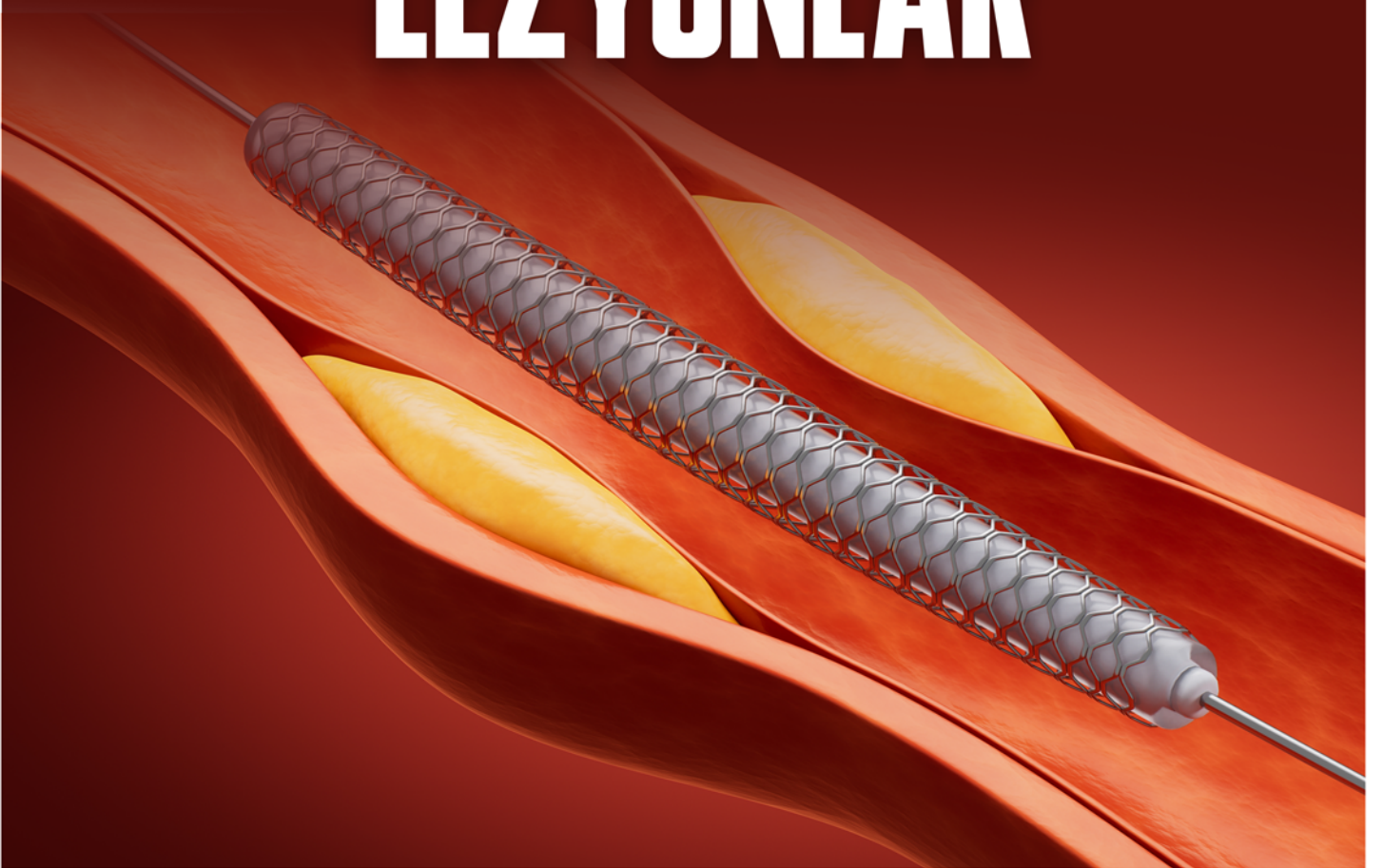


KORONER BİFURKASYON LEZYONLAR



Editörler

- Prof. Dr. Pınar Türker Duyuler
- Prof. Dr. Mehdi Zoghi

KORONER BİFURKASYON LEZYONLAR

1. Koroner Bifurkasyon Tedavisinde 2026 Perspektifi

Derleyen: Pınar Türker Duyuler
SBÜ İzmir Şehir Hastanesi

2. Tanım ve Klinik Önemi

Derleyen: Zehra Uyan Ulaş
Ankara Gölbaşı Şehit Ahmet Özsoy Devlet Hastanesi

3. Bifurkasyon Lezyonlarının Sınıflaması

Derleyen: Cem Korucu
Suruç Devlet Hastanesi

4. Güncel Kılavuzlara Göre Bifurkasyon Lezyonlarına Yaklaşım

Derleyenler: Selim Tanyolaç, Ahmet Öz
İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi

5. Avrupa Bifurkasyon Kulübü (EBC) Güncel Prensipleri

Derleyen: Mehmet Fidan
Muş Devlet Hastanesi

6. Bifurkasyon Lezyonlarında IVUS ve OCT'nin Rolü

Derleyenler: Recep Türk, Ali Çoner
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi

7. Koroner Bifurkasyon Lezyonlarının Hemodinamik Değerlendirmesi

Derleyenler: Önder Öztürk¹ Cansu Öztürk²
¹Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi
² Bitlis Tatvan Devlet Hastanesi

8. Ne Zaman İki Stent Stratejisi?

Derleyen: Gülüzar Traş
Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi

9. Yan Dal Koruma Teknikleri

Derleyen: Melih Öz
Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi

10. Proksimal Optimizasyon Tekniği (POT)

Derleyen: Serkan Bulguroğlu
Gaziantep Dr Ersin Arslan Eğitim ve Araştırma Hastanesi

11. Kissing Balon İşlemi

Derleyen: Hasan Sarı
Antalya Kemer Devlet Hastanesi

KORONER BİFURKASYON LEZYONLAR

12. Provisional Stentleme Tekniği

Derleyen: Kerem Varol
Osmancık Devlet Hastanesi

13. Inverted Provizyonel Stentleme Tekniği

Derleyen: Semanur Vural
Elbistan Devlet Hastanesi

14. T ve TAP teknikleri

Derleyenler: Kudret Pesenli, Burcu Uludağ Artun
İzmir Şehir Hastanesi

15. Culotte tekniği

Derleyen: Sűleyman Kalaycı
Ankara Bilkent Şehir Hastanesi

16. DK-Crush tekniği

Derleyen: Ahmet Onur Kocasarı¹- Zafer Őzden¹
¹İzmir Şehir hastanesi

17. Sol Ana Koroner Bifurkasyon Lezyonlarına Yaklaşım

Derleyen: Ekrem Őahan¹ Suzan Őahan²
¹Ankara Bilkent Şehir Hastanesi
²Çubuk Halil Şıvgın Devlet Hastanesi

18. İzole yan dal lezyonlarına yaklaşım

Derleyen: Yakup Yunus Yamantűrk
TOBB ETŪ Tıp Fakűltesi Hastanesi

19. Komplikasyonlar ve Yönetim Stratejileri

Derleyen: Cuma Yeşildaş
Gaziantep Dr Ersin Arslan Eğitim ve Araştırma Hastanesi

20. Güncel Kanıtlar ve Gelecek Perspektifi

Derleyenler: Nergiz Aydın¹ Gülsűm Ođrađ ²
¹Safranbolu Devlet Hastanesi
²Antalya Şehir Hastanesi

21. Bifurkasyon lezyonlarında antitrombotik tedavi

Derleyen: Halime Tanrıverdi
Reyhanlı Devlet Hastanesi

KORONER BİFURKASYON TEDAVİSİNDE 2026 PERSPEKTİFİ

Derleyen

Pınar Türker Duyuler
SBÜ İzmir Şehir Hastanesi

Koroner bifurkasyon lezyonlarının tedavisi, anatomik varyasyonlar ve işlem sonrası gelişebilecek restenoz veya tromboz riskleri nedeniyle PKG pratiğinde özel bir uzmanlık gerektirir. Günümüzde tedavi başarısı sadece lümen açıklığının sağlanmasıyla değil, aynı zamanda işlem süresinin optimizasyonu ve uzun dönem klinik sonuçlarının iyileştirilmesiyle ölçülmektedir. 2026 vizyonu, karmaşıklıktan uzaklaşarak sistematik ve kanıta dayalı basamaklı yaklaşımları ön plana çıkarmaktadır.

Avrupa Bifurkasyon Kulübü'nün (EBC) temel yaklaşımı, basamaklı provizyonel strateji ilkesine dayanır. Bu strateji, sadece anatomik gereklilik halinde müdahaleyi öngören, tatmin edici sonuç alındığında ise işlemi sonlandıran rasyonel bir plandır. Yan dalın (SB) işlem başında güvenceye alınması, günümüzde sadece Sirkumfleks (Cx) artere erişimin çok zor olduğu veya geçici iskemi toleransının düşük olduğu spesifik olgularla sınırlandırılmıştır. Stent optimizasyonu sürecinde, non-LM (solana koroner dışı) bifurkasyonlarda rutin "Kissing Balloon" uygulaması tartışmalıdır. KISS çalışması, rutin yan dal müdahalesinin 30 günlük ve 1 yıllık klinik sonuçlarında anlamlı bir üstünlük sağlamadığını ortaya koymuştur. Öte yandan, teknik dizilim açısından CRABBIS çalışması, POT-Kissing-POT (PKP) sekansının, POT-Side-POT (PSP) tekniğine kıyasla daha üstün stent apozisyonu ve optimal bifurkasyon konfigürasyonu sağladığını kanıtlamıştır.

EAPCI ve EBC ortak konsensüsü doğrultusunda, özellikle Sol Ana Koroner (LM) girişimlerinde intrakoroner görüntüleme kullanımı artık bir tercih değil, klinik bir gereklilik haline gelmiştir. Görüntüleme, lezyon hazırlığından stent çapının belirlenmesine, kalsifikasyon yükünün değerlendirilmesinden yan dal kapanma riskinin öngörülmesine kadar her aşamada kilit rol oynar.

İki stent tekniğine geçiş kararında; Cx arterde 10 mm'yi aşan yaygın hastalık, ileri plak modifikasyonu gereksinimi ve geniş miyokard alanını tehdit eden anatomik yapılar temel kriterler olarak kabul edilmektedir. Minimum Stent Alanı (MSA) hedeflerine ulaşmak ve akut malapozisyonu önlemek adına operatörün aktif görüntüleme rehberliği eşliğinde çalışması esastır.

İzole yan dal (Medina 0,0,1) lezyonları, özellikle Cx ostiyumu söz konusu olduğunda teknik olarak zorlayıcıdır. EBC MAIN alt analizleri, LM bifurkasyon girişimleri sonrası en sık revaskülarizasyon (TLR) ihtiyacının bu bölgede ortaya çıktığını göstermiştir. 2026 konsensüsü, bu lezyonlarda titiz bir lezyon hazırlığını ve görüntüleme eşliğinde LCX ostiyal stentleme veya "inverted provisional" stratejyi önermektedir.

DCB teknolojisi, 2026 itibarıyla bifurkasyon tedavisinde daha geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Güncel yaklaşımlar üç ana modelde toplanmaktadır:

Hibrit Yaklaşım: Ana damara ilaç salımlı stent (DES), yan dala DCB uygulanması.

Saf (Puristic) Yaklaşım: Her iki dalda sadece DCB kullanılarak yabancı cisim bırakılmaması.

Basit Yaklaşım: Küçük yan dallarda sadece ana damar odağında DCB kullanımı.

Randomize EBC DCB çalışması, bu alandaki en güncel kanıtları sunmayı amaçlamakta ve DCB tedavisinin standart stentleme stratejilerine göre "non-inferior" bir etkinlik sergileyip sergilemediğini test etmektedir.

Koroner bifurkasyon tedavisinin 2026 projeksiyonu; teknik sadelik, fizyolojik ve anatomik optimizasyon ile teknolojik yeniliklerin sentezinden oluşmaktadır. Basamaklı provizyonel stratejinin temel alındığı, intrakoroner

görüntülemenin standartlaştığı ve DCB kullanımının yaygınlaştığı bu yeni dönem, hastaya özgü en uygun tedavi modelinin seçilmesine olanak tanımaktadır. Bu multidisipliner yaklaşımlar, kompleks lezyonların yönetiminde daha yüksek başarı oranları ve daha düşük komplikasyon sıklığı vaat etmektedir.

Biz de koroner bifurkasyon lezyonlarının yönetimini çok yönlü perspektiflerle derinlemesine ele aldığımız bu bülteni siz değerli meslektaşlarımızın takdirine sunmaktan büyük bir onur duyuyoruz. Bu kıymetli eserin titizlikle hazırlanmasında üstün gayret gösteren Genç Akademi üyelerimize en derin teşekkürlerimizi sunarız.”

Kaynaklar:

1. Burzotta F, Louvard Y, Lassen JF, Lefèvre T, Finet G, Collet C, Legutko J, Lesiak M, Hikichi Y, Albiero R, Pan M, Chatzizisis YS, Hildick-Smith D, Ferenc M, Johnson TW, Chieffo A, Darremont O, Banning A, Serruys PW, Stankovic G. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions using optimised angiographic guidance: the 18th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2024 Aug 5;20(15):e915–e926.
2. Chevalier B, Cornillet L, Bouisset F, et al. Side Branch Additional Treatment for Coronary Bifurcation Lesion Revascularization: Insights From the KISS Randomized Trial. *J Am Coll Cardiol Interv*. 2026 Apr, 19 (8) 961–972.
3. Bianchini F, Romagnoli E, Aurigemma C, Paraggio L, Buffon A, Fracassi F, Lunardi M, Cappannoli L, Bianchini E, Zito A, Trani C, Burzotta F. Comparison of Stent Geometry Achieved by Different Side-Branch Ballooning Techniques For Bifurcation Provisional Stenting: The CRABBIS Trial. *JACC Cardiovasc Interv*. 2025 May 12;18(9):1103–1115.
4. Kang SJ, Ahn JM, Song H, Kim WJ, Lee JY, Park DW, Yun SC, Lee SW, Kim YH, Lee CW, Mintz GS, Park SW, Park SJ. Comprehensive intravascular ultrasound assessment of stent area and its impact on restenosis and adverse cardiac events in 403 patients with unprotected left main disease. *Circ Cardiovasc Interv*. 2011 Dec 1;4(6):562–9.
5. Maznyczka A, Arunothayaraj S, Banning AP, Schmitz T, Wlodarczak A, Silvestri M, Egred M, Koning R, Spence MS, Morice MC, Lefevre T, Ferenc M, Cockburn J, Erglis A, Brunel P, Burzotta F, Kretov E, Hovasse T, Pan M, Clesham G, Chieffo A, Mylotte D, Lindsay M, Christiansen EH, Bouisset F, Vaquerizo B, Lassen JF, Darremont O, Louvard Y, Stankovic G, Hildick-Smith D; EBC MAIN (European Bifurcation Club Left Main Coronary Stent) Trial Investigators. Patterns of Restenosis After Left Main Bifurcation Single- or Dual-Stenting: An EBC MAIN Trial Subanalysis. *Circ Cardiovasc Interv*. 2025 Nov;18(11):e015546.
6. Fezzi S, Scheller B, Rissanen TT, Malivojevic R, Tavella D, Lunardi M, Cortese B, Banning A, Pesarini G, Ribichini F, Scarsini R. Drug-coated balloons for coronary bifurcation lesions. *EuroIntervention*. 2025 Oct 20;21(20):e1177–e1197.
7. Broyd CJ, Arunothayaraj S, Scheller B, Eccleshall S, Lassen JF, Stankovic G, Hildick-Smith D. The European Bifurcation Club randomised trial of stepwise provisional stenting versus Drug Coated Balloon therapy for non-left main true coronary bifurcations: The EBC DCB Trial. *Am Heart J*. 2026 Apr 29:107463.

KORONER BİFURKASYON LEZYONLARI TANIM ve KLİNİK ÖNEMİ

Derleyen

Zehra UYAN ULAŞ

Ankara Gölbaşı Şehit Ahmet Özsoy Devlet Hastanesi

Bifürkasyon lezyonu, önemli bir yan dalın başlangıç noktasına yakın bulunan veya bu bölgeyi kapsayan bir koroner arter daralmasıdır; söz konusu yan dal, işlem sırasında korunması gereken bir damarı tanımlamaktadır[1]. Bu lezyonlar, proksimal ana damar (MB), distal ana damar (DMB) ve yan dal (SB) olmak üzere üç temel bileşenden oluşur. Tanımlamalarda, ana damar lezyonu ile yan dal arasındaki mesafe dikkate alınmaz. Bunun yerine, ana damarın minimum lümen çapı (MLD) ile yan dal çıkışı arasında sağlıklı bir segmentin bulunup bulunmadığı esas alınır. Genellikle bifürkasyon lezyonu tanımlanırken, yan dalın çapı klinik olarak girişime uygun olacak büyüklükte kabul edilir. Bu da pratikte, stent uygulanabilecek düzeyde bir damar çapını ifade eder; örneğin 2.25 mm'lik bir stentin kullanılabilirliği durumlar yaklaşık 2 mm çapındaki yan dallara karşılık gelir[1].

Bifürkasyon bölgesinin hemodinamik özellikleri, Murray [2] kan akımı dağılım yasası ile tanımlanan akım nedeniyle plak birikimini kolaylaştırır ve bu da lezyonun progresyonunu hızlandırır. Bu lezyon grubu, morfolojik özellikleri ve girişimsel tedavi sırasında ortaya çıkabilecek teknik güçlükler nedeniyle koroner arter hastalığının en karmaşık alt tiplerindedir.

Literatürde Medina sınıflandırması gibi sistemler kullanılsa da bu lezyonların tanımı klinik bağlamda miyokard perfüzyon alanını riske atan yan dalları içermelidir. Önemli yan dalın belirlenmesi, yalnızca çap ve uzunlukla sınırlı kalmayıp, beslediği miyokard kitlesi, sol ventrikül fonksiyonu ve fonksiyonel test sonuçlarını da kapsar. Bu tanımlama, girişimsel kardiyoloji stratejilerini doğrudan etkileyerek, tek stent provizyonel yaklaşımdan çift stent tekniklerine geçişi belirler.

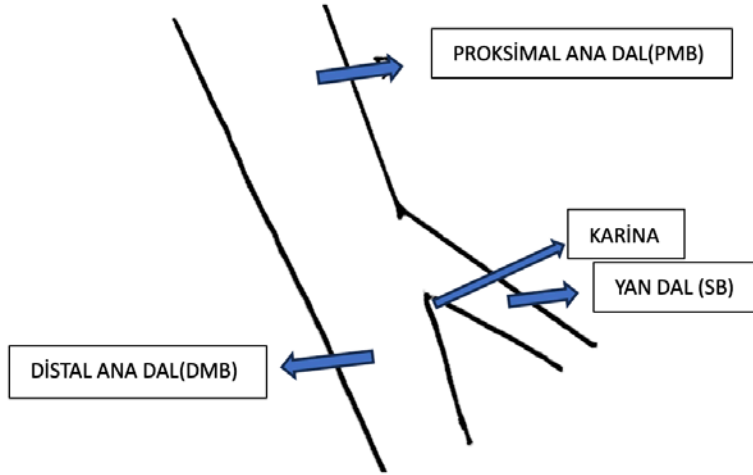
Koroner bifürkasyon lezyonları, perkütan koroner girişim (PKG) yapılan hastaların %15-20'sinde rastlanan kompleks lezyonlardır ve majör advers kardiyak olay (MACE) riskini belirgin şekilde artırır [3]. Bu lezyonlar, restenoz, stent trombüsü ve tekrarlayan revaskülarizasyon ihtiyacını tetikleyerek uzun vadeli prognozu kötüleştirir. Klinik önemleri, akut koroner sendromlarda (AKS) sık rastlanması ve sol ana koroner arter (LMCA) bifürkasyonunda mortaliteyi yükseltmesinden kaynaklanır.

Bifürkasyon lezyonlarının invaziv tedavisi, ilaç salınımlı stentlerin (DES) kullanımıyla iyileşme gösterse de yan dal ostium kaybı nedeniyle miyokard iskemisini indükleyebilir. Epidemiyolojik veriler, bu lezyonların multifaktöriyel patogenezi vurgular: hipertansiyon, dislipidemi ve sigara, plak yükünü artırarak klinik tabloları ağırlaştırır [4]. Bifürkasyon bölgesindeki düşük shear stress ve turbulan akım, aterosklerozun sıklıkla bu lokalizasyonda olmasını sağlar; yan dal ostiumu en duyarlı alandır [5]. Bu mekanizmalar, fraksiyone akım rezervi (FFR) gibi fizyolojik değerlendirmelerle klinik önemini artırmaktadır.

Bifürkasyon lezyonlarının klinik önemi, yalnızca anatomik karmaşıklıkla sınırlı olmayıp, girişim sırasında hem ana damar hem de yan dal akımının korunması gerektiği içindir. bifürkasyon girişimleri standart koroner lezyonlara kıyasla daha yüksek teknik beceri gerektirir ve işlem süresinin uzun ve komplikasyon olasılığı daha yüksektir.

Koroner bifürkasyon lezyonlarında damar çapının doğru hesaplanması, uygun stent seçimi ve optimal akım geometrisinin korunması açısından girişimsel kardiyolojinin temel prensiplerinden biridir. Damar çapları rastlantısal değil, fizyolojik akım kanunlarına göre birbirleriyle ilişkilidir. Bu ilişki ilk olarak Cecil D. Murray tarafından tanımlanan Murray yasası ($PMBd^3 = DMBd^3 + SBd^3$) ile açıklanmış olup, proksimal ana damar çapının distal ana damar ve yan dal çaplarının küplerinin toplamı ile ilişkili olduğunu gösterir[6]. Klinik uygulamada ise

bu teorik model, anjiyografik ölçümlere uyarlanarak Gérard Finet tarafından geliştirilen Finet formülü [$PMBd = 0,678X (DMBd + SBd)$] ile sadeleştirilmiştir [7]. Güncel bifürkasyon PCI yaklaşımında stent çapı genellikle distal ana damara göre seçilirken, proksimal segmentin gerçek çapı bu ilişkiler kullanılarak belirlenir ve Proximal Optimization Technique (POT) ile damar geometrisi yeniden oluşturulur. Bu yöntem, proksimal malappozisyonu azaltır, yan dal ostiumunun korunmasına yardımcı olur ve fizyolojik shear stress dağılımının sürdürülmesini sağlayarak uzun dönem klinik sonuçların iyileştirilmesine katkıda bulunur.



Şekil 1: Bifurkasyon lezyonlarının şematik görünümü

Kaynaklar:

1. Louvard, Y. and A. Medina, Definitions and classifications of bifurcation lesions and treatment. EuroIntervention, 2015. 11(Suppl V): p. V23-6.
2. Murray, C.D., The physiological principle of minimum work: I. The vascular system and the cost of blood volume. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1926. 12(3): p. 207-214.
3. Bennett, J. and C. Dubois, Coronary bifurcation lesions: is less more? Journal of Thoracic Disease, 2016. 8(10): p. E1351.
4. Sheiban, I., et al., Provisional stenting with side branch rescue stenting is associated with increased 3-year target lesion failure in patients with acute coronary syndrome and coronary bifurcation lesions. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 2022. 9: p. 910313.
5. Wentzel, J.J., et al., Endothelial shear stress in the evolution of coronary atherosclerotic plaque and vascular remodelling: current understanding and remaining questions. Cardiovascular research, 2012. 96(2): p. 234-243.
6. de la Torre Hernandez, J.M., et al., Prospective application of pre-defined intravascular ultrasound criteria for assessment of intermediate left main coronary artery lesions: results from the multicenter LITRO study. Journal of the American College of Cardiology, 2011. 58(4): p. 351-358.
7. Finet, G., et al., Fractal geometry of arterial coronary bifurcations: a quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound analysis. EuroIntervention, 2008. 3(4): p. 490-498.

KORONER BİFURKASYON LEZYONLARININ SINIFLAMASI

Derleyen

Cem KORUCU
Suruç Devlet Hastanesi

1. Giriş

Koroner bifurkasyon lezyonları, girişimsel kardiyolojide yalnızca anatomik bir varyantı değil; aynı zamanda **hemodinamik, prosedürel ve klinik** açıdan kendine özgü bir patolojiyi temsil eder. PKG olgularının önemli bir kısmını oluşturan bu lezyonlar, stent implantasyonu sırasında SB'nin akut bozulması, final akımın korunması, optimal stent ekspansiyonu ve uzun dönem restenoz riskinin azaltılması gibi hedeflerin aynı anda gözetilmesini gerektirir (1,2). KBL yönetiminde teknik seçeneklerin artmasına rağmen, bifurkasyon anatomisinin üç boyutlu yapısı ve plak yükünün heterojen dağılımı nedeniyle prosedürler standart "düz lezyon" yaklaşımından daha kompleks bir planlama gerektirir (1). Bu kompleksitenin yönetiminde ilk ve vazgeçilmez basamak, lezyonun tanım ve sınıflamasının doğru yapılmasıdır. Tanım ve sınıflama; (i) lezyonun MV ve SB segmentlerindeki dağılımını, (ii) SB'nin klinik önemini, (iii) prosedürel komplikasyon riskini ve (iv) hangi girişim stratejisinin rasyonel olacağını belirleyen temel çerçevedir (1,3). Özellikle sol ana koroner arter (LM) bifurkasyonları gibi yüksek miyokard kitlesini besleyen bifurkasyonlarda sınıflandırmanın doğru yapılması, sadece teknik başarıyı değil, mortalite ve majör kardiyak olayları etkileyebilecek klinik kararları da yönlendirir (4-6).

2. Koroner Bifurkasyon Lezyonlarının Analizi

KBL'lerin analizinde bifurkasyon üç segment olarak ele alınır:

Proksimal ana damar (proximal main vessel; PMV) , Distal ana damar (distal main vessel; DMV) ,Yan dal (side branch; SB)

Bu yaklaşımın pratik karşılığı şudur: aynı "yüzde stenoz" değerine sahip iki lezyon, segment yerleşimi farklı ise prosedür zorluğu ve SB bozulma riski belirgin biçimde farklı olabilir. Medina sınıflamasının temel mantığı da bu segmentasyona dayanır (8).

Bifurkasyon bölgelerinde kan akımı laminar yapıdan sapar; akım ayrışması (flow separation) ve duvar kesme stresi dağılımındaki heterojenite, aterosklerotik plakların çoğunlukla lateral duvarlarda birikmesine neden olur (9,10). Bu durumun sınıflamaya etkisi şöyledir:

SB ostiyumunda darlık gelişimi, yalnızca "ostiyal anatomik daralma" değil aynı zamanda akım dinamiklerinin sonucu olarak değerlendirilmelidir. MV stent implantasyonu sonrası SB'nin bozulması sıklıkla "carina" ve plak geometrisi üzerinden açıklanır.

MV'nin stentlenmesi sonrası SB ostiyumunun daralması/akım azalması iki ana mekanizma ile açıklanır:

- Plaque shift: MV'deki plak yükünün, stent ekspansiyonu ile SB ostiyumuna doğru yer değiştirmesi
- Carina shift: Carina'nın anatomik konumunun değişmesi sonucu SB ostiyumunun geometrik olarak daralması

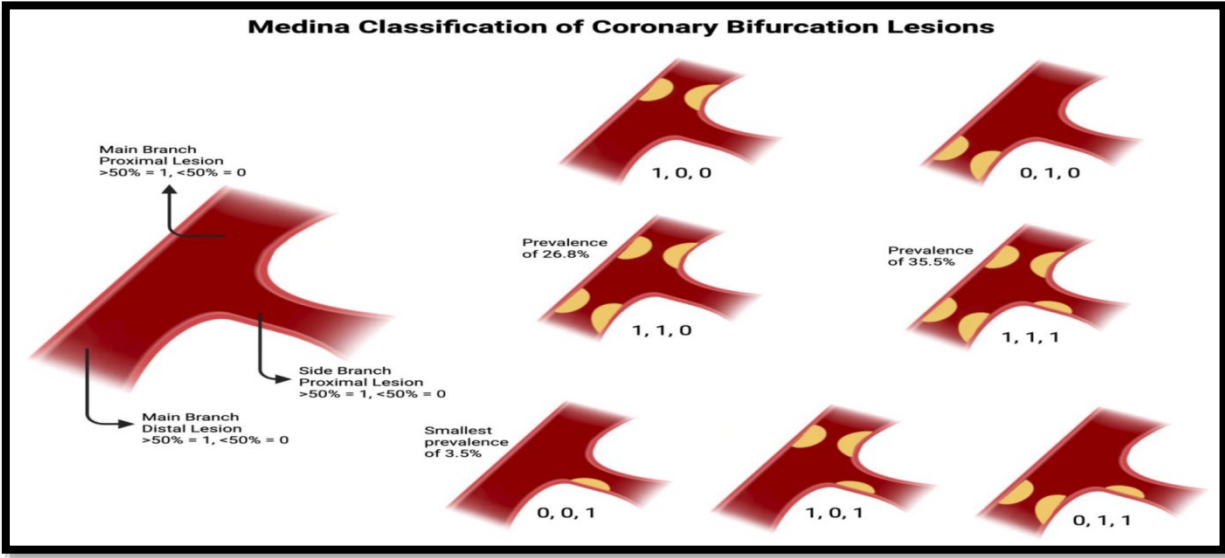
Bu mekanizmaların pratik önemi; SB bozulmasının her zaman "ostiyal plak progresyonu" anlamına gelmemesidir. Bu nedenle SB'de anjiyografik daralma görüldüğünde, gereksiz agresif müdahaleler yerine fizyolojik değerlendirme ve görüntüleme yaklaşımı daha rasyonel olabilir (2,11).

3. Anjiyografik sınıflama sistemleri

3.1. Medina sınıflaması: temel kodlama

Medina sınıflaması, koroner bifurkasyon lezyonlarının en sık kullanılan sınıflamasıdır. 3 segmentin her birinde darlık varlığı 1/0 ile kodlanır ve sıralama şu şekildedir:

PMV – DMV – SB (8)



Şekil 1.

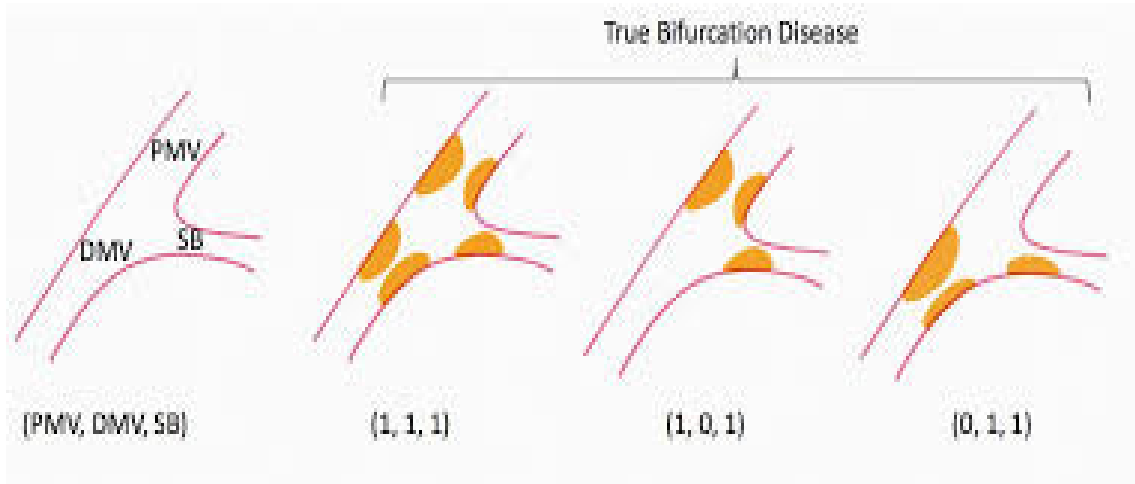
Koroner bifurkasyon lezyonlarının Medina sınıflaması'na göre gösterimi. Proksimal ana dal (PMV), distal ana dal (DMV) ve yan dal (SB) için sırasıyla lezyon varlığı (1) veya yokluğu (0) ile tanımlanan sekiz farklı kombinasyon şematik olarak sunulmuştur. (Medina A, Suárez de Lezo J, Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. Rev Esp Cardiol. 2006;59(2):183.)

Bu sistem, klinik iletişimde "kısa ve standart" bir dil sağlar.

3.2. "True bifurkasyon" kavramı

"True bifurkasyon" kavramı, hem ana damar distal segmenti hem SB'de darlık bulunması ile ilişkili olup, pratikte çoğunlukla şu tipleri kapsar (1,2):

- 1.1.1
- 1.0.1
- 0.1.1



Şekil 2. Koroner bifurkasyon lezyonlarında "gerçek bifurkasyon" paternlerinin Medina sınıflaması'na göre gösterimi. (1,1,1), (1,0,1) ve (0,1,1) kombinasyonları, hem ana dal hem de yan dalın tutulduğu gerçek bifurkasyon lezyonlarını temsil etmektedir. (Medina A, Suárez de Lezo J, Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. Rev Esp Cardiol. 2006;59(2):183.)

Bu lezyonlarda SB'nin korunması daha kritik olduğundan, provisional stratejiye ek manevralar veya planlı iki stent yaklaşımı daha olasıdır.

Avantajlar	Sınırlılıklar
<ul style="list-style-type: none">❖ Basit, hızlı, tekrar edilebilir ve evrenseldir (8).❖ Klinik çalışma raporlamalarında ortak bir kodlama sağlar.❖ True bifurkasyon ayırımına pratik bir temel sunar (1).	<ul style="list-style-type: none">❖ SB çapı ve beslediği miyokard kitlesini içermez.❖ Bifurkasyon açısı, kalsifikasyon, lezyon uzunluğu, trombüs yükü gibi morfolojik parametreleri içermez.❖ Yüzde stenoz eşik değerlerinin subjektifliği nedeniyle interobserver değişkenliğe açıktır (2,7). Dolayısıyla Medina sınıflaması gerekli fakat tek başına yeterli olmayan bir sistem olarak değerlendirilmelidir.

4. Yan dalın klinik önemi: “significant SB” nasıl tanımlanmalı?

Güncel yaklaşımda SB'nin klinik öneminin belirlenmesi yalnızca çap ölçümüne indirgenemez. Çünkü küçük çaplı bir SB bile kritik bir miyokard segmentini besleyebilir veya dominant sistemde önemli katkı sağlayabilir. Bu nedenle SB'nin önemi;

- SB çapı (ör. ≥ 2.0 mm gibi eşikler)
- Ostiyal lezyon uzunluğu
- Beslediği miyokard alanı
- Dominantlık ve kollateralizasyon
- Fizyolojik ölçüm (FFR/IFR)
- IVUS/OCT ile ostiyal morfoloji gibi bileşenlerle değerlendirilmelidir (7,11).

Bifurkasyon PKG çalışmalarında tanımların heterojenliği; çalışmalardan elde edilen sonuçların karşılaştırılabilirliğini azaltmıştır. Bu nedenle 2022 yılında yayımlanan konsensus dokümanı, bifurkasyon girişimleri için standardize tanımlar ve sonlanımlar önermiştir (7). Bu doküman; SB bozulması, prosedürel başarı, “SB olayları”, klinik uç noktalar (TLF, TVF vb.) ve mekanistik başarısızlıkların raporlanması için ortak bir çerçeve sunar.

5. Kompleks bifurkasyon lezyonları: sınıflamayı ileri taşıyan kavram

Medina sınıflaması yalnızca segment var/yok bilgisini verir. Ancak “kompleks bifurkasyon” kavramı, lezyonun daha ileri morfolojik özelliklerini kapsayarak sınıflamanın klinik değeri artırır. EBC yaklaşımı, belirli morfolojik parametrelerin varlığında SB bozulma riskinin arttığını ve iki stent stratejisinin daha sık gündeme gelebileceğini vurgular (1,2).

Kompleksiteyi artıran özellikler arasında:

- SB ostiyal lezyonunun uzun olması
- SB çapının klinik anlamlı düzeyde olması
- Ağır kalsifikasyon
- Büyük bifurkasyon açısı / olumsuz geometri
- Uzun MV lezyonu
- Trombotik yük sayılabilir (1,2,11).

6. Sol ana koroner (LM) bifurkasyonları: ayrı bir sınıflama hassasiyeti

LM bifurkasyonları, geniş miyokard alanı nedeniyle girişimsel kararların en kritik olduğu alt gruptur. LM bifurkasyonlarında sınıflamanın amacı yalnızca lezyonu etiketlemek değil; prosedür stratejisini “önceden planlamak” olmalıdır (4-6).

EBC MAIN çalışması, LM bifurkasyonlarında stepwise provisional strateji ile sistematik iki stent yaklaşımını karşılaştırmış; sonuçlar, popülasyonun geniş spektrumunda strateji seçiminde bireyselleştirmeyi desteklemiştir (4). Daha güncel 3 yıllık sonuçlar da bu tartışmayı canlı tutmaktadır (6).

DKCRUSH-V çalışması ise özellikle kompleks distal LM true bifurkasyon olgularında DK-crush stratejisinin bazı klinik uç noktalarda üstün olabileceğini göstermiştir (5). Bu bulgular, “true bifurkasyon + kompleks morfoloji” birlikteliğinde upfront iki stent yaklaşımının rasyonel olabileceğine dair güçlü bir argüman oluşturur.

7. İnttrakoroner görüntüleme (IVUS/OCT) ve sınıflamanın “geliştirilmesi”

Anjiyografik sınıflama, bifurkasyon lezyonlarının “iki boyutlu” temsildir ve ostiyal SB lezyon morfolojisi, plak kompozisyonu, kalsifikasyonun derinliği ve stent ekspansiyon yeterliliği gibi kritik parametreleri sınırlı biçimde gösterir. Bu nedenle özellikle kompleks bifurkasyonlarda IVUS/OCT rehberliği önerilmektedir (2,11).

IVUS: LM ve büyük çaplı bifurkasyonlarda stent ekspansiyonunun optimizasyonu için güçlüdür.

OCT: SB ostiyal morfoloji ve carina ilişkisini daha detaylı gösterebilir.

Görüntüleme bulguları, sınıflamayı “Medina kodunun ötesine” taşıyarak karar mekanizmasını daha rasyonel hale getirir (2,11).

8. Literatürde terminoloji ve raporlama standardizasyonu: neden şart?

Bifurkasyon PKG literatüründe aynı Medina tipinin farklı merkezlerde farklı şekilde yönetilmesi veya SB'nin “önemli” kabul edilip edilmemesi, çalışma sonuçlarını kıyaslamayı güçleştirir. Bu nedenle EBC konsensuları ve 2022 standardizasyon dokümanı, hem terminoloji hem de uç noktalar açısından ortak bir dil oluşturmayı amaçlamıştır (1,7). Bifurkasyon tedavisi artık sadece “teknik adı” ile değil, lezyonun:

- anatomik sınıflaması,
- SB'nin klinik önemi,
- lezyon karmaşıklığı,
- intrakoronner görüntüleme çıktıları,
- fizyolojik anlamı ile birlikte raporlanmalıdır. Bu yaklaşım, meta-analizlerin kalitesini artıracığı gibi, hasta bazlı strateji seçiminin bilimsel temelini de güçlendirecektir (1,7).

9. Sonuç

Koroner bifurkasyon lezyonları, PKG pratiğinde sık görülen ve anatomik/hemodinamik özellikleri nedeniyle özel yaklaşım gerektiren kompleks lezyonlardır. EBC tanımı, “anamlı SB” kavramını merkeze alarak bifurkasyon lezyonlarını bir “ünite” olarak değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır. Medina sınıflaması hızlı ve standardize bir anjiyografik kodlama sunsa da; SB klinik önemi, lezyon karmaşıklığı, bifurkasyon geometrisi ve fizyolojik etki gibi parametreleri içermediği için tek başına yeterli değildir. Güncel konsensüsler, sınıflamayı standardize uç noktalar ve SB değerlendirme kriterleriyle genişleterek, hem klinik pratikte hem de araştırmalarda daha güçlü bir çerçeve sunmuştur. Özellikle LM bifurkasyonları gibi yüksek riskli alt gruplarda doğru sınıflama, strateji seçiminin temel belirleyicisidir. Sonuç olarak bifurkasyon lezyonlarının tanım ve sınıflaması; yalnızca morfolojik bir etiketleme değil, hasta bazlı optimal revaskülarizasyon stratejisini şekillendiren kritik bir klinik karar aracıdır.

Kaynaklar:

1. Burzotta F, Lassen JF, Lefèvre T, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions: the 15th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2021;16:1307-1317.
2. Pan M, et al. The 17th expert consensus document of the European Bifurcation Club: techniques to preserve access to the side branch during stepwise provisional stenting. *EuroIntervention*. 2023.
3. Medina A, Suárez de Lezo J, Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol*. 2006;59:183.
4. Hildick-Smith D, Egred M, Banning A, et al. The European bifurcation club Left Main Coronary Stent study (EBC MAIN): randomized comparison of stepwise provisional vs systematic dual-stent strategies. *Eur Heart J*. 2021;42(37):3829-3839.
5. Chen X, Li X, Zhang JJ, et al. 3-Year Outcomes of the DKCRUSH-V Trial Comparing DK Crush Versus Provisional Stenting for Unprotected Distal Left Main True Bifurcation Lesions. *JACC Cardiovasc Interv*. 2019.
6. Stepwise Provisional Versus Systematic Dual-Stent Strategies in Left Main Disease: 3-year outcomes of EBC MAIN. *Circulation*. 2025.
7. Lunardi M, Louvard Y, Lefèvre T, et al. Definitions and Standardized Endpoints for Treatment of Coronary Bifurcations. *J Am Coll Cardiol*. 2022;80(13).
8. Lassen JF, Holm NR, Stankovic G, et al. Percutaneous coronary intervention for coronary bifurcation disease: 14th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2018;13(13):1540-1553.
9. Finet G, Gilard M, Perrenot B, et al. Fractal geometry of arterial bifurcations: theoretical and clinical implications. *J Am Coll Cardiol*. 2007.
10. Murray CD. The physiological principle of minimum work applied to the angle of branching of arteries. *J Gen Physiol*. 1926;9:835-841.
11. Onuma Y, et al. Joint consensus on the use of OCT in coronary bifurcation lesions by the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2019.

GÜNCEL KILAVUZLARA GÖRE KORONER BIFURKASYON LEZYONLARINA YAKLAŞIM

Derleyenler

Selim Tanyolaç, Ahmet Öz
İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Giriş

Koronar bifurkasyon lezyonları, perkütan koroner girişim (PKG) sırasında teknik zorluklar ve artmış komplikasyon riski nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Güncel kılavuzlar ve uzman konsensus dokümanları, bifurkasyon lezyonlarının tedavisinde basitleştirilmiş ve standartlaştırılmış yaklaşımları ön plana çıkarmaktadır. Bu yazıda, güncel ESC, ACC/AHA ve European Bifurcation Club (EBC) önerileri ışığında bifurkasyon PKG'ye yaklaşım konusunu ele alacağız.

Genel Bakış

Koronar bifurkasyon lezyonu, ana damar ve en az bir yan dalı içeren anatomik ayırım bölgesinde yer alan darlık olarak tanımlanır. Medina Sınıflandırması bifurkasyon lezyonlarının tanımlanmasında en sık kullanılan sınıflamadır(1):

(1,1,1), (1,0,1), (0,1,1) → gerçek bifurkasyon

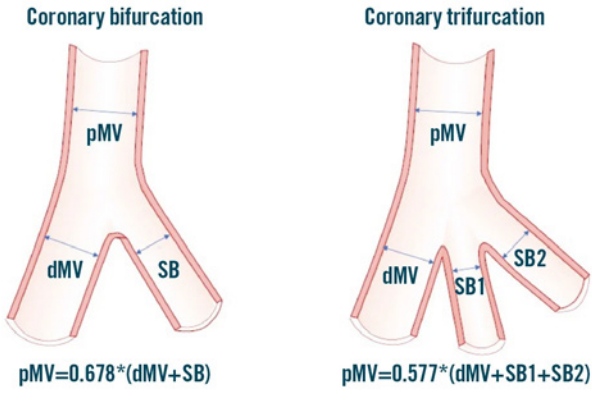
Diğer durumlar → gerçek olmayan bifurkasyon olarak tanımlanır. Gerçek bifurkasyon varlığı, strateji seçiminde belirleyici faktörlerden biridir. Buna ilaveten gerçek bifurkasyon lezyonlarına ait ek özellikler ile kompleks veya basit bifurkasyon ayrımı yapılarak stent stratejisi belirlenebilir. Bu kriterler;

Bifurkasyon Lezyonlarında Kompleksite Kriterleri (Bif-ARC)

Kategori	Kompleksite Kriterleri
Yan Dal (YD)	Klinik olarak anlamlı YD (≥ 2.5 mm veya geniş miyokard alanı) Ostiyal darlık $\geq 70\%$ Lezyon uzunluğu ≥ 10 mm
Ana Damar	Lezyon uzunluğu ≥ 25 mm Proksimal ana damarda belirgin hastalık Sol ana koroner (LM) bifurkasyonu
Anatomik Özellikler	Şiddetli kalsifikasyon Belirgin tortüozite Akut bifurkasyon açısı Trombus varlığı CTO ile ilişkili bifurkasyon

Bu kriterlerin bir veya daha fazlasının varlığında kompleks bifurkasyon lezyonundan bahsedilebilir. Kompleks bifurkasyon varlığında baştan 2-stent stratejisi seçilebilir.

Akımın korunumu ilkesine göre arteriyel geometri fonksiyonla yakından ilişkilidir. Bu ilişki, pMV ile dMV ve SB çapları arasında doğrusal bir bağlantı olduğunu göstermiştir(2) ($pMV = 0,678 \times [dMV + SB]$); trifurkasyonlarda ise $pMV = 0,58 \times [dMV + SB1 + SB2]$ (Şekil 1). Bu basit ve doğrulanmış kurallar, özellikle intrakoronar görüntüleme yapılmadığında PKG sırasında balon ve stent çapı seçiminde kullanılabilir.



Şekil 1: Koroner bifurkasyon ve trifurkasyonlarda ana dal için önerilen çap hesabı

Her ne kadar intrakoronar görüntüleme bifurkasyon stentlemede optimal bir sonuç elde etmek için en uygun yaklaşım olsa da, bir bifurkasyon işleminin nihai başarısı stentlenen alanda elde edilen nihai yapıya bağlıdır. Bu nihai yapı ise, her bir bifurkasyon stentleme tekniği için gerekli olan özgül ve birbirinden farklı adımların başarıyla uygulanmasına bağlıdır.

Güncel Kılavuz Önerileri Güncel kılavuzlara baktığımızda koroner bifurkasyon lezyonlarının çoğunda, işlemi mümkün olduğunca basitleştiren ve stent sayısını sınırlayan basamaklı provisional strateji önerilmektedir (3,4). Bu yaklaşım, EBC TWO ve EBC MAIN randomize çalışmalarıyla desteklenmiş; olguların yalnızca yaklaşık %20 'sinde ikinci bir stente ihtiyaç duyulduğu ve metal yükü azaldıkça yeniden revaskülarizasyon oranlarının düştüğü gösterilmiştir. Ana dal stentlemesi sonrası yan dal müdahalesi gerektiğinde T-stentleme, TAP veya culotte teknikleri tercih edilebilir. Klinik olarak anlamlı yan dal tutulumunun yaygın olduğu veya Bif-ARC kriterlerine göre anatomik kompleksitenin yüksek olduğu durumlarda ise planlı iki stent stratejisi düşünülebilir. Bu hasta grubunda, özellikle sol ana koroner bifurkasyonlarda ve deneyimli operatörlerce uygulandığında DK-crush tekniği etkili bir seçenek olarak öne çıkmaktadır (5).

İyi bir klinik sonucun temel belirleyicileri; stentlerin optimal ekspansiyonu ve appozisyonudur (6). Lezyon kompleksitesi arttıkça, özellikle yoğun kalsifikasyon varlığında, yeterli lezyon hazırlığı ve uygun cihaz seçimi kritik önem taşır. İntrakoronar görüntüleme (İKG), lezyon hazırlığı için önemli bilgiler sunsa da her zaman erişilebilir ve zorunlu değildir. Bu nedenle balon temelli teknikler (cutting balonlar, scoring balonlar, yüksek ve çok yüksek basınçlı balonlar), atarektomi yöntemleri veya intravasküler litotripsi, EAPCI Euro4C-PCR grubu tarafından önerilen güncel algoritma doğrultusunda değerlendirilmelidir (7). Stent malappozisyonunu ve buna bağlı komplikasyonları önlemek amacıyla proksimal optimizasyon tekniği (POT) tüm bifurkasyon PKG tekniklerinin temel bir bileşeni olarak kabul edilmektedir. İşlem sonunda yüksek basınçlı post-dilatasyon ve iki stent tekniklerinde final kissing balon uygulaması, anjiyografik prosedürel başarıya ulaşmak için önerilmektedir.

Koroner BT-anjionun yaygınlaşmasıyla birçok hastanın işlem öncesi koroner BT-anjiyo görüntüleri olmaktadır. Bu sayede PKG stratejisinin belirlenmesinde koroner BT önemli bir rol oynayabilir. Yeni gelişen teknolojiler ile FFR_{ct}'nin kullanılması özellikle kompleks koroner girişim öncesinde lezyonun anlamlılığını belirlemeyi ve invaziv ölçülen FFR değerindeki hatalı ve zor ölçümlerin önüne geçilmesini sağlayabilir.

