

İnfarktüsle İlgili Olan ve Olmayan Koroner Arter Lezyonlarında Anjiyoplasti Öncesi ve Sonrasında "Myocardial Fractional Flow Reserve" Ölçümü Karşılaştırması

Y. Doç. Dr. Oğuz CAYMAZ, Y. Doç. Dr. Hakan TEZCAN, Y. Doç. Dr. A. Serdar FAK, Uz. Dr. Ahmet TOPRAK, Uz. Dr. Sena TOKAY, Prof. Dr. Ahmet OKTAY
Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul

ÖZET

Miyokardiyal "fractional flow reserve" (FFR) koroner arter lezyonlarının fizyolojik önemini ortaya koymak için kullanılan güvenilir bir invazif yöntemdir. Ancak bu yöntemin akut miyokard infarktüsüne (AMİ) yol açmış infarktüsle ilgili arterlerde (İİA) kullanımı ve bu durumdaki yararları ile ilgili bilgiler sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı yeni AMİ geçirmiş (Grup 1) ve AMİ geçirmemiş (Grup 2) hastaların benzer koroner arter lezyonlarında perkütan transluminal koroner anjiyoplasti (PTKA) öncesi ve sonrasında ölçülen FFR değerlerini karşılaştırmaktır.

Son iki hafta içinde AMİ geçirmiş tek damar hastası olan 14 ardışık hasta Grup 1'i, AMİ geçirmemiş ve tek damar hastalığı bulunan 14 ardışık hasta Grup 2'yi oluşturmuştur. Koroner arter lezyonları başlangıçta ve optimal PTKA yapıldıktan hemen sonra kantitatif koroner anjiyografi (KKA) ve FFR ölçümleri ile tüm hastalarda değerlendirildi. FFR değerleri 0.014 inçlik basınç teli kullanılarak ve adenoazin ile miyokard hiperemisi uyarıldığında lezyon distalinde ölçülen basıncın aortik basınca oranı elde edilerek hesaplandı.

Her iki grupta 14'er hasta vardı. İki grup arasında yaş (Grup1 61.9±11.3, Grup2 52.7±6.8 yıl, $p<0.05$) ve PTKA öncesi elde edilen FFR değerleri (Grup1 %77.6±5.4, Grup2 %63.3±8.4, $p<0.001$) dışında cinsiyet, girişim arteri, işlem öncesi ve sonrası referans çap, minimal lümen çapı, darlık derecesi ve PTKA sonrası FFR değerleri bakımından fark yoktu. Grup 1'de işlem öncesi ortalama darlık derecesi önemli (%66.5±10.5) bulunmasına karşın ölçülen FFR değeri (%77.6±5.4), AMİ geçirmemiş hastalar için kullanılan kritik FFR değerine göre ($FFR<0.75$) önemsiz düzeyde bulunmuştur.

FFR yöntemi sonuçları AMİ'ne yol açmış lezyonlarda, AMİ'ne yol açmamış lezyonlardan farklı bulunmuştur. Yöntem İİA lezyonlarının fizyolojik önemlerini ortaya koymak için kullanılamaz.

Anahtar Kelimeler: Fraksiyonel akım rezervi, koroner anjiyoplasti, miyokard infarktüsü.

