



T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

**PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ
ANABİLİM DALI**

**REPLANTASYON VE BİLATERAL ÜST EKSTREMİTE
NAKİL HASTALARINDA LENFATİK VE VASKÜLER
SİSTEMLERİN YENİDEN YAPILANMASININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Yunus Emre Şeker

Antalya, 2023



T.C.

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

PLASTİK, REKONSTRÜKTİF VE ESTETİK CERRAHİ
ANABİLİM DALI

REPLANTASYON VE BİLATERAL ÜST EKSTREMİTE
NAKİL HASTALARINDA LENFATİK VE VASKÜLER
SİSTEMLERİN YENİDEN YAPILANMASININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Özlenen Özkan

‘Kaynak gösterilerek tezimden yararlanılabilir.’

Dr. Yunus Emre Şeker

Antalya, 2023

TEŞEKKÜR

Önlüğün en çok yakıştığı, beyazında tek bir leke dahi barındırmayan sayın Prof. Dr. Özlenen Özkan hocamın insani değerleri ön planda tutma prensibiyle verdiği cerrahi eğitimi ile üzerimizdeki emeğini ve bu kapsamda kendisine layık olma mecburiyetimi dile getirmek isterim

İstidat, kabiliyet, kudret olarak TDK sözlüğünde yer alan yetenek kelimesinin plastik cerrahi dünyasında karşılığı olan sayın Prof. Dr. Ömer Özkan hocamın öğretileri ve eğitimi ile kendimi şanslı hissetmekteyim ayrıca oluşturdukları ekolü benimsemenin onur nişanı olduğu kanaatindeyim.

Sayın Prof. Dr. Özlenen Özkan ve Prof. Dr. Ömer Özkan hocalarıma eğitim hayatımdaki emekleri ve hayata dair verdikleri karşılıksız destekleri için sonsuz teşekkürleri sunarım.

Değerli tez jüri üyesi Dr. Seçkin Aydın Savaş'a samimiyeti ve değerli katkıları için teşekkür ederim.

Akademik hayatımıza yön veren ve çalışmalarımıza koşulsuz desteklerinden dolayı Sayın Dr. Öğr. Üyesi M. Gökhan Ertosun'a teşekkür ederim.

Akademide ve cerrahide eksik olan yanlarımızı tamamlayan eksikliğini hissedeceğim Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Tapan' a teşekkür ederim.

Tez araştırmama katkıları için Sayın Dr. Ertuğrul Arslan'a teşekkür ederim.

Bu keyifli ve zorlu eğitim süreci yolculuğunu birlikte geçirdiğim ekip arkadaşlarıma teşekkür ederim. Ayrıca sevgili M. Bilgehan Sarı ve T. Cihan Zöhre'ye asistanlık hayatım ve yaşama dair katkıları için teşekkürü borç bilirim.

Sevgili hemşirelerimize ve personelimize üzerimde emeği olan yüzümde gülümsemeye neden olan herkese, destekleri ve fedakarlıkları için sevgili aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Lenfatik Sistem Tarihçesi	2
2.2. Lenfatik Sistem Anatomisi	3
2.2.1. Aksiller Lenf Nodları	3
2.3. Lenfatik Sistemi Oluşturan Yapılar	6
2.3.1. Lenfatik Kapiller	7
2.3.2. Prekollektör Yapısı	8
2.3.3. Toplayıcı Lenfatik Yapısı	9
2.3.4. Lenfatik Trunkuslar	10
2.4. Lenfatik Sistem Görüntülenmesi	12
2.4.1. Radyonuklid Lenfosintigrafi	12
2.4.2. Manyetik Rezonans Lenfanjiyografi	13
2.4.3. İndosiyanin Yeşili ile Lenfografi	13
2.5. Lenfatik Sistem Cerrahisi	16
2.5.1. Lenfatiko-Venöz Anastomozlar	16
2.5.2. Lenf Nodu Transferi	16
2.5.3. İnterpozisyonel Lenf Flebi Transferi	17
2.5.4. Ablatif Operasyonlar	17
2.6. Üst Ekstremité Vasküler Anatomisi	18
2.6.1. Üst Ekstremité Arterleri Anatomisi	18
2.6.2. Üst Ekstremité Venlerinin Anatomisi	20

2.7. Üst Ekstremitte Vasküler Görüntüleme Yöntemleri	21
2.8. Organ Nakli	22
2.8.1. Solid Organ Nakli	22
2.8.2. Kompozit Organ Nakli	22
2.9. Üst Ekstremitte Rekonstrüksiyonu	23
2.9.1. Replantasyon	24
2.9.2. Pediküllü Flepler	24
2.9.3. Serbest Flep Seçenekleri	26
2.9.4. Lokal Flepler	30
3. GEREÇ ve YÖNTEM	33
4. BULGULAR	35
5. TARTIŞMA	87
6. SONUÇ	95
ÖZET	96
ABSTRACT	98
KAYNAKLAR	100

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ICG: İndosiyanin Yeşili

VKDN: Vaskülerize kompozit doku nakli

LVA: Lenfatiko-Venöz Anastomoz

VLNT: Vaskülerize Lenf Nodu Transferi

DB: Dermal Backflow

ALT: Anterolateral Uyluk

USG: Ultrasonografi

PECAM-1: Platelet endotelyal adezyon molekülü 1

cm: Santimetre

sn: Saniye

mm: Milimetre

μ m: Mikrometre

nm: Nanometre

BT: Bilgisayarlı Tomografi

ml: Mililitre

mg: Miligram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Aksiller lenf nodlarına drene olan lenfatiklerin temsili gösterimi

Şekil 2.2 Aksiller Lenf Nodları

Şekil 2.3 Lenfanjion

Şekil 2.4 Lenfatik damarların katmanlara göre şematik yerleşimi

Şekil 2.5 Lenfatik trunkuslar

Şekil 2.6 ICG Lenfografi Bulgular

Şekil 4.1 Hasta 1'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.2 Hasta 1'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.3 Hasta 1'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.4 Hasta 1'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.5 Hasta 1'e ait doppler USG bulgularının şeması

Şekil 4.6 Hasta 2'ye ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.7 Hasta 2'ye ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.8 Hasta 2'ye ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.9 Hasta 2'ye ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.10 Hasta 2'ye ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.11 Hasta 2'ye ait doppler USG bulgularının şeması

Şekil 4.12 Hasta 3'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.13 Hasta 3'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.14 Hasta 3'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.15 Hasta 3'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.16 Hasta 3'e ait doppler USG bulgularının şeması

Şekil 4.17 Hasta 3'e ait sağ kol brakial arter doppler USG görüntüleri

Şekil 4.18 Hasta 3'e ait sol kol radyal arter doppler USG görüntüleri

Şekil 4.19 Hasta 3'e ait sol kol ulnar arter doppler USG

Şekil 4.20 Hasta 4'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.21 Hasta 4'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.22 Hasta 4'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.23 Hasta 4'e ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.24 Hasta 4'e ait doppler USG bulgularının şeması

Şekil 4.25 Hasta 5'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.26 Hasta 5'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.27 Hasta 5'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.28 Hasta 5'e ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.29 Hasta 5'e ait doppler USG bulgularının şeması

Şekil 4.30 Hasta 6'ya ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.31 Hasta 6'ya ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.32 Hasta 6'ya ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.33 Hasta 6'ya ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.34 Hasta 6'ya ait doppler USG bulgularının şeması

Şekil 4.35 Hasta 7'ye ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.36 Hasta 7'ye ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.37 Hasta 7'ye ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.38 Hasta 7'ye ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.39 Hasta 8'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.40 Hasta 8'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.41 Hasta 8'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.42 Hasta 8'e ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.43 Hasta 9'a ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.44 Hasta 9'a ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.45 Hasta 9'a ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.46 Hasta 9'a ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.47 Hasta 10'a ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.48 Hasta 10'a ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.49 Hasta 10'a ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.50 Hasta 10'a ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.51 Hasta 11'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.52 Hasta 11'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.53 Hasta 11'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.54 Hasta 11'e ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.55 Hasta 12'ye ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.56 Hasta 12'ye ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.57 Hasta 12'ye ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

Şekil 4.58 Hasta 12'ye ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Vücut bütünlüğünü bozan ve fonksiyon kaybına yol açacak şekilde kompozit doku kaybı olan hastalarda; fiziksel görünümü geri kazanma, fonksiyon açısından iyileştirme amacıyla uygulanan vaskülarize kompozit doku nakli (VKDN) ile replantasyon ameliyatları yaşam kalitesini arttırmaktadır. Bu hastalarda anatomik bütünlük sağlanmasını takiben vasküler yapıda oluşan değişiklikler ile lenfatik yapıların yeniden şekillenmesi ile ilgili bilgiler kısıtlıdır. Mevcut hasta sayısı ve VKDN yapılan ileri merkezlerin kısıtlı sayıda olması ile kompozit nakillerinin tarihçesinin uzun yıllara dayanmaması literatür bilgisinin kısıtlı olması nedenlerindendir.

Kol nakli ve replantasyon hastalarında lenfatik sistem onarılmamakta olup lenfatik rejenerasyonun kendiliğinden oluştuğu bilinmektedir. Yeniden yapılanan lenfatik sistemin indosiyanin yeşili (ICG) lenfografi ile haritalandırılması amaçlanmakta olup rejenerasyonu anlayarak sonraki nakillere katkı yapılması amaçlanmaktadır. Ek olarak immünsupresyon altındaki nakil hastalarında tümör riski fazla olup olası metastaz halinde izleyeceği yolak hakkında fikir sağlanabilir.

Hem kompozit doku nakilli hastalarda hem de replantasyon hastalarında anastomoz öncesi ve sonrasına ait arter doppler ultrasonografi (USG) verileri değerlendirilerek; immunsupresif ilaçların ve immün sistemin arterlerdeki etkisi incelenmiştir.

Böylece; kol nakilli hastalarda vasküler ya da lenfatik yetmezlik oluşması halinde tedavi süreçlerindeki planlamaya katkıda bulunmak hedeflenmektedir. Ayrıca kompozit doku nakli ameliyatlarında oluşabilecek sorunların önceden öngörülerek cerrahi planlamaya katkı sağlamak, oluşabilecek sorunlarda görüntüleme yöntemleri ile tanının kolaylaştırabilmesini sağlamak, gereği halinde tedavide izlenecek yollar için çıkarımlar yapmayı kolaylaştırmak amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Lenfatik Sistem Tarihçesi

Doktorlar, antik çağlardan beri lenfatik sistemin bileşenlerini gözlemlemişlerdir. Hipokrat, lenf sıvısını tarihin bilinen en eski tıbbi metinlerinden biri olan *On the Glands adlı eserinde* "düğümlerdeki beyaz kan" olarak tanımladı. Benzer şekilde, Aristoteles, kan damarları ve sinirler arasında bulunan renksiz sıvı içeren liflerden bahsetmiştir. Lenfatik sistem ilk olarak Gasparo Aselli tarafından 1627 tanımlandı, aynı yüzyılda vasküler dolaşım William Harvey tarafından tanımlandı. 1600'lerin ortalarında Swammerdam tarafından yapılan klasik çalışmalar, ilk olarak balmumu enjeksiyonları kullanarak lenfatik damarlardaki valvleri ortaya çıkardı. Louis Petit, meme kanserinin aksiller lenf düğümlerine yayılımını 17. yüzyıl başlarında gösterdi (1). Gerçektende, lenfatik sistemin anatomisi neredeyse tamamen 19. yüzyılın başlarında karakterize edildi. Kan dolaşımı hakkındaki bilgi her geçen yüzyılda hızla artmaya devam ederken, lenfatik sistem hakkındaki anlayışımız son derece yavaş bir oranda ilerlemiştir. Lenfatiklerin boyutu, bu sistemin görüntülenmesini ve haritalanmasını sınırlar, bu yavaş ilerlemenin açıklaması olarak görülmektedir. Örneğin, insan vücudundaki en büyük arter (aort) ve ven (vena kava) 2 ila 3 cm çapındayken, en büyük lenfatik (torasik kanal) sadece 2 mm çapındadır (2). Lenfosintigrafi, lenfödem çalışmasında lenfatik görüntülemenin standardı haline gelmesine rağmen, ana yararı lenfatik fonksiyonu göstermesi nedeniyle ince anatomik haritalama için kullanılamaz. İnsanlarda normal lenfatik anatomi hakkındaki mevcut bilgiler neredeyse tamamen kadavra çalışmalarından gelmektedir (2). Bununla birlikte, kadvralarda bile lenfatik kanalların küçük boyutu, tek bir ekstremité için özel enjeksiyonlar ve zorlu ve zaman alıcı diseksiyon gerektirir, bu da in vivo varyasyonları da dahil olmak üzere fonksiyonel anatominin anlaşılmasını oldukça sınırlandırır (3).

Sırasıyla Mascagni ve Sappey'in kadavra diseksiyonlarının sonuçlarını on sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda yayımlamaları ile lenfatik anatominin temel anlayışını sağlamışlardır (4). Leduc ve ark. üst ekstremitenin lenfatik yollarını 1993 yılında 300 kadavra diseksiyonunu ile tanımladılar ve isimlendirmelerini sağladılar (5). Suami ve ark., benzer bir kadavra diseksiyon yöntemi kullanarak bunları ayrı ayrı adlandırmak yerine, ekstremitéyi lenfozomlara veya belirli bir düğüme veya düğüm havzasına boşalan lenfatik bölgelere ayırdılar (3). Bu kadavra

diseksiyonlarından elde edilen bulgular mevcut lenfatik anatomi anlayışımızın merkezinde yer almasına rağmen, kritik bir sınırlama fonksiyonel lenfatik anatominin karakterizasyonunun olmamasıdır. Vücuttaki tüm vasküler sistemler dinamiktir ve kadavra çalışmaları bu yolların birbirleriyle ilişkili olarak nasıl çalıştığını anlamamıza izin vermez. Nispeten daha yeni bir görüntüleme yöntemi olan indosiyanın yeşil lenfografi, fonksiyonel lenfatik kanalların gerçek zamanlı olarak görüntülenmesini sağlar.

2.2. Lenfatik Sistem Anatomisi

Lenfatik sistem santral sinir sistemi, meninksler, orbita, kornea, iç kulak, epidermis, kıl folikülleri, tırnak, kıkırdak, kemik iliği ve kemik haricindeki organlarda bulunur.

Lenfatik damarlar, yerleşim yerine göre yüzeysel (subkutanöz) ve derin (subfasiyal) olarak sınıflandırılır Subkutanöz sistem deriyi ve subkutan bölgelerini drene ederken subfasiyal sistem kas, eklem, tendon kılıfı ve sinir drenajında görev alır. Subkutanöz ve subfasiyal sistem perforan damar bağlantı yoluyla anastomoz oluşturur. Kural olarak, lenfatikler venöz sistemle yakından ilişkilidir, derin lenfatik damarlar ana derin venleri takip eder örneğin üst ekstremitelerde eklem kapsüllerinden, periosttan, tendonlardan ve kaslardan toplanan lenf lateral aksiller lenf nodunda sona erer. Yüzeysel lenfatik damarlar dermis üzerinde bulunan pleksusta düzenlenir ve yüzeysel fasya üzerinde bulunur. Bu damarlar, uzunlamasına gövdelere yol açan subkutan ağlara akar, genellikle subkutan damarlara paralel olarak akar. Üst ekstremitelerde örnek vermek gerekirse, sefalik venin yakınında bulunan lenfatik damarlar apikal aksiller lenf nodlarına akarken, bazilik venine yakın olanlar kübital lenf noduna ve daha sonra lateral aksiller lenf nodlarına drene olur (6).

