

# Optimum Stent Yerleştirilmesinde Fraksiyone Akım Rezervinin Kullanımı

Y. Doç. Dr. M. Kemal EROL, Dr. Mesut İŞLEK, Y. Doç. Dr. Engin BOZKURT,  
Y. Doç. Dr. Mustafa YILMAZ, Y. Doç. Dr. Mahmut AÇIKEL, Doç. Dr. Şule KARAKELLEOĞLU,  
Prof. Dr. Necip ALP

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Erzurum

## ÖZET

**Giriş ve Amaç:** Optimum stent yerleştirmede altın standart olan intravasküler ultrasound (IVUS) ile miyokardiyal fraksiyone akım rezervinin (FFR<sub>myo</sub>) anlamlı korelasyon gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışma optimum stent yerleştirmede FFR<sub>myo</sub>'nun kullanılabilirliğini araştırmak amacı ile yapıldı.

**Gereç ve Yöntem:** Koroner anjiyografisinde tek damar darlığı tespit edilerek primer stent endikasyonu konulan 2 kadın 19 erkek toplam 21 hastada (yaş ortalaması 57.38±9.71 yıl) bazal kardiyovasküler koroner anjiyografi analiz sistemi (QCA) ile yüzde darlık çapı ve FFR<sub>myo</sub> ölçümünü takiben, referans damar çapına uygun Mag carbon stent yerleştirilerek stent ekspansiyonunun tam sağlandığı basınçtan 1 atmosfer yukarısına kadar şişirildi. QCA ile hedef darlık çapı (<0.10) ve hedef FFR (≥0.94) ulaşılmayan olgularda ikiye katlanarak hedef değerlere ulaşmaya kadar mükerrer şişirmeler uygulandı. Hastalar altı ay süre ile anjina pectoris, miyokard infarktüsü, revaskülarizasyon ihtiyacı ve ölüm açısından takip edildi. Altıncı ayın sonunda tüm hastalara standart Bruce protokolüne göre maksimal efor testi uygulandı.

**Bulgular:** Birinci şişirmeden sonra 21 olgunun 17'sinde hedef QCA yüzde darlık çapına ulaşılır iken FFR<sub>myo</sub> hedef değerine 13 hastada ulaşıldı. QCA ile optimum kabul edilen değere ulaşıldığı halde 4 olguda FFR<sub>myo</sub> optimuma ulaşmadı. Bir olguda QCA değeri hedefe ulaşmadığı halde FFR<sub>myo</sub> hedef değere ulaştı. Hedef değere ulaşmayan 8 hastada ikinci şişirmeden sonra olgulardan 6 tanesinde QCA ile hedeflenen yüzde darlık çapına ulaşıldı. Bu 6 olgudan 1 tanesinde QCA ile hedeflenen değere ulaşıldığı halde FFR<sub>myo</sub> ile hedeflenen değere ulaşmadı. Kalan 3 hastada üçüncü şişirme sonrasında hem hedef QCA yüzde darlık hem de hedef FFR<sub>myo</sub> değerine ulaşıldı. Tüm olgularda optimum QCA yüzde darlık alanının sağlandığı ortalama basınç 11.90 ± 1.84 atm (8-14 atm arası), optimum FFR<sub>myo</sub>'nun sağlandığı ortalama basınç 12.48 ± 1.66 atm (8-14 atm arası) olarak bulundu. Altı aylık takip esnasında hiçbir hastada tekrarlayan angina, miyokard infarktüsü gelişimi, revaskülarizasyon ihtiyacı ve ölüm görülmedi. Altıncı ayın sonunda standart Bruce protokolüne göre uygulanan maksimum efor testinde tüm

hastalarda hedef kalp hızına ulaşıldı. Hiçbir hastada pozitif test sonucu saptanmadı.

**Sonuç:** Stent yerleştirmede QCA ile FFR<sub>myo</sub> kombinasyonunun kullanımı ile gereksiz yüksek basınçlara çıkmak engellenebilmektedir. FFR<sub>myo</sub>'nun IVUS olanağı olmayan merkezlerde optimum stent yerleştirilmesinde kullanılacak kolayca uygulanabilen, nispeten daha ucuz bir yöntem olduğuna düşünülmektedir. *Türk Kardiyol Dern Arş 2002; 30: 238-243*