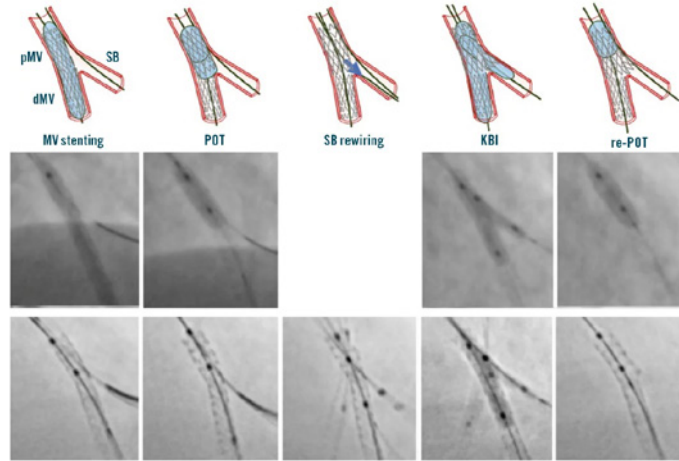
Geleneksel koroner anjiyografi ile karşılaştırıldığında, intrakoronar görüntüleme (İKG) kantitatif değerlendirmelerde daha üstün hassasiyet ve doğruluk göstermektedir. Anjiyografi ile İKG yöntemlerinin karşılaştırıldığı analizlerde, IVUS ve OCT ile elde edilen ölçümlerin anjiyografiye kıyasla ortalama olarak daha büyük olduğu ve en yüksek doğruluğun OCT ile sağlandığı tutarlı biçimde ortaya konmuştur (8).

Anjiyografinin sınırlılıklarına rağmen, son dönemde yapılan çalışmalarda ayarlanmış anjiyografik stent boyutlandırma yaklaşımlarının uygulanabilir olduğu gösterilmiştir. GUIDE-DES 34 çalışmasında, koroner anjiyografi ile ölçülen referans damar çaplarının %5-10 oranında artırılmasıyla hedef stent çapları belirlenmiş

ve iki stent uygulanan bifurkasyonlar dâhil olmak üzere bu yaklaşımın fizibilitesi ortaya konmuştur (9). Bununla birlikte, gerçek damar çapının güvenilir biçimde belirlenmesi yalnızca intravasküler görüntüleme ile mümkündür.

Bir “crossover stentleme” yapıldığında, stent boyutu distal ana damar (dMV) çapına göre seçilmeli; ardından uygun balonla yapılan proksimal optimizasyon tekniği (POT) kullanılarak stentin proksimal ana damar (pMV) çapına ulaşacak şekilde aşırı genişletilmesi planlanmalıdır. Yapılan testler, ideal POT’un pMV referans çapına uygun ve stentlenmiş pMV segmenti uzunluğunda bir balonla yapıldığında elde edildiğini göstermektedir. Ancak klinik pratikte POT balonlarının genellikle daha kısa olması nedeniyle birden fazla şişirme gerekebilir. Bu durumda balon şişirme sırası stent geometrisini etkiler; distalden proksimale yapılan POT pMV stentinde uzamaya yol açarken, proksimalden distale uygulama bu durumu önler (10). POT’a ek olarak, dMV’de yeterli stent genişlemesini sağlamak amacıyla uygun boyutta non-compliant balonla yapılan distal post-dilatasyon (DOT) sıklıkla gereklidir. Stentin her iki segmente uyumunu sağlamak amacıyla stent uyumluluk (compliance) tabloları dikkatle incelenmelidir. Hikichi ve arkadaşlarının (10) yaptığı bir bench test çalışması, pMV referans çapına yakın nominal boyutta daha büyük bir stent platformu seçmenin (segment çapına göre seçmeye kıyasla) daha elverişli bir stent konfigürasyonu sağladığını göstermiştir. Bu yaklaşım, inkomplet stent appozisyonu oranını azaltmakta ve damar örtülmesini iyileştirmektedir.

Bifurkasyon PKG’nin amacı, doğal anatomi ve fizyolojiyi yeniden sağlamak ve metalyükünü en aza indirmektir. Stentin nihai konformasyonu, işlem basamaklarının sırası ve kalitesine bağlıdır ve İKG yokluğunda uygun damar çapının belirlenmesi daha zordur. Yeterli stent genişlemesi ve appozisyon için post-dilatasyon kritik olup, İKG rehberliği olmayan işlemlerde balonun küçük seçilmesi sık görülür. Özellikle POT balonunun yetersiz boyutlandırılması pMV’de ciddi malappozisyona yol açabilir. Post-dilatasyon sırasında kontrast enjeksiyonu ile izlenen “POT-puff” bulgusu balonun yetersizliğini gösterebilir. Stent enhancement teknikleri (ClearStent-StentBoost gibi), her aşamada stent geometrisinin değerlendirilmesinde faydalıdır



(Şekil 2)

Şekil 2: Basamaklı provisional stentleme akışı ve adım adım stent enhancement eşliğinde klinik performansı.(the 18th consensus document from the European Bifurcation Club’dan alınmıştır)

Yan dal (SB) rewiring

SB’nin tedavi edildiği bifurkasyon PKG işlemlerinde, telin stent strutlarını geçtiği yer ana damar stent geometrisini belirgin şekilde etkiler. Bu nedenle rewiring yeri kullanılan tekniğe göre seçilmelidir. Basamaklı provisional tekniklerde distal (karınaya yakın) rewiring tercih edilirken, crush tekniklerinde karınadan uzak (non-distal) rewiring önerilir. OCT, rewiring yerinin değerlendirilmesinde altın standarttır (11) ve uygun rewiring ile daha iyi stent yerleşmesi sağlanır(12) OCT yokluğunda, tel manipülasyonu sırasında seçilen tekniğe uygun geçişe azami dikkat gösterilmelidir.

Anjiyografi rehberli PKG’de işlemsel komplikasyonlar

Bifurkasyon PKG, teknik olarak zor bir işlemdir ve İKG rehberliğinin olmaması komplikasyon riskini artırır. Standart tekniklere uyum riski azaltmakla birlikte, kompleksiteye bağlı olarak stent kusurları gelişebilir ve bunların erken fark edilmesi kritik önemdedir. Stent sonrası balon ilerletilmesinde yaşanan zorluklar; yetersiz POT, tel dolanması veya abluminal tellemeye bağlı stent deformasyonunu düşündürmelidir. Altta yatan nedenin hızla tanınması ve uygun manevraların uygulanması ek komplikasyonları önler.

Stent enhancement, özellikle iki stentli girişimlerde, anjiyografik sonuç iyi olsa dahi stent geometrisinin değerlendirilmesinde faydalıdır. Sorunun nedeni anjiyografi veya stent enhancement ile açıklanamıyorsa, IVUS veya OCT kullanımı düşünülmelidir.

Sonuç

Sonuç olarak intrakoner görüntüleme, bifurkasyon PKG'de altın standart rehberlik yöntemi olarak daha iyi sonuçlar sağlamaktadır; ancak eğitim ve erişim kısıtlılıkları nedeniyle dünya genelinde işlemlerin çoğu hâlen anjiyografi rehberliğinde yapılmaktadır. Optimal anjiyografi rehberli PKG için, işlem öncesi görüntülerin dikkatli analizi, seçilen tekniğin basamaklarının sistematik uygulanması, stent enhancement kullanımının değerlendirilmesi ve gerektiğinde intravasküler görüntülemeye düşük eşik ile başvurulması esastır.

Kaynaklar

1. Bifurcation Academic Research Consortium (Bif-ARC). Definitions and clinical endpoints for coronary bifurcation lesions. *EuroIntervention*. 2022.
2. Finet G, Gilard M, Perrenot B, Rioufol G, Motreff P, Gavit L, Prost R. Fractal geometry of arterial coronary bifurcations: a quantitative coronary angiography and intravascular ultrasound analysis. *EuroIntervention*. 2008;3:490-8.
3. Hildick-Smith D, et al. Randomized comparison of provisional stenting vs two-stent strategies for left main bifurcation lesions: the EBC MAIN trial. *J Am Coll Cardiol*. 2021.
4. Hildick-Smith D, et al. Stepwise provisional stenting strategy for coronary bifurcation lesions: the EBC TWO trial. *EuroIntervention*. 2020
5. Chen SL, et al. Double kissing crush versus provisional stenting for left main distal bifurcation lesions: DKCRUSH-V trial. *J Am Coll Cardiol*. 2017
6. Burzotta F, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions: the 15th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2021;16: 1307-17
7. Barbato E, Gallinoro E, et al. Management strategies for heavily calcified coronary stenoses: an EAPCI clinical consensus statement in collaboration with the EURO4C-PCR group. *Eur Heart J*. 2023;44:4340-56
8. Kubo T, Akasaka T, et al. OCT compared with IVUS in a coronary lesion assessment: the OPUS-CLASS study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013;6:1095-104.
9. GUIDE-DES Investigators. Angiography-guided adjusted QCA stent sizing strategy in contemporary PCI. *EuroIntervention*.
10. Y. Hikichi. Importance of stent selection in LMT Bifurcation stenting – Insights from the bench test, distal low pressure dilatation technique. EBC meeting. 13 Oct 2023. Warsaw, Poland.
11. Onuma Y, et al. Joint consensus on the use of OCT in coronary bifurcation lesions by the European and Japanese bifurcation clubs. *EuroIntervention*. 2019;14:e1568-77.
12. Yamawaki M, et al. Vascular healing after kissing balloon inflation: Nine-month 3D optical coherence tomography analysis in corelab. *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2022;40:101034.
13. Burzotta F, et al. Angiography-based optimisation of coronary bifurcation PCI: tips and tricks from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2024.
14. ESC/EACTS Guidelines. 2023 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *European Heart Journal*. 2023.

EBC (AVRUPA BİFURKASYON KULÜBÜ) GÜNCEL YAKLAŞIMLARI

Derleyen

Mehmet FİDAN
Muş Devlet Hastanesi

Bifurkasyon koroner girişim işlemleri, kompleks anatomi ve lezyonların yapısı göz önüne alındığında girişimsel kardiyoloji dünyasında teknik olarak en zor ve günlük pratikte sık karşımıza çıkan konulardan biridir. Koroner bifurkasyon lezyonları, bütün koroner girişimler içerisinde %20-25'lik bir alan kaplamaktadır (1). Bu lezyonlar bifurkasyon olmayan lezyonlarla karşılaştırıldığında daha sık restenoz, stent trombozu ve istenmeyen klinik sonuçlar ile karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden daha basitleştirilmiş bir algoritma izlemek ve hastaların uzun dönem faydalarını göz önüne alarak daha basit yol ayrımları çizmek; girişimsel kardiyoloji hekimlerinin zihinlerindeki soru işaretlerini azaltmakta fayda sağlamaktadır.

Girişimsel kardiyoloji hekimlerinin bu anlamda dikkat etmesi gereken başlıklar **PLOTO** bifurkasyon yaklaşımı başlığı altında toplanmaktadır.

PLOTO Bifurkasyon Yaklaşımı

Hasta	Lezyon	Operatör	Teknik	Sonuç
<ul style="list-style-type: none">YaşBaşvuru şekliDiyabetSol ventrikül (LV) fonksiyonuİlaç tedavisine uyumKanama riskiBöbrek fonksiyonu	<ul style="list-style-type: none">Medina sınıflamasıYan dalBifurkasyon açısıKalsifikasyon	<ul style="list-style-type: none">Yılda <26 PCIYılda 26-49 PCIYılda 50-100 PCIYılda >100 PCIYılda >413 PCI	<ul style="list-style-type: none">Provisional (gecici/öncelikli tek stent yaklaşımı)İki stent stratejileriCulotteT-stenting & TAPCrush ve mini-crushDouble kissingV-stenting	<ul style="list-style-type: none">Majör advers klinik olaylarHedef lezyon revaskülarizasyonuRESOLVE & DEFINITION Skoru

Şekil-1. Bifurkasyon lezyonlarında kullanılan Hasta (**P**atient), **L**ezyon, **O**peratör, **T**eknik, Sonuç (**O**utcome) akronimi (2)

Öncelikli olarak hastanın (**P**atient) yaşı, klinik prezentasyonu (akut koroner sendrom, kardiyolojik şok...), sol ventrikül fonksiyonları, diyabetinin olup olmaması, düzenli ilaç kullanımı, kanama riski ve böbrek fonksiyonları değerlendirilmelidir. **L**ezyon değerlendirilmesinde Medina klasifikasyonu kullanılmalı; yan dalın çapı ve önemi göz önüne alınmalıdır. Bifurkasyon açısı ve koroner kalsifikasyon, işlemin kompleks yapısını değiştirmektedir.

Operatörün, özellikle akut durumlarda ve komplikasyonlarda rahat hissettiği ve tecrübesinin olduğu tekniği seçmesi önerilmektedir. Yüksek işlem hacmi olan (yıllık 413 perkutan girişim) operatörlerin hastane içi mortalite ve kardiyak ölüm açısından uzun dönem sağkalımda daha başarılı olduğu saptanmıştır (3, 4). **T**eknik olarak aşamalı provizyonel yaklaşım bifurkasyon lezyonlarının çoğunda ilk seçim olmalıdır. Özellikle yan dal çapı >3.25 mm, yan dal lezyon uzunluğu >10 mm olan kompleks ana koroner lezyonlarında çift stent stratejileri uygulanabilir (5). Klinik sonuçları (**O**utcome) göz önüne alınırken major ekstra klinik olay (MACE) ve tekrar hedef lezyon revaskülarizasyonu değerlendirilmelidir. İşlemin sonuçlarını ve işlem esnasında yan dal kaybını öngörebilmek için RESOLVE skora sistemi (The Risk prEdiction of Side branch Occlusion in

coronary bifurcation intervention) ve DEFINITION (Definitions and impact of complEx biFurcation lesions on clinical outcomes after percutaneous coronary Intervention using drug-eluting stents) kriterler geliştirilmiştir (6, 7).

Bifurkasyon Akademik Araştırma Konsorsiyumu (Bif-ARC) çalışmalarda ortak dilin konuşulabilmesi için standart yaklaşımlar ve tanımlamalar ortaya koymuştur. Akut koroner sendrom kliniği olan hastalarda olması gereken anatomi ve fizyoloji göz önüne alınarak değerlendirme yapılmalı, bifurkasyon sahasındaki rüptüre olmuş plak ve trombüs yükü göz ardı edilmemelidir. Kronik koroner sendrom hastalarında ise özellikle Medina (0,0,1) lezyonlarında ve orta derecede olan darlıklarda (<%70) non invaziv değerlendirme veya invaziv fonksiyonel değerlendirme ile iskemi dökümantasyonu önerilmektedir. Bu hastalar son yayınlanan güncel revaskülarizasyon kılavuzları ışığında değerlendirilmelidir (8, 9). Çok damar hastalarında ise kalp takımının değerlendirmesini kolaylaştırmak, revaskülarizasyon yöntemine karar vermek ve hastanın prognozunu öngörebilmek için SYNTAX ve SYNTAX-II skorundan faydaniılmaktadır (10).

Daha önce yapılan klinik çalışmalarda sadece anjiyografik olarak yapılan değerlendirmeler sonucunda uygulanan müdahalelerin konservatif yaklaşımdan üstün olduğu gösterilememiştir. Bilgisayarlı Tomografik (BT) anjiyografi ile yapılan değerlendirmede ana koroner dışı lezyonlarda yan dalların sadece %20'sinin sol ventrikülün %10'nundan fazla miyokardini beslediği gösterilmiştir. %10 eşik değeri ise; medikal tedaviye kıyasla revaskülarizasyonun, kardiyak ölümden fayda sağladığı sınır değer olarak belirlenmiştir (11). Bu yüzden yan dala bağlı iskemi ve angina titizlikle incelenmelidir. Kronik total oklüzyon vakalarında ise kolletaral veren dal, yan dal ise; yan dalın boyutlarından bağımsız olarak yan dalın açılması perfüzyonu artırabilir. İntrakoroner görüntüleme ile de yan dal ciddiyetine karar verilebilir. Kantitatif koroner angiografi karşılaştırıldığında OCT (Optik Koherens Tomografi) nin daha doğru bir ölçüm yaptığı gösterilmiştir (12). Bu yüzden kesin damar çapının belirlenmesi ve komplikasyonların değerlendirilmesinde OCT önerilmektedir (13)

Tablo 1. Avrupa Bifurkasyon Kulübü tarafından önerilen bifürkasyon PCI'nin temel ilkeleri.

Temel hedef	Açıklama
İşlemi basit ve güvenli tut	- Provizyonel, basamaklı bir stentleme stratejisi seç
Orijinal bifürkasyon anatomisi ve fizyolojisine saygı göster ve bunu yeniden oluşturmayı hedefle	- Bifürkasyon anatomisini Finet, Murray ve Huo-Kassab yasalarına uygun olarak yeniden oluştur
Stent sayısını sınırla	- İlk stent kullanımı öngörülyorsa basamaklı geçici strateji kullan - Yan dal ciddi hastalıklıysa ilk stenti ters yönde, yan daldan ana dala implante et - Kissing balon kullan (yan dalı açar ve karınayı ortalar) - İkinci stenti yalnızca gerekirse implante et (T, TAP veya culotte)
Varsayılan olarak yan dala stent takma	- Yan dalın önemini değerlendir (BT, uzunluk ve çap) - Ana damar provisional stentlemesinden sonra yan dala stent implantasyonunu destekleyen durumlar: 1. yan daldaki bozulmuş TIMI akımı 2. anjina ve/veya ECG değişiklikleri ile birlikte anlamlı stenoz (>%70) 3. yan daldaki yaygın diseksiyon (>Tip B)
Yan dal çıkışının distalindeki ana damarda, proksimal ana damardan distale doğru referans çap küçülmesini akılda tut	- İlk stenti distal ana damar referans çapına 1:1 boyutlandır - Platform, proksimal ana damarın referans çapına genişlemeye izin verecek stent çapını seç - POT'u, proksimal ana damarın referans çapına 1:1 uygun balonla yap - POT sırasında coğrafi hataya dikkat et (stentin şişe boynu konfigürasyonundan kaçın)
Metal örtüşmesini sınırla	- Uzun segmentler ve çok katlı stent katmanları, işlem başarısızlığı riskinde artışla ilişkilidir (ST ve restenoz) - Yan dal ostiyumu boyunca çoklu stent strut katmanlarının varlığı, kissing balon şişirmelerini yapmayı zorlaştırır - DK crush ve DK culotte'ta stent örtüşmesini azalt
Yeterli stent ekspansiyonu sağla	- Suboptimal stent ekspansiyonu, işlem başarısızlığı ile ilişkilidir (ST ve restenoz) - Stent ekspansiyonu yalnızca intrakoroner görüntüleme ile doğru değerlendirilebilir; ancak belirgin yetersiz açılma dikkatli anjiyografik inceleme ile fark edilebilir ve kaçınılmalıdır - Stent implantasyonundan önce optimal lezyon hazırlığı, stent ekspansiyonuna yardımcı olur - Koroner bifürkasyonun stentlenen tüm segmentlerinde yüksek basınçlı non-kompliyen balon post-dilatasyonu önerilir - Recoil'i telafi etmek için stentleri %5-10 fazla genişlet - Hedefler: - Ana damar ve yan daldaki TIMI 3 akım: - Stentlenen segmentlerde minimal rezidüel stenoz (DS <%10).
Majör stent malappozisyonundan kaçın	- Majör malappozisyon, kardiyak ölüm, MI ve ST dahil majör güvenlik olayları riskinde artışla ilişkilidir - Stent appozisyonu yalnızca intrakoroner görüntüleme ile doğru değerlendirilebilir; ancak majör malappozisyon dikkatli anjiyografik inceleme ile fark edilebilir ve kaçınılmalıdır - Stent malappozisyonu en sık, suboptimal POT nedeniyle koroner bifürkasyon lezyonunun proksimal ana damarında görülür (POT için yetersiz çapta balon kullanımı) - Proksimal ana damarda stent malappozisyonu varlığı, başlangıç ve sonraki takip girişimleri sırasında abluminal telleme ve stent deformasyonu riskini artırır - Mümkün olduğunda stent-enhanced view kullan - Cihazları vasküler dallanma yasalarına uygun boyutlandır - Belirgin undersizing şüphesi varsa balon şişirmeleri sırasında kontrast puffing kullanmayı düşün

Tablo 1. Avrupa Bifurkasyon Kulübü tarafından düzenlenen basitlik ve standardizasyon ile ilgili temel ilkeler (17)

Bifurkasyon lezyonlarının kompleksitesini tanımlarken standart olarak üç modeliteden yararlanılabilir. İlk modelite olarak anjiyografik değerlendirme yapılır. Kompleks lezyon denebilmesi için gerçek bifurkasyon lezyonları (MEDİNA 1,1,1; 1,0,1 ve 0,1,1) ile birlikte bir ek özellik aranmaktadır. Bu ek özellikler, yan dal uzunluğunun 10 mm'den fazla olması, kalsifik ve trombotik lezyon olması, bifurkasyon açısının <90°

olması veya RESOLVE skorunun yüksek olmasıdır (14). İkinci teknik intravasküler görüntülemesidir. Gerçek bifurkasyon lezyonlarının içerdiği yan dal uzunluğunun >10 mm olması, trombotik lezyon olması, lezyon bölgesinde kalsiyum yükünün 60° üzerinde olması kompleks lezyon göstergesidir (15). Üçüncü modalite ise koroner bilgisayarlı tomografidir. Intravasküler görüntüleme tekniklerindeki özelliklere ek olarak bifurkasyon bölgesinde spot kalsifikasyon olması, yan dal ağzında yoğunluğu düşük plak bulunması işlem zorluğu artırmaktadır. BT-Bifurkasyon skoru hesaplanırken ana koronerde kalsifikasyon olması, yan dal lezyon uzunluğunun >5 mm olması, ana dal lumen alanının yan dal lumen alanından 4.3 katından fazla olması kompleksiteyi artırır. BT'ye göre hesaplanmış RESOLVE skorunun yüksek olması bağımsız bir risk faktörü olarak dikkat çekmektedir (16).

Avrupa Bifurkasyon Kulübü tarafından düzenlenen basitlik ve standardizasyon ile ilgili temel ilkeler değerlendirildiğinde; ilk olarak işlem olabildiğince basit ve güvenli şekilde yapılmalı, basamaklı stentleme stratejisi seçilmelidir. Orjinal koroner anatomide fizyoloji hedef alınmalı ve bu hedeflerin tekrar oluşturulması amaçlanmalıdır. Koroner metal yükü olabildiğince az tutulmalı, başlangıçta iki stent implante edilmesi düşünülüyorsa bile basamaklı strateji kullanılmalıdır. Yan dal önemli olarak değerlendiriliyor ve plak yükü fazla ise (Medina 0,0,1 lezyonu) yan daldan inverted stent implante edilmeli, kissing balon sonrasında ikinci stent gerekli ise implante edilmelidir.

Rutin olarak yan dal stentlenmemelidir, yan dalın önemi belirlenmeli, ana dal stentleme sonrasında yan dalda TIMI<3 akım var ise, angina veya anlamlı EKG değişikliği var ise yada yan dalda Tip A'dan büyük diseksiyon var ise yan dal stentleme düşünülmalıdır. Ana dala koyulan stent distal ana damar ile 1:1 oranında olmalıdır. Distal damar çapı göz önüne alınarak ekspansiyon kapasitesi proksimal damar çapına uygun stentler seçilmelidir.

POT yapılırken; proksimal çapa uygun olan balon, distal markeri karinanın hemen proksimalinde olacak şekilde hizalanmalı ve şişe boynu efektinden kaçınılmalıdır. Uzun stent overlap bölgesi artmış stent trombozu ve restenoz ile birliktelik göstermektedir. Crush ve culotte yapılan işlemlerde minimal stent overlap bölgesi ve azaltılmış metal yükü istenmektedir.

Yeterli ekspansiyon ile açılmayan stent, artmış restenoz ve stent trombozu ile ilişkilidir. Bunu önlemek için optimal lezyon hazırlığı yapılmalı, yan dal ve ana dalda diseksiyondan kaçınmak için non-kompliyan balon kullanılmalıdır. Özellikle kalsifik lezyonlarda uygun araçlar ile kalsiyum modifikasyonu yapılmalıdır. Stentin tekrar büzüşmesini engellemek için stentler hedeflenen basınçtan %5-10 fazla şişirilmelidir.

Bifurkasyon stentlemede hedef hem ana dal hem de yan dalda TIMI III akım sağlamak ve stentlenen segmentlerde %10'dan daha az residual stenoz bırakmaktır. Stent malapozisyonu en sık sebepleri, uygun olmayan çapta balon seçilmesi ve stent proksimalinin ayarlanılamamasıdır. Malapozisyon, sonraki tellerle işlemleri esnasında abluminal tellere neden olabilmektedir. Bu durum stent deformasyonuna ve komplikasyonlara neden olmaktadır. Bu durumu önlemek için anjiyografi cihazlarının stent ile görüntüleme iyileştirme teknikleri kullanılmalıdır. İmplantasyon esnasında malapozisyon şüpheleniliyorsa, az miktarda kontrast madde kullanarak "puff-off" tekniği denenebilir.

Avrupa Bifurkasyon Kulübü bifurkasyon lezyonlarının tedavisinde aşamalı provizyonel yaklaşımı ön plana çıkarmaktadır. Çünkü yapılan çalışmalarında hastaların sadece %20'sinde yan dala ikinci stentin gerekli olduğu görülmüştür (5, 18). Aşamalı provizyonel stentlemede ilk stent yerleşiminde üç aşama önerilmektedir. Birinci aşamada ana gövde ve yan dal tellenir. İkinci aşamada ana gövde ve gerekli görülürse yan dal stentlemeye hazırlanılır ve üçüncü aşamada stent implantasyonu ve optimizasyonu yapılır. İşlemin en kısa sürede ve komplikasyonsuz yapılabilmesi için bu yaklaşımın tüm basamaklarına uyulması önemlidir. Bu aşamalarda olası tuzaklar, mekanizmaları, ortaya çıkan sorunların giderilmesi ve bu olası durumlardan korunma için yapılacak işlemler detaylı olarak Avrupa Bifurkasyon Kulübü 16. Uzman görüşünde tartışılmıştır (19).

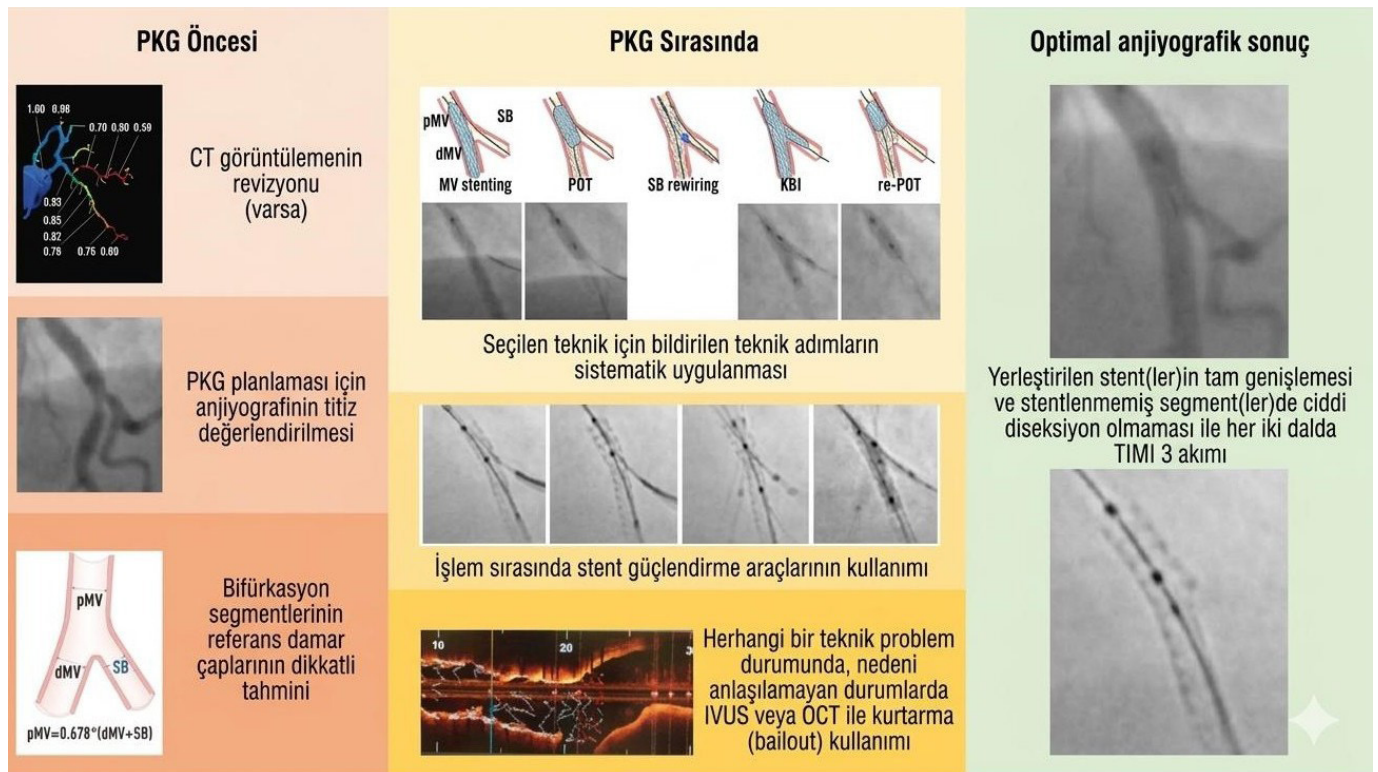
Aşamalı çift stent stratejisine kadar verildiyse bifurkasyon stent tekniklerinin MADS-2 klasifikasyonu (provizyonel, inverted provizyonel, T,TAP, Culotte, DK-Crush, inverted crush...) dikkatlice değerlendirilmelidir. (20). Prosedür başarı kriterleri; stentlenmiş alanda anjiyografik olarak hedeflenen segmentte %20 'nin altında rezidü darlık, kantitatif koroner angiografi olarak %30'un altında rezidü darlık (sadece balon anjiyoplasti yapıldıysa %50'nin altında darlık) veya intravasküler görüntüleme kullanılarak değerlendirme mümkünse, bifurkasyon alanında müdahale edilmiş her segment için final minimal lümen alanının damar çapına oranının %80'nin üzerine olmasıdır (13, 21, 22).

Avrupa Bifurkasyon Klubü 18. Uzlaşı raporunda intrakoronar inceleminin önemi vurgulanmaktadır. Güncel kılavuzlar, özellikle ana koroner ve kompleks işlemlerde intrakoronar görünütleme yöntemlerinin (IA) öneri düzeyi ile kullanılmasını önermektedir (23). Fakat maddi olanaklar nedeniyle intrakoronar görüntülemenin kullanılmasının yaygınlaşması beklenen hızda olmamaktadır. Intrakoronar görüntüleme yöntemleri kullanılmadığı durumlarda, işlemin olabildiğince basit ve az sayıda stent kullanılarak tamamlanması gerektiği vurgulanmıştır. Stent implantasyonu sonrasında proksimal optimizasyon ile malapozisyon önlenmelidir. İşlemi sonlandırmadan yüksek basınçlı nonkompliyon balonlar ile stentli bölgeler ve bifurkasyon alanı optimize edilmelidir. Distal optimizasyon en az proksimal optimizasyon kadar önemlidir ve sıklıkla gözden kaçmaktadır(17).

Intrakoronar görünütlemenin yapılamadığı durumlarda işlemin başarısını artırmak için kantitatif koroner angiografi (QCA) kullanılabilir. Özellikle 3D analiz yazılımları, bifurkasyon lezyonlarında kullanılmak için geliştirilmiştir (24). GUIDE DES çalışmasında, QCA kullanılmıştır ve ölçülen hedef damarın %5-10 fazlasında stent çapı kullanılmıştır. 12 ay sonunda hedef lezyon başarısızlığı QCA kolumda intrakoronar görüntüleme ile benzer olarak izlenmiştir (25).

İşlem öncesinde koroner anjiyografi öncesinde bilgisayarlı tomografik (BT) anjiyografi ile değerlendirme; plak morfolojisinin değerlendirilmesini, stent stratejisinin planlanmasını, anatomik olarak yan dal ile ana daldaki plak ilişkisinin değerlendirilmesini ve karina kaymasını öngörebilmektedir. Yan dalın karşı duvarında kalsiyum plağının izlenmesi, asimetrik stent açılımı ve yan dal oklüzyon riski ile karşımıza çıkmaktadır. Bunların yanı sıra özellikle bifurkasyon ve trikukasyon lezyonlarında FFR_{CT} kullanımı ile iskemi değerlendirmesi yapılabilmektedir (17).

Bifurkasyon işlemlerinde ana hedef, bifurkasyon bölgesinde minimal metal stent alanı kullanarak anatomik ve fizyolojik olarak akımı restore etmektir (13). Bu hedef, özellikle kompleks olmayan ana koroner lezyonlarında da vurgulanmaktadır. Ford ve ark. (26) yaptığı metaanalizde provizyonel tek stent stratejisi uzun dönemde tüm nedenlere bağlı ölümden azalma ile sonuçlanmıştır. Güncel olarak yapılan ve gerçek bifurkasyon ana koroner lezyonlarının alındığı EBC MAIN çalışması göz önüne alındığında, yan dal 3.25 mm den büyük değilse ve yan dal lezyon uzunluğu 10 mm altında ise aşamalı tek stent ana strateji olarak değerlendirilmelidir (5).



Şekil.2 Anjiyografi rehberliğinde optimal sonuç elde etmek için kullanılan ana yöntemler (işlem öncesinde Koroner BT ve QCA kullanımı da gösterilmektedir.) (17)

Kaynaklar:

1. K. Bujak, et al., Clinical outcomes following different stenting techniques for coronary bifurcation lesions: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *EuroIntervention* 19, 664–675 (2023).
2. A. Kassier, A. Elshafie, A. B. Kassier, G. Medranda, Simplified Practical Approach to Percutaneous Coronary Intervention for Bifurcation Lesions: Bridging Complexity and Clarity. *EMJ Cardiology* (2025). <https://doi.org/10.33590/emjcardiol/fnon4366>.
3. K. H. Choi, et al., Prognostic Impact of Operator Experience and IVUS Guidance on Long-Term Clinical Outcomes After Complex PCI. *JACC Cardiovasc. Interv.* 16, 1746–1758 (2023).
4. A. C. Fanaroff, et al., "Outcomes of PCI in Relation to Procedural Characteristics and Operator Volumes in the United States" (2017).
5. S. Arunothayaraj, et al., Stepwise Provisional Versus Systematic Dual-Stent Strategies for Treatment of True Left Main Coronary Bifurcation Lesions. *Circulation* 151, 612–622 (2025).
6. K. Dou, et al., "An Angiographic Tool for Risk Prediction of Side Branch Occlusion in Coronary Bifurcation Intervention The RESOLVE Score System (Risk prEdiction of Side branch Occlusion in coronary bifurcation interVEntion)" (2015).
7. S. L. Chen, DEFINITION criteria for left main bifurcation stenting – from clinical need to a formula. *AsiaIntervention* [Preprint] (2023).
8. J. S. Lawton, et al., 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for Coronary Artery Revascularization: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* [Preprint] (2022).
9. C. Vrints, et al., 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur. Heart J.* 45, 3415–3537 (2024).
10. K. Takahashi, et al., Redevelopment and validation of the SYNTAX score II to individualise decision making between percutaneous and surgical revascularisation in patients with complex coronary artery disease: secondary analysis of the multicentre randomised controlled SYNTAXE.... *The Lancet* 396, 1399–1412 (2020).
11. R. Hachamovitch, S. W. Hayes, J. D. Friedman, I. Cohen, D. S. Berman, Comparison of the short-term survival benefit associated with revascularization compared with medical therapy in patients with no prior coronary artery disease undergoing stress myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation* 107, 2900–2906 (2003).
12. N. Gonzalo, et al., Quantitative Ex Vivo and In Vivo Comparison of Lumen Dimensions Measured by Optical Coherence Tomography and Intravascular Ultrasound in Human Coronary Arteries. *Revista Española de Cardiología (English Edition)* 62, 615–624 (2009).
13. M. Lunardi, et al., Definitions and Standardized Endpoints for Treatment of Coronary Bifurcations. *EuroIntervention* 19, E807–E831 (2023).
14. K. Dou, et al., An angiographic tool for risk prediction of side branch occlusion in coronary bifurcation intervention: The RESOLVE score system (risk prEdiction of side branch Occlusion in coronary bifurcation interVEntion). *JACC Cardiovasc. Interv.* 8, 39–46 (2015).
15. K. Sato, et al., Calcification analysis by intravascular ultrasound to define a predictor of left circumflex narrowing after cross-over stenting for unprotected left main bifurcation lesions. *Cardiovascular Revascularization Medicine* 15, 80–85 (2014).
16. M. P. Opolski, et al., Accuracy of RESOLVE score derived from coronary computed tomography versus visual angiography to predict side branch occlusion in percutaneous bifurcation intervention. *J. Cardiovasc. Comput. Tomogr.* 14, 258–265 (2020).
17. F. Burzotta, et al., Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions using optimised angiographic guidance: The 18th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention* 20, e915–e926 (2024).
18. S. Arunothayaraj, et al., Stepwise provisional versus systematic culotte for stenting of true coronary bifurcation lesions: five-year follow-up of the multicentre randomised EBC TWO Trial. *EuroIntervention* 19, E297–E304 (2023).
19. R. Albiero, et al., Treatment of coronary bifurcation lesions, part I: implanting the first stent in the provisional pathway. The 16th expert consensus document of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention* 18, E362–E376 (2022).
20. F. Burzotta, et al., European Bifurcation Club white paper on stenting techniques for patients with bifurcated coronary artery lesions. *Catheter. Cardiovasc. Interv.* 96, 1067–1079 (2020).
21. C. C. Chang, et al., Defining device success for percutaneous coronary intervention trials: a position statement from the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions of the European Society of Cardiology. *EuroIntervention* 15, 1190–1198 (2020).
22. A. Y. Her, et al., Drug-coated balloon treatment in coronary artery disease: Recommendations from an Asia-Pacific Consensus Group. *Cardiol. J.* 28, 136–149 (2021).
23. S. V. Rao, et al., 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for the Management of Patients With Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 151, e771–e862 (2025).
24. M. J. Grundeken, et al., The need for dedicated bifurcation quantitative coronary angiography (QCA) software algorithms to evaluate bifurcation lesions. *EuroIntervention* 11, V44–V49 (2015).
25. P. H. Lee, et al., Quantitative Coronary Angiography vs Intravascular Ultrasonography to Guide Drug-Eluting Stent Implantation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol.* 9, 428–435 (2024).
26. T. J. Ford, et al., Single-Versus 2-Stent Strategies for Coronary Bifurcation Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials With Long-Term Follow-up. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118>.

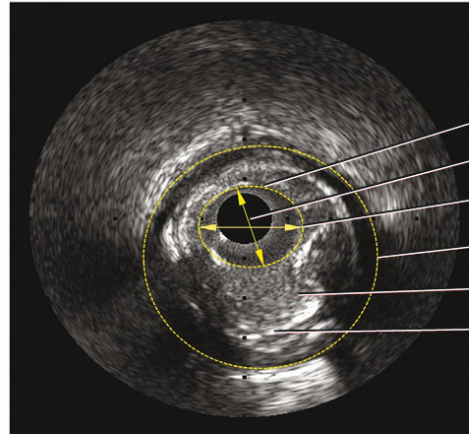
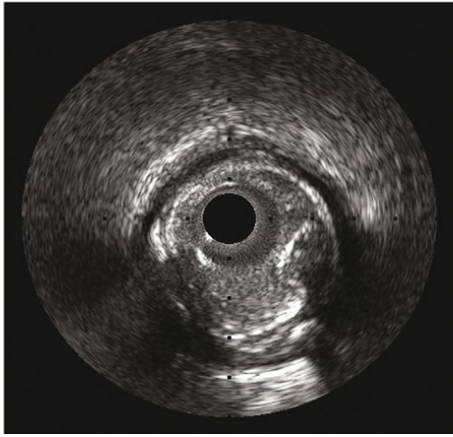
BİFURKASYON LEZYONLARINDA IVUS VE OCT'NİN ROLÜ

Derleyenler

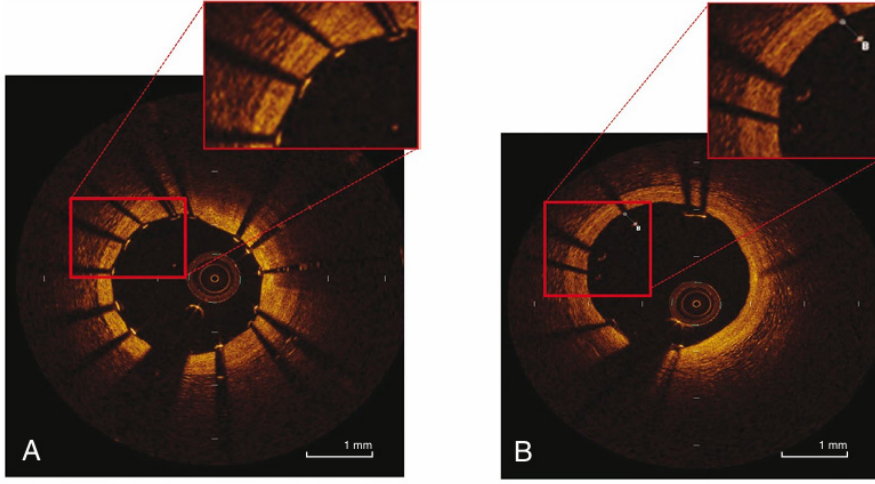
Recep Türk, Ali Çoner
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi

Koroner intravasküler görüntüleme yöntemlerindeki teknolojik gelişmeler koroner ateroskleroza daha iyi anlamamızı sağlamıştır ve bifurkasyon lezyonları gibi kompleks koroner arter hastalıklarına perkütan girişimleri daha güvenli gerçekleştirmemizde yardımcı olmaktadır. İntravasküler Ultrason (IVUS) ve Optik Koherans Tomografi (OCT), intravasküler görüntülemede kullandığımız 2 temel yöntemdir. OCT bize vasküler endotel ve ateromun fibröz kapsülü ile ilgili daha çok bilgi verirken, IVUS daha yüksek olan vasküler duvar penetransı yardımıyla toplam plak yükünü tayin etmekte ve aterom çekirdeğini daha net görüntülemektedir. Bu kısımda bu 2 yöntemin temel özelliklerini, klinik endikasyonları ve koroner bifurkasyon lezyonlarının revaskülarizasyon işlemlerindeki rollerinden bahsedeceğiz.

Temel özellikler: IVUS ses dalgalarını kullanırken, OCT ışık dalgalarını kullanmaktadır. IVUS' un damar duvarı penetrasyonu yüksektir (5-10 mm), damarın çapı ve plak yükü hakkında daha çok bilgi vermektedir. Bununla birlikte gri skala IVUS' un rezolüsyonu düşüktür (100 μ aksiyel, 200 μ lateral rezolüsyona sahiptir). Virtual histoloji IVUS (VH-IVUS) ile bu noksanlıklar giderilmekte ve plak morfolojisinin farklı evreleri ayrıntılı şekilde incelenebilmektedir (intimal kalınlaşma, fibrotik plak, kalın ve ince kapsüllü fibroaterom ve fibrokalsifik plak) (Şekil-1). VH-IVUS ile aynı zamanda nekrotik çekirdek, yoğun kalsiyum ve plak rüptürü alanları da ayırdedilebilmektedir. OCT' nin rezolüsyonu 5-10 μ olmasına karşın düşük penetransı nedeniyle plak morfolojisi ile ilgili sınırlı veri sağlar ve trombus-plak ayırımında da IVUS' a oranla gücü daha düşüktür (Şekil-2). OCT' nin kullandığı kızılötesi ışınların dalga boyu eritrositlerin çapından daha kısa olduğu için gerisaçılım oluşmaktadır ve bu nedenle görüntüleme esnasında koroner lümen kan temizlenmelidir. OCT görüntüleri elde edilirken bu amaçla koroner lümen kontrast enjeksiyonu yapılmalıdır.



Şekil-1: IVUS görüntüleme yüksek doku penetransı yardımıyla plak yükü konusunda daha çok bilgi vermektedir.

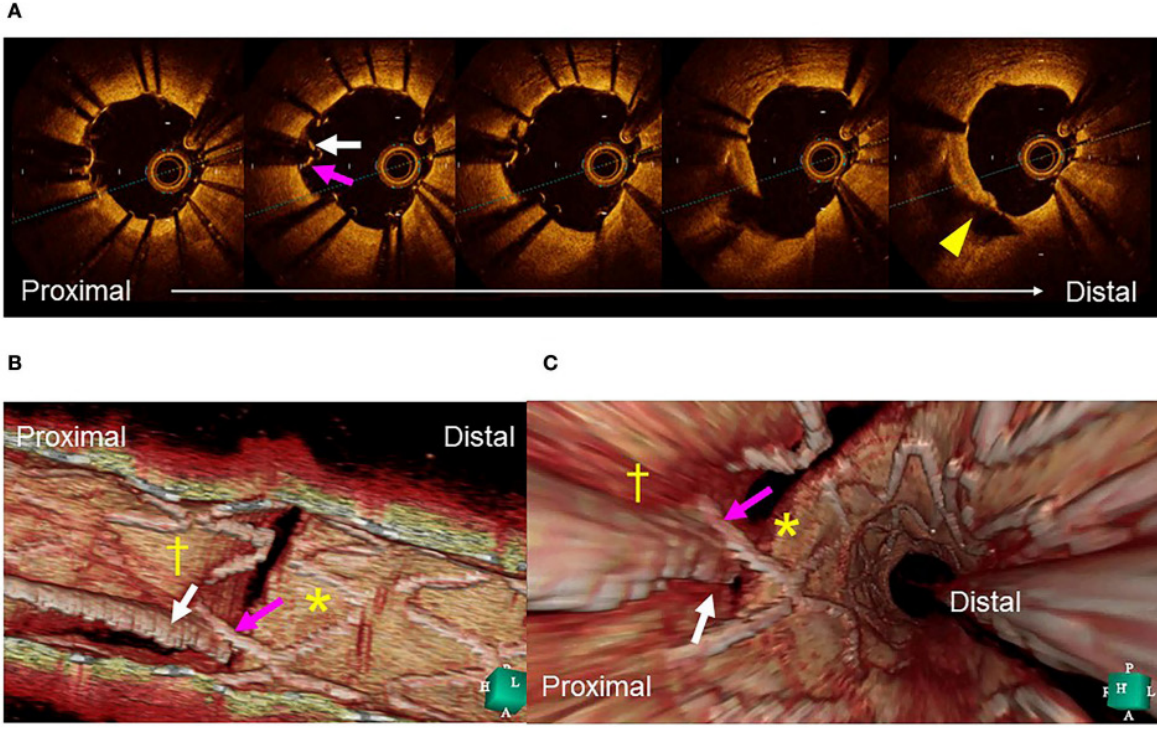


Şekil-2: OCT, yüksek rezolüsyonu ile stent apozisyonunun yeterliliği konusunda mükemmel bilgi vermektedir (A: yeterli stent apozisyonu, B: Stent malapozisyonu; endotel ile stent strütü arasında mesafe 260 μm).

Klinik endikasyonlar: Bu yöntemler girişimsel kardiyologların stent implantasyonunu optimize etmelerinde birkaç yoldan yardımcı olmaktadır (lezyon hazırlığı, stent çap ve uzunluğunun seçilmesi ve akut komplikasyonların tanımlanması gibi). Bunun yanında her 2 yöntemin akımı kısıtlayıcı darlıkların değerlendirilmesinde de rolü vardır. Örnek olarak Sol ana koroner arter (LMCA) darlığı için İVUS görüntülemeye minimum lümen alanının (MLA) 6 mm^2 'den küçük olması FFR değerinin 0.75-0.80'in altında olması ile eşdeğerdir. İnvasküler görüntüleme güncel klavuzlarda özellikle kompleks lezyonların revaskülarizasyonunda (LMCA revaskülarizasyonu, uzun ve ağır kalsifiye olan lezyonlar, kronik total oklüzyonlar, bifurkasyon lezyonları ve osteal lezyonlar gibi) Klas IIa endikasyonla önerilmektedir. OCT, ağır kalsifiye veya stentiçi restenoz olan lezyonlarda daha ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte kronik böbrek hastalarında kullanımı esnasında dikkatli olunmalıdır. Bunun yanında İVUS, kronik total oklüzyonlar, osteal lezyonlar ve LMCA darlıklarında daha üstün görünmektedir.

İnvasküler görüntüleme yöntemlerinin bifurkasyon lezyonlarında kullanımı: Standart perkütan koroner girişimlerde (PKG) İVUS, lezyon özelliklerinin değerlendirilmesi, stent açılımının optimize edilmesi ve optimal stent ekspansiyonunun sağlanması, stent ucu plak yükünün belirlenmesi ve varsa stent ucu diseksiyonunun tayin edilmesi amacıyla kullanılır. Bifurkasyon PKG' lerde İVUS hem anadal (MV) hem de yandalın (SB) incelenmesinde değerlidir; MV ve SB için yeterli derecede lezyon hazırlığının olup olmadığının kontrolünü sağlar, distal MV çapının MV stenti ile 1:1 boyutta olup olmadığını kesin bir şekilde belirler, takip eden stent postdilatasyonu ve kissing balon dilatasyon işlemlerinin sonuçlarının değerlendirilmesini sağlar ve proksimal MV için uygulanacak POT balonlarının 1:1 boyutta olmasını garantiler.

OCT, bifurkasyon PKG' lerde İVUS' un yukarıda sayılan avantajlarına ek olarak önemli bir katkı daha sağlamaktadır. OCT ile strut konfigürasyonu çok daha net bir şekilde görüntülenir ve distal struttan geçilip geçilmediği kesin olarak doğrulanır. Provizyonel stentlemede, kissing balon dilatasyon ve T/TAP stentleme teknikleri için klavuz telin MV stentinin distal hücrelerinden geçilmesi hayati öneme sahiptir. Bunun yanında DK crush tekniği ile yapılan bifurkasyon stentleme klavuz telin ilk ve ikinci kissing balon dilatasyonlar için distal olmayan bir hücreden geçmesi gerekmektedir (proksimal veya santral bir hücreden). OCT ile uygun bir struttan geçilip geçilmediği İVUS' a oranla çok daha net bir şekilde ortaya konulur (Şekil-3).