2.2.1 Aksiller Lenf Nodları

Aksilla, üst torasik duvar ile kol arasında yer alan küçük bir anatomik boşluktur. Ana içerikler brakiyal pleksus, aksiller arter ve ven ve aksiller lenf nodlarını içerir. Aksiller lenf nodları üst ekstremitelerde, omuz bölgesi, ön arka

torakoepigastrik duvarların supraumbilikal bölgelerinden lenf sıvısı alırlar (Şekil 2.1). Aksiller lenf nodları anatomik ilişkilerine göre beş gruba ayrılır (7) (Şekil 2.2).

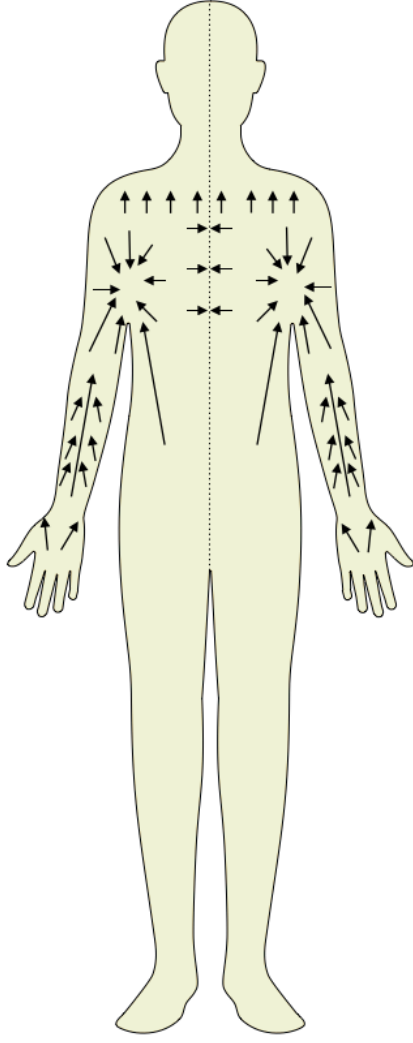
1. Anterior (pektoral) lenf nodları, lateral torasik damarların yakınında, pektoralis minor'un inferior sınırı boyunca aksillanın medial duvarında bulunur. Supraumbilikal anterolateral vücut duvarında bulunan meme, cilt ve kaslarından lenfatik sıvı alırlar. Merkezi ve apikal düğümlere akarlar.

2. Posterior (subskapular) lenf nodları, subskapularin inferior sınırı boyunca aksillanın arka duvarında bulunur. Skapular bölgeden ve posterior torasik duvardan lenfatik sıvı alırlar. Merkezi ve apikal düğümlere akarlar.

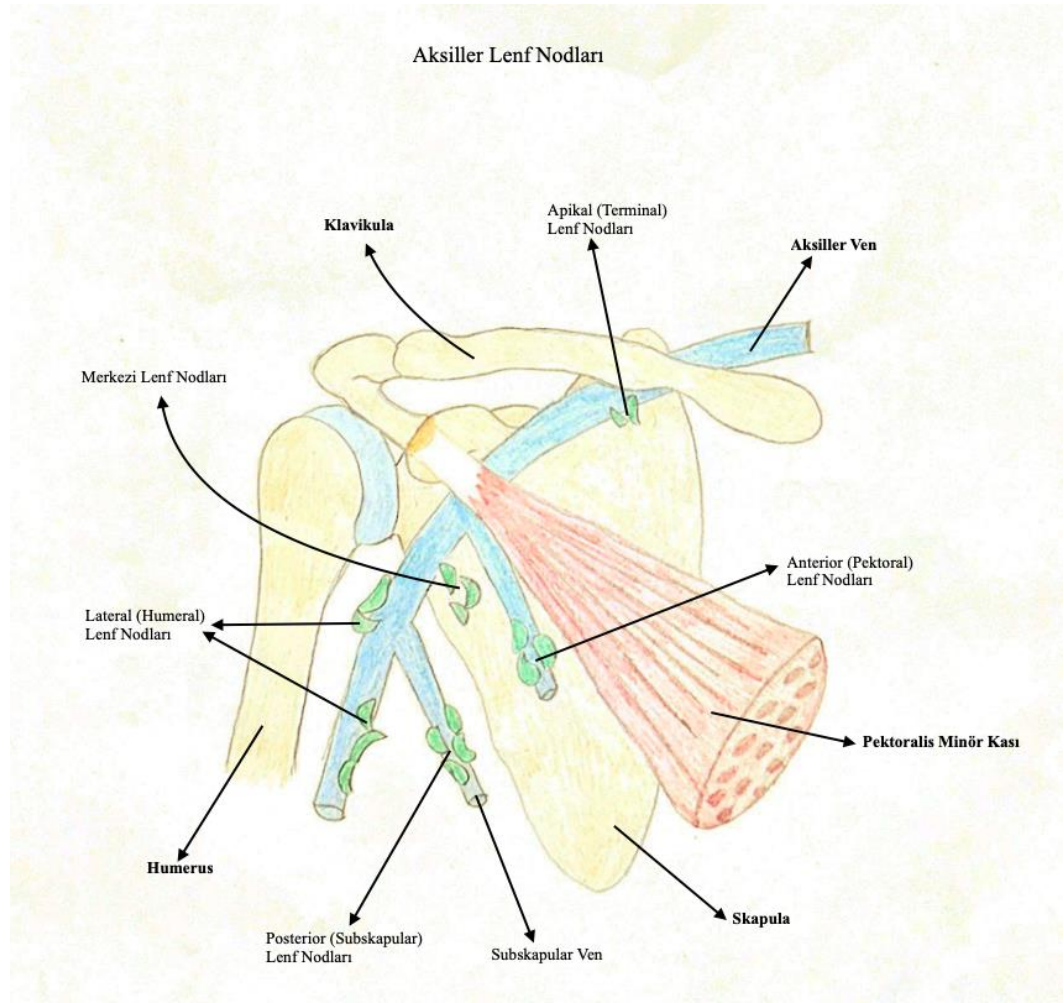
3. Lateral (humeral) lenf nodları aksillanın lateral duvarı üzerindedir. Üst ekstremiteden boşalan lenfatik sıvıların çoğunu alırlar ve merkezi, apikal ve derin servikal düğümlere drene olurlar.

4. Merkezi lenf düğümleri aksillanın tabanında görülür. Anterior, posterior ve lateral gruplardan lenfatik sıvı alırlar ve apikal lenf nodlarına drene olurlar.

5. Apikal (terminal) lenf nodları aksillanın tepesinde, aksiller venin yakınında ve aksillar arterin 1. kısmında bulunur. Üst memeye ek olarak yukarıda belirtilen tüm gruplardan lenfatik sıvı alırlar. Ayrıca sefalik vene eşlik eden lenfatik damarlardan da lenfatik sıvı alır. Apikal gruptan efferent damarlar subklavyen lenfatik gövdeyi oluşturmak için birleşir. Sol tarafta bu drenler doğrudan torasik kanala akar ve sağda ise subklavyen gövde sağ lenfatik kanal yoluyla sağ venöz açığa akar (7).



Şekil 2.1 Aksiller lenf nodlarına drene olan lenfatiklerin temsili gösterimi



Şekil 2.2 Aksiller Lenf Nodları

2.3 Lenfatik Sistemi Oluşturan Yapılar

Lenfatik sistem yapıları lenfatik damar, lenfatik doku ve lenfatik organlardan oluşur. Bu yapıların organizasyonu ile lenfatik sıvı interstisyel boşluktan toplanarak kan dolaşımına tek yönlü geri dönüşüm sağlanır.

Lenfatik sistemde kılcal damarlar, toplayıcı damarlar, lenf düğümleri, trunkus ve duktuslar olmak üzere beş ana kanal mevcuttur. Boyutları 10 μm ile 2 mm çap arasında değişmektedir. İnterstisyel sıvı lenfatik kılcal damarlara girdiğinde lenf oluşur. Daha sonra kılcal damarlardan en az bir fakat genellikle birkaç lenf nodu kümesinden geçen lenf toplayıcı damarlarına akar. Toplayıcı lenf damarları, lenf düğümlerine hem lenf sıvısı getirir hem de lenf nodlarından lenf sıvısını uzaklaştırarak daha büyük trunkuslara doğru akar. Trunkusların birleşmesi ile venlere açılan duktuslar oluşur ile lenf sıvısı kan dolaşımına geri dönüşümü sağlanır ve sıvı taşıma sirkülasyonu tamamlanır.

2.3.1 Lenfatik Kapiller

Lenfatik kılcal damarlar genellikle kör uçlu damarlardır, ancak birbirine bağlı damarların bir pleksusu olarak da gözlenir. İlk lenfatik ağ içindeki lenf, yerel hidrostatik kuvvetler tarafından dayatılan yönlerde akmakta serbesttir ve çözünenler damarlar içinde serbestçe yayılabilir. Prekollektör, ilk lenfatik ağdan tek yönlü bir intraluminal kapak ile ayrılır. Lenfatik kılcal damarların morfolojisi geniş ölçüde değişebilir bu doku konumuna ve türüne bağlıdır. Örneğin insan derisinde, başlangıç lenfatikleri tipik olarak 35-70 µm çapındadır ve birbirine bağlı ağlar oluşturur (8).

Lenfatik kılcal damarlar, sıklıkla belirsiz bazal lamina ile tek bir endotel hücre tabakasından oluşur (9). Doku kesitlerinde, başlangıçtaki lenfatiklerin endotel hücreleri büyük ölçüde kılcal damarlarınkine benzemektedir ve klasik histolojide lenfatik kılcal damarlar farklı luminal boyutlarına göre kan kılcal damarlarından ayırt edilir. Ayrıca hücrelerin konturları genellikle dalgalı bir seyir ve hem luminal hem de abluminal olarak yansıyan sitoplazmik süreçlere sahiptir (9). Kedi dili, fare trakeası, sıçan mezenterisi, sıçan ince bağırsağı, sıçan uterusu ve insan bademciklerindeki başlangıç lenfatiklerinin morfolojisi nispeten düz, "meşe yaprağı" şekline sahip özel endotel hücrelerini ortaya çıkarmıştır (10, 11, 12, 13). Yani diğer bir deyişle Lenfatik damarların duvarlarını oluşturan endotel hücreleri sıkıca bağlanmaz, bunun yerine birbirleriyle örtüşür. Bu özelleşmiş endotel hücreleri lenf oluşumu için belirgin fonksiyonel öneme sahiptir çünkü bitişik örtüşen hücreler flep gibi görünen yapılar oluşturur (10, 13, 14). Bu fleplerin, interstisyel sıvıdan lenf oluşumuna izin vermek için mikroskobik tek yönlü kapakçıklar gibi davrandığı hipotezi öne sürülmüştür. Dışarıdaki basınç içeriden daha büyük olduğunda sıvı lenfatik kılcal damarlara girer, içerideki basınç dışarıdan daha büyükse kapaklar kapanır. Schmid-Schönbein ve meslektaşları, başlangıç lenfatiklerin toplanmasında gözlenen sekonder lenfatik kapak olarak adlandırılan luminal kapaklardan ayırt etmek için bu yapılara "*birincil lenfatik kapaklar*" adını vermişlerdir (14, 15, 16, 17). Bu yapılardaki bileşke proteinlerinin lokalizasyonu ile ilgili çalışmalardan elde edilen gözlemler, bunların gerçekten lenf oluşumunu destekleyen birincil kapakçıklar olduğunu desteklemektedir.

Lenfatik kılcal damarlarda perisitler veya düz kas hücreleri tarafından kaplanmaz ve bazal membranları çok az veya hiç yoktur (18).

Normal endotel bariyer bütünlüğünü oluşturmak için gerekli olan yapışkan bir protein olan VE-kadherin ve birkaç sıkı bağlantı proteini (Occludin, Claudin-5, ZO-1, ESAM ve JAM-A) hücre sınırlarında aralıklı olarak lokalize olur ve bitişik başlangıç lenfatik endotel hücrelerini bir arada tutan "düğmeler" gibi davranır. VE-kadherin ve sıkı bağlantı proteinlerinin bulunmadığı yapılarda PECAM-1 ve Lvyel de aralıklı olarak lokalize olur. PECAM-1'in lökosit diapedeziste bilinen bir rolü olduğu için VE-kadherin "düğmeleri" arasındaki bu PECAM-1 bakımından zengin alanların da lenfositlerin başlangıç lenfatiklerine çok az dirençle girebileceği yerler olduğu düşünülmektedir (19, 20).

Lenfatik kılcal damarlar ayrıca çevredeki interstisyel boşluklara çıkıntı yapan ankraj filamentlerine de sahiptir (21). İnsan derisindeki kılcal damarlarında bulunan ankraj filamentlerinin esas olarak fibrilinden oluştuğu ve fokal adezyon kinaz (FAK) ve $\alpha 3\beta 1$ integrin içeren fokal adezyonlar yoluyla hücre dışı matriksten hücre iskeletine bağlandığı bildirilmiştir (22). Bu filamentlerin, interstisyumdan kaynaklanan kuvvetleri lenf oluşumunun fiziksel bir mekanizmasının bir parçası olarak lenfatik endotel hücrelerine ilettiği varsayılmıştır. Endotel hücrelerine etkisi ile birincil lenfatik kapakları açabileceği düşünülmüş olsa da yeterli veri bulunamamıştır.

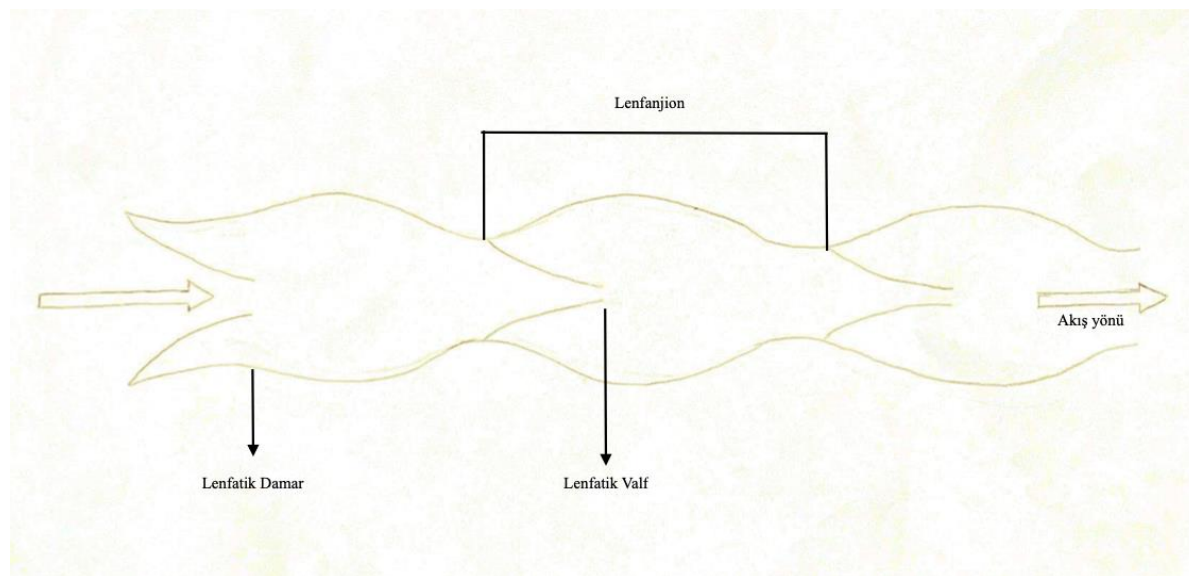
2.3.2 Prekollektör Yapısı:

Prekollektörler, tek bir endotel tabakasından oluşan aynı zamanda başlangıç lenfatiklerine geri akımı önlemek için ikincil kapaklara sahip lenfatik damarlar olarak tanımlanır. Lenfatik kılcal damarların başlangıç tabakasındaki endotel hücreleri prekollektör yapıya doğru meşe yaprağı şeklindeki yapısını kaybederek venöz endotel hücrelerine benzemeye başlaması ile PECAM-1 ve VE- kaderinin sürekli ekspresyonu ile fonksiyonel olarak uzmanlaşmış kanal görevi görürler (8). Düz kas tabakası olmadığından lenflerin prekollektörler içindeki hareketi segmentlerdeki giriş ve çıkış basınçlarına büyük ölçüde bağlıdır.

