

Koroner Bypass Operasyonlarında Greft Seçimi

Selim ERENTÜRK

İstanbul Üniversitesi, Kardiyoloji Enstitüsü, İstanbul

Kalp cerrahisinde en sık yapılan operasyonlar aorto-koroner bypass operasyonlarıdır. Bu operasyonlarda myokardiyal revaskülarizasyon için arteriyel greftlerin kullanılması yeni değildir ve bunun için internal torasik arterin kullanılması, uzun süreli açık kalma oranının yüksek olması, düşük mortalite ve morbiditeden dolayı safen ven greftlerden çok üstün durumdadır. Bu çalışmanın amacı arteriyel ve venöz greftlerin özelliklerini araştırmak ve venöz greftlerin tıkanma problemlerini ve arteriyel greftlerin üstün olma nedenleriyle klinik sonuçları incelemektir.

GKD Derg 5:145-155

Conduit Choice for Coronary Bypass Operation

Coronary artery bypass operations are the most commonly performed heart operation. The use of arterial conduits for myocardial revascularization is not new and the use of the internal thoracic artery (ITA) graft for myocardial revascularization is superior to that of saphenous vein grafts because of higher patency rates and a lower morbidity and mortality. In this paper, we review the characteristics of arterial and venous grafts and the problem of vein graft occlusion and the theoretical benefits of arterial grafts and the clinical results associated with their use.

Koroner arter hastalıklarında cerrahi tedavinin gelişimi, 1937'de Gordon Murray'ın internal torasik arteri (İTA) experimental olarak kalp kası içine implante etmesi ile başlar. Wineberg 1946'da experimental, 1950'de klinik olarak ilk kez İTA'yi ventrikül kası içine implante etti. 1957'de Charles Bailey ilk koroner endarterektomiye gerçekleştirdi. 1964'te De Bakey, 1965'de Geore G. Green, İTA-Sol ön inen dal (LAD) anastomozlarını gerçekleştirdiler. 1968'de Favalaro safen ven-sağ koroner arter (RCA) anastomozunu gerçekleştirdi, aynı yıl Bailey ve Hirase sağ İTA (RİTA)-RCA anastomozunu tanımladılar (1). 1973'de Edwards her iki İTA, splenik ve gastroepiploik arterleri konduit olarak yayımladı (2). Carpentier 1973'de a. radial; si (RA) serbest greft olarak kullandı (3).

Arteriyel greftlerin anatomik ve histolojik özellikleri .

Koroner bypass operasyonlarında arteriyel greftler, venöz greftler, homogreftler ve artifi-siyel greftler kullanım alanı bulmuştur (Tablo 1). En yaygın kullanılan arteriyel greft subklavian arterin 1. dalı olan internal torasik arterdir. İTA histolojik olarak az sayıda düz kas hücresi içerir ve daha çok elastik yapıdadır. Fenestras-yon gösteren 8-18 (ortalama 10) elastik lamelden oluşan media, distal bölümde muskuler yapı özelliği kazanmaya başlar ve muskuler özelliği daha fazla olan muskulofrenik ve superior epigastrik arter olarak iki dala ayrılarak devam eder. Media tabakasındaki elastik lamellerin miktarı intimal hiperplazi derecesinde etkilidir. Muskuler segmentte inti-

ma elastik segmente göre belirgin derecede daha kalındır (Muskuler segment %25,6, elastik segment %16,7 ve $p<0,01$) (4). Değişik arterlerin intima ve media kalınlıkları Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Aorto-koroner bypass operasyonlarında kullanılan greftler

Arteriyel greftler
Otograft olanlar;
İnternal torasik arter
Sağ gastroepiploik arter
İnferior epigastrik arter
Radial arter
Splenic arter
Gastroduodenal arter
İnterkostal arter
Subskapular arter
Otograft olmayan;
Bovın internal torasik arter
Venöz greftler
Otograft;
Vena safena magna
Vena safena parva
Sefalik ve basilik venler
Otograft olmayan
Homograft vena safena ven
Umbilikal ven
Artifisiyel greftler

Tablo 2. Değişik arterlerin intima ve media kalınlıkları (mikron)

	basınç olmaksızın	100 mmHg basınç altında
Sol ön inen dal	320/63	
İnternal torasik arter	350/92	313/209
Gastroepiploik arter	291/100	309/100
İnferior epigastrik arter	249/87	284/136

Sağ gastroepiploik arter gastroduodenal arterin iki terminal branşından uzun olanıdır, mideye gastrik dal ve omentuma inen dalı verir. Histolojik olarak mediası İTA’ya göre daha çok muskuler düz kas hücresi içerir ve elastik lameller daha azdır. Proksimal segmenti ortalama $319\pm 7,0$, distal segmenti 228 ± 35 mikron

kalınlığındadır. Sirkumferansiyal elastik lamel sayısı (42+27) İTA’ nın elastomuskuler bölümü ile benzerlik gösterir (5).

İnferior epigastrik arter (İEA) eksternal iliak arterin dalıdır. İnguinal ligamentin tam proksimalinden ayrılır. Histolojik olarak media muskuler yapıdadır. Proksimal bölümünde nadir elastik lameller mevcuttur (5).

Radial arter brachial arterin iki dalından biridir. Histolojik olarak media muskuler yapıdadır. Sirkumferansiyal internal elastik laminada diskontinite sayısı İTA ve GEA’ ya göre daha fazladır.