**Anahtar kelimeler:** Stent, fraksiyone akım rezervi

İnvazif kardiyolojide intrakoroner stentlerin kullanılması ile akut tıkanma, acil bay-pass girişimi ve restenoz oranlarında anlamlı azalma sağlanmıştır. Stent yerleştirilmesinde en sık kullanılan yöntemler; çıplak gözle değerlendirme, kantitatif koroner ölçüm ve intravasküler ultrasound (IVUS)'dir. Çıplak gözle değerlendirmede; koroner anjiyografideki mevcut bir darlık olduğundan daha hafif veya daha ciddi olarak değerlendirilebilmektedir. Daha da önemlisi bazı anjiyoplasti çalışmalarında gözlemciler arası ve aynı gözlemcinin farklı anları arasında değişiklikler saptanmıştır (1,2). Bu sakıncaların üstesinden gelmek için kantitatif koroner anjiyografi geliştirilmiştir. Kantitatif koroner değerlendirme (QCA) miyokardiyal akım üzerine darlığın etkisini tam olarak yansıtmaz, kollateral dolaşımı göstermez, lezyondan önceki ve sonraki yan dallar daralmış segmenti örtebilirler, post-stenotik dilatasyon ve komşu segmentlerdeki kenar düzensizlikleri optimal koşullarda lezyonun değerlendirilmesi ancak vakaların küçük bir kısmında mümkün olabilmektedir (3,4). Stent yerleştirilmesinde kullanılan ve bugün için en geçerli kabul edilen yöntem IVUS'dur. IVUS eşliğinde stent yerleştirilmesinde çıplak gözle ve kantitatif anjiyografik değerlendirme ile yeterli görülen birçok durumda stentin optimum yerleşmediği ilave şişirmelere gerek duyulduğu saptanmıştır (5). Ancak IVUS'un stent yerleştirilmesinde rutin olarak kullanılması her laboratuvar için mümkün değildir.

Alındığı tarih: 13 Kasım 2001, revizyon 12 Şubat 2002  
Yazışma adresi: Y. Doç. Dr. M. Kemal Erol, Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, 25050 Erzurum  
Tlf: (0442) 316 6333-2105 Faks: (0442) 315 5194  
e-posta: mkerol@superonline.com  
Bu çalışma XVIII. Ulusal Kardiyoloji Kongresinde (13-16 Ekim 2001 İzmir) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Miyokardiyal fraksiyone akım rezervi (FFR<sub>myo</sub>), intrakoronar basınç ölçümlerinden kolaylıkla hesaplanabilen ve son yıllarda ileri sürülmüş, koroner darlığın fizyolojik önemini gösteren darlığa spesifik bir indekstir. Anjiyografik olarak sınırlı lezyonlarda dahi FFR<sub>myo</sub>'nun miyokard perfüzyon sintigrafisi ile belirlenen iskemiye saptadığı QCA ile değerlendirilmeden daha üstün olduğu saptanmıştır (6). Optimum stent yerleştirmede IVUS ile FFR<sub>myo</sub>'in anlamlı korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (7,8). Bu çalışma rutin IVUS uygulama olanağı olmayan merkezlerde FFR<sub>myo</sub>'nun intrakoronar stent yerleştirmede kullanılabilirliğini araştırmak amacı ile yapıldı.

## GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmaya referans damar çapı 3.0 mm'den büyük nativ koroner arterlerinden birinde proksimal veya orta bölgesinde intrakoronar adenozin ile oluşturulan maksimal hiperemide 0.75 den küçük FFR<sub>myo</sub> saptanan ve elektif olarak primer stent yerleştirilmesi planlanan 2 kadın 19 erkek toplam 21 hasta dahil edildi.

Geçirilmiş miyokard infarktüsü, sol ventrikül hipertrofisi, aynı damarda ardışık darlıkları olması, diyabetes mellitus, akut koroner sendrom, triküspit darlığı, sağ kalp yetmezliği, kronik obstrüktif akciğer hastalığı gibi sağ atriyal basınç yükselmesine neden olacak patolojiler çalışmaya alınmama kriteri idi.