Şekil-3: SB balon dilatasyondan önce klavuz telin geçiş noktasının OCT ile kontrol edilmesi. **A)** 2 boyutlu OCT görüntüsü: Klavuz tel (ok) SB'ı merkezinden uzak bir noktada geçmiştir (üçgen). **B)** 3 boyutlu OCT görüntüsünde klavuz telin proksimal stent hücresinin distalinden geçtiği (haç işareti) ve olması gereken optimal nota olan distal hücrede (yıldız) bulunmadığı gösterilmiştir. **C)** Fly-through görüntülemeye de klavuz telin suboptimal yerleşimi izlenmektedir (haç işareti ile gösterilen proksimal hücre, yıldız işareti ile gösterilen distal hücre).

Bifurkasyon PKG' lerde intravasküler görüntüleme yöntemlerinin etkinlik ve güvenliliğinin araştırıldığı randomize klinik çalışmalar bulunmaktadır. 3 yıllık bir takibin olduğu ULTIMATE çalışmasında kompleks bifurkasyon PKG' lerde İVUS kullanımı ile hedef damar failure (TVF) daha az görülmüştür (Hazard oranı [HR] 0.48, %95 CI: 0.27-0.87). 5 yıllık takip sonuçları olan DKCRUSH-II çalışmasında İVUS inceleme yapılan hastalarda MI oranları daha düşük gelişmiştir (%1.8 vs. %5.4; p=0.043). NOBLE çalışmasının İVUS inceleme alt grubunda her ne kadar İVUS MACE oranlarını etkilememişse de (%18.9 vs. %25.0, p=0.45), bu çalışmada İVUS randomizasyon ile kullanılmamıştır. Crush tekniğinin kullanıldığı ve İVUS klavuzluğunda gerçekleştirilen bir LMCA bifurkasyon PKG çalışmasında, 5 yıllık MACE oranını en iyi öngören minimum stent alanı ölçümleri distal LMCA için 11.8 mm², osteal LAD için 8.3 mm² ve osteal Cx için 5.7 mm² olarak bulunmuştur. OCTOBER çalışmasında, bifurkasyon PKG uygulanan 1201 hasta OCT vs. Konvansiyonel Anjiyografi klavuzluğundaki PKG gruplarına randomize edilmiştir. OCT klavuzluğunda bifurkasyon PKG uygulanan hastalarda 2 yıllık MACE oranları daha düşük saptanmıştır (%10.1 vs. %14.1, CI: 0.50-0.98). Daha büyük ölçekli intravasküler görüntüleme klavuzluğundaki PKG çalışmalarının bifurkasyon PKG alt gruplarının incelendiği 7 çalışmanın metaanalizinde, bifurkasyon lezyonlarındaki hedef damar failure'un intravasküler görüntüleme klavuzluğunda PKG yapılanlarda belirgin şekilde daha düşük bulunduğu bildirilmiştir. Devam etmekte olan DKCRUSH-VIII çalışmasıyla DK crush tekniği ile bifurkasyon PKG yapılan hastalarda İVUS vs. Konvansiyonel Anjiyografi klavuzluğunda yapılan PKG' ler karşılaştırılmaktadır ve bu çalışmanın sonuçları bize değerli veriler sunacaktır.

Sonuç olarak; İVUS ve OCT gibi intravasküler görüntüleme yöntemleri bifurkasyon PKG' lerde stent implantasyonunun optimizasyonu, SB'in korunması ve akut komplikasyonları tanı konulması ve yönetiminde bize eşsiz veriler sunmaktadır. Bununla birlikte Avrupa Bifurkasyon Kulübü, İVUS ve OCT' nin bifurkasyon PKG uygulamalarında giderek daha merkezi bir rol üstlenmesine rağmen, günümüzde konvansiyonel anjiyografinin bifurkasyon PKG uygulamalarına rehberlik etmede temel yöntem olmaya devam ettiği sonucuna varmıştır. Önümüzdeki yıllarda yapılacak randomize kontrollü klinik çalışmaların intravasküler görüntüleme yöntemlerinin bifurkasyon PKG uygulamalarındaki rolünü daha da merkezi hale getirmesi beklenmektedir.

Kaynaklar

1. Dangas GD, Mehran R. Coronary angiography and intravascular imaging. In: Braunwald E, Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine, 13th edition. Philadelphia: Elsevier, 2026;361-383.
2. Kumbhani DJ, Bhatt DL. Percutaneous coronary intervention. In: Braunwald E, Braunwald's Heart Disease A Textbook of Cardiovascular Medicine, 13th edition. Philadelphia: Elsevier, 2026;768-788.
3. Murasato Y. How to use three-dimensional optical coherence tomography effectively in coronary bifurcation stenting. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:1023834.
4. Damrongwatanasuk R, Pollanen S, Bae JY, et al. Coronary bifurcation PCI-Part II: Advanced considerations. *J Cardiovasc Dev Dis.* 2025;12(11):439.
5. Burzotta F, Louvard Y, Lassen JF, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions using optimized angiographic guidance: The 18th consensus document from the European Bifurcation Club. *Eurointervention.* 2024;20:e915-e926.

KORONER BİFURKASYON LEZYONLARININ HEMODİNAMİK DEĞERLENDİRMESİ (FFR/İFR/QFR)

Derleyenler

Önder Öztürk¹ Cansu Öztürk²

¹Diyarbakır Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi

²Bitlis Tatvan Devlet Hastanesi

Bifurkasyon lezyonlarının; lezyon ekzantirisitesi, foreshortening, kompleks geometri gibi sebeplerden dolayı sadece anjiyografik olarak değerlendirilmesi kısıtlı veri sağlar. Doğru girişim stratejisinin belirlenmesi ve başarı şansının arttırılması için bifurkasyon lezyonlarında hemodinamik değerlendirme yapılması önemli bilgiler sağlamaktadır.

Hemodinamik değerlendirme, stabil koroner arter hastalığında orta dereceli koroner arter lezyonlarının değerlendirilmesinde kabul görmüş bir tanı yöntemidir.¹ Mevcut kılavuzlar, koroner darlığa bağlı iskemiye değerlendirmek için fraksiyonel akım rezervini (FFR) önermektedir. Çok sayıda çalışma FFR kılavuzluğunda yapılan koroner girişimlerin olumlu klinik sonuçlarını kanıtlamıştır.²⁻³

Koroner stenozu değerlendirmek için çeşitli hemodinamik araçlar geliştirilmiştir. Bu yazıda bu yöntemlerden olan FFR, İFR ve QFR'dan bahsedilecektir.

FFR:

Koroner FFR indeksi, tek bir darlık varlığında maksimum miyokardiyal kan akımının, darlık olmadığı durumda beklenen normal akıma oranıdır. Bu değer, bu amaç için özel olarak tasarlanmış kılavuz tellerle intrakoroner basıncı ölçerek elde edilir. FFR'nin belirlenmesi, ilaçlar kullanılarak mikrosirkülasyonun vazodilatasyonunu gerektirir; esas olarak adenosin kullanılır. Bunun dışında intravenöz regadenoson ve intrakoroner nitroprusid da benzer amaçla kullanılmıştır. Maksimum hiperemi durumunda, koroner direnç hem stabil hem de minimum olduğu için, göreceli akış ile göreceli intrakoroner basınç arasında doğrusal bir korelasyon elde edildiği gerçeğine dayanmaktadır. Sonuçları mikrosirkülasyon, kalp atış hızı, arteriyel kan basıncı ve diğer hemodinamik değişkenlerden bağımsızdır.⁴ Kronik koroner sendromun tedavisine ilişkin Avrupa kılavuzları, tıbbi tedaviye yanıt vermeyen semptomatik hastalarda ve non-invaziv testlerde yüksek olay riski görülen asemptomatik hastalarda risk sınıflandırması için FFR'ye sınıf IA öneri vermektedir. Non-invaziv testlerin sonuçları kesin olmadığında ise sınıf IIA öneri vermektedir.⁵ $\leq 0,80$ bir FFR sonucu, revaskülarizasyon gerektirebilecek kritik bir darlığı gösterir.

Bifurkasyon lezyonlarında çift stent stratejisine karar vermek, gereksiz metal yükünü azaltmak adına özellikle provizyonel başlanan hastalarda işlemin ilerleyen basamaklarında değerli bilgiler vermektedir. Bunun yanı sıra FFR telinin ilerletilebilirliğinin az olması, kıvrımlı lezyonları dönememesi gibi teknik sebepler bifurkasyon lezyonlarında ölçüm yapmayı zorlaştırmaktadır.

FFR kullanımının bifurkasyon lezyonlarında faydalı olabileceği klinik durumlar;

- Ana dal lezyonlarının değerlendirilmesi
- Medina 0,0,1 yan dal lezyonunun değerlendirilmesi
- Provizyonel ana dal stentleme sonrası yan dal lezyonunun değerlendirilmesi
- Provizyonel ana dal stentleme sonrası yapılan kissing balon dilatasyonu sonrasında yan dal lezyonunun değerlendirilmesi
- Stentleme sonrasında rezidü iskeminin değerlendirilmesi

FFR kullanımının bifurkasyon lezyonlarında faydasının olmayacağı klinik durumlar;

- Ciddi ana dal lezyonu varlığında işlem öncesi yan dal değerlendirilmesi
- Kısa ve klinik önemi olmayan yan dal değerlendirilmesi
- İşlem sonrası yan dalda diseksiyon gelişen, akımı bozan durum varlığı
- İki stent bifurkasyon işlemi yapılan lezyonlarda işlem sonucunun değerlendirilmesi⁶

Bilgisayarlı Tomografi Fraksiyonel Akım Rezervi (FFR- CT):

FFR-CT, koroner bilgisayarlı tomografi anjiyografiden elde edilen anatomik görüntülemeyi, koroner stenozların hemodinamik etkisini simüle etmek için hesaplamalı akış modellemesi ile birleştirerek FFR'ye benzer bir non-invaziv değerlendirme sağlar. FFR-CT'nin >0.8 olması normal, $0.76-0.80$ olması sınırda, ≤ 0.75 olması anormal olarak kabul edilir. FFR-CT'nin temel avantajı, invaziv bir prosedüre gerek kalmadan FFR'nin faydalarını sağlamasıdır. Bu yöntem, tüm koroner dolaşımın kapsamlı bir değerlendirmesini sağlar ve bu da onu yaygın hastalığı veya çoklu lezyonu olan hastalar için özellikle değerli kılar. FFR-CT, fonksiyonel olarak önemli stenozları belirleyerek, invaziv anjiyografi ve potansiyel revaskülarizasyonun gerekliliği konusunda kararların alınmasına yardımcı olur.⁷

Anlık Dalgasız Oran (iFR):

Koroner arter darlığının revaskülarizasyonu için optimal tedavi stratejisinin belirlenmesi, FFR kullanımını içerir. Revaskülarizasyonu yönlendirmek için fizyolojik lezyon değerlendirmesinin düşük klinik kullanımını iyileştirmek amacıyla, adenosin uygulaması gerektirmeyen, FFR'ye daha basit bir alternatif olarak iFR önerilmiştir. iFR, diyastolik dalgasız dönem sırasında (erken veya geç diyastolde) koroner arter stenozunun distal ve proksimal kan basıncının oranı olarak hesaplanır. Dalgasız dönem, yeni basınç dalgalarının oluşmadığı ve dinlenme mikrovasküler direncinin nispeten en aza indirildiği kalp döngüsünün bir parçasıdır. iFR, epikardiyal stenozun mikrosirkülatuar, oteoregülatuar rezervi ne ölçüde tükettiğini değerlendirerek stenozun hemodinamik ciddiyetini gösterir.⁸

Bifurkasyon lezyonlarında ve provizyonel stentlemede, iFR kullanımının FFR kullanımı ile benzer sonuçlar sağladığı klinik çalışmalarla gösterilmiştir.⁹ Bunun yanında FFR ile karşılaştırıldığında, iFR ölçümlerinde işlem süresi daha kısa olmaktadır. Bu nedenle bifurkasyon lezyonlarında iFR ölçümleri, koroner kan akımı fizyolojisinin gösterilmesi açısından FFR'a alternatif bir yöntemdir.

Ölçülen iFR değeri >0.93 olan stenoz, kritik olmayan stenoz olarak adlandırılır. iFR değeri <0.86 olanlar revaskülarizasyon ile tedavi edilebilir. iFR değeri 0.86 ile 0.93 arasında olan stenozlar gri bölge olarak tanımlanır ve tedaviyi yönlendirmek için FFR değerlendirmesine tabi tutulabilir.

QFR:

Kantitatif akım oranı (QFR), basınç telleri kullanmadan ve hiperemi indüksiyonu yapmadan koroner arter darlığının fonksiyonel testini yapmak için kullanılan yeni bir tanı yöntemidir. QFR, modern yazılımları kullanarak üç boyutlu damarları yeniden yapılandırmak ve akış modellerini hesaplamak için kullanılan bir anjiyografik tekniktir. QFR, standart invaziv koroner anjiyografik görüntülemenin hesaplanmasına dayanır.¹⁰ Teknik, kontrast akım hızı kullanılarak basınç düşüşü hesaplanması esasına dayanır. Önemli teknik avantajları sayesinde koroner lezyonlar için modern, etkili ve kullanışlı bir araçtır. QFR değeri >0.80 önemsiz kabul edilirken, ≤ 0.80 değeri önemli darlık olduğunu gösterir.

Bifurkasyon lezyonlarında QFR ile ana dal, osteal yan dal darlıkları ve ana dala stent sonrası yan dal darlıklarının yeniden değerlendirilmesi konusunda önemli bilgi verir. Çok kalsifik ve kıvrımlı damarlarda, TIMI akım <3 durumlarında kullanımı kısıtlıdır.

Kaynaklar:

1. Toth G, Hamilos M, Pyxaras S, Mangiacapra F, Nelis O, De Vroey F, Di Serafino L, Muller O, Van Mieghem C, Wyffels E, Heyndrickx GR, Bartunek J, Vanderheyden M, Barbato E, Wijns W, De Bruyne B. Evolving concepts of angiogram: fractional flow reserve discordances in 4000 coronary stenoses. *Eur Heart J*. 2014;35:2831-2838. doi: 10.1093/eurheartj/ehu094.
2. De Bruyne B, Fearon WF, Pijls NH, Barbato E, Tonino P, Piroth Z, Jagic N, Mobius-Winckler S, Rioufol G, Witt N, Kala P, MacCarthy P, Engström T, Oldroyd K, Mavromatis K, Manoharan G, Verlee P, Frobert O, Curzen N, Johnson JB, Limacher A, Nüesch E, Juni P; FAME 2 Trial Investigators. Fractional flow reserve-guided PCI for stable coronary artery disease. *N Engl J Med*. 2014;371:1208-1217. doi: 10.1056/NEJMoa1408758.
3. van Nunen LX, Zimmermann FM, Tonino PA, Barbato E, Baumbach A, Engström T, Klauss V, MacCarthy PA, Manoharan G, Oldroyd KG, Ver Lee PN, Van't Veer M, Fearon WF, De Bruyne B, Pijls NH; FAME Study Investigators. Fractional flow reserve versus angiography for guidance of PCI in patients with multivessel coronary artery disease (FAME): 5-year follow-up of a randomised controlled trial. *Lancet*. 2015;386:1853-1860. doi: 10.1016/S0140-6736(15)00057-4.
4. Vilchez-Tschischke JP, Sánchez JS, Peregrina EF, et al. Coronary physiology at the cath lab. *REC Interv Cardiol*. 2022;4:319-328. doi: 10.24875/RECICE.M22000328

5. Neumann FJ, Sechtem U, Banning AP, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41:407-477.
6. Lee JM, Koo BK, Kumsars I, et al. Coronary fractional flow reserve in bifurcation stenoses: what have we learned? *EuroIntervention* 2015;11 Suppl V:V59-63. doi: 10.4244/EIJV11SVA13.
7. Collet C, Sonck J, Leipsic J, Monizzi G, Buytaert D, Kitslaar P, et al. Implementing Coronary Computed Tomography Angiography in the Catheterization Laboratory. *JACC Cardio-vasc Imaging*. 2021;14(9):1846-55. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.07.048>
8. Guus A. De Waard, Carlo Di Mario, Amir Lerman, et al. Instantaneous wave-free ratio to guide coronary revascularisation: physiological framework, validation and differences from fractional flow reserve. *EuroIntervention*, Volume 13, Number 4, 2017. doi: 10.4244/EIJ-D-16-00456
9. Altstidl JM, Achenbach S, Marwan M, et al. Comparison of adenosine-independent pressure indices to fractional flow reserve in stent-jailed bifurcation side branches. *Catheter Cardiovasc Interv* 2022. doi: 10.1002/ccd.30298.
10. Jelmer Westra, MS, Shengxian Tu, PhD, Simon Winther, MD, et al. Evaluation of Coronary Artery Stenosis by Quantitative Flow Ratio During Invasive Coronary Angiography: The WIFI II Study (Wire-Free Functional Imaging II). *Circulation Cardiovascular Imaging*, Volume 11, Number 3, 2018. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.117.007107

NE ZAMAN İKİ STENT STRATEJİSİ?

Derleyen

Gülizar Traş

Mersin Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Bifurkasyon lezyonlarında optimal perkütan koroner girişim(PKG) stratejisi invaziv kardiyolojinin önemli bir konusudur ve tedavisi hala tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Avrupa Bifurkasyon Kulübü'nün (EBC) tanımına göre bir bifurkasyon lezyonu; "önemli bir ana damar (MB) ve bu damardan ayrılan, klinik olarak anlamlı bir yan dalın (SB) birleşim noktasında veya bu noktaya komşu alanda (genellikle 1-2 mm mesafede) meydana gelen koroner arter darlığı" olarak kabul edilir. EBC, lezyonun anatomik yapısını tanımlamak için Medina Sınıflandırması'nın kullanılmasını Eylül 2005'te Bordeaux'da düzenlenen toplantısından itibaren standart olarak kabul eder. Bu sistemde her segmente önemli darlık yokluğunda 0 ve >%50 üzerinde darlık varlığında 1 değeri atanır. Bu nedenle sırayla; proksimal ana damar, distal ana damar ve yan dal lezyon tutulumuna göre (1,0,1) gibi kodlanır. EBC, hangi yan dalın "önemli" kabul edileceğine dair esnek ama pratik bir yaklaşım sunar (1,2). Yan dalın göreceli öneminin nasıl değerlendirileceği konusu tarihsel olarak önemli bir tartışma olmuştur. Bu tartışma, yan dal tıkanmasının olası sonuçları hakkındaki kaçınılmaz belirsizlik unsurundan kaynaklanmaktadır. Bir yan dal şu durumlarda anlamlı kabul edilir: çap; yan dalın referans çapının genellikle ≥ 2.0 mm veya ≥ 2.5 mm olması; klinik önem; kaybedilmesi durumunda hastada semptom, iskemi veya miyokardiyal hasar riski oluşturacak büyüklükte bir alanı beslemesi. BT anjiyografi ve fraksiyonel akış rezervi (FFR) kullanılarak elde edilen veriler, bir yan dalın ana daldan daha az oranda miyokard beslediğini ve yan dalın darlığının, MB'nin benzer bir darlığına göre daha az önemli iskemiye neden olma olasılığının daha düşük olduğunu doğrulamaktadır (3,4). Özellikle, BT anjiyografi ile ölçülen uzunluğu 73 mm üzerinde olan yan dalların, fraksiyonel miyokard kütlelerinin en az %10'unu besleme olasılığı en yüksektir (5). Sonuç olarak, yan dalın uzunluğu, darlık derecesi ve darlık uzunluğu unsurları birlikte; revaskularizasyon işlemi sırasında her zaman korunması gereken önemli/kompleks bir yan dal lezyonunu tanımlar.

MADS Sınıflaması, Avrupa Bifurkasyon Kulübü (EBC) tarafından, koroner bifurkasyon girişimlerinde kullanılan stentleme tekniklerini standardize etmek ve operatörler arasında ortak bir dil oluşturmak amacıyla geliştirilmiş bir taksonomidir. "MADS" ismi, stentin takıldığı ilk pozisyonu ve tekniğin temelini temsil eden dört harfin kısaltmasıdır: (6,7)

M-Main Vessel(Önce Ana Damar): Stent önce ana damara (proksimalden distale) yerleştirilir. Bu yöntemden sonra her iki dalın ardışık veya eşzamanlı işlemleri uygulanabilir. Provizyonel Stentleme; bu grubun temelidir. Sadece ana damar stentlenir, gerekirse yan dala müdahale edilir. Inverted Provizyonel; önce yan dalın stentlenmesi durumudur.

A-Across Side (Yan Dalı Çaprazlayarak): Stent, yan dalın ağzını (ostium) tamamen kapatacak şekilde ana damara yerleştirilir. Ana damar stentinden sonra yan daldaki sorun çıkarsa yapılan T-stentleme veya TAP (T and Protrusion) bu kategoriye girer.

D- Double First (Önce Distal): Stentleme işlemi bifurkasyonun distal dallarından (genellikle yan daldan) başlar. V stentleme veya Simultane kissing stentleme bu sınıflamaya uymaktadır.

S- Side Branch First (Önce Yan Dal): Stent sadece yan dala veya önce yan dala, ana damara taşmayacak şekilde yerleştirilir. Crush yöntemleri bu grupta yer almaktadır.

Koroner bifurkasyon işlemlerine başlamadan önce uygun stratejinin belirlenmesi, olası komplikasyonlar halinde ek planlamanın yapılması işlem başarısını artıracak en önemli adımdır. Bu aşamadaki ilk adım lezyonda tek ya da çift stent stratejileri arasında seçim yapmaktır. Basamaklı katmanlandırılmış (stepwise layered) provizyonel stentleme (PS) stratejisi, gerçek sol ana koroner arter(LM) dışı koroner bifurkasyon lezyonları (KBL) olmayan veya SB lezyon uzunluğu <10 mm olan gerçek LM dışı KBL'li hastaların büyük çoğunluğu için önerilir.(8) Her ne kadar tek stent stratejisi yaklaşımları ile iki stent stratejisi yaklaşımları arasında tüm nedenlere bağlı ölüm oranları açısından uzun vadeli etkinlik ve güvenlik konusunda karışık sonuçlar olsa da, gerçek KBL'yi (Medina sınıflandırması 1,0,1; 1,1,1; 0,1,1) tek stent implantasyonu ile tedavi etme stratejisi, randomize çalışmaların meta-analizinin sonuçlarıyla desteklenmektedir. Bu; tek stentli bir

yaklaşımın, daha karmaşık iki stentli bifurkasyon stratejilerinin önceden kullanılmasına kıyasla, takipte (>1 yıl) tüm nedenlere bağlı ölüm oranlarında azalma ile ilişkili olduğunu göstermiştir (9). PS yaklaşımı, SB lezyon uzunluğu <10 mm olan gerçek sol ana KBL'li hastaların çoğunluğu için de ilk tercih olmaya devam etmektedir. 29 randomize klinik çalışmadan 8318 hastanın dahil edildiği ve AHA tarafından 2022 yılında yayınlanan bir metaanalizde provizyonel stentleme ile çift stent teknikleri arasında tüm nedenlere bağlı ölüm, kardiyak ölüm, miyokard enfarktüsü, stent trombozu, hedef damar revaskularizasyonu açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Ancak yan dal uzunluğunun 10 mm ve üstünde olduğu lezyonlarda çift stent teknikleri PS'ye üstün bulunmuştur.(10) DEFINITION kriterleri Medina 1,1,1 ya da 0,1,1 olan lezyonların kompleks ya da kompleks olmayan olarak sınıflandırılmasında kullanılmaktadır. Bu kriterler Chen ve arkadaşları tarafından yürütülen DEFINITION I ve II çalışmalarına dayanır. EBC'nin genel "basit tut" yaklaşımının aksine, bu kriterler hangi hastalarda doğrudan iki stent stratejisinin daha üstün olduğunu belirlemek için geliştirilmiştir. Majör kriterler LM lezyonları için %70 ve üstü; non-LM lezyonlar için %90 ve üstü darlık ile birlikte yan dal lezyon uzunluğunun 10 mm ve üstü olmasıdır. Minör kriterler ise orta-ileri kalsifikasyon, multiple lezyon varlığı, bifurkasyon açısının 45 altı veya 70 üstü olması, ana dal referans damar çapının 2.5 mm altında olması, trombüs içeren lezyon bulunması ve anadal lezyon uzunluğunun 25 mm ve üstünde olması olarak tanımlanmıştır. Lezyonun kompleks lezyon olarak sınıflandırılması için 1 majör ve 2 minör kriter gerekmektedir. (11,12) DEFINITION II çalışması göstermiştir ki; bu kriterlere göre "kompleks" olarak sınıflandırılan lezyonlarda, en baştan iki stent stratejisi ile başlamak (özellikle DK-Crush tekniği), provizyonel stratejiye göre hedef lezyon başarısızlığı oranlarını anlamlı derecede düşürmektedir.

Tüm bu çalışmalar koroner bifurkasyon işlemlerinde lezyonun ayrıntılı analizi sonrasında uygun hasta grubunda provizyonel stentlemenin tercih edilmesi ve gerekli hasta grubunda ise başlangıçtan itibaren çift stent tekniklerinin uygulanmasının önemini göstermektedir.

Kaynaklar

- 1- Thomas M, Hildick-Smith D, Louvard Y, Albiero R, Darremont O, Stankovic G, Pan M, Legrand V, Debruyne B, Lefevre T. Percutaneous coronary intervention for bifurcation disease. A consensus view from the first meeting of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2006;2:149-53.
- 2- Louvard Y, Thomas M, Dzavik V, Hildick-Smith D, Galassi AR, Pan M, Burzotta F, Zelizzo M, Dudek D, Ludman P, Sheiban I, Lassen JF, Darremont O, Kastrati A, Ludwig J, Iakovou I, Brunel P, Lansky A, Meerkin D, Legrand V, Medina A, Lefèvre T. Classification of coronary artery bifurcation lesions and treatments: time for a consensus! *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008;71: 175-83.
- 3- Thygesen T, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, White HD; ESC Scientific Document Group. Fourth universal definition of myocardial infarction (2018). *Eur Heart J*.2019;40:237-69.
- 4- Porto I, Selvanayagam JB, Van Gaal WJ, Prati F, Cheng A, Channon K, Neubauer S, Banning AP . Plaque volume and the occurrence and location of periprocedural myocardial necrosis after percutaneous coronary intervention: insights from delayed enhancement magnetic resonance imaging, thrombolysis in myocardial infarction myocardial perfusion grade analysis, and intravascular ultrasound. *Circulation*. 2006;114:662-9.
- 5- Kim HY , Doh JH, Lim HS, Nam CW , Shin ES, Koo BK, Lee JM, Park TK, Yang JH, Song YB, Hahn JY , Choi SH, Gwon HC, Lee SH, Kim SM, Choe Y , Choi JH. Identification of Coronary Artery Side Branch Supplying Myocardial Mass That May Benefit From Revascularization. *JACC Cardiovasc Interv*. 2017;10:571-81.
- 6- Ge L, Airolidi F, Iakovou I, Cosgrave J, Michev I, Sangiorgi GM, Montorfano M, Chieffo A, Carlino M, Corvaja N, Colombo A. Clinical and angiographic outcome after implantation of drug-eluting stents in bifurcation lesions with the crush stent technique: importance of final kissing balloon post-dilation. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:613-20.
- 7- Shan SJ, Ye F, Liu ZZ, Tian NL, Zhang JJ, Chen SL. Coronary bifurcation lesions treated with double kissing crush technique compared to classical crush technique: serial intravascular ultrasound analysis. *Chin Med J (Engl)*. 2013;126:1247-51.
- 8- Di Gioia G, Sonck J, Ferenc M, Chen SL, Colaïori I, Gallinoro E, Mizukami T, Kodeboina M, Nagumo S, Franco D, Bartunek J, Vanderheyden M, Wyffels E, DeBruyne B, Lassen JF, Bennett J, Vassilev D, Serruys PW, Stankovic G, Louvard Y, Barbato E, Collet C. Clinical Outcomes Following Coronary Bifurcation PCI Techniques: A Systematic Review and Network Meta-Analysis Comprising 5,711 Patients. *JACC Cardiovasc Interv*. 2020;13:1432-44.
- 9- Ford TJ, McCartney P, Corcoran D, Collison D, Hennigan B, McEntegart M, Hildick-Smith D, Oldroyd KG, Berry C. Single- Versus 2-Stent Strategies for Coronary Bifurcation Lesions: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Trials With Long-Term Follow-up. *J Am Heart Assoc*. 2018;7:e008730.
- 10- Park DY, An S, Jolly N, Attanasio S, Yadav N, Rao S, Vij A. Systematic Review and Network Meta-Analysis Comparing Bifurcation Techniques for Percutaneous Coronary Intervention. *J Am Heart Assoc*. 2022 Jun 20;11(12):e025394. doi: 10.1161/JAHA.122.025394. Epub ahead of print. PMID: 35723005; PMCID: PMC9238651.
- 11- Ge Z, Gao XF, Zhan JJ, Chen SL. Coronary Bifurcation Lesions. *Interv Cardiol Clin*. 2022 Oct;11(4):405-417. doi: 10.1016/j.iccl.2022.02.002. Epub 2022 Sep 7. PMID: 36243486.
- 12- Zhang JJ, Ye F, Xu K, Kan J, Tao L, Santos T, Munawar M, Tresukosol D, Li L, Sheiban I, Li F, Tian NL, Rodríguez AE, Paiboon C, Lavarra F, Lu S, Vichairuangthum K, Zeng H, Chen L, Zhang R, Ding S, Gao F, Jin Z, Hong L, Ma L, Wen S, Wu X, Yang S, Yin WH, Zhang J, Wang Y, Zheng Y, Zhou L, Zhou L, Zhu Y, Xu T, Wang X, Qu H, Tian Y, Lin S, Liu L, Lu Q, Li Q, Li B, Jiang Q, Han L, Gan G, Yu M, Pan D, Shang Z, Zhao Y, Liu Z, Yuan Y, Chen C, Stone GW, Han Y, Chen SL. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial. *Eur Heart J*. 2020 Jul 14;41(27):2523-2536. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa543. PMID: 32588060.

YAN DAL KORUMA TEKNİKLERİ

Derleyen

Melih Öz

Ümraniye Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Giriş

Provizyonel stentleme, koroner bifurkasyon lezyonlarında standart ve görece basit bir yaklaşım olmakla birlikte, olguların %6–18'inde yan dal oklüzyonu ile sonuçlanabilmektedir. Yan dal akımının yeniden sağlanması çoğu zaman başlangıç işleminden daha zor olduğundan, bazı operatörler başlangıçta çift stent stratejilerini tercih edebilmektedir. Bifurcation Academic Research Consortium (Bif-ARC), klinik olarak anlamlı SB'yi çapı $\geq 2,0$ mm olan ve miyokardın %10'undan fazlasını besleyen dal olarak tanımlamaktadır. Konsensusta bir yan dalın önemini değerlendirmek için gerekli olan en az iki ortogonal planda yapılan koroner anjiyografi yan dal ile ilgili miyokard kütesinin yerine geçen dolaylı ölçümlere (yan dal uzunluğu, anatomik skorlar) olanak tanır. Bu bağlamda, ≥ 73 mm uzunluğundaki bir yan dalın miyokard kütesinin ≥ 10 'unu beslediği varsayılır. Ancak çoğu zaman bu operatörün belirli bir hasta anatomisi bağlamında kaybetmek istemedikleri $\geq 2,0$ mm'lik bir damarı ilgili bir yan dal olarak kabul edilir.

Yan dal oklüzyonunun başlıca mekanizmaları karina ve plak kaymasıdır, en sık karşılaşılan neden ise ana damar stent implantasyonu sırasında distal segmentin aşırı genişletilmesidir. Bu risk zaten yan dal tıkanıklığına yatkın olan anatomilerde en yaygındır. Bu riski önlemek için, ilk stenti distal ana damarın çapına göre yerleştirmek ve implantasyonu karina seviyesinin üzerinde proksimal optimizasyon tekniği (POT) ile tamamlamak çok önemlidir. Yan dal tıkanıklığına yatkınlık yaratan faktörler çeşitli çalışmalarda belirlenmiştir. Intravasküler ultrason (IVUS) ile sivri bir morfolojiye sahip karinanın (bir "kaş" işareti), ana damar stent implantasyonundan sonra osteal yan dal hasarının güçlü bir öngörücüsü olduğu bulunmuştur. Optik koherens tomografi (OCT) ile ana damar lezyonunun yüksek lipid içeriği ve bifurkasyon bölgesindeki lipidin kontralateral konumu, provizyonel stentlemeden sonra yan dal tıkanmasına katkıda bulunabilir. Daha dar bir karina açısı, proksimal bifurkasyon noktası ile karina arasındaki daha kısa uzunluk ve ana daldaki kalsifiye plak da yan dal komplikasyonu için OCT faktörleri olarak önerilmiştir. Diğer anjiyografik özellikler, her iki dalda çap darlığı derecesi, lezyon uzunluğu, bifurkasyon açısı veya trombus içeren lezyon gibi yan dal tıkanmasının öngörücüleri olarak bildirilmiştir. Ancak risk her hastada farklılık gösterdiğinden, bifurkasyon lezyonlarının yönetiminde bireyselleştirilmiş yaklaşım esastır. Bu bölümde, yan dal tel yerleştirme ve koruma stratejileri özetlenmektedir.

• Yan Dal Koruma Teknikleri

• Jailed Wire Tekniği

Jailed wire tekniği, bifurkasyon lezyonlarında özellikle ana damar stentleme ve ardından yapılan POT sırasında yan dalın korunması amacıyla en yaygın kullanılan yöntemdir. Tel, karina veya plak kaymasına bağlı yan dal ostiumunun kapanmasını önlemek amacıyla osteal boşluğu işgal eder. Yan dal akımı bozulduğunda ise tel; yeniden tellenme, yan dal dilatasyonu, kissing balon uygulaması veya gerekirse yan dal stentlemesi için bir işaretleyici ve açı değiştirici olarak işlev görür. Yan dal yeniden geçilemezse, düşük profilli bir balon stent strutları altından yan dal ostiumuna ilerletilerek akım yeniden sağlanabilir.

Jailed wire tekniği kullanılmadan yapılan provizyonel stentleme ile karşılaştırıldığında jailed wire tekniğinin yan dal oklüzyon oranını azalttığı bildirilmiştir. Ancak COBIS II sonuçları, jailed wire tekniğinin yan dalı yeniden başka bir tel ile geçmek için bir yol sağlaması dışında yan dal tehlikeye girme oranını anlamlı olarak azaltmadığını göstermiştir. Strut hücrelerinden yan dalın yeniden tellenmesi işlem süresini uzatmakta ve yan dal diseksiyonu riskini artırmaktadır. Tel sıkışması özellikle ciddi kalsifiye lezyonlarda ve stentlerin yüksek basınçta açıldığı durumlarda daha sık görülür; sıkışan telin geri çekilmesi tel kırılması, stent deformasyonu veya damar hasarına yol açabilir. Bu nedenle jailed wire tekniği, oklüzyon riski düşük yan dalların tedavisinde daha uygun kabul edilmektedir. Bu özellikler; daha geniş lümen çapı, düşük plak yükü, kısa karina uzunluğu ve küçük bifurkasyon açısıdır.

Yan dala tel yerleştirmenin zor olduğu; aşırı tortuožite, belirgin açılanma veya bifurkasyonda ciddi stenoz varlığında yönlendirilebilir mikrokaterler yardımcı olabilir. Operatör kateter ucunun açısını manuel olarak ayarlayabilir. Ayrıca Crusade çift lümenli mikrokater kullanılarak uygulanan ters tel tekniği ile belirgin açılı yan dallara komplikasyonsuz ve majör advers kardiyak olay (MACE) gelişmeksizin başarılı tel yerleştirme sağlanmıştır.

Jailed Balon Tekniği

Burzotta ve ark. tarafından 2010 yılında tanımlanan jailed balon tekniği, ana damar stentlemesi öncesinde yan dala sönük bir balon yerleştirilmesine dayanır. Ana dal stentlemesi sonrası yan dal akımı azalır (TIMI <3), jailed balon hem yeniden tellenme için belirgin bir işaretleyici görevi görür hem de gerekirse şişirilerek yan dal ostiumunun hızlıca yeniden açılmasını sağlar. Bu yöntem, ostiumda daha fazla alan kaplayarak karina veya plak kaymasını mekanik olarak sınırlamayı amaçlar ve yeniden tellenme sırasında daha iyi aç desteği sunar.

Bench çalışmalarda balonun şişirilmesinin proksimal segmentte stent malapozisyonuna yol açabileceği gösterilmiştir. Ancak sönük balonun belirgin malapozisyona neden olmadığı, esas sorunun balon inflasyonu sonrası ortaya çıktığı bildirilmiştir. Güncel yaklaşımlarda provizyonel stentleme sonrası rutin POT uygulanması, jailed balon tekniğine bağlı gelişebilecek malapozisyon veya stent deformasyonunu büyük ölçüde düzeltebilir.

Jailed balon tekniğinin diğer potansiyel riski balon sıkışması veya rüptürüdür; özellikle ağır kalsifiye lezyonlarda bildirilmiştir. Bu nedenle yüksek, kaliteli ve yeterli uzunlukta (proksimal stent kenarını aşacak) balon seçilmeli ve dikkatli geri çekilmelidir. Sıkışma gelişirse balon tekrar şişirilerek nazikçe çıkarılabilir. Başlangıçta teknik final kissing balon ile tamamlanmış olsa da, güncel veriler DBK'nin eliptik stent deformasyonuna yol açabileceğini ve ek klinik fayda sağlamadığını göstermektedir. Bu nedenle final kissing balon uygulanacaksa sonrasında POT yapılmalı veya tercih edilen yaklaşım olarak re-POT stratejisi benimsenmelidir.

Simplified Jailed Balloon Tekniği

Bu teknikte hem ana damar hem de yan dala tel gönderilir ve ardından bir balonla ana damara predilatasyon yapılır. Ana damara stent ve yan dala uzun bir balon yerleştirildikten sonra stent yerleştirilir. Stentin yerleştirilmesinin ardından yan dalda komplikasyon (diseksiyon, akım kaybı vb.) gelişmez ise yan dal balonu 3 atm gibi düşük bir basınçta şişirilip indirilerek geri alınır. Eğer yan dalda oklüzyon gelişirse akımı yeniden sağlamak için balon anjioplasti yapılır. Yan dalda balon anjioplasti sonrasında ana damarda stent deformasyonu olacağı için optimal stent pozisyonunu sağlamak için stentin balonu kullanılır ve nominal basıncın üzerine çıkılarak şişirilir. Klasik yöntemden diğer farkı da kissing balon yapılmamasıdır.

Jailed Semi-Inflated Balloon Tekniği

Çaylı ve arkadaşları tarafından 2015 yılında tanımlanan teknikte ana damarda stent konumlandırılırken, uzun bir balon yan dala yerleştirilir ve balonun proksimal ucu stentin başlangıç noktasından yaklaşık 1-2 mm dışarıda olacak şekilde ayarlanır. Klasik basitleştirilmiş jailed balon yaklaşımından farklı olarak, stent açılırken yan daldaki balon da eş zamanlı olarak 4-6 atm basınçla şişirilir. Bu yöntemin temel amacı, plak yer değiştirmesini önleyerek yan dal ağzının açıklığını korumaktır. Kısa bir nonkompliyon balon ile POT yapılarak işlem sonlandırılır.

Balloon-Stent Kissing Tekniği

Jin ve arkadaşları, 2013 yılında BSKT tekniğini tanımlamıştır. Bu yöntem, Jailed Semi-Inflated Balloon Tekniğine (JSBT) benzer şekilde yan dala yerleştirilen balonun ana damar stentlenmeden önce şişirilmesini içerir; ancak burada uygulanan şişirme basıncı JSBT'ye kıyasla daha yüksektir. Bu nedenle işlem sonrasında stentin damar duvarına uyumunu artırmak amacıyla post-dilatasyon yapılır. Araştırmacılar bu tekniği 60 olguda uygulamış ve vakaların %98'inin gerçek bifurkasyon lezyonları olduğu bildirilmiştir. Tüm yan dallarda işlem sonrasında TIMI 3 akım korunmuş, balon sıkışması gibi bir komplikasyon gözlenmemiştir. Ayrıca yan dal diseksiyonu ya da işlemle ilişkili miyokard enfarktüsü saptanmamıştır.

Jin ve ekibi daha sonra Balloon-Stent Kissing Tekniği (BSKT) ile Jailed Wire Tekniğini (JWT) karşılaştıran randomize kontrollü bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada BSKT grubunda işlem sonrası yan dal tıkanıklığı görülmezken, JWT grubunda bu oran %15,6 olarak bulunmuştur. Perioperatif majör advers kar-

diyak olayların (MACE) da BSKT grubunda anlamlı derecede daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Bununla birlikte, ortalama 19 aylık takip süresinde iki grup arasında MACE açısından belirgin bir fark izlenmemiştir.

Qu ve arkadaşları ise BSKT tekniğini modifiye ederek son aşamada POT uygulanmasını önermiş ve bu yaklaşımı Modifiye Balloon-Stent Kissing Tekniği (MBSKT) olarak adlandırmıştır. Kırk hastayı içeren iki kollu kohort çalışmasında, MBSKT uygulanan grupta yan dal kaybının (3/40), JWT grubuna (12/80) göre daha düşük olduğu gösterilmiştir. On iki aylık takipte MACE oranları her iki grupta benzer bulunmuş ve balon sıkışması rapor edilmemiştir.

Jailed Corsair Tekniği

Numasawa ve arkadaşları yaygın kalsifiye stenozlu LAD'de diyagonal bir dalı korumak için Jailed Corsair Tekniği'nin uygulandığı bir vakayı bildirmiştir. Bu vakada, ana damae stentlemesinden önce yan dala bir Corsair mikrokateri hapsedilmiştir. Stent yerleştirildikten sonra, Corsair şaftı döndürülerek çıkarılmıştır. JWT ile karşılaştırıldığında, hapsedilmiş Corsair mikrokateri daha fazla yer kaplamış ve daha kolay çıkarılmıştır. Jailed Balon Teknikleriyle karşılaştırıldığında, ostium diseksiyonu riski azalmıştır.

Sonuç

Bu bölümde, ana koroner arter stentlemesinden sonra yan dalın korunmasına yönelik farklı teknikleri ve bunların etkinliğini değerlendirmektedir. Yan dal koruma ve kurtarma stratejileri detaylı biçimde tartışılmış, her bir yöntemin avantajları ve sınırlamaları ele alınmıştır. Mevcut klinik veriler, hangi tekniğin en üstün olduğunu net şekilde ortaya koymasa da, çalışma girişimsel kardiyologlara bifurkasyon lezyonlarını yönetirken başvurabilecekleri çeşitli pratik seçenekler hakkında yol göstermektedir.

Kaynaklar:

1. Hahn JY, Chun WJ, Kim JH, Song YB, Oh JH, Koo BK, "et al." Predictors and outcomes of side branch occlusion after main vessel stenting in coronary bifurcation lesions: Results from the COBIS II Registry (COronary Bifurcation Stenting). *J Am Coll Cardiol.* 2013;62:1654-9.
2. Park JJ, Chun EJ, Cho YS, Oh IY, Yoon CH, Suh JW, "et al." Potential predictors of side-branch occlusion in bifurcation lesions after percutaneous
3. Lunardi M, Louvard Y, Lefèvre T, Stankovic G, Burzotta F, Kassab GS, "et al." Definitions and Standardized Endpoints for Treatment of Coronary Bifurcations. *EuroIntervention.* 2022 May 18. [Epub ahead of print].
4. Kim HY, Doh JH, Lim HS, Nam CW, Shin ES, Koo BK, "et al." Identification of Coronary Artery Side Branch Supplying Myocardial Mass That May Benefit From Revascularization. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10:571-81.
5. Suárez de Lezo J, Medina A, Martín P, Novoa J, Suárez de Lezo J, Pan M, "et al." Predictors of ostial side branch damage during provisional stenting of coronary bifurcation lesions not involving the side branch origin: an ultrasonographic study. *EuroIntervention.* 2012;7:1147-54.
6. Kini AS, Vengrenyuk Y, Pena J, Yoshimura T, Panwar SR, Motoyama S, "et al." Plaque morphology predictors of side branch occlusion after provisional stenting in coronary bifurcation lesion: Results of optical coherence tomography bifurcation study (ORBID). *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;89:259-68.
7. Watanabe M, Uemura S, Sugawara Y, Ueda T, Soeda T, Takeda Y, "et al." Side branch complication after a single-stent crossover technique: prediction with frequency domain optical coherence tomography. *Coron Artery Dis.* 2014;25:321-9.
8. Fujino Y, Attizzani GF, Tahara S, Takagi K, Naganuma T, Wang W, "et al." Impact of main-branch calcified plaque on side-branch stenosis in bifurcation stenting: an optical coherence tomography study. *Int J Cardiol.* 2014;176:1056-60.
9. Choi YJ, Lee SJ, Kim BK, Hong SJ, Ahn CM, Kim JS, "et al." Effect of Wire Jailing at Side Branch in 1-Stent Strategy for Coronary Bifurcation Lesions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022;15:443-55.
10. Burzotta F, Trani C. Jailed balloon protection and rescue balloon jailing techniques set the field for safer bifurcation provisional stenting. *International Journal of Cardiology.* 2015;201:376-377. doi: 10.1016/j.ijcard.2015.06.185.
11. mHahn JY, Chun WJ, Kim JH, Song YB, Oh JH, Koo BK, "et al." Predictors and outcomes of side branch occlusion after main vessel stenting in coronary bifurcation lesions: results from the COBIS II Registry (COronary Bifurcation Stenting) *Journal of the American College of Cardiology.* 2013;62:1654-1659. doi: 10.1016/j.jacc.2013.07.041.
12. Sakamoto S, Taniguchi N, Mizuguchi Y, Yamada T, Nakajima S, Hata T, "et al." Clinical and angiographic outcomes of patients undergoing entrapped guidewire retrieval in stent-jailed side branch using a balloon catheter. *Catheterization and Cardiovascular Interventions.* 2014;84:750-756. doi: 10.1002/ccd.25358.
13. Kassimis G, Kontogiannis N, Raina T. Steerable microcatheters for complex percutaneous coronary interventions in octogenarians: from Venture to Swift Ninja. *Journal of Geriatric Cardiology.* 2019;16:54-59. doi: 10.11909/j.issn.1671-5411.2019.01.004.
14. Cui J, Jiang X, Qiao S, Gao L, Yuan J, Hu F, "et al." The Effective and Safe Way to Use Crusade Microcatheter-Facilitated Reverse Wire Technique to Solve Bifurcated Lesions with Markedly Angulated Target Vessel. *Journal of Interventional Cardiology.* 2019;2019:2579526. doi: 10.1155/2019/2579526.
15. Burzotta F, Trani C, Sianos G. Jailed balloon protection: a new technique to avoid acute side-branch occlusion during provisional stenting of bifurcated lesions. Bench test report and first clinical experience. *EuroIntervention.* 2010;5:809-813. doi: 10.4244/eijv5i7a135.
16. Singh J, Patel Y, Depta JP, Mathews SJ, Cyrus T, Zajarias A, "et al." A modified provisional stenting approach to coronary bifurcation lesions: clinical application of the "jailed-balloon technique". *Journal of Interventional Cardiology.* 2012;25:289-296. doi: 10.1111/j.1540-8183.2011.00716.x.

17. Numasawa Y, Hitomi Y, Imaeda S, Yokokura S, Tanaka M, Tabei R, "et al." Stent Deformation Caused by Entrapment of the Side Branch Balloon Catheter During the Jailed Balloon Protection Technique for a Calcified Coronary Bifurcation Lesion: A Case Report and Literature Review. *Cardiovascular Revascularization Medicine* . 2019;20:1023–1026. doi: 10.1016/j.carrev.2018.11.003.
18. Dérimay F, Rioufol G, Cellier G, Souteyrand G, Finet G. Benefits of final proximal optimization technique (POT) in provisional stenting. *International Journal of Cardiology* . 2019;274:71–73. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.09.041.
19. Chevalier B, Mamas MA, Hovasse T, Rashid M, Gómez-Hospital JA, Pan M, "et al." Clinical outcomes of the proximal optimisation technique (POT) in bifurcation stenting. *EuroIntervention* . 2021;17:e910–e918. doi: 10.4244/EIJ-D-20-01393.
20. Singh J, Patel Y, Depta JP "et al." A modified provisional stenting approach to coronary bifurcation lesions: clinical application of the "jailed-balloon technique". *J Interv Cardiol*. 2012 Jun;25(3):289–96.
21. Çaylı M, Şeker T, Gür M, Elbasan Z, Şahin DY, Elbey MA, "et al." A Novel-Modified Provisional Bifurcation Stenting Technique: Jailed Semi-Inflated Balloon Technique. *Journal of Interventional Cardiology* . 2015;28:420–429. doi: 10.1111/joic.12225.
22. Jin Z, Li L, Wang M, Zhang S, Chen Z, Shen Z. Innovative provisional stenting approach to treat coronary bifurcation lesions: balloon-stent kissing technique. *The Journal of Invasive Cardiology* . 2013;25:600–604.
23. Jin Z, Song L, Zheng Z, Zhang S, Wang M. Balloon-stent kissing technique versus jailed wire technique for interventional treatment of coronary bifurcation lesions: Comparison of short- and long-term clinical outcomes. *Medicine* . 2019;98:e15633. doi: 10.1097/MD.00000000000015633.
24. Qu WB, Zhang W, Liu JY, Zhang F, Mu SN, Zhang SM, "et al." Modified balloon-stent kissing technique avoid side-branch compromise for simple true bifurcation lesions. *BMC Cardiovascular Disorders* . 2019;19:89. doi: 10.1186/s12872-019-1052-0.
25. Numasawa Y, Sakakura K, Yamamoto K, Yamamoto S, Taniguchi Y, Fujita H, "et al." A novel side branch protection technique in coronary stent implantation: Jailed Corsair technique. *Cardiovascular Revascularization Medicine* . 2017;18:295–298. doi: 10.1016/j.carrev.2017.01.009.