Elastik arterler intimal hiperplaziye muskular arterlerden daha dirençlidirler. Media tabakasında elastik lamel sayısının azalması ve sirkumferansiyal diskontinite artışı ile intimal kalınlaşmanın artması arasında doğru orantı vardır(4, 5). İnternal elastik laminadaki diskontinite ve medianın düz kas hücreleri intimada migrasyon ve proliferasyona izin verir. Burada önemli bir nokta İTA’ nın anastomoz yerinin seçimidir. Muskulofrenik ve superior epigastrik dalları, muskuler yapı özellikleri ve vazospazma yatkınlıkları nedeni ile kullanıma uygun değildir. Bu nedenle İTA kalbin izin verdiği ölçüde kısa kullanılmalıdır. Ayrıca İTA’ nın tamamen veya kısmen olarak çıplak şekilde hazırlanması, internal elastik laminanın iatrojenik hasar görmesine ve intimal hiperplazinin uyarılmasına neden olabileceğinden dolayı önerilmemektedir. Çeşitli çalışmalar GEA’ nın preparasyonu sırasında hafif veya orta dereceli intimal kalınlaşma olduğunu göstermiştir (6).

Radial arterin ilk kullanıldığı 70’ li yıllarda yüksek oranda oklüzyon tespit edilmiştir. Bu durum muhtemelen prob kullanılması, radial arterin dilate edilmesi ve hazırlanması ile ilgilidir. Bu şekilde lokal bir manüplasyon daha çok muskuler yapıda olan radial arterde, elastik yapıdaki İTA’ ya nazaran çok daha fazla harabiyete neden olur ve artan intimal kalınlaşma meydana gelir (7).

Son yıllarda interkostal arterler (ICA) miyokard revaskülarizasyonu için düşünülmüştür. Özellikle in situ olarak 4. ve 9. interkostal arterler incelenmiştir. İCA' nın üç komponenti vardır; elastik segment, elasto-muskuler segment ve muskuler segment. Ortalama lümen çapı $1,4\pm 0,3$ mm ve $0,9\pm 0,2$ mm'dir (14).

Sonuç olarak, İTA elastik arterdir, in torna! ve eksternal elastik lamına ve mediada elastik lamellerden oluşmuştur. GEA ve İEA' nın mediadası daha çok muskuler yapıdadır. Bununla beraber intima İTA ile benzer özellikler gösterir.

Arteriyel greftlerin biolojik ve vazomotor aktiviteleri, endotelium

Klinik gözlemler bir hastanın koroner arterinde aterosklerotik değişimler olduğu halde aynı hastanın İTA' sında bu değişikliklerin olmadığını göstermiştir. Ancak Abad ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada uzun süreli takiplerde İTA' da %7,3 olguda orta dereceli ateroskleroz bulunduğu saptanmıştır. GEA ve İEA' da aynı durum gözlenmiştir (5). Ancak İEA' da % 25 medial kalsifikasyon geliştiği bildirilmiştir (9). Diğer yandan vena safena magna greftlerinin (VSM) arteriyel dolaşım için greft olarak kullanıldığında orta ve geç dönemde aterosklerotik değişimler gösterdiği saptanmıştır (10). Bu durum arteriyel greftlerin venöz greftlere üstün olmalarını açıklayan bulgulardan biridir.

Furchgott ve Zawadzki 1980' lerde İTA vasküler endotelinin bazı salgılar ürettiğini tesbit etmişlerdir Endotelin üç türlü salgısı vardır; 1- Nitrik oxide ve prostasiklin (PGI₂). 2- Endothelin-1 ve endoperoxidon (prostasiklin H₂ ve tromboxane A₂ olarak kasılma faktörleri), 3- Endogen vasoaktif veya inaktif ürünler(angiotensin-1 ve bradikinin) (11).

İTA' nın endoteliumu spontan olarak safen vene göre belirgin olarak fazla miktarda nitrik oxid (NO) salgılar. NO patent vasodilatatördür ve trombosit adhezyon ve agregasyonunu inhibe eder ve damarın açık kalmasında önemli

rol oynar. GEA endoteliumu da benzer özellikler gösterir (12). Prostasiklin (PGI₂) endotel hücrelerde diğer bir mediatördür, trombosit aktivasyonunun inhibisyonunu indükler. İTA ve GEA, VSM' den çok daha büyük oranda PGI₂ salgılar. Safen vene göre İTA' nın daha uzun süreli açık kalmasını sağlayan önemli etmenlerden birisi İTA' nın NO ve PGI₂ salgılarıdır (13). GEA ve İEA' nın endotelial fonksiyonları benzer özelliktedir ancak vasoaktif ürünler olan noradrenalin ve 5-HT ile kontraksiyon özellikleri İTA' dan belirgin derecede daha fazladır (14). Ayrıca cyclic 3' 5' guanosine monophosfat İTA' da yüksek oranda tesbit edilmiştir. Bunun rolünün tam olarak açık olmamasına karşın düz kas hücre proliferasyonunu inhibe ettiği bilinmektedir (15).

VSM ve arteriyel greft arasındaki açık kalma farklılığının bir nedeni de cerrahi preparasyondur. Pederson ve Bowyer tavşan İTA, GEA, İEA ve VSM' leri ile yaptıkları çalışmada, 14. gün elektron incelemesinde cerrahi olarak hazırlanmayan in situ vende ve cerrahi olarak hazırlanan İTA' da endotelial hücre hasarının olmadığı, endotelial yapının sağlam olduğunu, cerrahi olarak hazırlanan vende hücre nekrozu, doku ödemi, ekstrasellüler matriks formasyonu meydana geldiğini tesbit etmişler, 2 hafta sonra VSM de intimal kalınlaşma olduğunu ve adenosin trifosfat (ATP) konsantrasyonunda düşme olduğunu saptamışlardır. GEA ve İEA, İTA' ya benzer özellikler göstermiştir (16).

Akım özellikleri

Pratikte İTA greftinde akım, düzenli, parabolik, laminar akım özelliği gösterir. Greft olarak kullanılan İTA' da akım, proksimalde dominant olarak sistolik, diastolde dominant olarak diastoliktir. VSM ise bütün uzunluğunca diastolik akım özelliği gösterir. İTA' da akım karakteristiğinden dolayı duvar shear stresi VSM' ye nazaran daha yüksektir. Yüksek duvar shear stresi endotelial cevabı uyarır, nötrofil adezyo-

nuna direnç gösterir ve düz kas hücre proliferasyonu inhibe eder. Duvar shear stresin azalmasında ise arteriyel çap küçülür ve intimal hiperplazi ve ateroskleroz gelişir (17).

