekil 2.** Bir hastaya ait anormal akım eğrisi grafiği, yüksek pulsatilit indeksi ve düşük akım miktarı görülmektedir.

esasen sistolik karakterde olan küçük bir dalga şeklinde kalır Şekil 2. Bu durumda greftteki tek akım negatif sistolik akımdır ve diyastolde koroner perfüzyon olmaz.

Normalde, epikardiyal damarlara sağ ventrikül daha az kompresyon oluşturduğundan, sağ koroner sistemin akımı esas olarak sistoldedir. Fakat bizim ölçümümüzde, sağ koroner grefte kayıtlarında, sol sisteme benzer şekilde, akım genellikle diyastolik ağırlıklı olarak ölçülmüştür. Bu ölçümümüz literatürdeki diğer çalışmalarla da benzerlik göstermektedir.<sup>[6]</sup> Bu çelişkiyi şu şekilde açıklayabiliriz. Sağ koroner sistemde, greftlar nadiren proksimal kısım veya sağ ventriküler dala konulmaktadır. Greftların büyük çoğunluğu ise sağ koroner arterin distal kısmına, arka inen artere (PDA) veya arka-yan artere (PLA) konulmaktadır. Proksimalde kritik lezyonu olan sağ koroner sisteme konulan bu greftlar de genellikle sistolik intramyokardiyal basıncı yüksek olan sol ventrikülü veya septumu diyastolde kanlandırmaktadır.

Klinik deneyimlerimiz göstermiştir ki, akım miktarı, anastomoz kalitesini göstermekte ve greftin revizyonuna karar vermekte mutlak kriter değildir. Greftin cinsi ve büyütüğü, koroner arterin kalitesi gibi pek çok kriter mutlak akım miktarını etkilememektedir. Walpot ve arkadaşları adenozin infüzyonuyla koroner ihtiyacı arttırmak suretiyle greften geçen kan akım miktarının da artış gösterdiğini saptamışlardır.<sup>[2]</sup> Diğer çalışmacılar gibi bizim de katıldığımız bir sonuç, PI değerinin anastomozun kalitesini daha iyi gösterdiğidir. Bazı çalışmacılar PI değerinin 3 veya daha az olması gerektiğini ileri sürmektedirler.<sup>[12]</sup> Fakat bizim klinik gözlemimiz, PI değeri 4'ün altında olduğunda anastomoz kalitesi ve greft uygunluğunun çok iyi olduğu şeklindedir.

Ölçüm esnasında, doğal koroner arterin proksimalden geçici oklüzyonu ile daha güvenli ve doğru ölçümle yapılabileceği de bildirilmektedir.<sup>[4]</sup> Fakat bunun üzerinde henüz bir görüş birliği oluşmamıştır. Koroner

arter bypass cerrahisinde oluşturulan anastomozların değerlendirilmesindeki en değerli yöntem halen koroner anjiografidir. Transit Time Akım Ölçüm tekniği ile postoperatif koroner anjiografinin karşılaştırılması şeklinde spesifik çalışmalar da kısıtlı sayıdadır ve çelişkili sonuçlar alınmıştır.<sup>[4,13,14]</sup> Ayrıca postoperatif MR anjio veya bilgisayarlı tomografi (BT) anjio ile greft açıklığının değerlendirilmesi de akım ölçümü tekniği ile karşılaştırılabilir.<sup>[15-17]</sup> Ayrıca postoperatif dönemde mammaryan greftin transtorasik doppler ile açıklığı da saptanabilir.<sup>[18]</sup> Postoperatif myokard perfüzyon sintigrafisi de kalbin perfüzyonunun yeterliliğinin gösterilmesinde bir alternatifdir. Tüm bu yöntemlerin handikabı postoperatif dönemde uygulanmaları ve bir problem varlığında düzeltimin ancak reoperasyon veya kısmen anjioplasti ile yapılabilmesidir. Oysa ki cerrahi esnasında kullanılan akım ölçer ile yapılan hata hemen fark edilmekte ve derhal düzeltilebilmesi mümkün olabilmektedir. Operasyon esnasında, masabaşı kontrol koroner anjiografi çekilmesi de bir alternatif olmakla birlikte, uygun ekipman gerektirmekte ve rutin uygulaması oldukça zahmetli olmaktadır.<sup>[14]</sup>

Bazı cerrahlar TTFM yönteminin zor uygulandığını ifade etmelerine karşın, bize göre oldukça kolay tatbik edilen, greft başına 30 saniye ile 1 dakika arasında zaman alan bir yöntemdir. Bu yöntemin kısıtlıklarından biri de ekipmanın oldukça pahalı olmasıdır. Her bir probun yaklaşık 50 hastada kullanılabilmesi ve revize edilen her bir greftin hastaya kazandırdıkları göz önüne alınırsa, cihazın maliyeti gözardı edilebilir.