PROKSİMAL OPTİMİZASYON TEKNİĞİ (POT)

Derleyen

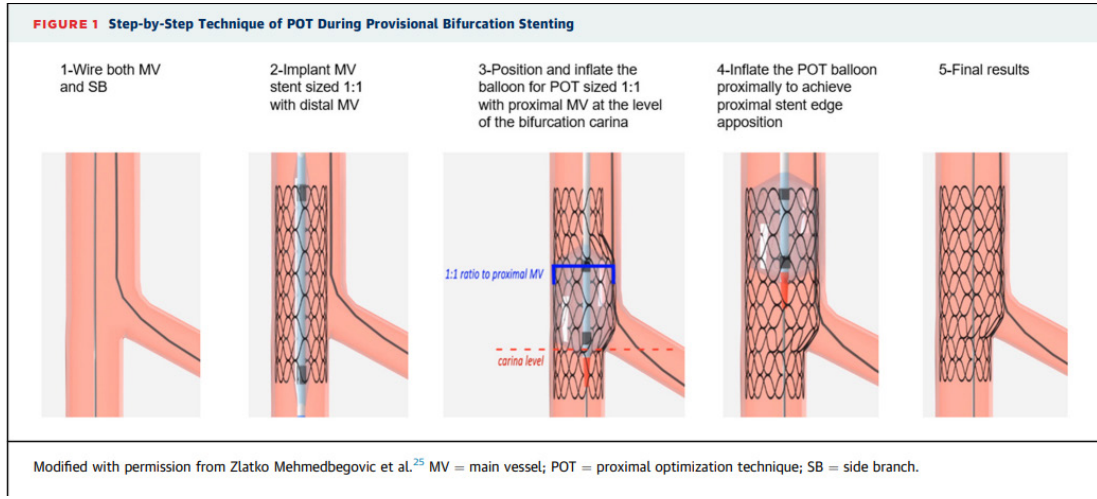
Serkan Bulguroğlu

Gaziantep Dr. Ersin Arslan Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Koroner bifurkasyon lezyonları perkütan koroner girişimlerin en zorlayıcı anatomik alt gruplarından biridir. Bifurkasyon anatomisindeki kompleks geometri ve ana damar ile yan dal arasındaki çap farklılığı, stent implantasyonu sonrasında optimal stent apozisyonunun sağlanmasını güçleştirebilir. Bu sorunları azaltmak amacıyla geliştirilen tekniklerden biri Proximal Optimization Technique (POT) olarak adlandırılan proksimal optimizasyon tekniğidir. Bifurkasyon stentlemesi sırasında proksimal optimizasyon tekniği (POT), Dr. Darremont tarafından bifurkasyon kompleksinin proksimal ve distal segmentlerinin çaplarındaki farklılıkları telafi etmek için tanıtılmıştır. POT'un temel amacı, proksimal ana dal (AD) segmentinde stent tel deformasyonunu ve yanlış yerleşimini azaltmak ve yan dal (YD) tel erişimini kolaylaştırmaktır. POT, Avrupa Bifurkasyon Kulübü gibi uluslararası uzman panelleri tarafından güçlü bir şekilde desteklenmesine rağmen bifurkasyon stentleme sırasında rutin kullanımını destekleyen klinik kanıtlar nispeten sınırlıdır ve büyük ölçüde stent geometrisi üzerindeki etkisini tanımlayan in vitro modellere ve gözlemsel çalışmalara dayanmaktadır.

Prosedürel Teknik

POT, hem tek stentli (yani provizyonel) hem de çift stentli bifurkasyon stentleme tekniklerinde kullanılabilir. Çoğu karmaşık olmayan bifurkasyon lezyonu, tek stentli provizyonel bir yaklaşımla tedavi edilebilir. Provizyonel stentleme sırasında POT'a yaklaşım Şekil 1'de özetlenmiştir. Provizyonel stentleme sırasında, ana dala bir stent yerleştirilir. Stent çapı, karinanın YD ostiumuna doğru kaymasını ve distal AD diseksiyonunu önlemek için distal AD'nin boyutuna göre 1:1 oranında seçilir. Bir dezavantaj olarak, stent proksimal AD'de nispeten küçük boyutlu olacak ve proksimal stent malpozisyonuna yol açacaktır. Bu nedenle stent uzunluğu, proksimal AD segmentinin uygun şekilde kaplanmasını sağlayacak şekilde, genellikle mevcut en kısa balona eşit veya daha uzun olacak şekilde seçilmelidir. Stentleme işleminden sonra, proksimal AD segmentine göre 1:1 oranında boyutlandırılmış bir balon çapı ile POT işlemi gerçekleştirilir; tipik olarak 6 ila 8 mm uzunluğunda, non-kompliyan bir balon kullanılır. POT işlemi sırasında, YD'yi korumak ve YD'ye yeniden erişimi yönlendirmek için yan dalda sabitlenmiş hidrofilik bir tel tutulabilir. POT işleminin başarısı için, balonun titizlikle konumlandırılması amacıyla bifurkasyon karinasının doğru bir şekilde görüntülenmesi çok önemlidir. Balonun distal işaretleyicisi karinanın tam önüne yerleştirilmelidir. Aslında, POT balonunun uygunsuz distal yerleşimi, distal AD'nin aşırı gerilmesine ve karinanın YD'ye kaymasına neden olurken, uygunsuz proksimal yerleşim ise karina çevresinde stent malpozisyonuna ve yetersiz genişlemeye veya proksimal kenar diseksiyonuna yol açabilir. Bu durum, özellikle dik distal AD-YD açılına sahip bifurkasyonlar için önemlidir. Bu amaçla, karinanın yerini uygun şekilde belirlemek için radyografik optimizasyon teknikleri (örneğin, stent boost, en ortogonal koroner projeksiyon) veya intrakoroner görüntüleme yararlı olabilir. Bu ilk 2 adım zorunlu olarak kabul edilebilirken, daha sonraki adımlar klinik senaryoya göre atılabilir. Örneğin, YD'nin tehlikeye girmesi durumunda (örneğin, TIMI akış derecesi <3, elektrokardiogram değişiklikleri veya göğüs ağrısı), kissing balon veya YD stentleme yapılmalıdır. Bu senaryoda, POT uygulaması, YD'nin yeniden tellenmesini kolaylaştırabilir ve kılavuz telin yanlış yerleştirilmiş stent tellerinin arkasından geçmesini önleyebilir. Provizyonel strateji kullanıldığında, yeniden geçiş ideal olarak distal bir stent hücresi üzerinden yapılmalıdır. Bu, balon şişirilmesinin, stent tellerinin SB ağzından daha iyi uzaklaştırılmasını sağlayacağını garanti eder.



Şekil 1:Provisional bifurkasyon stentlemede proksimal optimizasyon tekniğinin (POT) adım adım uygulanişı

Tek stent tekniğinde POT

Tek stent stratejisinde, AD crossover stentlemesinden sonra POT, sadece AD stentlemeye kıyasla proksimal AD ve bifurkasyon segmentlerinde daha büyük bir minimum stent alanı ile sonuçlanır. Bununla birlikte, AD ve bifurkasyon segmentlerinin proksimal genişlemesine rağmen, hastaların yaklaşık üçte birinde hala fonksiyonel olarak obstrüktif SB hastalığı olabilir. Bu nedenle, ilk AD stentlemesi ve POT'tan sonra YD'nin tedavisi (YD dilatasyonu, kissing balon (KB) veya stentleme ile) genellikle gereklidir. PROPOT çalışması, provizyonel bifurkasyon stentleme stratejisi kullanılarak zotarolimus salgılayan stent implantasyonundan sonra POT'u takiben YD dilatasyonu ile KB'yi karşılaştırmak üzere tasarlanmış prospektif, açık etiketli, randomize bir çalışmadır. Randomize popülasyonda, hastaların %28'inde gerçek bir bifurkasyon lezyonu vardı. POT grubundaki daha fazla hasta, KB grubuna kıyasla ek tedaviye (yeniden POT veya KB dahil) ihtiyaç duydu. İşlem sonrasında, optik koherens tomografi (OCT) ile stent içi proksimal bölge, bifurkasyon çekirdeği ve stent içi çekirdek distal kenarında, iki strateji arasında yanlış hizalanmış stent çubuklarının oranında anlamlı bir fark bulunmadı. Son OCT'de YD ostiumunda sıkışmış stent çubukları, lümen alanı, stent alanı ve stent eksantriklik indeksi de anlamlı derecede farklı değildi. 1 yıl sonra, hedef lezyon revaskülarizasyonu da dahil olmak üzere klinik olay oranları düşüktü ve gruplar arasında benzerdi (%2,0'e karşı %1,9). OCT rehberliğinde geçici bifurkasyon stentleme uygulanan 230 hastada yapılan in vivo gözlemsel bir çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada, son KB ile POT karşılaştırılmış ve tüm bifurkasyon segmentlerinde (proksimal AD ve distal AD) yanlış hizalanmış stent yüzdesi ve minimal stent eksantriklik indeksi açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ayrıca, hesaplamalı akış dinamik analizi kullanılarak, KB ve POT arasında endotelial kayma geriliminde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Provizyonel bifurkasyon stentleme sırasında KB'ye alternatif olarak POT'u takiben YD dilatasyonu ve yeniden POT stratejisi önerilmiştir.

Çift stent tekniğinde POT

Çift stentli bifurkasyon stentlemede POT'un rolü, KB'den önce veya sonra YD kılavuz telinin yeniden geçişini kolaylaştırmak ve proksimal AD stent genişlemesini optimize etmektir. Tek stent stratejisinin aksine, iki stentli stratejilerde, uygulanan teknikten bağımsız olarak KB'nin iyileştirilmiş sonuçlarla ilişkili olduğuna dair güçlü kanıtlar vardır. Başarılı bir KB'nin gerçekleştirilememesinin, birçok çalışmada stent trombozu, restenoz ve majör olumsuz kardiyak olay riskinin artmasıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Aslında, şimdiye kadar 2 randomize kontrollü çalışmada (RCT), çift KB uygulayan DK-crush tekniğinin, gerçek sol ana bifurkasyon lezyonlarında provizyonel bir stratejiye ve culotte stentlemeye göre üstün olduğu gösterilmiştir. Crush tekniği kullanan iki stentli bir strateji sırasında, ilk POT genellikle AD stent implante edildikten sonra, stent'in proksimal segmentini birleştirmek ve kılavuz telin yeniden geçişini kolaylaştırmak için stent tellerini açmak amacıyla gerçekleştirilir. YD'de stent. POT sonrası kılavuz telin yeniden geçişi, ideal YD açıklığını sağlamak ve distal stent tel deformasyonunu önlemek için YD ostiumunun optimal hücrelerinde ideal olarak yapılmalıdır. Daha sonra, proksimal stent segmentlerinin

dairese morfolojisini geri kazandırmak için KB'dan sonra son POT kullanılabilir. En son EBC–MAIN çalışmasında (Avrupa Bifurkasyon Kulübü Sol Ana Koroner Stent Çalışması), kademeli provizyonelyaklaşım ile 2 stent stratejisi arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır; dikkat çekici olan, her iki gruptaki hastaların çoğunda (>%80) son POT'un gerçekleştirilmiş olmasıdır.

Kaynaklar:

1. Hoyer A. The proximal optimisation technique for intervention of coronary bifurcations. *Interv Cardiol.* 2017;12:110–115.
2. Foin N, Secco GG, Ghilencea L, Krams R, Di Mario C. Final proximal post-dilatation is necessary after kissing balloon in bifurcation stenting. *EuroIntervention.* 2011;7:597–604.
3. Burzotta F, Lassen JF, Lefevre T, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions: the 15(th) consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention.* 2021;16:1307–1317.
4. Albiero R, Burzotta F, Lassen JF, et al. Treatment of coronary bifurcation lesions, part I: implanting the first stent in the provisional pathway. The 16th expert consensus document of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention.* 2022;18:e362–e376.
5. Murasato Y, Mori T, Okamura T, et al. Efficacy of the proximal optimization technique on crossover stenting in coronary bifurcation lesions in the 3DOCT bifurcation registry. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2019;35:981–990.
6. Murasato Y, Meno K, Mori T, Tanenaka K. Impact of coronary bifurcation angle on the pathogenesis of atherosclerosis and clinical outcome of coronary bifurcation intervention—A scoping review. *PLoS One.* 2022;17:e0273157.
7. Mortier P, Hikichi Y, Foin N, et al. Provisional stenting of coronary bifurcations: insights into final kissing balloon post-dilatation and stent design by computational modeling. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2014;7:325–333.
8. Finet G, Derimay F, Motreff P, et al. Comparative analysis of sequential proximal optimizing technique versus kissing balloon inflation technique in provisional bifurcation stenting: fractal coronary bifurcation bench test. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2015;8:1308–1317.
9. Derimay F, Souteyrand G, Motreff P, Rioufol G, Finet G. Influence of platform design of six different drug-eluting stents in provisional coronary bifurcation stenting by rePOT sequence: a comparative bench analysis. *EuroIntervention.* 2017;13:e1092–e1095.
10. Hakim D, Chatterjee A, Alli O, et al. Role of proximal optimization technique guided by intravascular ultrasound on stent expansion, stent symmetry index, and side-branch hemodynamics in patients with coronary bifurcation lesions. *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10(10):e005535. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.117.005535>
11. Giustino G, Stone GW. Provisional stenting of coronary bifurcations: when to treat the side branch. *JACC Asia.* 2021;1:65–67.
12. Watanabe Y, Murasato Y, Yamawaki M, et al. Proximal optimisation technique versus final kissing balloon inflation in coronary bifurcation lesions: the randomised, multicentre PROPOT trial. *EuroIntervention.* 2021;17:747–756.
13. Okamoto N, Vengrenyuk Y, Bhatheja S, et al. Stent expansion and endothelial shear stress in bifurcation lesions. *Circ Cardiovasc Interv.* 2019;12:e007911.
14. Derimay F, Finet G, Souteyrand G, et al. Benefit of a new provisional stenting strategy, the re-proximal optimisation technique: the rePOT clinical study. *EuroIntervention.* 2018;14:e325–e332.
15. Lassen JF, Albiero R, Johnson TW, et al. Treatment of coronary bifurcation lesions, part II: implanting two stents. The 16th expert consensus document of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention.* 2022;18:457–470.
16. Sgueglia GA, Chevalier B. Kissing balloon inflation in percutaneous coronary interventions. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2012;5:803–811.
17. Ge L, Airolidi F, Iakovou I, et al. Clinical and angiographic outcome after implantation of drug-eluting stents in bifurcation lesions with the crush stent technique: importance of final kissing balloon post-dilatation. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46:613–620.
18. Chen SL, Xu B, Han YL, et al. Clinical outcome after DK crush versus culotte stenting of distal left main bifurcation lesions: the 3-year follow-up results of the DKCRUSH-III study. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2015;8:1335–1342.
19. Chen X, Li X, Zhang JJ, et al. 3-Year outcomes of the DKCRUSH-V trial comparing DK crush with provisional stenting for left main bifurcation lesions. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2019;12:1927–1937.
20. Raphael CE, O'Kane PD, Johnson TW, et al. Evolution of the crush technique for bifurcation stenting. *J Am Coll Cardiol Interv.* 2021;14:2315–2326.
21. Hildick-Smith D, Egred M, Banning A, et al. The European bifurcation club Left Main Coronary Stent study: a randomized comparison of stepwise provisional vs. systematic dual stenting strategies (EBC MAIN). *Eur Heart J.* 2021;42:3829–3839.
22. Mehmedbegovic Z, Jelic D, Stankovic G. Why and How to Perform Proximal Optimisation Technique (POT). 2020. Accessed. PCRONLINE; 2020. Accessed February 19, 2024. <https://www.pcronline.com/Cases-resources-images/Toolsand-Practice/My-Toolkit/2020/performing-ProximalOptimization-Technique> KEY WORDS bifurcation, DK-Crush, PCI
23. Giustino G, Sharma SK, Kini A. Systematic proximal optimization technique during bifurcation stenting: where is the evidence? *JACC Cardiovasc Interv.* 2024;17(6):801–806.

KISSING BALLOON

Derleyen

Hasan Sarı

Antalya Kemer Devlet Hastanesi

Giriş

Kissing balloon (KB) tekniği, ilk kez 1980'li yıllarda iliak bifurkasyon lezyonlarının tedavisinde tanımlanmış; izleyen yıllarda ise koroner bifurkasyon girişimlerinin önemli bir parçası haline gelmiştir (1,2). Koroner uygulamaların erken dönemlerinde, damar diseksiyonu gelişme kaygısı nedeniyle iki balonun eş zamanlı değil ardışık olarak şişirilmesi tercih edilmiştir (3). Başlangıçta iki ayrı guiding kateter gerektiren bu teknik, cihaz teknolojisindeki ilerlemeler sayesinde günümüzde tek guiding kateter üzerinden güvenli ve etkin şekilde uygulanabilmektedir.

Kompleks koroner lezyonlar arasında bifurkasyonlar, girişimsel kardiyojinin en sık ve en zorlu patolojilerinden birini oluşturur. Bu lezyonların güçlüğü, özgün anatomik konfigürasyonları ve hemodinamik özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Bifurkasyon stratejileri uygulanırken KB tekniği; stent apozisyonunu optimize etmek, stent deformasyonunu düzeltmek, karina geometrisini yeniden şekillendirmek ve yan dal erişimini iyileştirmek amacıyla seçilmiş durumlarda önemli bir optimizasyon aracı olarak kullanılmaktadır (4).

Günümüzde KB, yalnızca teknik bir adım olmanın ötesinde; doğru hasta, doğru anatomi ve doğru strateji bağlamında uygulandığında bifurkasyon girişimlerinin mekanik ve fizyolojik sonuçlarını belirgin şekilde etkileyebilen sofistike bir tamamlayıcı müdahale olarak değerlendirilmektedir.

DeneySEL Çalışmalar

DeneySEL çalışmalar, bifurkasyon stentleme tekniklerinin mekanik sonuçlarını anlamada önemli ve yol gösterici katkılar sağlamıştır. Yapılan araştırmalarda, ana damara stent implantasyonu sonrasında yan dala uygulanan balon dilatasyonunun, yan dal ostiumunun tam karşısındaki ana damar stent segmentinde belirgin geometrik deformasyona neden olduğu gösterilmiştir. Bu yapısal bozulmanın uygulaması ile büyük ölçüde düzeltilebildiği ortaya konmuştur (5).

KB tekniğinde balon çapının doğru seçimi prosedürel başarının temel belirleyicilerindedir. Referans damar çapına uygun olmayan, özellikle yetersiz kalibrasyondaki balon kullanımı ana damar stentinde istenmeyen distorsiyonlara yol açabilmektedir. Bunun yanında stent geometrisinin korunması açısından, yan dal balonunun ana damar balonuyla eş zamanlı olarak söndürülmesi kritik öneme sahiptir; aksi halde ana damar segmentinde kalıcı deformasyon gelişme riski artmaktadır (6).

KB uygulamasının başarısını belirleyen bir diğer önemli faktör ise yan dal telinin ana damar stenti içerisinden hangi strut aralığından geçirildiğidir. Tercih edilen yeniden geçiş noktası, uygulanan bifurkasyon stratejisine göre değişiklik göstermektedir. Provizyonel yaklaşımda telin karina'ya en yakın hücreden geçirilmesi, yan dal ostiumunda daha homojen metal kaplama ve optimal yapısal destek sağlamaktadır. Buna karşılık crush tekniklerinde proksimal hücreden yeniden geçiş önerilmektedir. Aksi yönde, distal bir strut üzerinden geçiş yapılması karina düzeyinde stentler arasında kaplama boşluğu oluşmasına ve yetersiz metal örtüşmeye neden olabilmektedir (7,8).

Teknik detaylar

Provizyonel yaklaşımda, hem in vitro deneySEL çalışmaların (5,7) hem de in vivo optik koherens tomografi görüntülemelerinin (9) ortaya koyduğu üzere, yan dal telinin karina'ya en yakın hücreden geçirilmesi, proksimal hücreden geçişe kıyasla daha homojen metal örtüşme ve daha uygun bir ostial destek sağlamaktadır. Distal hücreden doğru ve kontrollü yeniden geçiş yapıldığında, yan dala balon ilerletilmesinin teknik olarak daha kolay olduğu da bildirilmiştir. Bu durum, hem mekanik optimizasyonu hem de prosedürel acıklılığı destekleyen önemli bir teknik ayrıntıdır.

Distal strut üzerinden geçiş olasılığını artırmak amacıyla "pullback rewiring" tekniği önerilmektedir (10). Bu yöntemde tel, uygun açı verilerek manuel olarak şekillendirilir; uç kısmı yan dal ostiumundaki stent strutları arasına yerleştirildikten sonra dikkatli ve kontrollü bir yönlendirme ile yan dala ilerletilir. Hidrofilik kaplı teller strutlar arasındaki sürtünmeyi azaltarak geçişi kolaylaştırabilmekle birlikte, yan dal diseksiyonu riskini artırabileceği unutulmamalıdır.

KB uygulamasında balon çapının doğru seçimi, bifurkasyonun doğal geometrisinin korunması açısından belirleyici bir unsurdur. Bu bağlamda Finet yasası, proksimal ana damar çapının distal ana damar ve yan dal çaplarının toplamına dayalı olarak pratik biçimde tahmin edilmesini sağlayan önemli bir kılavuz sunmaktadır ($D_p \approx 0.7 \times [D_1 + D_2]$) (11). KB planlanırken her iki dal için seçilecek balon çaplarının distal referans damar ölçülerine uygun olması ve aynı zamanda proksimal segmentte aşırı genişlemeye yol açmayacak şekilde Finet oranının gözetilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, stent deformasyonunu azaltmakta ve hemodinamik dengenin korunmasına katkı sağlamaktadır.

Yan dala erişim yolu genellikle daha karmaşık olduğundan, KB sırasında yan dala yönlendirilecek balonun ilk olarak ilerletilmesi önerilmektedir. Provizyonel stentleme stratejisinde yan dala balonun rahat ilerletilebilmesi, çoğu zaman optimal yeniden tel geçişinin göstergesidir. Balonların geri çekilmesi ise en son ilerletilen balondan başlanarak ardışık biçimde gerçekleştirilmelidir.

İnflasyon süresi de teknik başarının önemli bileşenlerinden biridir. Yapılan bir çalışma, 60 saniyeye kadar uzatılmış inflasyon sürelerinin stent ekspansiyonunu optimize ettiğini göstermiştir (12). Bu doğrultuda, 30 saniyelik ilk balon inflasyonunu takiben 30 saniyelik KB inflasyonu içeren iki aşamalı bir yaklaşım önerilmektedir. Deneysel veriler ayrıca, ana damar stent geometrisinin korunması için yan dal ve ana damar balonlarının eş zamanlı olarak söndürülmesi gerektiğini ortaya koymuştur (5,7). Bu eş zamanlı deflasyonu sağlamak amacıyla her iki balonun tek bir inflasyon cihazına üç yollu musluk aracılığıyla bağlanması, pratik ve güvenilir bir teknik çözüm olarak önerilmektedir.

Sonuç

KB tekniği, koroner bifurkasyon girişimlerinde stent geometrisinin optimize edilmesi, yan dal ostiumunda daha homojen metal kaplama sağlanması ve hemodinamik akım paternlerinin iyileştirilmesi açısından önemli mekanik ve fizyolojik avantajlar sunmaktadır. Deneysel çalışmalar, uygun yeniden tel geçişi ve doğru balon seçimi ile KB'nin stent deformasyonunu azaltabileceğini; görüntüleme temelli analizler ise özellikle yan dal ostiumunda strut apozisyonunu iyileştirebildiğini göstermiştir.

Fonksiyonel değerlendirmelerde KB'nin seçilmiş olgularda yan dal perfüzyonunu iyileştirebildiği bildirilmiş olmakla birlikte, klinik sonuçlara yansımaları uygulanan stratejiye ve lezyon morfolojisine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Özellikle iki stent tekniklerinde KB, prosedürün ayrılmaz bir optimizasyon adımı olarak öne çıkarken; provizyonel yaklaşımda ise dikkatle seçilmiş durumlarda uygulanması gereken tamamlayıcı bir müdahale niteliğindedir.

Kaynaklar:

1. Myler RK, McConahay DR, Stertz SH, Johnson W, Cumberland DC, Boucher RA, Hidalgo B. Coronary bifurcation stenoses: the kissing balloon Probe technique via a single guiding catheter. *Cathet Cardiovasc Diagn* [Internet]. 1989 [cited 2026 Feb 16];16:267-278. doi: 10.1002/ccd.1810160413. Cited in PMID: 2523247.
2. Meier B. Kissing balloon coronary angioplasty. *Am J Cardiol* [Internet]. 1984 [cited 2026 Feb 16];54:918-920. doi: 10.1016/S0002-9149(84)80235-0. Cited in PMID: 6237573.
3. Zack PM, Ischinger T. Experience with a technique for coronary angioplasty of bifurcational lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn* [Internet]. 1984 [cited 2026 Feb 16];10:433-443. doi: 10.1002/ccd.1810100504. Cited in PMID: 6240319.
4. Sgueglia GA, Chevalier B. Kissing balloon inflation in percutaneous coronary interventions. *JACC Cardiovasc Interv* [Internet]. 2012 [cited 2026 Feb 15];5:803-811. doi: 10.1016/j.jcin.2012.06.005. Cited in PMID: 22917451.
5. Ormiston JA, Webster MW, Ruygrok PN, Stewart JT, White HD, Scott DS. Stent Deformation Following Simulated Side-Branch Dilatation: A Comparison of Five Stent Designs. 1999 [cited 2026 Feb 16];47:258-264. doi: 10.1002/(SICI)1522-726X(199906)47:2<258::AID-CCD27>3.0.CO;2-C.
6. Hikichi Y, Inoue T, Node K. Benefits and limitations of cypher stent-based bifurcation approaches: in vitro evaluation using micro-focus CT scan. *J Interv Cardiol* [Internet]. 2009 [cited 2026 Feb 16];22:128-134. doi: 10.1111/j.1540-8183.2009.00442.x. Cited in PMID: 19379471.
7. Ormiston JA, Currie E, Webster MW, Kay P, Ruygrok PN, Stewart JT, Padgett RC, Panther MJ. Drug-eluting stents for coronary bifurcations: insights into the crush technique. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2004 [cited 2026 Feb 17];63:332-336. doi: 10.1002/ccd.20120. Cited in PMID: 15505853.
8. Murasato Y, Hikichi Y, Horiuchi M. Examination of stent deformation and gap formation after complex stenting of left main coronary artery bifurcations using microfocus computed tomography. *J Interv Cardiol* [Internet]. 2009 [cited 2026 Feb 17];22:135-144. doi: 10.1111/j.1540-8183.2009.00436.x. Cited in PMID: 19379472.
9. Di Mario C, Iakovou I, Van Der Giessen WJ, Foin N, Adrianssens T, Tyczynski P, Ghilencea L, Viceconte N, Lindsay AC. Optical coherence tomography for guidance in bifurcation lesion treatment. *EuroIntervention* [Internet]. 2010 [cited 2026 Feb 18];6 Suppl J. doi: 10.4244/eijv6supja16. Cited in PMID: 21930500.
10. Burzotta F, Lassen JF, Lefèvre T, Banning AP, Chatzizisis YS, Johnson TW, Ferenc M, Rathore S, Albiero R, Pan M, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions: the 15th consensus document from the European Bifurcation Club: 15th EBC consensus on bifurcation. *EuroIntervention* [Internet]. 2021 [cited 2026 Feb 18];16:1307. doi: 10.4244/EIJ-D-20-00169. Cited in PMID: 33074152.
11. Burzotta F, Louvard Y, Lassen JF, Lefevre T, Finet G, Collet C, Legutko J, Lesiak M, Hikichi Y, Albiero R, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions using optimised angiographic guidance: the 18th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention* [Internet]. 2024 [cited 2026 Feb 18];20:e915-e926. doi: 10.4244/EIJ-D-24-00160. Cited in PMID: 38752714.
12. Kawasaki T, Koga H, Serikawa T, Orita Y, Ikeda S, Mito T, Gotou Y, Shintani Y, Tanaka A, Tanaka H, et al. Impact of a prolonged delivery inflation time for optimal drug-eluting stent expansion. *Catheter Cardiovasc Interv* [Internet]. 2009 [cited 2026 Feb 18];73:205-211. doi: 10.1002/ccd.21813. Cited in PMID: 19085915.

PROVİZYONEL STENTLEME

Derleyen

Kerem Varol
Osmancık Devlet Hastanesi

Provizyonel stentleme tekniği, başlangıçta ana damara tek bir stent yerleştirilmesini amaçlayan ve yan dalın sadece anjiyografik olarak kötü bir sonuç (örneğin, akım kısıtlayıcı diseksiyon veya kritik restenoz) durumunda stentlendiği konservatif bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. On yılı aşkın süredir bu teknik, bifurkasyon lezyonlarının tedavisinde altın standart olarak kabul edilmiştir. Bu kabul, büyük ölçüde ilaç salınımlı stentlerin (DES) yaygınlaşmasıyla pekişmiştir; zira bu stentler, restenoz oranlarını çıplak metal stentlere (BMS) kıyasla önemli ölçüde azaltmıştır. Avrupa Bifurkasyon Kulübü (EBC) gibi önemli kuruluşlar, provizyonel stentlemeyi çoğu bifurkasyon lezyonu için ilk tercih edilen strateji olarak önermektedir, çünkü bu yaklaşım vakaların %80 ila %90'ında tek bir stentle mükemmel klinik sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Provizyonel Stentleme Tekniğinin Detaylı Anlatımı

Temel Yaklaşım ve Prosedürel Adımlar

Provizyonel stentleme, ana damara (MB) tek bir stent implantasyonunu esas alır ve yan dalın (SB) ancak bir "kurtarma" (bailout) prosedürü olarak stentlenmesini öngörür.

Prosedür, genellikle her iki damarın da önceden tellenmesi ile başlar. Buna, ana damar stenti yerleştirilirken yan dal telinin içeride bırakıldığı "hapsetme" (jail) tekniği de dahildir.

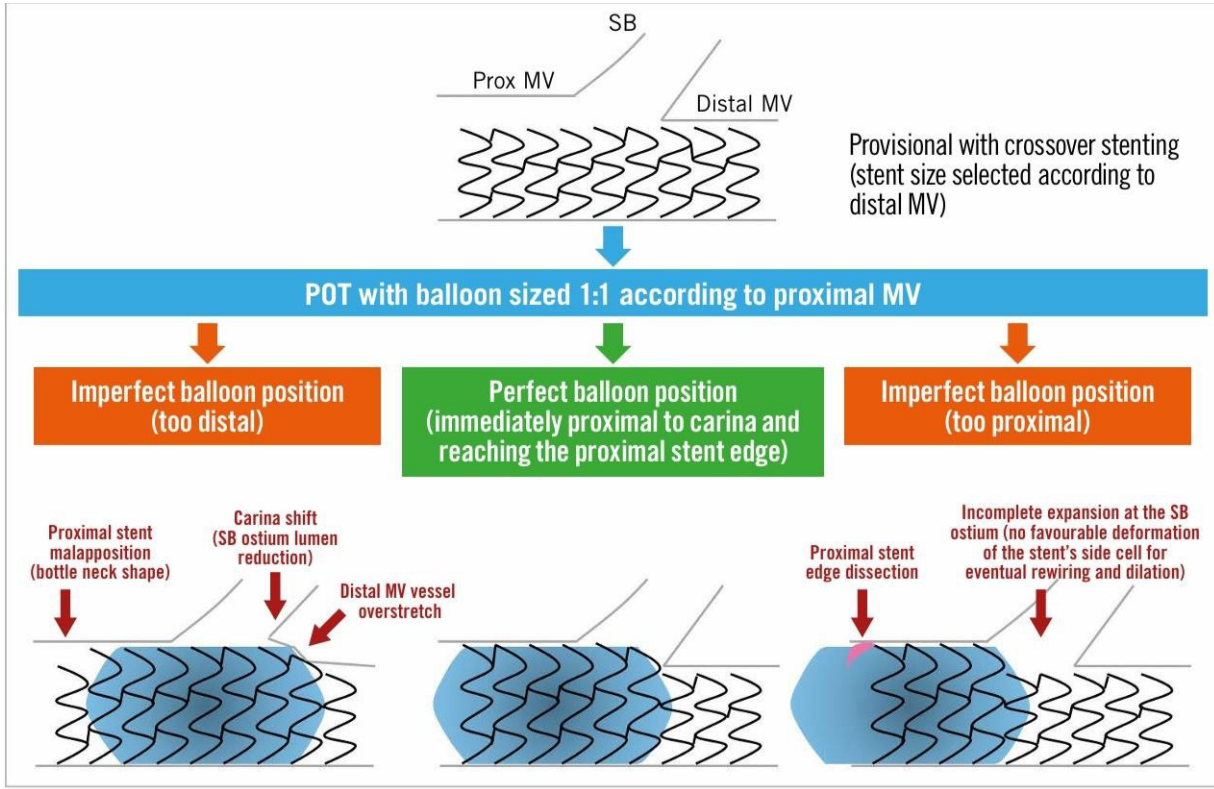
Hem DMV (distal ana damar) hem de SB'ye tel yerleştirildikten sonra, yeterli lezyon hazırlığı sağlamak için MV'de ön dilatasyon yapılır. Avrupa Bifurkasyon Kulübü (EBC), potansiyel SB diseksiyon ve oklüzyon riski nedeniyle rutin SB predilatasyonunu önermemektedir. Bazı gözlemsel çalışmalarda, SB predilatasyonunun, vakanın sonunda SB oklüzyon insidansını etkilemediği gösterilmiştir, ancak SB stentlemeye geçiş oranının daha yüksek olması ve dolayısıyla artmış SB stent TVR ile ilişkilendirilmiştir. Yine rutin SB predilatasyonunu hiç yapılmayanlarla karşılaştıran bir RCT, MV stent yerleştirilmesinden sonra SB TIMI <3 olmasının predilatasyon grubunda anlamlı şekilde daha az olduğunu bulmuştur (%4'e karşı %18; p<0,001).

Ancak, predilatasyon yapılan hastaların %68'i hala MB stentleme sonrası SB dilatasyonuna ihtiyaç duyuyordu (SB darlığı >%50 veya TIMI <3 için) ve rewiring süresi, predilatasyon yapılmayan hastalarla benzerdi. Her iki grupta da SB stentleme oranları düşüktü ve son SB rezidü darlığı ve TIMI neredeyse aynıydı.

Tek merkezli, gözlemsel bir çalışma da kissing predilatasyon stratejisini sıralı predilatasyonla karşılaştırarak (POT-KBI-POT vs POT-SIDE-POT), KBI grubunda daha düşük bir TIMI <3 oranı ve 6-8 ayda daha düşük MACE oranı tespit etmiştir. Bu yaklaşımı önermeden önce daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

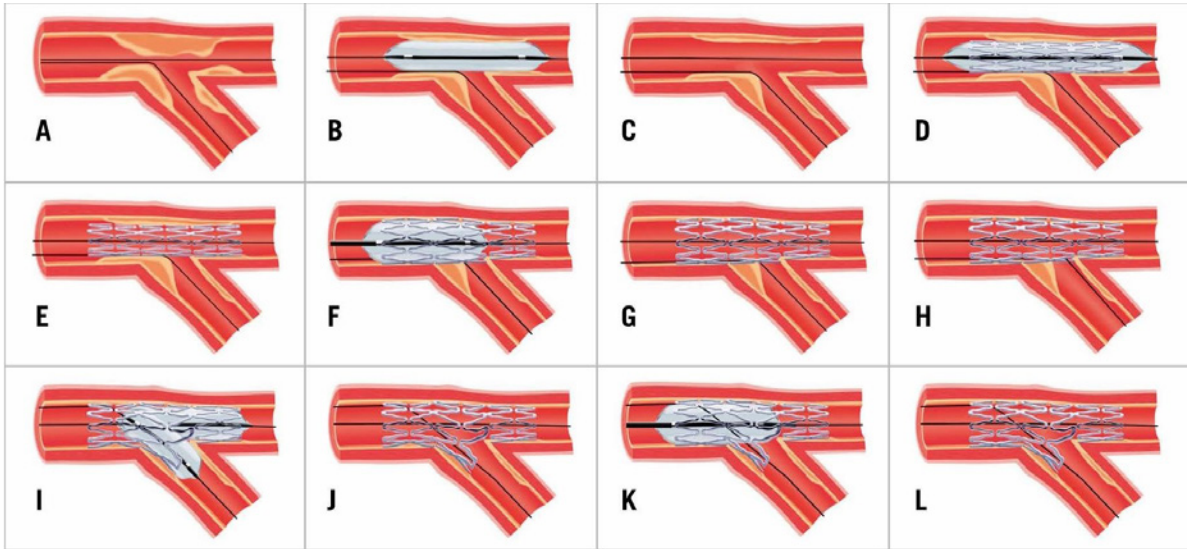
Lezyon hazırlığının ardından, MV için stent çapı seçimi, karina shiftini önlemek için DMV çapıyla eşleşmelidir. Bifurkasyon mimarisi (Murray yasası) nedeniyle özellikle geniş bir SB durumunda, PMV'de bir dereceye kadar stent malpozisyonuna neden olacaktır.

Buna göre, stentin proksimal bölümünün daha sonra genişletilmesi önemlidir. **(POT)**



Bu proksimal optimizasyon tekniği (POT), kısa bir NC balonla gerçekleştirilir. Bu, stenti damar duvarına yapıştırır ve gerekirse SB rewiring sırasında tellerin strut altından geçmesini önler. **Uygun POT, distal balon omuzunu hemen karinanın proksimaline yerleştirir** ve stent hücrelerinin SB ostiumuna doğru genişlemesini sağlar. Bu sayede rewiringi kolaylaştırır.

Balon omzu ile marker arasındaki ilişki üreticiler arasında farklılık göstermektedir ve 2 boyutlu anjiyografi ile yönlendirilen 3 boyutlu karina içindeki balon konumlandırması zorlayıcıdır. Bununla birlikte, uygun POT'un 12 aylık TLF ve stent trombozunda önemli azalmalara yol açtığı gösterilmiştir.



Görsel: Provizyonel stentleme (A-G) ve sonrasında POT-KBI-POT

POT'tan sonra, SB'ye ek müdahale konusunda bir karar verilmelidir. FFR analizi, jailed SB'lerin çoğunun fizyolojik olarak önemli akım bozulması (< 0.8 FFR) ve ostial lezyonların anjiyografik şiddetinin önemli FFR değerleriyle zayıf bir şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. **DKCRUSH-VI**'da, ostial stenozun %70'in üzerinde olması yerine SB müdahalesini için FFR < 0,80 kullanılması, MACE'de herhangi bir kötüleşme olmaksızın SB stent implantasyonunda önemli bir azalmaya yol açmıştır. Azalmış TIMI akımının yokluğunda, rutin SB balon

dilatasyonunun herhangi bir klinik fayda göstermediği görülmüştür. **NORDIC-Baltic Bifurcation Study III**, rutin final KBI uygulanan hastalarda 6 aylık MACE'de herhangi bir iyileşme olmadığını, ancak herhangi bir olumsuz sonuçlanım olmadığını da saptamıştır. 8 ayda %50'den fazla SB stenozu oranında azalma, gerçek bifurkasyon hastalığı olan ve KBI uygulanan hastalarda görülmüştür (%7,6'ya karşı %20; p=0,02), **ancak bu klinik sonuçları etkilememiştir.**

SMART-STRATEGY RCT (KBI için), LMCA dışı lezyonlar için TIMI <3 ile >%75 stenozda SB müdahalesini, LMCA lezyonları için ise >%75 stenoz ile >%50 stenoz için karşılaştırdı. 3 yıllık takip, daha konservatif strateji ile TVF oranlarında (%11,7'ye karşı %20,8; p=0,049) ve kardiyak ölüm veya MI oranlarında (%0,8'e karşı %6,2; p=0,036) azalma saptandı.

İkinci stent ihtiyacı, daha agresif SB müdahalesi ile daha yüksekti (%30'a karşı %7) ve TVF için 5,42'lik bir HR (95% CI: 2,03-14,5) ile ilişkiliydi. Bunun aksine, sol ana bifurkasyon dışı hastalığı olan ve ikinci nesil stentlerle tedavi edilen 113 hastayı kapsayan **PROTECT-SB RCT** çalışması 2 stent implantasyon oranlarının düşük olduğu durumlarda, rutin KBI ile 3 yıl sonra MACE'de bir fark bulunmadığını göstermiştir.

Stent implantasyonundan 6-12 ay sonra yapılan gözlemsel bir OCT çalışması, KBI yapılmayan hastalarda subklinik trombüs olan uncovered stent strutlarının oranlarında artış göstermiştir. **Mevcut** çalışmalara **dayanarak, mevcut öneri LMCA dışı lezyonlarda TIMI <3 ve/veya akut iskemi belirtileri veya semptomları durumlarında KBI yapılmasıdır. LMCA bifurkasyonunda, %50-75'ten fazla rezidü ostial LAD veya LCx darlığı varsa, özellikle gelecekte PCI gerekebileceği durumlarda KBI yapılmalıdır.**

Eğer SB müdahalesi gerekiyorsa, POT ve yeni bir koroner tel üzerindeki büyük bir curve kombinasyonu, telin stent lümeninin dışına çıkma olasılığını en aza indirerek MV stentine girişe olanak sağlar.

SB'nin yeniden tellenmesi daha sonra **en distal hücre** üzerinden **yapılmalıdır**; bu, açılı teli DMV'den yavaşça çekerek ve karinadaki SB'ye düşmesine izin vererek en iyi şekilde sağlanır. Tel ucu SB'ye temas ettikten sonra, telin DMV'ye geri sarkmasını önlemek için genellikle ters yönde tork ve nazik tel ilerletme gereklidir.

Balonun ilerletilebilirliği ancak distal struttan geçerken optimize edilmiştir ve bu distal hücreden dilatasyon, oluşan metalik neo-karınayı en aza indirir; SB ostiumunun optimal skafold oluşturmasına olanak tanır. Bu da gerekirse minimal protrüzyon ile T-stentleme şansını artırır.

Zorlu SB re-wiring durumunda, Whisper MS veya Pilot 50 (Abbott) gibi düşük uç yüküne sahip polimer kaplı teller önerilir. Bazen kalsifiye olmuş kapalı bir ostiuma erişimi yeniden sağlamak için daha sert hidrofilik teller veya daha yönlü teller gerekebilir. Örnekler arasında Pilot 200 (Abbott), Ultimate 3 veya Gaia Second (her ikisi de Asahi Intecc) yer almaktadır. İşlem sırasında ayrıca mikrokaterler tel kontrolünü ve desteğini de iyileştirebilir. Ek bir teknik, hidrofilik bir telde yumuşak bir ters curve yapmayı ve bunu çift lümenli mikrokater yan portunun önüne yerleştirmeyi içerir Sistem, yüksek açılı bir SB'nin ötesine ilerletilir ve daha sonra içine geri çekilir (**Hairpin tekniği**).

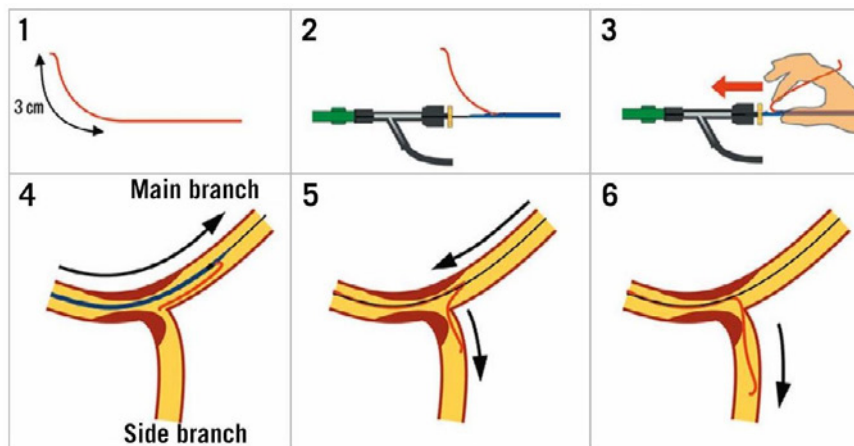


Figure 7. Dual lumen microcatheter facilitated reverse wire technique. 1) In addition to standard tip shaping, a smooth bend is created approximately 3 cm from the tip of a polymer-jacketed wire. 2-3) The MV wire is introduced into the distal microcatheter port. The SB wire is advanced out of the side port and inserted into the Y-connector ahead of the microcatheter. 4) The microcatheter is advanced beyond the bifurcation. 5) Careful simultaneous retraction of the microcatheter and SB wire will lead to intubation of a highly angled SB. 6) The wire may then be advanced and the microcatheter removed. (Adapted from⁶⁹). MV: main vessel; SB: side branch

KBI için 2 aşamalı bir işlem uygulanır; bu işlem, tam genişlemeyi sağlamak için distal referans çaplarına göre 1:1 olarak boyutlandırılmış NC balonları ile DMV ve SB'nin ardışık yüksek basınçlı dilatasyonu ile başlar. Daha sonra, stent yerleşimini korurken neo-karınayı merkezileştirmek için düşük basınçlı eş zamanlı bir şişirme işlemi (KBI) gerçekleştirilir. Bu mimariyi korumak için balonlar eş zamanlı olarak söndürülmelidir. KBI'nin, SB FFR <0,75 olan hastaların %62'sinde SB FFR ≥0,75'i geri kazandırmada etkili olduğu bulunmuştur.

KBI olmadan izole SB dilatasyonu, stent strutlarını karınanın karşısına doğru yerinden oynatabilir ve MV stent sağlığını tehlikeye atabilir. Buna rağmen, 244 hastada KBI'yi tek balonlu SB dilatasyonu ile karşılaştıran randomize bir çalışma, 12 ayda klinik sonuçlarda KBI lehine bir fayda tespit edememiştir.

Deformasyona ve aşırı genişlemeye karşı dirençli oldukları için NC tercih edilir. Ayrıca **COBIS II**, NC balonları KBI için kullanıldığında SB diseksiyon oranlarında azalma (%0,1'e karşı %1,1; p=0,046) ve MACE riskinde düşüş (HR 0,64, %95 CI: 0,46-0,91; p=0,01) bildirdi.

Olumlu karinal modifikasyona rağmen, KBI, PMV stentinde eliptik deformasyona neden olur ve stent malpozisyonuna yol açabilir. COBIS çalışmasında, KBI uygulanan hastalarda daha yüksek MACE ve TLR insidansı tespit etti; TLR'nin çoğu MV'de meydana geldi (KBI grubu için HR 3,39, %95 CI: 1,86-6,19). 5 randomize çalışmanın meta analizi, KBI'nin SB restenozunu önemli ölçüde azalttığını ancak MV restenozunda artışa neden olduğunu göstermiştir.

Son olarak, **DKCRUSH-II**'nin 5 yıllık takibi, KBI uygulanan PS hastalarında önemli ölçüde daha yüksek TLR olduğunu ortaya koymuştur (%19,4'e karşı %5,2; p=0,036). KBI kaynaklı stent deformasyonunu en aza indirmenin bir yöntemi, balonların PMV içine uzanan uzunluğunu azaltmak için kısa balonlar kullanmaktır. Stentin proksimal segmentini yeniden şekillendirmek için final POT da yapılmalıdır, ancak bir dereceye kadar kalıcı eliptik deformasyon devam edebilir. Bu re-POT (yeniden POT) yerinden oynamayı önlemek için karınanın proksimaline yerleştirilmelidir.

KBI'nin sınırlamaları nedeniyle, alternatif bir POT stratejisi olan sadece SB dilatasyonu ve yeniden POT önerilmiştir. Bench testleri olumlu sonuçlar göstermiştir. Bununla birlikte, bu teknik hem optimal POT yerleşimine hem de distal rewiring'e büyük ölçüde bağlıdır, bu da pratikte zor olabilir.

Final POT, SB dilatasyonunun neden olduğu karşı duvar stent malpozisyonunu gidermek için SB ostiumunu kapsamalıdır.

Proksimalden rewiring ile SB geçilmesi durumunda bu durum olumsuz neokarinal shift'e yol açabilir. Bununla birlikte, bu teknikle tedavi edilen 106 hastanın OCT'si mükemmel stent yerleşimi ve düşük bir SB ostial tıkanıklık yüzdesi gösterdi ve 6 ayda sadece 1 TLR epizodu görüldü. Ultra kısa SB'ye özel balonların geliştirilmesi, sadece SB balonlamasıyla MV stent deformasyonunu en aza indirmeye ve KBI gerektirmeden sonuçları daha da iyileştirmeye yardımcı olabilir.

SB telinin, POT ve re-wiring'e kadar jail olarak bırakılması önerilmektedir. Jail bir SB teli ile MV stentinin yerleştirilmesinin SB tıkanma oranlarını azalttığı gösterilmemiş olsa da, akımın iyileşme oranlarında artışla ilişkilendirilmiştir ve SB'ye yeniden erişim için bifurkasyon geometrisinin uygun şekilde optimize edilmesini sağlar; SB için bir marker görevi görür. Ayrıca SB balon yerleştirme için ek destek sağlar. Son olarak, jail teller, akımın yeniden sağlanması için düşük profilli bir balonun geçirilmesi ve genişletilmesi için bir yol sağlayarak, SB'nin yeniden tel takılamaması durumunda kurtarma imkanı sağlar. Jail tel sıkışması ve kırılması vakalarının tanımlandığını belirtmek önemlidir.