ITA greft akımı koroner arter çapı ve greft/koroner arter çap oranı ile ilgilidir. Ayrıca koroner arter direnci ve LAD anastomozu olarak kullanıldığında apekte bölgesel sol ventrikül (LV) ejeksiyon fraksiyonu da önemlidir (18).

Anastomoz sonrası sol ITA(LITA)-LAD veya LITA-(Sirkumfleks) Cx akımı 50 ml/dakika (36-70 ml/dk), RITA-LAD veya Cx; 33 ml/dk, serbest RITA-LAD akımı 50 ml/dakikadır. 1. ve 10. yıl sonra ITA greft açık ise akım belirgin olarak yüksektir. Eğer koroner arter akımı yüksekse ITA greft çapı azalır ve angiografik olarak oklüzyon görülebilir (19). ITA greftinde yetersiz akım %0,3-18 olguda gözlenir. Bu risk öncelikle reoperatif cerrahide gözlenebilir. Yetersiz akım özellikle % 80'den fazla LAD stenozu ve LAD çapının ITA' dan daha büyük olması durumunda görülebilir (20).

Pompadan çıkıldıktan sonra LITA revaskülarizasyonunda bölgesel LV fonksiyonunda %17, VSM revaskülarizasyonunda %4 bozulma gözlenir. Anterior duvar hareketlerindeki bozulma, 4. saatte düzelir. Eksperimental çalışmalar İTA greft akımının progressif olarak azalması, önce bölgesel sonra genel LV disfonksiyonu meydana geldiğini göstermiştir (21).

Erken dönemde LAD' ye VSM grefti akımı 117ml/dakika iken ITA' da 43 ml/dakikadır (19). Cerrahiden iki hafta sonra ITA greftin akımı 50 ml / dakikadan yüksektir. ITA' nın hazırlanması ve kesilmesi sonrası serbest akımı 20 ml/dakika civarındadır. Serbest akım topikal sodyum nitroprussid, papaverinin intraluminal injeksiyonu veya isosorbit dinitrat ile 100 ml/dakika civarına çıkar (22).

Postop 5. yıl ven graft tıkanması oluşurken ve doğal koroner damar aterosklerozu artıp myokard hipertrofisi gelişirken in situ ITA greftle-

rinde % 12 çap artışı olur (23). Postop 11. yıl ITA' nın çapı %31 artarken ven greftleri detoriye olur. Ayrıca çocuklarda in situ LİTA ve RİTA greftlerinde yaşla beraber boy ve çap artışı olduğu tesbit edilmiştir (24).

Diğer önemli bir bulgu, Nasu ve arkadaşlarının çalışmalarında LITA akımının LAD stenozu derecesinin azalması ile birlikte azaldığının tesbit edilmesidir. LAD' nin %70'den daha az dar olduğu durumlarda LITA flowunun 20 ml/dakikanın altına indiği ve sistolik geri akımın bulunduğu tespit edilmiştir. Teorik olarak LITA flowu % 40'ın altındaki darlıklarda 0'dır. Kompetitif akım durumlarında ITA çapı küçülerek uyum göstermeye çalışmaktadır (25). Kitamura ve arkadaşları (26) postop 1. ayda kompetisyon tesbit ettikleri olgunun 1 yıl sonraki angiosunda doğal LAD' nin tam olarak tıkanmasından dolayı kompetisyonun tamamen ortadan kalktığını tesbit etmişlerdir.

LITA' nın büyük yan dallarının açık bırakılması steal (çalma) fenomeni açısından önemlidir. ITA' nın lateral kostal dallarının açık kalmasından dolayı steal sendromu bildirilmiştir (25). Singh ve ark. 4 olguda perikardiyofrenik yan dalların açık kalmasından dolayı İTA akımının pulmoner artere drene olduğunu tesbit etmişlerdir (27).

RGEA ve İEA genellikle LAD için kullanılmaz. RGEA, İTA ve İEA çapları benzer özellikler göstermesine karşın in situ ITA 15-16 cm., insitu RGEA 24 cm.dir. İn situ RGEA' nın uzunluğu akıma karşı daha büyük direnç gösterir. Ayrıca bu greft orijinini diastolik akımın daha düşük olduğu inen aortadan alır, GEA'da diastolik akım LITA' nın 2/3'üdür (28).

Radial arter, GEA ve özellikle serbest GEA' nın muskuler yapıları ve trombosit aktivasyonunu uyaran kontraktıl özelliklerinden dolayı spazma yatkındırlar (5).

Olguların seçimi

Greftin seçiminde biyolojik, histolojik yapısının yanısıra, olgunun özelliği, teknik sorunlar ve

kullanılma şekli önemlidir. Kompleks arteriyel revaskülarizasyonlar iskemik zamanı uzatabilir. Diabetes mellituslu olgularda bilateral ITA kullanımı yara ve sternum infeksiyon riskini arttırabilir. ITA' nın diske olması veya belirgin hematoma durumlarında postop ani ölümlerin meydana gelebileceği için ITA kullanılmaz. Nadir olan ITA' nın anatomik anomalileri, ITA' da arteritis, multipl anevrizmalar, nadir de olsa ileri ateroskleroz durumlarında ITA kullanımı kontrendikedir (29,30). Yoshida kardiak masaj sonrası operasyona alınan bir olguda masaja bağlı belirgin granülasyon ve stenoz tesbit etmiştir (31). Göğüs deformitesi, irradiasyon, malignensi, asbestosis ITA kullanımı için kontrendikedir. Yaş ITA için kontrendike değildir. Bazı otörler reoperasyonlarda ITA greft kullanılması durumunda miyokardiyal perfüzyon yetersizliği olabileceğini bildirerek üç çözüm önerirler; stenotik ven grefti yerinde bırakma, LAD' ye veya diagonal artere ven greft ilavesi (29).