Koroner anjiyografi işlemi Judkins yöntemi ile Philips İntegris 1996 model cihazı ile yapıldı. Hastaların sağ femoral arterlerinden 8F sheath ile girildi. 8F guiding kateterle koroner ostiuma kadar gelindi. İki farklı pozisyonda koroner anjiyografi yapıldı. Bütün koroner anjiyografilerde kontrast ajan olarak iyot içeriği 350 mg/ml olan iopamidol kullanıldı. Yine bütün anjiyogramlarda sağ koroner arter için 10 ml, sol koroner arter için 12 ml kontrast ajan kullanıldı. Kardiyovasküler anjiyografi analiz (QCA) sistemi kullanılarak referans damar çapı, koroner darlığın çap ve alan olarak yüzdesi ve darlığın uzunluğu ölçüldü (9). Hastaya yerleştirilecek stentin boyutları bu ölçümler referans alınarak saptandı. 0.014-in basınç duyarlı kılavuz-tel (Pressure wire, RADİ Medical Systems) ile guiding kateterin ucuna kadar gelindi. Guiding kateter ile aort basıncı (P<sub>a</sub>), basınç duyarlı kılavuz-tel ile de koroner darlığın distalindeki basınç (P<sub>d</sub>) ölçümüne başlanmadan önce her iki basıncın da kalibrasyonu yapıldı ve her iki basıncın ortalamalarının üst üste geldiği gözlemlendi. 0.014 in basınç duyarlı kılavuz tel primer stent takılması planlanan koroner artere yönlendirilip darlık geçildi. İtrakoronar olarak sol koroner arter için 20 µg, sağ koroner arter için 12 µg adenozin uygulanması ile sağlanan maksimum hiperemi esnasında basınç duyarlı kılavuz tel ile P<sub>d</sub>, guiding kateter ile de P<sub>a</sub> ölçüldü. FFR<sub>myo</sub> = P<sub>d</sub> / P<sub>a</sub> denkleminden yararlanılarak hesaplandı.

FFR < 0.75 olan hastalara damar referans çapına uygun ebatla bir Mag Carbon stent seçildi. İtrakoronar stent aynı basınç duyarlı kılavuz-tel üzerinden gönderilerek darlığın bulunduğu yere yerleştirildi. Stent yerleştirme işleminde

ilk şişirme basıncı, stentin göz ile tam ekspansiyon olduğu basıncın bir atmosfer üzerine çıkılarak uygulandı. Bu ilk şişirmeden sonra QCA yüzde darlık çapı ve FFR<sub>myo</sub> hesaplandı. Optimum stent yerleştirilen olgularda epikardiyal akımın normalleşmesi dolayısı ile FFR<sub>myo</sub>'nun normal koroner arterlerde olduğu gibi 0.94-1 olması beklendi. Buna göre intrakoronar adenozin hiperemisi esnasında FFR<sub>myo</sub> ≥ 0.94 ve QCA ile yüzde darlık çapı < %10 bulunan olgularda stent yerleştirilmesi optimum olarak kabul edilip işleme son verildi.

Hedef FFR<sub>myo</sub> (FFR<sub>myo</sub> ≥ 0.94 ) ve hedef QCA yüzde darlık (< %10) çapına ulaşmayan olgularda şişirme basınçları bir önceki şişirme basınçlarına göre ikişer atmosfer artırılarak hedef değerlere ulaşmaya kadar mükerrer şişirmeler uygulandı. Her işlemden sonra QCA ve FFR<sub>myo</sub> ölçümleri tekrarlandı. Her iki yöntemle de optimum kabul edilen değerlere ulaşınca işleme son verildi.

Tüm hastalar altı ay süre ile angina pectoris, miyokard infarktüsü, revaskülarizasyon ihtiyacı ve ölüm açısından takip edildi. Altıncı ayın sonunda tüm hastalara standart Bruce protokolüne göre maksimal efor testi uygulandı.

## İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen veriler ortalama±standart sapma olarak verildi. Aynı değişkenin farklı zamanda ölçülen değerleri arasındaki ilişki Wilcoxon paired t testi ile incelendi. P<0.05 anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmaya alınan olguların yaş ortalaması 57.38 ± 9.71 yıl (42-73 arası) idi. Çalışmada 19 erkek, 2 kadın toplam 21 olguya 21 adet Mag Carbon stent takıldı. Takılan stentlerin çapları 3-4 mm arasında değişmekteydi. Sekiz hastada sol ön inen arter (%38.1), 7 hastada sağ koroner arter (%33.3) ve 6 olguda sirkumfleks artere (%28.6) stent yerleştirildi.

Olguların kan lipid düzeylerinin ortalamaları; trigliserid: 160.57 ± 70.55mg/dl, total kolesterol: 222.86 ± 51.08 mg/dl, LDL-K: 138.67 ± 39.7 mg/dl, HDL-K: 48.57 ± 9.33 mg/dl idi.

Olgularla ilgili demografik bilgiler, QCA ile elde edilen anatomik parametrelerden % darlık çapı ve koroner basınç ölçümlerinden sağlanan fonksiyonel parametrelerden FFR<sub>myo</sub> Tablo 1'de verilmiştir.