2.3.3 Toplayıcı Lenfatik Yapısı

Toplayıcı lenfatik damar duvarı, dairesel düz kas hücrelerinin medial bir tabakası ile çevrili bir iç endotelyuma sahiptir. Dendritik hücreler, makrofajlar ve nöronlar gibi toplayıcı lenfatik damar duvarının adventisya tabakasında başka hücre tipleri de tanımlanabilir (23, 24, 25).

Lenfatiklerin toplanmasında da öne çıkanlar, damarları seri olarak bir oda zinciri halinde organize eden periyodik ikinci valflerdir. Bunlar çoğu durumda lenflerin geri akışını önleyen biküspid kapaklardır (26, 27). Her kapak broşürü, apikal tarafları birbirinden uzağa bakacak şekilde katlanmış bir endotel hücresi çift katmanından oluşur. İntraluminal kapak endotel hücrelerinin bazal tarafları, elastin lifleri içeren bir iç destekleyici hücre dışı matriks ile ayrılır (27). İkincil valfler, yarı düzenli aralıklarla toplanan lenfatik bir damarın uzunluğu boyunca aralıklı olarak yerleştirilir ve odalar oluşturur. İki ardışık kapak arasındaki her oda, "lenf kalbi" anlamına gelen *lenfanjiyon* adı verilen fonksiyonel bir kontraktıl birim oluşturur (28) (Şekil 2.3). Her lenfanjiyon birbirinden bağımsız yukarı ve aşağı akış lenfanjiyonlarıyla organize şekilde birlikte kasılma yeteneğine sahiptir (29). Lenfanjiyonların koordineli fazik kasılmaları, düzgün çalışan ikincil kapakçıklarla uyum içinde, ayakta duran bir bireyde yerçekimi tarafından uygulanan basınç gradyanına karşı lenflerin etkili bir şekilde pompalanmasına izin verir.

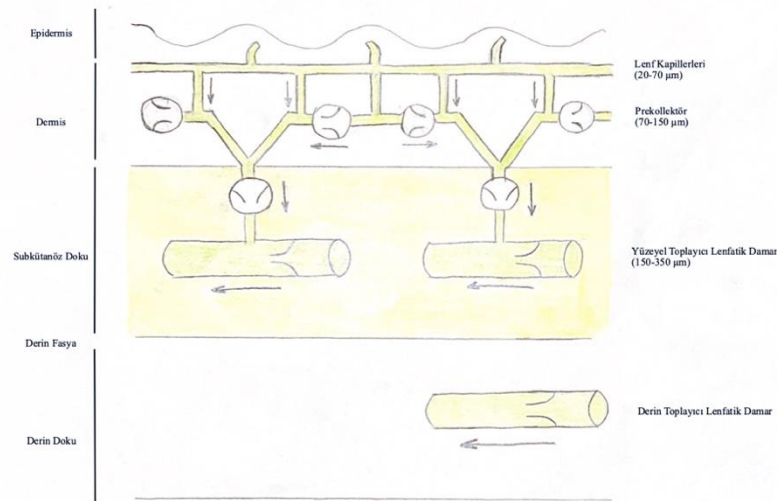


Şekil 2.3 Lenfanjiyon

Lenfatik kılcal damar ve prekollektörlerin aksine, lenfatik toplayıcı damar ağları daha tutarlı bir şekilde düzenlenmiştir. Ağın her çatallanmasında, genellikle bir veya iki ikincil valf bulunur (27).

Birbirine bağlı ağlar gözlemlenebilir, ancak daha az yaygındır. Prenodal (afferent) toplayıcı lenfatiklerin ağları lenf nodlarına açılır. Multipl prenodal toplayıcı lenfatikler bir lenf noduna boşalabilir. Genellikle lenfatik toplayan bir postnodal (efferent) düğümden çıkar.

Toplayıcı lenf damarları yüzeysel ve derin olmak üzere ikiye ayrılır. Yüzeysel lenf damarları deri ve derialtı dokularda yerleşir ve birleşerek derin lenf damarlarına dökülürler. Derin toplayıcı lenfatikler ise fasya superfisyalis ile fasya profunda arasında seyrederek (Şekil 2.4).



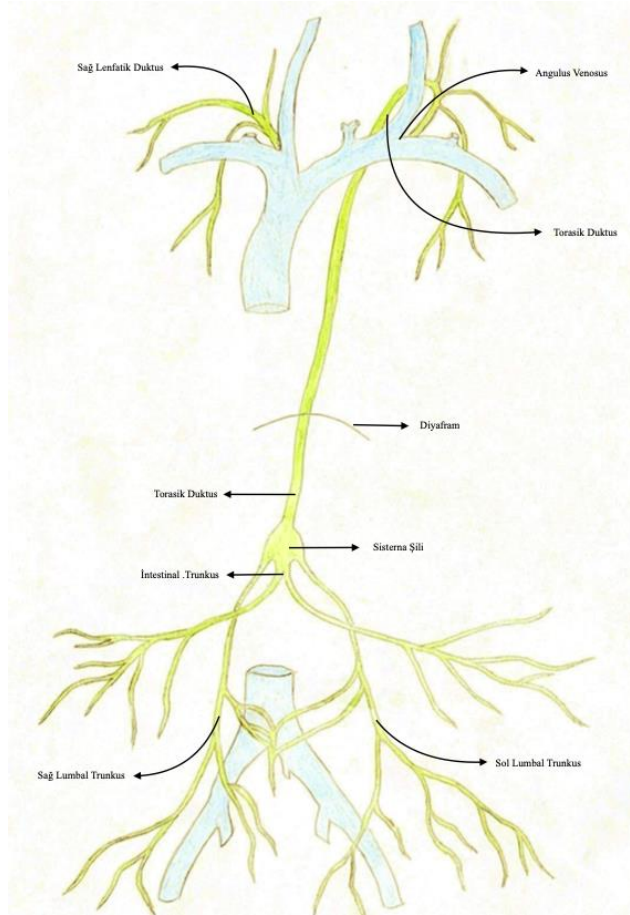
Şekil 2.4 Lenfatik damarların katmanlara göre şematik yerleşimi

2.3.4 Lenfatik Trunkuslar

Lenfatik toplayıcı damarlarının birleşmesi ile oluşan geniş gövdeli lenfatik trunkus yapıları yerleşim yerlerine göre farklı adlandırılırlar. Toplamda 9 tane trunkus mevcut olup lomber, bronkomediastinal, subklavyen ve jugular trunkus yapıları çift olup intestinal trunkus yapısı tek sistemden oluşur (Şekil 2.5). Bölgesel

lenf nod efferent kollektörleri ile primer trunkusları oluşturur. Trunkuslar kalın mural tabakaları dışında yapısal olarak lenf kollektörlerine benzer.

Lenfatik duktuslar trunkusların birleşmesi ile oluşan lenfatik duktuslar venlere açılarak lenf sıvılarının kan dolaşımına geri kazanımı sağlanır. Duktus torasikus ve sağ duktus torasikus (duktus lenfatikus dekster) olmak üzere iki tane duktus sistemi ile insan vücudunda lenfatik sistem kan dolaşıma kazandırılır. Sağ duktus torasikus sağ angulus venosusa; ductus torasikus ise sol angulus venosusa açılır. Sağ lenfatik duktus, baş, boyun ile toraks duvarının kısmını, sağ üst ekstremité, kalbin sağ, sağ akciğeri ve karaciğerin diyafragmatik yüzünün lenfatik drenajını yapmakta olup; diğer vücut kısımlarının drenajı duktus torasikus tarafından drene edilmektedir.



Şekil 2.5 Lenfatik trunkuslar

Lenfatik sistem, kapiller -interstisyel- lenfatik sıvı değişiminden sorumludur; kapiller basınç, negatif interstisyel basınç, interstisyel sıvı kolloid ozmotik basıncı ve plazma kolloid ozmotik basıncısı, kılcal filtrasyonu sağlamada görev alır. Normal kılcal damarların arteriyel kısımları sıvıyı interstisyel boşluklara boşaltır ve bu basınçlar filtrasyonu destekleyen net basınca yol açmaktadır. Bu sıvının çoğu, venöz geri emilimini destekleyen net venöz basınçlar nedeniyle kılcal damarın venöz ucu kısmından kan damarlarına geri dönüşü sağlanırken lenfatik sistem ise geri dönmeyen sıvının interstisyel boşlukta emiliminden sorumludur

Lenfödem, lenfatik akıştaki herhangi bir sebeple interstisyel aralıkta proteinden zengin lenf sıvısı birikimi ile ortaya çıkan patolojik, ilerleyici durumdur.

Lenfödem etyolojisine göre primer ve sekonder olmak üzere iki sınıfa ayrılır; primer lenfödem, lenfanjiyogenezin sonraki aşamasında gelişen lenfatik bir malformasyondur; sekonder lenfödem ise, cerrahi, travma, tümör, enfeksiyon, inflamasyon ve radyasyon tedavisi gibi nedenlere bağlı gelişen lenfatik sistemin işlevsizleşmesi ile karakterizedir

2.4 Lenfatik Sistem Görüntülenmesi

2.4.1 Radyonüklid Lenfosintigrafi

Lenfatik sistem büyük moleküllerin interstisyel aralıktan vasküler sisteme taşınmasına aracılık etmektedir. Radyoaktif bir madde interstisyel aralığa verildiğinde lenfatik kanallarla bölgesel lenf nodlarına taşınması sırasında gama probu ile lenfatik kanalların işlevini ve lenflerin nodal havzalara drenajının izlenmesi yöntemidir.

2.4.2 Manyetik Rezonans Lenfanjiyografi

Lenfatik sistemin yüksek çözünürlüklü anatomik görüntülerini ve lenfödem ile ilişkili yumuşak doku değişikliklerinin ayrıntılı karakterizasyonunu sağlamak için geliştirilmiştir. Lenfatik kanalları venlerden ayırt etmeye yardımcı olmak için, manyetik rezonans lenfanjiyografi sırasında damarların kontrast artışı izole etmek ve bu sinyalleri yeni teknikler kullanarak ortadan kaldırmak için intravenöz verilen bazı maddelerle sağlanabilir (30).

2.4.3 İndosiyanin Yeşili ile Lenfografi

Lenfatik akımın gerçek zamanlı olarak görüntülenmesini sağlayan ve kontrast alerjiler veya metal implantlar nedeniyle manyetik rezonans lenfanjiyografi yapılamayan hastalarda da kullanılabilen indosiyanin yeşil lenfanjiyografi; yakın kızılötesi kamera yardımı ile lenfatik kanallar izlenebilir.

Karakterizasyon ve Metabolizasyon

ICG, 806 nm ışıktaki yakın kızılötesi ışık altında uyarıldıktan sonra floresan, yani ışık yayan bir trikarbosiyanin boyasıdır.

Yakın kızılötesi floresan görüntüleme, ≥ 760 nm'lik yakın kızılötesi dalga boylarında uyarılabilir floresan görüntüleme ajanının uygulanmasını gerektiren giderek kullanımı artan görüntüleme sistemidir (31). Dokular içindeki görüntüleme ajanını uyarmak için doku yüzeylerinin nüfuz eden yakın kızılötesi ışığı ile aydınlatılması üzerine, üretilen floresan yakın kızılötesi floresan görüntüleme sisteminde doku birikimini gösteren iki boyutlu bir görüntü oluşturulur (31).

ICG boyası kızılötesi video kamera sistemlerinin yaydığı yaklaşık 830 nm dalga boyundaki ışık spektrumu ile floresan sinyalleri verir. Bu floresan sinyallere uygun kamera sistemleri ile görüntüleme oluşturulabilmektedir. Bu görüntüleme sistemleri arasında SPY Elite sistemi, IC görüntüleme ve PDE sistemi bulunmaktadır (31).

ICG, intravenöz olarak enjekte edilir ve lipoproteinlere bağlanır. Daha sonra daha küçük floresein molekülünün aksine, interstisyuma minimal ekstrasvazasyon ile vasküler sistemde kalması nedeniyle vasküler sistemin görüntülenmesine imkan tanır (32). ICG anjiyografi yüzeysel vaskülatürü 3-4 mm derinlikte görüntüleyebilmektedir (33).

ICG karaciğerde metabolize olur ve 4 dakika gibi kısa yarılanma süresi özelliği nedeniyle tekrarlayan ölçümlere olanak sağlar

ICG anjiyografi doku perfüzyonunu anatomik bir şekilde inceleyebilse de, araştırmalar perfüzyon ve oksijenasyon arasında doğrusal bir ilişki olmadığını göstermiştir (34). Bu önemli bir ayrımdır çünkü; ICG sadece perfüzyonu incelemesine rağmen, alternatif multispektral reflektans görüntüleme (MSRI) teknolojisi perfüzyonun doğrudan bir yansıması olan doku oksijenasyonunu analiz eder. MSRI, bir prosedür sırasında hastaya enjekte edilecek herhangi bir boya veya izleyici gerektirmez ve 3 mm derinliğe kadar optik penetrasyon sergiler (35).

Klasik anjiyografide kullanılan kontrast maddelerin radyoaktif olması, renal toksisiteye yol açması, ICG kullanımının popülaritesini gittikçe arttırmaktadır. Mikrovasküler cerrahide ve pediküllü flep cerrahisinde preoperatif, intraoperatif ve postoperatif takip sürecinde yaygın olarak kullanımı mevcuttur (36).

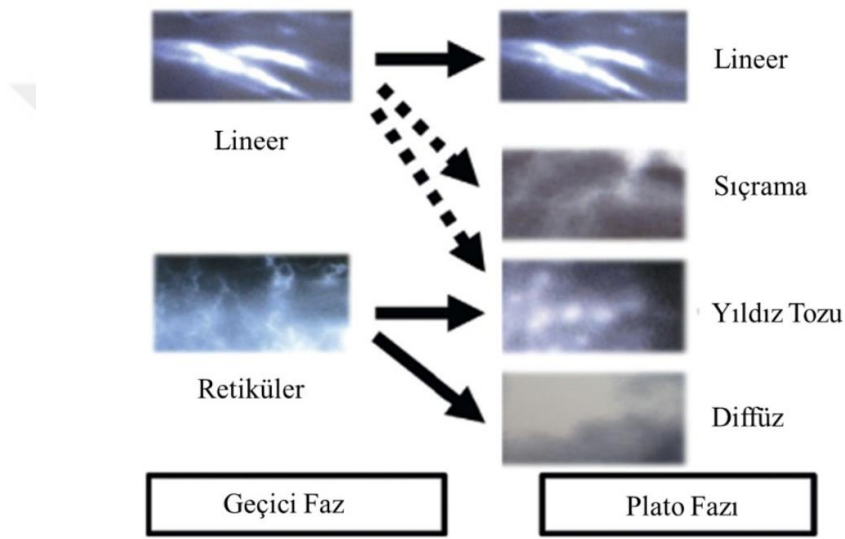
ICG suda yüksek oranda çözünür ve β -lipoproteinlere, özellikle albümine bağlanır. Lenfin yüksek protein içeriği nedeniyle, ICG lenfatik yollarda ve lenf düğümlerinde birikir.