Çeşitli çalışmalarda sağ ve sol ITA arasında morfolojik ve fizyolojik fark saptanmamış ve önemli olanın hedef koroner arter ve anatomik pozisyon olduğunu bildirilmiştir (32). Bilateral ITA greft uygulaması operasyon riskini arttırmaz. Berkelow ve arkadaşları 8 yılda bilateral ITA açık kalma oranı ile tek ITA arasında bir fark olmadığını bildirmişler (%96 ya %92) ve BİTA' nın yaşam kalitesini arttırdığını tesbit etmişlerdir (33). Bazı otörler her iki grefti çeşitli kombinasyonlar içinde kullanmışlardır. T grefti veya Y grefti şeklinde sequential uygulamaların 2-10 yıllık sonuçların mükemmel olduğunu bildirmişlerdir (34). Serbest ITA' da, ITA' nın duvarında minimal iskemik hasar olabileceğinden dolayı açık kalma oranının daha düşük olabileceğini bildiren yayımlar, vardır. 9 aylık bir çalışmada insitu ITA' da açık kalma oranının % 100 iken, free ITA' da % 69,3 olarak bildirilmiştir. Sequential ITA' da ise in situ ITA ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (35).

Sağ GEA (RGEA) greftinin erken ve orta dönem sonuçları oldukça iyidir. Dietl sağ koroner arter için RITA ve RGEA' yı karşılaştırmış, RITA kullanılanlarda myokard infarktüsü (MI) %5,3, RGEA kullanılanlarda % 0; reop gerekliliği RITA' da % 4,4, RGEA' da % 0 olarak saptamıştır (36). Sternal infeksiyon yönünden iki uygulama arasında RGEA lehine belirgin farklılık vardır. Yapılan bir çalışmada RGEA, çeşitli vasokonstrüktörlerle en çok kontraktiliteye sahip, vasoaktif bir arteriyel greft olduğu rapor edilmiştir (30). Abdominal operasyonlar, GEA' nın anormal orijinli olması, obezite GEA kullanımı için kontrendikasyonlardır. GEA kullanımı sonrası diafragmal hernia, mide perforasyonu bildirilmiştir (37, 38).

İEA daha nadir kullanılan bir arteriyel grefttir. Yalnızca serbest greft olarak kullanılabilir ve erken açıklık oranı ITA ve GEA' ya göre daha düşüktür. Pekçok merkez erken ve orta dönem açıklık oranını % 60 civarında bildirmiştir. Şato ve arkadaşları İEA' nın proksimalinin ITA üzerine yapılması durumunda ve koroner arter çapı çok küçük değilse kullanılabilir bir arteriyel greft olduğunu, SVG veya direkt aort üzerine anastomoz sonuçlarının çok kötü olduğunu bildirmişlerdir (39).Gurne ve arkadaşları İEA' nın erken sonuçlarının iyi olduğunu BİTA+İEA ile total arteriyel revaskülarizasyonun ven kombinasyonlarına göre çok iyi olduğunu bildirmişlerdir (40).

Radial arterin ilk kullanıldığı yıllarda erken dönem açıklık oranı % 35 olarak tesbit edilmiştir (3). Ancak günümüzde preparasyon yöntemlerinin gelişmesi, kalsiyum kanal blockerlerinin uygulama alanına girmesiyle beraber RA yeniden kullanım alanına girmiştir. Calafiori (41) radial arter greftin erken açıklık oranını % 100, 6-20 aylık açıklık oranını % 94, Manessa (42) 2 yıllık açıklık oranını % 88,9 olarak bildirmişlerdir. Acar ve arkadaşları radial arterin pediküllü ve mümkün olduğunca vasa vasorumu ve satellit veniyle birlikte çıkarılmasını önermişlerdir (43).

Splenik arterin kullanılması; bu damarın ateroskleroza eğilimi ve splenektomi tehlikesi nedeniyle pek taraftar bulmamıştır (44).

lalaldano cryopreserved safen ven homogrefti kullanılan 17 olguda, 1 hafta içinde açıklık oranının sadece % 6 olduğu ve tam oklüzyonun % 71 olduğunu tesbit etmişlerdir (45). Experimental olarak çalışılan biolojik greftler ise çok düşük açık kalma oranları nedeniyle taraftar bulmamıştır (46),

ITA: Canlı bir greft olan ITA, tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda ITA spazmına karşı glyceryl trinitrate ve kalsiyum antogonistlerinin papaverine üstün olduğu bildirilmektedir, izole ITA, tromboxane ve adrenoceptor agonistlere güçlü kontraksiyonla cevap verir. Gliceryl trinitrat hızla bu konstriktör etkiyi inhibe eder. Nifedipin gibi kalsiyum kanal blokerleri de aynı görevi görür. Bir çalışmada papaverinin injeksiyonunun ITA' da serbest akımı % 70, nifedipin ve gliseril trinitratın % 160 arttırdığı tesbit edilmiştir. Sodyum nitroprussit ise % 250 artırır (47).

ITA' nın serbest greft olarak açık kalma oranı, pediküllü in situ greft olarak kullanılmasına nazaran düşüktür (%84,6 ya % 95). Proksimal anastomoz direkt aortaya yapılırsa % 80, safen vene veya diğer ITA' ya yapılırsa % 88,8 açıklık oranı tesbit edilmiştir. Aarno ve arkadaşları serbest ve pediküllü greftlerde benzer prostosiklin üretimi olduğunu bildirmişlerdir (48).

