

**T.C.**  
**SELÇUK ÜNİVERSİTESİ**  
**MERAM TIP FAKÜLTESİ**  
**KALP VE DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI**

**Prof. Dr. Tahir YÜKSEK**  
**Anabilim Dalı Başkanı**

**KORONER ARTER CERRAHİSİNDE**  
**RADİAL ARTER GREFTİ KULLANILAN HASTALARIN**  
**POSTOPERATİF BRAKİAL VE ULNAR ARTERLERİNDEKİ**  
**AKIM VE ÇAP DEĞİŞİKLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

**UZMANLIK TEZİ**  
**Dr. Mehmet IŞIK**

**Prof. Dr. Tahir YÜKSEK**  
**Prof. Dr. Cevat ÖZPINAR**  
**Tez Danışmanları**

**KONYA-2009**

<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>SAYFA</b>
I- KISALTMALAR	iii
II- GİRİŞ ve AMAÇ	1
III- GENEL BİLGİLER	3
1- Tarihçe	3
2- Anatomi	3
3- Greft olarak radial arter	10
4- Kan akımının kontrolü	17
IV- MATERYAL METOD	27
V- BULGULAR	31
VI- TARTIŞMA	33
VII- ÖZET	39
VIII- ABSTRACT	40
IX- KAYNAKLAR	41
X- TEŞEKKÜR	51

## I- KISALTMALAR

AT: Allen testi

BA: Brakial arter

DUS: Doppler Ultrasonografi

EDV: Diastol sonu akım

EKG: Elektrokardiografi

İMA: İnternal mammarian arter

KABC: Koroner arter bypass cerrahisi

L: Çap ölçümü

LAD: Sol ön inen koroner arter

LİMA: Sol internal mammarian arter

NCABL: Nervus kuteneus antebraki lateralis

NRS: Nervus radialis superfisialis

Postop: Postoperatif

Preop: Preoperatif

PSV: Tepe sistolik akım

RA: Radial arter

UA: Ulnar arter

## II- GİRİŞ ve AMAÇ

Koroner arter bypass cerrahisinin (KABC) başarısı kullanılan greftlerin özellikleriyle yakından ilişkilidir. Günümüzde KABC için en sık kullanılan greftler sırasıyla internal mammarian arter (İMA), vena safena magna ve radial arterdir (RA). Bunlardan başka sağ gastroepiploik arter, inferior epigastrik arter, splenik arter, gastroduedonal arter, interkostal arterler, subskapular arter, vena safena parva, vena basilika ve vena sefalika greft olarak kullanılmaktadır. İMA'nın sol ön inen koroner artere (LAD) anastomoz edildiği vakaların %90'ında, operasyondan on yıl sonra bile açık olduğu gösterilmiştir. Yine İMA kullanılan operasyonlar sonrası akut myokart infarktüsünün daha düşük oranda raporlanması bu greftin KABC'de altın standart greft olarak kabul edilmesine neden olmuştur. Arteryel greftlerin venöz greftlere karşı üstünlüklerinin anlaşılması özellikle genç hastalarda komplet arteryel revaskülarizasyon kavramını ön plana çıkarttı. Bu amaçla günümüzde bilateral İMA ve RA kullanımı tüm dünyada rağbet görmektedir.

Radial arter, KABC'de greft olarak ilk kez 1973 yılında Carpentier tarafından kullanılmıştır. Bu ilk kullanım sonrası çeşitli nedenlerden dolayı greftin erken dönem açıklığının düşük olması RA kullanımının terk edilmesine neden olmuştur. Daha sonraki yıllarda hazırlama tekniğindeki yenilikler, RA kullanılacak hastaların seçimi, postoperatif vazospazmı önleyecek medikal tedavi prosedürlerinin geliştirilmesi, anjiyografik sonuçların yeterliliği ve diğer arteryel greftlere kıyasla çıkarılma kolaylığı gibi nedenler bu greftin kullanımını tekrar gündeme getirmiştir. Bahsedilen tüm bu gelişmeler sonrası RA günümüzde birçok cerrah tarafından İMA'dan sonra ikinci sırada tercih edilen greft olmuştur.

RA'nın greft olarak kullanımı sonrası cerrahi işleme bağlı ya da kollateral dolaşım ve kompensasyon gelişim yetersizliği nedenleriyle el ve kolda bazı komplikasyonlar meydana gelebilmektedir. Bunlar; hematoma, yara yeri enfeksiyonu, parestezi, klaudikasyon, ülseratif lezyonlar ve amputasyondur. Özellikle mesleki açıdan el kullanımı önem arzeden hastalarda bu komplikasyonlar ciddi sorun oluşturabilir.

RA'nın greft olarak gittikçe artan kullanımı ve bu arterin çıkarılması sonrası gelişen komplikasyonlar, el dolaşımının preoperatif ve postoperatif daha detaylı olarak değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda yirmi hastada noninvaziv bir yöntem olan doppler ultrasonografi (DUS) eşliğinde preoperatif brakial arter (BA), ulnar arter (UA) ve RA'nın çap ve akımlarını ölçtük. Daha sonra postoperatif

üçüncü ayda yeniden DUS ile BA ve UA'nın çap ve akım değişikliklerine baktık. RA çıkarılması sonrası UA el beslenmesini sağlamak için ana damar olarak yalnız başına kalmakta ve BA'da tek distal dalla devam etmektedir.

Dolaşım sisteminin arteriyel kanadının görevi, besin ve oksijenden zengin kanı dokulara taşıyarak hücrelerin optimum ortamda çalışmasını sağlamak olduğu düşünülürse, ön kol ve el beslenmesi için iki atar damar görev yaparken birinin çıkarılması sonrası çeşitli kompensasyon mekanizmalarının gelişmesi kaçınılmaz olarak görülüyor. Bu mekanizmaları açıklamaya çalışan çeşitli fizyolojik teoriler mevcut olup bunlar; oksijen ihtiyaç teorisi, vazodilatatör teori ve uzun dönemde meydana gelen yeni kollateral damar oluşum teorisidir. Literatürde özellikle postoperatif dönemde önkol ve el dolaşımını değerlendirmekle alakalı fazla yayın olmaması bizi böyle bir çalışma yapmaya yönlendirdi. Planladığımız bu çalışmada RA çıkarılması sonrası UA ve BA'da ön kol ve el beslenmesini devam ettirebilmek amacıyla meydana gelen akım ve çap değişikliklerinin hangi boyutta olduğunu incelemeyi amaçladık.

### III- GENEL BİLGİLER

#### 1- TARİHÇE

İlk başarılı kalp ameliyatının 1896'da Almanya'da Dr. Ludwig Rehn tarafından gerçekleştirilen, torakotomi ile sağ ventriküldeki delici kesici aletle yaralanmayı primer tamir etmek olduğu göz önüne alındığında, kalp cerrahisinin 100 yılı aşan bir tarihi olduğu görülür (1). Heparinin bulunması, kan transfüzyonunun öğrenilmesi, anesteziye yeni gelişmeler sonrası Dr. J. H. Gibbon 6 Mayıs 1953 de kalp akciğer makinesini kullanarak ilk başarılı açık kalp ameliyatını gerçekleştirdi (2). Safen ven grefti ile ilk başarılı KABC 1964 yılında Edward Garret tarafından yapıldı (1). 1967 yılında V. I. Kolessov sol torakotomi ile kalp akciğer makinesi kullanarak İMA-LAD anastomozu yaptığı 6 olguyu bildirdi (1). İMA greft kullanımı önceleri safen ven kadar popüler olmasa da daha sonraki yıllarda İMA-LAD anastomozunun uzun dönem açık olduğunun gösterilmesi bu grefti seçkin konduit durumuna getirdi (1,3). RA'nın KABC'de arteryel greft olarak ilk kez kullanımı 1971'de Carpentier tarafından önerildi ve gerçekleştirildi (4). Ancak erken dönemde yüksek oranda greft oklüzyonuyla karşılaşılması RA kullanımının terk edilmesine yol açtı (5). 1972'de kullanılan RA'nın bir kısmının 15 yıl sonra hala açık olduğunun saptanması sonrası 1992'de Acar ve arkadaşları KABC'de RA greft kullanımını yeniden gündeme getirdiler (6). Daha sonraki yıllarda yapılan kontrol amaçlı koroner anjiyografilerde erken dönem açıklık oranlarının yüz güldürücü olması greft hazırlama yöntemindeki titizliğe, vazodilatasyon amaçlı metal sonda kullanımının uygulamadan kaldırılmasına ve perioperatif greft spazmının önlenmesi amacıyla kullanılan ajanlara bağlandı (7,8,9). Bu gelişmeler sonrası RA, ülkemizde ve dünyada birçok cerrah tarafından ön sıralarda tercih edilen greft halini almıştır.

#### 2- ANATOMİ

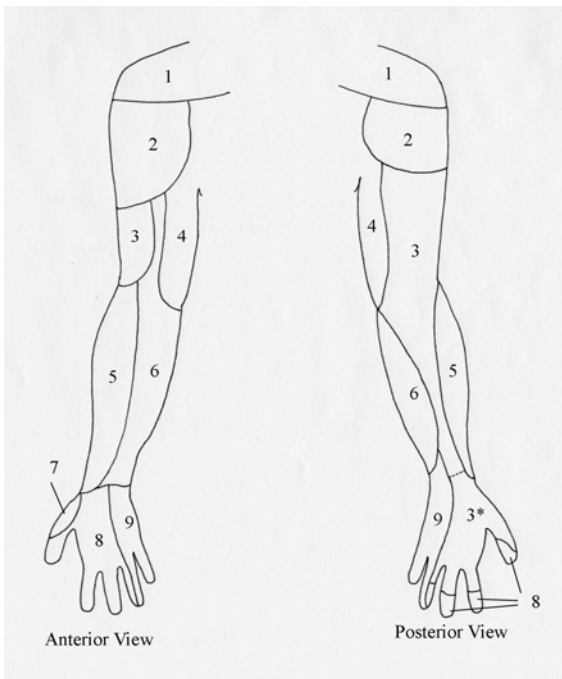
##### a. Önkolun fleksör yüz anatomisi:

Önkol fleksör yüzü iki humeral epikondil arasına çizilen hattan el bileği seviyesine kadar uzanır. RA hazırlanması için önkolu proksimal, orta ve distal bölge olmak üzere üç kısımda incelemek uygundur. Proksimal bölgenin inspeksiyonunda medialde biceps tendonunun sırtı, lateralde başparmak ve işaret parmağı arasına alınıp sıkıştırıldığında serbest hareket eden kas kitlesi görülür. Bu kas kitlesini brakioradialis, ekstansor karpi radialis longus ve ekstansor karpi radialis brevis kasları oluşturur (10). Önkolun fleksör

yüz orta bölgesinde RA'nın brakioradialis kasının kılıfından çıktığı noktada nabız palpe edilebilir. Radiusun distal lateral kısmında palpe edilen çıkıntıya radial stiloid denir. Radial styloidin medialinde iki tendona ait kabarıklık vardır. Bu tendonlar lateralde fleksor karpi radialis kasına, medialde ise palmaris longus kasına aittir. Radial stiloid ile fleksor karpi radialis tendonu arası RA'nın en kolay palpe edilebildiği yerdir. Ayrıca bu bölge RA'nın en çok yan dal verdiği lokalizasyondur.

### **b. Önkolun fleksör yüzünün duyuşal innervasyonu:**

Önkolun yüzeyinde nervus kutaneus antebraki lateralis (NKABL) uzanır. NKABL brakial pleksusun lateral kordunun terminal dalıdır. C5-C6 servikal sinirlerin ventral dallarının oluşturduğu NKABL, önkolun fleksör yüz lateral kısmının innervasyonunu sağlar (Şekil 1). Dorsal ve ventral dallara ayrılana kadar sefalik venin derininde seyrederek. Volar dal, biceps ve brakialis kaslarını örten fasyadaki bir açıklıktan proksimal bölgeye girer. Distale doğru seyrederken önkolun yüzeyel fleksör kas kompartmanını kateder (10). Başparmak ve elin dorsal kısmının lateral tarafının cilt innervasyonu, radial sinirin iki uç dalından biri olan nervus radialis süperfisialis (NRS) tarafından sağlanır (11). NRS önkolun distalinde RA'ya yakın seyrederek. RA ve NRS proksimal-orta bölgelerde brakioradialis kasının altında yer alır. Tamamıyla duyuşal bir sinir olan NRS distal bölgede brakioradialis kasının tendonunun altında uzanır. El ayasında tenar bölgenin ve elin dorsal kısmının lateral tarafının duyuşal innervasyonunu sağlar (Şekil 1).



Şekil 1. Önkolun duyuşal innervasyonu

1. *Nervus Supraklavikularis*
2. *Nervus Aksillaris*
3. *Nervus Radialis*
- 3\*. *Nervus Radialis Süperfisialis*
4. *Nervus Kutaneus Medialis*
5. *Nervus Kutaneus Antebraki Lateralis*
6. *Nervus Kutaneus Antebraki Medialis*
7. *Nervus Radialis Süperfisialis*
8. *Nervus Medianus*
9. *Nervus Ulnaris*

### **c. Radial arterin dalları:**

Biceps tendonu ve bisipital aponöroz proksimal bölgede birbirine dik seyrederek antekubital alanda ters “V” oluşturur. Antekubital “V” RA’nın önkoldaki ilk önemli dalı olan rekürren radial arteri verdiği yerdir. Radial rekürren arteriyel dal bisipital aponörozun radial kenarının 1cm distalinde RA’dan ayrılır (Şekil 2). Hemen sonra proksimale döner ve çeşitli dalları vererek önkolun ekstansor kas kompartmanını kanlandırmak üzere dorsale uzanır. Radial rekürren arterin ayrıldığı yer, RA hazırlanmasında proksimal sınır noktasını belirler (12,13).

İkinci önemli dal olan yüzeysel palmar arter, el ayasına geçerek tenar kasları kanlandırır. Elin yüzeysel palmar arkına en önemli katkıyı yapan yüzeysel palmar arter, RA hazırlanmasında distal sınır noktasıdır. Ameliyat sahasında görüldüğünde divize edilmemelidir (10). Radial rekürren arter ve yüzeysel palmar artere ek olarak radial arter, önkol ve eli kanlandırmak için zengin bir damar ağı oluşturarak çok sayıda küçük perforan dal verir (Şekil 2). Bu dalların çoğu RA’nın dorsal kısmından ayrılır.

### **d. Önkolun fleksör yüzünün cerrahi anatomisi:**

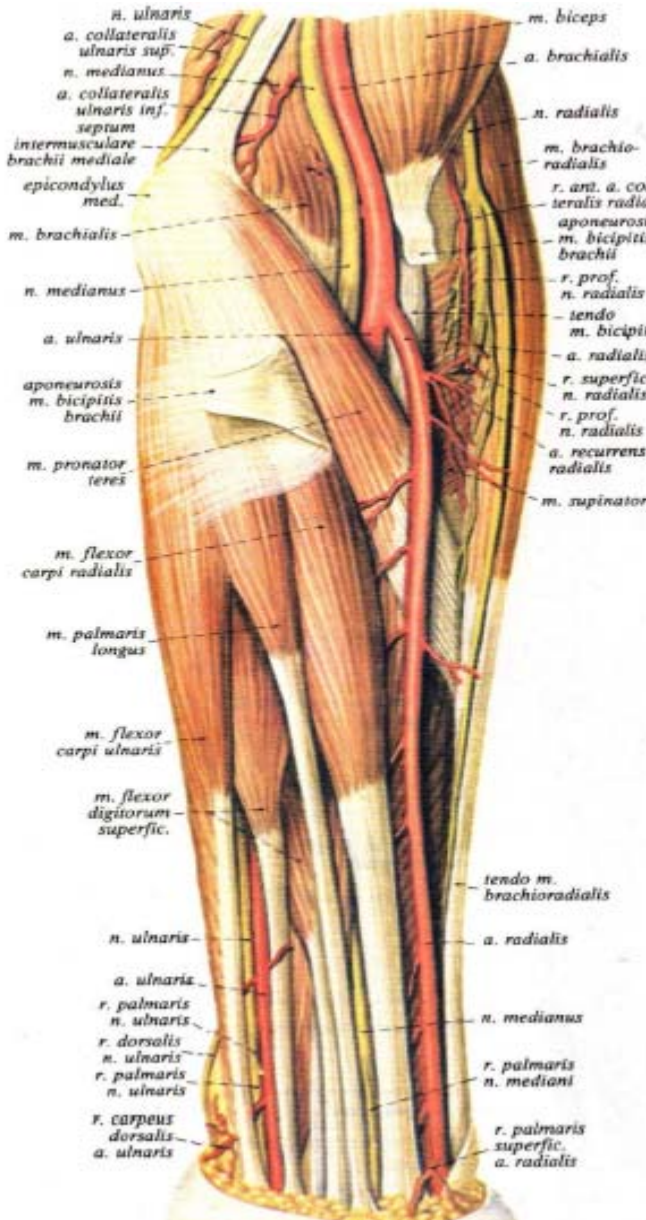
#### *Proksimal Bölge*

Proksimal bölge antekubital fossayı içerir. İki humeral epikondiller arasında çizilen hattan lateralde brakioradialis kasına, medialde yüzeysel palpe edilebilen biceps tendonu ve fleksor karpî ulnarisin kavisli gövde kısmına uzanır. Brakialis, supinator ve pronator teres kasları tabanı oluşturur. Üzerinde bulunan cilt altı yağ dokusu ve cildin uzandığı bisipital aponöroz ile kuvvetlendirilmiş derin fasya tavanı yapar. Supinator ve brakialis kasları genellikle RA hazırlanması için gerekli diseksiyon seviyesinin üstünde yer alır. RA proksimal bölgeye biceps tendonunun medialinde, bisipital aponörozun lateralinde girer. Antekubital “V”nin iki bacağı arasındaki bölge RA’nın proksimal bölgeye giriş yeridir (Şekil 2). Diseksiyon bisipital aponörozun radial tarafında yapılmalı ve medialdeki önemli yapılar olan BA, UA ve median sinir korunmalıdır. RA proksimal bölgede önkoldaki en derin seviyesinde uzanır. Önkolun bu bölgesinde tamamen brakioradialis kası ile örtülü olan RA, perivasküler yağ ve areolar doku ile çevrelenmiştir. Genellikle proksimal bölge diseksiyonu sırasında brakioradialis kasının lateral retraksiyonu gerekir. Retraksiyon sırasında bu bölgede RA ile seyreden vena kominantes korunmalı ve perforan dalların yaralanması önlenmelidir (10). RA çıkarıldıktan sonra yapılan kontrol anjiyografilerde, RA’nın proksimal bölgedeki ilk dalı olan rekürren radial arterin gelişerek adeta RA gibi

davrandığı tespit edilmiştir (14). Bu nedenle rekürren radial arterin korunması da önem arzeder.