Toplam 21 olguya 21 adet stent yerleştirilmesi sırasında çalışma protokolüne uygun bir şekilde şişirme basınçları 8 ile 14 Atm arasında değişen toplam 32 defa şişirme işlemi uygulandı. Hastaların başlangıçta ortalama QCA yüzde darlık çapı 0.73 ± 0.11 (0.54-0.91) maksimum hiperemik durumda ortalama FFR<sub>myo</sub> 0.48 ± 0.17 (0.17-0.73) idi. Transstenotik



Tablo 1. Olguların demografik özellikleri, QCA ile % darlık çapı, FFRmyo ve şişirme basınçları

Vaka	Yaş	Cins (E/K)	Stentlenen damar	QCA %Darlık Çapı bazal	FFRmyo bazal	Ulaşılan QCA	Ulaşılan FFRmyo	Optimum QCA basıncı (atm)	Optimum FFRmyo basıncı (atm)
1	48	E	LAD	0.80	0.17	0.10	0.94	12	14
2	63	E	LCx	0.83	0.51	0.10	0.94	8	12
3	63	E	LAD	0.55	0.62	0.10	0.95	12	12
4	59	E	RCA	0.61	0.62	0.08	0.97	14	14
5	65	E	LAD	0.70	0.61	0.03	0.94	10	14
6	42	E	LCx	0.87	0.31	0.10	1	10	10
7	61	E	LCx	0.63	0.65	0.04	0.98	8	8
8	58	E	RCA	0.91	0.56	0.07	0.94	14	14
9	44	E	RCA	0.79	0.54	0.06	0.94	12	12
10	73	E	LAD	0.81	0.49	0.10	0.95	14	14
11	50	E	RCA	0.61	0.17	0.06	0.94	14	14
12	53	E	RCA	0.78	0.29	0.10	0.94	12	12
13	44	E	LCx	0.70	0.62	0.08	0.94	12	12
14	72	E	LCx	0.80	0.64	0.08	0.96	12	14
15	55	E	LAD	0.89	0.39	0.06	0.97	12	12
16	67	E	LAD	0.75	0.27	0.10	0.94	12	12
17	65	K	LCx	0.68	0.57	0.05	0.94	10	10
18	66	K	LAD	0.54	0.56	0.10	0.94	14	14
19	50	E	LAD	0.75	0.51	0.07	0.99	14	14
20	64	E	RCA	0.55	0.73	0.10	0.98	12	12
21	43	E	RCA	0.69	0.30	0.05	0.98	12	12

gradiyent  $55.30 \pm 17.44$  mmHg, ortalama yüzde darlık alanı  $89.77 \pm 9.15$  mm<sup>2</sup>, ortalama darlık uzunluğu  $6.99 \pm 3.25$  mm idi.

Stentin göz ile tam ekspanse olduğu basınçtan bir atmosfer fazla basınçta uygulanan birinci şişirmeden sonra 17 olguda QCA ile hedeflenen yüzde darlık (<%10) çapına ulaşıldı, buna karşın FFRmyo hedef değerine ( $\geq 0.94$ ) 13 hastada ulaşıldı. QCA ile optimum olarak kabul edilen değerlere ulaşıldığı halde 4 olguda FFRmyo optimumuna ulaşmadı. Bir olguda ise QCA ile hedef darlık çapına ulaşılmadığı halde (%20), FFRmyo hedef değere ulaştı (0.98). İlk şişirme basınçlarının ortalaması:  $11.24 \pm 2.05$  atm (8-14 atm arası), bu ilk şişirme işleminden sonra ortalama yüzde darlık çapı  $0.12 \pm 0.07$  (0.04-0.28 arası) ve maksimum hiperemik durumda ortalama FFRmyo ise  $0.85 \pm 0.21$  (0.20-0.99) olarak hesaplandı. İlk şişirme sonrası QCA ile ortalama yüzde darlık çapı

anlamli derecede azalır iken ( $p < 0.001$ ), FFRmyo başlangıç değere göre anlamli derecede arttı ( $p < 0.001$ ). İlk şişirmeden sonra hem QCA ile (ortalama yüzde darlık çapı:  $0.078 \pm 0.029$ ) hem de FFRmyo ile ( $0.96 \pm 0.02$ ) optimumuna ulaşılan olguların ortalama şişirme basıncı  $12.15 \pm 1.72$  Atm. idi.