1985' de Burner ITA kullanılan 1000 hastada 12 yılda %3,7 MI tesbit etmiştir. VSM greftlerin % 50'si 12 yılda tıkanır, diğer % 50'sinde ateroskleroz bulunur, ITA' da 1 yıllık açık kalma oranı % 96, 5 yılda % 88,10 yılda % 83' dür. Ven greftlerinde ise 1. yıl aynı oranda, 5. yıl % 74' dür (49). Yalnızca ven greft kullanılanlarda 10 yılda kardiyak ölüm riski 1,6 kez daha büyüktür. Galbut ve arkadaşları 5 yılda BITA' da, LITA' da %92, RITA' da % 85, VSM' de % 65

açıklık oranı tesbit etmişlerdir (50). Kouchoukos ve arkadaşları, erken mortalitenin, bilateral ve unilateral ITA hastalarında benzer olduğunu tesbit etmişler ancak BİTA' da % 7 sternal infeksiyon görülürken, tek ITA' da % 1,9 olduğunu saptamışlardır (51). Aynı bulgular Cosgrove ve arkadaşlarınca da gözlenmiştir (52). Özellikle diabetik olgularda % 2.5 ile % 16.7 arasında sternal infeksiyon tesbit edilmiştir (50,52). Yaşlı olgularda (>70 yaş) ITA kullanımı güvenlidir ve mortalite ve morbiditeyi arttırmamaktadır, ancak daha uzun süre hastanede kalışa neden olabilmektedir (53).

GEA: GEA' ı ilk kez 1987de Pym ve arkadaşları kullanmışlardır (54). GEA sirkumflex arter ve LAD' ye de uzanabilir. Cx' e antegrad veya retrograd anastomoz yapılabilir. Ana sağ koroner artere veya LAD' ye yapılan anastomozlarda GEA akımı doğal koroner akımına karşıdır. Arka inen dal (PDA) veya Cx anastomozlarında ise doğal koroner akımına paraleldir. Bu açıdan Cx ve PDA anastomozları daha fazla tercih edilir (6). Anastomoz sonrası greftlerde dönme ve kıvrılma olmamasına dikkat etmek gereklidir. GEA' nın sequential kullanımı teknik olarak mümkün, ancak arterin frajil ve ince duvarlı olmasından dolayı tercih edilmez. Serbest greft veya Y grefti olarak kullanılması mümkündür, ancak yaygın olarak kullanılmamaktadır ve geç sonuçları elde mevcut değildir. GEA' nın çapını saptayabilmek için selektif gastroduedonal arteriografi veya superior mezenterik arteriografi yapılabilir. İntraluminal papaverin injeksiyonundan sonra ITA' da serbest flow 81 ml/dakika iken GEA' da 91 ml/dakikadır. ITA kullanımı mümkün değilse LAD için kullanılacak greft GEA olabilir. Erken (2 aylık) açıklık oranı İn situ olarak % 95, serbest greft olarak % 80' dir. Kompetitif akım veya distal run off durumunda ITA ile benzer özellikler göstererek çapı değişir (55).

İEA: İEA ilk kez Puig tarafından 1990' da rapor edilmiştir (56). Eksternal iliak arterden kaynaklanır. Obturator artere anastomatik dalla

devam eder. Bu dalla birlikte çıkarılarak uzunca bir greft elde edilebilir. Paramedian infraumbilical insizyon ile hazırlanır. Bilateral kullanılabilir ancak genelde sağ İEA kullanılmaktadır, iki satellit veniyle ve preperitoneal yağ dokusuyla beraber çıkarılır. İEA, İTA' dan daha kısadır (11,9±2,6 cm ye 16,5±1,0cm). Schroeder ve arkadaşları erken dönemde % 97,4, 12 ayda % 91 açıklık oranı bildirmişlerdir (57). İEA' nın RDP' ye kullanıldığında kötü run off, RDP ve RPL' ye kullanıldığında orta derecede, RCA' ya kullanıldığında iyi run off gözlenmiştir. İEA' nın orta dönem sonuçları serbest İTA' ya göre çok daha kötü değildir. İEA sonrası yara komplikasyonları, hematoma, İEA' nın iliak stump' undan kanama, isole rektus kas nekrozi gözlenebilir (58). Erken açıklık oranı % 57-97,8 arasında bildirilmiştir (56,58). Tector konduitten konduite T graft şeklinde kullanılanlarda % 96 açıklık oranı bildirmiştir (34). Sonuç olarak, İEA' nın orta dönem sonuçları sınırlı olarak bildirilmiştir ve greft olarak kullanılmaz veya mutlaka kullanılmalı demek için henüz erken görünmekte, daha fazla deneyim ve sonuçlara ihtiyaç gözükmektedir.

Radial arter: 1971' de ilk kez Carpentier kullanmıştır. İlk sonuçların kötü olmasından dolayı uzunca bir süre kullanımdan kalkmıştır. 1989' larda RA diseksiyon tekniği değişmiş, arter satellit veniyle beraber bir ünite halinde, prob kullanılmadan, kan ve papaverinle düşük basınçla dilate edilerek ve topikal olarak antispastik ilaçlar (Diltiazem) kullanılarak hazırlanmaya başlanmıştır. Böylece uygun olmayan venlere karşın arteriyel greft olarak tekrar kullanım alanına girmiştir. Preparasyon sırasında komplikasyonlar, ulnar arter yetersizliğinde el iskemisi (preop doppler tetkiki gereklidir), radial sinirin superfisyal dalının zarar görmesi (% 8 oranında görülebilir), hematoma, fokal fibrozisdir. Proksimal anastomoz direkt olarak çıkan aortaya yapılabilir. RA' nın sequential kullanılması yerine Y graft şeklinde kullanılması kıvrılma riski açısından daha uygundur. RA

muskuler yapısından dolayı mekanik etkilere spazmla cevap verir. Kalsiyum kanal blokerleri bu spazmı önler. Diltiazem bu amaçla bypass sırasında 0,1 mg/kg/saat ve erken postoperatif dönemde 0,2 mg/kg/saat kullanılır. RA kullanılan olgularda peroperatif mortalite diğer arterlerle benzer olarak % 1,6' dır. Erken açıklık oranı % 98, 1 yıl açıklık oranı % 90 olarak bildirilmiştir (59).