### Orta Bölge

Orta bölge antekubital fossanın distalinde başlar ve brakioradialis, fleksor karpi radialis ve fleksor karpi ulnaris kaslarının tendonlarına dönüştüğü yerde sonlanır. Bu distal nokta genellikle bilek kıvrımından dört parmak genişliği kadar proksimalde yer alır.



Şekil 2. Sol önkol daki yüzeysel kasların ve arterlerin ön taraftan görünüşü. Biceps brakii kasının aponörozu kesilmiş ve brakioradialis kası yana doğru çekilmiştir (15).

Orta bölgede RA, lateralde brakioradialis kası ve medialde önkolun yüzeysel fleksor kas kompartmanı (m. fleksor karpi radialis, m. palmaris longus, m. fleksor karpi ulnaris) ile sınırlanmıştır. Pronator teres kası tabanı oluşturur. Orta bölgenin distalinde pronator teres kasının ulnar ve humeral başları radiusun orta shaftının lateral kısmına uzanırken, fleksor digitorum superfisialis ve fleksor pollisis longus kasları pronator teresin yerini alarak RA'nın uzandığı yatağı oluşturur. Bu yatak fleksor digitorum profundus kasının kalın gövdesiyle desteklenir. NKABL ve NRS bu bölgede en yüksek risk altında olan yapılardır. RA ve NRS önkolun orta bölgesine bir kas kılıfı ile sarılı olarak girer. Bu kas kılıfının lateralini brakioradialis kası, medialini fleksor karpi radialis kası ve dorsalini pronator teres kası oluşturur.

Orta bölge sona ererken NRS, RA'dan ayrılarak önkolun dorsaline uzanmak üzere brakioradialis kasının tendonunun altına doğru döner. Orta bölgede RA ve NRS'nin yakın seyretmesi yüzünden dikkatsiz diseksiyon veya brakioradialis kasının gereksiz lateral retraksiyonu başparmak ve el dorsalinde sonradan disestezi gelişmesine neden olan NRS hasarıyla sonlanabilir (10,16).

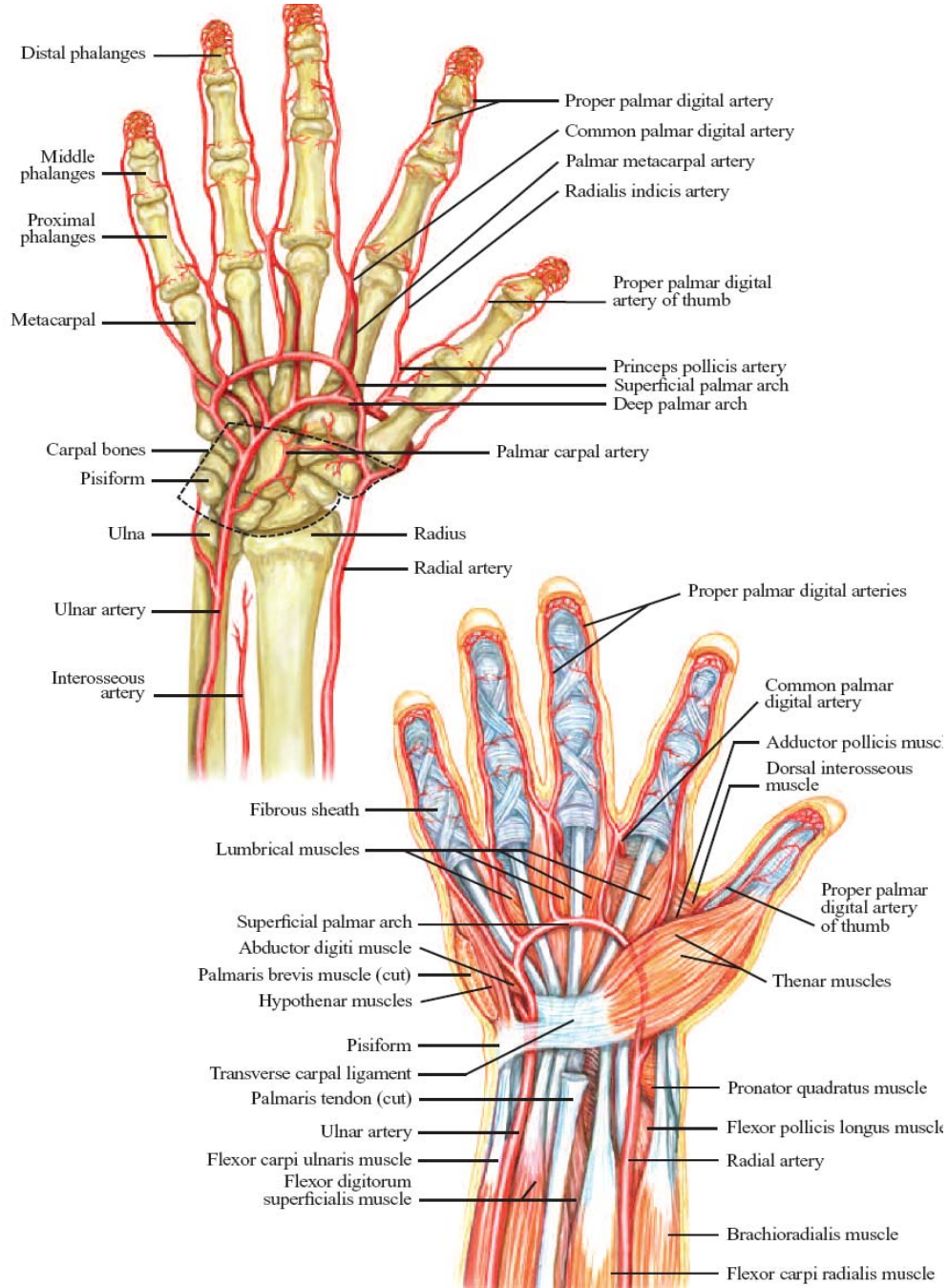
NKABL, brakioradialis ve fleksor karpi radialis kaslarını kaplayan fasya tabakasının üzerinde uzanır. Bu fasya tabakası önkolun orta bölgesinde RA'nın tamamen ortaya çıkarılması amacıyla brachioradialis kasının lateral traksiyonunu sağlamak için iki kasın gövdeleri arasından divize edilir. NKABL, bu fasyal divizyonun lateral kompartmanında tutulmalıdır. Bu manevra ile otomatik olarak NKABL operasyon alanından uzaklaştırılmış olur (10).

### *Distal Bölge*

Distal bölgede RA cildin hemen altında seyredir. NRS'den ayrılan RA lateralde brakioradialis kasının tendonu ve radiusun distali, medialde fleksor karpi radialis kasının tendonu, dorsalde fleksor pollisis longus kasının oluşturduğu bir olukta uzanır. Fleksor digitorum profundus ve pronator kuadratus kasları, fleksor pollisis longus kasına derin medial destek sağlar. Bu bölgede RA'nın dorsolateral ve dorsomedial yüzlerinden ayrılan perforan dalları yüksek risk altındadır. RA distal bölgede fasyakutanöz ve muskuler dalların büyük kısmını verir. Arteryel kan gazı ölçümleri veya devamlı tansiyon arteryel monitörizasyonu amacıyla daha önceden yapılmış radial arter kanülasyonuna bağlı inflamatuvar yapışıklıklar ve skar dokusu nedeniyle RA'nın distal bölgedeki diseksiyonunda zorluk yaşanabilir.

### e. Elin Arteriyel Anatomisi:

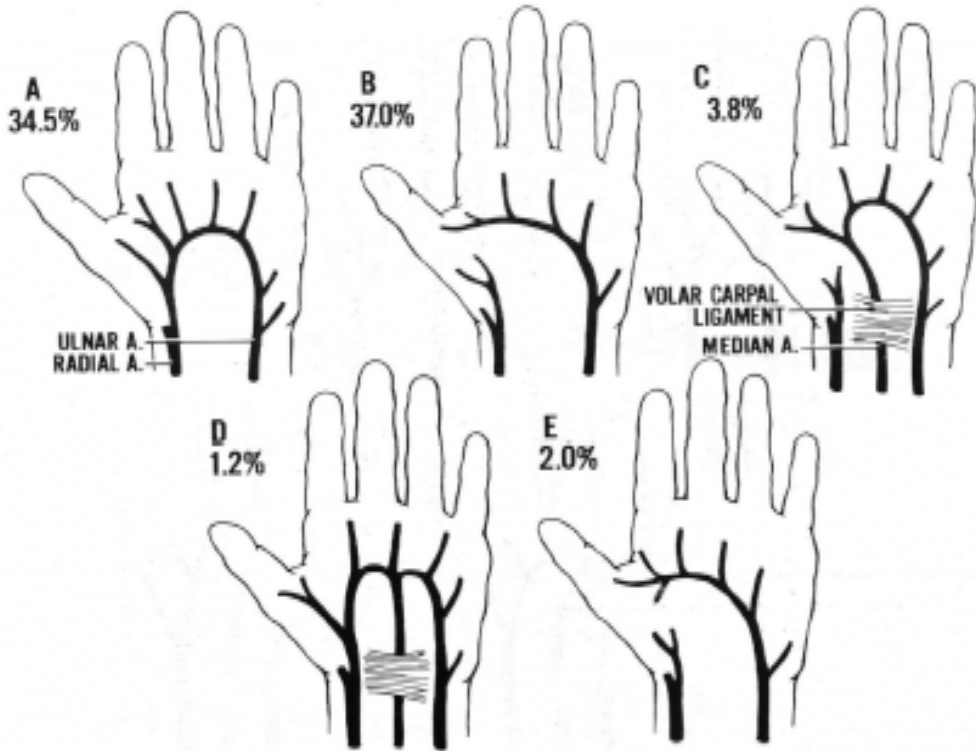
Fonksiyonel bir elin yeterli beslenmesi UA ve RA ile sağlanır. Nadiren geniş bir median arter mevcuttur. UA ve RA, BA'nın önkoldaki terminal dallarıdır. UA'nın ilk dallarından olan common interosseöz arter 1-2 cm sonra ikiye ayrılarak volar ve dorsal interosseöz arterleri oluşturur. Median arter volar interosseöz arterin dalıdır. UA, parmaklara asıl kanı sağlayan yüzeysel palmar arkın ana kaynağı olup volar digital arterlerin çoğunu verir (4,8,17). Şekil 3'te derin ve yüzeysel palmar ark görülmektedir.



Şekil 3. Elin arteriyel dolaşımı; yüzeysel ve derin palmar arkın farklı görünüşleri (20).

Yüzeyel palmar arkın çeşitli varyasyonları görülebilir (18,19). Şekil 4’de komplet yüzeyel arkın varyasyonları görülmektedir. Komplet arkta beş parmağın herbirini besleyen arterler arktan çıkmaktadır. Ark tek bir artere bağlı olabileceği (Şekil 4. B,E) gibi herhangi ikisine (Şekil 4. A,C) veya üçüne de (Şekil 4. D) bağlı olabilir. Komplet ark %80 oranında görülmektedir. İnkomplet arklı ellerde ulnar, radial veya median arter akımlarından herhangi birinde azalma bazı parmakların kanlanmasını ciddi olarak etkileyebilir (18,19).

RA yüzeyel ve derin uç dallara ayrılır. Yüzeyel dal UA ile birleşerek süperfisiyal palmar arkı oluşturur. Derin dal ise dorsale doğru ilerleyerek kolayca palpe edilebileceği anatomik enfiye çukurunu geçer daha sonra derin palmar arkı, prinseps pollisis arterini ve sıklıkla işaret parmağına geniş bir dalı vererek sonlanır (Şekil 3). Başparmağın palmar kollateral arteri ve işaret parmağının radial kollateral arteri derin palmar arkın birinci interosseöz dalından köken alır (18). Parmaklar iki kaynaktan beslenir. Yüzeyel palmar arktan gelen “kommon volar digital arterler”, derin palmar arktan gelen “derin volar metakarpal arterler” parmakları kanlandırır.



Şekil 4. Komplet yüzeyel arkın 5 farklı varyasyonu (21).

### **3- GREFT OLARAK RADİAL ARTER**

#### **a. Histopatolojik Özellikleri:**

RA ortalama 20 cm uzunluğunda, 1.5-3 mm çapında, kalın duvarlı, muskuler bir arterdir. İntimada tek katlı endotelial hücreler, çok katlı subendotelial hücreler ve az miktarda miyosit mevcuttur. İnternal elastik laminada çok sayıda fenestrasyon vardır. Media çok sayıda leyomiyositten, elastik ve kollajen liflerden, fibroblastlardan, seyrek makrofajdan oluşur. RA'da vazo vazorumların adventisya tabakasında sınırlı kaldığı, media tabakasına uzanmadığı gösterilmiştir (22). Buna dayanarak RA duvarının arter lümeninden beslendiği düşünülmektedir (22, 23). İMA'ya göre RA daha geniş çaplı ve media tabakası daha kalındır. Media tabakasında aynı oranda elastik dokuyla beraber daha fazla kas hücresi içerir. Miyositler RA'da çok katlı, sıkı ve düzenli tabakalar oluştururken İMA'da daha gevşek ve daha düzensizdirler (22,24). Elastik liflerden zengin olan damarların intimal hiperplaziye daha dirençli olduğu gösterilmiştir (25,7).

KABC sonrası nörohümorale sistem aktivasyonu nedeniyle dolaşıma fazla miktarda endotelin ve norepinefrin salınmaktadır. Bu maddelerin dolaşımdaki artan miktarının, media tabakası daha kalın olan RA'daki perioperatif spazmın nedeni olabileceği öne sürülmektedir (26,27). Ayrıca RA'nın İMA'ya göre potasyum iyonu, serotonin, tromboksan A2 ve norepinefrine karşı daha şiddetli bir kontraksiyon cevabı verdiği saptanmıştır (24,28). Bütün bu özellikler perioperatif RA'nın spazma eğilimini bir ölçüde açıklamaktadır (22, 28,29 ).

Greft olarak RA'nın avantajlarını sayacak olursak; kolay çıkarılabilmesi, miyokard revaskülarizasyonu için yeterli uzunluğa sahip olması, çapının koroner arter çapına yakın olması, duvar kalınlığının bir greft için uygun olması, kesi yerinin üst ekstremite olması nedeniyle safen ven insizyonuna göre enfeksiyon için daha avantajlı ve iyileşme problemlerinin daha az görülmesi, İMA ile eş zamanlı çıkarılabildiği için zaman kaybı olmaması ve açıklık oranlarının İMA'ya yakın bulunması söylenebilir.

#### **b. Venöz ve arteryel greftlerin karşılaştırılması:**

Venler histolojik olarak arterlerle karşılaştırıldığında geniş lümen, lamina elastika içermeme, vazoaktif maddelere daha az duyarlılık, tunika intimada permeabilite fazlalığı, çok anastomozlu vazovazorum, ince endotel ve ince media tabakası gibi özellikleri yanında arter endotelinden salgılanan endotel kaynaklı vazodilatatör faktör benzeri bazı maddelerin salınımını da gerçekleştiremezler. Ayrıca venöz greftler geniş çaplı olması, çıkarma

kolaylığı, birden fazla greft olabilmesi, gibi avantajlarıyla beraber kolay yara yeri enfeksiyonu, çıkarılan bacakta postoperatif ödem, dallanma noktalarındaki ani çap değişikliği nedeniyle türbülans akım oluşturma gibi dezavantajları da içerirler.

KABC'de kullanılan tüm arteryel greftlerin doğal yerlerindeki ve bypass sonrası yerlerindeki görevleri kanı sistolik basınca maruz kalarak organlara taşımaktır. Her greft farklı metabolizma ve göreve sahip hedef organları kanlandırdığından, kan gereksinim miktarına göre fizyolojik adaptasyon gösterir. Venöz greftler ise doğal yerlerinde organlardan gelen oksijensiz kanı kas pompası ve kapakçıklar yardımı ile kalbe taşırlar.

Venöz greftlerin bypass sonrası daha yüksek olan sistolik basınca adapte olmaları gerekir. Arteryel greftlerin intiması zaten alışık oldukları sistolik akım nedeniyle yüksek basınca daha dirençlidir. Bu nedenle venöz greftler erken dönemde sistolik basınçtan kaynaklanan intimal yırtıklar ve akut tıkanmalara neden olurken geç dönemde de intimal hiperplazi gelişmesine olanak sağlar. Yine arteryel akımın dominant olarak sistolik olması akım karakteristiğinden dolayı duvar shear stresi meydana getirir. Yüksek shear stres, arterlerde endotelial cevabı uyararak nötrofil adhezyonuna direnç gösterir ve düz kas hücre proliferasyonunu inhibe eder (30).

Arteryel greftlerin prototipi olan İMA üzerinde yapılan çalışmalar, bu greftin ateroskleroza ven greftlere oranla daha dirençli ve uzun dönem açıklık oranlarının daha yüksek olduğunu göstermiştir (31,32). Uzun dönem açıklık oranlarının yüksek olması İMA endotelinden nitrik oksit ve prostasiklin salgılanmasına bağlanmıştır (33). Ayrıca İMA'da düz kas hücre proliferasyonunu inhibe eden 3' 5' siklik guanozin monofosfat miktarı fazla miktarda tespit edilmiştir (34). Uzun dönem açık kalma oranı farklılığının bir nedeni de cerrahi preparasyon sırasında oluşabilecek hasara dayanıklılığın farklı olmasıdır. İMA ve safen venlerden anastomoz öncesi alınan örneklerde yapılan elektron mikroskopik incelemelerde; venlerde açığa çıkmış kollojen fibrilleri ile beliren büyük trombojenik intimal defektler tesbit edilirken, arteryel konduitlerde herhangi bir endotel hasarına rastlanmamıştır (35). İMA ile safen venin aterojenite yönünden karşılaştırıldığı bir çalışmada safen venin daha fazla lipid ve glikozaminoglikan içerdiği tesbit edilmiştir (36). İMA grefti kullanılan operasyonlarda bu greftin proksimal anastomoz gerektirmemesi cerrahi süreyi kısaltması açısından bir diğer avantajdır. Safen ven greftlerinin dejenerasyonunun nativ koroner hastalığın ilerlemesinden daha yüksek oranda koroner reoperasyona yol açtığı da çalışmalarda belirtilmektedir (2).

KABC sonrası erken dönemde venöz greftlerde akım miktarı arteriyel greftlere oranla bariz yüksek bulunurken (37), postop 11. yıl'da İMA'nın çapı %31 artmış, venöz greftler ise tıkalı olarak görülmüştür (38). 1000 hastalık bir çalışmada 12 yılda safen ven greftlerinin %50'si tıkalı geri kalan % 50'sinde ateroskleroz bulunurken, 5 yıllık açık kalma oranı safen vende % 74, İMA'da % 88 bulunmuştur (39). RA grefti kullanılan hastalar çeşitli çalışmalarda postoperatif 6-36 aylar arasında koroner anjiyografi yapılarak değerlendirilmiş ve erken-orta dönem ortalama açıklık oranı %87.5 ile %100 arasında bildirilmiştir (tablo II).