FFR koroner arter lezyonlarının fizyolojik önemlerinin değerlendirilmesinde etkinliği gösterilmiş bir yöntemdir (1-8). Yöntemin geçerliliğini ve güvenilirliğini gösteren tüm çalışmalarda miyokard infarktüsü (Mİ) geçirmiş olan hastalar çalışma dışında tutulmuşlardır (1,3,6,7). Ölçüm yapılan koroner damarın beslediği bölgede eski Mİ, miyokardiyal hipertrofi yada diyabetik kalp hastalığı gibi mikrovasküler yatağı etkileyen durumların bulunması yöntemin kısıtlılıklarından biri olarak yorumlanmaktadır (2,9). Mikrovasküler hastalığı olmayan deneklerde $FFR<0.75$ iskemi yaratan koroner lezyonları %95 güvenle ayırmaktadır (1). Mİ geçirmiş hastalarda infarktüsle ilgili arterde (İİA) yer alan rezidüel lezyonun fizyolojik önemini ortaya koymak için aynı eşik değerin geçerli olup olmadığı bilinmemektedir (9). Teorik olarak, mikrovasküler hastalık varlığında intrakoroner olarak verilen hiperemik ajanın koroner direnci yeterli oranda düşüremeyeceği ve hiperemik distal basıncın olması gerekenden fazla ölçülerek yüksek bir FFR değeri bulunacağı düşünülebilir. Bu konuda yayınlanan tek çalışmada perkütan transluminal koroner anjiyoplasti (PTKA) öncesi ve sonrası bakılan FFR değerleri, İİA lezyonları ile Mİ'ne yol açmamış lezyonlar için farklı bulunmamıştır (10). Ancak bu çalışma 0.014 inç çapında basınç teli yerine ölçüm hatalarına açık olan 2.1 F çapında basınç kateteri ile yapılmıştır (11). Bu çalışmada, Mİ geçirmiş hastalarda İİA rezidüel lezyonlarına planlanan PTKA öncesinde ve sonrasında 0.014 inç basınç teli ile FFR ölçümü yapılmış ve Mİ geçirmemiş hastaların benzer ölçümleri ile karşılaştırılmıştır.

MATERYEL ve METOD

Çalışma grubuna (Grup1) Mİ geçirmiş 14 tek damar hastası alınmıştır. Mİ ST elevasyonu, kardiyak enzim yüksel-

mesi ile dökümanite edilmiştir. Trombolitik tedavi, Q dalgalı Mİ ve Mİ zamanı dikkate alınmamıştır. Sol ana koroner lezyonu , ardışık lezyon varlığı, çok damar hastalığı çalışma dışı bırakma ölçütü sayılmıştır. Kontrol grubunda (Grup2) tek damar hastası olan, Mİ geçirmemiş ve lezyon bölgesinde miyokardiyal duvar hareket bozukluğu bulunmayan 14 hasta dahil edilmiştir. Tüm hastalarda sol ventrikül hipertrofisi, diyabetes mellitus, kararsız angina pektoris olmaması gözetilmiştir. Sol ventrikül hipertrofisi tüm hastalara iki boyutlu ekokardiyografi yapılarak ekarte edilmiştir. Tüm hastalarda çalışma öncesi açlık kan şekeri, kolesterol profili, kan üresi, kreatinin ve tam kan sayımı ölçülmüştür.

Koroner anjiyografi: Koroner anjiyografi femoral yaklaşımla rutin açılar kullanılarak yapılmıştır (General Electric DLX angiographic systems, GE Medical systems Europe, Sedex, France). Hastalar işlem öncesi klinisyenlerinin uygun gördüğü ilaçları ve en az 3 gün boyunca aspirin 300 mg ve ticlopidin 500 mg almışlardır. Çalışma ölçütlerine uyan hastalara aynı seansta basınç ölçümleri ve PTKA uygulanmıştır. Lezyona ait ölçümler GE, DLX anjiyografi sistemi içinde yer alan kantitatif koroner anjiyografi (KKA) sistemi ile yapılmıştır. Ölçümler için lezyonun en kritik darlık gösteren görüntüsü seçilmiş ve ortogonal açı görüntüleri ile ortalamaları alınmıştır. İşlem öncesi ve sonrası ölçümler eşit açılar ve kaynak-görüntü mesafesi kullanılarak yapılmıştır. Sol ventrikülografi sağ (30 derece) ve sol (45 derece) oblik açılardan alınmış ve sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) ile bölgesel duvar hareketleri yine aynı sistem içinde yer alan otomatik ventrikül analizi sistemi ile yapılmıştır. Otomatik KKA sistemi kısıtlılıkları nedeniyle kullanılamadığında görüntüler dijital olarak 4 kat büyütülmüş ve elektronik kaliper aracılığı ile manuel ölçümler yapılmıştır. Opak madde ile doldurulmuş klavuz kateter KKA ölçümleri için referans alınmıştır. Ölçüm hatalarını saptamak için gözlemci içi ve gözlemciler arası değişkenlik iki ayrı gözlemcide üçer ölçüm yapılarak hesaplanmıştır. Birinci gözlemci (OC) ölçümleri koroner girişimi yönlendirmek için işlem sırasında; ikinci gözlemci (HT) ise işlem sonrası yapmıştır. KKA ile proksimal referans çap (PRÇ) , distal referans çap (DRÇ) , minimal lümen çapı (MLÇ), lezyon uzunluğu (LU), yüzde darlık derecesi (%D) ölçümleri elde edilmiştir.