Çıkarma sırasında hapsedilmiş tel hasarının derecesi, vasküler kalsifikasyon veya stent yerleştirme basıncından ziyade, sıkışmış telin uzunluğuyla ilişkilendirilmiştir. MV stentinin etrafında aşırı uzunlukta bir telin dolanmasını önlemek için, stent yerleştirilmeden önce SB telinin hafif geri çekilmesi önerilmiştir. Sıkışmış telin çıkarılması sırasında dirençle karşılaşılırsa, derin kateter angajmanı ve tele aşırı kuvvet uygulanmasından kaçınılmalıdır. Tel üzerinden bir balon veya mikrokateterin ilerletilmesi, sıkışmış segmente uygulanan çekmeyi izole edebilir. Polimer kaplı teller, SB ostiumlarını geçmeye daha uygun oldukları ve sıkıştıklarında daha az belirgin yapısal travmaya maruz kaldıkları için cazip bir seçenek olabilir. Ayrıca, telin geri çekilmesi sırasında stent kaplamasına daha az zarar verdikleri bildirilmiştir. Bununla birlikte, elektron mikroskobu bu tellerden polimer kaplamanın kaybını ortaya çıkarmıştır ve bunun klinik önemiyle ilgili çelişkili raporlar bulunmaktadır.

Bazı küçük çalışmalarda, SB açıklığını korumak için jailed balonlar ve mikrokateterler ile alternatif teknikler de tanımlanmıştır

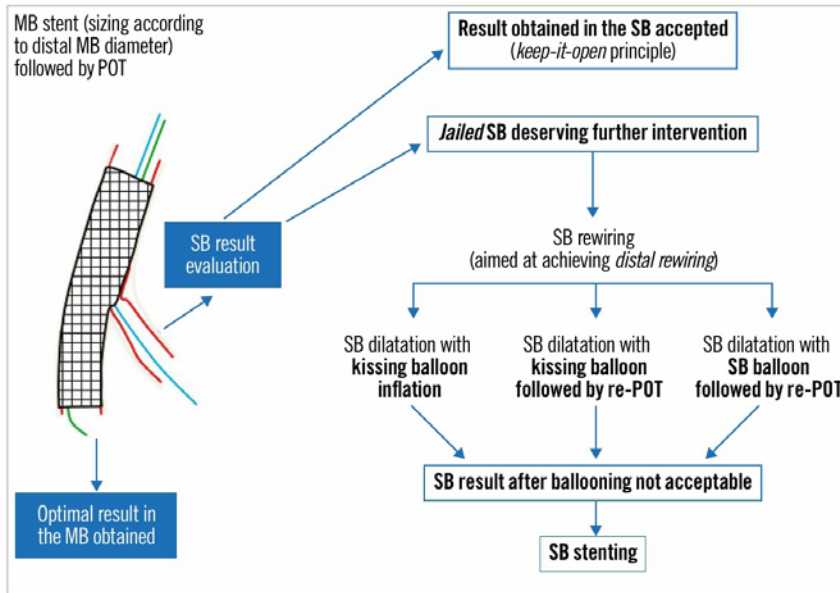


Figure 6. Possible outcomes of the provisional strategy following MV stent placement and POT (adapted from ⁵⁹). MB: main branch; MV: main vessel; POT: proximal optimisation technique; SB: side branch

İlaç kaplı balonların (DCB) geliştirilmesi, provizyonel stentlemede sonuçları iyileştirebilecek başka bir değişkeni ortaya çıkarmıştır.

• **DCB-BIF(2024)** çalışmasında Ana damar (MV) stentlendikten sonrayan dalda **>%70 darlık** (pinched side branch) gelişen vakalar üzerinde yapıldı. **Sonuç:** 1.yıl sonunda MACE oranları DEB grubunda **%7.2**, standart NC balon (POBA) grubunda **%12.5** olarak saptandı (p=0.013). **Kritik Fark:** Bu avantaj, özellikle işlemden 48 saat sonra gelişen spontan MI oranlarındaki düşüşten kaynaklandı.

Revaskülarizasyon (TLR) oranları benzer olsa da, DEB'in yan daldaki plak stabilitesini artırdığı görüldü.

• **SELUTION DeNovo Trial (TCT 2025 Sonuçları)** bifurkasyon alt grubunda, ana damara stent takıp yan dalı DEB ile yönetmenin, metal yükünü azaltarak uzun dönemde damar fizyolojisini koruduğu (pozitif remodeling) vurgulandı.

• **EBCDCB Study (Devam Eden - 2025/2026)** European Bifurcation Club (EBC) tarafından yürütülen bu çalışma, "Stepwise Provisional Stenting" ile "DCB Therapy"yi doğrudan karşılaştırıyor.

Strateji: Yan dalın 1:1 çapta DEB ile hazırlanması ve 60 saniye şişirilmesi protokolü uygulanıyor.

Beklenti: "Hiçbir şey bırakmama" (leaving nothing behind) felsefesinin, özellikle Medina 0,0,1 veya 1,1,1 lezyonlarda cerrahi sonrası bypass açıklığına benzer sonuçlar verip vermeyeceği test ediliyor.

Ayrıca 2018 yılında yapılan 3 RCT ve bir gözlemsel çalışmanın meta-analizi, SB'lerde DCB kullanımının, standart balonlarla karşılaştırıldığında, 9 ayda geç lümen kaybında (late lumen loss) azalma ile ilişkili olduğunu bulmuştur. Bu sonuçlar, 2020 yılında yayınlanan ve gerçek bifurkasyon hastalığı olan 222 hastayı KBI'ı takiben DCB veya standart balon SB anjiyoplastisine randomize eden BEYOND RCT ile tutarlıydı. SB çap darlığı 9 ayda DCB grubunda daha azdı (%29'a karşı %40; p<0.0001), ancak klinik sonuçlar değişmedi.

KBI sonrası SB TIMI <3, FFR anlamlı hastalık veya KBI sonrası SB'nin yaygın diseksiyonu(NHLBI Tip B üzeri) durumunda, SB stentlemeyapılmalıdır. Bildirilen SB stentleme oranları, muhtemelen KBI ve balon boyutlandırması için farklı eşiklerden dolayı büyük ölçüde değişmektedir.

Provizyonel stentleme ile çift stentleme stratejilerinin karşılaştırıldığı 2 EBC randomize çalışmasında, SB stentleme oranları sırasıyla 1/6 ve 1/5 gibi düşük seviyelerdeydi.

Solana koronerde (LMCA) provizyonel stentleme ile upfront çift stentlemeyi karşılaştıran EBC MAIN çalışmasında Avrupa popülasyonunda, girişim gerektiren gerçek sol ana koroner arter bifurkasyon hastalığı olan hastalarda, 3 yıl içinde bu stratejiler arasında majör olumsuz kardiyovasküler olaylar açısından bir fark bulunmamıştır. Hedef lezyon revaskülarizasyonu (TLR), provizyonel stentleme ile anlamlı derecede daha az sıklıkta gerçekleşmiştir; bu nedenle, **kompleks olmayan sol ana koroner arter bifurkasyon girişimleri için varsayılan strateji bu olmalıdır.**

SB stent yerleştirilmesi gerekiyorsa, T-stentleme, TAP ve Culotte dahil olmak üzere birden fazla strateji mevcuttur. Bunlar, **BBK II RCT**'de araştırıldı; bu çalışmada, planlı bir PS (yaygın diseksiyon, TIMI <3 veya \geq %75 stenoz) sonrası SB stentleme gerektiren 300 hasta atandı. Dokuz aylık anjiyografik takipte TAP grubunda ikili restenoz oranında artış olduğunu ortaya koydu (%17'ye karşı %6,5; $p=0,006$), bu artış esas olarak SB sonucundaki farklılıklardan kaynaklanırken, MACE değişmedi. Bu nedenle, anatomik olarak uygun olduğunda Culotte tekniği tercih edilen seçenek olabilir.

Kaynaklar:

1. Mamas MA, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation lesions: an appraisal of current techniques. *Heart*. 2011;97(9):758-769.
2. Löffler AI, et al. Coronary bifurcation lesions: current concepts and future directions.
3. *Cardiovasc Revasc Med*. 2021;24:32-37.
4. Latib A, et al. Provisional versus two-stent approach for coronary bifurcation lesions in the era of drug-eluting stents: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *JACC Cardiovasc Interv*. 2015;8(1 Pt B):117-125
5. Latib A, et al. Provisional stenting for coronary bifurcation lesions: why and how. *EuroIntervention*. 2016;12(5):565-571.
6. Ma Q, et al. Effect of proximal optimization technique on stent strut apposition and side branch ostium obstruction in provisional stenting of coronary bifurcation lesions: a meta-analysis. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2015;85(4):618-626.
7. Louvard Y, et al. Coronary bifurcation lesions: a position statement from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2012;7(11):1327-1334.
8. Gao S, et al. Provisional stenting versus two-stent techniques for coronary bifurcation lesions: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Cardiol*. 2017;40(6):408-416.
9. Arunothayaraj, S., Egred, M., Banning, A. P., Brunel, P., Ferenc, M., Hovasse, T., ... C Hildick-Smith, D. (2025). Stepwise provisional versus systematic dual-stent strategies for treatment of true left main coronary bifurcation lesions: 3-year outcomes of the EBC MAIN trial. *Circulation*, 151(9).
10. Hildick-Smith, D., Arunothayaraj, S., Stankovic, G., C Chen, S. L. (2021). Percutaneous coronary intervention of bifurcation lesions. *EuroIntervention*, 17(13), e1044-e1058.

INVERTED PROVİZYONEL STENTLEME

Derleyen

Semanur Vural
Elbistan Devlet Hastanesi

Yan dal ostialinde lezyon olan fakat distal ve proksimal ana dalın korunmuş olduğu MEDINA 0,0,1 lezyonlar bifürkasyon lezyonlarının neredeyse %5'inden azını oluşturmaktadır¹. Bifürkasyon lezyonları içinde en az karmaşık bifürkasyon tipi olarak kabul edilmesine rağmen perkütan tedavisinin, ana dalda oluşabilecek riskler ve hedef lezyon revaskülarizasyon riskindeki artış nedeniyle daha kötü bir prognoza sahip olduğu gözlenmiştir. Bu gözlemler ve bu lezyon için tanımlanmış net bir strateji bulunamaması nedeni ile geçmiş yıllarda medikal tedavi benimsenmiştir.

Provizyonel tekniğin yıllar içinde kullanımının yaygınlaşması ile özellikle önemli yan dal mevcut MEDINA 0,0,1 lezyonlarında invaziv girişim yaklaşımı araştırılmaya ve benimsenmeye başlanmıştır.

Inverted provizyonel stentleme tekniği, T stentleme tekniğinden yola çıkılarak geliştirilen, MEDINA 0,0,1 lezyonlarda, izole osteal sirkümfleks (Cx) lezyonlarda ve geniş yan dal-minimal ana dal hastalığı olan lezyonlarda yan dal ostiumunda tam kapanma sağlamak amacıyla kullanım alanı olan bir stentleme tekniğidir². Brunel ve arkadaşlarının yaptığı 40 hastalık seride, izole ostial yan dal bifürkasyon lezyonlarında "ters (inverted) provizyonel T stentleme" tekniğinin uygulanabilirliğini ve güvenliğini özel olarak incelenmiş olup, %100 işlemsel başarı ile ilişkilendirilmiştir³. Bu hastaların yalnızca üçünde distal ana dala ikinci stent implantasyonu gerekmiş ve çalışmada ilk 30 günlük takipte ölüm, miyokard enfarktüsü, stent trombozu veya tekrar revaskülarizasyon izlenmemiştir. 22±14 aylık takip sonunda ise üç hastada tekrar perkütan koroner girişim uygulandığı görülmüştür.

Cross-over stentleme olarak da adlandırılan bu teknik yan dal ostiumunun stent ile tam olarak kaplanma avantajını sunmaktadır. Fakat bu avantaj, anlamlı lezyon olmayan damara stent yerleştirilmesi pahasına elde edilmektedir.

Literatürde inverted provizyonel stratejisine ilişkin bilgiler sınırlıdır; sol ana koroner arter için kullanımına dair kanıtlar ise azdır ve uzun dönem etkileri henüz bilinmemektedir.

Jorge Perea-Armijo ve arkadaşları tarafından Medina 1,0,1-0,0,1 sol ana koroner lezyonlarında incelenmiştir. 2017-2024 yılları arasında Medina 1,0,1-0,0,1 sol ana koroner lezyonları nedeniyle inverted provizyonel tekniği ile tedavi edilen 29 hasta retrospektif olarak incelenmiştir⁴. Bu çalışmada hastaların %62,1'inde 0,0,1 lezyon ve %37,9'unda 1,0,1 lezyon mevcuttu. %86,2'sinde orta-ileri derecede anjiyografik kalsifikasyon gösterilmiştir. Sirkümfleks arter çapının LAD'den geniş olduğu (p <0,01). bu çalışmada işlem başarı oranı %96,6 olarak verilmiş ve sadece bir olguda ostial LAD diseksiyonu nedeniyle ikinci bir stent uygulanması gerektiği görülmüştür.

İŞLEM BASAMAKLARI

6Fr-7Fr sistem üzerinden işlem yapılabilir. Proksimal ana daldan yan dala doğru stent yerleştirilerek uygulanan prosedürde stent takılacak yan dal segmenti "distal ana damar" (dAD) olarak yeniden adlandırılırken, orijinal ("anatomik") dAD "atanmış yan dal" (aYD) olarak yeniden tanımlanır.

İşlem basamakları şu şekildedir:

1. Bifürkasyon damarlarının tellenmesi ve/veya predilatasyon

İşleme ana dal ve yan dalın 0.014 koroner kılavuz tel ile tellenmesi ile başlanır. Genellikle hangi dalın tellenmesi daha zor ise o daldan başlanabilir. Avrupa Bifürkasyon Kulübü ana dal stent implantasyonunda yan dal tellenmesini (jail tel tekniği) önermekte olup Fransız çok merkezli TULIPE çalışmasında, bu telin olmaması halinde düşük işlem başarı ve yüksek işlem tekrarı arasında ilişki olduğu gösterilmiştir.⁵⁻⁶

Açılı yan dal varlığı, ana dalda belgin tortiyozite, ileri darlık ve yoğun kalsifikasyon durumlarında yan dal tellenmesinde zorluk yaşanabilir. İlk iki durumda tele uygun aç ve şekil verilerek telleme yapılabilir; başarı sağlanamaz ise ileri telleme teknikleri denenebilir. İleri lezyon varlığında hidrofilik tel kullanımı denenebilir

Gerekli olması halinde yan dal predilatasyonu uygulanır; ostial lezyonlar fibrotik ve kalsifik olmaya meyilli olduğundan balon ve stent geçirilmesinde zorluk olabilir. Bu lezyonlarda predilatasyon uygulanması ve uygun lezyon hazırlığı yapılması ilerde gelişebilecek potansiyel stent açılım yetersizliği ve stent restenozu gelişme riskini azaltır. İleri kalsifik lezyon varlığında balon-stent ilerletilmesini kolaylaştırmak ve en önemlisi stent underekspsiyonunu önlemek amacıyla rotasyonel ve orbital atarektomi, skoring ve cutting balonları, koroner litoplasti gibi kalsiyum modifikasyon teknikleri kullanılabilir.

2.Stent implantasyonu

Proksimal ana daldan yan dala uzanacak şekilde ve çapı yan dal çapına göre seçilmiş stent implante edilir. Seçilecek stent uzunluğu belirlenirken ana dalda yapılacak proksimal optimizasyon tekniği (POT) düşünülmeli ve laboratuvardaki en kısa non-kompliyan (NC) balon uzunluğuna göre hesaplama yapılmalıdır.

3.POT işlemi

POT (Proksimal Optimizasyon Tekniği) ilk kez 2007 yılında düzenlenen Avrupa Bifürkasyon Toplantısı'nda Dr. Olivier Darremont tarafından tanıtılmıştır. Distal ana dal çapına uygun stent yerleşiminden sonra proksimal ana dal çapı ile 1:1 uyumlu çapta balon ile POT yapılır. Genel yaygın yaklaşım olarak ve proksimal ana dal referans çapı net olarak belirlenmişse NC balon tercih edilir. Proksimal ana dal segmentinde hastalık yok işe semi-kompliyan balon kullanımını da uygun bulan bir ekol vardır. Bu işlem stentin tam ekspansiyonunu ve tam apoze olmasını sağlayacak ve bir sonraki basamakta gerçeklesek olan re-wire işlemini kolaylaştıracaktır. Özellikle, POT balonunun konumuna dikkat edilmelidir; çünkü balonun distal omzu karinada doğru şekilde konumlandırıldığında daha iyi sonuçlar elde edilmesi beklenir⁷. Balon, karinanın hemen proksimaline yerleştirilir ve dilatasyon stentin proksimal kenarına kadar olan uzunluğu kapsamalıdır. Bench test verilerine göre, proksimal ana dalda minimal balon örtüşmesi ile, ardışık balon şişirme (ana dal ve yan dal balonlarının sırayla şişirilmesi ve ardından eşzamanlı şişirme/indirme) yöntemi kullanılarak ve NC balonlar ile yapılan uygulama en uygun seçenek gibi görünmektedir⁸.

4.Yeniden telleme/re-wiring

Yan dal teli geri çekilerek proksimal ana daldan distal ana dala doğru ilerletilir. Bu aşamada stent altında kalan ana dal teli geri çekilerek tekrar stent strutları arasından proksimal ana daldan distal ana dala doğru ilerletilebilir veya üçüncü bir tel kullanılabilir. Karina yapısının korunması ve karinada metal yük miktarının fazla olmaması için bu işlemin stentin distal strutından yapılması önerilir.

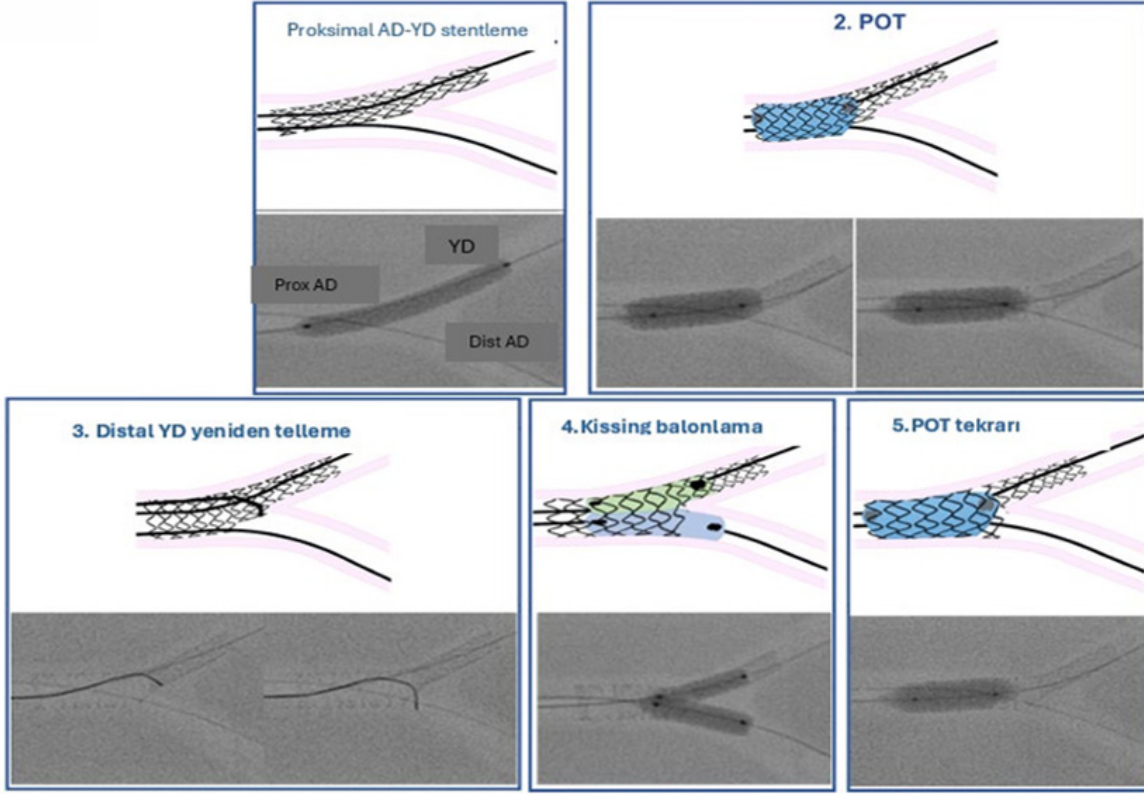
5.Kissing balon

Ana dala distal ana dal çapına uygun 1:1 bir balon ve yan dala yan dal çapına uygun 1:1 NC balon kullanılarak kissing balon işlemi uygulanır. Proksimal ana dal ve yan dal stent çap farklılığına rağmen stent apozyonunda optimizasyon sağlama ve distal ana dal karşısındaki strutlarda optimal açılma sağlanması inverted provizyonel teknikteki başlıca zorluklardır. Kissing balon işlemi bu zorlukları aşmada yardımcı basamaktır.

6. Final POT

Son basamak olarak proksimal ana dal çapı ile 1:1 oranda çapta NC ile final POT işlemi yapılır.

Şekilde işlem basamakları gösterilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1: Inverted provizyonel stentleme tekniği işlem basamakları⁵

SONUÇ

İnverted provizyonel tekniği, Medina 0,0,1 non-LMCA ve Medina 0,0,1/1,0,1 LLMCA koroner bifürkasyon lezyonlarının tedavisinde güvenli ve etkili olan bir invaziv girişim stratejisi olmuştur. İzole yan dal ostial lezyon, ana dalda minimal lezyon olan büyük yan dal lezyonlarında uygun bir yöntem olup; MEDINA 1,1,1 lezyonlar, uzun ana dal lezyonları ve küçük yan dalar için önerilmemektedir. Bu strateji ile ilgili literatür hala yeterli olmayıp mevcut bulguların daha büyük, prospektif çalışmalarla doğrulanması gerekmektedir.

Kaynaklar:

1. Mohamed OM, Pablo L, Ariel R, et al. Clinical outcomes of percutaneous coronary intervention for bifurcation lesions according to Medina classification. J Am Heart Assoc. 2022;11:e025459. DOI: 10.1161/JAHA. 122.025459
2. Brunel P, Martin G, Bressolette E, et al. "Inverted" provisional T stenting, a new technique for Medina 0,0,1 coronary bifurcation lesions: feasibility and follow-up. EuroIntervention. 2010;5:814-820
3. Brunel P, Commeau P, Koning R, Bedossa M, Gilard M, Crochet D, Huret B, Heltchaninof H, Lebreton H, Boschat J, Cribier A, Morelle F. Assessment of coronary bifurcation lesions treated with stent implantation - 820 - "Inverted" provisional T stenting on the parent vessel and with balloon or stent on the sidebranch. Circulation. 1998;98:I-639.
4. Jorge Perea-Armijo a b, Javier Herrera-Flores a b, et al. Inverted provisional in the left main: A therapeutic alternative in ostial circumflex lesions. International Journal of Cardiology Volume 444, 1 February 2026, 133994
5. Burzotta F, Lassen JF, Louvard Y, Lefèvre T, Banning AP, Darremont O, Pan M, Hildick-Smith D, Chieffo A, Chatzizisis YS, Džavik V, Gwon HC, Hikichi Y, Murasato Y, Koo BK, Chen SL, Serruys P, Stankovic G. European Bifurcation Club white paper on stenting techniques for patients with bifurcated coronary artery lesions. Catheter Cardiovasc Interv. 2020;96:1067-79.
6. Brunel P, Lefevre T, Darremont O, Louvard Y. Provisional T-stenting and kissing balloon in the treatment of coronary bifurcation lesions: Results of the French multicenter "TULIPE" study. Catheter Cardiovasc Interv. 2006;68:67-73.
7. Dérimay F, Rioufol G, Nishi T, et al. Optimal balloon positioning for the proximal optimization technique? An experimental bench study. Int J Cardiol. 2019;292:95-97.
8. Mylotte D, Hovasse T, Ziani A, et al. Non-compliant balloons for final kissing inflation in coronary bifurcation lesions treated with provisional side branch stenting: a pilot study. EuroIntervention. 2012;7:1162-1169.

T ve TAP STENTLEME

Derleyenler

Kudret Pesenli, Burcu Uludağ Artun
İzmir Şehir Hastanesi

Tüm perkütan koroner girişimlerin yaklaşık %15-20'si bifurkasyon lezyonlarından oluşmaktadır. Koroner bifurkasyon lezyonları güncel stentleme tekniklerine rağmen halen artmış tromboz ve restenoz riski ile ilişkili kompleks lezyonlardır. Provizyonel stentleme; basit bir yaklaşım sunması ve hem kısa hem de uzun dönem klinik sonuçlarının tutarlı şekilde olumlu olması nedeniyle bifurkasyon lezyonlarında en sık tercih edilen teknik olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bifurkasyon lezyonlarında provizyonel yaklaşımın kanıtlanmış klinik etkinliğine rağmen, özellikle kompleks bifurkasyon anatomisine sahip bazı hastalarda baştan iki stentli bir stratejinin uygulanması gerekebilmektedir. Güncel Avrupa Bifurkasyon Kulübü önerisine göre çoğu bifurkasyon lezyonu için ön planda provizyonel strateji önerilmekle birlikte çok kompleks, geniş kalsifik, osteal >5mm lezyonu olan yan dallara ve tekrar ulaşılması zor olabilecek önemli yan dallara girişim önerilmektedir. Bu bağlamda, T-stentleme teknikleri olan T ve özellikle de TAP (T stenting And small Protrusion) stentleme yöntemleri iki stentli yaklaşımlar içinde en yaygın kullanılan teknikler arasında yer almaktadır.

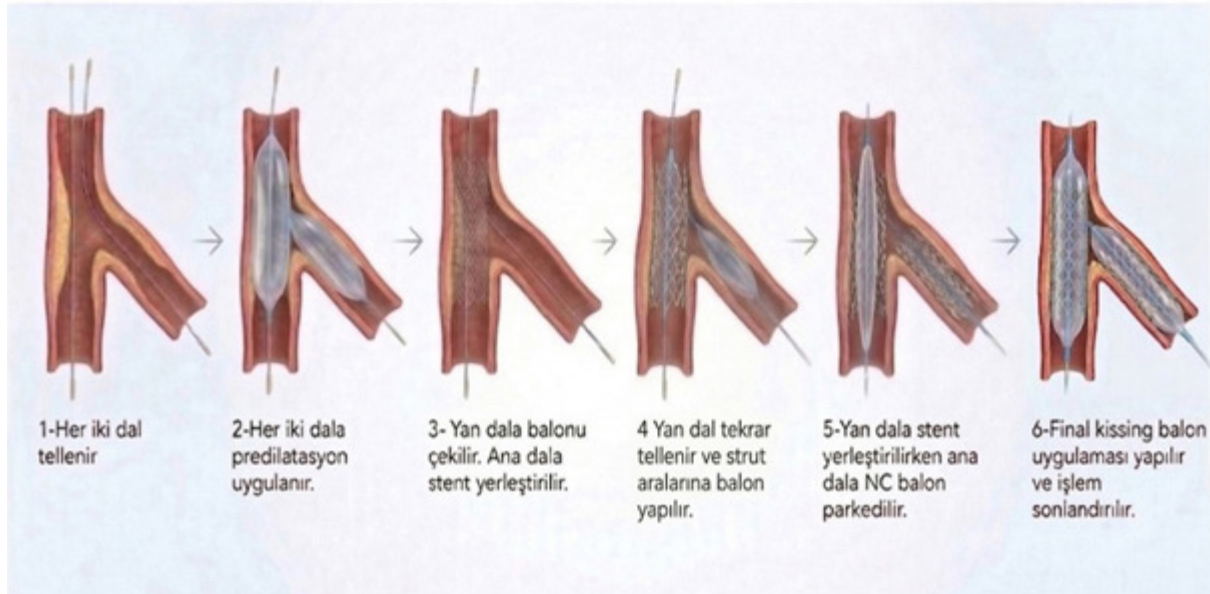
T-stentleme ve TAP teknikleri; provizyonel yaklaşım sırasında ikinci bir stent implantasyonu gereksinimi doğabilecek durumlarda, özellikle bifurkasyon açısının 90°'ye yakın olduğu ve yan dal (YD) ile ana dal (AD) çap oranının 1'den küçük olduğu olgularda, teknik uygulanabilirliklerinin görece kolay olması nedeniyle tercih edilmektedir. Özellikle TAP tekniğinin diğer tekniklere göre daha basit olması ve klinik sonuçlarının olumlu olması popülaritesinin artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte, tüm bifurkasyon stentleme tekniklerinde olduğu gibi, elde edilen sonuçlar üzerinde lezyonun anatomik özellikleri ile operatör deneyiminin belirleyici rol oynadığı unutulmamalıdır.

1.T STENTLEME

T stentleme tekniği, ilk olarak 1995 yılında Antonio Colombo tarafından, önceden implante edilmiş bir stentin strutları içinden yan dala erişim sağlanacak şekilde tanımlanmıştır. Özellikle yan dal açısı 90 dereceye yakın olduğunda tercih edilecek yöntem olmalıdır. Aşağıda T-stentleme stratejisinin basamakları özetlenmiştir ve Şekil -1'de gösterilmiştir.

- Her iki dal tellenir.
- Ana dal ve YD lezyonlarının hazırlığı operatör tarafından gerekli görülüyorsa uygun çapta balonlar ile yapılır.
- Öncelikli olarak AD stenti yerleştirilir.
- Distal strut aralarından geçecek şekilde YD yeniden tellenir.
- Uygun balon ile strutlar genişletilir.
- Ana dala balon park edilir ve YD'ye stent ilerletilir.
- Yan dal stentinin, ostiyumu tam kapsamaması ancak AD'ye taşmaması hedeflenir.
- Yan dal stentinin distal uç diseksiyonundan kaçınmak için 10-12 atm basınçta açılması, ardından stent balonunun • AD'ye doğru hafifçe geri çekilerek yüksek basınçta (20 atm) şişirilerek stent ekspansiyonun tam olması sağlanır.
- Ana dalda park edilmiş olan balonla kissing balon (KB) işlemi uygulanır ve işlem sonlandırılır.

Şekil-1: T stentleme basamakları



Bifürkasyon açısının 90°'ye yakın olmadığı lezyonlarda T- stentleme tekniği ile yan dal ostiyumu tam olarak kavranılamaz ve bu durum dezavantaj olarak karşımıza çıkmaktadır. Böyle lezyonlar için Modifiye T ve TAP teknikleri geliştirilmiştir.

2. MODİFİYE T STENTLEME

Klasik T stentleme tekniği yerine günümüzde artık Modifiye T Stentleme Tekniği daha fazla kullanılmaktadır. Bu teknikte temel fark AD ve YD stentlerine aynı anda pozisyon verilmesidir.

- Ana dal ve YD tellenir. Gereklik durumunda lezyon hazırlığı ile başlanır
- Ardından sırasıyla YD ve ardından AD stentleri ilerletilir.
- Yan dal stenti AD'ye minimal bir taşma yapacak şekilde yerleştirilir ve uygun basınçta implante edilir.
- Yan dal balonu ve teli geri çekilerek AD stenti YD stentini kapsayacak şekilde implante edilir. YD stenti crush edilmiş olur.
- Yan dal rewire edilerek KB yapılır ve işleme son verilir.

3. TAP STENTLEME

İlk olarak Corrado Burzotta tarafından 2007 yılında rapor edilmiştir. Bifürkasyon açısının < 90° olduğu lezyonlarda, T stentleme tekniği ile YD ostiyumunun tam olarak kavranılamamasının sık görülmesi nedeniyle TAP tekniği geliştirilmiştir. Özellikle provizyonel başlanılan lezyonlarda yan dala girişim kaçınılmaz olduğunda kurtarma stratejisi olarak önerilmektedir.

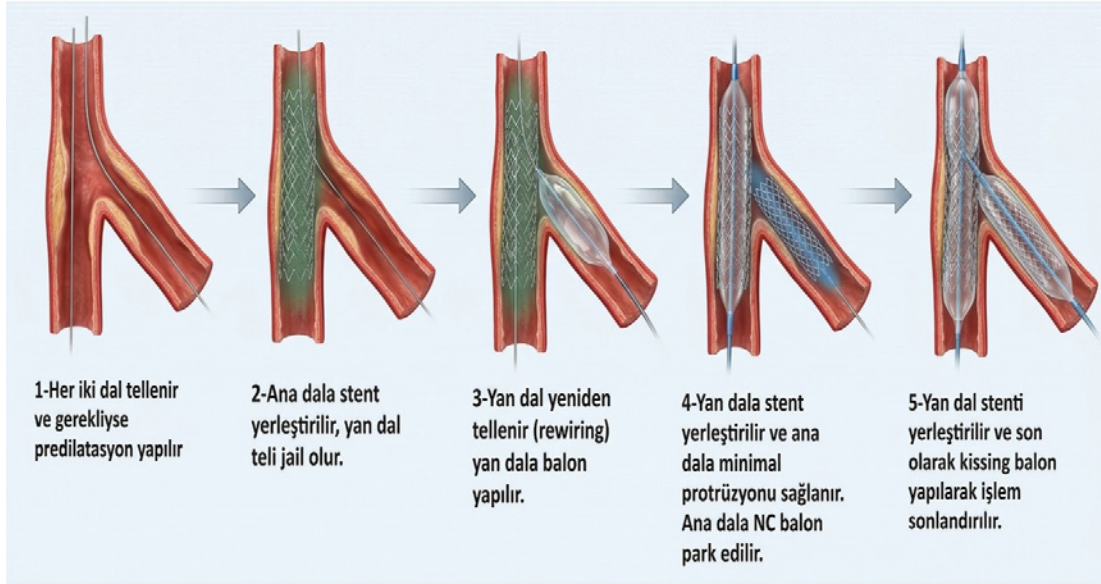
Avantajları:

1. Basit ve hızlı uygulanabilen bir tekniktir.
2. 6F kateter kullanılarak uygulanabilir.
3. Yeniden telleme işlemi crush ve cullote tekniklerinde iki defa yapılırken TAP yönteminde bir defa yapılmaktadır.
4. Crush tekniklerinin aksine TAP tekniğinde küçük bir alanda çift stent strutu üst üste gelmektedir.

Aşağıda TAP tekniği basamakları özetleniş ve Şekil-2'de gösterilmiştir.

- Her iki dal tellenir ve gerekirse predilatasyon yapılır.
- Ana dal stentlenir.
- Yan dal distal strut aralığından olacak şekilde yeniden tellenir ve strut araları balon ile dilate edilir.
- Yan dal stenti, yan dal ostiyumuna yerleştirilirken, ana damar içine de bir balon park edilir.
- Yan dal stenti, ana damar içine minimal (1-2 mm) taşacak (protrüzyon) şekilde konumlandırılır.
- Yan dal stenti açılır, ardından AD park halindeki balon ve yan dal stent balonu ile eş zamanlı KB dilatasyonu yapılır.
- İşlem, neokarınanın hemen proksimalinden yapılan son bir POT (Proksimal Optimizasyon Tekniği) ile bitirilir.

Şekil -2'de TAP stentleme tekniği basamakları gösterilmiştir.



TAP tekniği uygulanırken özellikle dikkat edilmesi gereken hususlar mevcuttur. Öncelikle YD rewire edilirken stentin distal strutlarından geçmeye çalışılmalıdır. Proksimal strut aralığından geçilmesi halinde yan dal ostiyumunu kapsamak için YD stenti ana dal lümenine fazla çekilecek ve protrude kısım uzun olmak sorunda kalacaktır. İşlem sırasında ana dal içerisinde protrüzyon minimumda tutulmaya çalışılmalıdır. Eğer YD stenti AD'ye fazla miktarda protrüde olursa internal crush veya culotte tekniği ile işleme devam edilebilir. Tam tersi olarak eğer yan dal stenti yan dal ostiyumunu kavramayacak şekilde yan dalın distaline implante edilirse, ikinci bir stent ile YD ostiyumu kavranacak şekilde TAP tekniğine devam edilmelidir. İşlemin final KB ile bitirilmesine dikkat edilmelidir ve muhakkak uygulanmalıdır. Kissing Balon uygulanması sonrasında stent mallappozisyonunu düzeltmek için POT uygulanmalıdır. Karinanın bozulmaması için POT balonunun karinadan uzakta şişirilmesine özen gösterilmelidir.

Çeşitli çalışmalarda provizyonel stentleme ile T/TAP stentleme tekniklerini karşılaştırılmıştır. Ruiz-Salmerón ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, provizyonel stentleme ile T stentleme teknikleri karşılaştırılmış ve majör advers kardiyak olaylar (MACE) açısından gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır.

4. REVERSE TAP

TAP stentleme tekniğinde önce YD stentlemesi, ardından AD stentlemesinin yapılmasına ise Reverse TAP Tekniği adı verilir. Bu teknik provizyonel stent stratejisi için uygun olmayıp baştan çift stent stratejisi planlanan bifurkasyon lezyonlarında uygulanabilir. Reverse TAP tekniğinin klasik TAP stentleme tekniğine kıyasla en önemli iki avantajı; YD telinin jail olmaması ve YD stentinin AD stent strutları arasından geçirilmemesidir. Reverse TAP basamakları aşağıda özetlenmiştir.

- Yan dal stentinin AD'ye hafifçe taşarak implante edilmesi sonrasında KB işlemi uygulanır.
- Ardından YD teli çekilerek AD stenti yerleştirilir ve YD rewire edilir.
- Final KB ile işleme son verilir.

Sonuç olarak bifurkasyon lezyonlarına girişim zor ve uğraştırıcıdır. Uygulanacak prosedür hastanın klinik durumuna, lezyonun aciliyetine ve bifurkasyon lezyonlarının tipine göre belirlenmelidir. Provizyonel stentleme sonrası yan dalda rezidü darlık kalması, diseksiyon gelişmesi veya akımın bozulması neticesinde kurtarma stratejisi olarak T stentleme teknikleri aklımıza gelmeli ve muhakkak bilinmelidir.

Kaynaklar:

1. Burzotta F, Lassen JF, Louvard Y, et al. European Bifurcation Club white paper on stenting techniques for patients with bifurcated coronary artery lesions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2020 Nov;96(5):1067-1079. doi: 10.1002/ccd.29071. Epub 2020 Jun 24. PMID: 32579300; PMCID: PMC8915133.
2. Burzotta F, Džavík V, Ferenc M, Trani C, Stankovic G. Technical aspects of the T And small Protrusion (TAP) technique. *EuroIntervention.* 2015;11 Suppl V:V91-V95. doi:10.4244/EIJV11SVA20.
3. Arunothayaraj S, Behan MW, Lefèvre T, et al. Stepwise provisional versus systematic culotte for stenting of true coronary bifurcation lesions: five-year follow-up of the multicentre randomised EBC TWO trial. *EuroIntervention.* 2023;19(4):E297-E304.

4. Zhang J-J, Ye F, Xu K, et al. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial. *Eur Heart J* [Internet]. 2020;41(27):2523–2536
5. Tsiafoutis I, Zografos T, Antonakopoulos A, et al. The Reverse T-Stenting and Small Protrusion Technique: A Novel Technique for Coronary Bifurcation Lesions. *J Invasive Cardiol*. 2017 Dec;29(12):E195–E196. PMID: 29207368.
6. Smith D, Chieo A, Chatzizisis YS, et al. European Bifurcation Club white paper on stenting techniques for patients with bifurcated coronary artery lesions. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2020 Nov;96(5):1067–1079. doi: 10.1002/ccd.29071. Epub 2020 Jun 24. PMID: 32579300; PMCID: PMC8915133.
7. Brilakis E. Bifurcations. In: Brilakis E, editor. *Manual of Percutaneous Coronary Interventions: A Step-by-Step Approach*. 1st ed. USA: Academic Press; 2021. p. 278–282.
8. Banning AP, Lassen JF, Burzotta F, et al. Percutaneous coronary intervention for obstructive bifurcation lesions: the 14th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2019;15:90–98.
9. Şahin M, Gedikli Ö. T-Stent, modifiye T, TAP (T ve minimal protrüzyon). *Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics*. 2017;10(2):87–91.
10. Chen SL, Louvard Y, Runlin G. Perspective on bifurcation PCI. *J Interv Cardiol*. 2009 Apr;22(2):99–109. doi: 10.1111/j.1540- 8183.2009.00441.x. PMID: 19379466.
11. Collins N, Dzavik V. A Modified balloon crush approach improves side branch access and side branch stent apposition during crush stenting of coronary bifurcation lesions. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2006 Sep;68(3):365–71.
12. Bilge M. Bifurkasyon, trifurkasyon lezyonlarına yaklaşım. In: Kırmacı C, Esen AM, editors. *Tanıdan girişime perkütan koroner işlemler*. 1. Baskı. İstanbul: Akademi Yayınevi; 2014. p. 241–242.
13. Şahin, Y. B. (2023). T ve TAP stentleme teknikleri. In F. Ertaş & M. M. Can (Eds.), *Girişimsel tedavi ipuçları ve püf noktaları: Koroner bifurkasyon lezyonları*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
14. Kahraman S, Güner A, Çizgici AY, Ertürk M. Current evidence and future perspective for coronary bifurcation stenting. *Türk Kardiyol Dern Ars*. 2022;50(8):595–609. doi:10.5543/tkda.2022.22476.

KORONER BİFÜRKASYON LEZYONLARININ TEDAVİSİNDE CULOTTE TEKNİĞİ

Derleyenler

Süleyman Kalaycı

Ankara Bilkent Şehir Hastanesi

Giriş

Bifürkasyon lezyonlarının yönetimi, sadece bir stent yerleştirme işlemi değil, aynı zamanda fraktal anatominin korunması, hemodinamik akışın optimize edilmesi ve damar duvarı bütünlüğünün sürdürülmesi sürecidir. Bu bağlamda Culotte tekniği, iki stentli stratejiler arasında karina bölgesini en iyi kapsayan ve anatomik bütünlüğü en üst düzeyde sağlayan yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır.

Culotte tekniği, ilk olarak 1998 yılında Chevalier ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. İlk tanımlandığı dönemde çıplak metal stentler (BMS) ile uygulanan bu yöntem, iki benzer çaplı stentin ana dal (MB) ve yan dal (SB) arasında proksimal ana dalda (pMB) birbiri üzerine binecek şekilde yerleştirilmesini içermektedir. Chevalier'in ilk serisinde 50 hastada uygulanan bu teknik, o dönem için devrim niteliğinde olsa da BMS dönemindeki yüksek restenoz oranları tekniğin kullanımını sınırlamaktaydı. Ancak ilaç salınımlı stentlerin (DES) ve özellikle ince strut yapısına sahip ikinci kuşak DES teknolojilerinin gelişimi, Culotte tekniğini modern girişimsel pratiğin vazgeçilmez bir parçası haline getirmiştir. Günümüzde bu teknik, sadece bir «kurtarma» yöntemi değil, aynı zamanda planlı iki stentli girişimlerde, özellikle damar çaplarının birbirine yakın olduğu anatomilerde altın standart yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Bifürkasyon lezyonlarına yaklaşımda Avrupa Bifürkasyon Kulübü (EBC) tarafından savunulan “basitlik” ilkesi, çoğu lezyonun provizyonel tek stent stratejisi ile tedavi edilmesini önerse de gerçek bifurkasyon lezyonlarında yan dalın korunması ve uzun vadeli açıklığın sağlanması için kompleks stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır. Culotte tekniği, bu kompleksitede operatöre karina bölgesinde “neokarina” oluşturma ve yan dal ostiumunu tam olarak kapsama imkânı tanır.

Bifürkasyon Anatomisi ve Fraktal Geometri İlkeleri

Bir girişimsel kardiyoloğun Culotte tekniğini başarıyla uygulayabilmesi için koroner arterlerin fraktal doğasını derinlemesine anlaması gerekir. Koroner bifurkasyonlar, gelişigüzel dallanmalar değil, belirli matematiksel yasalar çerçevesinde şekillenen yapılardır. Murray Yasası ve bu yasadaki türetilen Finet Yasası, proksimal ana dal, distal ana dal ve yan dal çapları arasındaki ilişkiyi açıklar. EBC konsensüs dokümanlarında vurgulanan Finet Yasası şu formülle ifade edilir:

$$D_{pMB} = 0.678 \times (D_{dMB} + D_{SB})$$

Bu formül, Culotte tekniğinde kullanılacak stent ve balon boyutlarının seçiminde kritik bir rehberdir. Culotte tekniğinde proksimal ana dal segmentinde iki katmanlı bir stent yapısı olduğu için, bu bölgedeki çap uyumsuzluğu (mismatch) işlemin başarısını doğrudan etkiler. Eğer proksimal ana dal ile yan dal arasında belirgin bir çap farkı varsa, yan dal için seçilen stent proksimal ana dalda tam olarak açılmayabilir veya aşırı genişletilmeye (over-expansion) maruz kalarak strut yapısında bozulmalara yol açabilir. Bu nedenle Culotte tekniği için ideal anatomi, ana dal ve yan dal çaplarının birbirine benzer olduğu ve bifurkasyon açısının dar (<70°) olduğu durumlardır.

Hemodinamik Etkiler ve “Shear Stress”

Bifürkasyon bölgesindeki kan akışı, karina ucunda laminar yapısını kaybederek türbülansa eğilimli hale gelir. Stentleme işlemi, özellikle Culotte tekniğinde olduğu gibi çok katmanlı metal yükü getirdiğinde, damar duvarındaki “wall shear stress” dinamikleri değişir. Düşük “shear stress” alanları, neointimal hiperplazi ve restenoz için zemin hazırlar. Culotte tekniğinin avantajı, karina bölgesinde simetrik bir yapı oluşturmaktır; ancak dezavantajı proksimaldeki metal yoğunluğudur. Bu metal yoğunluğunu minimize etmek için modern “Mini-Culotte” modifikasyonları geliştirilmiştir. Bu modifikasyonda amaç, proksimaldeki iki katmanlı segmenti mümkün olduğunca kısa tutarak endotelizasyon sürecini hızlandırmaktır.

Culotte Tekniği: Adım Adım Uygulama ve Teknik Detaylar

Culotte tekniği, sadece stentlerin yerleştirilmesi değil, bir dizi hassas manevranın (POT, rewiring, KBI) kursuz bir sırayla uygulanmasıdır. Bu adımların her biri fizyolojik bir gerekliliğe dayanır.

Hazırlık: Tellerin Yerleştirilmesi ve Predilatasyon

İşlem her iki dalın (MB ve SB) tellerle geçilmesiyle başlar. Tellerin birbirine dolanması (wire crossing/twisting), özellikle ikinci stentin iletilmesi sırasında ciddi sorunlara yol açabilir. Bu riski azaltmak için farklı uç yapılarına sahip veya farklı hidrofilik özelliklerdeki tellerin kullanılması, ayrıca tellerin skopi altında periyodik olarak kontrol edilmesi önerilir.

Predilatasyon, Culotte tekniğinde opsiyonel değil, çoğu zaman zorunludur. Özellikle kalsifik veya ciddi darlık içeren lezyonlarda, stentin tam açılmasını sağlamak ve malapozisyonu önlemek için agresif lezyon hazırlığı (cutting/scoring balonlar, rotasyonel atarektomi veya intravasküler litotripsi) gerekebilir. Unutulmamalıdır ki, iki katmanlı stent yapısı oluştuktan sonra kalsifik bir lezyonu genişletmek çok daha zordur.

Birinci Adım: İlk Stentin Yerleştirilmesi

Culotte tekniğinde ilk stent genellikle daha fazla açılanmaya sahip olan dala (bu genellikle yan daldır) yerleştirilir. Bu stratejinin mantığı, daha zor olan dalın güvenliğini erkenden sağlamak ve proksimal ana daldan bu dala olan erişimi stabilize etmektir. Stent, proksimal ana dalda yeterli örtüşme (overlap) sağlayacak şekilde konumlandırılmalıdır.

Teknik Parametre	Öneri
Stent Seçimi	Distal referans çapına 1:1 oranında seçilmelidir
Stent Boyu	Lezyonu tam kapsamalı ve proksimalde 3-5 mm overlap bırakmalıdır
Basınç	Nominal basınçta açılmalı, gerekirse post-dilatasyon yapılmalıdır

İkinci Adım: Proksimal Optimizasyon Tekniği (POT)

POT, modern bifurkasyon girişimlerinin “olmazsa olmaz” adımıdır. İlk stent yerleştirildikten sonra, stent distal çapına göre seçildiği için proksimal ana dalda malapoze kalacaktır. Bu aşamada pMB çapına uygun 1:1 oranında kısa bir NC balonla POT yapılır. POT'un fizyolojik amacı, yan dalın “unjailing” işlemini kolaylaştırmak ve rewiring sırasında telin stent strutlarının arkasına geçmesini önlemektir.

Üçüncü Adım: Rewiring ve Strut Genişletme

Stentlenmemiş dala (genellikle MB) tekrar tel gönderilir. Bu aşamada telin stentin en distal hücresinden (distal cell) geçmesi hedeflenir. Distal hücreden geçiş, yan dal ostiumunun daha geniş bir şekilde kapsanmasını sağlar ve “neokarina”nın anatomik olarak daha doğal bir pozisyonda oluşmasına yardımcı olur. Tel geçişi sonrası küçük çaplı (örneğin 1.5 mm veya 2.0 mm) düşük profilli bir balonla strutlar genişletilir.

Dördüncü Adım: İkinci Stentin Yerleştirilmesi ve Tekrar POT

İkinci stent, distal ana daldan proksimal ana dala doğru, ilk stentin proksimal ucuyla örtüşecek şekilde yerleştirilir. Bu aşamada “Mini-Culotte” prensibi uygulanarak overlap segmenti minimize edilmelidir. İkinci stent sonrası tekrar pMB segmentinde POT uygulanarak her iki stent katmanının damar duvarına tam appozisyonu sağlanır.

Beşinci Adım: Final Kissing Balloon Inflation (FKBI) ve Final POT

FKBI, Culotte tekniğinde her iki dalın ostiumunu optimize eden, karınayı merkezleyen ve metalik strutları yan dallardan uzaklaştıran kritik bir manevradır. İşlem sırasında önce her iki dal tek tek yüksek basınçlı NC balonlarla dilate edilmeli, ardından her iki balon aynı anda nominal basınçta şişirilmelidir. FKBI'nın MACE, miyokard enfarktüsü ve stent trombozu oranlarını azalttığına dair güçlü kanıtlar mevcuttur. İşlem, pMB'deki olası deformasyonları düzeltmek için yapılan son bir POT (Re-POT) ile bitirilir.