### **c. Elin Kollateral Dolaşımının Değerlendirilmesi:**

El dolaşımını sağlayan derin ve yüzeysel arterler arasındaki zengin ağ yapısı, önkolda RA çıkarılması sonrası elin beslenmesine olanak verir (40). Önkola ait damar yaralanmalarına cerrahi yaklaşımla ilgili çeşitli yayınlar, dirsek distalinde fonksiyonel bir arter varlığının uzvun canlılığı ve damar fonksiyonu için yeterli olduğunu bildirmektedir (41,42). Proksimalde radial rekürren daldan sonra başlayarak, distalde yüzeysel palmar dal ayırımından önce sonlanacak şekilde, kollateral dolaşımı mümkün olduğunca koruyarak RA hazırlanması, nadir olarak elde iskemiye neden olur. UA'nın yokluğu, hipoplazisi veya atrofisi gibi nadir durumlar RA hazırlanmasında kontrendikasyon oluşturur (43). Bu gibi durumlarda bile bir persistan median arter, common interosseöz ya da anterior interosseöz arter, UA'yı destekleyerek veya onun yerini alarak yüzeysel palmar arkı veya digital arterleri verebilir (44). Bununla beraber RA hazırlamadan önce elin ulnar kollateral dolaşımının yeterliliğinin değerlendirilmesi gereklidir.

Bu amaçla günümüze kadar kullanılan yöntemler arasında Allen testi (AT) ve modifikasyonları (45,46,47), statik ve dinamik doppler testi (48,49), RA kompresyonu sırasında direkt parmak basınç ölçümü ve perfüzyon indeksi hesaplanmasıyla beraber oksimetrik pletismografi sayılabilir (8). 1929'da Thromboangiitis Obliterans tanı yöntemi olarak tarif edilen AT, RA'nın greft olarak tercih edilmeye başlanmasıyla birlikte cerrahlar tarafından kullanılmaya başlanmış ve modifikasyonları geliştirilmiştir (50). AT uygulanırken kol kalp seviyesinde tutulup el bileği civarında UA ve RA'ya 1 dk kompresyon uygulanır, 1 dk sonunda UA serbest bırakılır ve elin normal rengine ulaşması için geçen süre kaydedilir. Normal bir kollateral dolaşım varlığında bu süre 5 sn civarındadır. Bu sürenin 10 saniyeyi aşması durumunda AT pozitif (anormal) kabul edilir. AT'nin el dolaşımını değerlendirmede, sensitivitesi % 73,2 spesitivitesi %97,1 olarak

belirten çalışmalar mevcuttur (51). İlk zamanlarda sıklıkla kullanılan AT, modifiye AT'nin daha objektif olduğunun belirlenmesi üzerine günümüzde popülaritesini kaybetmiştir (52).

Modifiye AT, pulse oksimetre ilk 3 parmaktan birinde takılı iken RA'ya bası uygulayarak UA'nın el dolaşımını ne ölçüde kanlandırabildiğinin saturasyon değeri ölçülerek teyit edilmesi metoduna dayanmaktadır. RA basılı iken ölçülen değerle basılı olmadığı andaki ölçülen değer karşılaştırılır. 5 birimden fazla olan fark ve RA basılı iken %95'den daha az ölçülen saturasyon değerler için test pozitif (anormal) kabul edilir.

AT şüpheli durumlarda UA açıklığını ve akımını değerlendirmek için DUS yöntemi kullanılmalıdır (53,54,55). DUS yöntemi noninvaziv bir yöntem olması, ucuz ve çabuk yapılabilmesi, opak madde ya da x ışını gerektirmemesi, ölçüm duyarlılığı açısından altın standart olan anjiyografiye yakın nitelikte sonuçlar vermesi nedeniyle diğer görüntüleme yöntemlerine nazaran daha öncelikli olarak tercih edilmektedir.

RA hazırlanması sırasında dikkat edilmesi gereken bir anatomik özellik de RA'nın yüksek kökenli olduğu durumlardır. Ekstremitelerin yaklaşık %15'inde RA, aksilla ve dirsek arasında yüksek bir köken gösterir. Bu olgularda RA önkolda daha yüzeysel seyrederek önkol kasları arasında veya cilt altı dokuda uzanabilir. RA'nın direk aksiller arterden köken aldığı durumlarda median sinir bu arterin hemen derininde seyrettiğinden özellikle kubital fossada yaralanabilir (44).

RA kullanımının kontrendikasyonları arasında (%7,5-%27,1) pozitif AT, Raynoud hastalığı, hemodiyaliz gerektiren veya gerektirebilecek böbrek yetmezliği, ilgili üst ekstremitede geçirilmiş travma veya cerrahi girişim öyküsü, UA akımını yetersiz kılan anatomik varyasyonlar, RA çapının 2 mm'den küçük olması, bilinen subklavian veya BA stenozu ve skleroderma sayılmaktadır (48,56,57). Bunlar arasında Raynoud hastalığı ile hemodiyaliz gerektiren veya gerektirebilecek böbrek yetmezliği kontrendikasyon olarak genel kabul görmektedir (7,58,59).

#### **d. Radial Arter Hazırlama Teknikleri:**

RA greftlerinin ilk dönemlere göre günümüzde başarılı olmasındaki temel faktör gelişen hazırlama teknikleridir (14). Greft fonksiyonlarının iyileştirilmesine, komplikasyonların azalmasına ve greft açıklık oranlarının daha da artmasına yardımcı olacak yeni teknikler halen aranmaktadır. Bu amaçla klasik açık teknik yerine endoskopik teknik, geleneksel diseksiyon yerine ultrasonik diseksiyon, pediküllü greft yerine iskeletize greft hazırlama yöntemleri kullanılmaktadır.

Endoskopik yolla çıkarılan RA'nın sonuçlarına bakıldığında; ön kol ve eldeki hissizlik, duyu kaybı oranları, skar dokusu iyileşmesi ve hipersensitivitenin açık tekniğe göre daha iyi olduğu gösterilmiş ve yine bu teknik kozmetik nedenlerden dolayı da tercih sebebi olmuştur (60).

Ultrasonik koter (Harmonic Scalpel) elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirerek, koter ucunda dakikada 55.5 kHz longitudinal titreşim oluşturan ve buna bağlı olarak dokuda meydana gelen protein yıkımı ile ultrasonik koagülasyon ve kesi meydana getiren bir yöntemdir. Elektrokoter ise doğrudan dokuya ısı uygulayarak protein yıkımı sonucunda koagülasyon ve kesi yapmaktadır. Doğrudan dokuya ısı uygulanması nedeniyle elektrokoterde, ultrasonik kotere göre damarda ve çevre dokuda termal hasar olma ihtimali daha fazla belirmektedir. Bu da spazmın ultrasonik koterle daha az olmasını izah edebilir. Histolojik çalışmalarda kanıtlanmıştır ki ultrasonik koter kullanıldığında oluşan termal hasarın derinliği, hacmi ve çevre doku hasarı elektrokotere göre anlamlı olarak daha azdır (61). Yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda ultrasonik koter kullanılan hastalarda RA çıkarma süreleri, komplikasyon görülme sıklığı ve spazm olma oranları daha düşük bulunurken ultrasonik teknik kullanılarak çıkarılan greftlerin akım yönünden elektrokoter kullanımına göre daha üstün olduğu belirtilmektedir (62,63,64).

İskeletize etme tekniğinde, RA pediküllü çıkarılmadan farklı olarak çevre dokular, RA yandaş venleri, perivasküler yağ dokusu ve adventisya olmadan çıplak olarak çıkarılmaktadır. İskeletize ve pediküllü greft hazırlama teknikleri karşılaştırıldığında: İskeletize etme tekniğinde greftte ekstra uzunluk, grefti değerlendirmede iyi bir görüş alanı, konduitin torsiyone olma ihtimalinde azalma ve anastomoz rahatlığı avantaj olarak sayılabilir (65). Bir başka çalışmada ultrason kullanılarak pedikülize edilen RA greftinin geleneksel pediküllü grefte oranla erken dönem açıklığının daha iyi olduğu bildirilmektedir (66). Bir diğer çalışmada aynı zamanda hazırlanan greftler çıkarma işlemi sırasında oluşacak hasar yönünden elektron mikroskopunda karşılaştırılmış ve ultrasonik koter kullanılarak pediküllü olarak hazırlanan greftlerde en az hasar görülürken, ultrasonik koter kullanılarak iskeletize hazırlanan greftlerde en fazla hasar bulunmuştur (67).

#### **e. Cerrahi Stratejiler:**

RA, KABC grefti olarak komplet arteryel revaskülarizasyon amacıyla genellikle LİMA-LAD anastomozu dışındaki anastomozlar için kullanılmaktadır. Bu nedenle greftin hedef damarları sirkumfleks ve sağ koroner arterlerdir (66). Daha az sıklıkla diagonal ve

intermedier arterleri revaskülarize etmek için de tercih edilmektedir. LAD'ye ise sadece İMA'nın kullanılmadığı durumlarda anastomoz edilmektedir (68). Yapılan çalışmalarda grupların büyük kısmı RA için sadece nondominant üst ekstremitayı kullanmıştır. İlk zamanlar sol kol, nondominant kol olması ve RA çıkarılmasının ele vereceği muhtemel zarar açısından tercih sebebi olmuştur. Fakat son zamanlarda önkol arteriyel anatomisinin daha iyi anlaşılması nedeniyle bu inanç değerini yitirmiş ve sağ koldan nondominant kol olmadığı halde RA alınmaya başlanmıştır. Sol kol RA'nın cerrahi teknik olarak İMA ile eş zamanlı hazırlanmasının kolaylığı yüzünden hala sol kol RA sağ kol RA'ya göre daha fazla tercih edilmektedir. Bazı gruplar ise rutin olarak bilateral RA kullanmaktadır. Uygun uzunluktaki RA iki segmente bölünerek iki ayrı greft olarak kullanılabilirdiği gibi bazen RA birden fazla distal anastomoz yapmak amacıyla "sequential" tarzda da kullanılabilir (9,69).

Çalışmaların büyük kısmı RA proksimal anastomozunu asendan aortaya yapmayı tercih etmesine rağmen RA proksimal anastomozunun yapılacağı yer konusu halen tartışmalıdır. Grupların bir kısmı da proksimal anastomoz için en uygun metodun RA proksimalinin sol İMA'ya anastomoz edilerek bir kompozit arteriyel greft oluşturmak olduğunu önermektedir (7,69,70). Açıklık oranları her iki grupta da benzerdir. Bazı seçilmiş olgularda RA proksimal anastomozu safen ven greftine, sağ İMA'ya, başka bir RA greftine, innominate artere veya diğer koroner arterlerden birine yapılabilir (68,70,71).

#### **f. RA Grefti Kullanılan Hastalarda Erken ve Orta Dönem Sonuçlar:**

Anjiyografik çalışmalarda RA grefti, "string sign-yüzük belirtisi" ve/veya %50'nin altında oklüzyon saptandığında açık olarak, "string sign" ve oklüzyon saptanmadığında tam açık olarak değerlendirilmektedir.

KABC'de RA kullanımının postoperatif dönemde oluşan başlıca komplikasyonları arttırmadığı görülmektedir (Tablo I). Yayınlanmış serilerde miyokard infarküsü görülme sıklığı %0 ile %35 arasındayken, hastane mortalitesi %0 ile %4.8 arasında değişmektedir (Tablo I). Kollateral dolaşımın değerlendirilmesi için hangi test kullanılırsa kullanılsın, RA hazırlanması sonrası postoperatif akut el iskemisiyle çok nadir olarak karşılaşmıştır. Literatürde bir hastada UA konjenital yokluğuna bağlı olarak postoperatif el iskemisi gelişmiştir (72). Tatoulis'in 6646 olguluk serisinde de iki hastanın işaret parmaklarının ucunda iskemi görülmüştür (59). Kanamaya bağlı önkolda kompartman sendromu sadece bir olguda ortaya çıkmış ve fasyatomi gerektirmiştir (58). En sık görülen komplikasyon

olan önkol ve/veya elde disestezinin görülme sıklığı %10'un altındadır. Önkolda hematoma ve cerrahi yara enfeksiyonu nadir komplikasyonlardır.

En geniş serilerden biri olan Tatoulis'in serisinde 271 olguya operasyondan 14.4 ± 10.4 ay (1 -35 ay) sonra anjiyografi yapılmış, 280 RA grefti, 369 radial arter-koroner arter anastomozu incelendiğinde 36 anastomozda (%10) tıkanıklık veya "string sign" saptanmıştır. 369 anastomozun 333'ü (%90.2) açık olarak değerlendirilmiştir. Aynı seride RA açıklığı LAD ve sirkumfleksde sırasıyla %90.7 ve %92.7 olarak belirtilmekte, sağ koroner arter de bu oranın düştüğüne (%86.7) dikkat çekilmektedir (59).

Postoperatif 6-36 aylar arasında yapılan anjiyografik çalışmalar sonucunda RA grefti orta dönem ortalama açıklık oranı %87.5 ile %100 arasında, tam açıklık oranı %64.9 ile %100 arasında değişen oranlarda bildirilmektedir (tablo II). Orta dönem kontrol anjiyografilerinde ise RA'nın 5 yıllık açıklık oranı %83-87 arasında belirtilmektedir (73,74).

Yıl	Yazar	Olgu	Hastane Ölümü	AMI	Düşük Debi Send.	Kanama Yüzünden Reeksplr.	Minör El Komplk.
1992	Acar (6)	104	1(%0.9)	2(%1.9)	5(%4.8)	0(%0)	8(%7.6)
1993	Acar (71)	158	2(%1.3)	3(%1.8)	10(%6.3)	-	11(%7.0)
1995	Calafiore (75)	148	2(%1.4)	3(%2.0)	3(%2.0)	2(%1.4)	1(%0.7)
1995	Dietl (53)	165	5(%3.0)	9(%5.5)	-	-	3(%1.8)
1996	Barner (68)	172	0(%0)	5(%2.9)	6(%3.4)	2(%1.2)	-
1996	Barner (46)	377	0(%0)	9(%2.4)	5(%1.3)	5(%1.3)	11(%3.0)
1996	Brodman (8)	175	3(%1.7)	2(%1.1)	-	-	7(%4.2)
1996	Da Costa (9)	83	4(%4.8)	3(%3.6)	6(%7.2)	2(%2.4)	3(%3.6)
1996	Manasse (69)	109	2(%1.9)	4(%3.6)	0(%0)	2(%1.9)	5(%4.7)
1997	Buxton (76)	757	6(%0.9)	6(%0.9)	7(%0.9)	-	0(%0)
1997	Shapira (77)	138	0(%0)	0(%0)	1(%0.7)	0(%0)	6(%4.0)
1997	Weinschelbaum (78)	164	3(%1.8)	3(%1.8)	4(%2.4)	-	32(%19.6)
1998	Tatoulis (72)	261	2(%0.8)	2(%0.8)	-	1(%0.4)	4(%1.6)
2001	Amano (58)	475	3(%0.6)	6(%1.3)	9(%1.9)	4(%0.8)	4(%0.8)
2001	Moran (54)	115	1(%0.9)	2(%1.7)	-	2(%1.7)	1(%0.9)

Tablo I. Radial arter grefti kullanılan serilere ait perioperatif komplikasyonlar. AMI = Akut miyokard infarktüsü. (44).

Yıl	Yazar	RA Grefti	Açık RA Grefti	Tam Açık RA Grefti
1992	Acar (6)	31	29(%93.5)	28(%90.3)
1993	Acar (71)	46	42(%91.3)	41(%89.1)
1995	Calafiore (7)	35	33(%94.3)	-
1995	Calafiore (75)	32	30(%93.7)	-
1996	Da Costa (9)	12	12(%100)	12(%100)
1996	Manasse (69)	57	55(%96.5)	37(%64.9)
1998	Tatoulis (72)	16	15(%93.7)	14(%87.5)
2001	Moran (54)	51	(%80)	35(%69)
2002	Tatoulis (59)	369	-	333(%90)
2004	Tatoulis (79)	177	-	158(%89.3)

*Tablo II. Radial arter greftine ait orta dönem açıklık oranları. Açık RA grefti=“string sign” ve/veya %50’nin altında oklüzyon saptanan greft, tam açık RA grefti “string sign”ve oklüzyon saptanmayan greft. (44).*

#### **4- KAN AKIMININ KONTROLÜ**

##### **a. Vasküler Dolaşımın Fizyolojisi:**

Dolaşım sisteminin görevi, oksijeni ve hormonları dokulara taşıırken bir taraftan da artık maddeleri dokulardan uzaklaştırarak tüm hücrelerin optimal işlev görebildiği uygun ortamı sağlamaktır. Dolaşım sistemi içerisinde oksijenize kan taşıyan arterler, kanı yüksek basınç altında dokulara iletirler. Bu basıncı sağlamak için güçlü damar çeperlerine sahiptirler. Arterioller arteryel sistemin terminal dalıdır ve kan içlerinden kapillerlere aktarılır. Arterioller, lümeni tamamen daraltabilen ya da birkaç kat genişletebilen güçlü kas tabakasıyla sarılmıştır. Böylece dokuların ihtiyacına göre kapillerlere iletilen kan miktarı ayarlanabilmektedir. Kapillerlerin görevi besin maddeleri, elektrolitler, hormonlar ve diğer maddelerin kan ile interstisyel sıvı arasındaki değişimini sağlamaktır. Bu göreve uygun olarak, kapiller çeperi çok ince ve yüksek oranda geçirgendir.

Venüller, kapillerlerden gelen deoksijenize kanı toplarlar ve birleşerek daha büyük venleri oluştururlar. Venler dokulardan kalbe dönen kan için taşıma kanalı olarak görev yaparken diğer bir görevi olan büyük miktarda kan depolama işlevini de yerine getirir. Kanın yaklaşık %60’ tan fazlası sistemik venlerde bulunur. Venöz sistemde basınç düşük

olduğu için venlerin çeperleri incedir. Yine de duvarlarında bir miktar kas içerirler, bu kas tabakası sayesinde gevşeme ve kasılma göstererek ihtiyaca göre az ya da çok miktarda kan depolayan, kontrol edilebilir bir depo olarak çalışırlar. Çeperlerinin ince olması venlere, arterlere oranla yaklaşık 8 kat daha fazla gerilebilme olanağı sağlar. Bu sayede belli bir basınç artışında aynı boyuttaki bir vende artere oranla 8 kat daha fazla kan birikebilmektedir (80).