İntrakoroner basınç ölçümü: Aortik basınç ölçümü yan deliği bulunmayan klavuz kateterden sıvı dolu transduser sistemi ve Mennen fizyolojik monitör (Horizon cathlab 9000 WS, Mennen medical systems, Israel) kullanılarak yapılmıştır. Transduser sağ atriyum düzeyinde iken sistem sıfırlanmıştır. İntrakoroner basınç ölçümleri 0.014 inch basınç teli (PressureWire, Radi medical systems, Sweden) Mennen fizyolojik monitöre bağlanarak elde edilmiştir. Basınç teli klavuz kateter ucuna ilerletilerek kalibrasyon yapılmış ve her iki basıncın eşit olduğu görülerek işleme başlanmıştır. Hiperemik ajan olarak adenosine (Adenocard, Fujisawa USA Inc, IL, USA) 18 mikrogram sol koroner artere, 12 mikrogram sağ koroner artere uygulanmıştır. FFR maksimal hiperemi sırasında lezyon distalindeki basıncın (Pd) , aortik basınca (Pa) oranı olarak hesaplanmıştır. Hiperemik ajan uygulandıktan hemen sonra basınçlar ve EKG kayıt hızı 6.25 mm/sn ve basınç eğrileri ortalama basınç değerinde iken fizyolojik monitör ile kaydedilmişlerdir. Hiperemi süresinde (ortalama 30 saniye)

aynı anda elde edilen maksimum basınç farkı hesaplamalar için esas oluşturmıştır. Koroner anjiyografiden sonra aynı tel kullanılarak yapılan PTKA işlemi bittikten en az 10 dk. sonra FFR ölçümü yinelenmiştir.

Perkutan transluminal koroner anjiyoplasti: PTKA işlemi hastaya 10.000 İÜ intravenöz heparin uygulandıktan ve işlem öncesi FFR ölçümleri tamamlandıktan sonra rutin klinik uygulama ölçütlerine göre yapılmıştır. Basınç teli PTKA klavuz teli olarak kullanılmıştır. İşlem gereği distale ilerletilen tel işlem sonrası FFR ölçümleri için bazal pozisyonuna getirilmiştir. PTKA ile suboptimal sonuç alınması halinde (rezidüel darlık > %30 yada tip C ve daha ciddi diseksiyon) aynı seansta koroner stent yerleştirilmiştir. Genel uygulamamıza bağlı olarak hastalara en az 3 gün önceden aspirin 300 mg ve ticlopidin 500 mg/gün başlanmıştır. KKA ile elde edilen PRÇ seçilen balonun çapını belirlemede esas alınmıştır. Stent yerleştirilmesinde sistematik yüksek basınç uygulanmış ve balon/arter oranı 1:1 tutulmuştur.

İstatistiksel yöntemler: Tüm veriler ortalama (standard sapma olarak sunulmuştur. Gruplar arasındaki KKA ve basınç verileri ile PTKA öncesi ve sonrası aynı verilerin karşılaştırılmaları Student's t testi ile yapılmıştır. P<0.05 anlamlı kabul edilmiştir.

BULGULAR

Koroner bakım ünitesine akut miyokard infarktüsü tanısı ile kabul edilen ve trombolitik tedavi alan ardışık 11 hasta ile trombolitik tedavi almayan 3 hastaya yatışlarından ortalama 7.2±4.3 gün sonra koroner anjiyografi yapıldı. Hastaların ve kontrol grubunun klinik özellikleri Tablo-1'de gösterilmiştir. Grup 1 daha yaşlı ve LVEF daha düşük hastalardan oluşmakta idi. Gruplar arasında girişim yapılan damar ve girişim şekli bakımından fark yoktu.