Double-Kissing (DK) Culotte Tekniği

Klasik Culotte tekniğinin en büyük zorluğu, yan dal ostiumundaki metal yoğunluğu nedeniyle bazen final rewiring ve kissing balloon adımlarının teknik olarak başarısız olmasıdır. Bu sorunu zmek için geliştirilen DK-Culotte tekniği, sürece ek bir kissing balloon aşaması ekleyerek stent appozisyonunu ve ostial açıklığı garanti altına almayı hedefler.

DK-Culotte'un en önemli farkı, ilk stent (genellikle SB stenti) yerleştirilip POT yapıldıktan sonra, MB'ye tel gönderilip bir kissing balloon dilatasyonu yapılmasıdır. Bu "ilk öpücük" (first kiss), ana dal stentlenmeden önce yan dal ostiumundaki strutların tam olarak açılmasını sağlar. Daha sonra ana dal stenti yerleştirilir ve final kissing balloon (second kiss) yapılır.

Bench testleri, DK-Culotte'un klasik Culotte ve hatta popüler DK-Crush tekniğine göre daha az malapozisyon ve daha pürüzsüz bir akış dinamiği sağladığını göstermiştir.

Özellik	Klasik Culotte	DK-Culotte
Kissing Balloon Sayısı	1 (Final)	2 (Ara ve Final)
Yan Dal Ostial Açıklığı	İyi	Mkemmek
Malapozisyon Oranı	Orta (%3.7)	ok Düşük (%2.1)
Teknik Zorluk	Orta	Yüksek
İşlem Süresi	Daha Kısa	Daha Uzun

Klinik Kanıtların Analizi: Hangisi, Ne Zaman?

EBC TWO alışması: Büyük Non-LM Bifrkasyonlarda Culotte

EBC TWO alışması, gerçek bifürkasyon lezyonu olan, yan dal çapı ≥ 2.5 mm ve lezyon uzunluğu >5 mm olan 200 hastayı provizyonel strateji ile sistematik Culotte stratejisi arasında randomize etmiştir.

- **1 Yıllık Sonuçlar:** MACE oranlarında anlamlı fark saptanmamıştır (Culotte %10.3 vs. Provizyonel %7.7). Ancak Culotte grubunda işlem süresi, X-ışını dozu ve maliyet daha yüksektir.
- **5 Yıllık Sonuçlar:** Uzun vadeli takipte de birincil sonlanım noktası (lm, MI, TVR) açısından üstünlük sağlanamamıştır (Provizyonel %18.4 vs. Culotte %23.7).

Bu alışma bize şunu söylemektedir: Büyük yan dallarda bile provizyonel yaklaşım "less is more" (az çoktur) prensibiyle çoğu zaman yeterlidir. Ancak yan dalın anatomik olarak korunması zorunluysa Culotte güvenli bir limandır.

BBK II alışması: Culotte vs. TAP

Bifurcations Bad Krozingen (BBK) II alışması, yan dal stenti yerleştirilmesine karar verilmiş hastalarda Culotte ile TAP (T-and-Protrusion) tekniklerini karşılaştırmıştır.

- **Anjiyografik Sonuçlar:** 9. ayda yapılan takip anjiyografilerinde, Culotte grubunda maksimal çap stenozu (%21) TAP grubuna (%27) göre anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($p=0.038$).
- **Restenoz:** Binari restenoz oranları Culotte'da %6.5, TAP'da ise %17.0'dir ($p=0.006$). Bu veriler, yan dal stenti kesin olarak gerekiyorsa Culotte'un TAP'a göre anjiyografik olarak daha üstün sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Sol Ana Koroner (LM) Bifrkasyonları ve Culotte

Sol ana koroner bifürkasyonu, daha geniş damar kalibresi ve yüksek metal yükü toleransı nedeniyle farklı bir ligdir. DKCRUSH-III alışması, distal LM bifrkasyonlarında DK-Crush ile Culotte'u karşılaştırmış ve DK-Crush lehine çok net bir üstünlük rapor etmiştir.

- **MACE (3 Yıl):** DK-Crush %8.2 iken Culotte %23.7 olarak bildirilmiştir ($p<0.001$).
- **Stent Trombozu:** Culotte grubunda %3.4 oranında görülürken, DK-Crush grubunda hiç izlenmemiştir.

Bu sonuçların temel nedeni, LM bifurkasyonlarında genellikle ana dal (LM) ile yan dal (LCx) arasında ciddi bir çap farkı olması ve Culotte tekniğinin bu çap uyumsuzluğuna (mismatch) karşı duyarlı olmasıdır. Ancak non-LM lezyonlarda durum farklıdır.

ROUTE Çalışması: Non-LM Lezyonlarda Sürpriz Sonuçlar

2024 yılında yayımlanan ROUTE çalışması, non-LM bifurkasyonlarda DK-Culotte ile DK-Crush'ı karşılaştırmış ve bu kez DK-Culotte'un daha üstün klinik sonuçlar verdiğini göstermiştir.

- **1 Yıllık TLF (Hedef Lezyon Başarısızlığı):** DK-Culotte %3.0 iken DK-Crush %10.9 olarak saptanmıştır (p=0.028).
 - **İşlem Süresi:** DK-Culotte anlamlı derecede daha kısa sürmüştür (30 dk vs. 45 dk).
- Bu bulgular, non-LM lezyonlarda damar çapları birbirine daha yakın olduğu için DK-Culotte'un hem daha kolay hem de daha etkili bir seçenek olabileceğini ortaya koymaktadır.

Özel Durumlar ve Hasta Grupları

Cinsiyet Farklılıkları ve Sonuçlar

Kardiyovasküler araştırmalarda cinsiyet farkları sıklıkla göz ardı edilse de bifurkasyon girişimlerinde bu durum önem arz eder. ACS (Akut Koroner Sendrom) kohortunda Culotte ve DK-Culotte uygulanan hastalar incelendiğinde, kadınlar ve erkekler arasında 1 yıllık MACE ve TLF oranları açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu durum, tekniğin her iki cinsiyette de benzer güvenlik profiline sahip olduğunu göstermektedir; ancak kadınların daha küçük damar yapısına sahip olma eğilimi, işlem sırasında stent boyutu seçiminde daha titiz davranılmasını gerektirir.

Kalsifik Lezyonlar ve İntravasküler Görüntüleme

Culotte tekniği uygulanan kalsifik lezyonlarda, stentin tam appozisyonunu değerlendirmek için IVUS veya OCT kullanımı "Sınıf 2a" endikasyonla önerilmektedir. İntravasküler görüntüleme, özellikle:

1. Lezyon hazırlığının yeterliliğini,
2. POT balonunun doğru konumlandırıldığını (tam olarak karina seviyesinde),
3. Telin doğru hücreden geçtiğini (OCT ile),
4. Overlap bölgesindeki metal yoğunluğunun damar lümenini daraltmadığını doğrulamak için kritiktir.

Komplikasyonlar ve Sorun Giderme (Troubleshooting)

Culotte tekniği sırasında karşılaşılan en büyük zorluk "stent deformasyonu" ve "yan dal kaybı"dır.

Stent Deformasyonu ve Tel Takılması

İkinci stenti ilerletirken telin ilk stentin altından geçmesi, stentin pMB'de büzülmesine (crumpling) neden olabilir. Eğer stent iletiminde dirençle karşılaşırsa zorlanmamalı, telin pozisyonu anjiyografik olarak veya IVUS ile kontrol edilmelidir. Telin "distal" hücreden geçtiğinden emin olmak, bu tür mekanik sorunları minimize eder.

Yan Dalın "Jail" Olması ve Kurtarma

Provizyonel yaklaşımdan Culotte'a geçiş yapıldığında (bail-out), yan dalın akımı bozulabilir. Bu durumda "jailed wire" (hapis tel) tekniği hayat kurtarıcıdır. Hapis tel, hem yan dal ostiumunun yerini işaretler hem de bifurkasyon açısını daha olumlu bir hale getirerek mikro-kateter veya balon geçişini kolaylaştırır.

Neokarina ve Restenoz Yönetimi

Culotte sonrası gelişen restenozlar genellikle yan dal ostiumunda veya proksimal overlap bölgesinde yoğunlaşır. Bu durumda ilaç kaplı balonlar (DCB) veya tekrar kissing balloon dilatasyonu bir seçenek olabilir. Ancak, proksimaldeki metal yükü nedeniyle tekrar stentleme yaparken çok dikkatli olunmalı, üçüncü bir katman oluşturmaktan kaçınılmalıdır.

Sonuç

Culotte tekniği, koroner bifurkasyon lezyonlarının tedavisinde doğal anatomiye bağlılık ve karina güvenliğini en üst düzeye çıkaran güçlü bir silahtır.

Temel Çıkarımlar ve Öneriler:

1. Vaka Seçimi: MB ve SB çaplarının benzer (mismatch <1 mm) ve açının dar olduğu non-LM gerçek bifurkasyonlarda öncelikli olarak düşünülmalıdır.

2. POT'un Kritik Rolü: İşlemin her aşamasında (ilk stent sonrası, ikinci stent sonrası ve final kissing sonrası) POT yapılması teknik başarının anahtarıdır.

3. DK-Culotte Avantajı: Teknik becerisi yüksek operatörler için DK-Culotte, klasik Culotte'a göre özellikle non-LM lezyonlarda daha üstün sonuçlar vaat etmektedir.

4. LM İstisnası: Sol ana koroner bifurkasyonlarında, eğer damar çapları arasında ciddi uyumsuzluk varsa DK-Crush hala Culotte'a göre daha güçlü kanıtlara sahiptir.

5. Görüntüleme: Karmaşık iki stentli girişimlerde IVUS veya OCT kullanımı, teknik hataları belirlemek ve düzeltmek için standart bir uygulama haline gelmelidir.

Kaynaklar:

1. Chevalier B, Glatt B, Royer T, Guyon P. Placement of coronary stents in bifurcation lesions by the "culotte" technique. Am J Cardiol. 1998;82(8):943-949. doi:10.1016/s0002-9149(98)00510-4
2. Erglis A, Lassen JF, Di Mario C. Technical aspects of the culotte technique. EuroIntervention. 2015;11 Suppl V:V99-V101. doi:10.4244/EIJV11SVA22
3. Ferenc M, Gick M, Comberg T, et al. Culotte stenting vs. TAP stenting for treatment of de-novo coronary bifurcation lesions with the need for side-branch stenting: the Bifurcations Bad Krozingen (BBK) II angiographic trial. Eur Heart J. 2016;37(45):3399-3405. doi:10.1093/eurheartj/ehw345
4. Park DW, Choi Y. Long-term outcomes of provisional strategy versus two-stent with culotte for non-left main bifurcation lesions: "less is more"? EuroIntervention. 2023;19(4):e277-e278. Published 2023 Jul 17. doi:10.4244/EIJ-E-23-00030
5. Arunothayaraj S, Behan MW, Lefèvre T, et al. Stepwise provisional versus systematic culotte for stenting of true coronary bifurcation lesions: five-year follow-up of the multicentre randomised EBC TWO Trial. EuroIntervention. Published online May 16, 2023. doi:10.4244/EIJ-D-23-00211
6. Burzotta F, Louvard Y, Lassen JF, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions using optimised angiographic guidance: the 18th consensus document from the European Bifurcation Club. EuroIntervention. 2024;20(15):e915-e926. Published 2024 Aug 5. doi:10.4244/EIJ-D-24-00160
7. Kahraman S, Cizgici AY, Guner A, et al. Clinical Outcomes of Double-Kissing Crush or Double-Kissing Culotte in Nonleft Main Bifurcation Lesions: The ROUTE Trial. Circ Cardiovasc Interv. 2024;17(11):e014616. doi:10.1161/CIRCINTERVENTIONS.124.014616

DOUBLE-KISSING (DK) CRUSH STENT TEKNİĞİ

Derleyenler

Ahmet Onur Kocasarı¹- Zafer Özden¹

¹İzmir Şehir Hastanesi

Giriş

Koroner arter bifurkasyon lezyonları, karmaşık anatomik yapıları, akım dinamikleri ve stent yerleşimine bağlı teknik güçlükler nedeniyle perkütan koroner girişim (PKG) pratiğinde önemli bir klinik problem oluşturmaktadır. Provizyonel stentleme yaklaşımı birçok bifurkasyon lezyonunda tercih edilen strateji olmakla birlikte, özellikle gerçek ve kompleks bifurkasyon morfolojilerinde iki stent stratejileri daha üstün klinik sonuçlar sağlayabilmektedir. Double-kissing (DK) crush tekniği, klasik crush yönteminin optimize edilmiş bir modifikasyonu olup, sistematik çift “kissing balloon” uygulaması ve kontrollü yeniden tel geçişi ile yan dal osteal açıklığının korunmasını hedeflemektedir. DK-crush en çok kullanılan iki stentli koroner bifurkasyon stentleme stratejisidir. DK-crush tekniği, diğer yöntemlere kıyasla daha düşük majör kardiyak olaylar, kardiyak ölüm oranları ve stent trombozu ile ilişkilidir. Mevcut kanıtlar, uygun hasta seçimi ve deneyimli merkezlerde uygulandığında DK-crush tekniğinin kompleks bifurkasyon lezyonlarında etkin ve güvenli bir iki stent stratejisi olarak konumlandırılabilirliğini desteklemektedir. Bu bölüm, DK-crush tekniğinin temelini, prosedürel basamaklarını, intravasküler görüntüleme ile optimizasyon stratejilerini ve güncel literatürdeki karşılaştırmalı klinik sonuçlarını kapsamlı biçimde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Genel Bilgiler

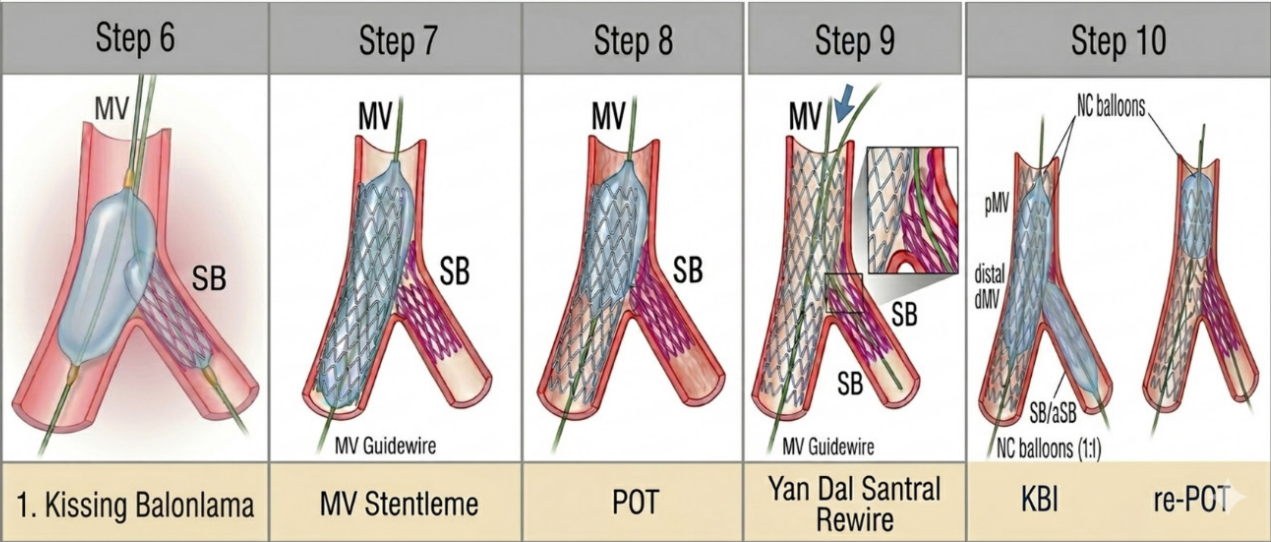
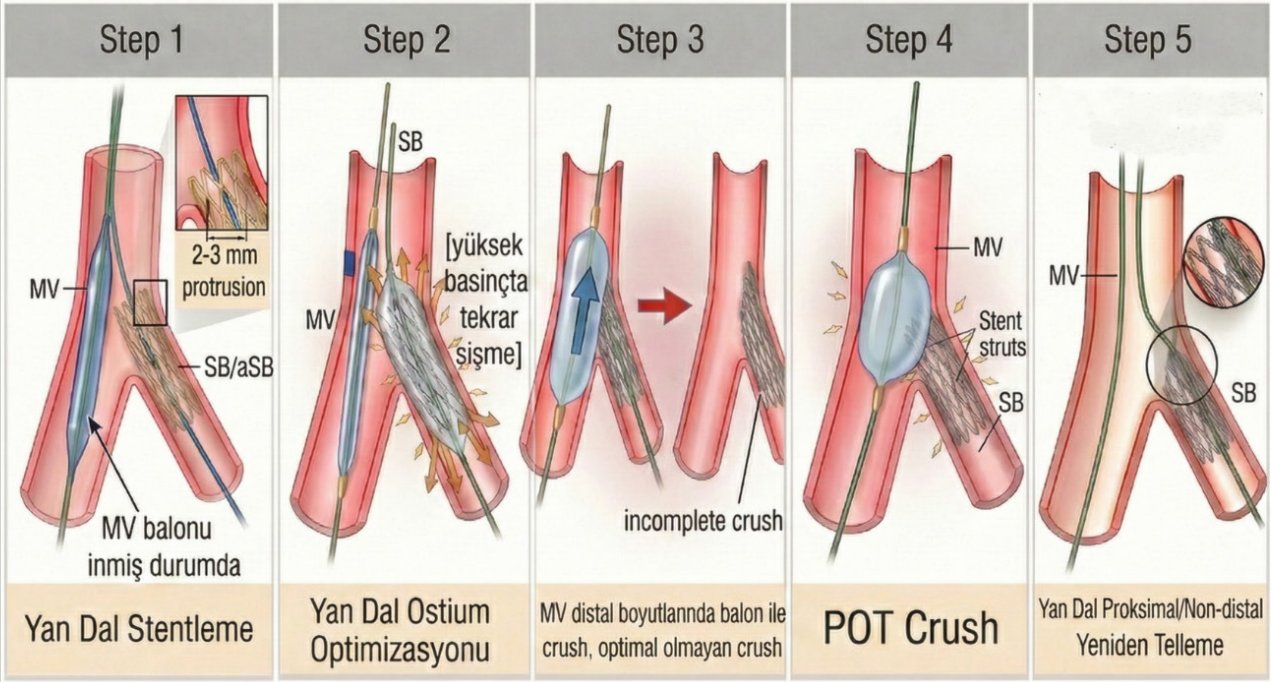
Colombo'nun 2004 yılında bildirdiği crush yaklaşımının çeşitli modifikasyonları çağdaş DK-crush tekniğini geliştirmek için uygulanmıştır [1]. Provizyonel stentleme, çoğu koroner bifurkasyon lezyonu için tercih edilen ve önerilen stentleme stratejisidir. Ancak; büyük, hastalıklı bir yan dala sahip lezyonlarda genellikle iki stent tekniğine ihtiyaç duyulmaktadır. Birçok operatör, karmaşık bifurkasyon lezyonlarının tedavisinde geniş yan dal hastalığı ve/veya önemli bir yan dala yeniden erişimde beklenen zorluk nedeniyle iki stent yaklaşımı için bu tekniği tercih etmektedir. DK-crush tekniği Avrupa Bifurkasyon Kulübü (EBC) tarafından önerilen çift stentli bifurkasyon teknikleri arasında da yer almaktadır. EBC önerilerine göre DK-crush, MADS-2 sınıflamasında her zaman iki stentle biten “S” ailesinde yer alır [2]. Gerçek bifurkasyon lezyonlarında (Medina 111, 101, 011), uzun osteal yan dal lezyonlarında (≥ 10 mm), büyük yan dal lezyonlarında ($\geq 2,5-2,75$ mm) veya yan dalın önemli bir miyokard bölgesini beslediği durumlarda ($>10\%$ miyokard veya >73 mm uzunluk) etkinliği ve güvenliği kanıtlanmış önceden planlanmış çift stent tekniklerinin uygulanması önerilir [3]. Klinik veriler, diğer stentleme tekniklerine kıyasla, yan dalın (SB) stentlenmesi, balonla ezme, ilk kissing balon, ana damarın (MV) stentlenmesi ve son kissing balon şişirilmesinden oluşan çift kissing (DK) tekniğinin, karmaşık koroner bifurkasyon lezyonları için avantajlarını desteklemektedir. Yakın zamanda yapılan bir meta-analiz, DK-crush'ın son kissing işleminin daha sık yapılabilmesi (oran %99'a karşı %80-85) nedeniyle diğer birçok tekniğe göre üstün olabileceğini öne sürmüştür [2]. Klinik çalışmalar, özellikle korumasız sol ana koroner bifurkasyon lezyonları için, DK-crush tekniğinin klasik crush tekniğine kıyasla klinik ve anjiyografik sonuçları iyileştirdiğini göstermektedir. Elde edilen randomize veriler, özellikle uzun (>10 mm) yan dal lezyonu olan kompleks gerçek bifurkasyonlarda DK-crush'ın klinik sonuçları iyileştirdiğini göstermektedir; daha basit lezyonlara genellenmesi önerilmemektedir [4].

DK Crush Sıralı Teknik Adımlar

Herhangi bir bifurkasyon lezyonunun perkütan koroner girişiminde ilk adım, genellikle intravasküler ultrason (IVUS) veya optik koherens tomografi (OCT) ile intrakoroner görüntüleme kullanılarak hedef lezyonun kapsamlı bir analizini yapmaktır. Bu analizde ana damarın (MV) ve yan dalın (SB) boyutu, MV ve SB hastalığının derecesi, kalsifikasyonun varlığı ve boyutu ile bifurkasyon açısı değerlendirilir [10].

DK-crush işleminde ilk olarak, hem MV hem de SB tellenmelidir.

1. Gerekli görüldüğü takdirde her iki dalın da optimal balon ön dilatasyonu yapıldıktan sonra, SB'ye uygun uzunlukta ve SB'ye göre 1:1 oranında boyutlandırılmış bir DES yerleştirilir. Stent, MV'ye doğru çıkıntı yapmalıdır, ancak bu çıkıntı 2-3 mm ile sınırlı olmalıdır [11]. SB stentini ezme için MV'ye bir balon yerleştirilmez. Güvenlik amacıyla, yan dal stenti şişirilirken, anadal balonu anadal içinde şişirilmemiş halde tutulur.
2. SB stenti yerleştirildikten sonra, stent balonu hafifçe geri çekilir ve yüksek basınçta tekrar şişirme işlemi gerçekleştirilir (bu aşamada MV içindeki balon hala şişirilmemiş halde tutulur). Bu adım (Dr. Francesco Lavarra'nın EBC 2018 toplantısındaki sözlü sunumunda "SB optimizasyonu" olarak adlandırdığı), SB ağzında en iyi stent yerleşimi ve genişlemesini sağlamayı amaçlamaktadır [12].
3. MV balonu (tercihen Non-Compliant (NC) balon), SB çıkış seviyesine yerleştirilir ve MV içindeki çıkıntı yapan stent tellerini ezme için yüksek basınçlı şişirme işlemi gerçekleştirilir. (Crush işlemi)
4. Balon boyutu, ateroskleroz miktarına ve MV distal boyutuna göre ayarlanmalıdır, ancak laboratuvar testleri, stent ezme işleminin tamamen gerçekleştirilmesi için POT Crush tekniğinin (Karina seviyesinden proksimale doğru proksimal ana damar boyutunda bir NC balon ile crush) gerekli olduğunu göstermektedir.
5. Yan dal, distal olmayan bir stent aralığından uygun bir kılavuz tel kullanılarak yeniden tellenir. (Rewire)
6. SB'ye (SB'ye göre 1:1 çap boyutunda) ve MV'ye (distal MV'ye göre 1:1 çap boyutunda) iki NC balon yerleştirilir ve ardışık teknikte (her birinin ayrı ayrı yüksek basınçlı şişirilmesi ve ardından son olarak eş zamanlı kissing dilatasyon ve sonrasında eş zamanlı balonların indirilmesi) balon dilatasyon işlemi gerçekleştirilir.
7. Balonlar çıkartılır. Ardından SB kılavuz teli çıkartılarak ana dala distal MV çapıyla 1:1 oranında bir stent ilerletilir. SB boyunca tüm proksimal MV segmentini kapsayacak şekilde stent implantasyonu gerçekleştirilir. Yan dal proksimalinde en az 6-8 mm anadal stenti gereklidir [11].
8. Sonrasında proksimal MV'ye 1:1 oranında NC balon ile bir POT işlemi gerçekleştirilir.
9. SB, distal olmayan bir stent aralığından uygun bir kılavuz tel kullanılarak yeniden tellenir.
10. Sonrasında iki NC balon ile (MV balonu distal MV'ye 1:1 oranında; SB balonu SB çapına 1:1 oranında) ardışık tekniğe göre kissing balon yapılarak ikinci kissing balonlama işlemi tamamlanır. Sonrasında proksimal anadalda karina seviyesine kadar, proksimal ana dala göre 1:1 oranında boyutlandırılmış NC balon ile POT işlemi yapılır. Final POT yapıldıktan sonra kontrol pozlar ile görüntüleme yapılarak komplikasyon gözlenmemesi üzerine işleme son verilir.



DK Crush Stentleme Adımları

Önemli Noktalar, Zorluklar Ve Çözüm Yöntemleri

Prosedür Adımları		Sorunlar	Çözümler
1*	SB Stent İmplantasyonu	Stentin SB/aSB'ye yerleştirilmesinde zorluk	→Yüksek basınçta şişirilmiş NC balonlar kullanılarak ek balon dilatasyonu →Çok kalsifiye damarlarda aterektomi[13]
2*	SB/aSB Ostium Optimizasyonu	Belirli bir problem yok	
3*	Crush İşlemi	Bifurkasyona yanlılıkla proksimal olarak yerleştirilen veya SB hizasına yerleştirilmeyen MV balonunun zorlu geçişi.	→Geçiş sağlamak ve crush işlemi için düşük profilli bir balon (çap <1,5 mm) kullanın, ardından crush işlemi tamamlamak için uygun boyuttaki MV balonunun geçişini tekrar deneyin.
4*	Pot Crush	Cruhs işleminin ardından yeterli crush sağlanamaması	→Proximal MV çapına göre optimal balon konumlandırma ve boyutlandırma ile POT işlemini tekrarlayın.
5*	Rewire	SB/aSB yeniden tellenmesinde zorluk	→Tel ucu ikincil bir açı ile yeniden şekillendirilmeli →İlk POT işleminin eksik veya uygunsuz yapılmış olması yetersiz crush'a neden olarak rewire yapılmasını zorlaştırabilir. Optimal crush yeniden yapılmalı →Telinizi polimer kaplı teller veya torklanabilirliği ve/veya sertliği artırılmış özel tellerle değiştirmek →Çift lümenli, açılı veya yönlendirilebilir mikrokaterlerin kullanımı (açılı SB/aSB için) →"Hairpin" veya reverse wiring tekniği kullanın. [14]
			# 1. KBI'dan önce SB/aSB'nin distal bir stent strutından rewire edilmesi 1. KBI sonrası proksimal SB/aSB stentinin yanlış ezilmesine yol açabilir, SB/aSB ostiumunun distal kenarında düzeltilemeyen önemli bir boşluk bırakabilir.

6*	1. Kissing Balon	-SB/aSB balon geçişinde zorluk	<p>→SB/aSB telini uygun strut aralığından yeniden rewire etmek. [15]</p> <p>→Kateterin desteğini artırın (Koaksiyel olmak, derin yerleştirme)</p> <p>→1.0-1.5 mm balonlar gibi küçük balon kullanılmalıdır. Bu tür bir balon geçerse, yan dal yeterince genişleyene kadar kademeli olarak daha büyük balonlar ilerletilebilir.</p> <p>→Daha destekleyici bir tel kullanılabilir.</p> <p>→MC (mikrokatater) ile yan dal stenti modifiye edilebilir.</p> <p>→Anchor balon tekniği ile yan dala balon geçişi sağlanabilir.</p>
7*	MV Stentlenmesi	-MV stentinin zorlu geçişi	→Proksimal MV çapına göre optimal balon boyutlarıyla POT işlemini tekrarlayın.
8*	1. POT İşlemi	POT balonunun geçişinde zorluk	Proximal MV çapına uygun geçiş profili daha iyi balonlar kullanmak (mümkünse NC balon)
9*	Rewire	MV stent implantasyonundan sonra SB tellenmesindeki zorluk	5* aşamada belirtilen teknikler bu adımda da kullanılabilir.
10*	2. Kissing Balon Ve Final POT	-SB/aSB balon geçişinde zorluk	6* aşamada belirtilen teknikler bu adımda da kullanılabilir.
		2. KBI sırasında balonların eş zamanlı indirilmemesi ya da uygunsuz POT sonrası uygun olmayan neo karina oluşması	Kissing balon işleminin uygun şekilde tekrarlanması ve yeniden uygun şekilde final POT yapılması gerekir.
Sıkışmış yan dal telinin çıkarılamaması			Sıkışmış bir teli zorla çekmekten kaçınılmalıdır. Geri çekmeden önce üzerine bir balon veya mikrokatateri mümkün olduğunca distal yönde ilerletmek, Distal yönde ilerletilen küçük bir balonu şişirmek sıkışmış bir kılavuz telin çıkarılmasına yardımcı olabilir.
KBI: Kissing balon MV: Ana dal SB: Yan dal NC: Nonkompliant MC: Mikrokatater POT: Proksimal optimizasyon tekniği #: Ek not			

DK Crush Denemelerinden Elde Edilen Veriler

Klinik Çalışma, Yılı Ve Hasta Sayısı	Amaç-Hipotez	Sonuç
Gioia ve diğerleri 2020 5711 hasta [5]	Provizyonel stentleme, T stentleme, TAP, Crush, Culotte ve DK Crush stratejilerinin karşılaştırılması	DK Crush, daha az olumsuz kardiyovasküler olaylarla ilişkilidir. Yan dal lezyon uzunluğu >10 mm olduğunda, 2 stent tekniğinin provizyonel stentlemeye göre avantajları gözlemlenmiştir.
Chen ve diğerleri DK Crush II Çalışması 2017 370 hasta [6]	Koroner arter bifurkasyon lezyonlarında DK Crush tekniği ile Provizyonel stentleme tekniğinin karşılaştırılması	DK Crush tekniği, 5 yıllık takip süresi boyunca daha düşük yeniden revaskülarizasyon oranlarına, daha iyi klinik sonuçlara ve daha düşük komplikasyon oranlarına sahiptir.
DK Crush-III 2013 419 hasta [7]	Distal sol ana koroner arter (LMCA) bifurkasyon lezyonlarında DK Crush ile Culotte stentleme tekniklerini karşılaştırılması	DKCrush-III, distal sol ana bifurkasyon lezyonlarında DK-Crush tekniğinde Culotte yöntemine kıyasla daha düşük MACE ve hedef lezyon revaskülarizasyon oranları gözlemlenmiştir.
Definition II 2020 653 hasta [4]	Bifurkasyon lezyonlarında iki stent stratejisinin (özellikle DK Crush) tek stent (Provizyonel) yaklaşımına üstünlüğünü değerlendiren, çok merkezli, randomize bir çalışma	<i>İki stent stratejisinin, özellikle DK Crush tekniğinin, provizyonel stratejiye kıyasla daha düşük MACE oranı sağladığını gösterdi.</i>
Chen ve diğerleri DK Crush V Çalışması 2019 2211 hasta [8]	Sol ana koroner bifurkasyon lezyonlarının tedavisinde DK Crush tekniğini, Provizyonel stentleme stratejisiyle karşılaştıran randomize bir klinik çalışma	DK Crush tekniği, 1 yıllık takipte hedef lezyon revaskülarizasyon oranını anlamlı biçimde azaltmıştır (%5,0 vs. %10,7). Ayrıca MACE ve stent trombozu oranları da daha düşüktür.
Chen ve diğerleri DK Crush X 2025 1573 HASTA [9]	Gerçek bifurkasyon lezyonlarında sistematik iki stent stratejisi (özellikle DK Crush) ile Provizyonel stent stratejisinin 6 yıllık klinik sonuçlarını karşılaştıran bir çalışma	DK Crush, gerçek ve kompleks koroner bifurkasyon lezyonlarında uzun dönemde provizyonel stratejiye kıyasla daha düşük hedef lezyon revaskülarizasyon oranı sağlamaktadır. En güncel ve en güçlü uzun dönem kanıtı sunan DK Crush çalışmasıdır.

Kaynaklar:

- Colombo, A., et al., Modified T-stenting technique with crushing for bifurcation lesions: immediate results and 30-day outcome. Catheterization and cardiovascular interventions, 2003. 60(2): p. 145-151.
- Burzotta, F., et al., Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions: the 15th consensus document from the European Bifurcation Club: 15th EBC consensus on bifurcation. EuroIntervention, 2021. 16(16): p. 1307.
- Zhang, J.-J. and S.-L. Chen, Classic crush and DK crush stenting techniques. EuroIntervention, 2015. 11(V): p. V102-V105.
- Zhang, J.-J., et al., Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial. European Heart Journal, 2020. 41(27): p. 2523-2536.
- Di Gioia, G., et al., Clinical outcomes following coronary bifurcation PCI techniques: a systematic review and network meta-analysis comprising 5,711 patients. Cardiovascular Interventions, 2020. 13(12): p. 1432-1444.
- Chen, S.-L., et al., Clinical outcome of double kissing crush versus provisional stenting of coronary artery bifurcation lesions: the 5-year follow-up results from a randomized and multicenter DKCRUSH-II study (randomized study on double kissing crush technique versus provisional stenting technique for coronary artery bifurcation lesions). Circulation: Cardiovascular Interventions, 2017. 10(2): p. e004497.
- Chen, S.L., et al., Comparison of double kissing crush versus Culotte stenting for unprotected distal left main bifurcation lesions: results from a multicenter, randomized, prospective DKCRUSH-III study. J Am Coll Cardiol, 2013. 61(14): p. 1482-8.
- Chen, E., W. Cai, and L.-I. Chen, Crush versus Culotte stenting techniques for coronary bifurcation lesions: A systematic review and meta-analysis of clinical trials with long-term follow-up. Medicine, 2019. 98(14): p. e14865.
- Chen, S.L., et al., Double-kissing crush versus provisional stenting in patients with true coronary artery bifurcation lesions: a pooled individual patient-level analysis of randomised trials (DKCRUSH X trial). Asialntervention, 2025. 11(3): p. 178-188.
- Mintz, G.S., et al., American College of Cardiology Clinical Expert Consensus Document on Standards for Acquisition, Measurement and Reporting of Intravascular Ultrasound Studies (IVUS). A report of the American College of Cardiology Task Force on Clinical Expert Consensus Documents. J Am Coll Cardiol, 2001. 37(5): p. 1478-92.
- Rab, T., et al., Current Interventions for the Left Main Bifurcation. JACC Cardiovasc Interv, 2017. 10(9): p. 849-865.

12. Burzotta, F., et al., European Bifurcation Club white paper on stenting techniques for patients with bifurcated coronary artery lesions. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2020. 96(5): p. 1067-1079.
13. Chambers, J.W., et al., Outcomes after Atherectomy Treatment of Severely Calcified Coronary Bifurcation Lesions: A Single Center Experience. *Cardiovasc Revasc Med*, 2019. 20(7): p. 569-572.
14. Brilakis, E., *Manual of chronic total occlusion interventions: a step-by-step approach*. 2017: Academic Press.
15. Albiero, R., et al., Treatment of coronary bifurcation lesions, part I: implanting the first stent in the provisional pathway. The 16th expert consensus document of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*, 2022. 18(5): p. e362-e376.

SOL ANA KORONER BİFURKASYON LEZYONLARINA YAKLAŞIM

Derleyenler

Ekrem Şahan¹ Suzan Şahan²

¹Ankara Bilkent Şehir Hastanesi

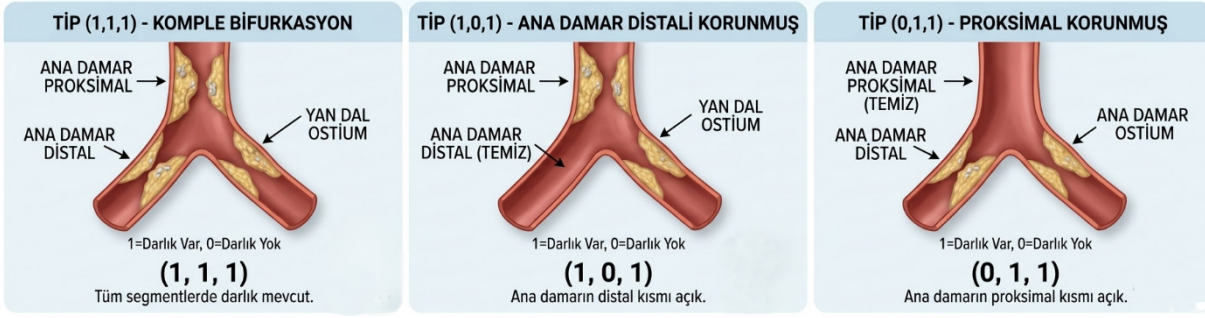
²Çubuk Halil Şıvgın Devlet Hastanesi

Sol ana koroner arter (LMCA) bifurkasyon lezyonları, kalbin kan akışının yaklaşık %75-80'ini sağlayan kritik bir bölgede yer aldığı için girişimsel kardiyolojinin en teknik ve riskli alanlarından biridir. Bu lezyonlara müdahalede temel hedef, hem ana dalın (genellikle LAD) hem de yan dalın (genellikle Cx) açıklığını uzun vadeli korumaktır. Daha önceleri korumalı (LIMA-LAD anastomozu içeren) LMCA lezyonlarına müdahaleye cesaret edilirken artık günümüzde hem stent teknolojisindeki gelişmeler, hem operatör deneyimlerinin artması hem de intrakoroner görüntüleme yöntemlerinin kullanılması ile, LMCA stentleme işlemi, revaskülarizasyon seçeneklerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. LMCA lezyonlarının büyük çoğunluğu (yaklaşık %80) distal bifurkasyon lezyonlarını içermekte, daha az sıklıkla mid ve osteal lezyonlar karşımıza çıkmaktadır (1). Bu nedenle LMCA distal bifurkasyon lezyonlarına yaklaşım konusunda fikir sahibi olmak önemlidir.

LMCA lezyonlarına revaskülarizasyon yaklaşımında koroner bypass cerrahisi (CABG) mi yoksa perkütan koroner girişim (PKG) mi sorusu çok sık karşımıza çıkmakla birlikte, Avrupa Kalp Cemiyetinin 2024 Kronik Koroner Sendromu Kılavuzunda da belirttiği gibi özellikle kompleks olmayan (SYNTAX skoru ≤ 22) ve çoklu damar hastalığı eşlik etmeyen LMCA lezyonlarında perkütan koroner girişim Sınıf I-A öneri ile tercih edilebilmektedir (2). Buna ek olarak, güncel bilgiler özellikle LMCA lezyonlarının revaskülarizasyon öncesi ve perkütan koroner girişim sonrası intrakoroner görüntüleme ile değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (3,4).

Ancak bu duruma LMCA distal bifurkasyon lezyonu eşlik ettiğinde ise, revaskülarizasyon modalitemiz bifurkasyon ciddiyetine göre değişebilmektedir. Bifurkasyon lezyonlarına yaklaşımda global olarak kabul edilen Medina sınıflaması kullanılmaktadır. Gerçek bifurkasyon dediğimiz lezyonlar ise yan dalda lezyon bulunduğu (1,1,1) (1,0,1) ve (0,1,1) olarak tanımlanan lezyonları kapsamaktadır (Şekil-1). LMCA bifurkasyon lezyonlarına yaklaşım için temel oluşturan üç önemli çalışma DKCRUSH-III, DKCRUSH-V ve EBC MAIN çalışmalarıdır. DKCRUSH-III çalışmasında culotte tekniği ile DK-crush tekniği karşılaştırılmış birinci ve üçüncü yıl sonuçlarında culotte tekniği artmış majör istenmeyen kardiyovasküler olay (MACE) oranları ile ilişki çıkmıştır (5,6). LMCA distal bifurkasyon lezyonlarına yaklaşımda en çok tercih edilen iki yöntemin kıyaslandığı iki çalışmadan birincisi olan DKCRUSH-V çalışmasında, DK-crush yöntemine kıyasla provizyonel stentleme stratejisinde 1 yıl sonunda daha fazla kardiyak ölüm, miyokard infarktüsü veya hedef lezyon revaskülarizasyonunda oluşan birleşik sonlanım oranları vardı (7). EBC MAIN çalışmasında ise DK-crush tekniği ile aşamalı provizyonel stentleme stratejisi karşılaştırıldı. Provizyonel stentleme stratejisi ile başlanan hastaların yaklaşık %22'sinde yan dal stentleme ihtiyacı doğmuştu. Çalışmanın 1 yıllık sonuçlarına bakıldığında her iki stratejisinde de benzer MACE oranları, benzer stent trombozu oranları çıkmış, en önemli fark ise vaka süresinin provizyonel stentleme stratejisi ile belirgin kısalması olmuştur (8). EBC MAIN ev DKCRUSH-V çalışmaları sonuçlarındaki farkın sebebi ise şöyle açıklanabilir. DKCRUSH-V çalışmasına dahil edilen merkezlerde operatörlerden, perkütan koroner girişim ve LMCA girişim konusunda deneyimli olmaları beklenirken, EBC MAIN çalışmasına katılan merkezlerdeki operatörlerde deneyim kısıtlaması olmamıştır. Bu durum göze alındığında ise EBC MAIN çalışmasının sonuçları pratik hayatta daha iç içe olduğu düşünülebilir.

MEDİNA SINIFLAMASI: GERÇEK BİFURKASYON LEZYONLARI



Şekil -1 Medina Sınıflamasında Gerçek Bifurkasyon Lezyonları

Provizyonel stentleme ya da başta DK-crush stratejisi olmak üzere çift stent stratejileri ele alındığında bifurkasyon lezyonuna müdahale konusunda strateji nasıl karar verileceği en önemli hususlardan biridir. Bunun için LMCA distal bifurkasyon lezyonlarının kompleksliğini değerlendirmede **DEFINITION Kriterleri** kullanılabilir (9).

DEFINITION Kriterleri:

DEFINITION-II çalışmasına göre, bir LMCA bifurkasyon lezyonunun "Kompleks" kabul edilmesi için aşağıdaki **majör** ve **minör** kriterlerin kombinasyonu gereklidir (9):

1. Majör Kriterler

Yan Dal (Cx) Darlık Oranı: $\geq \%70$

Yan Dal (Cx) Lezyon Uzunluğu: ≥ 10 mm

2. Minör Kriterler

Ana Damar Darlığı: $\geq \%70$

Çoklu Lezyon Varlığı (Multiple lesions)

Bifurkasyon Açısı: $< 45^\circ$ veya $> 70^\circ$

Damar Çapı: Ana damar referans çapı < 2.5 mm

Kalsifikasyon: Ciddi kalsifik lezyonlar

Trombus: Lezyon bölgesinde trombus varlığı

Klinik Karar Mekanizması ele alındığında kompleks lezyon tanımı şu şekilde yapılabilir. **Kompleks Lezyon:** 2 Majör kriterin **veya** 1 Majör + 2 Minör kriterin bulunması durumudur. Kompleks bifurkasyon lezyonlarında planlı çift stent stratejisi ile prosedürü yönetmek daha uygun olmaktadır. Bu bilgiler ışığında tedavi stratejilerimizi aşağıdaki belirttiğimiz şekilde özetleyebiliriz:

Tedavi Stratejileri:

Günümüzde LMCA bifurkasyon müdahalelerinde iki ana strateji öne çıkmaktadır:

1. Provizyonel Stentleme:

Temel Yaklaşım: Çoğu olguda (basit anatomilerde) ilk seçenek olarak önerilir. Sadece ana dal (LMCA-LAD) stentlenir, yan dal (Cx) ise ancak akım bozulursa veya ciddi darlık kalırsa stentlenir.

Avantajları: Daha kısa işlem süresi, daha az kontrast madde kullanımı ve düşük komplikasyon oranı ile ilişkilidir.

2. Planlı Çift Stentleme:

Endikasyon: Yan dalın (Cx) çok önemli olduğu (geniş çaplı, uzun lezyonlu) veya "gerçek" karmaşık bifurkasyonlarda tercih edilir.

Teknikler: En yaygın kullanılan teknikler arasında **DK Crush** (Double Kissing Crush), **Culotte**, **T-Stenting** ve **TAP** yer alır. Özellikle DK Crush tekniğinin, karmaşık LMCA lezyonlarında klinik sonuçlar açısından üstünlük sağlayabildiğine dair veriler mevcuttur.

İşlem Optimizasyonu ve Görüntüleme:

LMCA girişimlerinde sadece anjiyografi yeterli olmayabilir. Başarıyı artırmak için şu yöntemler kritiktir:

Intravasküler Görüntüleme (IVUS/OCT): Stent çapının doğru seçilmesi, tam açılmanın (appozisyon) kontrol edilmesi ve stent sınırlarının optimizasyonu için **IVUS** kullanımı kuvvetle önerilir.

POT (Proksimal Optimizasyon Tekniği): Bifurkasyon geometrisini korumak ve stent hücrelerini yan dala geçiş için uygun hale getirmek amacıyla stent sonrası ana dalın proksimalinde balon yapılması işlemin standart bir parçasıdır.

Sonuç:

LMCA bifurkasyon lezyonlarında perkütan koroner girişim (PKG), uygun seçilmiş vakalarda cerrahiye (CABG) alternatif güvenli bir yöntemdir. Tedavide bifurkasyon lezyonunun durumuna göre “mümkün olduğunca basit” yani provizyonel yaklaşım ön planda düşünülebilir, ancak karmaşık anatomilerde gelişmiş çift stent teknikleri ve intravasküler görüntüleme araçlarının kullanımı başarıyı belirleyen temel unsurlardır.

Kaynaklar:

1. Kovacevic M, Burzotta F, Srdanovic I, Petrovic M, Trani C. Percutaneous coronary intervention to treat unprotected left main: Common (un-answered) challenges. *Kardiol Pol.* 2022;80(4):417-428. doi: 10.33963/KP.a2022.0078.
2. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2024 Sep 29;45(36):3415-3537. doi: 10.1093/eurheartj/ehae177.
3. Cerrato E, Echavarría-Pinto M, D'Ascenzo F, et al. Safety of intermediate left main stenosis revascularization deferral based on fractional flow reserve and intravascular ultrasound: a systematic review and meta-regression including 908 deferred left main stenosis from 12 studies. *Int J Cardiol.* 2018;271:42-8. doi: 10.1016/j.ijcard.2018.04.032
4. Stone GW, Christiansen EH, Ali ZA, et al. Intravascular imaging-guided coronary drug-eluting stent implantation: an updated network meta-analysis. *Lancet* 2024;403:824-37. doi: 10.1016/S0140-6736(23)02454-6
5. Chen SL, Xu B, Han YL, et al. Comparison of double kissing crush versus Culotte stenting for unprotected distal left main bifurcation lesions: results from a multicenter, randomized, prospective DKCRUSH-III study. *J Am Coll Cardiol.* 2013 Apr 9;61(14):1482-8. doi: 10.1016/j.jacc.2013.01.023.
6. Chen SL, Xu B, Han YL, et al. Clinical Outcome After DK Crush Versus Culotte Stenting of Distal Left Main Bifurcation Lesions: The 3-Year Follow-Up Results of the DKCRUSH-III Study. *JACC Cardiovasc Interv.* 2015 Aug 24;8(10):1335-1342. doi: 10.1016/j.jcin.2015.05.017.
7. Chen SL, Zhang JJ, Han Y, et al. Double Kissing Crush Versus Provisional Stenting for Left Main Distal Bifurcation Lesions: DKCRUSH-V Randomized Trial. *J Am Coll Cardiol.* 2017 Nov 28;70(21):2605-2617. doi: 10.1016/j.jacc.2017.09.1066. Epub 2017 Oct 30.
8. Hildick-Smith D, Egred M, Banning A, et al. The European bifurcation club Left Main Coronary Stent study: a randomized comparison of stepwise provisional vs. systematic dual stenting strategies (EBC MAIN). *Eur Heart J.* 2021 Oct 1;42(37):3829-3839. doi: 10.1093/eurheartj/ehab283.
9. Zhang JJ, Ye F, Xu K, et al. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial. *Eur Heart J.* 2020 Jul 14;41(27):2523-2536. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa543.

İZOLE OSTİAL YAN DAL LEZYONU MÜDAHALESİNDE TEKNİKLER

Derleyen

Yakup Yunus Yamantürk
TOBB ETÜ Tıp Fakültesi Hastanesi

Giriş

İzole ostial yan dal lezyonu çoğu zaman **Medina 0,0,1** (yan dal ostiumunda darlık; ana damar proksimal ve distal segmentlerinde anlamlı darlık yok) kodu ile ifade edilen, **“non-true”** (true olmayan) bifurkasyon lezyonu alt tipidir (1,2). Bu lezyonlar tüm bifurkasyon lezyonlarının küçük bir yüzdesini oluştursa da (“<%5” ifadesi hem kanıta dayalı uluslararası derlemelerde hem de güncel ulusal literatürde yer alır) ostial yerleşim, fibrokalsifik yapı ve ana damara yakınlık nedeniyle teknik olarak zorlayıcıdır (3,4).

Bu lezyonlarla ilgili verilecek klinik kararın merkezinde şu denge vardır: Yan dalın sulama alanındaki miyokard rezervi genellikle ana damara göre daha sınırlı iken, yanlış/abartılı girişim ana damar hasarı veya akımında kötüleşme ile orantısız risk yaratabilir (5). Bu nedenle güncel ideal yaklaşım; (i) iskemiye belgelemek (non-invaziv veya FFR/iFR), (ii) anatomiye doğru değerlendirmek [gerekirse IVUS/OCT (İntravasküler Ultrasonografi/Optik Koherans Tomografisi) ile], (iii) mümkün olduğunca “basit ve güvenli” bir strateji seçmek ve (iv) komplikasyon için bailout plan(lar)ını önceden netleştirmektir (6-8).