Subskapular arter: Reoperasyonların artışı yeni greft arayışlarına yol açmıştır. Subskapular arter, aksiller arterin en geniş dalıdır. Sol lateral torakotomi ile hazırlanır, papaverinle dilate edilir. Uzunluğu 12-14 cm, proksimal çap 3,25-4,5 mm, distal 2 mm dir. Y grefti olarak kullanılabilir. 50 kadavrada çalışılmış, % 8 belirgin ateroskleroz saptanmıştır. Redo operasyonlarda hazırlama sırasında fonksiyone İTA' ya zarar verilmesi katastrofik sonuçlara yol açabilir. Bu damar özellikle marginal arterlere uygundur. Proksimal anastomoz inen aortaya da yapılabilir (60).

Arteriyel konduitlerin kullanılmasından sonra gözlenebilen iskemi probleminin nedeni olarak pek çok etmen gösterilmiştir: -İntraoperatif faktörler; yetersiz koruma, yetersiz revaskülarizasyon, .reperfüzyon hasarı, - İTA' da yetersiz akım, - Doğal koroner arter spazmı, - Artmış oksijen ihtiyacı. RA ve İEA' da postop spazm en fazladır. Ayrıca radial arterde kalın media tabakasının iskemisi ve medial vasovazomotorun olmaması, radial arter açıklık oranının düşük olmasının bir başka nedeni olarak gösterilmiştir (59). Nitratların yüksek dozda kullanılması ile gelişen hipovolemi ve epinefrin gibi vasokonstriktörlerin sistemik etkileri İTA akımında azalmaya neden olabilir (61). İTA' nın spazmı önlenemiyorsa, paralel bir safen ven anastomozu ilave edilir. Çeşitli çalışmalarda beta bloker kullanılması miyokardiyal oksijen tüketimini azalttığı gösterilmiştir.

Arteriyel konduitlerin stenozu sonrası angioplasti ile açılması konusunda çok fazla deneyim

yoktur. ITA' nın balon angioplasti ile açılması konusunda sınırlı sayıda başarılı sonuçlar yayımlanmıştır (62).

Redo operasyon sayısını azaltmak için ilk operasyonda mümkün olduğunca arteriyel greft kullanılmalıdır. Redo operasyonlarda ikinci ITA, GEA, İEA, RA alternatif konduit olarak kullanılabilir greftlerdir.

Venöz Greftler

Venöz greftlerin %13-14' ünde postoperatif ilk ayda trombozis nedeniyle oklüzyon meydana gelir. Postop 1. yıl ven duvarının intimasında düz kas hücrelerinde proliferasyon başlar (63). Bu durum angiografik olarak greft çapının %25-30 daralması olarak görünür. Her takip eden yıl intimal hiperplazi gelişir ve yıl başına % 2 greft oklüzyonu meydana gelir (64).

VSM medyası, çok kalın sirkumferensiyel düz kas hücrelerinden oluşmuştur ve intraluminal basınç artışında VSM ITA' ya nazaran daha çok intimal ve medial hasara uğrar. Cerrahi manipulasyon endotelial ve medial yaralanmaya neden olur. Koruyucu endotelial bariyerlerin kaybı, trombozis, hiperplazi ve oklüzyonla neticelenebilir (65). Holt ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada cerrahi olarak prepare edilen venöz safenlerde neointimal kalınlışmanın 72 ± 13 mikron, taze olarak alınan ve disseke edilmeyen venlerde 44 ± 8 mikron ve ITA' da 34 ± 4 micron olduğunu, mediada proliferen hücrenin cerrahi vende $2,8 \pm 1$ /mm, taze vende $0,8 \pm 0,3$ /mm, ITA' da $0,6 \pm 0,3$ olduğunu tesbit etmişler ve istatistiki olarak önemli farklılık olduğunu belirlemişlerdir (66). İntimal hiperplazi alanında lipid infiltrasyonu ve sonrası ateroskleroz gelişmektedir. İntimal hiperplaziyi önleyecek kesin tedavi metodu yoktur .Yalnızca insan safen venleri kültür çalışmasında cyclic 3'5' guanosine monophosphate' nin intrasellüler düzey artışının medial kalınlışmayı azalttığı tesbit edilmiştir (67). İn vitro hayvan çalışmalarında intimal hiperplaziye karşı gen tedavisi (growth factor messenger RNA trans-

lation) (23) ve fotodinamik tedavi (68) araştırılmaktadır.

Sonuç olarak; koroner bypass operasyonlarında arteriyel greftler venöz greftlere göre çok üstün durumdadır. Öncelikle seçilecek greft ITA ve sonra RGEA, İEA ve radial arterdir.

Kaynaklar

1. Bailey CP, Hirose T. Succesful internal-mammary coronary arterial anastomosis using a 'minivascular' suturing technic. Int Surg 1968, 49:416-27.
2. Edwards WS, Lewis CE, Blakely WR. Coronary artery bypass with internal mammary and splenic artery grafts. Ann Thorac Surg 1970,15: 35-40.
3. Carpentier A, Guermontprez. JL, Dclohc A, et al. The aorta-to coronary radial artery bypass graft. Ann Thorac Surg 1973,16:111-21.
4. Van Son JAM, Smedts F, de VVilde PCM et al. Histological study of the internal mammary artery with emphasis on its suitability as a coronary artery bypass graft. Ann Thorac Surg 1993, 55:106-13.
5. Van Son JAM, Smedts F, Vincent JG, van Lier HJJ, Kubat K. Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. J Thorac Cardiovasc Surg 1990, 99: 703-7.
6. Suma H, VVanibuchi Y, Furuta S, Isshiki T, Yamagucchi H, Takanashi R. Comparative study between the gastroepiploic and the internal thoracic artery as a coronary bypass graft. Size, flow, patency, histology. Eur J Cardiothorac Surg 1991, 5: 244-7.
7. Van Son JAM, Tavilla G, Noyez L. Detrimental secjuelae on the wall of the internal mammary artery by hydrostatic dilation with diluted papaverine solution. J Thorac Cardiovasc Surg 1992,104:972-76.
8. Abad C, Santana C, Diaz J, Feijoo J. Arteriosclerotic histologic evaluation of the intrnal mammary artery in patients undergoing coronary artery bypass grafting. Eur J Cardio-thorac Surg 1995,9:198-201.
9. Wahba A, Offerdal K, Sommoggy S, et al. The morphology of the inferior epigastric artery has implications on its use as a conduit for myocardial revascularization. Eur J Cardiothorac Surg 1994,8:236-239,