PTKA ile 28 lezyon dilate edildi ve ortalama darlık derecesi %66.8±9.7'den %12.6±4.7'e (p<0.001); ortalama FFR %70.5±10.1'den %88.5±2.7'e (p<0.001) değişti (Tablo-2). İşlem öncesi ile sonrasında ve istirahat ile hiperemi sırasında ölçülen ortalama aort basıncı değerleri arasında anlamlı fark bulunmadı (tümü için p>0.05, Tablo-2). Buna karşın işlem öncesi ve sonrasında lezyon distalinde elde edilen hem bazal (72.3±10.1 ve 82.4±8.1 mmHg, p<0.0001, sırası ile) hem de hiperemik (59.9±11.3 ve 74.9±9.4 mmHg, p<0.0001, sırası ile) basınçlar anlamlı olarak farklı bulundu (Tablo-2). Ayrıca hiperemik distal basınçlar bazal olanlardan hem PTKA öncesi (59.9±11.3 ve 72.3±10.1 mmHg, p<0.0001, sırası ile) hem de sonrasında (74.9±9.4 ve 82.4±8.1 mmHg, p<0.001, sırası ile) anlamlı olarak düşük saptandı (Tablo-2).

Tablo 1. Hastaların klinik özellikleri

	Grup 1	Grup 2	n
n	14	14	-
Yaş (yıl±SD)	61.9±11.3	52.7±6.8	<0.05
Cinsiyet (E/K)	11/3	11/3	-
Girişim arteri (LAD/Cx/RCA)	7/4/3	8/4/2	-
İİA (n)	14	-	-
Mİ süresi (gün±SD)	7.2±4.3	-	-
Trombolitik tedavi alan (n)	11	-	-
LVEF	48±12.3	63±10.4	<0.05
PTKA / Stent	6/8	7/7	-

E:erkek; K:kadın; LAD:sol ön inen arter; Cx: sirküfleks arter; RCA: sağ koroner arter; İİA:infarktüsle ilgili arter; Mİ:miyokard infarktüsü; LVEF: sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu; PTKA: perkutan transluminal koroner anjiyoplasti.

Tablo 2. PTKA öncesi ve sonrasında KKA ve hemodinamik veriler

	PTKA öncesi	PTKA sonrası	p
n	28	28	-
Referans çap (mm)	2.8±0.5	2.8±0.5	>0.05
Minimal lümen çapı (mm)	0.9±0.3	2.5±0.4	<0.0001
Darlık (%)	66.8±9.7	12.6±4.7	<0.0001
Pa (ortalama, bazal, mmHg)	84.9±9.7	83.8±8.7	>0.05
Pa (ortalama, hiperemi, mmHg)	84.9±9.9	84.5±9.8	>0.05
p değeri	>0.05	>0.05	
Pd (ortalama, bazal, mmHg)	72.3±10.1	82.4±8.1	<0.0001
Pd (ortalama, hiperemi, mmHg)	59.9±11.3	74.9±9.4	<0.0001
p değeri	<0.0001	<0.001	
FFR (%)	70.5±10.1	88.5±2.7	<0.0001

KKA: kantitatif koroner anjiyografi; PTKA: perkutan transluminal koroner anjiyoplasti; Pa: aort basıncı; Pd: lezyon distalinde koroner arter basıncı; FFR: fractional flow reserve; tüm veriler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

Her iki grup arasında işlem öncesi ve sonrasında elde edilen referans çapı, MLÇ, darlık derecesi değerleri arasında fark bulunmadı (Tablo-3). Aort basıncı bazal ve hiperemik şartlarda hem işlem öncesi hem de işlem sonrası her iki grup arasında farksız bulundu (tümü için $p>0.05$, Tablo-3). Distal basınçlar bazal şartlarda, işlem öncesi ve sonrasında her iki grup için farksız bulundu (Tablo-3). Ancak işlem öncesi hiperemik distal basınç Grup-1'de anlamlı olarak yüksek bulundu (66.4 ± 8.5 ve 53.4 ± 10.1 mmHg, $p<0.001$, sırası ile). İşlem sonrası hiperemik distal basınçlar arasında ise fark yoktu (75.4 ± 8.9 ve 74.4 ± 10.2 mmHg, $p>0.05$). Bu verilere bağlı olarak işlem öncesi FFR Grup-1'de Grup-2'ye göre yüksek bulunurken (sırası ile, % 77.6 ± 5.4 ve 63.3 ± 8.4 , $p<0.001$); işlem sonrasında fark saptanmadı (sırası ile, % 88.5 ± 3.1 ve 88.5 ± 2.5 , $p>0.05$).