İlk şişirmeden sonra hem QCA ile hem de FFRmyo ile hedef değerlere ulaşamayan toplam 8 hastaya ikinci defa stent balonuyla ilk şişirme basınçlarından iki Atm. daha yukarı basınçta şişirme işlemi uygulandı. İkinci şişirmeden sonra olgulardan 6 tanesinde QCA ile hedeflenen yüzde darlık çapına ulaşıldı. Bu 6 olgudan 1 tanesinde QCA ile hedeflenen değere ulaşıldığı halde FFRmyo ile hedeflenen değere ulaşmadı. İkinci şişirmede uygulanan ortalama şişirme basıncı  $12.25 \pm 1.98$  Atm, şişirme sonrası ortalama QCA yüzde darlık çapı  $0.094 \pm 0.03$ , ortalama FFRmyo  $0.83 \pm 0.23$  idi. İkinci şişirmeden sonra

hem QCA ile (% darlık çaplarının ortalaması:  $0.076 \pm 0.029$ ) hem de FFRmyo'nun ( $0.96 \pm 0.03$ ) optimuma ulaştığı toplam 5 olgunun ortalama şişirme basıncı  $13.2 \pm 1.79$  Atm. idi.

İkinci şişirmeden sonra QCA ile hedef değere ulaşamayan 2 olgu ve QCA ile hedef değere ulaşıldığı halde FFRmyo nun hedef değere ulaşmadığı 1 olgu olmak üzere toplam 3 olguda 3. kez şişirme işlemi uygulandı. Üçüncü şişirme sonrasında tüm olgularda hem hedef QCA yüzde darlık hem de hedef FFRmyo değerine ulaşıldı. Üçüncü şişirme işleminde uygulanan şişirme basınçlarının ortalaması:  $12.67 \pm 1.15$  olarak bulundu. Ulaşılan ortalama yüzde darlık  $0.073 \pm 0.03$ , ortalama FFRmyo  $0.95 \pm 0.02$  olarak bulundu.

Tüm olgularda optimum QCA yüzde darlık alanının sağlandığı ortalama basınç  $11.90 \pm 1.84$  atm (8-14 atm arası), optimum FFRmyo'nun sağlandığı ortalama basınç  $12.48 \pm 1.66$  atm (8-14 atm arası) olarak bulundu. İşlem öncesi ve sonrasında saptanan ortalama kantitatif koroner anjiyografi ve fraksiyone akım rezervi değerleri tablo 2'de verilmiştir.

Tüm olgularda hedef değerlere ulaşıldı. İşlem sonrası akut tıkanma ve koroner arter by-pass cerrahisi işlemi hiçbir hastada gerekmedi. Altı aylık takip esnasında hiçbir hastada tekrarlayan angina, miyokard infarktüsü gelişimi, revaskülarizasyon ihtiyacı ve ölüm görülmedi. Altıncı ayın sonunda standart Bruce protokolüne göre uygulanan maksimum efor testinde tüm hastalarda hedef kalp hızına ulaşıldı. Hiçbir hastada pozitif test sonucu saptanmadı.

**Tablo 2. İşlem öncesi ve sonrasında saptanan ortalama kantitatif koroner anjiyografi ve fraksiyone akım rezervi değerleri**

	İşlem Öncesi	İşlem Sonrası	P<
QCA darlık çapı (%)	$0.73 \pm 0.11$	$0.08 \pm 0.02$	0.001
FFRmyo	$0.48 \pm 0.17$	$0.96 \pm 0.02$	0.001

## TARTIŞMA

Stentlerle ilgili sorunlar, hangi hastalara gerçekten stent yerleştirilmesinin gerekli olduğu, optimum yerleştirmenin değerlendirilmesinin güçlüğü, akut ve subakut tıkanma yoğun antikoagülan tedaviye rağmen oluştuğunda tedavisi oldukça zor olan stent içi restenozlar olarak sayılabilir (10). Ayrıca finansal açıdan ülkelerin ekonomik yükünü arttırmaktadır.

Tek başına QCA ölçümleri ile stent yerleştirilmesinde hastaların büyük bir kısmında optimum yerleştirmenin gerçekleşmediği pek çok çalışma ile ortaya konmuştur (5,11). Stentin optimum olarak yerleştirilmesinin değerlendirilmesi için İVUS, koroner akım velosite rezervi, FFRmyo ve intra koroner anjiyoskop gibi yöntemler geliştirilip kullanılmıştır.