#### **b. Kan Akımı:**

Kan akımı deyimi, dolaşımın belirli bir noktasından belirli bir zaman içinde geçen kan miktarı anlamına gelir. Genellikle kan akımı dakikada mililitre ile belirtilirse de saniyede mililitre ya da başka bir akım birimi ile de belirtilebilir. İstirahat halindeki erişkin bir insanda tüm dolaşımdaki kan akımı yaklaşık dakikada 5000 ml kadardır.

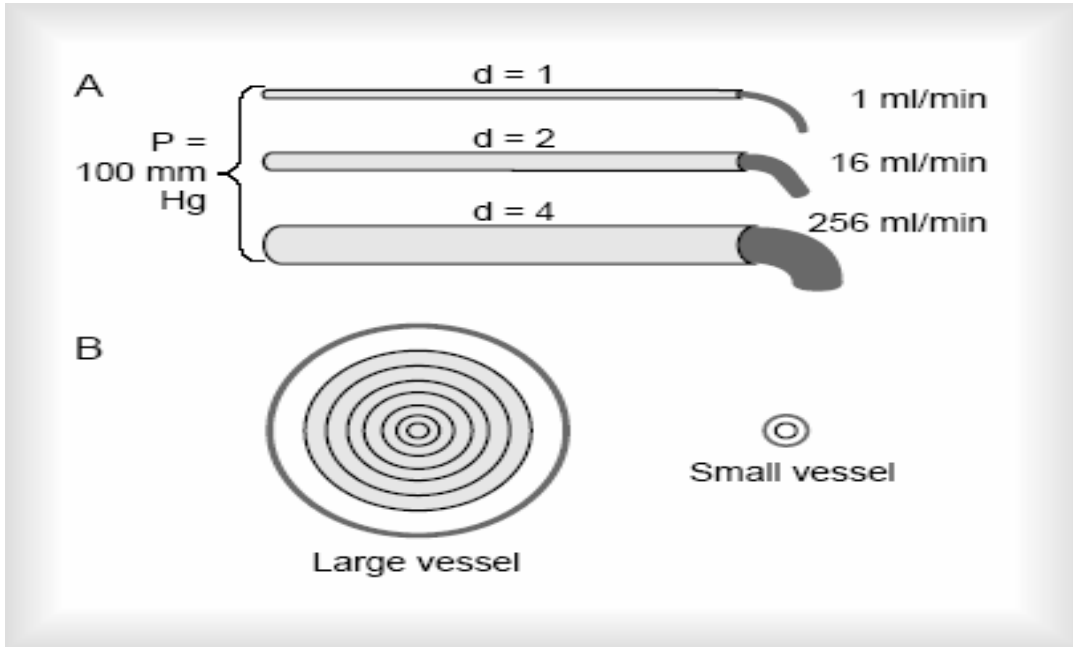
Kan, damarlarda Laminer yani düzgün akım şeklinde ilerler. Bu akımda kan tabakaları damar duvarından aynı uzaklıkta akmaya devam eder. Aynı şekilde kanın orta bölümü de damarın merkezindeki yerini korur (Şekil 6B). Bunun tersi olan Girdaplı akımda kan damar içinde her doğrultuda akarak katmanlar birbiriyle karışır. Girdaplı akım genelde damarın pürüzlü olduğu bölgelerde oluşur. Laminer akımda damarın merkezindeki akım hızı kenarlara göre çok fazladır. Bunun nedeni damara değen tabakadaki kan molekülleri çeperle arasındaki adhezyon kuvveti nedeni ile zor hareket ederken diğer molekül tabakaları bunların üzerinde kayar, üçüncü ikincinin, dördüncü üçüncünün üzerinde kayarak ilerler (Şekil 6B).

#### **c. Kan akımını etkileyen faktörler:**

Kan damarlarındaki akım, iki faktör tarafından belirlenir; birinci faktör damarın iki ucu arasındaki basınç farkıdır ki (buna basınç gradyanı da denir) bu, kanı damarda iten kuvvettir. İkinci faktör damar direnci denilen, intravasküler alanda kan akımına karşı duran damarın bütün iç yüzeyi boyunca oluşan sürtünmedir. Sürtünmeyi etkileyen bir faktör de kan viskozitesindeki artış olup viskozite arttıkça damar direnci de artar. Damar içi basınç artışı hem kanın ilerletilmesine hem de vasküler dilatasyon yaparak direncin düşmesine neden olur ve böylece akımı etkileyen iki faktöre de katkı sağlar. Damar içindeki akım Ohm yasası ile hesaplanabilir, bu yasaya göre damarın iki ucu arasındaki basınç farkını oluşan dirence bölersek akım miktarını bulabiliriz (80).

Damar çapındaki küçük değişiklikler damar düz ise kanın iletilmesini büyük oranda değiştirir. Şekil 6-A'da üç ayrı damarın uçlarındaki basınç farkı hepsinde aynı ve 100

mmHg olduğu halde, çapları göreceli olarak 1, 2, 4'tür. Bu damarların çapları ancak dört kat arttığı halde kan akımı sırası ile 1, 16, 256 ml/dk kadar artmıştır. Küçük çaplı damarlarda tüm kan damar çeperine yakın seyrettiği için damar endoteli ile arasındaki adezyon nedeniyle akım yavaştır. Büyük çaplı damarlarda ise laminar akım yüzünden damar çeperine değen tabakadaki kan yavaş akarken merkeze doğru olan tabakalarda adezyon etkileşimi olmadığından kan akım hızı gittikçe artar. Böylece damara en yakın yerde kan akımı en yavaş iken orta katmanda ise en hızlıdır. Küçük damarlarda kanın en hızlı aktığı orta tabaka bulunmaz ve tüm kan endotelle etkileşerek ilerler. Bu nedenle bir damarın iletkenliğindeki artış çapının dördüncü kuvveti ile orantılı olarak artmaktadır. Dördüncü kuvvet yasası da denen bu yasaya göre rakamsal olarak ifade edersek bir damarın çapı 4 kat artarsa kan akımında 256 kat artış meydana gelmektedir (80). Dördüncü kuvvet yasası, dokulara kan akımını tamamen durdurmak ya da dokulara daha fazla kan vermek için, bölgesel doku sinyalleri ya da sinirsel uyarılara damar çapındaki küçük değişiklikler ile cevap verilmesine olanak sağlar. Maksimum arteriyoler kontraksiyon ve maksimum arteriyoler dilatasyon sınırları arasında, küçük doku alanları içinde kan akımında yüz kattan fazla değişiklik kaydedilmiştir



Şekil 6. A, Kan akımı üzerine damar çapının etkisinin gösterilmesi. B, Değişik hızlardaki akımı gösteren iç içe halkalar, damar çeperinden uzaklaştıkça akım hızlanmaktadır (80).

Kan akımı damarın içine girilerek ya da dışardan yapılan bazı yöntemlerle ölçülebilir. Elektromanyetik akım saati ve Ultrasonik Doppler akım saati damar içine girmeden ölçüm yapabilen yöntemlerdir.

#### **d. Doppler Ultrasonografi Prensi:**

Doppler etkisi hareketli bir kaynaktan çıkan sesin farklı frekanslarda algılanmasıdır. Örneğin yerinde sabit duran bir kişinin kendisine yaklaşan ya da uzaklaşan trenin düdüğünü değişik frekanslarda duymasındır. Klasik ultrasonda görüntüyü oluşturan gönderilen ve dönen ekoların yoğunluğu iken DUS'de görüntüyü oluşturan gönderilen ve dönen ekoların frekans farkıdır. Hareket etmeyen bir nesneden dönen ekolar ultrason demetinin frekansında hiçbir değişiklik oluşturmaz. Doppler etkisi gönderilen ve dönen ekolar da frekans farkına neden olacak hareketli nesnelerin, konumuz özelinde eritrositlerin fonksiyonel bilgisi ile uğraşmaktadır.

Ultrasonik görüntüleme hasta ile görüntüleme sistemi arasındaki iletimi sağlayan problar kullanılır. Problar ses dalgalarını oluşturmak ve gönderdiği ara bölgelerden gelecek ekoları tesbit etmek amacıyla piezoelektrik seramik elemanlar içerir. Piezoelektrik materyaller elektrik enerjisini mekanik titreşimlere ve basınç dalgalarını elektrik sinyallerine dönüştürürler. Böylece alınan eko sinyalleri güçlendirilerek görüntü için uygun formata dönüştürülmüş olur. Modern DUS cihazları damardan akan kanın yönünü, hacmini, hızını güvenli bir şekilde ölçebilirken aynı zamanda kan debisi ve kardiyak output gibi parametreleride hesaplayabilmektedir (81). Hacim ölçümü, birkaç kardiyak siklus süresince damar lümeninin tamamındaki ortalama akış hızının (yavaş periferik ve hızlı merkezi akış) eş zamanlı damar çapı ölçülerek matematiksel olarak kesit alanına dönüştürülmesiyle hesaplanır. Kan akışının (ml/dk) ölçümü, ortalama hız ve damar alanının öğrenilmesiyle kolaylıkla değerlendirilip DUS ile otomatik olarak gerçekleştirilir. (82,83,84)

Mevcut DUS cihazlarıyla hastalar ve kullanıcılar üzerinde bu güne kadar herhangi bir biyolojik etki gösterilmemiştir. Gelecekte biyolojik yan etkilerin tespit edilme olasılığı olsa bile hastalara sağlanan faydanın olası riskten daha fazla olduğu bir gerçektir (85). DUS'nin, damar çapı ve kan akımı değerlendirilmesinde invaziv bir yöntem olmaması, maliyetinin düşük olması, vasküler fonksiyonları ölçmede güvenilirliğinin en az diğer görüntüleme yöntemleri kadar yüksek olması bu yöntemi öncelikli yapmaktadır (86,87,88).

#### **e. Kan akımının doku ihtiyacına göre kontrolü:**

Dolaşımın temel kurallarından birisi her dokunun kendi kan miktarını ihtiyaç anındaki gereksinime göre yine kendisinin belirlemesidir. Genelde bir organın metabolizması ne kadar fazlaysa kan akımı da ona göre fazla olur. Örneğin iskelet kasları total vücut ağırlığının %30-40'ını oluşturmalarına rağmen dinlenme anındaki metabolik aktivitesi az olduğu için bu organa kan akımı çok düşüktür (4 ml/dk/100 gr). Ancak ağır egzersiz esnasında kasların metabolik aktivitesi yaklaşık 60 kat arttığı için, kan akımı da yaklaşık 20 kat artarak 100 gr kas başına 80 ml/dk değerine kadar çıkabilir (80). Yapılan çalışmalar her organa giden kanın ne eksik ne fazla, o organın ihtiyacına uygun oranda düzenlendiğini göstermiştir. Lokal kan akımının bu şekilde kontrol edilmesi dokuların beslenme bozukluğunu engellerken kalbin de iş yükünü azaltır.

Lokal kan akımı kontrolü, akut kontrol ve uzun süreli kontrol olarak iki kısımda incelenebilir. Akut kontrol, arteriyoller, metarteriyoller ve prekapiller sfinkterlerin lokal konstrüksiyonlarındaki hızlı değişikliklerle gerçekleştirilir ve lokal doku için gerekli kan akımını sağlayacak değişiklikler dakikalar veya saniyeler içinde görülür. Uzun süreli kontrol ise, günler, haftalar hatta aylar içerisinde akımda meydana gelen yavaş değişiklikler anlamına gelir. Uzun sürede meydana gelen değişiklikler doku ihtiyacı olan kan miktarını sağlamada daha iyi sonuçlar verir. Bu değişiklikler dokuya kanı getiren damarların sayısında veya fiziksel boyutlarında artma veya azalma şeklinde kendini gösterir.

#### **f. Lokal kan akımının akut kontrolü:**

Dokuların beslenmesi için gerekli en önemli maddelerden biri oksijendir. Yüksek irtifa, pnömoni, karbon monoksit zehirlenmesi, siyanin zehirlenmesi gibi durumlarda dokulardaki oksijen miktarı düştüğü için dokuya giden kan akımında belirgin bir artma meydana gelir. Dokunun siyanin ile zehirlenmesi halinde lokal kan akımı yedi katlık bir artış gösterebilmektedir. Bu olay oksijen yetersizliğinin doku kan akımını artıran en önemli etmenlerden biri olduğunu gösterir. Doku metabolizma hızı veya oksijen ihtiyacı değiştiğinde lokal kan akımında meydana gelen değişiklikleri açıklayan iki temel teori öne sürülmüştür. Bunlar vazodilatör teori ve oksijen ihtiyaç teorisidir.

*1-Vazodilatör teori:* Bu teoriye göre metabolizma hızı ne kadar fazla ise veya oksijen düzeyi ne kadar az ise dokulardan vazodilatör madde salınımı o kadar artacak ve sonrasında bu maddeler prekapiller sfinkterler, metarteriyoller ve arteriyollere ulaşarak

vazodilatasyona neden olacaktır. Öne sürülen vazodilatatör maddeler arasında adenozin, karbon dioksit, laktik asit, adenozin fosfat bileşikleri, histamin, potasyum ve hidrojen iyonları sayılabilir. Deneysel çalışmalarda oksijen düzeyinin azaldığı hallerde dokulardan laktik asit ve adenozin salındığı gösterilmiştir (80). Bazı fizyologlar adenozinin lokal kan akımı regülasyonunda rol alan en önemli vazodilatatör olduğunu ileri sürmektedir. Vazodilatatör teorinin aksayan noktası, doku oksijeni azaldığında veya metabolik ihtiyaç arttığında meydana gelen kan akımı artışının tek bir vazodilatatör maddeye bağlı olarak oluştuğunu kanıtlamanın güç olmasıdır. Diğer taraftan kan akımındaki artışlar birden fazla vazodilatatörün ortak etkisi olarak ta meydana gelebilir.

*2-Oksijen ihtiyaç teorisi:* Oksijen ihtiyacı dışında diğer beslenme maddelerinin ihtiyacı da gelişen değişiklikler üzerinde etkili olduğu için bu teoriye beslenme maddeleri ihtiyaç teorisi de denir. Oksijen veya diğer besin maddelerinin yetersiz olduğu ya da fazla kullanıldığı durumlarda kan damarlarının kan akımını artırmak için dilate olması beklenen bir durumdur. Örneğin beyin dokusunda glikoz miktarının birkaç dakikadan fazla süreyle düşük kalmasının bu dokuda lokal vazodilatasyona yol açtığı gösterilmiştir. Yine beriberi hastalığında B vitamini eksikliğine bağlı olarak periferik damarlarda kan akımı iki üç kat artmıştır. B vitamini ATP sentezinde kullanılan oksidatif fosforilasyon mekanizmalarının işleyişinde gerekli olduğu için eksikliğinde düz kas tonusunda azalma ve buna bağlı olarak vazodilatasyon görülebilir.

#### **g. Lokal kan akımı artışı sonrası büyük arterlerin dilate olma mekanizması:**

Lokal kan akımını kontrol eden lokal mekanizmalar sadece dokunun yakınındaki mikrodamarları genişletebilir. Bunun nedeni vazodilatatör maddeler ve oksijen azlığının başlangıçta sadece yakın damarlara ulaşabilmesidir. Dolaşımın mikrovasküler yatağında kan akımı arttığında farklı bir mekanizma ile büyük arterlerde de dilatasyon oluşur. Bu mekanizma şöyle açıklanmaktadır. Arteriyoller ve küçük arterlerdeki endotel hücreleri arteryel duvarın kasılma derecesini etkileyebilen çeşitli maddeler salgırlar. Bu vazodilatatör maddelerden en önemlisi endotel kaynaklı gevşetici faktör adı verilen nitrik oksittir. Arterler içinden hızla akan kanın damar duvarına yaptığı sürtünme sitesi 'shear stres' adı verilen olaya neden olur. Meydana gelen stres endotel hücrelerine akım yönünde bası uygulayarak nitrik oksit serbestleşmesini önemli miktarda artırır ve böylece arteryel duvarda vazodilatasyona neden olur. Bu şekilde mikrovasküler kan akımı arttığı zaman büyük damarların çapında da sekonder bir artış meydana gelir.

## **h. Kan akımının uzun süreli kontrolü:**

Buraya kadar tartışılan lokal kan akımı kontrolü mekanizmalarının çoğu lokal doku koşulları değiştikten birkaç saniye veya dakika içinde etkili olmaktadır. Ancak akut mekanizmaların tam anlamıyla etkili olması halinde bile kan akımı kontrolü açısından dokunun gerçek gereksinimlerini karşılama yolunda dörtte üçlük bir mesafe alınmış oluyor.

Uzun süreli kan akımı regülasyonunun mekanizması doku damarlanmasındaki artıştır. Eğer arteriyel basınç 60 mmHg nin altına düşer ve uzun süre bu değerde kalırsa dokudaki damarların fiziksel olarak boyutları büyür. Bazı durumlarda ise damar sayısında artış meydana gelir. Diğer yandan eğer basınç yüksek bir değerde uzun süre kalırsa damarların büyüklüğünde ve sayısında azalma görülür. Benzer şekilde eğer doku metabolizması uzun süreli artarsa damarlanmada artma, azalırsa damarlanmada azalma görülür. Sonuç olarak doku ihtiyaçlarına göre damar oluşumunda yeniden yapılanma meydana gelir. Yeniden yapılanma çocukluk döneminde, nedbe dokusu gelişiminde ve kanseröz doku gibi yeni büyüyen dokularda hızlıdır. Uzun süreli regülasyonun yerleşmesi için gerekli olan süre yeni doğanda birkaç gün iken yaşlı bir insanda aylar hatta yıllar sürebilir. Ayrıca genç dokuda gelişen cevap yaşlı dokuya oranla çok daha fazladır (80).

### **1. Uzun süreli regülasyonda oksijenin rolü:**

Oksijen akut kontrolde olduğu gibi uzun süreli kontrolde de önemli bir rol oynamaktadır. Atmosferik oksijenin az olduğu yüksek irtifada yaşayan hayvanların dokularında artmış damarlanma gösterilmiştir. Ayrıca fetal hayatta düşük oksijene maruz bırakılan tavuklarda vasküler iletimin normale göre iki kat fazla olduğu görülmüştür. Retrolental fibroplazide de tedavi amacıyla oksijen çadırına konan prematüre bebeklerde fazla oksijen gözün retina tabakasında yeni damar oluşumunun büyük ölçüde durmasına hatta mevcut kapillerlerin dejenerasyonuna neden olmuştur. Bebekler oksijenli ortamdan alındığında gelişen oksijen azlığını kompanse etmek için yeni damar oluşumunda anormal bir artış görülmüştür. Bu artış gözün vitröz hümör kısmına da ulaşmış körlüğe kadar gidebilecek fonksiyon kaybına neden olabilmektedir (80).