10. Singh RN. Atherosclerosis and the internal mammary arteries. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1983;6:72-7.
11. Furchgott RF, Zawadzki JV. The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine. *Nature* 1980;288:373-6.
12. Ochiai M, Ohno M, Taguchi J et al. Responses of human gastroepiploic arteries to vasoactive substances-differences to internal mammary arteries and saphenous veins. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104:453-8.
13. Chaikhouni A, Cravvford FA, Kochel PJ, Olanoff LS, Halushka PV. Human internal mammary artery procudes more prostacyclin than saphenous vein. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986, 92: 88-91.
14. Mugge A, Barton MR, Cremer J, Frombach R, Lichtlen PR. Different vascular reactivity of human internal mammary and inferior epigastric arteries in vitro. *Ann Thorac Surg* 1993, 56: 1085-9.
15. Tadjkarimi S, O'Neil CS, Luu TN et al. Comparison of cyclic GMP in human internal mammary artery and saphenous vein: implications for coronary artery graft patency. *Cardiovasc Res* 1992;26:297-300.
16. Pedersen DJ, Bowyer DE. Endothelial injury and healing in vitro. *Am J Pathol* 119: 264-72; 1985.
17. Sterpetti AV, Cucina D, D'Angelo LS, et al. Shear stress modulated the proliferation rate, protein synthesis and mitogenic activity of arterial smooth muscle cells. *Surgery* 1993;113: 691-699.
18. Louagie YAG, Haxhe JP, Buche M, Schoevaerdt JC: Intraoperative electromagnetic flowmeter measurements in coronary artery bypass grafts. *Ann Thorac Surg* 1994, 57: 357-64.
19. Flemma RJ, Singh HM, Tector AJ, Lepley D, Frazier BL. Comparative hemodynamic properties of vein and mammary artery in coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg* 1975;20:619-27.
20. Jones EL, Lattouf OM, Weintraub WS. Catastrophic consequences of internal mammary artery hypoperfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;98:902-7.
21. Kawasuji M, Tsujiguchi H, Tedoriya T, Taki J, Iwa T. Evaluation of post-operative flow capacity of internal mammary artery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;99:696-702.
22. Cooper GJ, Wilkinson GAL, Angelini GD. Overcoming perioperative spasm of the internal mammary artery: Which is the best vasodilator? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;104: 465-8.
23. Bjork VO, Ivert T, Landou J. Angiographic changes in internal mammary artery and saphenous vein grafts 2 weeks, 1 year and 5 years after coronary artery bypass grafting. *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1981;15: 23-30.
24. Kitamura S, Kavvachi K, Seki T et al. Excellent patency and growth potential of internal mammary artery grafts in pediatric coronary artery bypass surgery. New evidence for a live conduit. *Circulation* 1988, 78 (Suppl. I): 1129-39.
25. Nasu M, Akasaka T, Okazaki T, et al. Postoperative flow characteristics of left internal thoracic artery grafts. *Ann Thorac Surg* 1995, 59:154-62.
26. Kitamura S, Kavvachi K, Seki T, et al. Angiographic demonstration of no-flow anatomical patency of internal thoracic-coronary artery bypass grafts. *Ann Thorac Surg* 1992, 53:156-9.
27. Singh RN, Magovern GJ. Internal mammary graft: improved flow resulting from correction of steal phenomenon. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1982;84:146-9.
28. Suma H, Amano A, Fukuda S, et al. Gastroepiploic artery graft for anterior descending coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg* 1994, 57: 925-7.
29. Sisto T, Isola J. Incidence of atherosclerosis in the internal mammary artery. *Ann Thorac Surg* 1989;47:884-886.
30. He G-W, Ryan WH, Acuff TE et al. Risk factors for operative mortality and sternal wound infection in bilateral internal mammary artery grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994, 107: 196-202.
31. Yoshida H, Matuura H, Ohta S, et al. The internal thoracic artery of poor quality: was cardiac massage a cause of its stenosis? *Nippon Kyobu Geka Gakkai Zasshi* 1995, 43 (12): 1958-62.
32. Chow MST, Sim E, Orszulak TA, Schaff HV. Patency of internal thoracic artery grafts: comparison of right versus left and importance of vessel grafted. *Circulation* 1994, 90 (part 2): II-129-H-132.
33. Berreklouw E, Schönberger JPAM, Ercan H, et al. Does it make sense to use two internal thoracic arteries? *Ann Thorac Surg* 1995, 59: 1456-63.
34. Tector AJ, Kress DC, Amundsen SM, Dovvney FX, Schmahl G. Reoperation in patients with closed SVG and patent LITA-LAD graft: T-graft approach. *Ann Thorac Surg* 1995, 59:1509-12.