Grup-1'de işlem öncesi ortalama darlık derecesi % 66.5 ± 10.5 için elde edilen FFR % 77.6 ± 5.4 bulunurken, Grup 2'de işlem öncesi % 67.0 ± 9.3 darlık derecesi için elde edilen FFR % 63.3 ± 8.4 bulundu ($p<0.001$, Tablo-3). İşlem sonrası için ise darlık dereceleri ve FFR değerleri arasında fark yoktu.

TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1- İİA'de PTKA öncesi elde edilen FFR sonuçları, Mİ geçirmemiş olan grubun sonuçlarından farklıdır.
- 2- İİA için KKA ile elde edilen önemli darlık derecesine karşın ölçülen FFR değerleri % 75'ten yüksektir.

Tablo 3. Miyokard infarktüsünün anjiyografik ve hemodinamik verilere etkisi

	Grup-1	Grup-2	p
n	14	14	-
Referans çap (önce, mm)	2.8±0.4	2.8±0.5	>0.05
Referans çap (sonra, mm)	2.8±0.5	2.9±0.4	>0.05
p	>0.05	>0.05	
MLÇ (önce, mm)	0.9±0.4	0.9±0.3	>0.05
MLÇ (sonra, mm)	2.5±0.5	2.5±0.4	>0.05
p	<0.001	<0.001	
Darlık (önce,%)	66.5±10.5	67.0±9.3	>0.05
Darlık (sonra,%)	13.2±5.7	12.0±3.5	>0.05
p	<0.001	<0.001	
Pa (önce, bazal)	85.3±9.9	84.5±10.0	>0.05
Pa (sonra, bazal)	84.4±8.8	83.5±8.6	>0.05
P	>0.05	>0.05	
Pa (önce, hiperemi)	85.5±9.6	84.4±10.6	>0.05
Pa (sonra, hiperemi)	85.1±9.3	84.0(10.7	>0.05
p	>0.05	>0.05	
Pd (önce, bazal)	73.5±9.1	71.0±11.1	>0.05
Pd (sonra, bazal)	83.3±8.4	81.5±8.1	>0.05
p	<0.001	<0.001	
Pd (önce, hiperemi)	66.4±8.5	53.4±10.1	<0.001
Pd (sonra, hiperemi)	75.4±8.9	74.4±10.2	>0.05
p	<0.001	<0.001	
FFR (önce, %)	77.6±5.4	63.3±8.4	<0.001
FFR (sonra, %)	88.5±3.1	88.5±2.5	>0.05
p	<0.001	<0.001	

Önce:PTKA öncesi; sonra: PTKA sonrası; MLÇ: minimal lümen çapı; Pa: aort basıncı; Pd: lezyon distalinde koroner arter basıncı; FFR: fractional flow reserve; basınçlar mmHg ve ortalama, tüm veriler ortalama(standart sapma olarak verilmiştir.

3- PTKA sonrası elde edilen FFR değerleri iki grup arasında farksız bulunmuştur.

FFR yöntemi Mİ geçirmemiş olan hastaların epikardiyal koroner lezyonlarının fizyolojik önemini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bu yöntemin miyokardiyal mikrovasküler hastalık varlığından etkilenmediği ve lezyon spesifik olduğu öne sürülmüş olmasına karşın yöntemin geçerliliğini kanıtlamak üzere yapılan tüm çalışmalarda mikrovasküler hastalıklar ekarte edilmiştir. Bu nedenle, sonucunda mikrovasküler yatağı da etkileyen Mİ sonrasında yöntemin kullanımına ait bilgiler sınırlıdır. Kuramsal olarak, rezistans damarlarını etkileyen hastalıklarda hiperemik ajana yanıt olarak distal basıncın, eşdeğer lezyon ve normal mikrovasküler yatak için beklenenden daha az düşmesi ve FFR değerinin olması gerekenden daha yüksek ölçülmesi beklenebilir (12).