İntrakoroner stent yerleştirmede IVUS altın standart olmasına karşın; pahalı olması, fizyolojik parametrelerin ölçülememesi, sadece anatomik ölçüm yapabilmesi, uygulamasının uzun zaman alması, balonu değiştirerek IVUS kateterinin takılmasının gerekmesi, elde edilen görüntülerin yorumlanması için oldukça deneyimli uzman gerektirmesi gibi dezavantajları mevcuttur (12-14). Her zaman her laboratuarda mümkün olamamaktadır. Stent uygulamalarının gittikçe artması da rutin olarak IVUS kullanımını güçlendirmektedir. Ayrıca İVUS ile gözlemci içi ve gözlemciler arası değişiklikler de mevcuttur, bu durum değişik tedavi stratejilerinin uygulanmasına neden olmaktadır (15). Yine İVUS ve koroner anjiyoskopi gibi morfolojik yöntemlerin bir dezavantajı da değerlendirme yapmak için stent içinden aletlerle multipl geçişler yapılması nedeni ile stent deformasyonu ve dislokasyonuna sebep olabilmeleridir (16). Bununla birlikte İVUS'un koroner disseksiyon ve trombüsün tanınmasında, plak yapısının incelenmesinde fonksiyonel yöntemlerden daha üstün olduğu da yadsınamaz bir gerçektir (17-18). İVUS'un yukarıda değinilen özellikleri nedeni ile stent yerleştirmede kullanılan alternatif bir yöntemde yüksek basınç ile stentleme olmuştur. Ancak yüksek basınç ile stent yerleştirilmesinin; kenar etkisi ile komşu bölgelerde hasar oluşturması, stent stratlarında ve yapısında bozulmaya neden olması, intimal hiperplaziye uyarması ve plak parçalarının stent stratlarından sarkması gibi dezavantajları mevcuttur (19-20).

Bizim çalışmamızın sonuçları akut tıkanma ve restenoz oranları PTCA'ya göre daha düşük olan ve gittikçe daha yaygın bir şekilde kateter laboratuvarlarında kullanım alanı bulan intra-koroner stentlerin optimum olarak yerleştirilmesinde intra-koroner basınç ölçümlerinden elde edilen; koroner akımı değerlendirmede oldukça spesifik olan, hemodinamik değişikliklerden etkilenmeyen, koroner kan akımının iletilmesini göstermede ideal bir fonksiyonel indeks olan FFRmyo ile (7) anatomik bir indeks olan QCA kombinasyonunun kullanılabilceğini göstermektedir.



Bech ve arkadaşları (21) tarafından 60 hastalık bir seride PTCA sonrası 6 ve 24 aylık kardiyak olumsuz yaşam oranları; hem FFRmyo ( $> 0.90$ ) hem de QCA (darlık çapı  $< \%35$ ) ile hedef değerlere ulaşılan hastalarda sırasıyla %92, %88 olarak bulunmuştur. Hedef değerlere ulaşılamayan hastalarda ise bu oranlar yine sırasıyla %69 ve %59 olarak bulunmuştur. Yine bu çalışmada da eğer fizyolojik ve anjiyografik parametrelerin her ikisiyle de hedef değerlere ulaşıldığında erken ve geç dönem sonuçlar mükemmel olduğu bildirilmiştir.

Colombo ve arkadaşları (5) tarafından yapılan toplam 359 hastayı içeren ve 6 aylık takipleri de yapılan bir çalışmada stent yerleştirilmesini takiben QCA ile darlık çapının  $< \%20$  olmasına rağmen İVUS ile değerlendirme sonucunda vakaların büyük bir çoğunluğunda stentin optimum olarak yerleştirilemediği ve tekrar daha yüksek şişirme basınçlarına gereksinim duyulduğu saptanmıştır. Blasini ve arkadaşları (11) tarafından stent yerleştirilmesini takiben 255 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada minimal luminal çap, anjiyografi ve İVUS ile karşılaştırılmıştır. Bu değerlere dilatasyon basıncının etkisi değerlendirilmiştir. Bu çalışmada düşük dilatasyon basınçlarında iki yöntem arasında önemli farklılık bulunduğu, yüksek dilatasyon basınçlarında ise her iki yöntemle de elde edilen görüntüler arasındaki farklılığın minimum olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışmada tek başına QCA ölçümleri ile optimum stent değerlendirilmesinin yapılamayacağı ortaya konmuştur.