### **i. Anjiogenezis:**

Anjiogenezis yeni damar oluşumu anlamına gelir. İskemik dokulardan, hızlı büyüme gösteren dokulardan veya metabolik hızı çok yüksek olan dokulardan serbestlenen anjiogenik faktörlerin varlığında oluşur. Neredeyse tamamı peptid yapıda olan bu

maddelerden Őu ana kadar bir dűzineden fazlası tespit edilmiŐtir. Bunlar arasında en önemlileri endotelial hűcre bűyűme faktrű, anjiogenin ve fibroblast bűyűme faktrűdűr. Bu molekűller tűmr dokusundan veya kanlanması yetersiz olan dokulardan izole edilmiŐlerdir. Anjiogenezise neden olan bu maddelerin sentezinin meydana gelmesinde etkili olan faktörler oksijen ve diŐer besin maddelerindeki yetersizliktir.

Yeni oluŐan damarlar kűk venűllerden veya daha az sıklıkla kapillerlerden filizlenmektedir. İlk basamak endotel hűcre bazal membranında grűlen erimedir. Bu olayı yeni endotel hűcrelerinin hızla oŐalıp damar duvarında bir kordon Őeklinde yayılarak anjiogenik faktöre doĐru hızla ilerlemesi takip eder. Her bir kordondaki endotel hűcreleri blűnmeye devam eder ve sonuçta tűp Őeklini almaya baŐlar. OluŐan tűpler meydana gelen diŐer tűplerle birleŐerek yeni bir kapiller yatak oluŐturur. Bu yataktan akan kan miktarı yeterince fazlaysa dűz kas hűcreleri damar duvarını istila etmeye baŐlar ve böylece yeni oluŐan damarlardan arteriyoller hatta daha bűyűk arterler meydana gelir (80).

#### **j. Kollateral dolaşımın geliŐimi:**

Bir arter veya ven bloke edildiĐinde bloke olan damarın çevresinde yeni vaskűler kanallar oluŐmaya baŐlar ve etkilenen dokuya kısmen de olsa kanın tekrar gitmesini saĐlar. Bu olaydaki ilk basamak blokajın altında ve űstűnde kalan alanlar arasında baĐlantıyı saĐlayan evre vaskűler yatakta geniŐleme meydana gelmesidir. Bu dilatasyon ilk bir iki dakika içerisinde grűlűr ve kűk damarlar çevresindeki dűz kasın metabolik nedenlerle gevŐemesinden kaynaklanır. Kollateral damarların baŐlangıçta grűlen geniŐlemesini takip eden dönemde kan akımı, dokunun ihtiyaçları için gerekli olan akımın genellikle dörtte birinden daha azdır. Daha sonraki ilk saatlerde damarlarda daha fazla açılma meydana gelebilir ve bir gűn içinde doku ihtiyaçlarının yarısı, bunu takip eden birkaç gűn içinde de tamamı karŐılanabilir. Kollateral damar bűyűmesi olaydan aylar sonra bile devam eder ve çoĐu zaman tek ve bűyűk damar oluŐturmak yerine birçok kűk kollateral damar oluŐumu Őeklinde kendini gösterir. Dinlenme halinde kan akımı genellikle normal iken doku aktivitesi arttıĐında yeni oluŐan kanallar maksimum kan akımı saĐlamakta ender olarak yeterlidir.

Sonuç olarak kollateral damarların geliŐimi akut ve uzun sűreli lokal kan akımı kontrol mekanizmalarının genel ilkelerini izler. Akut kontrol hızlı bir metabolik dilatasyona neden olurken, olay haftalar ve aylar içerisinde damarların bűyűmesi ve yeni damar oluŐması ile devam eder. Kollateral kan damarlarının oluŐumuna en önemli örnek

koroner damarlardan birinin trombüs sonucunda tıkanmasından sonra görülmektedir. Altmış yaşına gelen hemen hemen bütün insanların en az bir küçük koroner damarı tıkanmıştır. Yine birçok insan bu olayın farkında değildir çünkü kollateral damarlar hızla gelişerek myokard hasarı oluşmasını engellemektedir. Ciddi bir kalp krizinde ise meydana gelen trombüs kollateral gelişimine olanak vermeyecek şekilde hızla oluşmaktadır.

#### **k. Dolaşımın hümorale regülasyonu:**

Dolaşımın hümorale regülasyonu vücut sıvılarına salgılanan veya absorbe edilen hormonlar ve iyonlar tarafından sağlanır. Hümorale faktörlerin bir kısmı vazokonstriktör etki gösterirken bir kısmı da vazodilatör etki meydana getirir. Dolaşım fonksiyonuna en çok etki eden hümorale maddeler şunlardır.

##### *Norepinefrin ve Epinefrin:*

Egzersiz veya stres durumunda sempatik sinir sisteminin uyarılması, dokulardaki sempatik sinir uçlarından norepinefrin, adrenal medulladan da kana norepinefrin ve epinefrin salgılanmasına yol açar. Bu hormonlar arteriyol ve venlerde vazokonstriksiyon yaparken kalpte de pozitif inotrop ve pozitif kronotrop etki gösterir.

##### *Anjiotensin:*

Bilinen en güçlü vazokonstriktörlerden biridir. Anjiotensinin önemi vücuttaki bütün arteriyollere aynı anda etki ederek total periferik rezistansı artırıp kan basıncını yükseltmesidir.

##### *Vazopressin:*

Anjiotensinden daha güçlü bir vazokonstriktör olduğu kabul görmüştür. Çok küçük miktarları bile kan basıncını yüksek miktarda artırır. Hipotalamustan salınan vazopressin sinir aksonu boyunca taşınarak arka hipofiz bezinden kana karışmaktadır.

##### *Endotelin:*

Vazokonstriktör etkileri anjiotensin ve vazopressinle yarışacak kadar güçlüdür. Endotelin salınmasının doğal stimülatörü, dokularda meydana gelen ezilme veya travmatize edici kimyasal bir maddenin enjeksiyonu ile oluşan endotel hücre hasarıdır.

##### *Bradikinin:*

Kininler olarak adlandırılan ve prototipi bradikinin olan bu maddeler küçük polipeptid yapıdadırlar. Güçlü vazodilatör etki ve kapiller permeabilite artışı meydana

getirirler. Bradikininin özellikle deri ve gastrointestinal sistem kan akımı regülasyonunda rol oynadığı düşünülmektedir.

*Serotonin:* Barsak ve diğer abdominal yapılardaki kromafin hücrelerde yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Serotonin dolaşımının durumuna göre vazodilatasyon veya vazokonstriksiyon yapabilir.

*Histamin:* Hasara ve inflamasyona uğrayan veya allerjik reaksiyona maruz kalan hemen hemen tüm dokulardaki mast hücrelerinden serbestlenebilir. Arteriyollerde güçlü bir vazodilatasyona, kapiller porların genişleyerek plazma proteinlerinin ve sıvının doku içine sızmasına neden olur.

#### IV- MATERYAL METOD

Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi kliniğinde, Eylül 2007 ile Eylül 2008 tarihleri arasında, KABC’de çoklu arteriyel revaskülarizasyon için İMA greftine ek olarak 25 hastadan RA grefti çıkarıldı. RA hastaların dominant olmayan kolundan alındı. 24 hastada sağ kol dominant iken sadece 1 hastada sol kol dominanttı. Hastalardan biri ameliyat sonrası obstüriktif akciğer hastalığı nedeniyle solunum cihazından ayrılamadı ve pnömoni, sepsis tablosuyla postoperatif 7. günde ex. oldu. Diğer bir hasta taburcu olduktan yaklaşık 2 ay sonra başka bir merkezde dekübitis ülseri nedeniyle opere edildi ve bu klinikte ex. oldu. 3 hasta vaktinde kontrole gelemeyeceklerini belirterek kendi istekleriyle çalışmadan ayrıldı. Bu nedenlerle toplam 5 hasta çalışmadan çıkarıldı. Geriye kalan 20 hasta (16 erkek, 4 bayan) çalışmaya dahil edildi. Çalışma için Fakülte Etik Kurulu onayı (2007/211) alındı ve bu doğrultuda çalışmaya katılan hastaların bilgilendirilmesi yapıldı.

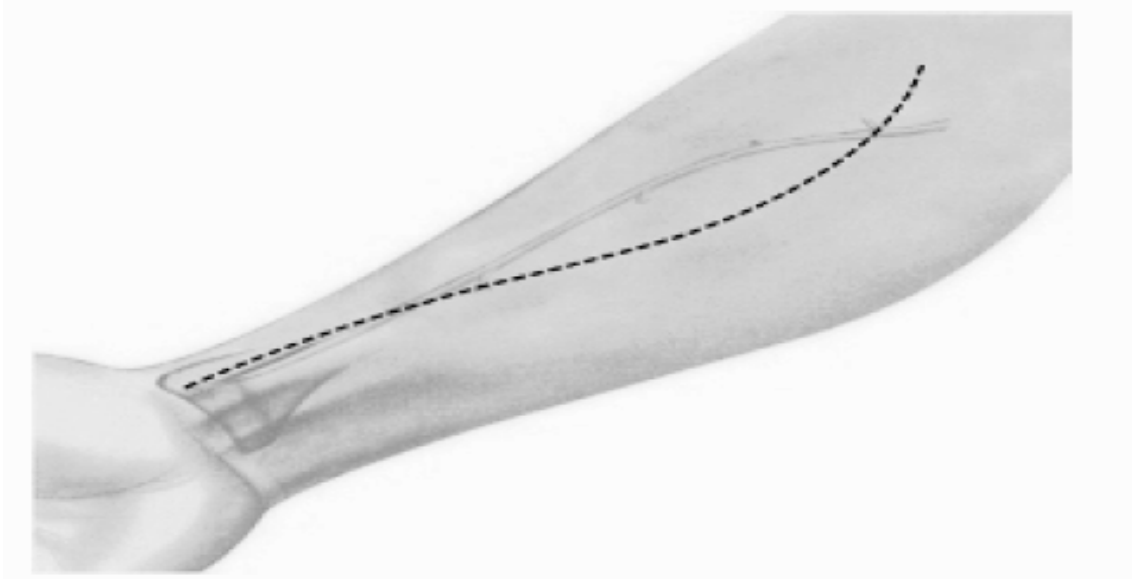
Daha önce el ve önkol cerrahisi veya ağır travma geçirenler, hemodiyaliz için arteryovenöz fistülü olanlar veya açılması düşünülen böbrek yetmezlikli hastalar, acil şartlarda operasyona alınanlar, 70 yaş üzeri hastalar ve kontrole zamanında gelmeyenler çalışmaya dahil edilmedi. Vücut kitle indeksi (BMİ) 18.5-30 kg/m<sup>2</sup> aralığında olanlar çalışmaya alındı. BMİ’i ağırlığın (kg), boyun karesine (m<sup>2</sup>) bölünmesiyle hesaplandı. BMİ 18.5 kg/m<sup>2</sup>’den küçük olanlar normal altı ve 30 kg/m<sup>2</sup>’den büyük değerler ise obez olarak tasnif edilmiştir.

##### a. RA hazırlama tekniği:

Bütün hastalara preoperatif modifiye AT uygulandı. Modifiye AT’de oksijen saturasyonu ölçümü yapan pulse oksimetre ilk üç parmaktan birine takılarak saturasyon ölçümü yapıldı. El bileği seviyesinde RA ve UA’ya baskı uygulanarak oksijen saturasyonunun sıfıra düşmesi beklendi. Daha sonra UA üzerindeki kompresyon kaldırılarak yeniden değer alındı. İki farklı ölçümler arasındaki değişiklik 5 birimden fazlaysa ya da saturasyon %95’in altına inerse test pozitif (anormal) olarak kabul edildi. Ölçümler oda ısısında, hasta sırt üstü yatar pozisyonda ve oksijen almazken yapıldı.

Operasyon esnasında RA çıkarılacak kol ayrı bir masaya 90 derecelik açıyla supinasyonda yerleştirildi. LİMA ve RA eş zamanlı hazırlandı. Cilt insizyonuna dirsek çukurunun 2 cm distalinden başlanarak tembel ‘S’ şeklinde radial styloidin üzerine kadar devam edildi (Şekil 5). Cilt altı diseksiyonu sonrası brakioradialis ve fleksör carpi radialis

kası arasındaki fasya elektrokoter kullanılarak açıldı. Böylece fasyanın üzerindeki NCABL'de cerrahi sahadan uzaklaştırılarak korunmuş oldu. Fasyanın kesilmesi sonrası orta bölgede ekartörün de yardımıyla RA net olarak görünür hale getirildi. Bu bölgeden başlayarak ultrasonik koterle yan dallar koagüle edildi. RA iki yandaş ven ve çevre yumuşak doku ile birlikte pediküllü olarak hazırlandı. Greft uzunluğu olarak proksimalde rekürren radial arter, distalde de süperfisial palmar arter sınır kabul edildi. Hasta heparinize edildikten sonra RA'nın önce distali daha sonra proksimali klemplenecek kesildi. Kesilen uçlar klipslendikten sonra 2/0 ipekle bağlandı. RA serbest greft halinde iken ventral yüz fasyası tek taraflı olarak soyuldu. Greft, 30 cc serum fizyolojik ve 0.1 gr papaverinden oluşan karışıma topikal olarak tabi tutuldu. Papaverin dışında perioperatif ya da postoperatif herhangi bir vazodilatör ajan kullanılmadı. Hasta heparinize haldeyken, dren koymadan RA insizyonu kapatılıp elastik bandajla el ve önkol sarıldı. Ekstübasyon sonrası erken dönemde el kullanımı için herhangi bir kısıtlama yapılmadı.



*Şekil 5. RA cilt insizyonu.*

#### **b. DUS ölçümleri:**

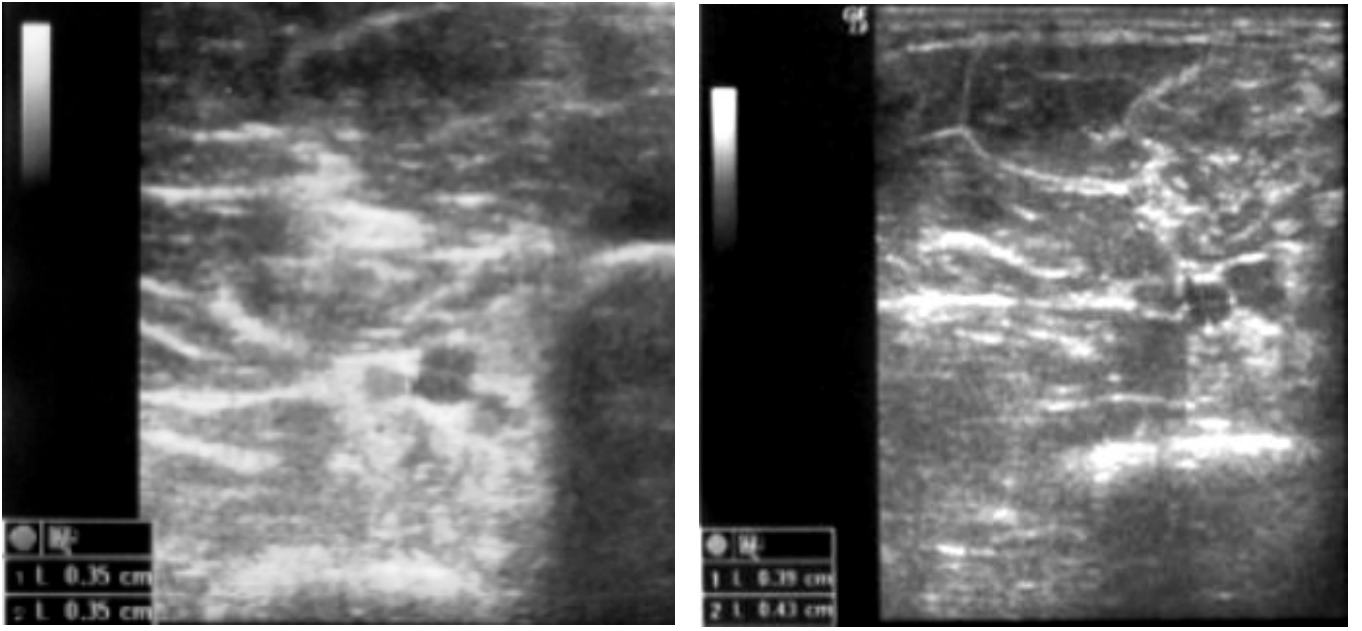
Ölçümler aynı Radyoloji uzmanı tarafından, oda ısısında, hasta otururken ve bifurkasyonun yaklaşık 3 cm distalinden RA ve UA'nın, bifurkasyonun 3 cm proksimalinden de BA'nın değerleri alınarak yapıldı. DUS cihazı olarak Logia SG-GE (Medical systems Milwouke Wisconsin – USA) ve 11 MHz'lik linear vasküler, 14

MHz'lik linear matriks Doppler problemleri kullanıldı. Aletler filtre ve en çok alım moduna ayarlı idi. Akım hızı ölçümlerinde doğru değerleri yakalamak için açının 60° altında olmasına özen gösterildi. Çap ölçümleri B Mod ile gri skala görüntülerinden alındı. Arterlerin kesit alanı ölçümleri yapılırken longitudinal ve transvers planda iki ayrı çap ölçümü yapıldı. Akım profilleri renkli dopler kullanılarak longitudinal planda elde edildi.