İndosiyanin yeşili lenfanjiyografi lenfatik damarları görselleştirmek ve sentinel lenf nodlarına boşalırken rotalarını haritalamak için kullanılan görüntüleme tekniğidir. ICG boyalı lenf nodları ışık uyarımından 5 dakika sonra görünür hale gelir ve yaklaşık 60 dakika boyunca görünür kalır (37). Cildin 2 santim altına kadar olan lenfe ait yapılar gözlemlenebilir (38). ICG lenfografi sisteminin aksine lenfosintigrafi ile manyetik rezonans yüzeysel ve derin lenfatik sistemi görselleştirebilen görüntüleme yöntemleridir. ICG lenfografinin bu sistemlere göre avantajları arasında; yatak başı kullanılabilirliği, daha düşük maliyetli olması, radyoaktif olmayan kontrast maddesi, statik ile dinamik lenfatik damar ve akışların

gerçek zamanlı olarak tanımlanmasını sağlayan yüksek çözünürlüğü bulunmaktadır (38).

ICG Lenfografi Bulguları

ICG lenfografisinde gözlenen dermal normal geri akım paternleri lineer, anormal paternler ise dermal backflow (DB) olarak adlandırılır. DB retiküler, sıçrama, yıldız tozu ve diffüz olarak 4'e ayrılmaktadır (Şekil 2.6). ICG lenfografi paterni normal lineer paternden anormal DB paternlerine değişir; lenfodemin ilerlemesiyle birlikte DB paternleri sıçrama paterninden, yıldız tozu paternine ve son olarak diffüz desene dönüşür (39).



Şekil 2.6 ICG Lenfografi Bulgular

Lineer patern: Ekstremiteler boyunca uzunlamasına çizgiler şeklinde lenfatikleri temsil eder ve akış normal paterndir.

Retiküler patern: Erken fazda görülür. Plato fazında yıldız ve diffüz patern görünümü verebilir.

Sıçrama patern: Geç plato fazında görülür. Parlak noktalar ve az parlak noktaların bir arada bulunduğu daha çok parlak noktaların baskın olduğu paterndir.

Yıldız tozu patern: Geç plato fazında görülür. Retrograd akımın dermise doğru vertikal olarak uzaması durumunda noktasal yapıları olarak görülür. Yıldız

tozu deseni genel olarak daha az yoğundur, ancak gece gökyüzüne benzer şekilde küçük parlak yoğunluklu alanlara sahiptir

Diffüz patern: Geç plato fazında görülür. Toplayıcı lenfatiklerin tamamen tıkanması durumunda lenfatik akışın dilate olmuş kapiller toplayıcı damarlar düzeyinde horizontal lenf sirkülasyonunu devam ettirmeye çalışması durumunda diffüz patern olarak gözükür (39). Belirli bir alan üzerinde loş benzer yoğunlukta görünür.

2.5 Lenfatik Sistem Cerrahisi

2.5.1 Lenfatiko-Venöz Anastomozlar (LVA)

LVA fazla lenfatik sıvıyı venöz dolaşıma yönlendirmeye yarayan bir bypass operasyonudur. Dermisin derinliklerine giden yüzeysel lenfatik damarlar mikrocerrahi teknikler kullanılarak tanımlanır ve yakındaki venüllere anastomoz edilir. Lenfatik sıvının venöz sisteme yönlendirilmesini kolaylaştırmak için mümkün olduğunca çok sayıda LVA yapılmalıdır.

2.5.2 Lenf Nodu Transferi

Lenfadenektomi veya radyasyon tedavisi sonrası gibi doğal lenf nodu havzalarının işlevsiz olduğu durumlarda, vaskülarize lenf nodu transferi (VLNT), fizyolojik lenfatik drenajı teşvik etmek için zarif bir tekniktir. Kavramsal olarak VLNT vasküler endotelyal büyüme faktörü C'nin üretimi yoluyla lokal lenfanjiyogenezi teşvik ettiği düşünülmektedir (40). Donör lenf nodu için en sık seçilen bölgeler supraklaviküler lenf nodları ve yüzeysel inguinal lenf nodlarıdır. Üst ekstremité lenfödemini için kullanıldığında, etkilenen uzuvdaki lenfatik akışın daha fazla bozulmasını önlemek için kontralateral supraklaviküler lenf nodlarını seçilir (30).

Donör lenf düğümleri genellikle serbest flepler olarak transfer edilir. Bununla birlikte; genital lenfödem vakalarında yüzeysel inguinal lenf nodları, mikrocerrahi ihtiyacını ortadan kaldırarak pediküllü bir şekilde transfer edilebilir (30).

2.5.3 İnterpozisyonel Lenf Flebi Transferi

Lenf nodu transferinin donör bölge lenfödem riski taşıması ve lenfatik anastomozun süpermikrocerrahi teknikler gerektirmeden lenfatik akışın kesintiye uğradığı alana lenfatik akışın mevcut olduğu donör bölgenin bu alana yönlendirilerek lenfatik akışın kesintisiz devamı prensibini esas alır (41). ICG enjeksiyonu ile lenfatik akım yönü kesintiye uğradığı ve akışın mevcut olduğu alanlar tespit edilmesi sonrası akışın devamlılığını sağlamak amacıyla donör bölge transfer edilir.

2.5.4 Ablatif Operasyonlar

Ablatif prosedürler fazla cildi ve/veya deri altı dokusunu çıkarmaya, kütleyi azaltmaya, fonksiyonel durumun iyileşmesini sağlamaya ve hijyeni kolaylaştırmaya hizmet etmeyi amaçlar. Bu operasyonlaa ileri decerede lenfödemli hasta grubunda yani önemli fibroz ve yağ infiltrasyonunun meydana geldiği bir noktaya ilerlediğinde endikedir.

Bu prosedürün ekstremitte distalinde kalan yüzeysel lenfatik drenajı tamamen bozduğunu ve mevcut lenfödemini özellikle ayakta önemli ölçüde şiddetlenebileceği belirtilmektedir.

2.6 Üst Ekstremité Vasküler Anatomisi

2.6.1 Üst Ektremite Arterlerinin Anatomisi

Arkus aorta

Üst ekstremité vasküler sistemi aort arkında başlar. Yirmiden fazla aort arkı varyantı tanımlanmış olup, hastaların yaklaşık %70-85'i içeren en yaygın konfigürasyon 3 ana gövdeyi içerir: brakiosefalik (innominat), sol ortak karotis ve sol subklavyen arterler (42). İkinci en yaygın oluşum, brakiosefalik ve sol ortak karotis arterin (hastaların yaklaşık% 5-15'i) ortak bir kökenini gösterir (42).

Subklavyen Arterler

Sağ subklavyen arter genellikle brakiosefalik arterden, sol subklavyen arter ise aort arkından köken alır. Genellikle subklavyen arterden beş ana dal çıkar: vertebral, internal torasik, tiroservikal trunkus, kostoservikal trunkus ve dorsal skapuler arter.

Aksiller Arter

Aksiller arter, birinci kostanın lateralinde subklavyen arterin devamıdır. Başlıca dalları superior torasik, torakoakromiyal trunkus, lateral torasik, subskapuler ve anterior/posterior circumfleks humeral arterlerdir.

Brakiyal Arter

Aksiller arter, teres major'un inferior sınırında brakiyal arter haline gelir ve medial kol boyunca median sinire yakın bir yerde devam eder. Distalde derin brakiyal arter ve superior/inferior ulnar kollateral arterleri vererek; radyal rekürren arter (derin brakiyal artere retrograd akabilir), anterior ulnar rekürren arter (inferior ulnar kollateral artere) ve posterior ulnar rekürren (superior ulnar kollateral artere) dahil olmak üzere dirsekte önemli bir vasküler ağa katkıda bulunur. Antekübital kriz distalinde brakiyal arter radyal ve ulnar arterlere çatallanır.

Ulnar Arter

Ulnar arter, medial önkol boyunca fleksör karpi ulnaris'in derinliklerine kadar uzanır. Bazen yüzeysel olarak aksiller veya brakial arterden kaynaklanabilir, ancak önkolun proksimal ve orta üçte birinin birleşme noktasında ulnar sinir ile sürekli olarak hareket eder. Ulnar arter, dirsek ve üst kola retrograd akış sağlayabilen anterior ve posterior ulnar rekürren dallar verir.

Radyal Arter

Radyal arter, brakial arterden dallandıktan sonra brakiyoradyalise kadar uzanır. Brakiyoradyalis ile fleksör karpi radyalis arasında el bileğinin distaline devam eder. Proksimalde, dirsek bölgesini besleyen radyal rekürren arteri verir. Distalde ise, radyal arterden gelen dallar anterior ve posterior interosseöz arterlerle ulnar arter anastomoz kurar. El bileğinde, radyal arter ekstansör pollicis brevis ve longus tendonlarının altından dorsoradyal bir yönde geçer ve ilk dorsal interosseöz kasın iki başı arasında geçer. Avuç içinde radyal arter, addüktör pollicis üzerinden geçer ve derin palmar kemerini tamamlamak için ulnar arterin derin palmar dalına ulaşır.

El arkı ve Dijital Arterler

Radyal ve ulnar arterler ele doğru devam eder oldukça değişken bir iletişim ağı sağlayan 3 ana kemer oluşturur. İlk olarak, yüzeysel palmar ark (büyük ölçüde ulnar arterden beslenir) genellikle 3 veya 4 ortak dijital artere yol açar. İkincisi, derin palmar ark (büyük ölçüde radyal arterden beslenir) 3 ile 4 palmar metakarpal arteri sağlar. Dorsal ark ise dorsal metakarpal arter sistemi sağlar. Bu anastomoz arkı radyal veya ulnar arterlerin herhangi birinde oklüzyon oluşumunda arteriyel dolaşımın diğer arter üzerinden olmasını sağlar.

2.6.2 Üst Ekstremitte Venlerinin Anatomisi

Üst ekstremitede bulunan derin venler arterlere eşlik eden yapılar olup birbirleriyle ilişkili çift yapılardır. Alt ekstremiteden farklı olarak kolun baskın venöz drenaj yüzeyel ven sistemi tarafından sağlanır. Yüzeyel ve derin venöz sistem arasındaki bağ, perforan venler ile sağlanır. Burdaki kapakçıklar sayesinde akış daima yüzeyel venden derin vene doğrudur. Yüzeyel venler cilt altı doku da yüzeyel ve derin fasyanın arasında bulunur. Yüzeyel venin duvarları derin venlere göre daha kalındır.

Sefalik Ven

Rete venosum dorsale manustan başparmak hizasında başlayarak önkol distalinde ventral yüze doğru döner. Fossa kübital distalinde median kübital ven dalını verir. Kolda sulkus bisipitalis lateralde devam ederek trigonum deltopektoralde de klavipektoral fasyayı delerek fossa aksillarisde vena aksillarisle bağlanır.

Bazilik ven rete venosum dorsale manus medialinde başlayarak önkol distalinde dorsalden ventral yüze doğru geçer. Kübital fossa distalinde median kübital ven ile birleşir. Muskulus biceps braki ile pronator teres arasındaki olukta çıkarken brakial arteri çaprazlar. Humerus orta hatta fossa aksillarisini delerek aksiller vene dökülür

Vena Mediana Antebraki

Elin palmar yüzündeki yüzeyel ven pkesusunu drene ederek genellikle median kübital vene, bazende bazilik vene açılır. Dirsek eklem distalinde ikiye ayrılarak basilik ve sefalik venlerin ikisine de açılabilir.

Rete Venosum Dorsale Manus

Dorsal dijital venlerin birleşmesiyle 3 adet dorsal metatarsal ven oluşur. Dorsal metatarsal venler birleşerek rete venosum dorsale manusu oluşturur.

Aksiller Ven

Brakial venin devamı niteliği taşıyan aksiller ven 1.kostanın laterali itibariyle subklavyen ven adını alır. Skalen kasların ön tarafında medialde internal

juguler venle birleşerek brakiosefalik ven oluşur. Eksternal juguler ven subklavyen ven ile birleşir. Lenfatik duktus internal juguler ven-subklavyen ven birleşim yerinde lenfatik venöz sisteme açılır. Vertebral, internal mammarian, superior interkostal, birinci posterior interkostal ve inferior tiroideal venler brakiosefalik vene dökülen ana yapılardır. Birinci kostosternal eklem hizasında her iki brakiosefalik ven birleşir ve superior vena kavayı (SVK) oluşturur. Azigos veni süperior vena kavanın sağ atriuma açıldığı bölgede süperior vena kavaya dökülür. Brakiosefalik ven ve süperior vena kava kapakçık içermez.

Derin Venler

Aksiller, brakial, radyal ve ulnar venler üst ekstremitenin derin venlerini oluşturur ve aynı isimli arterlere eşlik ederek birlikte seyir gösterirler. Dijital palmar venlerinin birleşmesi ile oluşan derin palmar ven arkından lateralde radyal, medialde ulnar ven sistemi aynı isimli arterlere eşlik eden duplike yapılardır. Ulnar ve radyal ven dirsek eklemin hemen üstünde birleşerek brakial veni oluşturur. Brakial ven teres major kasının alt kısmını geçmesi sonrasında aksiller ven adını alır.

2.7 Üst Ekstremit Vasküler Görüntüleme Yöntemleri

Noninvaziv görüntüleme yöntemleri üst ekstremit vasküler hastalıkların tanısında önemli rol oynamaktadır (43). Bu çalışmalar arasında lazer doppler flowmetre ve perfüzyon görüntüleme, dijital pletismografi, ultrasonografi vb. yer almaktadır (43). BT anjiyografi ayrıca üst ekstremitenin vasküler görüntülemesi için hızlı, invaziv olmayan özellikle travma ortamında yararlı olan bir seçenektir. Manyetik rezonans anjiyografideki son gelişmeler, radyasyon içermeyen dinamik yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlar. Noninvaziv çalışmalar büyük damar görüntülemeye düşük morbidite alternatifleri sunsada, anjiyografi üstün küçük damar (yani palmar ark ve yaygın ve uygun dijital arterler) görüntülemesi sağlar. Bu nedenle kontrastlı arteriyografi vasküler hastalıkların teşhisinde altın standart olmaya devam etmektedir.

2.8 Organ Nakli

2.8.1 Solid Organ Nakli

Organ nakli, canlı veya beyin ölümü gerçekleşmiş bir vericiden, organ veya doku yetersizliği olan bir hastaya organ, organ parçası veya dokunun nakli ve buna ilişkin organ temin, muhafaza gibi düzenlemeler bütünüdür (44). Organ nakilleri hayat kurtarmak, yaşam süresini uzatmak, yaşam kalitesini yükseltmek ve tedavi amaçlı yapılmaktadır. Bilim ve tıptaki gelişmeler ve nakil sonrası kullanılan immünsüpresif ajanların kullanılmaya başlanması sonucunda organ nakillerinin sayısı hızla artmış; böbrek, kalp, karaciğer, akciğer ve pankreas nakilleri dünya çapında başarıyla gerçekleştirilmektedir.

2.8.2 Kompozit Organ Nakli

Solid organ nakil rejimlerin gelişmesi ile yaşam kalitesini artıran VKDN 'nde başarılı sonuçlar elde edilmiş, 2000'li yıllarda vaskülarize kompozit nakil popülerlik kazanmaya başlamıştır.