Bu konuda yayınlanmış olan tek çalışmada 2.1 F infüzyon kateteri kullanılarak ve intrakoronar ATP ile

Mİ geçirmiş ve geçirmemiş gruplarda KKA ile saptanmış benzer lezyonlar için FFR ölçümleri yapılmış ve iki grup arasında, bizim çalışmamızın sonuçlarına aykırı olarak, hem PTKA öncesinde hem de sonrasında fark bulunmamıştır (10). Bu verilere dayanarak FFR ölçütlerinin İİA'de de kullanılabileceği ileri sürülmüştür. İki çalışma arasında, birbirine zıt sonuçları açıklayabilecek önemli farklılıklar vardır (Tablo-4). Bizim çalışmamızda hastaların tümü 2 hafta içinde Mİ geçirmiş ve 11'i trombolitik tedavi almıştır. Bu nedenle mikrovasküler yatağın göreceli olarak korunmuş ve FFR değerlerinin bu nedenle gerçeğe daha yakın olma olasılığı speküle edilebilirse de benzer olarak referans 10'da, Mİ geçiren 14 hastadan 9'unda miyokard perfüzyon sintigrafisinde, mikrovasküler yatağın kısmi korunduğunu gösteren, geri dönücü defekt saptanmıştır. İnfüzyon kateteri özellikle yüksek darlık derecelerinde lümeni daraltarak kendisi gradient yaratabilir (13-15). Çapı 0.7 mm bulunan kateteterin, adı geçen çalışmadaki ortalama

Tablo 4. FFR ölçümüne miyokard infarktüsünün etkisine ait iki çalışma arasındaki farklar

	referans10	şimdiki çalışma
n	20	28
Mİ zamanı (hafta)	>2	<2
Trombolitik tedavi (n)	-	11
FFR yöntemi	2.1 F kateter	0.014" tel
Hipermik ajan	ATP	adenozin
Referans çap (mm)	2.9±0.9	2.8±0.5
Darlık (%)	79.5±14.0	66.8±9.7
MLÇ (mm,önce)	0.62±0.5	0.9±0.3
MLÇ (mm,sonra)	2.21±1.0	2.5±0.4
FFR önce (%G1-G2)	46±21 - 45±12	78±5 - 63±8*
FFR sonra (%G1-G2)	78±18 - 76±8	89±3 - 89±3

FFR: "fractional flow reserve", Mİ: miyokard infarktüsü, MLÇ: minimal lümen çapı, G1: grup1, G2: grup2, tüm değerler ortalama±standart sapma olarak verilmiştir, *p<0.001

0.62±0.5 mm MLÇ'a sahip lezyonlarda yapay gradient yaratabileceği düşünülmelidir. Bu nedenle işlem öncesi FFR ölçümlerinin şimdiki çalışmadan düşük bulunmuş olması olasıdır. İşlem sonrası elde edilen FFR değerleri şimdiki çalışmada daha yüksek bulunmuştur. Bu fark son çalışmadaki PTKA sonrası elde edilen daha düşük rezidüel darlık derecesine ve yine FFR ölçme yöntemine bağlanabilir.

Çalışmamızda, başlangıç paragrafında söz edilen kurama uygun olarak PTKA öncesi İİA'de FFR ölçümleri beklenenden daha yüksek bulunmuştur. Bu fark lezyon özelliklerinden çok, İİA alanındaki miyokardın mikrovasküler yapısındaki infarktüsle ilgili değişikliklerden kaynaklanabilir. Nekrotik ve canlı hücrelerin birlikte bulunduğu infarktüs alanı ve mikrovasküler yapının intrakoronar uygulanan hipermik ajana yanıtı ne normal doku gibi ne de tümüyle nekrotik doku gibi olmaktadır. İntrakoronar Doppler yönteminde olduğu gibi elde edilen yanıtın derecesi ile nekroz- canlı doku oranı arasında ilişki olup olmadığı bilinmemektedir (16). İntrakoronar Doppler yöntemi hem epikardiyal ileti damarlarındaki dirençten hem de mikrovasküler yatağın direncinden etkilendiği için sözkonusu çalışmada belirtilen ilişki PTKA sonrası yapılan (lezyon ortadan kaldırıldıktan sonra) ölçümler için geçerlidir.