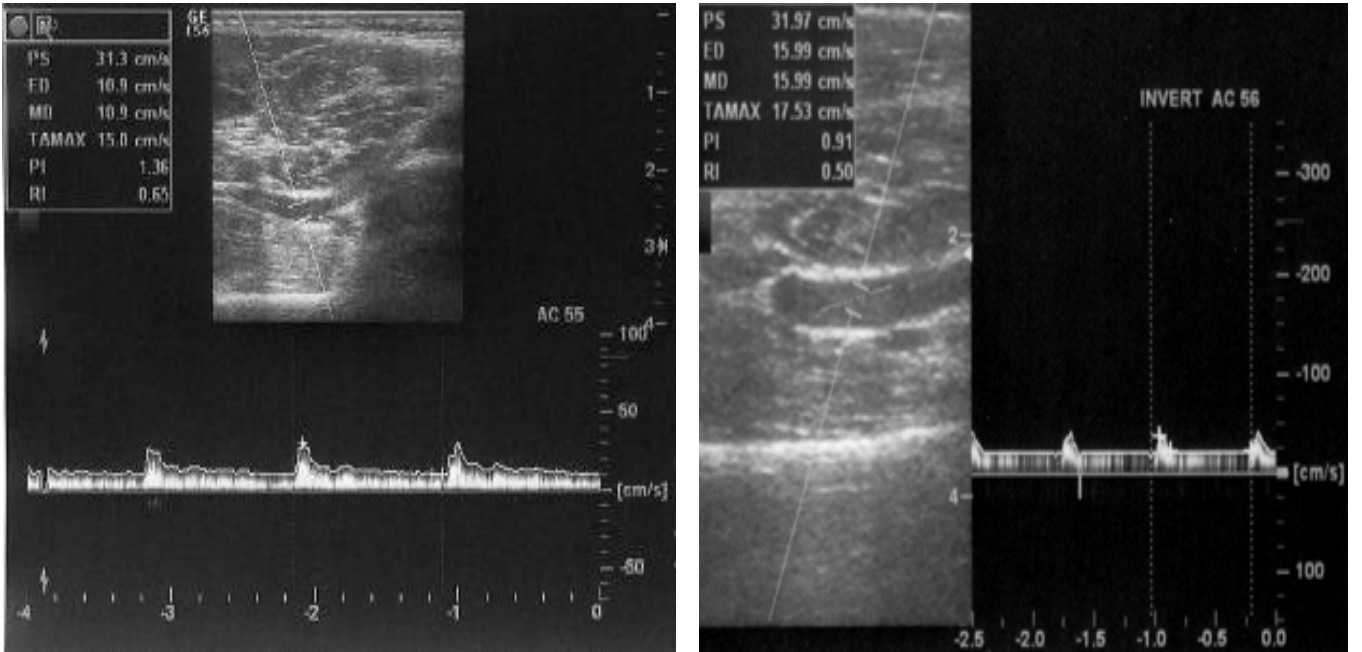
RA hazırlanacak kolda preoperatif DUS ile bifurkasyondan yaklaşık 3 cm sonra RA'nın kesit alanı ve ateroskleroz yönünden kalitesine, yine aynı yerden UA'nın kesit alanı, kalite, tepe sistolik akım (PSV) ve diastol sonu akımlarına (EDV) bakıldı. BA'nın bifurkasyondan yaklaşık 3 cm proksimaldeki kesit alanı, PSV ve EDV miktarları ölçüldü. Hastalar postoperatif 3. ayda kontrole çağrılarak RA çıkarılan kolları muayene edildi, herhangi bir cerrahi komplikasyon ya da iskemik bulgu olup olmadığına bakıldı. Preoperatif bakılan bölgelerden olmak üzere DUS ile BA ve UA'nın kesit alanı, PSV ve EDV ölçümleri yeniden değerlendirildi. Şekil 6 ve 7 de çalışma hastalarından birinin UA çap ve akım ölçümlerinin preoperatif ve postoperatif farklı iki DUS fotoğrafları görülüyor.

### **c. İstatistiksel ölçüm:**

Bilgi analizleri SPSS 10 istatistik programı kullanılarak yapıldı. Ölçümler arasındaki karşılaştırma Student t test kullanılarak gerçekleştirildi. P değeri 0.05'in altında istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



Şekil 6. Sırasıyla preoperatif ve postoperatif UA çap ölçümü DUS görüntüleri. L=Çap



Şekil 7. Sırasıyla preoperatif ve postoperatif UA akım ölçümü DUS görüntüleri. PS=PSV, ED=EDV

## V- BULGULAR

Toplam 20 hasta değerlendirmeye alındı. Bunlardan 4'ü bayan 16'sı erkekti. Ortalama yaş 57.8 (44-70) yıl, ortalama BMI 25.5 (19.8-30) kg/m<sup>2</sup> bulundu. 3 hastada tanısı konmuş diyabet mevcuttu. Modifiye AT tüm hastalarda negatifti. Pozitif değerlendirilip çalışmadan çıkarılan hasta olmadı. DUS ölçümleri sonucu RA ya da UA kalitesi yetersizliği nedeniyle (ateroskleroz, çap <2 mm) RA çıkarılmasına engel hasta tespit edilmedi. İki hastada (biri UA, biri BA) anlamlı hemodinamik değişikliğe neden olmayan ateroskleroz rapor edildi. Her iki hastanın RA'sı greft olarak kullanıldı ve postoperatif herhangi bir komplikasyon gelişmedi. Bir hastada RA çıkarıldıktan sonra perioperatif kontrol amaçlı kan verilmesi esnasında basınca rağmen akımın iyi olmadığı görüldü ve greft kullanılmadı. Yaş, BMI ve DUS ölçüm verileri standart sapmaları ile birlikte Tablo III'te görülmektedir.

HASTA VERİLERİ					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Yaş	20	44	70	57,80	7,96
BMI	20	19,8	30,0	25,545	2,753
Preop UA kesit alanı	20	2,1	9,6	6,140	2,217
Preop BA kesit alanı	20	4,1	23,3	12,415	4,802
Postop UA kesit alanı	20	4,9	13,1	10,122	2,280
Postop BA kesit alanı	20	8	23	14,72	3,83
Preop UA PSV	20	26	77	45,22	11,60
Preop UA EDV	20	5	20	9,33	3,27
Postop UA PSV	20	32	80	55,03	14,26
Postop UA EDV	20	5,7	28,6	12,385	5,643
Preop BA PSV	20	28	92	57,92	15,47
Preop BA EDV	20	4	17	9,76	3,31
Postop BA PSV	20	34,1	76,6	56,955	10,782
Postop BA EDV	20	5,4	18,4	9,37	3,672

Tablo III: UA ve BA'nın DUS ölçüm değerleri ve standart sapmaları.

Postoperatif erken takiplerde hematoma, yara yeri enfeksiyonu gibi RA insizyonuna bağlı herhangi bir komplikasyon görülmedi. Postoperatif 3. ay kontrollerinde 3 hasta ilk iki parmakta, 1 hasta da önkol distal 1/3 kesiminde olmak üzere parestezi Şikayeti olduğunu ifade etti. 3 hasta skar dokusunun aŐırı olduğundan Őikayetçi oldu. RA ıkarılan kolda kas gücü kaybı, istirahat ağrısı, klodikasyo gibi iskemik semptomu rastlanmadı.

RA distal anastomoz dağılımı Şu Şekilde idi; 10 tanesi sirkumfleks koroner arterin dallarına, 6 tanesi diagonal arterlere, 1 tanesi sağ koroner artere ve 2 tanesi de LAD'e anastomoz edildi. RA ile bypass yapılan nativ damarlarda %90 ve üzerinde darlık olmasına dikkat edildi. Tüm hastalardan İMA ıkarıldı. Hastalardan birinde İMA akımı iyi olmadığı için bir diğerinde de İMA uzunluğu lezyon sonrasına yetiŐmeyeip kısa kaldığı için bu greft kullanılmadı ve yerine Aort-LAD anastomozu RA serbest greftiyle yapıldı. Proksimal anastomozlardan biri Y greft Şeklinde LİMA zerine oturtulurken diğer tüm anastomozlar aortaya yapıldı. 5 hastada dört koroner artere bypass yapılırken, 12 hastada  koroner artere, 3 hastada da iki koroner artere bypass yapıldı. Atan kalpte bypass yapılmadı.

Preoperatif lmlerdeki UA kesit alanı  $6.1\pm 2.2$  (2.1-9.6) mm<sup>2</sup> iken postoperatif ölçümlerde  $10.1\pm 2.2$  (4.9-13.1) mm<sup>2</sup> olarak bulundu ( $p<0.01$ ). BA kesit alanı preop.  $12.4\pm 4.8$  (4.1-23.3) mm<sup>2</sup> ve postop.  $14.7\pm 3.8$  (8-23) mm<sup>2</sup> ( $p=0.01$ ) idi. Preoperatif ve postoperatif alınan kesit alanı ölçümlerinin farkları hem BA hem de UA de istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Ortalama preop. UA PSV 45.22 cm/sn iken, postop. 55.0 cm/sn oldu ( $p<0.01$ ). Ortalama preop. UA EDV 9.33 cm/sn den, postop. 12.38 cm/sn değerine yükseldi ( $p=0.01$ ). Her iki parametredeki akım değerikliği istatistiksel olarak anlamlıydı. Ortalama preop. BA PSV 57.92 cm/sn ölçülürken postop. 56.95 cm/sn olarak bulundu ( $p=0.74$ ). Ortalama preop. BA EDV 9.76 cm/sn den postop. 9.37 cm/sn'e geriledi ( $p=0.51$ ). (Tablo III) BA için alınan preop. ve postop. PSV ve EDV lmleri karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı.

## VI-TARTIŞMA:

RA'nın KABC'de arteryel greft olarak kullanımı gittikçe artmasına rağmen postoperatif kol ve ön koldaki kısa ve uzun dönem değişiklikleri inceleyen çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Özellikle İMA'nın greft olarak üstünlüklerinin tüm klinisyenlerce kabul edilmesi, başka arteryel greft arayışını gündeme getirmiş ve bir diğer arteryel greft olan RA'yı bazı özellikleri nedeniyle ön plana çıkarmıştır.

Genel olarak arteryel greftler histolojik özellikleri yönünden ven greftleriyle karşılaştırıldığında bazı müsbet ve menfi durumlar görülmektedir. Venöz greftlerin endotel ve media tabakalarının ince olması ve koroner arteryel sistemdeki sistolik basınca alışık olmamaları nedeniyle, revaskülarizasyon sonrası erken dönemde intimal yırtıklar oluşmakta ve bunun sonucunda akut tıkanmalar meydana gelmektedir. Arteryel greftler ise endotel ve media tabakalarının daha kalın olması ve zaten arteryel akımın sistolik karakterine alışık olmaları yüzünden böyle bir sorun oluşmamaktadır. Yine arteryel akımın dominant olarak sistolik karakteristiği duvar shear stresi oluşturmaktadır. Yüksek shear stres, arterlerde endotelial cevabı uyararak nötrofil adhezyonuna direnç geliştirip düz kas hücre proliferasyonunu da inhibe etmektedir (30). Arteryel greftler ven greftlere oranla daha az lipid ve glikozaminoglikan içerdikleri için ateroskleroza daha dirençlidirler (31,36). Arter duvar endotelinden nitrik oksit ve prostasiklin gibi maddeler salınması bu greftlerin açıklık oranlarının yüksek olmasına katkı sağlamaktadır (33). Yine arter duvarında düz kas hücre proliferasyonunu inhibe eden 3' 5' siklik guanozin monofosfat miktarı daha fazla bulunmuştur (34). Ayrıca arterlerin elastik liflerden zengin olan duvar yapıları sayesinde intimal hiperplaziye daha dirençli oldukları gösterilmiştir (25). Bu avantajları yanında venlere göre lümen çaplarının daha az olması, müköler tabakalarının kalınlığı yüzünden vazomotor maddelere daha fazla duyarlılık ve böylece spazma yatkınlık, vazovazorumlarının daha az anastomozlu olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır.

Ayrıca RA greftini venöz greftlerle karşılaştıracak olursak çapının koroner arter çapına daha yakın olması, kesi yerinin üst ekstremité olması nedeniyle safen ven insizyonuna göre enfeksiyon gelişiminin daha nadir ve iyileşme problemlerinin daha az görülmesi, postoperatif mobilizasyona engel olmaması artı değerler olarak sayılabilir. Hem RA hem de safen ven grefti İMA ile eş zamanlı çıkarılabildiği için cerrahi süre bu insizyonlardan çok etkilenmez. Venöz greftler ise çıkarma kolaylığı, birden fazla greft olabilmesi, çapının daha geniş olması gibi avantajlara sahiptir. Mannese ve arkadaşlarının yaptığı venöz greftlerle RA grefti açıklık oranlarının karşılaştırılması çalışmasında bir

yıllık tıkanıklık oranı RA'da %12.2 venöz greftlerde ise %23.9 olarak bildirilmiştir (69). Ameliyat sonrası ortalama  $46.6 \pm 30.3$  ay da koroner anjiyografi yapılan LİMA, RA, RİMA ve safen ven greftlerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada ortalama greft açıklık oranları sırasıyla %97, %76, %71 ve %64.6 olarak belirtilmiştir (89). RA kullanımının erken dönem, ortalama  $3.14 \pm 1.09$  ay ve orta dönem, ortalama  $15 \pm 1.3$  ay anjiyografik sonuçlarının değerlendirildiği her iki çalışmada RA açıklık oranları safen venden üstün bulunmuş olup RA'nın arteriyel greft olarak İMA'dan sonra ikinci sırada kullanılması önerilmektedir (90,91).

Yukarıda belirtilen bu özelliklere ek olarak yapılan çalışmalarda safen ven greftlerinin dejenerasyonunun nativ koroner hastalığın ilerlemesinden daha yüksek oranda koroner reoperasyona yol açtığı gösterilmiştir (2). Arteriyel greftlerle birlikte venöz greftlerin de kullanıldığı gruplar karşılaştırıldığında tam arteriyel revaskülarizasyon yapılan grubun hastanede kalış süresi, yara yeri enfeksiyonu sıklığı ve mortalite oranları daha az bulunmuştur (92). Yine bir çok çalışmada arteriyel greft açıklık oranlarının venöz greftlere oranla daha yüksek bulunması bizi arteriyel greft kullanmaya yönlendirmektedir (8,93,94).

Tüm bu müsbet özelliklerin yanında istenmeyen bazı durumlar da rapor edilmektedir. RA grefti kullanılan çeşitli çalışmalarda perioperatif ve postoperatif miyokart enfarktüsü görülmüş ve bunun da RA spazmından kaynaklandığı anjiyografik olarak gösterilmiştir. Bunun üzerine birçok merkez RA insizyonu ile birlikte sistemik vazodilatatör tedavi başlanıp buna perioperatif ve postoperatif de devam edilmesini önermektedir (95,96,97). Bizim uygulamamız ise, RA serbest greft haline getirildikten sonra ventral yüz fasyasını tek taraflı olarak soyup, grefti topikal papaverine tabi tutmak şeklindeydi. Papaverin dışında perioperatif ya da postoperatif, lokal yada sistemik herhangi bir vazodilatatör ajan kullanmadık. Hastalarımıza RA greftlerini kontrol etmek için postoperatif koroner anjiyografi yapmadık. Ancak perioperatif ve postoperatif dönemde hastalarda RA spazmını düşündürecek göğüs ağrısı ya da EKG değişikliği olmadı. Bu nedenle tek taraflı da olsa RA fasyasının soyulmasının ve greft olarak kullanılacak RA çaplarının 2 mm' in üzerinde olmasına dikkat edilmesinin vazospazm sorununu çözmede katkısı olduğunu düşünüyoruz.

Arteriyel greftlerin buldukları yerden çıkarılabilmesi için geride kalan arteriyel yapıların o dokunun beslenmesini yeterince sağlıyor olması gerekir. RA'nın greft olarak kullanılabilmesi için de UA'nın el ve ön kol beslenmesini tek başına idame ettirebilmesi zorunludur. Parmaklar, yüzeysel palmar ve derin palmar ark olmak üzere iki kaynaktan beslenir. UA parmaklara asıl kanı sağlayan yüzeysel palmar arkın ana kaynağı olup volar

digital arterlerin çoğunu verir (8,17,98). Bunun aksini rapor ederek RA'nın el dolaşımında baskın arter olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur (99,100). De Bakey ve Simeone savaş yaralanmalarında RA bağlanmasından sonra el iskemisinin fazla miktarda görüldüğünü belirtmişlerdir (101). Ancak birçok çalışmada (Tablo I) RA'nın güvenle kullanılması ve postoperatif iskemik komplikasyon görülmemesi el dolaşımının dominant arterinin UA olduğunu göstermektedir. Literatürde RA'nın greft olarak kullanılması sonrası bir vakada ciddi iskemik komplikasyon geliştiği, bunun da UA'nın konjenital yokluğundan kaynaklandığı belirtilmiştir (43).

Bizim çalışmamızda hiçbir hastada iskemik komplikasyon gelişmediği gibi preoperatif yapılan testler sonrası RA çıkarılmasına engel olacak bir durum da tesbit edilmedi. Bunda hasta yaş ortalamasının düşük olması, BMI değerlerine dikkat edilmesi, diyabetik hasta sayısının azlığı ve tüm hastalara preoperatif DUS yapılması etkili olmuş olabilir. İki hastanın preoperatif DUS'unda, biri BA ve biri de UA olmak üzere anlamlı hemodinamik değişikliğe neden olmayan aterosklerotik plak izlendi. Her iki hastanın RA'sı greft olarak kullanıldı ve postoperatif herhangi bir iskemik komplikasyon görülmedi. Bir hastanın RA grefti, anastomoz öncesi kanama kontrolü esnasında içerisinden verilen kanı, basınca rağmen yetersiz iletmekteydi. Bu nedenle hastada RA greft olarak kullanılmadı. Aynı hastada preoperatif bakılan modifiye AT negatifliği ve DUS'un normal olması bu durumu çıkarma tekniğindeki eksiklik yönünde değerlendirmemize neden oldu.

Preoperatif el dolaşımını değerlendirmek için kullanılan testlerden AT ve Modifiye AT, uygulanabilirliği kolay olduğu için birçok çalışmada kullanılmış ancak her iki testin de güvenilirliği konusunda farklı sonuçlar bildirilmiştir. Modifiye AT negatif olan 1323 hastalık bir seride RA çıkarılması sonrası hiç iskemik komplikasyona rastlanılmadığı belirtilmektedir (102). Bir diğer çalışmada AT'nin %5 yanlış negatif sonuç verdiği bildirilmektedir (103). Başka bir çalışmada modifiye AT'nin % 4-15 yanlış negatif sonuç verdiği belirtilmiştir (104). Yanlış negatif sonuçlar için RA'ya yetersiz bası, işlem sırasında kolun pozisyonu ve RA'ya bası kaldırıldıktan sonra elin kanlanması için beklenen sürenin farklı olması nedenler olarak sayılmaktadır.

47 hastalık bir çalışmada AT, DUS ile karşılaştırılmış ve testin sensitivitesi %78.5, spesivitesi %81.7 olarak bulunmuş olup yazar bu sonuçlarla testin güvenilirliğinin yeterli olmadığını ve daha fazla teste gerek olduğunu bildirmiştir (105). Bir başka çalışmada 71 hasta kullanılmış, AT ve DUS ile anatomi değerlendirilmiş ve AT'nin sensitivitesi %100

spesivitesi %97 olarak bulunmuştur. Yazar sonuç olarak AT makul bir yöntem olup DUS ile birleştirildiğinde RA'nın çıkarılmasına izin verir kanaatini bildirmiştir (102). 145 hastayla yapılan bir diğer çalışmada ise AT, DUS ve pletismografi karşılaştırılmıştır. AT'nin spesivitesi %97.1, sensitivitesi %73.2 olarak bulunmuş olup AT negatif ise RA güvenle çıkarılabileceği, pozitif ise veya şüpheli durumlar varsa (diyabet ve hiperlipidemi olması gibi) pletismografi ve DUS gibi ileri tetkik yapılması gerektiği bildirilmiştir (51). 150 hastalık çalışmaları sonrasında Agrifoglio ve arkadaşları preoperatif el dolaşımını değerlendirmişler DUS kullanımının daha güvenli ve objektif bir yöntem olduğunu savunmuşlardır (103).