Kompozit dokular, ektoderm veya mezodermden kaynaklanan dermis, yağ dokusu, kas, tendon, sinir, lenf nodu, kemik, kemik iliği, kan damarları ve bunların kombinasyonlarından oluşur (45). Başka bir deyişle, VKDN değişen antijenik yüklere sahip farklı dokulardan oluşan vaskülarize birimi temsil eder. (46). VKDN olarak rahim, karın duvarı, gırtlak ve penis nakilleri ile yüz ve ekstremitelerinde uygulanmaktadır.

İlk katı organ nakli 1954 yılında yapılmıştır, ilk kol nakli denemesi 1964 yılında Ekvador'da yapıldı (46). Uzun yıllar deride gözlenen yüksek antijenik reaksiyonlar nedeniyle VKDN ameliyatlarının yoğun olarak uygulanabileceği düşünülmemiştir (47). İlk el naklinin olumsuz sonuçlarının ardından 1998 yılında bağışıklık sistemini baskılayan ilaçların modernizasyonu ile Fransa'da ilk başarılı naklin gerçekleşmesi ile teorik olarak uygulanabilir görünen VKDN ameliyatlarını pratik uygulaması ile literatüre girmeye başladı (48). Türkiye de 2010 yılında başarılı bilateral kol nakli ile ilk VKDN gerçekleşmiştir (49). Ülkemizde ilk yüz

nakli 2012 yılında gerçekleştirilmiştir (45). Dünya’da ilk başarılı rahim nakli ülkemizde Ömer Özkan ve ekibi tarafından 2011 yılında gerçekleştirilmiştir (50). VKDN artan klinik deneyler nedeniyle daha iyi karakterize edilmeye başlanmıştır

Hayat kurtaran solid organ allogreftlerinin aksine, bunlar hayatta kalmak için kesinlikle gerekli olmasa da yaşam kalitesini artırmak için önemlidir.

Kol Nakli

Nakledilen el, uygun bir immünsüpresif rejimin olmaması nedeniyle ameliyat sonrası 2 hafta sonra reddedildi ve kesildi. Modern el nakli dönemi 1998 yılında ilk tek taraflı el nakli ile başlamıştır. Hastanın immünsüpresif rejime uyumsuz olması nedeniyle nakledilen uzuv 27 ay sonra kesildi (48). Bir yıl sonra, Louisville ekibi, uzun vadeli bir başarı elde etmek için tek el naklini dener. İlk çift el nakli Ocak 2000’de Fransa’da gerçekleştirildi (51).

Teknik ve fonksiyonel olarak, bir el allogreft transferi üst ekstremité replantasyonundan daha uyumlu olarak kabul edilir, bu nedenle daha önceki çeşitli çalışmalarda bildirildiği gibi ekstremité transplantasyonunda hızlandırılmış aksonal rejenerasyonun avantajı ile uygun bir amputasyon bölgesinde sağlam, iyi korunmuş bir uzuv sağlama imkanı sunar (49).

2.9 Üst Ekstremité Rekonstrüksiyonu

Üst ekstremitéde makine yaralanması ve motorlu araç kazasının neden olduğu karmaşık yumuşak doku defektleri yaygındır (52). Bu yaralanmalar genellikle tendon, sinir ve kemik gibi açıkta kalan hayati yapıları ortaya çıkararak cerrahi onarımı zorlaştırır (53, 54). Uzun vadeli sakatlığa ve kötü fonksiyonel sonuçlara yol açabileceğinden iyi yönetilmesi gerekmektedir. Açıkta kalan hayati yapıların kapatılmasının, üst ekstremité fonksiyonel rehabilitasyonunun erken başlamasına izin verdiği bilinen bir gerçektir (55).

Radyal arter flebi ve posterior interosseöz perforatör flebi gibi benzer ile benzer ile onarma prensibi için uygun lokal flepler, üst ekstremité rekonstrüksiyonu için idealdir. Ancak bu fleplerin boyutları büyük defektler için uygulamalarını

kısıtlayıcıdır (56, 57). Serbest flepler, sınırlı donör saha morbiditesi avantajı ile büyük defektler için uygun seçeneklerdir (58).

2.9.1 Replantasyon

Acil el cerrahisi ve mikrocerrahi derneğinin yaptığı tanıma göre replantasyon, bir insanın vücudundan tamamen ayrılmış olan bir parmak, el ya da kolun cerrahi müdahaleyle yeniden yerine iade edilmesi anlamına gelir.

El bileği seviyesi üstünden olan kopmaların replantasyonu major replantasyon olarak tanımlanırken; el bileği altından olan kapma replantasyonları minör replantasyon olarak tanımlanır.

Kesilen parçanın orijinal yerine replantasyonu, rekonstrüktif cerrahideki diğer tüm seçeneklerden hem fonksiyonel hem de estetik açıdan kıyaslanamayacak kadar üstündür (59). Replantasyon tekniği, dünya çapında birçok merkezde travmatik hasta bakımındaki gelişmelerle birlikte yol katetmiş olup %80'in üzerinde bir başarı oranı sağlanmıştır (59). Major ve avülsiyon amputasyon yaralanmaları keskin distal amputasyonlardan farklıdır, çünkü yaralanma mekanizması miyogloblin ve enfeksiyöz yüke neden olabilen büyük kas kütlelerini içererek özellikle ciddi morbiditelere ve hatta mortaliteye neden olabilir (59).

Replantasyon kararı, hastanın işlevinin ve genel refahının bir protez cihazından daha iyi olacağına dair kanıtlara dayanılarak verilmektedir. Yeniden dikme kararı verildikten sonra, hasta güvenliği birincil endişe kaynağı haline gelir. Replantasyon için tüm endikasyonlarda hastanın genel sağlık durumu, iskemi zamanı ve doku hasarının seviyesi, tipi ve derecesi dikkate alınmalıdır (60) (61, 62, 63) .

2.9.2 Pediküllü Flepler

Üst ekstremité yumuşak doku rekonstrüksiyonu; omuz, kol, dirsek, önkol, el bileği ve eli içeren çeşitli yumuşak doku defektleri için çok sayıda seçenek bulunduğundan geniş bir konudur. Pediküllü fleplerde birden fazla ameliyat gerekmesi serbest flebe göre dezavantajlarından biridir

Latissimus dorsi kası; uzun nörovasküler pedikülü, büyük boyutu, geniş rotasyon arkı sayesinde üst ekstremité defektlerinde çok yönlü kullanımı mevcuttur. Flebin tünelizasyon yolu ile kullanılması durumunda tek aşamalı cerrahiye izin verir ve bu özelliği sayesinde humerus başı defektlerinde cerrahlar için can kurtarıcı rekonstrüksiyon seçeneğidir. Humerus ve dirsek eklem rekonstrüksiyonlarında sık kullanılır. Torakodorsal pedikülünün tam diseksiyonu ile ön kolun orta ve distal üçte birlik kısmına kadar defekt onarımında kullanılabildiği gösterilmiştir olup bu özelliği ile kombine dirsek ve önkol yaralanmalarında kullanımı mevcuttur (64).

Humerus distali ve dirsek defektlerinde torakoabdominal flep alternatif bir seçenektir (65). Anteromedial ve posteromedial kol defektleri, flep sırasıyla anterior ve posterior olarak yerleştirildiğinde kapatılabilir. Bu flep ile anterior ve posterior kol defektleri onarılabilir, iki aşamalı cerrahi gerektirmektedir.

Latissimus dorsi muskulokutan ve torakoabdominal flep daha büyük defektler için kullanılırken, lateral interkostal arter perforatör flepleri de distal humerus defektleri için kullanılabilir (66).

Dirsek bölgesinde orta ve büyük boy yumuşak doku defektleri, radyal ve ulnar arter bazlı aksiyel fasyokutanöz flepler kullanılabilir. Bu fleplerin dezavantajı donör bölge morbiditesi, tendonların ekspozé olması , duyuşsal anormallikler ve elin ana damarlarının sakrifiye edilmesidir (67). Dirsek eklem defektlerinde random paternli abdominal fleplerde başka alternatifler arasında kullanımı mevcuttur. Ayrıca dirsek eklemine küçük ve orta boy defektlerinde fleksör karpi ulnaris kas flebi kullanılabilir (68).

Ön kolun ventral, dorsal ve kombine defektleri için torakoumbilikal flep uygun bir pediküllü flep seçeneği sunar (69). Sadece 6-8 cm'lik bir periumbilikal tabana sahip posterior aksiller kıvrıma kadar uzanan çok daha uzun bir dikey eksenle kaldırılabilen bu flep paraumbilikal perforatör damarlardan beslenir (70). Donör sahanın primer kapatılabilmesi avantajlarındandır. Önkol distal yüzeyel sirkumfleks arter tabanlı kasık flebi de kullanılabilir.

El, el bileği ve 1. web boşluğunun rekonstrüksiyonu için kasık flebi, posterior interosseöz flep ve ters radyal arter önkol flebi pediküllü flep seçeneklerindendir.

Başparmak rekonstrüksiyonu ve parmak yumuşak doku defektlerinde kasık flebi, küçük ve orta büyüklükteki başparmak defektlerinde de birinci dorsal metakarpal arter flebi veya Moberg flebi tercih edilir. Çapraz parmak/ters çapraz parmak flepleri sırasıyla volar ve dorsal deri defektlerinde kullanılan pediküllü fleplerdir.

2.9.3 Serbest Flep Seçenekleri

Üst ekstremité rekonstrüksiyonunun amacı, fonksiyonun mümkün olduğunca erken ve maksimum düzeyde geri kazanılmasıdır. Yeterli yumuşak doku kapsamı esastır ve mikrovasküler serbest doku transferi sıklıkla kompleks üst ekstremité yaralanmalarının rekonstrüksiyonu için gereklidir

Lokal doku seçeneklerinin yetersiz olduğu durumlarda, serbest bir flep gerekebilir. Çeşitli seçenekler arasında yumuşak doku veya vaskülarize kemik flepleri veya bir ekstremitéyi yeniden yapılandırmak için gereken sağlıklı dokuyu sağlamak için ikisinin bir kombinasyonu gerekebilir. Yaralanmadan sonra parmak veya bilek hareketini yeniden kazanmak için de kullanılabilir, serbest fonksiyonel kas flebi de gerekebilir. Fonksiyonel serbest kas transferi için yaygın endikasyonlar arasında brakiyal plexus yaralanmalarının geç rekonstrüksiyonu, travmatik kas kaybı, Volkmann iskemik kontraktürü, onkolojik rezeksiyona bağlı kayıp gibi motor fonksiyonun konjenital yokluğu sayılabilir (71). Transfer edilecek kas, yeterli fasyaya ve tendona sahip olarak alıcı sahaya uygun nakli gerçekleştirilebilmelidir. Bazı kaslar bu kriterleri karşılar ve fonksiyonel serbest kaslar olarak kullanıma uygundur. Bunlar arasında grasilis, latissimus dorsi, tensor fasya lata, rektus femoris, medial gastroknemius, serratus anterior, pektoralis major ve adduktör longus ile kombine grasilis bulunur. En sık latissimus dorsi ve grasilis kas flebi kullanılmaktadır. Bu kaslardan gracilis, üst ekstremitéde en fonksiyonel serbest kas transferi olduğunu kanıtlamıştır (71).

Anterolateral Uyluk Flebi (ALT)

Profundus femoral arterin dalı olan lateral sirkumfleks femoral arterin inen dalına ait perforatörlerden beslenmektedir. Bu inen dal rektus femoris kası ve lateral

vastus kası arasında seyir gösterir. Bunun yanında perforatörlerin kas içinden gelmesi durumunda flebe lateral vastus kası da dahil edilebilir ya da perforatörler kastan diseke edilerek perforatör flep olarak kullanılabilir.

Bu flep , rektus femoris ve vastus lateralis kasları arasında yer alan lateral sirkümfleks femoral arterin inen dalına ait neredeyse her zaman anterior superior iliak spine ile patellanın süperolateral yönü arasındaki çizginin orta noktasında bulunan bir perforatör bulunur (72). Perforatör, vakaların yaklaşık yüzde 80'inde muskulokutanöz özellik göstererek pedikül 2 mm çapında, 15 cm uzunluğa kadar olabilir.

Flep, tendon rekonstrüksiyonu da gerekliyse, vastus lateralis kası veya tensor fasya lata tendonunun dahil edilmesiyle kimerik bir şekilde de yükseltilebilir.

Duyu kazanımı elde edebilmek için lateral femoral kutanöz sinir flebe dahil edilebilir (73).

Standart flep boyutu 8 × 25 cm'dir, ancak 40 cm'yi aşan flepler, yalnızca bir perforatöre dayalı olarak güvenli bir şekilde çıkarılmıştır (72). Flep genişliği 8 cm'yi geçmiyorsa primer kapatma sağlanabilir (72).

Ayrıca, lateral femoral sirkümfleks damarların inen dalı flebe dahil edilerek ulnar veya radyal arterin sakrifikasyonunun önüne geçmek amacıyla flow trough flep olarak kullanılabilir (74).

Radyal Ön Kol Flebi

El dorsumundaki defektler gibi ince doku gerektiğinde ya da kilolu hastalarda ALT flebinin yeterli incelikte olmadığı durumda radyal ön kol flebi üst ekstremité rekonstrüksiyonunda oldukça sık kullanılan fleptir. Önemli dezavantajlarından biri eli besleyen major iki arterden birinin sakrifiye edilmesini gerektirdiğinden donör saha morbiditesi yaratmaktadır.

Ön koldaki radyal arterin çoklu septokutanöz perforan dalları tarafından sağlanır ve volar ön kolun proksimal üçte birinden distale doğru bilek fleksiyon kırıklığına kadar uzanım gösterir (72). Distal genişlik, ekstansör pollisis longus tendonundan radyal olarak ulnarda ekstansör karpi ulnaris tendonuna kadardır (72).

Ulnar arter ve yüzeysel palmar arkın açıklığı, Allen testi ile bu flep kullanılmadan önce değerlendirilmesi gerekir (72). Diseksiyon sırasında, paratenonun dikkatli bir şekilde korunması greftin tutması için önemlidir. Vaskülarize palmaris tendonu, brakiyoradyalis ve fleksör karpi radyalis kasını birleştirerek kompozit rekonstrüksiyona imkan tanır (72). Duyu sağlamak için flep medial veya lateral antebrakiyal kutanöz sinirler dahil edilerek kullanılabilir.

Latissimus Dorsi Kas Flebi

Anatomisinin güvenilir olması, yeterli pedikül uzunluğu sağlaması ve perforatör diseksiyonuna ihtiyaç duyulmaması avantajlarındandır (75). Geniş yüzeysel alanlarını kaplama potansiyeli ile mükemmel ölü boşluk obliterasyonu sunar. Ayrıca skapular/paraskapular flep, serratus kası veya skapula veya kaburga segmenti ile kombine edilebilir.

Pedikülü subskapular artere ait torakodorsal arterden ve aynı isimli venden kaynaklanır. Pedikül uzunluğu 10 ila 15 cm arasında değişir; arterin çapı 1,5 ila 3,0 mm ve venin çapı 2,5 ila 4,5 mm'dir (72).

Torakodorsal sinirin dahil edilmesi ile nörotize bir flep sağlar

Lateral Kol Flebi

Profunda brakiyal artere ait radyal kollaterali ile kanlanması sağlanan lateral kol flebinin venöz dönüşünden radyal kollateral arter ve posterior dalına ait kominikan venler sorumludur. Donör saha morbiditesinin az olması, tutarlı vaskülariteye sahip olması flep dizaynındaki çeşitliliği sayesinde yaygın kullanımı mevcuttur. Bu flepte, profunda brakinin terminal dalı kullanılmasından kaynaklı el vaskülaritesi açısından tehlike arz etmemektedir. Adipofasyal, fasyokutan,

osteokutan serbest flep olarak kullanımının vaskülarize tendon ve sinir kullanımını da sağlayabilmektedir (76).