Hanekamp ve arkadaşları (8) tarafından yapılan 30 olgulu bir çalışmada; optimum stent yerleştirilmesinde QCA, İVUS ve FFRmyo karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada her üç yöntem ile de stentin optimum olarak yerleştirilebildiği vaka sayısı 17 olarak bulunmuştur. Tek başına QCA ile 24, İVUS ile 17, FFRmyo ile de 17 hastada optimum değerlere ulaşılmıştır. Bu çalışmada İVUS ile FFR arasında %91, İVUS ile QCA arasında %48 ve FFR ile QCA arasında ise %46'lık bir korelasyon bulunduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada vurgulanan en önemli nokta FFRmyo ile İVUS'un gerek şişirme basınçları gerekse de hedeflenen değerlere ulaşmak açısından birbirine çok yakın yöntemler olduğudur.

Katritsis ve arkadaşları (22) tarafından 14 hastayı içeren bir seride, FFR ve İVUS stent yerleştirilmesinde karşılaştırılmıştır. FFR ve İVUS arasındaki bu mü-

kemmel ilişki FFR'nin 0.94'den büyük veya küçük değerleri için geçerli görünmektedir.

Bu çalışmalardan çıkan ortak sonuç PTCA sonuçlarının değerlendirilmesinde fizyolojik ve anatomik yaklaşımlar birbirini tamamladığıdır.

Bizim toplam 21 olgulu çalışmamızda da QCA ile hedeflenen değerlere, FFRmyo ile hedeflenen değerlerden daha düşük şişirme basınçlarıyla ulaşıldı. Çalışmamıza dahil ettiğimiz 21 olguda; hem klinik olarak anjinal şikayetlere neden olan, hem anjiyografik hem de fonksiyonel yöntemlerle ölçülen önemli darlıklar mevcuttu. Hem anatomik bir yöntem olan QCA ile hem de fonksiyonel bir yöntem olan FFRmyo ile hedef değerlerine tüm hastalarımızda ulaştık. Bizim elde ettiğimiz ortalama dilatasyon basınçlarımız alternatif olarak İVUS kullanılmadan sadece yüksek şişirme basınçlarının ( $>14$  Atm.) kullanılmasına göre oldukça düşük kalmaktadır. Ayrıca darlığa göre optimum basınçlarda çok değişkendir. Sekiz atmosfer ile optimum değerlere ulaşılan darlık yanında 14 atmosfere çıkılması gereken darlıklarda saptanmıştır. Bu sonuç tüm olgularda yüksek atmosfer ile stent yerleştirmenin bazı olgularda gereksiz yüksek basınçlara çıkılması sonucunu doğurduğunu göstermektedir. Myokardiyal FFR kılavuzluğunda hastalara stent yerleştirilmesinin bir avantajı da işlem süresince koroner akımın sürekli monitörize edilmesidir. Zaten bizim çalışmamızın temel amacı da FFRmyo ile stentin optimum bir şekilde yerleştirilmesini sağlarken darlığa komşu segmentlerde hasara yol açmamak ve stent restenozlarındaki etkisi bilinen intimal hiperplaziyi uyarmamak için dilatasyon basıncını gereksinimden daha fazla yukarda tutmamaktır.

Ülkelerin ekonomik koşulları da dikkate alındığında; İVUS'un maliyeti, kullanım ve değerlendirilmesinin güçlüğü ile birlikte oldukça uzun zaman alıcı bir işlem olduğu hesaba katılırsa, rutin olarak kullanımı her zaman mümkün olmamaktadır. Onun yerine fonksiyonel bir parametre olan miyokardiyal FFR'nin anatomik bir parametre olan QCA ile kombine edilmesi alternatif bir yöntemdir. FFRmyo ölçümü yapılan kılavuz telin aynı zamanda anjiyoplasti teli olarakta kullanılabilmesi bir avantajdır.

Sonuç olarak QCA ile FFRmyo arasında korelasyon olmasına rağmen sonuçları birbir örtüşmemektedir. Stent yerleştirmesinde QCA'nin optimum residual darlık düzeyine ulaştığı basınçlarda tüm olgularda

optimum FFRmyo'ya ulaşamamaktadır. Ayrıca darlığa göre optimum çıkılması gereken basınçta çok farklılık göstermektedir. FFRmyo kullanımı ile gereksiz yüksek basınçlara çıkma önlenbilir. FFRmyo'nun IVUS olanağı olmayan merkezlerde optimum stent yerleştirilmesinde kullanılabilecek kolayca uygulanabilen, nispeten daha ucuz bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz

## KAYNAKLAR

1. Zir LM, Miller SW, Dinsmore RF, Gilbert JP, Hart-horne JW: Interobserver variability in coronary arteriography. *Circulation* 1976; 53: 627-32
2. Grondin CM, Dyrda I, Pasternac A, Campeau L, Bourassa MG, Lesperance J: Discrepancies between cine angiography and post-mortem findings in patients with coronary artery disease and recent revascularization. *Circulation* 1974; 49:703-8
3. Kalbfleisch SJ, McGillem MJ, Simon SB, DeBoe SF, Pinto IMF, Mancini GBJ: Automated quantitation of index of coronary lesion complexity. Comparison between patients with stable and unstable angina. *Circulation* 1990; 82: 439-47
4. Gurley JC, Nissen SE, Booth DC, DeMaria AN: Influence of operator- and patient- dependent variables on suitability of automated quantitative coronary arteriography for routine clinical use. *J Am Coll Cardiol* 1992; 19: 1237-43
5. Colombo A, Hall P, Nakamura S, et al: Intracoronary stenting without anti coagulation accomplished with intravascular ultrasonic guidance. *Circulation* 1995; 91: 1676-88
6. Caymaz O, Fak AS, Tezcan H, et al: Koroner arter anjiyografik sınır lezyonlarında miyokard perfüzyon sinigrafisi ile miyokard fraksiyone akım rezervi korelasyonu. *Türk Kardiyol Dern Arş* 1999; 27:468-72
7. Pijls NHJ, 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 flow. *Circulation* 1995; 92: 3183-93
8. Hanekamp CEE, Koolen JJ, Pijls NHJ, Michels HR, Bonnier HJRM: Comparison of QCA, intravascular ultrasound, and coronary pressure measurement to assess optimum stent deployment. *Circulation* 1999; 99: 1015-21
9. Reiber JHC, Serruys PW, Koojman CJ, et al: Assessment of short-, medium-, and long-term variations in arterial dimension from computer assisted quantification of coronary cine angiograms. *Circulation* 1985; 71: 280-8
10. Serruys PW, de Jaegere P, Kiemeneij F, et al: A comparison of ballon-expandable-stent implantation with ballon angioplasty in patients with coronary artery disease. *New Engl J Med* 1994; 331: 489-95
11. Blasini R, Neumann FJ, Schmitt C, Bokenkamp J, Schoming A: Comparison of angiography and intravascular ultrasound for the assessment of lumen size after coronary stent placement: impact of dilatation pressures. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1997; 42: 113-9
12. Alfonso F, Macaya C, Goicolea J, et al: Acute coronary closure complicating intravascular ultrasound examination. *Eur Heart J* 1994; 15: 710-2
13. Haussman D, Erbel R, Alibelli-Chemarin MJ, et al: The safety of intracoronary ultrasound: a multicenter survey of 2207 examinations. *Circulation* 1995; 91: 623-30
14. Nishioka T, Amanullah AM, Luo H, Berglund H, et al: Clinical validation of intravascular ultrasound imaging for assessment of coronary stenosis severity. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 1870-8
15. Blessing E, Hausmann D, Sturm M, Wolpers HG, Amende I, Mugge A: Intravascular ultrasound and stent implantation: intraobserver and interobserver variability. *Am Heart J* 1999; 137: 368-71
16. Nicosia A, Van der Giessen WJ, Airiian SG, von Birgelen C, de Feyter PJ, Serruys PW: Is intravascular ultrasound after coronary stenting a safe procedure? Three cases of stent damage attributable to ICUS in a tantalum coil stent. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 40:265-70
17. Waller BF, Orr CM, Pinkerton CA, van Tassel J, Peters T, Slack JD: Coronary ballon angioplasty dissections: "the good, the bad, and the Ugly". *J Am Coll Cardiol* 1992; 20: 701-6
18. Volaris AG, Linnemeier TJ, Campbell S, Rothbaum DA, Cumberland DC: Intravascular ultrasound imaging combined with coronary angioplasty. *Lancet* 1992; 339: 1571-2
19. Nakamura S, Hall P, Gaglione A, et al: High pressure assisted coronary stent imlantation accomplished without intravascular ultrasound guidance and subsequent anti-coagulation. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 21-7
20. Serruys PW, Di Mario C: Who was thrombogenic: the stent or the doctor? *Circulation.* 1995; 91:1891-3
21. Bech GJW, Pijls NHJ, De Bruyne B, et al: Usefulness of fractional flow reserve to predict clinical outcome after ballon angioplasty. *Circulation* 1999; 99: 883-8
22. Katritsis DG, Ioannidis JP, Korovesis S, et al: Comparison of myocardial fractional flow reserve and intravascular ultrasound for the assessment of slotted-tube stents. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 52: 322-6