35. Landymore RW, Chapman DM. Anatomical studies to support the expanded use of the internal mammary artery graft for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1987, 44: 4-6.
36. Dietl CA, Benoit CH, Gilbert CL et al. Which is the graft of choice for the right coronary and posterior descending arteries?: Comparison of the right internal mammary artery and the right gastroepiploic artery. *Circulation* 1995, 92 (suppl II): 11-92-11-97.
37. Hake U, Hilker M, Oelert H, Duber C. Anomalous origin of the right gastroepiploic artery mistaken for graft occlusion. *Ann Thorac Surg* 1995, 59: 278.
38. Verhofstede MA, Tam SK. Diaphragmatic hernia after right gastroepiploic artery coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg*. 1995, 60 (2): 458-9.
39. Sato T, Isomura T, Hisatomi, et al. Use of inferior epigastric artery for coronary artery bypass grafting. *Kyobu Geka* 1995, 48 (12): 1025-9.
40. Gurne O, Buche M, Chenu P, et al. Quantitative angiographic follow-up study of the free inferior epigastric coronary bypass graft. *Circulation* 1994, 90(part2):II-148-II-154.
41. Calafiori AM, Teodori G, Di Giammarco G et al. Coronary revascularization with the radial artery: new interest for an old conduit. *J Card Surg* 1995, 10: 140-146.
42. Maness E, Sperti G, Suma H, et al. Use of the radial artery for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1996, 62: 1076-83.
43. Acar C, Jebara VA, Portoghese M, et al. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1992, 54: 652-660.
44. Mueller PK, Blakeman BP, Pickelman J. Free splenic artery used in aortacoronary bypass. *Ann Thorac Surg* 1993; 55: 162-3.
45. Iaffaldano KA, Lewis BE, Johnson SA, Piffare R, McKiernan TL. Patency of cryopreserved saphenous vein grafts as conduits for coronary artery bypass surgery. *Chest* 1995, 108 (3): 725-9.
46. Tomizavva Y, Moon MR, De Anda, et al. Coronary bypass grafting with biological grafts in a canine model. *Circulation* 1994, 90 (part 2) 11-60-11-166.
47. Cooper GJ, Wilkinson GAL, Angelini GD. Overcoming perioperative spasm of the internal mammary artery: which is the best vasodilator? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992, 104: 465-8.
48. Aarnio PTT, Harjula A, Viinikka L, Merikallio EM, Matilla SP. Prostacyclin production in free versus native IMA grafts. *Ann Thorac Surg* 1988, 45: 380-92.
49. Barner HB, Standeven JW, Rcese J. Twelve-year experience with internal mammary artery for coronary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985, 90: 668-75.
50. Galbut DL, Traad EA, Dorman MJ, et al. Seventy year experience with bilateral internal mammary artery grafts. *Ann Thorac Surg* 1990, 49: 195-201.
51. Kouchouk NT, Wareing TH, Murphy SF, Pelate C, Marshall WG. Risks of bilateral internal mammary arterial bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1990, 49: 210-219.
52. Cosgrove DM, Lytle BW, Loop FD, et al. Does bilateral internal mammary artery grafting increase surgical risk? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988, 95: 850-6.
53. Azariades M, Fessler CL, Floten HS, Starr A. Five-year results of coronary bypass grafting for patients 'older than 70 years: role of internal mammary artery. *Ann Thorac Surg* 1990, 50: 940-5.
54. Pym J, Brown PM, Charrette EJP, et al. Gastroepiploic-coronary anastomosis: a viable alternative bypass graft. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987, 94: 256-9.
55. Nakao T, Kavvaue Y. Effect of coronary revascularization with the right gastroepiploic artery, comparative examination of angiographic findings in the early postoperative period. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993, 106: 149-53.
56. Puig LB, Ciongelli W, Cividanes GVL, et al. Inferior epigastric artery as a free graft for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990, 99: 251-5.
57. Schroeder E, Chenu P, Buche M, et al. Angiographic data of the epigastric artery- a new conduit of myocardial revascularization. *J ACC* 1990, 5: 116A.
58. Perrault LP, Carrier M, Hebert Y, et al. Early experience with the inferior epigastric artery in coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993, 106: 928-30.
59. Acar C, Farge A, Chardigny C, et al. Utilisation de l'artere radiale pour les pontages coronaires. Nouvelle experience 20 ans apres. *Arch Malad Coeur* 1993, 86: 1683-9.
60. Mills NL, Dupin CL, Everson CT, Leger CL. The subscapular artery: an alternative conduit for coronary bypass. *J Card Surg* 1993 8: 66-71.
61. Douglas JS Jr. Percutaneous approaches to recurrent myocardial ischemia in patients with prior surgical revascularization. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 1994, 6: 98-108.

62. Sanz G, Pajaron A, Alegria E, et al. Prevention of early aortocoronary bypass occlusion by low-dose aspirin and dipyridamole. *Circulation* 1990,82:765-773.
63. Fuchs JCA, Mitchener JS, Hagen PO. Post-operative changes in autologous vein grafts. *AnnSurg* 1978,188:1-15.
64. Bourassa MG, Campeau L, Lesperance J. Changes in grafts and İn coronary arterius after coronary bypass surgcry. *Cardiovasc Clin* 1991,21(2):83-100.
65. Cooper GJ, Underwood Mj, Deverall PB. Arterial and venous conduits for coronary artery bypass. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996,10:129-140.
66. Holt CM, Francis SE, Newby AC, et al. Comparison of response to injury in organ culture of human saphenous vein and internal mammary artery. *Ann Thorac Surg* 1993,55(6):1522-8.
67. Soyombo AA, Angelini GD, Newby AÇ. Neointima formation is promoted by surgical preparation and inhibited by cyclic nucleotides in human saphenous vein organ culture. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995,109:2-12.
68. Orto P, La Muraglia CM, Roberts G, Flotte TJ, Hasan T. Photodynamic therapy of arteries: a novel approach for treatmont of experimental intimal hyperplasia. *Circulation* 1992. 85:1189-1196.

Yazışma Adresi: Alpay Sarper, Gençlik Mahallesi 1326 Sok.
Kamile Hanım Apt. No: 66/11, Antalya