Grasilis Kas Flebi

Alıcı damarların pozisyonuna bağlı olarak, anterior deltoid, biceps ve parmak ekstansör rekonstrüksiyonu için kontralateral grasilis; ipsilateral grasilis ile triseps rekonstrüksiyonu tenar rekonstrüksiyonu için tercih edilir (71).

Anatomik olarak simfizis pubis ile medial kondil arasında olarak adduktor longus ve sartorius kaslarının önünde ve arasında semimembranosus kasının arkasında yer alır. Major besleyici arteri medial sirkumfleks femoral arterin inen dalıdır. Motor dalı obturator sinir kökenli olup femoral kutanöz sinir tarafından duyuşal innervasyonu sağlanır. Anatomik değışkenliğinin az olması ve pedikülünün güvenli olması ile kolay öğrenim eğrisine sahiptir (77). Donör saha morbidite azlığı ve skarın medial de kalması flebin avantajlarındanır.

Fibula Flebi

Üst ektremite kemik defektlerinin varlığında kullanılabilen kullanışlı bir fleptir. Cilt adası ile birlikte kullanıldığında defekte eşlik eden cilt defektlerinin kapatılması ve flep monitörizasyon avantajı sağlar. Ayrıca soleus kası flebe dahil edilebilir. Flep, peroneal arter ve ven üzerinden beslenir, bu pedikül fibulanın posteriorundan 4-6 perforatör vererek fibulayı 3-5 santim aralıklara segmental olarak besler (72). Bu beslenme ağı sayesinde fibula osteotomize edilerek defekte uygun şekil verilebilir. Birden fazla bitişik metakarpalın rekonstrüksiyon gerektirdiğı durumlarda, fibulada osteotomiler yapılabilir ve bu da vaskülarize kemiğin çoklu segmentlerinin kusurları doldurmasına izin verir (78). Ayak bileğ i eklemine stabilitesini korumak için distal 8 cm korunmasıyla 25 cm'ye kadar fibula kullanılabılır (72).

2.9.4 Lokal Flepler

Tenar Flep

Çok sayıda kullanım tarif edilmiş olmasına rağmen, bir tenar flep için ideal durum parmağın volar cildi ve distal falanksın üzerindeki pulpayı kaybettiği, ancak kemik ve tırnak plağının çoğunluğunun sağlam olduğu bir durumdur. Tenar flep her zaman iki aşama gerektirir; birincisi flep hasadı ve defekte uygulama içindir ikincisi ise pedikülün bölünmesi ve flep altta yatan alıcı yatağı tarafından vaskülarize edildikten sonra flebin ayarlanması içindir

Parmak ucu yaralanmaları için tenar fleplere özgü komplikasyonlar arasında proksimal interfalangeal eklem fleksiyon kontraktürlerinin gelişimi ve flep donör bölgesinde kalıcı hassasiyet sayılabilir. Bu vasküler pedikülün zamanında bölünmesiyle sınırlandırılabilir. Tenar flep endikasyonlarında sınırlı olmasına rağmen işaret ve orta parmakların major volar parmak ucu amputasyonlarının önemli kemik kaybı olmadan tedavisi için mükemmel bir çözüm sunar.

Çapraz Parmak Flebi

Çapraz parmak flebi, orta ve distal falanksların homodijital ada flebi rekonstrüksiyonuna uygun olmayan büyük palmar defektlerinde kullanışlıdır. Donör bölge tipik olarak bitişik bir basamağın orta falanksının dorsal yönünde üç taraflı yamuk bir flep olarak tasarlanmıştır. Kapağın tabanı, yaralı basamağa en yakın orta eksenel çizgidedir. Kapağın vasküler ağının tehlikeye girmesini önlemek için, orta falanksın tüm uzunluğunu kapsayan bir menteşe ile ekstansör tendon paratenon seviyesinde yükseltilir. Flebi defektin içine diktikten sonra donör bölgeye genellikle ipsilateral medial koldan, kasıktan veya hipotenar eminanstan tam kalınlıkta bir cilt grefti uygulanır. Minimum gerginliği korurken mümkün olduğunca minimum fleksiyonda splintlenir. Flep tipik olarak bölünür ve 2 ila 3 haftalık bir süre sonra resmen yerleştirilir.

Ters Çapraz Parmak Adipofasiyal Flep

Ters çapraz parmak adipofasiyal flebi, orta ve proksimal falanksların dorsal defektlerini tedavi etmek için kullanılır.

Donör bölge tipik olarak çapraz parmak kapağına benzer üç taraflı dikdörtgen bir flep olarak tasarlanmıştır. Ayrım, flebin tabanının yaralı basamağa bitişik olanın aksine ters çapraz parmak kapağındaki yaralı basamağın karşısındaki orta aksinel çizgide olmasıdır. Bu, cildin sadece dermis seviyesine yükseltilmesine izin vererek altta yatan yağ ve deri altı dokusunu bırakır. Daha sonra ters yönde yükseltilir, böylece bu deri altı flebin menteşesi parmak kusuruna bitişiktir. Subkutan dokunun bu flebi defektin içine dikilir ve daha sonra flep üzerine tam kalınlıkta bir cilt grefti uygulanır. Başlangıçta donör basamağından yükseltilmiş menteşeli tam kalınlıktaki deri, daha sonra öncelikle donör basamağı ekstansör paratenon üzerine geri dikilir.

V-Y İlerletme Flebi

V-Y flebi, altta yatan deri altı dokusuna dayanan V şeklinde bir flebi harekete geçirerek defektin tepesindeki cildi kapatılması ile distal parmak ucu defektlerinde sıklıkla kullanılan rastgele paternli lokal ilerleme flebidir. Dorsal yumuşak defekt yerine palmar alanda kullanılmalıdır.

Homodijital Ada Flebi

Aynı parmaktan vasküler pedikülü ile hazırlanan flep çeşididir. Dijital sinir bazen dahil edilir.

Birinci Metakarpal Arter Ada Flebi

Bu flep ilk dorsal metakarpal artere dayanır ve gerekirse radyal artere kadar diseke edilebilen fasyokutan fleptir (79). Başparmak ucunun büyük defektleri ve el dorsumunun defektlerinde kullanımı yaygındır. Kimerik bir flep oluşturmak için dorsal radyal duyu siniri ve ekstansör indisis proprius kası dahil edilebilir (80).

Moberg Flebi

Her iki dijital artere dayanan başparmağın bipediküllü fasyokutanöz ilerleme flebidir. Genellikle 1,5 ila 2 cm boyutundaki başparmak ucu kusurlarının örtülmesi için kullanılır (80). Bir ada flebi oluşturarak ve donör bölgeye bir cilt grefti yerleştirilerek erişimi uzatılabilir. Her iki uygun dijital sinir de flebe dahil edilerek başparmak hissi kazanımına imkân sağlar.

Ters radyal önkol flebi, elin büyük defektlerini örtmek için radyal arter üzerinde yükseltilebilen fasyokutanöz, adipofasyal veya osteokutanöz bir fleptir. Flep 10 × 20 cm'ye kadar olan defektleri kapsayabilir ve uzun pedikülü nedeniyle proksimal interfalangeal eklemlere ulaşabilir (80). Önkoldaki flebin tasarımı kritiktir, cilt perforatörlerinin çoğunluğu distal önkolda ortaya çıkar. Bu flep radyal arterin feda edilmesini gerektirdiğinden ameliyat öncesi bir Allen testi gereklidir. Ters ulnar arter fasyokutanöz flep de ters radyal önkol flebi ile benzer şekilde kullanılabilir. Bununla birlikte, bu flep genellikle baskın olan ulnar arteri feda etme ihtiyacı ve radyal arter ile karşılaştırıldığında bulunan ulnar arter deri perforatörlerinin sayısının azalması ile yaygın bir şekilde benimsenmemiştir (80).

Ters posterior interosseöz arter flebi elin rekonstrüksiyonu için üçüncü bir fasyokutanöz ön kol bazlı seçenektir. Önkolun dorsumunun üzerinde yer alan bu flep, ekstansör karpi ulnaris ve ekstansör dijiti minimi arasında bulunan posterior interosseöz arterden perforatörlere dayanır (81). Bu flebin pivot noktası posterior interosseöz arterin anterior interosseöz arter ile anastomoz yaptığı distal radyoulnar eklemin yaklaşık 2.5-3 cm proksimalindedir (80). Bu flep, eli besleyen ana kan damarlarından birinin sakrifikasyonu olmadan ön kol bazlı bir flebin kullanılmasına izin verdiği için önem kazanmıştır.

3.GEREÇ VE YÖNTEM

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi kliniğinde 01.01.2010 ve 01.01.2022 tarihleri arası operasyonu gerçekleştirilmiş 4 bilateral kol nakli hastasının verileri çalışmaya dahil edilmiştir. Major üst ekstremité replantasyon öykülü 3 hasta ile ekstremité malignitesi insizyonel biyopsi tanı konmuş ancak ekstremitéde başka işlem öyküsü olmayan 6 hastanın ICG lenfografi görüntüleri kontrol grubu olarak sınıflandırılmıştır. Bilateral kol nakilli M.S adlı hasta Şubat 2023'te meydana gelen depremde vefat ettiği için çalışmadan çıkarılmıştır.

Bu hastalarda ICG lenfografi görüntüleri kullanılmıştır. Yapılan ICG lenfografi, üretici önerileri uyarınca ve güncel literatüre uygun olarak 0,2 ml ICG solüsyonu (0,5 mg ICG) subkutan olarak el dorsalinde 1. ve 4. web aralıklarına ventralde el bilek hizasının 1 cm üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu enjeksiyonların yerleri, Suami ve ark. tarafından tanımlanan lenfözom kavramına dayanmaktadır (3). Enjeksiyon sonrasında manipüle edilmemiş ayrıca masaj yapılmamıştır. Transplantasyon ve replantasyon hastalarında enjeksiyon sonrası ilk 5. Ve 10. dakika çekimi sonrası 1 saat 10 dakika ara ile, sonrasında 15 dakika ara ile 3 saat sonrasında ise her saatte bir 12. saate kadar ICG lenfografi ile görüntülenmiştir. Hastaların görüntüleri 12. Saat sonrasında 24 saate kadar 4 saatte bir alınmıştır. Ekstremité de malignite tanılı hastalarda enjeksiyon sonrası ilk 5. Ve 10. dakika çekimi sonrası 1 saat 10 dakika ara ile, sonrasında 30 dakika ara ile 3 saat değerlendirilmiştir. Elde edilen görüntüler bu çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. ICG lenfografik görüntüleme ile hastalardaki lenfatik akım paternleri literatüre uygun olarak sınıflandırılmıştır (39).

Transplant alıcılarında mevcut olan anormal lenfatik fonksiyonu tanımlamak için, normal bireylerde üst ekstremité lenfatik fonksiyonunu anlamak kritik öneme sahiptir. El ve önkoldan kaynaklanan üç ana yüzeysel lenfatik yolak, enjeksiyondan hemen sonra gerçek zamanlı olarak tutarlı bir şekilde tanımlanmış ve kaydedilmiştir. Üst ekstremitenin yüzeysel lenfatik sistem anatomisi tanımlanırken Granoff ve ark. (2) tarafından yapılan çalışma referans alınmıştır.

Medyan kanal, volar önkol enjeksiyonundan kaynaklanan kanal olarak tanımlanmıştır. Radyal kanal, ilk web alanı enjeksiyonundan kaynaklanan kanal olarak tanımlanmıştır. Son olarak, ulnar kanalı dördüncü web alanı enjeksiyonundan kaynaklanan yol olarak tanımlanmıştır. Bu yolakların üst kola devam etmesi medial ve/veya lateral kanallar olarak sınıflandırılmıştır. Lateral üst kol kanalları, lateral üst kolda sefalik ven boyunca akan (enjeksiyondan önce ultrasonografi ile tanımlanan) kanallar olarak tanımlanmıştır. Medial üst kol kanalları, medial üst koldaki bazilik ven boyunca seyreden kanallardır. ICG lenfografi yolakları belirlenmesi sonrasında izlenen yolaklar hasta cildi üzerinde çizimi yapılarak incelenmiştir.

Vasküler yapılarıdaki anatomik ve fonksiyonel değişikliklerin belirlenebilmesi amacıyla tranplantasyon ve replantasyon hastalarında alıcı ve donör damarlar Aplio i800 doppler ultrasonografi cihazı ile aynı radyoloji doktoru tarafından değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Hasta 1 kol nakli operasyonunu Kasım 2019 tarihinde olmuştur. Alıcı, 2015 yılında elektrik yanığı ardından her iki önkol amputasyonuna maruz kalan 25 yaşında bir erkekti. Her iki amputasyon güdüklerinde insizyonları takiben anatomik yapılar eksplere edilmiştir. Sağ kol alıcı brakiyal arter donör brakiyal arter anastomozu takiben arteryel yetmezlik gelişmesi üzerine donörden alınan 4 cm uzunluğundaki safen ven grefti ile anastomoz yenilenmiştir. Alıcı ve donör brakiyal venler anastomozu gerçekleştirilmiştir. Radyal, ulnar, median ve lateral antekubiti sinirleri epinöral onarımla koaptasyonu gerçekleştirilmiştir. Anatomik koşullara bağlı olarak, donör fleksör ve ekstansör tendonlar tek tek veya fonksiyonel gruplar halinde karşılık gelen alıcı tendonlara birleştirilmiştir. Sol kol brakiyal arter mikrocerrahi anastomozu sonrası venöz drenaj, alıcının bazilik veninin donörün bazilik venine ve alıcının sefalik veninin donörün sefalik venine anastomoz edilmesiyle sağlanmıştır. Ek olarak brakiyal arterin eşlikçi venlerinden biri lateral aksesuar vene anastomoz edilmiştir. Median ve ulnar sinir epinöral onarımla koaptasyonu gerçekleştirilmiştir. Anatomik koşullara bağlı olarak, donör fleksör ve ekstansör tendonlar tek tek veya fonksiyonel gruplar halinde karşılık gelen alıcı tendonlara birleştirilmiştir. Toplam iskemi süresi her iki el için yaklaşık 4,5 saat idi.

Hasta 1'e ait ICG lenfografi ve doppler USG bulguları operasyondan 3 sene sonrasına aittir. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 24 saat değerlendirilmiş olup 12. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 15. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 30. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ise ICG dirsek eklemine yaklaşık 20 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 30. dakika da tespit edilmiştir

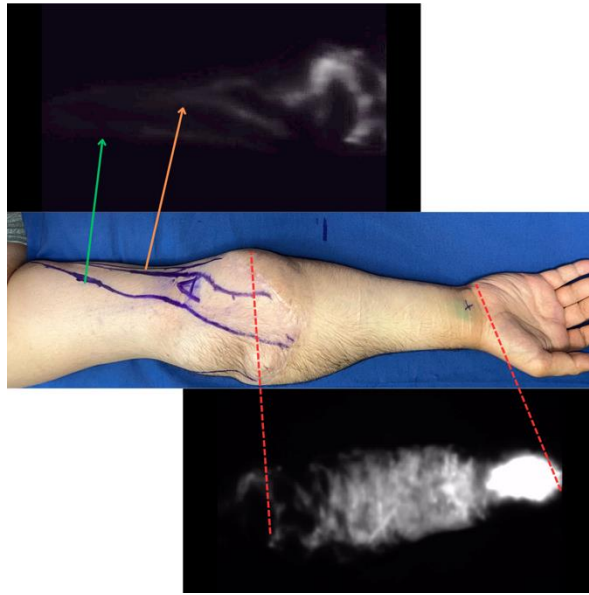
Sağ önkol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal lineer patern olarak izlenememiş olup allogreft boyunca skar hattına kadar stardust paterni ile uyumlu görülmüştür. Stardust paterni proksimale doğru ilerledikçe splash patern özelliği göstermiştir. Alıcı da lineer paternlerle aksillaya doğru lenfatik akış olduğu görülmüştür (Şekil 4.1).