Biz hastalarımızda modifiye AT ve DUS uygunsuzluğuna rastlamadık. Ancak özellikle RA çapı ve kalitesine bakmak için, bunun yanında yüzeysel palmar arkın tam gelişmemiş olduğu durumların tespiti ki literatürde %6-34 arasında belirtiliyor (51,57,49) ve RA'nın el dolaşımında dominant olduğu nadir durumların gösterilebilmesi için AT yada modifiye AT'nin tek başına yeterli olmadığını düşünüyoruz. Bu nedenle RA kullanılacak tüm hastalarda ucuz, noninvaziv, kısa sürede yapılabilen ve hastaya zarar verebilecek X ışını ya da opak madde gerektirmeyen bir yöntem olan DUS'un yapılmasını öneriyoruz.

RA çıkarılması sonrası uzun dönem değişikliklerin incelendiği az miktardaki bazı çalışmalarda önkolda, elde ve özellikle bir ve ikinci parmaklarda parestezi tarzında nörolojik komplikasyon geliştiği bildirilmektedir. Bu komplikasyonlar için %3.7-30.1 arasında değişen oranlar verilmiştir. Ancak tüm araştırmacıların ortak görüşü nörolojik komplikasyonların NKABL ve NRS sahasında olduğu ve bu sinirlerin de ameliyat sırasında zedelenme ihtimali fazla olan lokalizasyonda bulunduğu, bu nedenle de komplikasyonların vasküler orjinli olmayıp çıkarma tekniğindeki yetersizlikle ilişkili olduğu belirtilmektedir (85,106,107,108).

20 hastalık çalışmamızda 4 hastada nörolojik komplikasyon gelişmesi, yukarıda belirtilen yüzdeler dilim arasında bir komplikasyon oranımız olduğunu gösteriyor. Biz postoperatif gelişen komplikasyonlar konusunda Marco Agrifoglio ve arkadaşlarının bu artere ait pek çok komplikasyonun cerrahi teknik ve uygulayıcısı ile alakalı olduğu düşüncesine katılıyoruz (103).

RA greftiyle ilgili preoperatif değerlendirme, çıkarma tekniklerinin karşılaştırılması, önkolda ve elde oluşan değişikliklerin araştırılması gibi bazı çalışmalardan alınan çap ve akım ölçümleriyle ilgili veriler şu şekildeydi.

Preoperatif ve postoperatif ölçümler arası sürenin bir yıl olarak belirlendiği 52 hastalık bir çalışmada preoperatif UA ortalama kesit alanı  $5.3 \pm 0.8 \text{ mm}^2$  iken, postoperatif  $5.8 \pm 0.8 \text{ mm}^2$  bulunmuş ve çap artışının istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada ortalama UA PSV'si preoperatif  $58.9 \pm 12 \text{ cm/sn}$  postoperatif  $73.9 \pm 14 \text{ cm/sn}$  ölçülmüş ve akım artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. EDV ise preoperatif UA'da ortalama  $10.6 \pm 3.7 \text{ cm/sn}$ , postoperatif  $12.9 \pm 2.8 \text{ cm/sn}$  ölçülüp istatistiksel olarak anlamlı artış tespit edilmiştir. Çalışmada RA çıkarılan kol işaret parmağından pulse oksimetre ile bir yıl sonra ölçülen değerlerin fizyolojik seviyelerde kaldığı ve preoperatif ölçülen değerlerle istatistiksel olarak anlamlı fark oluşturmadığı belirtilmektedir. Yazar bu sonuçlar sonrası RA kullanılan hastalarda postoperatif UA kesit alanının, tepe sistolik hızının ve diastol sonu hızının artmasını bariz bir adaptasyon mekanizması olarak yorumlamaktadır (108).

14 hastada RA'nın greft olarak kullanıldığı bir başka çalışmada preoperatif UA ortalama PSV'si  $87.8 \pm 36.9 \text{ cm/sn}$ , postoperatif 3. günde yapılan DUS'da ortalama UA PSV'si  $81.2 \pm 35.7 \text{ cm/sn}$  ölçülmüş ve UA akım değişikliği istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Aynı çalışmada çeşitli nedenlerle RA'sı kullanılmayan bazı hastalarda çalışmaya dahil edilerek preoperatif toplam 30 hastanın BA PSV'sine bakılmış ve  $64.9 \pm 13.7 \text{ cm/sn}$  olarak bulunup postoperatif ölçüm yapılmamıştır. Çalışmada bir hastada AT normal olmasına rağmen DUS ölçümlerinde BA PSV değeri  $29 \text{ cm/sn}$ , UA PSV  $20 \text{ cm/sn}$  ve RA PSV  $19 \text{ cm/sn}$  ölçülmesi üzerine RA kullanılmamıştır (85).

145 hastalık bir çalışmada preoperatif UA'nın proksimaldeki kesit alanı ortalama  $8 \text{ mm}^2$  bulunurken, el bileği bölgesinden yapılan ölçümlerde ise ortalama  $4.4 \text{ mm}^2$  olarak ölçülmüştür (51). Bu çalışma yukardaki farklı yayınlarda sonuçların geniş bir aralıkta çıkmasının, büyük ihtimalle ölçüm yapılan yerden kaynaklandığını işaret etmektedir.

Pletismografi kullanılarak yapılan bir çalışmada RA çıkarılmasından sonra parmak kan akımında azalma olduğu, fakat RA yokluğunda UA'nın ilk iki parmağa olduğundan daha fazla kan akımı sağladığı, bunun da otonom bir mekanizma sayesinde olduğu bildirilmiştir (109).

Literatürde DUS, digital pletismografi, teknesyum veya transkutanöz oksijen gerilimi gibi farklı tekniklerle yapılan çalışmalarda RA çıkarılması sonrası elde total kan akımında azalma olduğu, ancak bunun klinik olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir (11,106, 110).

Bizim çalışmamızın preoperatif ve postoperatif verilerinin karşılaştırılmasında UA kesit alanı ortalama 6.1 mm<sup>2</sup>'den 10.1 mm<sup>2</sup>'ye yükselme gösterdi. Yaklaşık %65 oranındaki kesit alanı artışına karşılık UA'de akım artışı PSV'de %21 (45.2 cm/sn → 55 cm/sn) ve EDV'de %26 (9.3 cm/sn → 12.3 cm/sn) civarında oldu. Bu sonuçların istatistiksel olarak da anlamlı olması, RA çıkarıldıktan 3 ay gibi kısa bir sürede el ve önkolun beslenme gereksinimini sağlamak için fizyolojik adaptasyon mekanizmalarının geliştiğini göstermektedir. RA çıkarılmasında sınırları belirleyen dallar olarak belirttiğimiz rekürren RA ve yüzeysel palmar arterde de çap ve akım artışı meydana geldiğini ölçüm yapmamamıza rağmen bu veriler ışığında söyleyebiliriz. Ayrıca hiçbir hastada el ve önkolda iskemik değişiklik olmaması da bu adaptasyon mekanizmalarını doğrulamaktadır.

BA verilerinin preoperatif ve postoperatif değerlendirmesinde ise %18'lik (12.4 mm<sup>2</sup> → 14.7 mm<sup>2</sup>) istatistiksel olarak anlamlı kesit alanı artışı meydana geldi. Bu değişikliği RA çıkarılması sonrası akımın tek distal dal olarak kalan UA ile devam etmesi nedeniyle BA'nın önündeki direnç artışının sağladığını düşünüyoruz. Aynı arterde akımda istatistiksel olarak anlamlı olmayan azalma PSV (57.9 cm/sn → 56.9 cm/sn) ve EDV'de (9.76 cm/sn → 9.37 cm/sn) görüldü. BA'daki total kan miktarının sabit olması gerektiğini düşünürsek yine bu arterde çap artışı yüzünden akımda bir miktar azalma olması debinin sabit olması açısından anlaşılır olarak görülmektedir.

Sonuç olarak İMA ve RA gibi arteryel greftlerin gün geçtikçe popülaritesi artmaktadır. Biz de normal görevleri yüksek basınç altında, oksijenize kanı, organlara götürmek olan arteryel sistem vasküler yapılarının yine arteryel sistemde by pass grefti olarak kullanılmalarının daha uygun olacağı kanaatindeyiz. Ancak özellikle RA kullanılması düşünülen hastalarda, bu arterin greft olmaya uygun olup olmadığının araştırılması ve postoperatif gelişebilecek komplikasyonların minimal düzeye indirilebilmesi için preoperatif önkol ve el dolaşımının değerlendirilmesinde kullanılan testlerle birlikte DUS yapılmasının gerekli olduğunu düşünüyoruz. Tüm preoperatif değerlendirmelere rağmen çıkarma tekniğinden kaynaklanan bazı nörolojik komplikasyonların gelişmesini, yapılan bu büyük cerrahi işlemin yanında abartılı olmayan ve her invaziv girişimden sonra çıkabilecek makul komplikasyonlar olarak görme eğilimindeyiz. RA çıkarıldıktan sonra meydana gelen kesit alanı ve akım artışı gibi değişiklikleri ise bu greftin preoperatif incelemeler yapıldıktan sonra güvenle çıkarılabileceğinin delili olarak sunuyoruz.

## VII- ÖZET

### **Koroner Arter Cerrahisinde Radial Arter Grefti Kullanılan Hastaların Postoperatif Brakial ve Ulnar Arterlerindeki Akım ve Çap Değişikliklerinin İncelenmesi.**

**Amaç:** Bu çalışmada, koroner arter cerrahisinde greft olarak radial arter (RA) kullanılan hastalarda, bu arterin çıkarılması sonrası ulnar arter (UA) ve brakial arterlerde (BA) ön kol ve el beslenmesini devam ettirebilmek amacıyla meydana gelen akım ve çap değişikliklerinin hangi boyutlarda olduğunun araştırılması planlanmıştır.

**Materyal Metod:** Eylül 2007 ile Eylül 2008 tarihleri arasında koroner arter cerrahisinde çoklu arteriyel revaskülarizasyon için 20 hastadan (4'ü bayan, 16'sı erkek) RA grefti çıkarıldı. Hastaların ortalama yaşı 57.8 (44-70) yıl idi. Bu hastaların preoperatif dönemde Doppler ultrason (DUS) ile BA, UA ve RA'ların çap ve akımları ölçüldü. Daha sonra postoperatif üçüncü ayda yeniden DUS ile BA ve UA'ların çap ve akım değişikliklerine bakıldı.

**Bulgular:** Preoperatif ölçümlerdeki UA kesit alanı 6.1 mm<sup>2</sup> iken postoperatif ölçümlerde 10.1 mm<sup>2</sup> olarak bulundu (p<0.01). BA kesit alanı preop. 12.4 mm<sup>2</sup> ve postop. 14.7 mm<sup>2</sup> (p=0.01) idi. Preoperatif ve postoperatif alınan kesit alanı ölçümlerinin farkları hem BA hem de UA de istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Ortalama preop. UA PSV 45.2 cm/sn iken, postop. 55.0 cm/sn oldu (p<0.01). Ortalama preop. UA EDV 9.33 cm/sn den, postop. 12.3 cm/sn değerine yükseldi (p=0.01). Her iki parametredeki akım değişikliği istatistiksel olarak anlamlıydı. Ortalama preop. BA PSV 57.9 cm/sn ölçülürken postop. 56.9 cm/sn olarak bulundu (p=0.74). Ortalama preop. BA EDV 9.76 cm/sn den postop. 9.37 cm/sn'e geriledi (p=0.51). BA için alınan preop. ve postop. PSV ve EDV ölçümleri karşılaştırması istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Hastaların postop. 3. ay kontrollerinde 1 hasta da önkol distal 1/3 kesiminde, 3 hastada da ilk iki parmakta olmak üzere parestezi şikayeti vardı. Hiçbir hastada iskemik komplikasyon gelişmedi.

**Sonuç:** RA çıkarıldıktan sonra el ve önkolun beslenmesini sağlamak amacıyla adaptasyon mekanizması olarak UA'da 3 ay gibi kısa bir sürede kesit alanı ve akım artışı meydana geldiği görüldü. Bu greftin preoperatif gerekli incelemeler yapıldıktan sonra uygun hastalarda güvenle kullanılabilceğini düşünüyoruz.

**Anahtar Kelimeler:** koroner arter bypass greftleri, radial arter, ulnar arter, brakial arter.

## VIII- ABSTRACT

### **The Evaluation of Postoperative Flow and Diameter Changes in Brachial and Ulnar Arteries After Coronary Artery Surgery in Whom Radial Artery Used as a Graft.**

**Background:** In this study, it was planned to research how the amounts of flow and diameter changes occur in ulnar (UA) and brachial arteries (BA) in order to keep on nourishment of forearm and hand after removal of radial artery (RA) in whom RA was used as a graft in coronary artery surgery. **Material and Methods:** Between September 2007 and September 2008, RA graft was extracted from 20 patients (4 female, 16 male) for multiple arterial revascularization in coronary artery surgery. Mean age of the patient was 57.8 (44-70 years). Diameter and flow characteristics of BA, UA and RAs of these patients were measured by Doppler Ultrasonography (DUS) in preoperative period. Afterwards, in the postoperative third month, radius and flow changes of BAs and UAs were evaluated. **Results:** While the UA cross-sectional area was 6.1 mm<sup>2</sup> in the preoperative measurements, it was found to be 10.1 mm<sup>2</sup> in the postoperative evaluation (p<0.01). BA cross-sectional area was 12.4 mm<sup>2</sup> in the preoperative period and 14.7 mm<sup>2</sup> in the postoperative period (p=0.01). The difference of preoperative and postoperative cross-sectional areas were found to be statistically significant for both BA and UA. While preoperative mean UA PSV was 45.2 cm/sec, it was 55.0 cm/sec postoperatively (p<0.01). Mean preoperative UA EDV increased from 9.7 cm/sec to 12.3 cm/sec (p=0.01). Flow changes of these two parameters were statistically significant. While preoperative BA PSV was measured as 57.9 cm/sec, it was found as 56.9 cm/sec postoperatively (p=0.74). Mean preoperative BA EDV regressed from 9.7 cm/sec to 9.3 cm/sec postoperatively (p=0.51). Comparisons of preoperative and postoperative PSV and EDV measurements for BA were not found to be statistically significant. In the postoperative 3<sup>rd</sup> month controls of the patient, 1 patient had paresthetic complaints in distal one third region of the forearm, whereas 3 had in the first and second fingers. None of the patients had ischemic complications. **Conclusion:** It was seen that cross-sectional area and flow increases evolved in UA in such a short 3 months, in order to maintain the nourishment of hand and forearm as an adaptive mechanism, after removal of RA. We think that after required preoperative evaluation of this graft, it can safely be used in suitable patients.

**Keywords:** coronary artery bypass grafts, radial artery, ulnar artery, brachial artery.

## **IX- KAYNAKLAR:**

- 1-** Stephenson LW. History of Cardiac Surgery. In: Edmunds LH Jr ed. Cardiac Surgery in the Adult. New York, McGraw-Hill 1997:3-33.
- 2-** Salomon NW, Page US, Bigelow JC, Krause AH, Okies JE, Metzdorff MT. Reoperative coronary surgery. Comparative analysis of 6591 patients undergoing primary bypass and 508 patients undergoing reoperative coronary artery bypass. J Thorac Cardiovasc Surg 1990;100:250-9.
- 3-** Loop FD, Lytle BW, Cosgrove DM, Stewart RW, Goormastic M, Williams GW, et al. Influence of the internal mammary artery graft on 10-year survival and other cardiac events. New Eng J Med 1986;314:1-6.
- 4-** Carpentier A, Guermontprez JL, Deloche A, Frechette C, Dubost C. The aorta-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts. Ann Thorac Surg 1973;16:111-21.
- 5-** Carpentier A, Geha AS, Krone RJ, McCormick JR, Baue AE. Selection of coronary bypass: anatomic, physiological, and angiographic considerations of vein and mammary artery grafts. J Thorac Cardiovasc Surg 1975;70:414-31.
- 6-** Acar C, Jebara VA, Portoghese M, Beyssen B, Pagny JY, Grare P, et al. Revival of the radial artery for coronary artery bypass grafting. Ann Thorac Surg 1992;54:652-59.
- 7-** Calafiore AM, Di Giammarco G, Teodori G, D'Annunzio E, Vitolla G, Fino C. Radial artery and inferior epigastric artery in composite grafts: Improved midterm angiographic results. Ann Thorac Surg 1995;60:517-24.
- 8-** Brodman RF, Frame R, Camacho M, Hu E, Chen A, Hollinger I. Routine use of unilateral and bilateral radial arteries for coronary artery bypass graft surgery. J Am Coll Cardiol 1996;28:959-63.
- 9-** Da Costa F, da Costa I, Poffo R, Abuchaim D, Gaspar R, Garcia L, et al. Myocardial revascularization with the radial artery: a clinical and angiographic study. Ann Thorac Surg 1996;62:475-79.
- 10-** Reyes AT, Frame R, Brodman RF. Technique for harvesting the radial artery as a coronary artery bypass graft. Ann Thorac Surg 1995;59:118-26.
- 11-** Pansky B, Allen DJ, eds. Review of neuroscience. New York, Macmillan 1980;70-3.