FFR yönteminin İİA'de yer alan rezidüel lezyonun fizyolojik önemini ortaya koymaktaki sonuçları, Mİ'ne yol açmamış lezyonlardaki kullanımından farklı bulunmuştur. Bu konuda daha geniş denek sa-

yısı içeren ve FFR sonuçlarına göre PTKA kararının alındığı randomize çalışmalara gereksinim vardır.

KAYNAKLAR

1. Pijls NH, De Bruyne B, Peels K, et al: Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary-artery stenoses. N Engl J Med 1996;334:1703-8
2. Kern MJ, de Bruyne B, Pijls NH: From research to clinical practice: current role of intracoronary physiologically based decision making in the cardiac catheterization laboratory. J Am Coll Cardiol 1997;30:613-20
3. Pijls NH, Bech GJ, De Bruyne B, van Straten A: Clinical assessment of functional stenosis severity: use of coronary pressure measurements for the decision to bypass a lesion. Ann Thorac Surg 1997;63(6 Suppl):S6-11
4. Bartunek J, Van Schuerbeeck E, de Bruyne B: Comparison of exercise electrocardiography and dobutamine echocardiography with invasively assessed myocardial fractional flow reserve in evaluation of severity of coronary arterial narrowing. Am J Cardiol 1997;79:478-81
5. Di Mario C, Gil R, de Feyter PJ, Schuurbijs JC, Serruys PW: Utilization of translesional hemodynamics: comparison of pressure and flow methods in stenosis assessment in patients with coronary artery disease. Cathet Cardiovasc Diagn 1996;38:189-201
6. Pijls NH, Van Gelder B, Van der Voort P, et al: Fractional flow reserve. A useful index to evaluate the influence of an epicardial coronary stenosis on myocardial blood flow. Circulation 1995;92:3183-93
7. Tron C, Donohue TJ, Bach RG, et al: Comparison of pressure-derived fractional flow reserve with poststenotic coronary flow velocity reserve for prediction of stress

myocardial perfusion imaging results. *Am Heart J* 1995;130:723-33

8. De Bruyne B, Bartunek J, Sys SU, Heyndrickx GR: Relation between myocardial fractional flow reserve calculated from coronary pressure measurements and exercise-induced myocardial ischemia. *Circulation* 1995;92:39-46

9. Pijls NH, de Bruyne B: Coronary pressure. Kluwer Academic Publishers, Netherlands 1997, pp 189-220

10. Takeuchi M, Himeno E, Sonoda S, Nakashima Y, Kuroiwa A: Measurement of myocardial fractional flow reserve during coronary angioplasty in patients with old myocardial infarction. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997;42:19-25

11. De Bruyne B, Sys S, Heyndrickx GR: PTCA catheters versus fluid filled pressure monitoring guide wires for coronary pressure measurements and correlation with quantitative coronary angiography. *Am J Cardiol* 1993;72:1101-6

12. Bartunek J, Sys SU, Heyndrickx GR, Pijls NH, De Bruyne B: Quantitative coronary angiography in predic-

ting functional significance of stenoses in an unselected patient cohort. *J Am Coll Cardiol* 1995;26:328-34

13. Donohue TJ, Kern MJ, Aguirre FV, Bach RG, Wolford T, Bell CA, Segal J: Assessing the hemodynamic significance of coronary artery stenoses: analysis of translesional pressure-flow velocity relations in patients. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:449-58

14. Kern MJ, Donohue TJ, Aguirre FV, Bach RG, Caracciola EA, Wolford T, Mechem CJ, Flynn MS, Chaitman B: Clinical outcome of deferring angioplasty in patients with normal translesional pressure-flow velocity measurements. *J Am Coll Cardiol* 1995;25:178-87

15. Tron C, Donohue TJ, Bach RG, Aguirre FV, Caracciola EA, Wolford TL, Miller DD, Kern MJ: Comparison of pressure derived fractional flow reserve with poststenotic coronary flow velocity reserve for prediction of stress myocardial perfusion imaging results. *Am Heart J* 1995;130:723-33

16. Teiger E, Garot J, Aptacer A, et al: Coronary blood flow reserve and wall motion recovery in patients undergoing angioplasty for myocardial infarction. *Euro H J* 1999; 20: 285-92