Sağ önkol 1. Ve 4. web aralıklarına ICG enjeksiyonu sonrası lineer patern şeklinde bilek hizasının 3 cm proksimaline kadar devam etmesi sonrasında stardust-

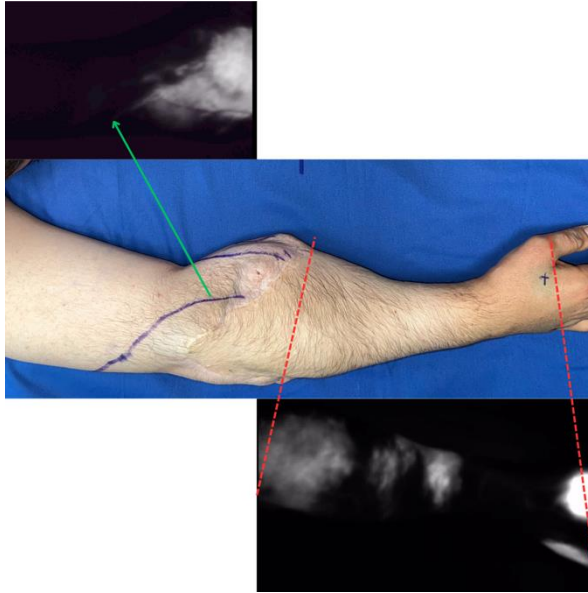
splash paternleri oluşmuş olup skar proksimalinde lateralden aksillaya doğru alıcı dokuda lineer patern görülmüştür (Şekil 4.2).

Sol ön kol volar ICG enjeksiyonu takiben skar hattına kadar stardust paterni hakim olduğu görülmüştür. Skar proksimalinde alıcı dokuda lineer paternler ile aksillaya doğru akış gösterilmiştir (Şekil 4.3).

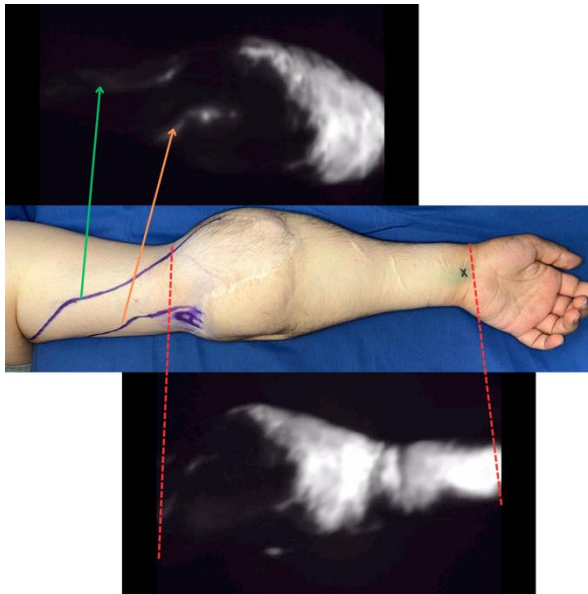
Sol ön kol 1. Ve 4. web aralığına ICG enjeksiyonu takiben skar hattına kadar görülen stardust paterni skar proksimalinde alıcı dokuda lineer patern ile aksillaya akışı görülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.1 Hasta 1'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



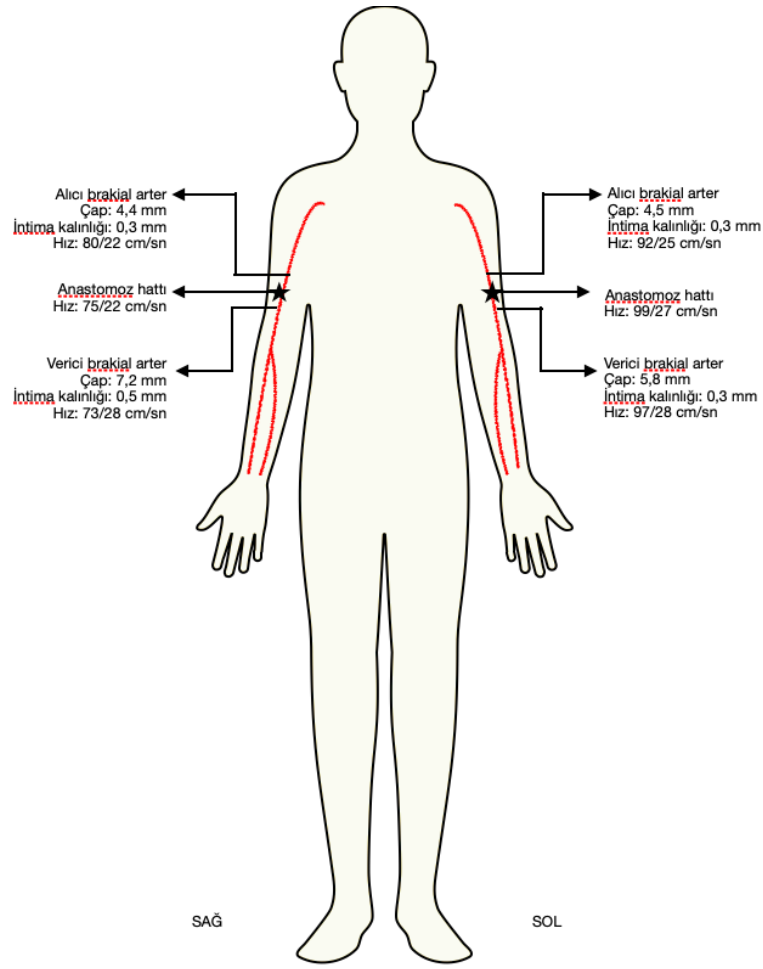
Şekil 4.2 Hasta 1'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



Şekil 4.3 Hasta 1'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



Şekil 4.4 Hasta 1'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



Şekil 4.5 Hasta 1'e ait doppler USG bulgularının şeması

Alıcıya ait sağ kol brakiyal arter ile vericiye ait sağ brakiyal arterlerin anastomozu doppler USG ile incelendiğinde anastomoz hattı 3 cm proksimaline ait alıcı brakiyal arter çapı 4,4 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 80/22 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattında akım hızı 75/22 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattının 3 cm distalinde verici brakiyal arter çapı 7,2 mm, intima kalınlığı 0,5 mm, akım hızı 73/28 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.5).

Alıcıya ait sol kol brakiyal arter ile vericiye ait sol brakiyal arterlerin anastomozu doppler USG ile incelendiğinde anastomoz hattı 3 cm proksimaline ait alıcı brakiyal arter çapı 4,5 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 92/25 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattında akım hızı 99/27 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattının 3 cm distalinde verici brakiyal arter çapı 5,8 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 97/28 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.5).

Hasta 2 kol nakli operasyonunu Haziran 2021 tarihinde olmuştur. Alıcı, 9 yaşındayken dinamit patlaması sonucu ön kol distalinde el bileği seviyesine yakın amputasyon öyküsü olan 33 yaşında erkekti. Her iki alıcı ulna ve radius kemiği ortopedi hekimleri tarafından 2 cm kısaltılarak fiksasyon amacıyla plakları yerleştirilmiştir. Sağ kolunda varyasyon nedeniyle brakial arter humerus orta hattında radyal ve ulnar arter dallarına ayrılmış olduğu gözlenmiştir. Sağ kol alıcı radyal arter donör radyal arterine; alıcı ulnar arteri ise donör ulnar arterine 3 cm ven grefti yardımıyla anastomozu gerçekleştirilmiştir. Alıcı ve vericiye ait sefalik, bazilik venlerin anastomozu gerçekleştirilmiştir. Median ve ulnar sinir epinöral koaptasyonları yapılmıştır. Anatomik koşullara bağlı olarak, donör fleksör ve ekstansör tendonlar tek tek veya fonksiyonel gruplar halinde karşılık gelen alıcı tendonlara birleştirilmiştir. Sol kol alıcının brakial arteri donör ulnar ve radyal arterlerine donörden alınan 20 cm safen ven grefti ile anastomozu gerçekleştirilmiştir. Sol kol median sinir donörden alınan median sinir grefti ile epinöral onarımı gerçekleştirilmiştir. Ulnar sinir koaptasyonu gerçekleştirilmiştir. Alıcı ve verici sefalik, bazilik venlerin anastomozuna ek olarak 1 adet komitan ven anastomozu gerçekleştirilmiştir. Sol ön kolda 15x6 cm boyutlarında doku defekti kadavradan alınan kısmi kalınlıktaki deri grefti ile onarılmıştır. Anatomik koşullara bağlı olarak, donör fleksör ve ekstansör tendonlar tek tek veya fonksiyonel gruplar halinde karşılık gelen alıcı tendonlara birleştirilmiştir. Sağ ön kol sıcak iskemi süresi 47 dk, sağ önkol soğuk iskemi süresi 2 saat 21 dk, sol önkol sıcak iskemi süresi 25 dk, sol önkol soğuk iskemi süresi 2 saat 28 dk olup her iki kol için yaklaşık toplam 3 saattir. Verici 34 yaşında beyin kanamasına sekonder beyin ölümü gerçekleşen erkekti.

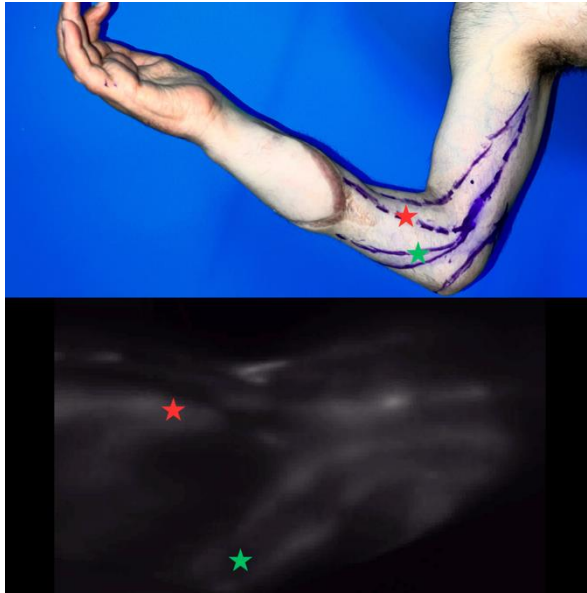
Hasta 2'e ait ICG lenfografi ve doppler USG bulguları operasyondan yaklaşık 17 ay sonrasına aittir. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 24 saat değerlendirilmiş olup 12. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 25. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 40. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 20 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 35. dakika da tespit edilmiştir.

Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonunu takiben alıcı ile allogreft skar hattına kadar stardust paterni sonrasında alıcı dokuda lineer paternler ile aksillaya doğru lenfatik akış görülmüştür (Şekil 4.6, Şekil 4.7).

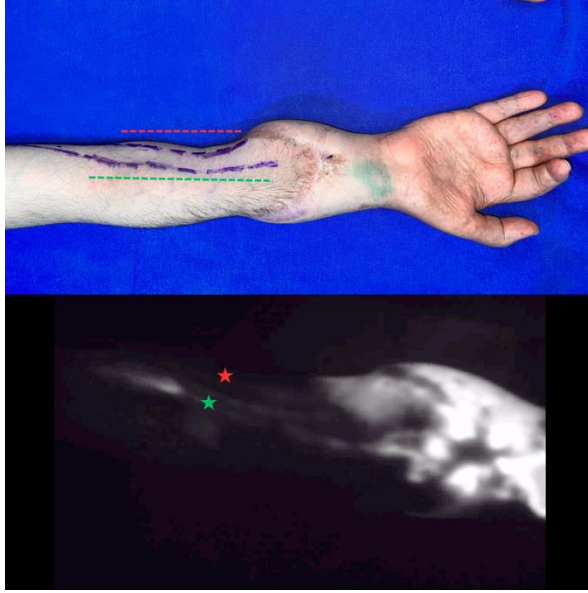
Sağ ön kol 1. ve 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında allogreftte 3-4 cm lineer patern sonrasında skar hattına kadar stardust paterni görülmüştür. Skar hattı proksimalinde alıcı dokuda stardust paterni devam etmiş olup sonrasında lineer akım ile aksillaya akış gösterilmiştir. Bu lineer akım hattı boyunca dorsal yüzden medikaldeki yolaklar ile birleşen birden fazla lineer akım paternleri gösterilmiştir (Şekil 4.8).

Sol ön kol volar ICG enjeksiyonunu takiben stardust paterni insizyon hattı proksimalinde de devam etmiş greft dokusu proksimalinde lineer patern ile aksillaya uzanımı gösterilmiştir (Şekil 4.9).

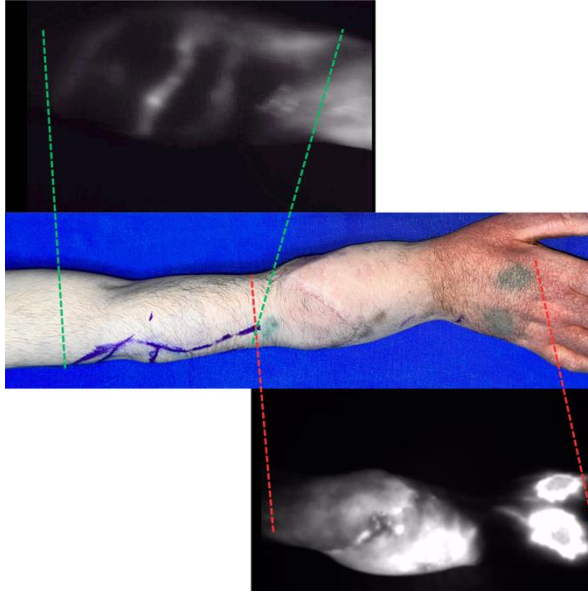
Sol ön kol 1. Ve 4. web aralığına ICG enjeksiyonunu takiben dorsalde skar hattı 3-4 cm proksimaline kadar stardust paterni görülmüş sonrasında ise lineer akım ile aksillaya doğru uzanım gösteren lineer patern izlenmiştir (Şekil 4.10).



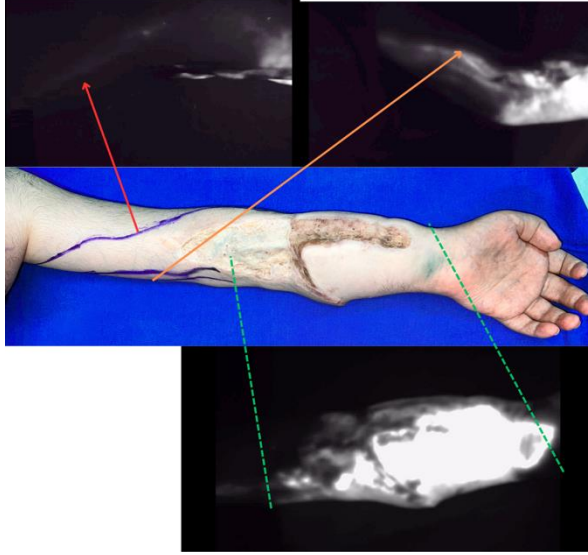
Şekil 4.6 Hasta 2'ye ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimi ile ICG lenfografi görüntüleri aynı renk ve şekillerle eşleştirilmiştir.