Sonuç olarak TTFM, intraoperatif olarak koroner greftin fonksiyonunu değerlendirmekte oldukça kullanışlı ve yararlı bir cihazdır. Bu metod, oldukça kolay kullanımlı, minimal invaziv ve yeterli bilgi ile operasyonun yürütülmesinde yol göstericidir. Duyarlılığı ve özgünlüğü halen belirlenmemesine rağmen, yapılan kısıtlı çalışmaların tamamında yöntemin başarılı bir şekilde kullanılabildiği ve oldukça yararlı bilgiler sağladığını bildirilmektedir. Bu cihazın kullanımı ile operatif sonuçlarınızın bir miktar daha düzeldiğini saptadık. Akım miktarı, PI ve akım eğrisinin incelemesi ile yapılan teknik hatalar kolaylıkla saptanıp düzeltilebilmektedir. Tabi ki tüm değerler, klinik bulgular ile korele olarak değerlendirilmelidir. Akım miktarı yeterli olsa bile, PI ve akım patterni bozussa, anastomoz bölgesinde bir darlık düşünülmelidir. Sonuçta, uzun bir süreç alan ve mortalite ve morbiditeleri ile hasta için oldukça zahmetli bir prosedür olan CABG operasyonunda yapılan asında birkaç küçük milimetrik anastomozdur. Hasta için hayatı öneme sahip bu küçük damar anastomozlarının göz ile veya palpasyonla kontrolü dışında, daha objektif sonuç veren böyle bir yöntemle kontrol edilmesi uygun olacaktır. Intraoperatif Transit Time Akım Ölçüm tekniğinin kullanılması ile greft disfonksiyonu intraoperatif olarak saptanacak ve gerekli düzeltmeler sonrası daha başarılı cerrahi sonuçlar alınacaktır.

## Çıkar Çatışması

Bu araştırma Trakya Üniversitesi Araştırma Fonu (TÜBAP-854) tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

1. Ricci M, Karamanoukian HL, Salerno TA, D'Ancona G, Bergsland J. Role of coronary bypass flow measurement during reoperation for early graft failure after off-pump coronary revascularisation. *J Card Surg* 1999;14:342-7.
2. Walpot BH, Bosshard A, Genyk I, Kipfer B, Berdat PA, Hess OM, et al. Transit-time flow measurement for detection of early graft failure during myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1998;66:1097-100.
3. D'Ancona G, Karamanoukian HL, Salerno TA, Schmid S, Bergsland J. Flow measurement in coronary surgery. *Heart Surg Forum* 1999;2:121-4.
4. D'Ancona G, Karamanoukian HL, Ricci M, Bergsland J, Salerno TA. Graft patency verification in coronary artery bypass grafting: principles and clinical applications of transit time flow measurement. *Angiology* 2000;51:725-31.
5. Çırkıkoğlu M, Kalangos A, Walpot BH. Koroner bypass cerrahisinde greft açıklığının intraoperatif akım ölçüm teknikleri ile değerlendirilmesi. In: Duran E, editor. *Kalp ve Damar Cerrahisi Cilt II*. 1. Ed. İstanbul: Çapa Tıp Kitabevi. 2004;1471-9.
6. Beçit N, Erkut B, Ceviz M, Unlu Y, Colak A, Kocak H. The impact of intraoperative transit time flow measurement on the results of on-pump coronary surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2007;32:313-8.
7. D'Ancona G, Karamanoukian HL, Ricci M, Schmid S, Bergsland J, Salerno TA. Graft revision after transit time flow measurement in off-pump coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000;17:287-93.
8. Walpot BH, Mohadjer A, Gersbach P, Rogulenko R, Walpot BN, Althaus U. Intraoperative internal mammary artery transit-time flow measurements: comparative evaluation of two surgical pedicle preparation techniques. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996;10:1064-70.
9. Walpot BH, Bosshard A, Kipfer B, Berdat PA, Althaus U, Carrel T. Failed coronary artery bypass anastomosis detected by intraoperative coronary flow measurement. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;14:76-81.
10. Franklin DL, Schlegel WA, Watson NW. Ultrasonic doppler shift blood flowmeter: circuitry and practical applications. *Biomed SCI Instrum* 1963;1:309-15.
11. Leong DKH, Ashok V, Nishkantha A, Shan YH, Sim EKW. Transit time flow measurement is essential in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2005;79:854-8.
12. Di Giacomo G, Pano M, Cirmen S, Pelini P, Vitolla G, Dimauro M. Predictive value of intraoperative transit-time flow measurement for short-term graft patency in coronary surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;132:468-74.
13. Takami Y, Ina H. Relation of intraoperative flow measurement with postoperative quantitative angiographic assessment of coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1270-4.
14. Hol PK, Fosse E, Mork BE, Lundblad R, Rein KA, Lingaa PS, et al. Graft control by transit time flow measurement and intraoperative angiography in coronary artery bypass surgery. *Heart Surg Forum* 2001;4:254-7.
15. Walpot BH, Müller MF, Genyk I, Aeschbacher B, Kipfer B, Althaus U, et al. Evaluation of coronary bypass flow with color-Doppler and magnetic resonance imaging techniques: comparison with intraoperative flow measurements. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;15:795-802.
16. Sanisoglu I, Guden M, Balci C, Sagbas E, Duran C, Akpinar B. 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.
17. Bassri H, Salari F, Noohi F, Motevali M, Abdi S, Givtaj N, et al. Evaluation of early coronary graft patency after coronary artery bypass graft surgery using multislice computed tomography angiography. *BMC Cardiovasc Disord* 2009;9:53.
18. Gümüş B, Dicle O, Seçil M, Göktay AY, İğci E, Karabay Ö, ve ark. Koroner arter bypass grefti olarak kullanılan internal mammary arterin renkli doppler ultrasonografi ile değerlendirilmesi. *Turkish J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;8:781-4.