Bu bölümde, erişkin kronik/akut koroner sendrom spektrumu varsayılarak, Avrupa Kardiyoloji Derneği (ESC) ve Avrupa Kardiyotorasik Cerrahi Derneği (EACTS) kılavuzları, Amerikan Kardiyoloji Koleji (ACC)[5] / Amerikan Kalp Derneği (AHA) / Kardiyovasküler Anjiyografi ve Girişimler Derneği (SCAI) önerileri ve European Bifurcation Club (EBC konsensüsleri ışığında Medina 0,0,1 lezyonlarına yaklaşımı inceleyeceğiz (6-8).

TANIMLAR VE ANATOMİ

Bifurkasyon lezyonu; ana damar (main vessel/main branch) ve yan dalın (side branch) ayırım noktasını içeren ve aterosklerotik plak dağılımı ile akım dinamikleri nedeniyle PKG sırasında “karina kayması”, plak kayması, ostial rezidü darlık gibi sorunlara yatkın anatomidir (8). EBC, bifurkasyon anatomisini “3 segmentli (proksimal ana damar, distal ana damar, yan dal) kompleks bir yapı” olarak tarif eder ve tedavide segmentler arası çap-mismatch ile akım dinamiklerinin önemini vurgular.

Medina sınıflaması bifurkasyonu 3 haneli bir kodla tanımlar: (1) proksimal ana damar, (2) distal ana damar, (3) yan dal ostiumu; her hanede “1” anlamlı darlık (klasik olarak >%50) varlığını, “0” yokluğunu gösterir. **Medina 0,0,1**; sadece yan dal ostiumunda darlık olmasıdır.

Bu sınıflama invaziv koroner anjiyografi temellidir; fakat özellikle Medina 0,0,1’de “gerçekten izole yan dal lezyonu mu?” sorusu kritiktir: IVUS/OCT ile plak dağılımı incelendiğinde, anjiyografide “izole” görünen ostial lezyonun proksimalinde ana damar tarafında farzedilenden fazla plak yükü olabileceği; dolayısıyla sınıflamanın ve planın değişebileceği göz önünde tutulmalıdır (9,10).

Medina 0,0,1 lezyonlarının pratikteki temel geometrik problemi, **“ostial miss”** (stentin ostiumu tam kaplamaması) ile **“ana damara protrüzyon”** (stentin ana damara taşması) ikilisidir. Basitleştirilmiş geometrik analizlerde, bifurkasyon açısı şayet 90° değilse bu stentin ostial miss/ana damara protrüzyon noktasında mükemmel hizalanmasının mümkün olmadığı; özellikle dar açılarda (≤60°) “miss/protrüzyon” değerinin en az **1 mm üzeri** olabileceği gösterilmiştir. Bu, restenoz ve ana damar hasarı riskini artıran ana unsurlardan biridir (11,12).

Optimal Stent Hizalama	Anatomi kaynaklı «Geographic miss»	Operatör kaynaklı «Geographic miss»
4	2 3 5 6	1 7

Şekil1. İzole ostial lezyon müdahalelerinde stent implantasyonu esnasında stentin ostiuma hizalamasında karşılaşılabilecek senaryolar

Perkütan Koroner Girişim Kararı için Endikasyonlar ve Konservatif medikal tedavi yaklaşımı

İzole ostial yan dal darlığında “girişim mi–medikal izlem mi?” kararı çoğunlukla semptom/iskemi ekseninde verilir (6,7).

Medina 0,0,1 özelinde girişim planlanırken semptom/iskemi dışında iki faktör göz önünde tutulmalıdır: Birincisi, bu lezyonların ilgilendirdiği miyokard alanı sıklıkla sınırlıdır ve bazı derlemelerde “çoğu Medina 0,0,1 lezyonunun miyokardın %10’undan fazlasını beslemediği” vurgulanır; dolayısıyla ana damarı riske eden agresif stratejilerden kaçınma prensibi güçlenir (5). İkincisi, stabil KAH’ta PKG’nin mutlak semptom yararı olsa da “refrakter olmayan” olgularda net klinik faydanın sınırlanabileceğini hatırlatan büyük çalışmalar (ör. COURAGE; sham-kontrollü ORBITA) bu endikasyonla yapılması planlanan girişimlerin eşliğini yükseltir.

Bu nedenle iskeminin objektif gösterimi kritikleşir. Özellikle “ara dereceli” darlıklarda FFR veya iFR ile PKG kararının yönlendirilmesi önerilir; stabil hastada FFR>0,80 veya iFR>0,89 ise PKG yapılmamalıdır (6,7). Bu eşikler yan dal ostial lezyon için de “gereksiz stentlemeyi” önleyen temel invaziv fonksiyonel parametreler olarak kabul edilir.

Intravasküler görüntüleme (IVUS/OCT), gerçek sol ana koroner bifurkasyon lezyonlarında olduğu gibi izole ostial yan dal lezyonlarının değerlendirilmesinde de önerilmektedir (9,10) . Medina 0,0,1 lezyonlarında IVUS/OCT, anatomik karakterizasyon ve girişim stratejisinin belirlenmesine katkı sağlasa da, ostial yan dal lezyonlarında intravasküler görüntüleme bulgularının fonksiyonel anlamlılığı öngörmede pozitif prediktif değerinin sınırlı olabileceği gösterilmiştir. Bu nedenle IVUS/OCT, fonksiyonel iskeminin değerlendirilmesinin yerine geçmemelidir.

PERKÜTAN KORONER GİRİŞİM TEKNİKLERİ

1-Prosedüral planlama, erişim ve tel stratejileri

Bifurkasyon lezyonlarına uygulanacak PKG söz konusu olduğunda genel-geçer strateji ana dal ve tüm önemli yan dalların güvence altına alınmasını sağlayacak biçimde kılavuz tel ile korunmasıdır.

Erişimyeri açısından revaskülarizasyon kılavuzlarında radialyaklaşımın kanama ve vasküler komplikasyonları

azalttığı vurgulanmaktadır (6). *Medina 0,0,1 lezyonları için sağ veya sol radial arasında damar-spesifik bir üstünlük gösterilmemiştir.* Erişim seçimi; aortik ark anatomisi, kateter koaksiyalitesi, beklenen cihaz desteği ve operatör deneyimine göre bireyselleştirilmelidir. Uzun veya kompleks işlemlerde yeterli kateter desteği sağlanması ön plandadır.

2- İnvasküler görüntüleme ve koroner fizyoloji rehberli karar verme

a) Koroner fizyoloji: Ara dereceli darlıklarda FFR/iFR ile PKG kararının yönlendirilmesi önerilir. Medina 0,0,1 lezyonlarında yan dal ostiumu anjiyografik olarak ciddi görünse bile sıklıkla fonksiyonel olarak önemsiz olabilir (10).

b) IVUS/OCT: Kılavuz ve konsensüs dokümanları, özellikle sol ana ve ostial lezyonlarda, anjiyografinin plak yayılımını eksik değerlendirebileceğini; stent kararı öncesi IVUS/OCT ile plak dağılımının belirlenmesinin rasyonel olduğunu vurgular. IVUS'un kompleks stentlemelerde olayları azaltmada yararlı olabileceği, OCT'nin ise ostial sol ana koroner lezyonu hariç uygun bir alternatif olduğu belirtilmektedir.

3-Lezyon Hazırlığı

Medina 0,0,1 lezyonları sıklıkla fibrotik/kalsifik özellik gösterebilir; yetersiz hazırlık stent underexpansion ve buna bağlı restenoz veya prosedürel başarısızlık ile ilişkilidir. Bu nedenle derlemelerde, uygun hastalarda cutting/scoring balon, rotasyonel atarektomi veya invasküler litotripsi gibi hazırlık araçlarına hazır olunması önerilmektedir (13).

4-Stentsiz/metal bırakmayan stratejiler

a) POBA (plain old balloon angioplasty) tarihi olarak basit görünse de recoil, diseksiyon ve restenoz sorunları nedeniyle sınırlıdır; Medina 0,0,1'e özel randomize kanıt olmadığı belirtilir.

b) İlaçlı balon (DCB/DEB) Medina 0,0,1 için teorik olarak çekicidir: ostiumu tedavi ederken kalıcı metal bırakmadığı için "ostial miss / ana damara protrüzyon" ikilemi sorununu rafa kaldırabilir (14,15). Ancak başarı büyük ölçüde lezyon hazırlığı ve yeterli lümen kazanımına bağlıdır; ciddi recoil/diseksiyonda bailout stent gerekebilir (14).

Medina 0,0,1 lezyonlarında DCB kullanımına ilişkin erken dönem prospektif çalışmalar incelendiğinde, 49 hastayı içeren çok merkezli bir kayıtta paclitaksel salınımlı DCB (DIOR) ile %86 anjiyografik başarı bildirilmiş, %14 olguda akut recoil veya tip B diseksiyon nedeniyle bailout BMS gereksinimi ortaya çıkmıştır. Yaklaşık 12 ayda MACE (Majör Advers Kardiyovasküler Olay) %14,3 ve yaklaşık 7 ayda binary restenoz %22,5 rapor edilmiş, stent trombozu veya oklüzyon izlenmemiştir.

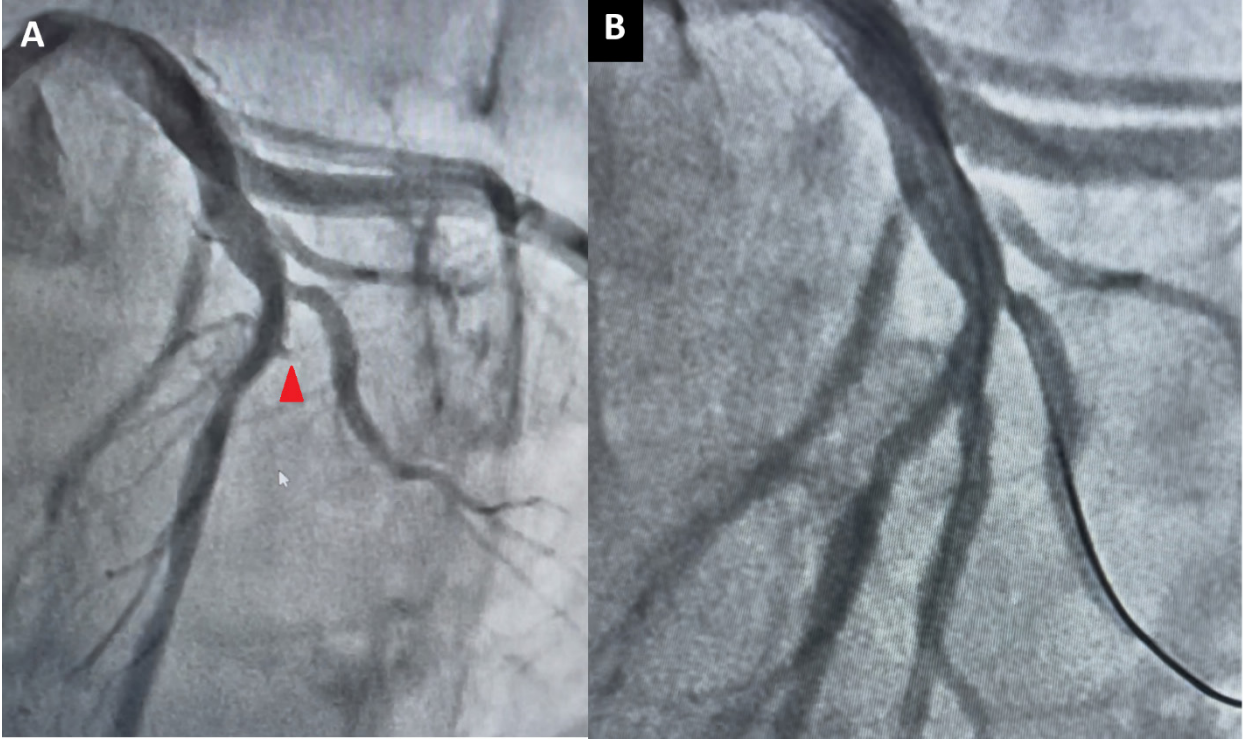
Medina 0,0,1 lezyonlarına ilişkin daha yeni karşılaştırmalı gerçek yaşam verilerinde, SPARTAN kaydının bir alt analizinde DCB-only (n=122) ve DES-only (n=81) stratejileri karşılaştırılmış, medyan 3,4 yıllık izlemde **BOCE** [Bifurcation-Oriented Composite Endpoint=Kardiyovasküler (KV) ölüm + hedef lezyon Miyokard Enfarktüsü + hedef lezyonda revaskülarizasyon gereksinimi(TLR)] DES grubunda %14, DCB grubunda %4,1 olarak saptanmıştır. Olay riski DES lehine olmayan şekilde daha yüksek bulunmuş ve yaklaşık 3,5'lik hazard oranı çok değişkenli analizde de anlamlılığını korumuştur. Bileşen sonuçları için istatistiksel güç sınırlı olmakla birlikte, kardiyovasküler ölüm ve TLR oranları numerik olarak DCB lehine raporlanmıştır (16,17).

5-Ostial Yan Dal Stentleme ve Ana dalı korumaya yönelik tek stent teknikleri

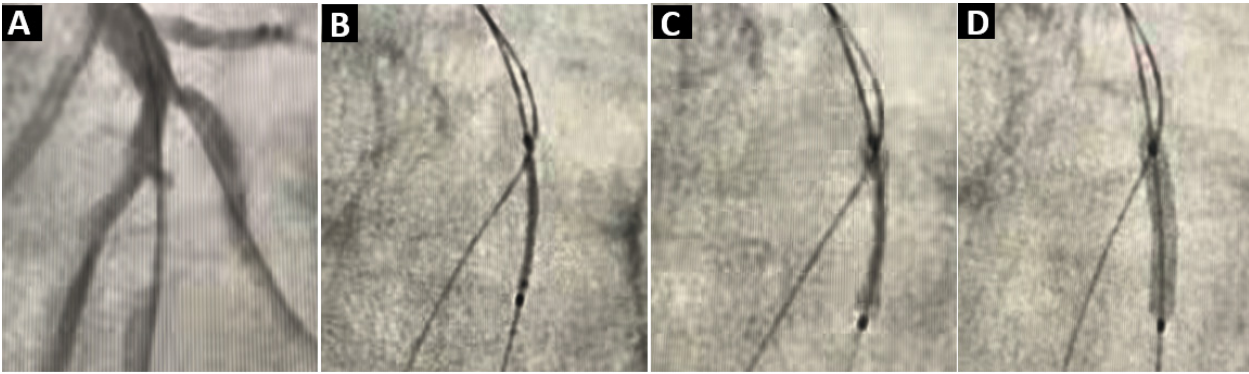
a-Geographic Miss/Stent Protrüzyonu Azaltıcı stratejiler

→**Stent draw-back(Çekip oturtma)** : Yan dala stent ilerletilir; ana damarda düşük basınçla şişirilmiş bir balon "dayanak" oluşturur; stent geri çekilerek bu balona dayandırılır ve ostiuma daha kontrollü yerleştirilir.

→**Szabo tekniği ve Szabo varyantı teknikler:** Szabo tekniğinde stent, düşük atmosfer basıncında ön şişirme ile hazırlanır; ardından stent vücut dışında iken proksimal stent hücrelerinden (kılavuz telin daha sert proksimal segmenti kullanılarak) geçirilen anchor tel ana damar veya aortaya ilerletilir. Bu düzenek stentin ostiyumda daha kontrollü ve milimetrik konumlandırılmasına olanak sağlar. Aorta-ostial veya Medina (0,1,0 / 0,0,1) lezyonlara odaklanan bir derlemede, Szabo tekniğine ait seri ve kohortlardan yüksek anjiyografik başarı ile kabul edilebilir restenoz/TLR ve 1 yıllık MACE oranları rapor edilmiş; buna karşın stent dislokasyonu, hücre deformasyonu ve yeterli predilatasyon gereksinimi gibi teknik karmaşıklığa bağlı risklerin, özellikle deneyim sınırlı ellerde dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır (18-20).



Şekil 2. Szabo tekniği ile başarılı izole yan dal ostial lezyon müdahalesi (A-B). A. İşlem öncesi görünüm (Trombotik tıkalı Diagonal 2 belirgin olmasa da bir ostial güdük görünümü vermiş) B. İşlem sonu görüntü



Şekil 3. Szabo tekniği ile başarılı Diagonal 2 müdahalesi (A-D) A. Şekil 2'deki Trombotik lezyona predilatasyon yapıldıktan sonra alınan görüntüde hedef sahasındaki üç damarın (soldan sağa: LAD-D2-D1) gelişkin olduğu görüldüğünden yardımcı hizalama tekniği kullanılması uygun görüldü. B-D. Szabo tekniği ile LAD'ye minimal (tek strat) protrüzyon ile stent implantasyonu.

Bu "hassas yerleştirme" ailesine ayrıca "marker wire", "bumper wire", "stent with reins" (Modifiye Szabo veya Caied tekniği) gibi teknik varyantlar ve "ostial OCT mapping" gibi görüntüleme-ko-registrasyon tabanlı yaklaşımlar da eklenmiştir; ortak hedef **tam kapama & minimal protrüzyon** dengesidir.

b) Bail-out/ Çift stent stratejisine geçiş güvenliği ön planda olan teknikler:

Medina 0,0,1 için geliştirilmiş özgül tekniklerden biri "inverted" provisional stentleme tekniğidir: stent proksimal ana damar segmentinden başlayıp yan dala uzatılır; stentin ana daldaki bölümüne uygun hizalama ile POT (proksimal optimizasyon tekniği) uygulamasını takiben distal ana damar yeniden tel ile geçilir ve rutin final kissing balon yapılır (21).

Bu tekniğin rasyoneli; ostial "tam kapatma"yı artırırken, ana damar sorun çikarsa ikinci stente "geçiş" (inverted T/"T stenting And Protrusion": TAP stentleme) teknik olarak daha yönetilebilir kılmaktır.

Tablo 1. Tek stent ve stentsiz stratejilerin özet analizi

Strateji	Ana amaç	Avantajlar	Dezavantajlar	Özet sonuçlar
DCB-only (metal bırakmayan)	İskemi/semptom var, ana damarı korumak isteniyor; uygun lezyon hazırlığı mümkün	Ostial miss/protrüzyon sorununu azaltabilir; ana damar "metal" yükü yok	Recoil/diseksiyon → bailout stent ihtiyacı	49 hastalık kayıta başarı %86; bailout stent %14; ~12 ay MACE %14,3; ~7 ay binary restenoz %22,5
DCB vs DES (gerçek yaşam karşılaştırma)	Aynı endikasyon setinde iki yaklaşımın seçimi (merkez deneyimi önemli)	DCB'de BOCE daha düşük raporlandı (hipotez üretici)	Retrospektif tasarım; damar çapı farkı vb. seçim yanlılığı olası	Medyan 3,4 yılda BOCE: DES %14 vs DCB %4,1 (HR ~3,5; p=0,01)
"Inverted" provisional T (crossover)	Ostial kapamayı maksimize etme; ana damar kompromisi halinde ikinci stente geçişi kolaylaştırma	Prosedürel başarı yüksek; 2. stent gerksinimi düşük raporlandı	Ana damarın "sağlam" segmentinde stent uzatılması; metal yükü artar	40 hastada başarı %100; 2. stent %7,5; 30 günde olay yok; ~22 ayda tekrar PKG %7,5; hedef restenoz %5
Ostial stentleme (T/TAP/ geri çekme/ Szabo vb.)	DCB'ye uygun olmayan recoil/kalsifik ostium; bailout veya primer stent kararı	Tam scaffold + daha düşük recoil	Ana damar protrüzyonu, tekrar girişim zorluğu, stent deformasyonu; hassas yerleştirme teknik bağımlı	Szabo ve ostial tekniklerde başarı/restenoz verileri küçük serilerden; teknik komplikasyonlar (stent dislokasyonu vb.) önemli

6-Çift Stent Stratejileri

İzole ostial yan dal lezyonu olan vakalarda; i. yan dal ostiumu dar açılanma gösterdiği zaman, ii. Plak shifti/ carina shifti ostial miss/stent protrüzyonu dengesinin sağlanması zorlaşır. Bu tarz vakalarda doğrudan çift stent stratejisi veya bail-out çift stent stratejisi prosedürel başarıda belirleyici olabilir (8).

a)Reverse T/TAP stenting

Prencip olarak yan dal ostial stentleme durumunda ana damar akımının detoriye olmasını engelleyen bir stent stratejidir. Uygulama olarak T/TAP stenting'in tersini temsil eder; T/TAP stenting te ana damar boyunca stentleme öncelikli iken reverse T/TAP stentingte ilk stent yan dal ostiumuna minial protrüzyon ile yerleştirilir. Terminoloji olarak zaman zaman inverted T/TAP stenting ile karıştırılabilmektedir. Inverted T/TAP stenting'teki temel farklılık ostiuma tam hizalamanın mümkün olmadığı dar açılanmalı vakalarda başlangıç stratejisinin inverted provizyonel/ tek stentleme olarak hedeflenmesi ve anadaldaki stent yerleştirmesinin ana daldan ostial lezyon içeren yan dala doğru yapılmasıdır.

b)DK-crush/Mini-crush/ DK-culotte/mini-culotte stenting: Medina 0,0,1 lezyonlarında ana damar korunması esastır; ancak yan dal stentleme sırasında gelişen belirgin plak veya carina shift'i ile ana damar tehlikeye girdiğinde, lezyon fiilen true bifurkasyon davranışı gösterebilir ve özellikle minicrush gibi iki stentli yaklaşımlar salvage stratejisi olarak değerlendirilebilir

7-Yardımcı teknikler

Bifurkasyon PKG konsensus raporları temelinde (özellikle EBC komitesi tarafından belirtilen) tek-stent/ PS(provizyonel stenting) stratejisinde teknik kaliteyi belirleyen kritik adımlar şunlardır:

- Ana damar stent boyutunun distal ana damar çapına 1:1 seçilmesi ve sistematik POT uygulanması.
- Yan dal yeniden tel geçişinin (rewiring) mümkünse distal hücreden yapılması
- Kissing uygulanacaksa rePOT yapılması

Güncel revaskülarizasyon kulavuzlarında; bifurkasyonların çoğunda ana damar-öncelikli ve provisional yan dal yaklaşımının tercih edilmesi gerektiği; iki stent gerekecekse final kissing'in genellikle önerildiği, ancak tek stent stratejisinde final kissing'in avantaj göstermediği vurgulanır (22-24).

POT tekniği uygulanırken mutlaka POT balonu markerinin distalde carinal düzleme hizalanması başarıyı arttırır.

CERRAHİ TEDAVİ (KORONER ARTER BY-PASS GREFTLEME OPERASYONU)

İzole ostial yan dal lezyonu tek damar / küçük damar paterninde ise cerrahi (KABG) nadiren ilk seçenek olur; karar çoğunlukla PKG vs medikal izlem eksenindedir (6,7). Bununla birlikte kılavuzlar, semptomatik CCS hastasında “proksimal LAD içermeyen tek/iki damar hastalığında” medikal tedaviye yanıt yetersizse PKG’nin semptom iyileşmesi için önerildiğini; PKG ile revaskülarizasyon mümkün değilse KABG’nin semptom için düşünülebileceğini belirtir.

Kaynaklar:

1. Medina A, Suárez de Lezo J, Pan M. A new classification of coronary bifurcation lesions. *Rev Esp Cardiol.* 2006;59:183.
2. Louvard Y, Medina A. Definitions and classifications of bifurcation lesions and treatment. *EuroIntervention.* 2015;11 Suppl V:V23-V26.
3. Jokhi P, Curzen N. Percutaneous coronary intervention of ostial lesions. *EuroIntervention.* 2009;5:511-514.
4. Ellis SG, Vandormael MG, Cowley MJ, et al. Coronary morphologic determinants of procedural outcome. *Circulation.* 1990;82:1193-1202.
5. Kim HY, Doh JH, Lim HS, et al. Side branch myocardial mass and revascularization. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10:571-581.
6. Lawton JS, Tamis-Holland JE, Bangalore S, et al. 2021ACC/AHA/SCAI guideline. *Circulation.* 2022;145:e18-e114.
7. Neumann FJ, Sousa-Uva M, Ahlsson A, et al. ESC/EACTS guidelines. *Eur Heart J.* 2019;40:87-165.
8. Burzotta F, Lassen JF, Lefèvre T, et al. EBC consensus. *EuroIntervention.* 2021;16:1307-1317.
9. Amin AM, Khlidj Y, Abuelazm M, et al. Imaging-guided PCI meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord.* 2024;24:483.
10. Koh JS, Koo BK, Kim JH, et al. FFR vs IVUS in ostial lesions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2012;5:409-415.
11. Kočka V, Thériault-Lauzier P, Xiong TY, et al. Optimal projections. *JACC Cardiovasc Interv.* 2020;13:2560-2570.
12. Targoński R, Meyer-Szary J, Baścik B, et al. Fluoroscopic angles. *Cardiol J.* 2021;28:831-841.
13. Motwani JG, Raymond RE, Franco I, et al. Rotational atherectomy outcomes. *Am J Cardiol.* 2000;85:563-567.
14. Zhang W, Ji F, Yu X, et al. Drug-coated balloon for ostial lesions. *J Thorac Dis.* 2022;14:1203-1211.
15. Li C, Ding X, Wang L, et al. DCB for LAD ostial lesions. *Front Cardiovasc Med.* 2022;9:874394.
16. Corballis N, Merinopoulos I, Bhalraam U, et al. Comparison of Drug Coated Balloon With Drug Eluting Stent for Isolated Ostial Side-Branch Coronary Artery Bifurcation Lesions. *Am J Cardiol.* 2026;258:257-260.
17. Her AY, Kim B, Kim S, et al. DCB vs DES bifurcation. *Eur J Med Res.* 2024;29:280.
18. Szabo S, Abramowitz B, Vaitkus PT. Ostial stent technique. *Am J Cardiol.* 2005;96:212.
19. Williams PD, Mamas MA, Fraser DG. Longitudinal stent deformation. *Expert Rev Med Devices.* 2012;9:449-451.
20. Schwartz L, Morsi A. Draw-back stent technique. *J Invasive Cardiol.* 2002;14:66-71.
21. Brunel P, Martin G, Bressollette E, et al. Inverted provisional T stenting. *EuroIntervention.* 2010;5:814-820.
22. Song YB, Park TK, Hahn JY, et al. SMART-STRATEGY trial. *JACC Cardiovasc Interv.* 2016;9:517-526.
23. Niemelä M, Kervinen K, Erglis A, et al. Nordic-Baltic bifurcation study. *Circulation.* 2011;123:79-86.
24. Lee CH, Nam CW, Cho YK, et al. Crossover stenting outcomes. *JACC Asia.* 2021;1:53-64.

KORONER BİFURKASYON LEZYONLARINA YAPILAN GİRİŞİMLERDE KOMPLİKASYONLAR ve YÖNETİM STRATEJİLERİ

Derleyenler

Cuma Yeşildaş

Gaziantep Dr Ersin Arslan Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Koroner bifurkasyon lezyonları, perkütan koroner girişimlerin (PKG) en kompleks alt gruplarından birini oluşturmakta olup tüm girişimlerin yaklaşık %15-20'sini kapsamaktadır. Ana damar, yan dal ve karina bölgesinin özgün anatomik özellikleri, bu lezyonların tedavisini teknik açıdan zorlaştırmakta ve komplikasyon riskini artırmaktadır. Günümüzde çoğu bifurkasyon lezyonunda provizyonel stent stratejisi tercih edilirken, kompleks anatomilerde iki stent teknikleri uygulanabilmektedir. Bu derlemede bifurkasyon girişimlerinde görülen komplikasyonlar ve bunların yönetim yaklaşımları güncel literatür eşliğinde ele alınmıştır.

Bifurkasyon Girişimlerinde Görülen Komplikasyonlar ve Yönetimi

Koroner bifurkasyon girişimleri sırasında en sık karşılaşılan komplikasyonlardan biri yan dal oklüzyonudur. Ana damara stent implantasyonu sırasında plak veya karina kayması sonucu yan dal ostiyumunda daralma veya tam oklüzyon gelişebilmektedir. Bu durumda yan dalın yeniden tel ile geçilmesi, balon dilatasyonu ve kissing balon tekniği temel tedavi yaklaşımlarını oluşturmaktadır. Gerekli durumlarda ikinci stent implantasyonu uygulanabilir.

Koroner diseksiyon, özellikle kalsifiye ve kompleks lezyonlarda ortaya çıkabilen önemli bir komplikasyondur. Diseksiyonun klinik önemi, koroner akımı etkileyip etkilememesine bağlıdır. Akımı bozmayan diseksiyonlar konservatif olarak izlenebilirken, ciddi diseksiyonlarda ek stent implantasyonu gerekmektedir. Bu süreçte intravasküler görüntüleme yöntemleri önemli katkı sağlamaktadır.

Bifurkasyon anatomisinin doğası gereği stent malapozisyonu da sık karşılaşılan bir durumdur. Özellikle karina bölgesinde yetersiz stent apozisyonu, tromboz ve restenoz riskini artırmaktadır. Bu nedenle proksimal optimizasyon tekniği (POT) ve kissing balon dilatasyonu gibi yöntemlerin uygulanması önerilmektedir.

Yan dal restenozu genellikle orta ve uzun dönemde ortaya çıkan bir komplikasyondur. Küçük çaplı yan dallar ve kompleks iki stent stratejileri bu riski artırmaktadır. Tedavide ilaç kaplı balon uygulaması veya yeniden stent implantasyonu tercih edilebilir.

Stent trombozu nadir görülmekle birlikte mortalitesi yüksek bir komplikasyondur. Yetersiz stent ekspansiyonu ve malapozisyon bu durumun başlıca nedenleri arasındadır. Tedavide trombüs aspirasyonu, balon dilatasyonu ve yoğun antitrombotik tedavi uygulanmaktadır.

Karina deformasyonu ise stent implantasyonu sonrası gelişebilen ve yan dal ostiyumunu etkileyen bir diğer önemli sorundur. Bu durum kissing balon dilatasyonu ve uygun optimizasyon teknikleri ile düzeltilebilir.

Komplikasyonların Önlenmesi

Bifurkasyon girişimlerinde komplikasyonların önlenmesi, işlem öncesi detaylı lezyon değerlendirmesi ile mümkündür. Medina sınıflaması, lezyon uzunluğu ve kalsifikasyon derecesi uygun tedavi stratejisinin belirlenmesinde önemlidir. Çoğu olguda provizyonel stent yaklaşımı tercih edilirken, kompleks lezyonlarda iki stent teknikleri uygulanabilmektedir.

Intravasküler görüntüleme yöntemleri, stent ekspansiyonu ve apozisyonunun değerlendirilmesinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu yöntemlerin kullanımı ile işlem başarısı artırılmakta ve komplikasyon oranları azaltılmaktadır.

Özetle koroner bifurkasyon lezyonlarının girişimsel tedavisi, teknik zorluk ve komplikasyon riski taşımaktadır. Yan dal oklüzyonu, diseksiyon, restenoz ve stent trombozu en sık görülen komplikasyonlar arasında yer almaktadır. Güncel tekniklerin ve intravasküler görüntüleme yöntemlerinin etkin kullanımı ile bu komplikasyonların önlenmesi ve yönetimi mümkün olmaktadır.

Kaynaklar:

1. Lassen JF, Holm NR, Banning A, ve ark. Percutaneous coronary intervention for coronary bifurcation disease. *EuroIntervention*. 2018;13:1540-1553.
2. Burzotta F, Lassen JF, Lefevre T, ve ark. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions. *EuroIntervention*. 2021;16:1307-1317.
3. Ali ZA, Maehara A, Généreux P, ve ark. Optical coherence tomography compared with intravascular ultrasound. *JACC Cardiovasc Interv*. 2016;9:2225-2237.

GÜNCEL KANITLAR ve GELECEK PERSPEKTİFİ

Derleyenler

Nergiz Aydın¹, Gülsüm Oğrağ²

¹Safranbolu Devlet Hastanesi

²Antalya Şehir Hastanesi

GİRİŞ

Koroner bifurkasyon lezyonları, anatomik özellikleri ve tedaviye yönelik farklı teknik seçenekler nedeniyle perkütan koroner girişimlerde özel bir yere sahiptir. Son yıllarda elde edilen klinik veriler ve teknolojik gelişmeler, bu lezyonların tedavisine yaklaşımı **önemli biçimde yeniden şekillendirmiştir**. Bu bölümde, koroner bifurkasyon lezyonlarına yaklaşımda mevcut uygulamalar ve geleceğe yönelik perspektifler değerlendirilecektir.

STANDART YAKLAŞIMLAR VE KANITLAR

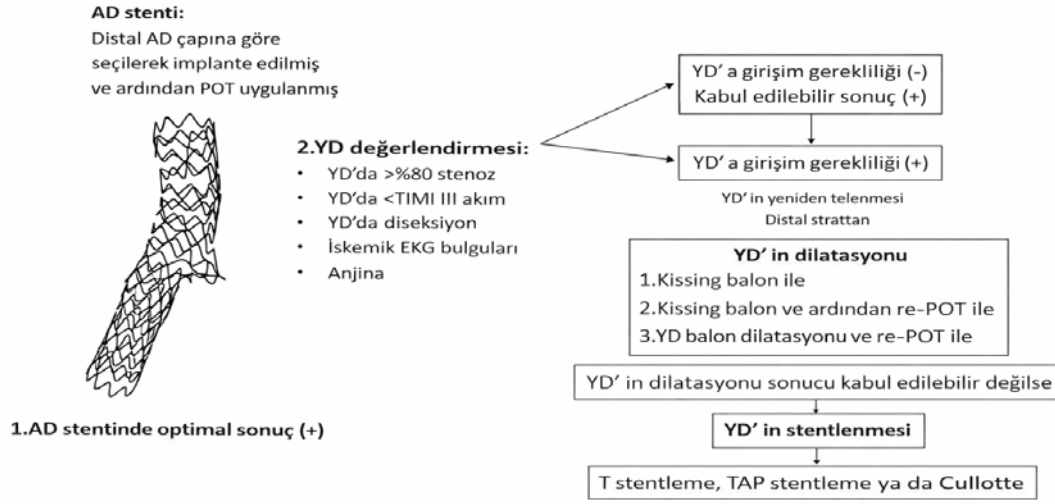
Koroner bifurkasyonlar, girişimsel kardiyologların hem çok ilgi duydukları hem de oldukça zorlandıkları konulardan biridir(1-2). Koroner bifurkasyonda kullanılacak teknik, genel olarak yan dal çapı, açısı, osteal tutulum ve medina sınıflaması gibi özellikler değerlendirilerek seçilmelidir. Klinik pratikte teknikler 2 ana gruba ayrılır: tek stent(provizyonel) ve iki stent stratejileri. Bifurkasyon PCI'nin nihai amacı, bifurkasyonun doğal anatomisini/fizyolojisini geri kazandırmak ve metal kaplamayı (stentli alanlar) en aza indirmektir(4). Kompleks olmayan koroner bifurkasyon lezyon provizyonel stentleme tekniği, planlı iki stent yaklaşımına göre daha üstün bulunmuştur(1-3). Ancak gerek distal sol ana koroner, gerekse diğer bifurkasyonlarda, planlı iki stent stratejisi özellikle double kissing crush stentlemenin seçilmesi, provizyonel stent tekniğine göre daha üstün kabul edilmektedir(5-6).

DEFINITION (Definitions and Impact of Complex Bifurcation Lesions on Clinical Outcomes) çalışması, koroner bifurkasyon lezyonlarını kompleks ve basit olarak sınıflandırmak için kriterler geliştirmiştir. Bu kriterler tablo 1 de gösterilmiştir. Lezyonun kompleks lezyon olarak sınıflandırılması için 1 majör ve 2 minör kriter gereklidir. Amaç: hangi hastada tek stent (provizyonel), hangi hastada başlangıçta iki stent stratejisi yapılması gerektiğini belirlemektir.

Tablo 1 DEFINITION kriterleri

Majör kriterler	Minör kriterler	
LMCA \geq % 70 darlık ve yan dal lezyon uzunluğu $>$ 10 mm	Orta- ileri kalsifikasyon	Ana dal referans çapının $<$ 2.5 mm olması
LMCA dışı \geq % 90 darlık ve yan dal lezyon uzunluğu $>$ 10 mm	Multiple lezyon varlığı	Trombüs içeren lezyon bulunması
	Bifürkasyon açısının $<$ 45 ⁰ ya da $>$ 70 ⁰ olması	Ana dal lezyon uzunluğunun \geq 25 mm olması

Provizyonel stentleme yaklaşımının temelindeki avantajı, yan dalın işlem boyunca açık bir şekilde kalmasıdır, mümkün olduğunca tek bir stentle bifurkasyonun optimal olarak stentlenmesine ya da gerektiğinde basamaklı bir şekilde T stentleme, T ve küçük protrüzyon stentleme(TAP-T) ya da Culotte stentleme teknikleriyle yan dalın stentlenebilmesine olanak sağlamasıdır (şekil 1)(2,9-12). Provizyonel yaklaşımla tedavi edilen olguların, %5-25 'inde yan dal sorunları nedeniyle ikinci bir stent implantasyonu gerekebilmektedir(8-17)



Şekil 2. Provizyonel stratejide AD stentinin implantasyonu ve POT ardından akış planı

Şekil 1: provizyonel stratejide AD stentinin implantasyonu ve POT ardından akış planı

Planlı 2 stent stratejisi, ilgili yan dalın aterosklerotik tutulumu yaygın olduğunda ve/veya Bifurkasyon Akademik Araştırma Konsorsiyumu (Bif-ARC) konsensus belgesinde (4) belirtilen anjiyografik kriterlere göre tahmin edildiği gibi anatomik karmaşıklık yüksek olduğunda bifurkasyon lezyonları için düşünülebilir.

Double kissing crush tekniği (DK-Crush tekniği) kompleks bifurkasyon lezyonlarında en sık kullanılan ve en iyi sonuçların elde edildiği tekniktir (18).

Culotte tekniği, ana dal ile yan dal çapının birbirine yakın olduğu ve aralarındaki açının 70 den az olduğu durumda tercih edilen bir tekniktir.

T-stentleme, yan dal ostiumunda belirgin darlığı olan ve iki damar arasındaki açının 70-90 derece olan lezyonlarda kullanılır. TAP ise provizyonel stentleme sırasında yan dal bozulursa kullanılan bail-out iki stent tekniğidir.

Nordic I bifurkasyon çalışmasında 2 stent stratejisi ile provizyonel stentleme karşılaştırılmıştır. 2 stent stratejisi grubunda daha uzun işlem zamanı ve daha fazla biyomarker yükselmesi saptanırken 6 aylık ve 5 yıllık sonuçlarda iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır(19-20).

CACTUS çalışmasında klasik crush stentleme grubu ile provizyonel stentleme grubu karşılaştırılmıştır. İşlem sonu yan dal çapı crush grubunda daha düşük izlenirken 6 aylık takip sonucunda iki grup arasında anlamlı farklılık kalmamıştır (21).

BBC ONE çalışmasında provizyonel stentleme+ opsiyonel final kissing balonlama tekniği ile baştan culotte/crush + zorunlu final kissing balonlama tekniği karşılaştırılmıştır. Baştan iki stent stratejisi uygulanan grupta 9 aylık MACE oranları daha yüksek bulunmuştur (22). Nordic I ve BBC ONE çalışmalarının birlikte değerlendirildiği 5 yıllık bir izlemde provizyonel stentlemenin 2 stent stratejisine göre daha düşük mortalite oranlarına sahip olduğu görülmüştür (23).

DKCRUSH I çalışmasında DK-Crush ile klasik crush tekniği karşılaştırılmıştır. Stent trombozu insidansında, kümülatif 8 aylık majör istenmeyen kardiyovasküler olay insidansında ve hedef lezyon revaskülarizasyon-suz hayatta kalma oranında DK-Crush grubunda daha iyi sonuçlar elde edilmiştir(18).

DKCRUSH II çalışmasında provizyonel stentleme ile DK-Crush stentleme karşılaştırılmıştır. Stentleme sırasında majör istenmeyen kardiyak olaylar ve stent trombozu açısından iki grup arasında fark bulunmamıştır. Hedef damar revaskülarizasyonu DK-Crush grubunda anlamlı olarak düşük saptanmıştır. Ancak 8. Ayda yan dal ve ana dal restenoz oranları provizyonel stentleme grubunda anlamlı olarak düşük bulunmuştur(24).

DKCRUSH III çalışmasında korunmasız LMCA hastalığı olan hastalarda DK-Crush ile Culotte tekniği karşı-

laştırılmıştır. 1 yıllık takip sonucunda hem istenmeyen majör kardiyak olay hem de hedef damar revaskülarizasyonu DK-Crush grubunda anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. Yan dal stent restenozu Culotte grubunda daha yüksekti. Stent trombozu açısından iki grup arasında fark yoktu. 3 yıllık takip sonucunda istenmeyen majör kardiyak olaylar, stent trombozu ve hedef damar revaskülarizasyonu DK-Crush grubunda anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur (25).

DKCRUSH V çalışmasında korunmasız LMCA hastalığı olan hastalarda DK-Crush ile provizyonel stentleme karşılaştırılmıştır. 1 yıllık takip sonuçlarında yıllık bileşik hedef lezyon başarısızlığı oranı DK-Crush grubunda daha düşük bulunmuştur. 1 yıllık takip sonuçlarında hem hedef damar kaynaklı miyokard enfarktüsü hem de stent trombozu DK-Crush grubunda anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. Gruplar arasında kardiyak ölüm açısından anlamlı bir fark yoktu. 3 yıllık takip sonuçlarında DK-Crush stentlemenin üstünlüğünün devam ettiği görüldü (26).

DKCRUSH IV (27), DKCRUSH VI (28) ve DKCRUSH VII (29) DK-Crush tekniğinin FFR ölçümleri yapılarak fonksiyonel sonuçlarını araştıran çalışmalardır.

DKCRUSH VIII çalışması IVUS eşliğinde DK-Crush ile anjiyografi kılavuzluğunda DK-Crush stentleme tekniğini karşılaştırmak amacıyla tasarlanmış bir çalışmadır.

6 farklı stentleme tekniğini içeren 26 çalışmanın dahil edildiği metaanalizde DK-Crush majör kardiyak advers olay, kardiyak ölüm, hedef lezyon başarısızlığı ve stent trombozunu azaltmada diğer 5 stent tekniğinden önemli ölçüde daha üstündü. Ayrıca kompleks bifurkasyon lezyonu olan hastalarda, DK-Crush'ın, majör kardiyak advers olay ve hedef lezyon yetmezliğini azaltmada provizyonel, Culotte ve T-stentleme/TAP'den belirgin şekilde daha etkili olduğu gösterilmiştir (30).

EBC TWO çalışmasına yan dal çapının $\geq 2,5$ mm ve kritik uzun (≥ 5 mm) osteal lezyona sahip hastalar alınmış ve provizyonel stentleme ve Culotte tekniği uygulanan iki ayrı gruba randomize edilmiştir. Ölüm, miyokard enfarktüsü veya hedef damar revaskülarizasyonu gibi birincil sonlanım noktaları açısından 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır. Ancak Culotte tekniği kullanılan grupta 2 kattan fazla periprocedürel enfarktüs görülmüştür. Stent trombozu da sayısal olarak yine Culotte tekniği grubunda daha sık olarak görülmüştür(31).

EBC MAIN çalışmasında LMCA distal lezyonlarında tekli ve çiftli stentleme stratejilerini karşılaştırılmıştır. Çalışmaya LMCA lezyonu olan ve Medina tip 1,1,1 veya 0,1,1 olan ve LAD ve CX çaplarının görsel olarak $>2,75$ mm olan olgular alınmıştır. Sonuçlarında tüm nedenlere bağlı kardiyak olaylarda ve miyokardiyal enfarktüste gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Hedef lezyon revaskülarizasyonu provizyonel stentleme uygulanan grupta anlamlı olarak daha düşük olarak saptandı(14)

EBC TWO ve EBC MAIN'nin sonuçları, kademeli provizyonel stentleme yapılan vakaların yalnızca % 20 'sinde ikinci bir stent gerektiğini ve metal miktarının minimumda tutulması durumunda daha az revaskülarizasyon meydana geldiğini kanıtlamıştır(14,31).

Tüm bu çalışmalar koroner bifurkasyon işlemlerinde uygun hasta grubunda provizyonel stentlemenin tercih edilmesi ve lezyonun ayrıntılı analizi sonrasında gerekli hasta grubunda ise başlangıçtan itibaren iki stent tekniklerinin uygulanmasının önemini göstermektedir.

STENT TEKNOLOJİSİNDEKİ YENİLİKLER

İlk nesil DES(drug-eluting stents)'ler, BMS(Bare-metal stentler)'ye kıyasla restenozu anlamlı şekilde azaltmış ancak geç stent trombozu ve mortalite ile ilgili güvenlik endişeleri doğurmuştur(32). Birinci nesil DES'ler, daha kalın strutlar, daha eski polimerlere sahipti. Restenozu belirgin azaltırken, geç ve çok geç stent trombozu riski daha yüksekti (32). İkinci / yeni nesil DES, daha ince strutlar, daha biyouyumlu veya bioresorbable polimerler mevcuttur. Daha potent ve güvenli ilaç profiline sahiptir.

DES'ler, BMS'ye göre tekrar revaskülarizasyon ihtiyacını anlamlı şekilde azaltır. Yeni nesil DES'lerle birlikte stent trombozu riski azalmış, uzun dönem damar açıklığı artmış, bazı hasta gruplarında çift antiplatelet tedavi süresi daha kısa protokollerle güvenli şekilde kısaltılabilir hale gelmiştir (hasta ve stent tipine göre bireyselleştirilerek)(32-33).

Güncel kılavuzlar ve derlemeler, özellikle yüksek riskli hasta alt gruplarında (diyabetik, kompleks lezyon, uzun segment) stent seçiminin; stent tasarımı, polimer tipi ve klinik kanıtlar temelinde bireyselleştirilmesini vurgular(32-33).

Yeni nesil DES'ler; ince strutlu kobalt-krom/platin-krom platformlar, biyouyumlu veya bioresorbable polimerler ve everolimus, zotarolimus gibi antiproliferatif ilaçlar ile önceki nesillere göre hem restenozu hem de geç stent trombozunu anlamlı biçimde azaltmıştır. Bu iyileşme, özellikle akım dinamiklerinin bozulduğu, metal ve polimer yükünün arttığı bifürkasyon lezyonlarında klinik olarak kritik önem taşır.(34)

Yeni nesil DES'lerle birlikte, seçilmiş kompleks bifürkasyonlarda (özellikle Medina 1,1,1 veya 0,1,1 "true bifürkasyonlar", büyük yan dal, uzun lezyon, sol ana bifürkasyon) başlangıçtan itibaren planlı 2-stent stratejisinin sonuçları yeniden değerlendirildi. 2022 tarihli bir meta-analizde, yeni nesil DES kullanılan 13 randomize çalışmada (4041 hasta), 2-stent stratejileri (özellikle DK-crush) ile provizyonel yaklaşım karşılaştırılmıştır. 2-stent stratejisi, MACE, hedef damar MI ve hedef damar revaskülarizasyonunu anlamlı olarak azaltmıştır. Mortalitede ve stent trombozunda anlamlı fark saptanmamıştır (34). Bu bulgular, "herkese provizyonel" yaklaşımının, yüksek kompleksiteye sahip bifürkasyonlarda sorgulanmasına yol açmıştır.

DK-crush, culotte ve diğer tekniklerde yeni nesil DES ile yapılan karşılaştırmalarda, bir meta-analizde, 2-stent teknikleri arasında Double Kissing (DK) crush tekniği, diğer 2-stent tekniklerine göre daha düşük MACE ve hedef lezyon revaskülarizasyonu ile ilişkilendirilmiştir (35). Devam eden ve yeni nesil DES kullanan BBK-3 çalışması, non-sol ana bifürkasyonlarda culotte vs DK-crush stratejilerini üçüncü nesil DES ile karşılaştırmak üzere tasarlanmıştır; primer sonlanım, 9. ayda QCA ile ölçülen maksimum yüzde restenozdur. Bu tür çalışmalar, güncel DES platformlarıyla hangi 2-stent tekniğinin daha optimal olduğunu netleştirmeyi amaçlamaktadır.(36)

Yüksek kaliteli görüntüleme (IVUS/OCT) ile stent ekspansiyonu ve appozisyonunun doğrulanması, POT (proximal optimization technique), uygun kissing balon ve final POT adımlarının eksiksiz uygulanması gerekmektedir. Yeni nesil DES bile kullanılsa, mekanik optimizasyon yapılmadığında restenoz ve olay oranları belirgin şekilde artmaktadır (35).

Klinikte sık kullanılan yeni nesil DES'ler şu şekilde özetlenebilmektedir;

- Everolimus kaplı stentler; en yaygın kullanılan DES grubudur. XIENCE, Promus, SYNERGY örnek olarak verilebilir. İnce strutlu, güçlü antiproliferatif etkili ve düşük restenoz oranına sahiptirler.
- Zotarolimus kaplı stentler; Resolute Onyx, Resolute Integrity örnekleridir. En önemli özellikleri iyi damar penetrasyonu, yüksek radial strength ve gelişmiş polimer kaplama yapısıdır.
- Sirolimus kaplı stentler; Orsiro ve Ultimaster Tansei örnek olarak verilebilir. Çok ince strutlu yapısı ($\approx 60-80 \mu\text{m}$), biyobozunur polimer ve hızlı endotelizasyon önemli özellikleridir.
- Biolimus / umirolimus kaplı stentler; BioMatrix, Nobori ve BioFreedom Stentler örnekleridir. Bazıları polymer-free olması ve kısa DAPT gerektiren hastalarda kullanılabilir olması en önemli özellikleridir.
- Biyoteknolojik / dual-therapy stentlere örnek Combo Dual Therapy verilebilir. Bu grubun özellikleri ise hem sirolimus salınımının olması hem endotel progenitör hücre yakalama teknolojisini içermesidir. Bu durum damar iyileşmesini hızlandırır.