- 12- Strauch B, Yu H-L, Chen Z-W, Liebling R, eds. Forearm region. in: Atlas of microvascular surgery: anatomy and operative approaches. NewYork, Thieme Medical, 1993;44-83.
- 13- Hata M, Shiono M, Sezai A, Iida M, Saitoh A, Hattori T, et al. Determining the best procedure for radial artery harvest: prospective randomized trial for early postharvest complications. J Thorac Cardiovasc Surg. 2005 Apr;129(4):885-89.
- 14- Kırallı K, Yakut N, Güler M, Ömeroğlu SN ve ark. Koroner arter bypass cerrahisinde Radial arter anatomik komşulukları ve çıkarma teknikleri. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi 1999;cilt 7 sayı 5:358-61
- 15- Staubesand J. Sobotta İnsan Anatomisi Atlası. Urban & Schwarzenberg 1985.
- 16- Kuran O. Sistematik Anatomi. İstanbul 1983;291:675-76.
- 17- Snell RS. Çeviri: Marur T. Üst Ekstremiteler. Richard S. Snell. Tıp Fakültesi Öğrencileri İçin Klinik Anatomi. Nobel Tıp Kitabevi 1. Baskı, Mart 1998, Sayfa 431-34.
- 18- Newmeyer WL. Vascular disorders. In: Green DP ed. Operative Hand Surgery. Churchill Livingstone Inc. 1993:1741-1822.
- 19- Backhouse KM. The blood supply of the arm and hand. In: Tubiana R ED. The Hand. WB Saunders Company, 1988:297-309.
- 20- <http://www.surgicalrounds.com> İllustration by Barbara L. Siede.
- 21- David P. Gren. Operative Hand Surgery, Churchill Livingstone Inc. 1993
- 22- Van Son JAM, Smedts F, Vincent JG, Van Lier HJ, Kubat K. Comparative anatomic studies of various arterial conduits for myocardial revascularization. J Thorac Cardiovasc Surg 1990;99:703-07.
- 23- Acar C, Jebara VA, Portoghese M, Beyssen B, Pagny JY, Grare P. Comparative anatomy and histology of the radial artery and the internal thoracic artery: implication for coronary bypass. Surg Radiol Anat 1991;13:283-88.
- 24- Guo-Wei He. Comparison among arterial grafts and coronary artery. J Thorac Cardiovasc Surg 1995;109:707-15.
- 25- 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.
- 26- Matheis G, Haak T, Beyersdorf F, Baretti R, Polywka C, Winkelmann BR. Circulating endothelin in patients undergoing coronary artery bypass grafting. Eur J Cardiothorac Surg 1995;9:269-74

- 27-** He GW, Yang CQ. Characteristics of adrenoceptors in the human radial artery: Clinical implications. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;115:1136-140.
- 28-** Chardigny C, Jebara VA, Acar C et al. Vasoreactivity of the radial artery. Comparison with the internal mammary and gastroepiploic arteries with implications for coronary artery surgery. *Circulation* 1993;88:115-27.
- 29-** He GW, Yang CQ. Radial artery has higher receptormediated contractility but similar endothelial function compared with mammary artery. *Ann Thorac Surg* 1997;63:1346-352.
- 30-** 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;113:691-99.
- 31-** Singh RN. Atherosclerosis and the internal mammary arteries. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1983;6:72-7.
- 32-** Solak H. Koroner Arter Cerrahisi. *Gökçe Ofset* 1995;98-101.
- 33-** Chaikhouni A, Cravvford FA, Kochel PJ, Olanoff LS, Halushka PV. Human internal mammary artery produces more prostacyclin than saphenous vein. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:88-91.
- 34-** 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;6:297-300.
- 35-** Lehmann KH, Von Segesser L, Muller-Glauser W. Internal Mammary coronary artery grafts: Is their superiority also due to a basically intact endothelium? *Thorac Cardiovasc Surg* 1989;37:187-89.
- 36-** Sisto T, Yla-Herttuala S, Luoma J, Riekkinen H, Nikkari T. Biochemical composition of human internal mammary artery and saphenous vein. *J Vasc Surg* 1990;11:418-22.
- 37-** 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.
- 38-** 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.
- 39-** Barner HB, Standeven JW, Rcese I. Twelve-year experience with internal mammary artery for coronary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;90:668-75.

- 40-** Ruengsakulrach P, Eizenberg N, Fahrer C, Fahrer M, Buxtion BF. Surgical implications of variations in hand collateral circulation: Anatomy revisited. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;122:682-86.
- 41-** Johnson M, Ford M, Johansen K. Radial or ulnar artery laceration. Repair or ligate? *Arch Surg* 1993;128:971-74.
- 42-** Aftabuddin M, Islam N, Jafar MA, Haque E, Alimuzzaman M. Management of isolated radial or ulnar arteries at the forearm. *J Trauma* 1995;38:149-51.
- 43-** Nunoo-Mensah J. An unexpected complication after harvesting of the radial artery for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1998;66:929-31.
- 44-** Parolari A, Rubini P, Alamanni F, Cannata A, Xin W, Gherli T. The radial artery: Which place in coronary operation? *Ann Thorac Surg* 2000;69:1288-294.
- 45-** Cable DG, Mullany CJ, Schaff HV. The Allen Test. *Ann Thorac Surg* 1999;67:876-77.
- 46-** Barner HB. Defining the role of the radial artery. *Thorac Cardiovasc Surg* 1996;8:3-9.
- 47-** Johnson WH, Cromartie RS, Arrants JE, Wuamett JD, Holt JB. Simplified method for candidate selection for radial artery harvesting. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1167.
- 48-** Pola P, Sericchio M, Flore R, Manesse E, Favuzzi A, Possati GF. Safe removal of the radial artery for myocardial revascularization: a Doppler study to prevent ischemic complications to the hand. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:737-44.
- 49-** Zimmerman P, Chin E, Laifer-Narin S, Ragavendra N, Grant EG. Radial artery mapping for coronary artery bypass graft placement. *Radiology* 2001;220:299-302.
- 50-** Allen EV. Thromboangiitis obliterans: Methods of diagnosis of chronic occlusive arterial lesions distal to the wrist with illustrative cases. *Am J Med Sci* 1929;178:237.
- 51-** Kohonen M, Teerenhovi O, Terho T, Laurikka J, Tarkka M. Is the Allen test reliable enough? *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2007;32:902-05.
- 52-** Cagli K, Uzun A, Emir M, Bakuy V, Ulas M, Sener E. Correlation of modified allen test with Doppler ultrasonography. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2006;14:105-08.
- 53-** Dietl CA, Benoit CH. Radial artery graft for coronary revascularization Technical considerations. *Ann Thorac Surg* 1995;60:102-110.
- 54-** Moran SV, Baeza R, Guarda E, Zalaquett R, Irrazaval MJ, Marchant E. Predictors of radial artery patency for coronary bypass operations. *Ann Thorac Surg* 2001;72:1552-556.
- 55-** Abu-Omar Y, Musa S, Anastasiadis K, Steel S, Hands L, Taggart DP. Duplex ultrasonography predicts safety of radial artery harvest in the presence of an abnormal Allen test. *Ann Thorac Surg* 2004;77:116-19.

- 56-** Sones EL, Lutz JF, King SB, Powelson S, Knolpf W. Extended use of the internal mammary artery graft. Important anatomic and physiological considerations. *Circulation* 1986;74(5 pt2):III42-7.
- 57-** Rodriguez E, Ormont ML, Lambert EH, Needleman L, Halpern EJ, Diehl JT. The role of preoperative radial artery ultrasound and digital plethysmography prior to coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2001;19:135-39.
- 58-** Amano A, Hirose H, Takahashi A, Nagano N. Coronary artery bypass grafting using the radial artery: Midterm results in a Japanese Institute. *Ann Thorac Surg* 2001;72:120-25.
- 59-** Tatoulis J, Royse AG, Buxton BF, Fuller JA, Skillington PD, Goldblatt JC. The radial artery in coronary surgery: A 5-year experience-clinical and angiographic results. *Ann Thorac Surg* 2002;73:143-48.
- 60-** Connolly ET, Torrillo LD, Stauder MJ, Patel NU, McCabe JC, Loulmet DF. Endoscopic radial artery harvesting: results of first 300 patients. *Ann Thorac Surg* 2002;74:502-06.
- 61-** Sezgin A, İkizler M, Mercan Ş, Gültekin B, Akay T, Taşdelen A. Arteriyel greftlerin hazırlanmasında ultrasonik disseksiyonla klasik tekniğin karşılaştırılması. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* 2001;9:4,197-200
- 62-** Isomura T, Suma H, Sato T, Horii T. Use of Harmonic Scalpel for harvesting arterial conduits in coronary artery bypass. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 1998;14:101-03
- 63-** Posacıoğlu H, Atay Y, Çetindağ B, Sarıbülbül O, Büket S, Hamulu A. Easy Harvesting of Radial Artery With Ultrasonically Activated Scalpel *Ann Thoracic Surg* 1998;65:984-85
- 64-** Georghiou GP, Stamler A, Berman M, Sharoni E, Vidne BA, Sahar G. Advantages of the ultrasonic harmonic scalpel for radial artery harvesting. *Asian Cardiovasc & Thorac Ann* 2005;13:158-60
- 65-** Taggart DP, Mathur MN, Ahmad I. Skeletonization of the radial artery: advantages over the pedicle technique. *Ann Thorac Surg* 2001;72:298-99
- 66-** Mussa S, Choudhary BP, Taggart DP. Radial artery conduits for coronary artery bypass grafting: current perspective. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2005;129(2):250-53.
- 67-** Rukosujew A, Reichelt R, Fabricius AM, Drees G, Tjan TD, Rothenburger M, et al. Skeletonization versus pedicle preparation of the radial artery with and without the ultrasonic scalpel. *Annals of Thoracic Surgery* 2004;77(1):120-25.
- 68-** Barner HB, Johnson SH. The radial artery as a T-graft for coronary revascularization. *Operative Tech Card Thorac Surg* 1996;1:117-36.

- 69-** Manasse E, Sperti G, Suma H, Canosa C, Kol A, Martinelli L. Use of the radial artery for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1076-082.
- 70-** Nottin R, Grinda JM, Anidjar S, Folliguet T, Detroux M. Coronary-coronary bypass graft: an arterial conduit-sparing procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;112:1223-230.
- 71-** Acar C, Farge A, Chardigny C. Use of the radial artery for coronary artery bypass. A new experience after 20 years. *Arch Mal Coeur Vaiss* 1993;86:1683-689.
- 72-** Tatoulis J, Buxton BF, Fuller JA. Bilateral radial artery grafts in coronary reconstruction. Technique and early results in 261 patients. *Ann Thorac Surg* 1998;66:714-720.
- 73-** Posatti G, Gaudino M, Alessandrini F, et al. Midterm clinical and angiographic results of radial artery grafts used for myocardial revascularization. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1998;116;1015-021.
- 74-** Acar C, Ramsheyi A, Pagny JY, et al. The radial artery for coronary artery bypass grafting: Clinical and angiographic results at five years. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;116:981-89.
- 75-** Calafiore AM, Teodori G, Di Giammarco G. Coronary revascularization with the radial artery: new interest for an old conduit. *J Cardiac Surg* 1995;10:140-46.
- 76-** Buxton B, Windsor M, Komeda M, Gaer J, Fuller J, Liu J. How good is the radial artery as a bypass graft? *Coronary Artery Dis* 1997;8:225-33.
- 77-** Shapira OM, Alkon JD, Aldea GS, Madera F, Lazar H, Shemin RJ. Clinical outcomes in patients undergoing coronary artery bypass grafting with preferred use of the radial artery. *J Cardiac Surg* 1997;12:381-88.
- 78-** Weinschelbaum EE, Gabe ED, Macchia A, Smimmo R, Suarez LD. Total myocardial revascularization with arterial conduits: radial artery combined with internal thoracic arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;114:911-16.
- 79-** Tatoulis J, FRACS, Buxton BF. Patencies of 2.127 arterial to coronary conduits Over 15 Years. *Ann Thorac Surg* 2004;77:93-101.
- 80-** Hall G. *Textbook of Medical Physiology*. 9 st ed. WB Saunders Nobel tip kitapevleri, 1996;161-207
- 81-** Hatle L, Angelsen B, Tromsdal A. Noninvasive assesment of Aortic Stenosis by Doppler Ultrasound. *Br Heart J* 1980;43:212-84.
- 82-** Wells PNT, Skedmore R. Doppler developments in the last quinquennium. *Ultrasound Med Biol* 1986;11:613-23.

- 83-** Taylor KJW, Holland S. Doppler ultrasound: Part 1. Basic principles, instrumentation, and pit-falls. *Radiology* 1990;174:297-307.
- 84-** Merritt CRB. Doppler blood flow imaging: integrating flow with tissue data. *Diagn Imaging*. 1986;11:146-55.
- 85-** Conkbayır I, Yanık B, Özkanlı BS, Düzgün C, Hekimoğlu B. Radial arterin greft olarak çıkarılması öncesi elin renkli Dopler US ile değerlendirilmesi. *Diagnostic and Interventional Radiology* 2003;3:377-81
- 86-** Özcan H, Öztekin PS, Zergeroğlu AM, Ersöz G, Fıçıcılar H, Üstüner E. Brakial arterde iki farklı egzersiz protokolü sonrası izlenen yapısal ve hemodinamik değişikliklerin Dopler US ile değerlendirilmesi. *Diagnostic and Interventional Radiology* 2006;12:80-4
- 87-** Westaby S. Surgery for coronary artery disease. In: Westaby S ed. *Landmarks in Cardiac Surgery*. Oxford, Isis Medical Media, 1997:187-221.
- 88-** Chiu C-J. Why do radial artery grafts for aortocoronary bypass fail? A reappraisal. *Ann Thorac Surg* 1976;22:520-23.
- 89-** Kaya E, Mansuroğlu D, Göksedef D, Ömeroğlu SN, Toker ME, Kırallı K ve ark. Koroner arter bypass cerrahisinde birden fazla arteriyel greft kullanılan hastalarda uzun dönem anjiyografik sonuçların değerlendirilmesi. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* 2005;13(4):309-13
- 90-** Yakut N, Kırallı K, Güler M, Dağlar B, İpek G, Akıncı E ve ark. Radial arterin koroner arter bypass cerrahisinde kullanımı ve erken dönem sonuçları. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* 1999;7(5):362-66.
- 91-** Mansuroğlu D, Göksedef D, Ömeroğlu SN, Erentuğ V, Kırallı K, Mutlu B ve ark. Koroner bypass cerrahisinde radyal arter kullanımının orta dönem anjiyografik sonuçları. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* 2003;11:96-100.
- 92-** Royse AG, Royse CF, Tatoulis J. Total arterial coronary revascularization and factors influencing in-hospital mortality. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999;16:499-505.
- 93-** Lytle BW, Blackstone EH, Loop Fd. Two internal thoracic artery grafts are better than one. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;117:855-72.
- 94-** Buxton BF, Fuller JA, Tatoulis J. Evolution of complete arterial grafting. *Tex Heart Inst J* 1998;25:17-23.
- 95-** Cable DG, Caccitolo JA, Pearson PJ, et al. New approaches to prevention and treatment of radial artery graft vasospasm. *Circulation* 1998;98:15-22
- 96-** He GW, Yang CQ. Use of verapamil and nitroglycerin solution in preparation of radial artery for coronary grafting. *Ann Thorac Surg*. 1996;61(2):610-14.

- 97-** Chanda J, Brichkov I, Canver CC. Prevention of radial artery graft vasospasm after coronary bypass. *Ann Thorac Surg*. 2000;70(6):2070-074.
- 98-** Weaver FA, Hood DB, Yellin AE. Vasculer injuries of the extremities. In: Rutherford-Vascular Surgery, 5th ed. WB Saunders Company, Philadelphia, 2000:862-71.
- 99-** Keen J. A study of the arterial variations in the limbs, with a special reference to symmetry vascular patterns. *Am J Anat* 1961;108:245-61.
- 100-** Riekkinen HV, Karkola KO, Kankainen A. The radial artery is larger than the ulnar. *Ann Thorac Surg* 2003;75:882-84.
- 101-** DeBakey M, Simeone F. Battle injuries of the arteries in World II. *Ann Surg* 1946;123:534-79.
- 102-** Ruengsakulrach P, Brooks M, Hare DL, Gordon I, Buxton BF. Preoperative assessment of hand circulation by means of Doppler ultrasonography and the modified Allen test. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:526-31.
- 103-** Agrifoglio M, Dainese L, Pasotti S, Galanti A, Cannata A, Roberto M at all. Preoperative assessment of the radial artery for coronary artery bypass grafting: is the clinical Allen test adequate? *Ann Thorac Surg* 2005;79(2):570–72.
- 104-** Starnes SL, Wolk SW, Lampman RM, Shanley CJ, Prager RL, Kong BK at all. Noninvasive evaluation of hand circulation before radial artery harvest for coronary artery bypass grafting. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1999;117(2):261-66.
- 105-** Jarvis MA, Jarvis CL, Jones PRM, Spyt TJ. Reliability of Allen’s test in selection patients for radial artery harvest. *Ann Thorac Surg* 2000;70:1362-365
- 106-** Brodman RF, Hirsh LE, Frame R. Effect of radial artery harvest on collateral forearm blood flow and digital perfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123:512-16.
- 107-** Denton TA, Trento L, Cohen M, et al. Radial artery harvesting for coronary bypass operations: neurologic complications and their potential mechanisms. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:951-56.
- 108-** Eyiletten ZB, Kaya K, Arıkbuka M, Yazıcıoğlu L, Emiroğlu O, Aral A ve ark. Koroner arter bypass cerrahisinde radyal arter kullanımının radyal arter çıkarılan önkoldaki arteryel dolaşıma etkisi. *Turkish J Vasc Surg* 2005;14(2):7-12.
- 109-** Lee HS, Chang BC, Heo YJ. Digital blood flow after radial artery harvest for coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2004;77:2071-075.
- 110-** Rafael Sadaba J, Conroy JL, Burniston M, Maughan J, Munsch C. Effect of radial artery harvesting on tissue perfusion and function of the hand. *Cardiovasc Surg* 2001;9:378-82.

**111-** Serricchio M, Gaudino M, Tondi P, Gasbarrini A, Gerardino L, Santoliquido A, et al. Hemodynamic and functional consequences of radial artery removal for coronary artery bypass grafting. *Am J Cardiol* 1999;84:1353-356.

## **X-TEŞEKKÜR**

Uzmanlık eğitimim boyunca yetişmemde ve meslek sahibi olmamda büyük emekleri olan sayın hocalarım Prof. Dr. Hasan SOLAK, Prof. Dr. Tahir YÜKSEK, Prof. Dr. Cevat ÖZPINAR, Prof. Dr. Mehmet YENİTERZİ, Prof. Dr. Ali SARIGÜL, Doç. Dr. Ufuk ÖZERGİN, Doç. Dr. Kadir DURGUT, Doç. Dr. Erdal EGE, Doç. Dr. Niyazi GÖRMÜŞ, Doç. Dr. Ahmet ÖZKARA ve Yrd. Doç. Dr. Cüneyt NARİN'e, cerrahi asistanlığım esnasında bilgi ve birikimlerini aktararak cerrahi nosyon edindiren kıdemlilerime ve bir ekip ruhu ile özveri içinde beraber çalıştığımız asistan arkadaşlarım ve klinik çalışanlarına teşekkür ederim.

Bu çalışmanın yürütülmesinde desteklerini esirgemeyen, meslek pratiğim içerisinde her zaman bilgi, beceri ve meslek etiği ile örnek alacağım tez danışmanlarım Prof. Dr. Tahir YÜKSEK ve Prof. Dr. Cevat ÖZPINAR'a, radyolojik değerlendirmeler için Yrd. Doç. Dr. Osman Koç'a, istatistiksel incelemeler için Dr. Mehmet UYAR'a, teşekkür ederim.

Yaşamım boyu sevgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen anne ve babama, benimle birlikte mesleğimin cefalarına katlanan değerli eşim Şükran ve iki yavrumuz M. Vera ile Taha'ya sevgilerimi sunarım.