Gelecekteki potansiyel implantlar;

- Biyoresorbable Stentler (BRS): Girişimsel kardiyoloji geleceğinde önemli bir yere sahip olması beklenmekte olup implante edildikten belli bir süre sonra tamamen eriyebilmektedir. Bu stentlerin 2-3 yıl içinde tamamen kaybolarak vasküler fonksiyonların geri kazandırdığı belirtilmektedir. Ayrıca biyodegradasyonu daha kontrollü olan yeni nesil malzemeler ile çalışmalar devam etmektedir. Bu stentler kalıcı metal yükünü ortadan kaldırarak geç dönem tromboz ve inflamasyon riskini azaltmayı hedeflemektedir(37).
- Ultra İnce Strutlu ve Polimersiz / Biyouyumlu Polimerli İlaç Salımlı Stentler: Ultra ince strut tasarımları olan DES'lerin kullanımının travmayı azalttığı son yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Polimer kaynaklı inflamasyonu azaltmak için polimersiz veya hızla kaybolan polimer kaplamalar üzerinde çalışmalar devam etmektedir.(36).
- Biyoaktif Kaplamalı Stentler: Yeni nesil stentlerinin yüzey kaplamalarının sadece ilaç içermeyip damar endoteline yönelik maddeler de içermesi hedeflenmektedir. Literatürde biyomimetik kaplamalar, NO(nitrik oksit) salınımı yapan yüzeyler, endotel progenitör hücre antikoları gibi teknolojiler geleceğin önemli adayları olarak gösteriliyor(37).

Akıllı Stentler (Smart Stents): Henüz araştırma aşamasında olsa da, sensör entegre stentler geleceğin en yenilikçi alanlarından biri olarak görülüyor. Literatürde damar içi basınç ve akım ölçebilen mikro sensörlü stentler üzerine çalışmalar olduğu belirtiliyor(37).

Gen ve Hücre Terapisi ile Kombine Edilmiş Stentler: Bu yaklaşım, stenti mekanik bir cihazdan çok biyolojik bir tedavi platformu hâline getirmeyi amaçlıyor. Bu yaklaşım ile inflamasyon azaltılabilir ve endotel iyileşmesi hızlandırılabilir(37).

Segmental veya Hibrit Destek Veren Yeni Nesil Yapılar: Bazı araştırmalar, damar duvarının sadece gerekli bölgelerine destek veren segmental stent tasarımlarının gelecekte daha fazla önem kazanacağını gösteriyor(37).

BİFURKASYONDA İLAÇ KAPLI BALONLAR

Koroner bifürkasyon lezyonlarında ilaç salınımlı balonların (DCB) kullanımı, özellikle yan dal tedavisinde stent gereksinimini azaltması ve damar geometrisini koruması nedeniyle güncel literatürde güçlü bir alternatif olarak öne çıkıyor.

Balon üzerine antiproliferatif ilaç (çoğunlukla paclitaxel veya sirolimus türevleri) kaplanır.

DCB'ler, yan dalda ek stent implantasyonunu gereksiz kılarak stent trombozu ve restenoz riskini azaltabilir. Özellikle KISS (Keep It Swift, Simple, Safe) yaklaşımında yan dal tedavisi için ideal bir seçenek olarak önerilmektedir(39). DCB, metal implant bırakmadığı için karina bölgesinde stent distorsiyonu, malappozisyon veya metal katman birikimi gibi sorunları ortadan kaldırır. Yine tüm damar yüzeyine eşit ilaç dağılımı sağlayarak geç dönem restenozu azaltabilir(39).

Yapılan bir meta-analizlerde DCB'nin sadece balon anjiyoplastiye göre, daha düşük geç lümen kaybı ve daha düşük MACE oranı sağladığı gösterilmiştir(39).

EuroIntervention derlemesine göre: DCB'ler özellikle provizyonel stent yaklaşımında yan dal tedavisinde güçlü bir alternatiftir. DES ile karşılaştırıldığında, daha az tromboz riski, daha kısa DAPT ihtiyacı, damar geometrisinin korunması gibi avantajlar sunar. Ayrıca hibrit stratejilerde (ana dala DES + yan dala DCB) tek DES yaklaşımlarına göre daha iyi klinik ve anjiyografik sonuçlar bildirilmiştir(40).

BMJ Open'da yayımlanan 2025 tarihli sistematik derleme ve meta-analiz: 2393 hastayı içeren 13 çalışmayı değerlendirmiştir. Hibrit DCB stratejisi (ana dal DES + yan dal DCB) ile: Kardiyak ölüm, MI veya TLR oranı %5.6, iki stent stratejisinde bu oran %15.4, yan dal POBA grubunda %10.0 bulunmuştur. Hibrit DCB yaklaşımı, iki stent stratejisine göre %47 daha düşük risk (RR 0.53) göstermiştir(41).

Literatür, DCB'nin başarısı için büyük ölçüde optimal predilatasyon, yeterli diseksiyon kontrolü, gerekirse scoring veya cutting balon kullanımı ve POT uygulanması gibi lezyon hazırlığının yapılmasına bağlamıştır. Standartlaştırılmış bir prosedür henüz tam olarak oluşmamış olsa da, doğru teknikle sonuçlar belirgin şekilde iyileşmektedir(40).

GÖRÜNTÜLEME VE HEMODİNAMİK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Koroner anjiyografi, doğası gereği iki boyutlu (2D) olması nedeniyle bifürkasyon lezyonlarının değerlendirilmesinde önemli sınırlılıklar taşır. Stenoz şiddeti ve plak dağılımının görsel olarak değerlendirilmesi, operatörler arası değişkenlik gösterir ve özellikle yan dal lezyonlarının ciddiyetinin olduğundan daha şiddetli değerlendirilmesine yol açabilir (41). Bu sınırlamaları azaltmak amacıyla geliştirilen 2D/3D kantitatif koroner anjiyografi (QCA), minimal lümen alanı, referans damar çapı ve lezyon uzunluğu gibi parametrelerin daha objektif ölçümünü sağlamakla birlikte, manuel işaretleme gerektirmesi nedeniyle zaman alıcıdır ve operatör bağımlılığı devam etmektedir (42). Son yıllarda geliştirilen yapay zekâ tabanlı kantitatif koroner anjiyografi (AI-QCA) sistemleri ise, hem geleneksel anjiyografi rehberliğinin hem de manuel QCA'nın pratik kısıtlılıklarını aşma potansiyeline sahiptir (43). AI-QCA damar segmentasyonunu otomatik olarak gerçekleştirerek bu sınırlılıkları büyük ölçüde ortadan kaldırmakta; ayrıca bifürkasyon geometrisini analiz ederek ana dal ve yan dal arasındaki ilişkiyi daha doğru şekilde ortaya koymaktadır. Son çalışmalar, AI-QCA ile elde edilen lezyon ölçümlerinin manuel QCA ve deneyimli operatörlerin görsel değerlendirmeleri ile yüksek düzeyde korelasyon **gösterdiğini, ayrıca gözlemciler arası değişkenliği azaltarak daha standardize ve tekrarlanabilir sonuçlar** sağladığını ortaya koymuştur (44). FLASH çalışması, AI-QCA ile gerçekleştirilen

perkütan koroner girişimin (PCI), optik koherens tomografi (OCT) rehberliğinde yapılan PCI ile karşılaştırıldığında optimal minimal stent alanına ulaşmada eşdeğer olduğunu; ayrıca işlem komplikasyonları, OCT ile değerlendirilen sonlanım noktaları ve 6 aylık klinik sonuçlar açısından benzer sonuçlar sağladığını göstermiştir (45).

Bununla birlikte, bifurkasyon lezyonlarında yalnızca anatomik değerlendirme çoğu zaman yeterli olmayıp, fonksiyonel değerlendirme ile desteklenmesi gereklidir. FFR ve anlık dalga serbest oranı (instantaneous wave-free ratio, iFR) gibi yöntemler bu amaçla kullanılmakla birlikte, özellikle yan dal değerlendirmesinde uygulama zorlukları ve sınırlı kullanım oranları dikkat çekmektedir. Anatomik görünüm ile fonksiyonel önem arasındaki uyumsuzluk, klinik karar sürecinde belirsizlik yaratabilir. Bu bağlamda, intravasküler görüntüleme ve anjiyografik verilerin yapay zekâ destekli algoritmalarla entegrasyonu, yan dal ostiumuna özgü hemodinamik etkinin invaziv ölçüm gerektirmeden öngörülmesine olanak sağlayabilir. Nitekim AI-Q-CA'nın yan dal lezyonlarının tespitinde %92'nin üzerinde duyarlılık göstermesi, bu yaklaşımın klinik pratikte tamamlayıcı bir araç olabileceğini düşündürmektedir (46).

TEKNİK GELİŞİMLER VE YENİLİKÇİ YÖNTEMLER

Koroner bifurkasyon girişimlerinde POT, final kissing ve re-POT algoritmalarının optimal uygulanması ile yandal rewiring hücresinin seçimi; stent geometrisi, strut apozisyonu ve yandal ostiumundaki metal yük dağılımını belirleyerek lokal hemodinamik koşulları doğrudan etkiler. İn vitro bifurkasyon modelleri ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) analizleri, farklı rewiring ve stentleme stratejilerinin osteal alan ve duvar kayma gerilimi üzerindeki etkilerini ortaya koyarak anatomik görünüm ile fonksiyonel sonuçlar arasındaki ilişkiyi mekanistik düzeyde açıklamaktadır. Yapay zekâ, simülasyon ve robotik destekli sanal planlama yaklaşımlarının bu verilerle entegrasyonu, bifurkasyon anatomisine özgü, öngörü temelli ve daha standardize girişim stratejilerinin geliştirilmesine olanak sağlayabilir (47).

GELECEK PERSPEKTİF

Koroner bifurkasyon girişimlerinde gelecek, kişiselleştirilmiş, anatomik ve hemodinamik veriye dayalı, öngörü temelli stratejiler üzerine odaklanmaktadır. Yapay zekâ ve 3D görüntüleme ile sanal planlama, hasta-spesifik girişimlerin işlem öncesi belirlenmesini mümkün kılarken; yeni nesil ince strutlu, biyoyumlu veya biyobozunur DES'ler ve ilaç kaplı balonlar, metal yükünü azaltıp restenoz ve tromboz riskini minimize eder. Kompleks lezyonlarda DK-Crush gibi planlı 2-stent teknikleri, yan dal koruma ve optimal stent ekspansiyonu sağlayarak uzun dönem klinik başarıyı artırır. Gelecekte biyoaktif kaplamalar, sensör entegre "akıllı stentler" ve hibrit/segmental implant tasarımları, bifurkasyon tedavisini daha fizyolojik, güvenli ve öngörülebilir hâle getirecektir.

Kaynaklar:

1. Sawaya FJ, Lefevre T, Chevalier B, et al. Contemporary approach to coronary bifurcation lesion treatment. *J Am Coll Cardiol Intv* 2016;9:1861-78.
2. Burzotta F, Lassen JF, Lefevre T, et al. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions: the 15(th) consensus document from the European Bifurcation Club. *Euro-Intervention* 2021;16:1307-17.
3. Choi KH, Song YB, Lee JM, et al. Prognostic effects of treatment strategies for left main versus non-left main bifurcation percutaneous coronary intervention with current-generation drug-eluting stent. *Circ Cardiovasc Interv* 2020;13:e008543.
4. Lunardi M, Louvard Y, Lefèvre T, Stankovic G, Burzotta F, Kassab GS, Lassen JF, Darremont O, Garg S, Koo BK, Holm NR, Johnson TW, Pan M, Chatzizisis YS, Banning AP, Chieffo A, Dudek D, Hildick-Smith D, Garot J, Henry TD, Dangas G, Stone G, Krucoff MW, Cutlip D, Mehran R, Wijns W, Sharif F, Serruys PW, Onuma Y. Definitions and Standardized Endpoints for Treatment of Coronary Bifurcations. *EuroIntervention*. 2023;19:e807-31
5. Chen SL, Zhang JJ, Han Y, et al. Double Kissing Crush Versus Provisional Stenting for Left Main Distal Bifurcation Lesions: DKCRUSH-V randomized trial. *J Am Coll Cardiol* 2017;70: 2605-17.
6. Zhang JJ, Ye F, Xu K, et al. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial. *Eur Heart J* 2020;41:2523-
7. Burzotta F, Louvard Y, Lassen JF, Lefèvre T, Finet G, Collet C, Legutko J, Lesiak M, Hikichi Y, Albiero R, Pan M, Chatzizisis YS, Hildick-Smith D, Ferenc M, Johnson TW, Chieffo A, Darremont O, Banning A, Serruys PW, Stankovic G. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary lesions using optimised angiographic guidance: the 18th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2024 Aug 5;20(15):e915-e926. doi: 10.4244/EIJ-D-24-00160. PMID: 38752714; PMCID: PMC11285041.
8. Lassen J, Burzotta F, Banning A, et al. Percutaneous coronary intervention for the left main stem and other bifurcation lesions: 12th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2018;13:1540-53.
9. Banning AP, Lassen JF, Burzotta F, et al. Percutaneous coronary intervention for obstructive bifurcation lesions: the 14th consensus document from the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2019;15:90-8.
10. Lefèvre T, Darremont O, Albiero R. Provisional side branch stenting for the treatment of bifurcation lesions. *EuroIntervention*. 2011;6:J65-71.
11. Lassen JF, Albiero R, Johnson T, et al. Treatment of Coronary Bifurcation lesions, part II: implanting two stents. The 16th expert consensus document of the European Bifurcation Club. 2022;15:EIJ-D-22-00166. doi: 10.4244/EIJ-D-22-00166. Online ahead of print
12. Toth GG, Sasi V, Franco D, et al. Double-kissing culotte technique for coronary bifurcation stenting. *EuroIntervention*. 2020;16:e724-33
13. Zhang JJ, Ye F, Xu K, et al. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial. *Eur Heart J*. 2020;41:2523-

14. Hildick-Smith D, Egred M, et al. The European bifurcation club Left Main Coronary Stent study: a randomized comparison of stepwise provisional vs. systematic dual stenting strategies (EBC MAIN). *Eur Heart J.* 2021;42:3829–39.
15. Choi YJ, Lee SJ, Kim BK, et al. Effect of Wire Jailing at Side Branch in 1-Stent Strategy for Coronary Bifurcation Lesions. *JACC Cardiovasc Interv.* 2022;15:443–55.
16. Burzotta F, De Vita M, Sgueglia G, et al. How to solve difficult sidebranch access? *EuroIntervention.* 2011;6:J72–80
17. Burzotta F, Lassen JF, Louvard Y, et al. European Bifurcation Club white paper on stenting techniques for patients with bifurcated coronary artery lesions. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2020;96:1067–79.
18. Chen SL, Zhang JJ, Ye F, et al. Study comparing the double kissing (DK) crush with classical crush for the treatment of coronary bifurcation lesions: the DKCRUSH-1 Bifurcation Study with drug-eluting stents. *Eur J Clin Invest.* 2008;38(6):361–71. Doi: 10.1111/j.1365-2362.2008.01949.x.
19. Steigen TK, Maeng M, Wiseth R, et al; Nordic PCI Study Group. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: The Nordic bifurcation study. *Circulation.* 2006;114:1955–61.
20. Maeng M, Holm NR, Erglis A, et al; Nordic-Baltic Percutaneous Coronary Intervention Study Group. Long-term results after simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: Nordic Bifurcation Study 5-year follow-up results. *J Am Coll Cardiol.* 2013;62:30–4.
21. Colombo A, Bramucci E, Saccà S et al. Randomized study of the crush technique versus provisional side-branch stenting in true coronary bifurcations: the CACTUS (Coronary Bifurcations: Application of the Crushing Technique Using Sirolimus-Eluting Stents) Study. *Circulation.* 2009;119:71–8.
22. Hildick-Smith D, de Belder AJ, Cooter N, et al. Randomized trial of simple versus complex drug-eluting stenting for bifurcation lesions: the British Bifurcation Coronary Study: old, new, and evolving strategies. *Circulation.* 2010;121:1235–43.
23. Behan MW, Holm NR, de Belder AJ et al. Coronary bifurcation lesions treated with simple or complex stenting: 5-year survival from patient-level pooled analysis of the Nordic Bifurcation Study and the British Bifurcation Coronary Study. *Eur Heart J.* 2016;37:1923–8.
24. Chen SL, Santoso T, Zhang JJ, et al. Clinical Outcome of Double Kissing Crush Versus Provisional Stenting of Coronary Artery Bifurcation Lesions: The 5-Year Follow-Up Results From a Randomized and Multicenter DKCRUSH-II Study (Randomized Study on Double Kissing Crush Technique Versus Provisional Stenting Technique for Coronary Artery Bifurcation Lesions). *Circ Cardiovasc Interv.* 2017;10(2):e004497. Doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.004497.
25. Chen SL, Xu B, Han YL, et al. Comparison of double kissing crush versus culotte stenting for unprotected distal left main bifurcation lesions: results from a multicenter, randomized, prospective DKCRUSH-III study. *J Am Coll Cardiol.* 2013;61(14):1482–8. Doi: 10.1016/j.jacc.2013.01.023.
26. Chen SL, Zhang JJ, Han Y, et al. Double Kissing Crush Versus Provisional Stenting for Left Main Distal Bifurcation Lesions: DKCRUSH-V randomized trial. *J Am Coll Cardiol.* 2017;70(21):2605–2617. Doi: 10.1016/j.jacc.2017.09.1066.
27. Ye F, Chen SL, Zhang JJ, et al. Hemodynamic changes of fractional flow reserve after double kissing crush and provisional stenting technique for true bifurcation lesions. *Chin Med J (Engl).* 2012;125(15):2658–62
28. Chen SL, Ye F, Zhang JJ, et al. Randomized comparison of FFR-guided and angiograph-yguided provisional stenting of true coronary bifurcation lesions: the DKCRUSH-VI trial (Double Kissing Crush Versus Provisional Stenting Technique for Treatment of Coronary Bifurcation Lesions VI). *J Am Coll Cardiol Intv.* 2015;8(4):536–46. Doi: 10.1016/j.jcin.2014.12.221.
29. Li SJ, Ge Z, Kan J, et al. Cutoff Value and Long-Term Prediction of Clinical Events by FFR Measured Immediately After Implantation of a Drug-Eluting Stent in Patients With Coronary Artery Disease: 1- to 3-Year Results From the DKCRUSH VII Registry Study. *JACC Cardiovasc Interv.* 2017;10(10):986–995. Doi: 10.1016/j.jcin.2017.02.012.
30. Wang R, Ding Y, Yang J, et al. Stenting techniques for coronary bifurcation disease: a systematic review and network meta-analysis demonstrates superiority of double-kissing crush in complex lesions. *Clin Res Cardiol.* 2022;111(7):761–775. Doi: 10.1007/s00392-021-01979-9.
31. Hildick-Smith D, Behan MW, Lassen JF, Chieffo A, Lefèvre T, Stankovic G, Burzotta F, Pan M, Ferenc M, Bennett L, Hovasse T, Spence MJ, Oldroyd K, Brunel P, Carrie D, Baumbach A, Maeng M, Skipper N, Louvard Y. The EBC TWO Study (European Bifurcation Coronary TWO): A Randomized Comparison of Provisional T-Stenting Versus a Systematic 2 Stent Culotte Strategy in Large Caliber True Bifurcations. *Circ Cardiovasc Interv.* 2016 Sep;9(9):e003643. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.115.003643. PMID: 27578839.
32. Nicolas J, Pivato CA, Chiarito M, et al. Evolution of drug-eluting coronary stents: a back-and-forth journey from the bench to bedside. *Cardiovascular Research.* 2023;119(3):631–646.
33. Spadafora L, Quarta R, Martino G, et al. From Mechanisms to Management: Tackling In-Stent Restenosis in the Drug-Eluting Stent Era. *Current Cardiology Reports.* 2025;27:53.
34. Fujisaki T, Kuno T, Numasawa Y, Takagi H, Briasoulis A, Kwan T, Latib A, Tamis-Holland J, Bangalore S. Provisional or 2-Stent Technique for Bifurcation Lesions in the Second-Generation Drug-Eluting Stent Era. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv.* 2022 Sep 30;1(5):100410. doi: 10.1016/j.jscai.2022.100410. PMID: 39131456; PMCID: PMC11307680.
35. Hildick-Smith D, Arunothayaraj S, Stankovic G, Chen SL. Percutaneous coronary intervention of bifurcation lesions. *EuroIntervention.* 2022 Jul 22;18(4):e273–e291. doi: 10.4244/EIJ-D-21-01065. PMID: 35866256; PMCID: PMC9912967.
36. Rahimi F, Löffelhardt N, Minners J, Breitbart P, Franke K, Hartikainen TS, Valina C, Mühlen CVZ, Nührenberg T, Kastrati A, Woitek F, Elsaesser A, Abdel-Wahab M, Sossalla S, Hochholzer W, Westermann D, Neumann FJ, Olivier C, Ferenc M. Randomised Comparison of Culotte- versus Double Kissing Crush Stenting in de novo non-left Main Coronary Bifurcation Lesions: Rationale and Design of the Bifurcation Bad Krozingen trial-3 (BBK-3). *J Cardiovasc Transl Res.* 2025 Aug;18(4):1005–1012. doi: 10.1007/s12265-025-10626-x. Epub 2025 May 27. PMID: 40425928; PMCID: PMC12436574.
37. Huang, Z.; Skarbek, C.; Li, Y.; Touma, J.; Desgranges, P.; Gallet, R.; Sénémaud, J. Evolution of Coronary Stents: From Birth to Future Trends. *J. Clin. Med.* 2026, 15, 47. <https://doi.org/10.3390/jcm15010047>
38. Stefanini GG, Byrne RA, Windecker S, Kastrati A. State of the art: coronary artery stents - past, present and future. *EuroIntervention.* 2017 Aug 25;13(6):706–716. doi: 10.4244/EIJ-D-17-00557. PMID: 28844032.
39. Dash D, Mody R, Ahmed N, Malan SR, Mody B. Drug-coated balloon in the treatment of coronary bifurcation lesions: A hope or hype? *Indian Heart J.* 2022 Nov–Dec;74(6):450–457. doi: 10.1016/j.ihj.2022.10.193. Epub 2022 Nov 5. PMID: 36347323; PMCID: PMC9773284.
40. Fezzi S, Scheller B, Rissanen TT, Malivojevic R, Tavella D, Lunardi M, Cortese B, Banning A, Pesarini G, Ribichini F, Scarsini R. Drug-coated balloons for coronary bifurcation lesions. *EuroIntervention.* 2025 Oct 20;21(20):e1177–e1197. doi: 10.4244/EIJ-D-25-00201. PMID: 41071571; PMCID: PMC12517195.
41. Dillen DMM, van Beek KAJ, Vermeer AJE, Vlaar PJ, El Farissi M, Demandt JPA, Eerdeken R, van Het Veer M, Tonino PAL, Teeuwen K. Hybrid drug-coated balloon strategy for coronary bifurcation lesions: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2026 Mar 11;16(3):e114024. doi: 10.1136/bmjopen-2025-114024. PMID: 41813049; PMCID: PMC12983860.

42. Grundeken, M. J., Collet, C., Ishibashi, Y., Génèreux, P., Muramatsu, T., LaSalle, L., ... & Serruys, P. W. (2018). Visual estimation versus different quantitative coronary angiography methods to assess lesion severity in bifurcation lesions. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, 91(7), 1263-1270.
43. Grundeken, M. J., Ishibashi, Y., Ramcharitar, S., Tuinenburg, J. C., Reiber, J. H., Tu, S., ... & Serruys, P. W. (2015). The need for dedicated bifurcation quantitative coronary angiography (QCA) software algorithms to evaluate bifurcation lesions. *EuroIntervention*, 11(Suppl V), V44-9.
44. Kim, D. H., Kim, S. H., Chu, H. W., Kang, S. H., Yoon, C. H., Youn, T. J., & Chae, I. H. (2024). Validation of artificial intelligence-based quantitative coronary angiography. *Digital Health*, 10, 20552076241306937.
45. Kim, Y. I., Roh, J. H., Kweon, J., Kwon, H., Chae, J., Park, K., ... & Kim, Y. H. (2024). Artificial intelligence-based quantitative coronary angiography of major vessels using deep-learning. *International Journal of Cardiology*, 405, 131945.
46. Kim, Y., Yoon, H. J., Suh, J., Kang, S. H., Lim, Y. H., Jang, D. H., ... & Ahn, J. M. (2025). Artificial Intelligence-Based Fully Automated Quantitative Coronary Angiography vs Optical Coherence Tomography-Guided PCI: The FLASH Trial. *Cardiovascular Interventions*, 18(2), 187-197.
47. Chae, J., Kweon, J., Park, G. M., Park, S., Yoon, H. J., Lee, C. H., ... & Ahn, J. M. (2025). Enhancing quantitative coronary angiography (QCA) with advanced artificial

BİFURKASYON LEZYONLARINDA ANTİTROMBOTİK TEDAVİ

Halime Tanrıverdi
Reyhanlı Devlet Hastanesi

Koroner arter hastalığına primer perkütan girişim (PCI) ile müdahale sonrasında hedef damar açıklığını sağlamak ve stent trombozunu önlemek amacıyla antiplatelet tedavi temel yaklaşımdır. Temel antiplatelet tedavinin sağladığı açık fayda doğal olarak kanama riski ile birlikte. Bu nedenle antiplatelet tedavinin süresi ve bileşimi (ikili-monoterapi-potent antiplatelet gibi) iskemi ve kanama arasındaki ilişkiye ve dengeye göre karar verilmelidir.

Primer perkütan girişim konusunda artan tecrübe ile birlikte intravasküler görüntüleme rehberliğinin yaygınlaşması, stent optimizasyon tekniklerinin uygulanması gibi hızla gelişen teknikler neticesinde hedef temel tedavi trombozun önlenmenin yanında potansiyel kanama riskinin azaltılması da bir diğer önemli hedef olarak öne çıkmıştır [1-8].

Koroner bifurkasyon girişimleri, özellikle iki stentli tekniklerin uygulandığı olgularda, artmış metal yükü, stent overlap alanları, yan dal ostiyumunda rezidüel doku ve akım dinamiklerindeki heterojenite nedeniyle standart lezyonlara kıyasla daha yüksek trombotik potansiyele sahiptir. Karina ve flow-divider bölgesindeki düşük shear stress alanları trombosit aktivasyonu ve neointimal proliferasyon açısından pro-trombotik bir zemin oluşturur.

ESC kılavuzlarında iki stentli bifurkasyon, uzun stent segmenti ve sol ana girişimi kompleks PCI kapsamında değerlendirilmekte ve bu hastalar yüksek trombotik risk kategorisinde ele alınmaktadır. Buna karşın, kısa DAPT stratejilerini inceleyen randomize çalışmaların büyük bölümünde iki stentli bifurkasyon alt grupları sınırlı temsil edilmiştir. Dolayısıyla 1 aylık DAPT veya erken monoterapi stratejilerinin kompleks bifurkasyon popülasyonuna doğrudan genellenmesi temkin gerektirir.

Klinik pratikte karar süreci, teknik kompleksite, eşlik eden klinik iskemik risk faktörleri ve ARC-HBR temelli kanama riski birlikte değerlendirilerek bireyselleştirilmelidir. Özellikle iki stentli veya sol ana bifurkasyon girişimlerinde, yüksek kanama riski yoksa standart ya da uzatılmış DAPT süresi daha rasyonel bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

Bu bağlamda ikili antiplatelet (DAPT) tedavinin bireyselleştirilerek kanama ve iskemi arasındaki hassas dengenin modülasyonu önem kazanmıştır.

Öneri	Sınıf	Düzy
Akut koroner sendrom (AKS) ile başvuran ve koroner arter baypas greftleme (CABG) cerrahisi nedeniyle DAPT'si kesilen hastalarda, cerrahi sonrası DAPT'ye yeniden başlanması ve en az 12 ay sürdürülmesi önerilir.	I	C
Yaşlı AKS hastalarında, özellikle yüksek kanama riski mevcutsa, P2Y12 reseptör inhibitörü olarak klopidogrel tercih edilebilir.	IIb	B
3-6 aylık DAPT sonrasında olay gelişmeyen ve yüksek iskemik riski olmayan hastalarda, tekli antiplatelet tedaviye (tercihen P2Y12 reseptör inhibitörü ile) geçiş düşünülmelidir.	IIa	A
Yüksek kanama riski olan hastalarda, 1 aylık DAPT sonrasında aspirin veya P2Y12 reseptör inhibitörü monoterapisine geçiş düşünülebilir.	IIb	B
Oral antikoagülan tedavi gerektiren hastalarda, 6 ay sonunda antiplatelet tedavinin kesilerek oral antikoagülana devam edilmesi düşünülebilir.	IIb	B
AKS sonrası ilk 30 gün içinde antiplatelet tedavinin de-eskalasyonu önerilmez.	III	B

AKS hastalarında standart yaklaşım 12 ay DAPT olmakla birlikte, kanama riski yüksek hastalarda erken monoterapi ve de-eskalasyon stratejileri uygun hastalarda değerlendirilebilir.

2023 ESC AKS Kılavuzu Antitrombotik Tedavinin De-eskalasyonu Önerileri

Öneri	Sınıf	Düzy
3-6 aylık DAPT sonrasında olay gelişmeyen ve yüksek iskemik riski olmayan hastalarda, tekli antiplatelet tedaviye (tercihen P2Y12 reseptör inhibitörü ile) geçiş düşünülmelidir.	IIa	A
Kanama riskini azaltmak amacıyla, P2Y12 reseptör inhibitörü tedavisinin de-eskalasyonu (örneğin prasugrel/tikagrelordan klopidogrelle geçiş) alternatif bir DAPT stratejisi olarak düşünülebilir.	IIb	A
Yüksek kanama riski (HBR) olan hastalarda, 1 aylık DAPT sonrasında aspirin veya P2Y12 reseptör inhibitörü monoterapisi düşünülebilir.	IIb	B
AKS sonrası ilk 30 gün içinde antiplatelet tedavinin de-eskalasyonu önerilmez.	III	B
De-eskalasyon stratejileri kanama riskini azaltmada etkili olmakla birlikte, özellikle ilk 30 gün içinde uygulanması önerilmez ve hasta seçimi kritik öneme sahiptir.		

2023 ESC AKS Kılavuzu Antitrombotik Tedavinin Uzatılması Önerileri

Öneri	Sınıf	Düzy
Oral antikoagülan (OAK) ile tedavi edilen hastalarda, 12 ay sonunda antiplatelet tedavinin kesilmesi önerilir.	I	B
Yüksek iskemik riski olup yüksek kanama riski bulunmayan hastalarda, uzun dönem ikincil korunma amacıyla aspirine ikinci bir antitrombotik ajan eklenmesi düşünülmelidir.	IIa	A

Öneri	Sınıf	Düzye
Orta derecede iskemik riski olup yüksek kanama riski bulunmayan hastalarda, uzun dönem ikincil korunma amacıyla aspirine ikinci bir antitrombotik ajan eklenmesi düşünülebilir.	IIb	A
Yüksek iskemik riskli ve düşük kanama riskli hastalarda uzatılmış antitrombotik tedavi iskemik olayları azaltabilir; ancak bu yaklaşım artmış kanama riski ile dengelenmelidir.		
Yüksek iskemik riskli (örn. DAPT skoru ≥ 2 olan) ve düşük kanama riski bulunan (örn. PRECISE-DAPT skoru < 25) hastalarda uzatılmış antitrombotik tedavi iskemik olayları azaltabilir; ancak bu yaklaşım artmış kanama riski ile dengelenmelidir.		

2024 Kronik Koroner Sendrom Antitrombotik Tedavi Önerileri

Öneri	Sınıf	Düzye
Daha önce MI veya geçirilmiş PCI öyküsü bulunan KKS hastalarında, başlangıçtaki DAPT dönemini takiben aspirin 75–100 mg/gün dozunda yaşam boyu önerilir.	I	A
Daha önce MI veya geçirilmiş PCI öyküsü bulunan KKS hastalarında, klopidogrel 75 mg/gün, aspirin monoterapisine güvenli ve etkili bir alternatif olarak önerilir.	I	A
Artmış iskemik riski bulunan ve yüksek kanama riski olmayan hastalarda, uzun dönem ikincil korunma amacıyla aspirine ikinci bir antitrombotik ajan eklenmesi düşünülmelidir.	IIa	A
KKS veya stabilize post-AKS hastalarında, başlangıçta tikagrelor temelli DAPT uygulanmış, yüksek iskemik risk devam eden ve yüksek kanama riski olmayan olgularda, tikagrelor 90 mg günde iki kez monoterapi; çiftli veya diğer tekli antiplatelet tedavilere alternatif olarak düşünülebilir.	IIb	C

Kompleks PCI (özellikle iki stentli bifurkasyon ve solana girişimleri) yüksek trombotik risk ile ilişkilidir; bu hasta grubunda kısa DAPT stratejilerinin güvenliğine ilişkin kanıtlar sınırlı olup, tedavi süresi bireyselleştirilmiş risk-yarar değerlendirmesi temelinde belirlenmelidir.

KKS Hastalarında PCI Sonrası Antitrombotik Tedavi (KKS ve oral antikoagülasyon endikasyonu olmayan hastalar)

Öneri	Sınıf	Düzye
Oral antikoagülasyon endikasyonu olmayan KKS hastalarında, PCI-stentleme sonrası varsayılan strateji olarak aspirin 75–100 mg + klopidogrel 75 mg/gün ile 6 aya kadar DAPT önerilir.	I	A
Yüksek kanama riski olup yüksek iskemik riski olmayan hastalarda, PCI'den 1–3 ay sonra DAPT'nin kesilmesi ve tekli antiplatelet tedaviye devam edilmesi önerilir.	I	A
Ne yüksek kanama riski ne de yüksek iskemik riski bulunan hastalarda, PCI-stentleme sonrası 1–3 ayda DAPT'nin kesilmesi düşünülebilir.	IIb	B
Yüksek trombotik riskli stentleme uygulanan KKS hastalarında (örn. kompleks sol ana koroner, iki stentli bifurkasyon, suboptimal stent sonucu, önceki stent trombozu, bilinen CYP2C19 *2/*3 polimorfizmi), ilk ay ve 3–6 aya kadar aspirinle birlikte klopidogrel yerine prasugrel veya tikagrelor tercih edilmesi düşünülebilir.	IIb	C

İskemik Risk Değerlendirmesi

Uzatılmış antitrombotik tedavi için trombotik risk kriterleri (ESC 2023, Tablo S8)

	Yüksek Trombotik Risk (Sınıf IIa)	Orta Derecede Artmış Trombotik Risk (Sınıf IIb)
Tanım	Kompleks KAH + ≥1 risk artırıcı faktör	Kompleks olmayan KAH + ≥1 risk artırıcı faktör
Klinik Risk Artırıcı Faktörler	<ul style="list-style-type: none">• ilaç gerektiren diabetes mellitus• Tekrarlayan MI öyküsü• Çok damar KAH• Prematür KAH (<45 yaş)• Hızlı progresyonlu KAH (2 yıl içinde yeni lezyon gelişimi)• Eşlik eden sistemik inflamatuvar hastalık (HIV, SLE, kronik artrit vb.)• Polivasküler hastalık (KAH + PAH)• KBH (eGFR 15–59 mL/dk/1.73 m²)	<ul style="list-style-type: none">• ilaç gerektiren diabetes mellitus• Tekrarlayan MI öyküsü• Polivasküler hastalık (KAH + PAH)• KBH (eGFR 15–59 mL/dk/1.73 m²)
Girişimsel / Teknik Kriterler	<ul style="list-style-type: none">• ≥3 stent implantasyonu• ≥3 lezyon tedavisi• Toplam stent uzunluğu >60 mm• Kompleks revaskülarizasyon*• Antiplatelet tedavi altında stent trombozu öyküsü	

Stent ilişkili tekrarlayan iskemik olaylar için yüksek risk özellikleri (ESC 2023)

Stent ilişkili tekrarlayan iskemik olaylar için yüksek risk özellikleri ESC kılavuzunda tanımlanmış olup, özellikle kompleks PCI (örn. iki stentli bifurkasyon, uzun stent segmenti) bu yüksek risk fenotipinin önemli belirleyicileri arasında yer almaktadır.

Yüksek Risk Özellikleri
Yeterli antiplatelet tedavi altında gelişmiş önceki stent trombozu
Son açık (patent) koroner arterin stentlenmesi
Yaygın çok damar hastalığı (özellikle diyabetik hastalarda)
Kronik böbrek hastalığı (kreatinin klerensi <60 mL/dk)
≥3 stent implantasyonu
≥3 lezyon tedavisi
İki stentli bifurkasyon girişimi
Toplam stent uzunluğu >60 mm
Kronik total oklüzyon (CTO) tedavisi

İki stentli bifurkasyon ve uzun stent segmentleri, stent trombozu açısından yüksek riskli girişimler olup, antiplatelet tedavi süresi planlanırken özel olarak dikkate alınmalıdır.

Kanama Riskinin Değerlendirilmesi

Kanama riskinin değerlendirilmesi ile ilgili çeşitli skorlamalar geliştirilmiştir. Academic Research Consortium – High Bleeding Risk (ARC-HBR) ile kanam riskinin değerlendirilmesi aşağıdaki tablodaki gibidir. Yüksek kanama riski için en az 1 major veya en az iki minör kriter varlığı yeterlidir.

Majör Kriterler	Minör Kriterler
Uzun süreli oral antikoagülan kullanımı gereksinimi*	Yaş >75 yıl
Ağır veya son dönem KBH (eGFR <30 mL/dk)	Orta derecede KBH (eGFR 30–59 mL/dk)
Hemoglobin <11 g/dL	Hemoglobin 11–12.9 g/dL (erkek), 11–11.9 g/dL (kadın)
Son 6 ay içinde veya tekrarlayıcı nitelikte herhangi bir zamanda hastaneye yatış veya transfüzyon gerektiren spontan kanama	Son 12 ay içinde (majör kriteri karşılamayan) hastaneye yatış veya transfüzyon gerektiren spontan kanama
Orta veya ağır derecede bazal trombositopeni** (<100 × 10 ⁹ /L)	Kronik kanama diyatezi
Karaciğer sirozu ve portal hipertansiyon	Uzun süreli oral NSAİİ veya steroid kullanımı
Son 12 ay içinde aktif malignite*** (non-melanom cilt kanseri hariç)	Geçirilmiş iskemik inme (majör kriteri karşılamayan)
Daha önce geçirilmiş spontan intrakraniyal kanama (herhangi bir zamanda)	
Son 12 ay içinde travmatik intrakraniyal kanama	
Serebral arteriyovenöz malformasyon varlığı	
Son 6 ay içinde orta veya ağır derecede iskemik inme****	
DAPT altında ertelenemeyen majör cerrahi gereksinimi	
PCI'den önceki 30 gün içinde geçirilmiş majör cerrahi veya majör travma	

- *Vasküler koruma dozları hariçtir.
- **Bazal trombositopeni, PCI öncesinde mevcut trombositopeniyi ifade eder.
- ***Aktif malignite: Son 12 ay içinde tanı almış ve/veya tedavi gereksinimi (cerrahi, kemoterapi, radyoterapi) devam eden durum.
- ****NIHSS skoru >5.

ARC-HBR kriterleri, DAPT süresi ve yoğunluğunun belirlenmesinde klinik karar sürecinin temel bileşenlerinden biri olup, özellikle kompleks PCI hastalarında tedavi stratejisinin bireyselleştirilmesinde kritik rol oynar.

İkili Antiplatelet Süresi

Avrupa kılavuzlarına göre, DES ile PCI yapılan ve HBR veya OAK endikasyonu olmayan hastalarda DAPT süresi; KKS'de aspirin + klopidoğrel ile 6 ay, AKS'de aspirin + potent P2Y12 inhibitörü ile 12 ay olarak önerilmektedir.

Randomize “kısa DAPT” çalışmaları genellikle düşük–orta riskli popülasyonları içerdiğinden, iki stentli kompleks bifurkasyon alt grupları sınırlı temsil edilir; bu nedenle 1 ay DAPT/erken monoterapi stratejilerinin bu popülasyona ekstrapolasyonu kısıtlıdır. Buna karşılık bifurkasyon teknik çalışmalarında (örn. kompleks bifurkasyonda planlı iki stent; sol ana distal bifurkasyonda DK-crush) iki stentli stratejiler belirli anatomilerde klinik sonuçları iyileştirebilse de, bu çalışmaların ana odağı antiplatelet süresi olmadığından “optimal DAPT süresi” konusunda doğrudan kanıt üretmez; karar iskemik risk–kanama riski dengesi ile bireyselleştirilmelidir. (9)

Farklı DAPT sürelerini karşılaştıran çok sayıda yeni çalışma, genel olarak daha kısa DAPT ile iskemik olaylarda bir artış gösterilmemiştir (10–18)

Çalışma	AKS/STEMI	DAPT Süresi	Ana Sonuç	Kompleks PCI / Bifurkasyon Değerlendirmesi
STOPDAPT-2	AKS %38	1 ay vs 12 ay	Non-inferior, kanama ↓	Düşük-orta risk popülasyon; ≥2 stentli bifurkasyon ve uzun stent oranı düşük. Kompleks anatomiye genellenebilirlik sınırlı.
STOPDAPT-2 ACS	AKS %100	1 ay vs 12 ay	Non-inferior değil (MI ↑)	Tam AKS popülasyonunda MI artışı; kompleks bifurkasyon alt analiz yok. Yüksek trombotik riskli anatomi için temkinli yaklaşım gerekir.
MASTER-DAPT	AKS %48	1 ay vs ≥3 ay	Non-inferior, kanama ↓	HBR odaklı tasarım; anatomik kompleksite ayrıntılı raporlanmamıştır. ≥2 stentli bifurkasyon için kanıt sınırlı.
GLOBAL LEADERS	AKS ~50	1 ay vs 12 ay	Üstünlük gösterilemedi	Heterojen kohort; kompleks PCI alt analizleri sınırlı. Bifurkasyon spesifik veri yok.
Çalışma	AKS/STEMI	DAPT Süresi	Ana Sonuç	Kompleks PCI / Bifurkasyon Değerlendirmesi
SMART-CHOICE	AKS %58	3 ay vs 12 ay	Non-inferior, kanama ↓	Seçilmiş hasta grubu; ≥2 stentli bifurkasyon oranı düşük. Kompleks PCI için dış geçerlilik sınırlı.
TWILIGHT	AKS %65	3 ay vs 15 ay	Kanama ↓, iskemik fark yok	Yüksek risk PCI dahil; ancak ≥2 stentli bifurkasyon alt grubu küçük. Kompleks anatomiye özgü sonuç kısıtlı.
SMART-DATE	AKS %100	6 ay vs ≥12 ay	Non-inferior; MI ↑	Tam AKS kohortu; MI artışı erken trombotik riskin önemini düşündürür. Kompleks bifurkasyon verisi yok.
OPTIMA-C STEMI	STEMI %100	6 ay vs 12 ay	Non-inferior	Stabil STEMI ve seçilmiş anatomi; yüksek metal yükü içeren kompleks bifurkasyonlara genellenemez.
ISAR-SAFE	AKS %40	6 ay vs 12 ay	Non-inferior	İkinci nesil DES dönemi; kompleks PCI oranı düşük, bifurkasyon alt analiz raporlanmamıştır.

Yukarıda özetlenen güncel kılavuz önerileri ve randomize çalışma verileri doğrultusunda, DAPT süresi ve yoğunluğu klinik ve anatomik risk profiline göre bireyselleştirilmelidir. Kompleks PCI (özellikle iki stentli bifurkasyon ve sol ana girişimleri) yüksek trombotik risk fenotipi ile ilişkili olup, bu hasta grubunda kısa DAPT stratejilerinin güvenliğine ilişkin kanıtlar sınırlıdır. Bu nedenle, yüksek iskemik riskli (örn. DAPT skoru ≥2) ve düşük kanama riski bulunan (PRECISE-DAPT <25) hastalarda standart veya uzatılmış DAPT daha rasyonel bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Buna karşılık, yüksek kanama riski olan hastalarda tedavi süresi kısaltılabilir; ancak teknik kompleksite mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Kaynaklar:

1. Valgimigli M, Bueno H, Byrne RA, Collet JP, Costa F, Jeppsson A, Jüni P, Kastrati A, Kolh P, Mauri L, Montalescot G, Neumann FJ, Petricevic M, Roffi M, Steg PG, Windecker S, Zamorano JL, Levine GN; ESC Scientific Document Group; ESC Committee for Practice Guidelines (CPG); ESC National Cardiac Societies. 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS. *Eur Heart J.* 2018;39:213-60.
2. Cao D, Chandiramani R, Chiarito M, Claessen BE, Mehran R. Evolution of antithrombotic therapy in patients undergoing percutaneous coronary intervention: a 40-year journey. *Eur Heart J.* 2020;42:339-51.
3. Angiolillo DA, Galli M, Collet JP, Kastrati A, O'Donoghue ML. Antiplatelet therapy after percutaneous coronary intervention. *EuroIntervention.* 2022;17:e1371-e1396.
4. Giacoppo D, Matsuda Y, Fovino LN, D'Amico G, Gargiulo G, Byrne RA, Capodanno D, Valgimigli M, Mehran R, Tarantini G. Short dual antiplatelet therapy followed by P2Y12 inhibitor monotherapy vs. prolonged dual antiplatelet therapy after percutaneous coronary intervention with second-generation drug-eluting stents: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Eur Heart J.* 2021;42:308-19.
5. Yin SH, Xu P, Wang B, Lu Y, Wu QY, Zhou ML, Wu JR, Cai JJ, Sun X, Yuan H. Duration of dual antiplatelet therapy after percutaneous coronary intervention with drug-eluting stent: systematic review and network meta-analysis. *BMJ.* 2019;365:l2222.
6. Galli M, Benenati S, Capodanno D, Franchi F, Rollini F, D'Amario D, Porto I, Angiolillo DJ. Guided versus standard antiplatelet therapy in patients undergoing percutaneous coronary intervention. *Lancet.* 2021;397:1470-83.
7. Capodanno D, Bhatt DL, Gibson CM, James S, Kimura T, Mehran R, Rao SV, Steg PG, Urban P, Valgimigli M, Windecker S, Angiolillo DJ. Bleeding avoidance strategies in percutaneous coronary intervention. *Nat Rev Cardiol.* 2022;19:117-32.
8. Capodanno D, Bhatt DL, Eikelboom JW, Fox KAA, Geisler T, Michael Gibson C, Gonzalez-Juanatey JR, James S, Lopes RD, Mehran R, Montalescot G, Patel M, Steg PG, Storey RF, Vranckx P, Weitz JI, Welsh R, Zeymer U, Angiolillo DJ. Dual-pathway inhibition for secondary and tertiary antithrombotic prevention in cardiovascular disease. *Nat Rev Cardiol.* 2020;17:242-57.
9. Zhang JJ, Ye F, Xu K, Kan J, Tao L, Santoso T, et al. Multicentre, randomized comparison of two-stent and provisional stenting techniques in patients with complex coronary bifurcation lesions: the DEFINITION II trial. *Eur Heart J.* 2020;41(27):2523-2536. doi:10.1093/eurheartj/ehaa167.
10. Valgimigli M, Frigoli E, Heg D, et al. Dual antiplatelet therapy after PCI in patients at high bleeding risk (MASTER-DAPT). *N Engl J Med.* 2021;385:1643-1655.
11. Schulz-Schüpke S, Byrne RA, Ten Berg JM, Neumann FJ, Han Y, Adriaenssens T, et al. ISAR-SAFE: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial of 6 vs 12 months of clopidogrel therapy after drug-eluting stenting. *Eur Heart J.* 2015;36(20):1252-1263.
12. Lee BK, et al. Safety of six-month dual antiplatelet therapy after second-generation drug-eluting stent implantation: The OPTIMA-C randomized clinical trial. *EuroIntervention.* 2019;15:??-??.
13. Hahn JY, Song YB, Oh JH, Cho DK, Lee JB, Doh JH, et al. Six-month versus 12-month dual antiplatelet therapy after percutaneous coronary intervention in patients with acute coronary syndrome (SMART-DATE): a randomized, open-label, non-inferiority trial. *Lancet.* 2018;391:1274-1284.
14. Hahn JY, Song YB, Oh JH, Cho DK, Lee JB, Doh JH, et al. Effect of P2Y12 inhibitor monotherapy vs dual antiplatelet therapy on cardiovascular events in patients undergoing percutaneous coronary intervention (SMART-CHOICE). *JAMA.* 2019;321(24):2428-2437.
15. Mehran R, Baber U, Sharma SK, Cohen DJ, Angiolillo DJ, Briguori C, et al. Ticagrelor with or without aspirin in high-risk patients after PCI (TWILIGHT). *N Engl J Med.* 2019;381:2032-2042.
16. Vranckx P, Valgimigli M, Juni P, Hamm C, Steg PG, Heg D, et al. Ticagrelor plus aspirin for 1 month followed by ticagrelor monotherapy versus standard dual antiplatelet therapy after drug-eluting stent implantation (GLOBAL LEADERS). *Lancet.* 2018;392:940-949.
17. Watanabe H, Domei T, Morimoto T, Natsuaki M, Shiomi H, Toyota T, et al. Effect of 1-month dual antiplatelet therapy followed by clopidogrel versus 12-month dual antiplatelet therapy in patients receiving PCI (STOPDAPT-2). *JAMA.* 2019;321(24):2414-2427.
18. Watanabe H, Morimoto T, Natsuaki M, et al. Comparison of 1-month dual antiplatelet therapy followed by clopidogrel versus 12-month therapy in acute coronary syndrome (STOPDAPT-2 ACS). *JAMA Cardiol.* 2022;7(4):407-417.



KV GÜNDEM
AKADEMİ 2026