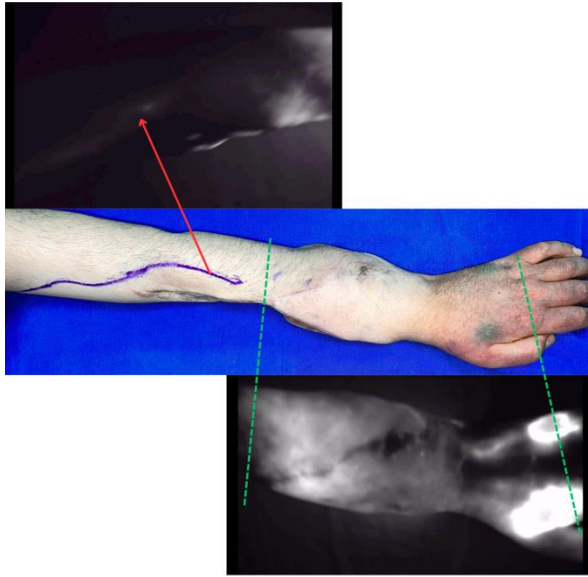
Şekil 4.7 Hasta 2'ye ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



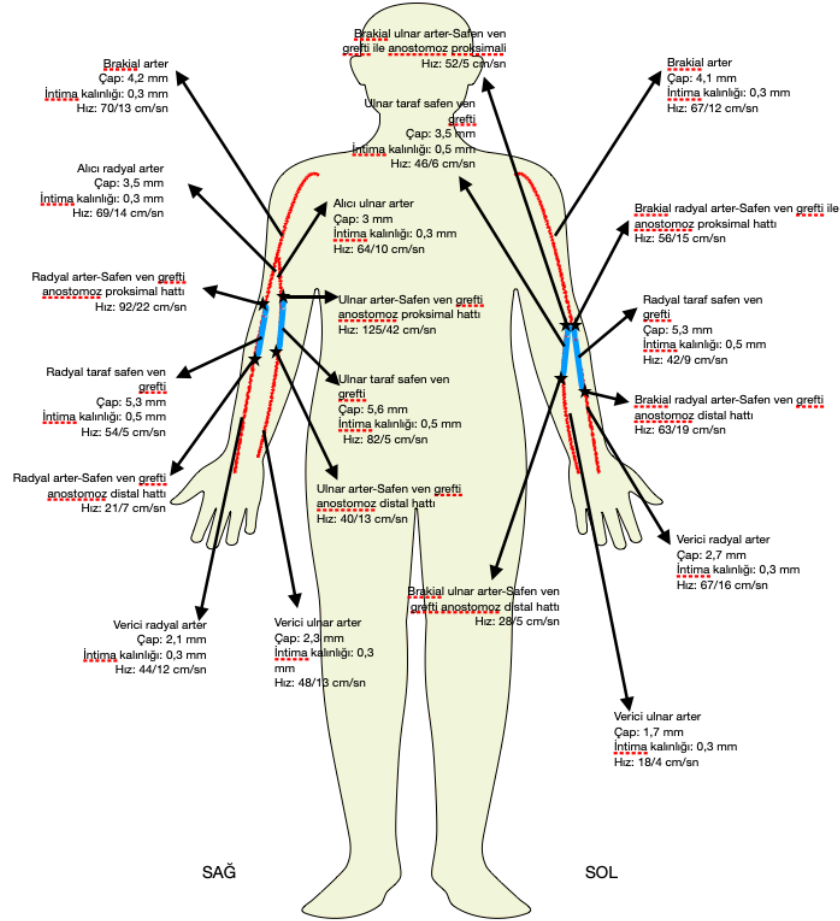
Şekil 4.8 Hasta 2'ye ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



Şekil 4.9 Hasta 2'ye ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



Şekil 4.10 Hasta 2'ye ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



Şekil 4.11 Hasta 2'ye ait doppler USG bulgularının şeması

Alıcıya ait sağ brakiyal arter varyasyon göstermesi nedeniyle humerus orta hattında radyal ve ulnar arter bifurkasyonu göstermektedir. Alıcıya ait brakiyal arter çap 4,2 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 70/13 cm/sn olarak ölçülmüştür. Alıcıya ait radyal arter safen ven grefti aracılığıyla vericiye ait radyal arter anastomozu gerçekleştirilmiştir. Alıcıya ait radyal arter safen ven greft anastomoz 3 cm proksimalinde çap 3,5 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 69/14 cm/sn olarak ölçülmüştür. Radyal arter safen ven grefti anastomoz proksimal hattında hız 99/22 cm/sn olarak ölçülmüştür. Radyal tarafta bulunan safen ven greftinde çap 5,3 mm, intima kalınlığı 0,5 mm, akım hızı 54/5 cm/sn olarak ölçülmüştür. Radyal arter safen ven grefti distal anastomoz hattında hız 21/7 cm/sn olarak ölçülmüştür. Vericiye ait anastomoz hattının 3 cm distalinden ölçülen radyal arter çap 2,1 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 44/12 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.11).

Alıcıya ait ulnar arter safen ven grefti aracılığıyla vericiye ait ulnar arter anastomozu gerçekleştirilmiştir. Alıcıya ait ulnar arter safen ven greft anastomoz 3 cm proksimalinde çap 3 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 64/10 cm/sn olarak ölçülmüştür. Ulnar arter safen ven grefti anastomoz proksimal hattında akım hızı 125/42 cm/sn olarak ölçülmüştür. Ulnar tarafta bulunan safen ven greftinde çap 5,6 mm, intima kalınlığı 0,5 mm, akım hızı 82/5 cm/sn olarak ölçülmüştür. Ulnar arter safen ven grefti distal anastomoz hattında akım hızı 40/13 cm/sn olarak ölçülmüştür. Vericiye ait anastomoz hattının 3 cm distalinden ölçülen ulnar artere ait çap 2,3 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 48/13 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.11).

Alıcıya ait sol kol brakiyal arter safen ven grefti yardımıyla vericiye ait radyal ve ulnar arterler ile anastomoz oluşturulmuştur. Anastomoz hattının 3 cm proksimalinde alıcıya ait brakiyal arter çapı 4,1 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 67/12 cm/sn olarak ölçülmüştür. Alıcıya ait brakiyal arter ile vericiye ait radyal arterin safen ven grefti ile anastomozunu proksimal hattında akım hızı 56/15 cm/sn olarak ölçülmüştür. Radyal tarafta bulunan safen ven greftinde çap 5,3 mm, intima kalınlığı 0,5 mm, akım hızı 42/9 cm/sn olarak ölçülmüştür. Radyal tarafta bulunan safen ven grefti distal anastomoz hattında akım hızı 63/19 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattının 3 cm distalinde verici radyal artere ait çap 2,7 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 67/16 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.11).

Alıcıya ait brakiyal arter ile vericiye ait ulnar arterin safen ven grefti ile anastomozunu proksimal hattında akım hızı 52/5 cm/sn olarak ölçülmüştür. Ulnar tarafta bulunan safen ven greftinde çap 3,5 mm, intima kalınlığı 0,5 mm, akım hızı 46/6 cm/sn olarak ölçülmüştür. Ulnar tarafta bulunan safen ven grefti distal anastomoz hattında akım hızı 28/5 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattının 3 cm distalinde verici ulnar artere ait çap 1,7 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 18/4 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.11).

Hasta 3 kol nakli operasyonunu Eylül 2010 tarihinde olmuştur. Alıcı, 2008 yılında bir tarım kazasının ardından her iki elinin de amputasyonuna maruz kalan 28 yaşında bir erkek idi. Güdük düzeyi sağda proksimal önkolun 1/3'ü, solda distal önkolun 1/3'ü idi. Verici trafik kazası sonrası kardiyak arrest geçiren 23 yaşında erkek idi. Tüm cerrahi prosedürler Dubernard ve ark. tarafından tarif edilenlere benzer şekilde gerçekleştirilmiştir (51).

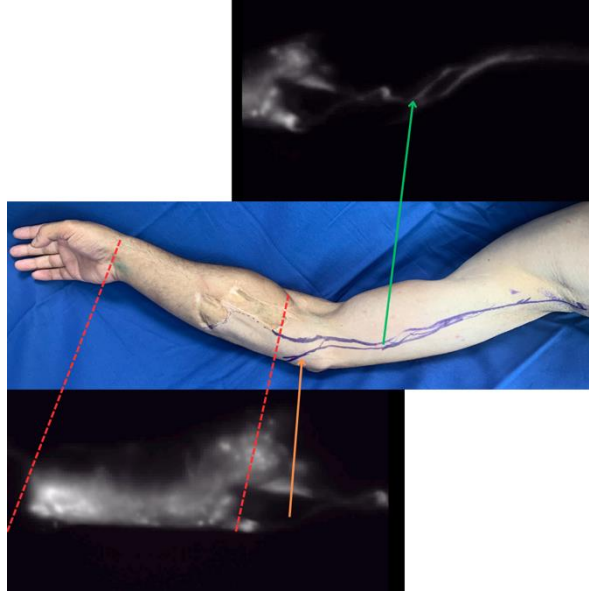
Kısacası, her iki güdüğün ön ve dorsal yüzeylerinde ciltte geniş bir Z çizgisi kesimini takiben tüm anatomik yapılar diseke edilmiş, tanımlanmış ve her iki güdükte de belirlenmiştir. Yarıçap ve ulnanın ön yüzeyi, allogreftin dirsekten bileğe olan uzunluğu göz önünde bulundurularak dirsekten uzaklığa bağlı olarak her iki tarafın doğru uzunlukları olarak hazırlanmıştır. Arterler ve sinirlerin yanı sıra fleksör ve ekstansör tendonlar ve kaslar tanımlanmıştır. Her iki tarafta ulna osteosentezi yapılmıştır. Sağ tarafta, alıcı ve donör brakiyal arterler mikrocerrahi anastomozu sonrası venöz drenaj, alıcının brakiyal veninin brakiyal vene ve alıcının sefalik veninin donörün sefalik venine anastomoz edilmesiyle sağlanmıştır. Sol tarafta alıcı ve donör ulnar ile alıcı ve donör radyal arterler mikrocerrahi anastomozu gerçekleştirilmiştir. Donördeki radyal arterin distal kısmında, muhtemelen donöre yapılan arteriyel kanülasyon nedeniyle arterde bir yaralanma kaydedilmiştir. Yaralanan kısım mikrocerrahi olarak diseke edilmiş, eksize edilmiş ve reanastomozu gerçekleştirilmiştir. Venöz çıkış, ulnar arter ve radyal artere eşlik eden derin ven komitantlarına, sefalik venin donör sefalik vene anastomoz edilmesi ile sağlanmıştır. Vasküler anastomozlarda ven grefti kullanılmamıştır. Toplam iskemi süresi her iki el için yaklaşık 8 saat idi. Median ve ulnar sinirler epinöral koaptasyonu gerçekleştirilmiştir. Anatomik koşullara bağlı olarak, donör fleksör ve ekstansör tendonlar tek tek veya fonksiyonel gruplar halinde karşılık gelen alıcı tendonlara birleştirilmiştir. Sağ taraftaki küçük lokal alanlar hariç, cilt doğrudan dikilmiş, burada alıcının önkol kalıntısından toplanan bir cilt grefti kullanılmıştır.

Hasta 3'e ait ICG lenfografi ve doppler USG bulguları operasyondan yaklaşık 12 sene sonrasına aittir. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 24 saat değerlendirilmiş olup 12. Saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 15. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 20. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 10 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 15. dakika da tespit edilmiştir.

Sağ ön kol volar enjeksiyonu takiben skar hattına kadar allogreftte görülen stardust paterni skar hatlarının devamında lineer patern üst kol da medial yolak olarak devam etmiştir. Ardından aksiller lenf nodlarına uzanımı görülmüştür. Ön kol volar enjeksiyonu sonrasında allogreftte lineer patern alıcı doku da lineer olarak devamı izlenmiş üst kol da medial yolağa uzanımı görülmüştür. Ardından aksiller lenf nodlarına uzanımı izlenmiştir (Şekil 4.12). Sağ ön kol 1. ve 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında allogreftte skar hattına kadar stardust paterni görülmüştür.

Ön kol dorsalde skar devamında ulnar yolağa uyan kısımda lineer patern görülmüş bu yolak üst kolda medial yolak ile devamı izlenmiştir (Şekil 4.13).

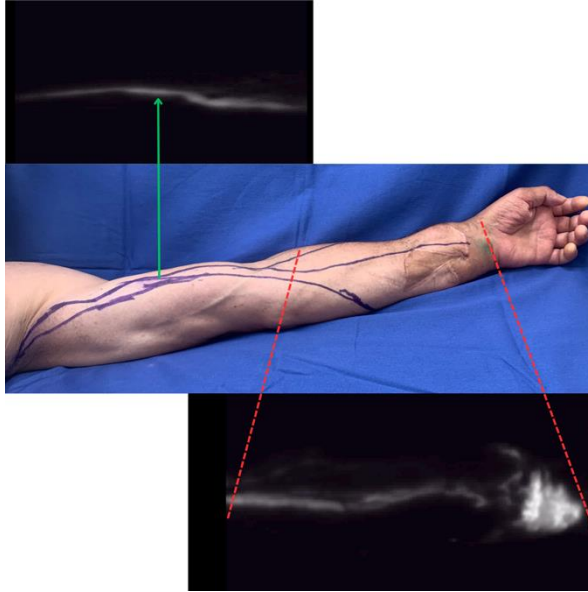
Son ön kol volar enjeksiyonu sonrasında enjeksiyon bölgesinin 1-2 cm yakınlarında görülen dermal backflow sonrasında median kanal lineer patern ön kol seyri sonrasında üst kolda medial yolağa uzanımı sonrası aksillere gidişi izlenmiştir (Şekil 4.14). Sol ön kol 1. ve 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında allogreftte 8-10 cm kadar lineer patern sonrasında skar hattında stardust görünümü almış ardından alıcı dokuda ulnar yolak lineer paterni olarak görülmüş üst kolda medial yolağa katılımı görülmüştür. Alıcı doku da radyal yolak lineer paterni izlenmiş üst kolda medial yolağa doğru devamı izlenmiştir (Şekil 4.15).



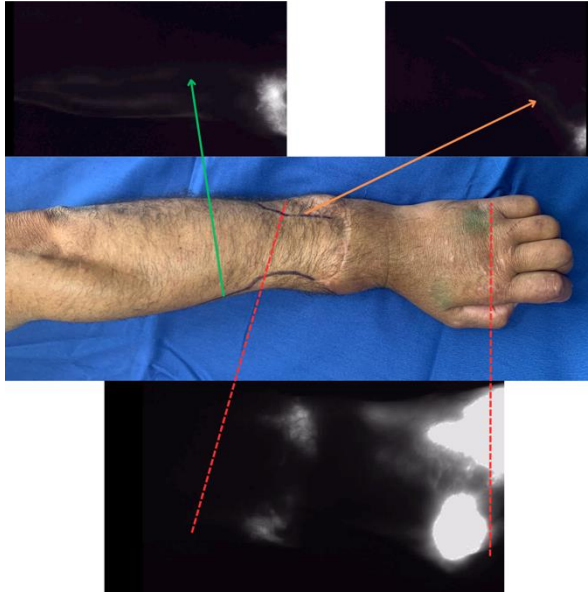
Şekil 4.12 Hasta 3'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



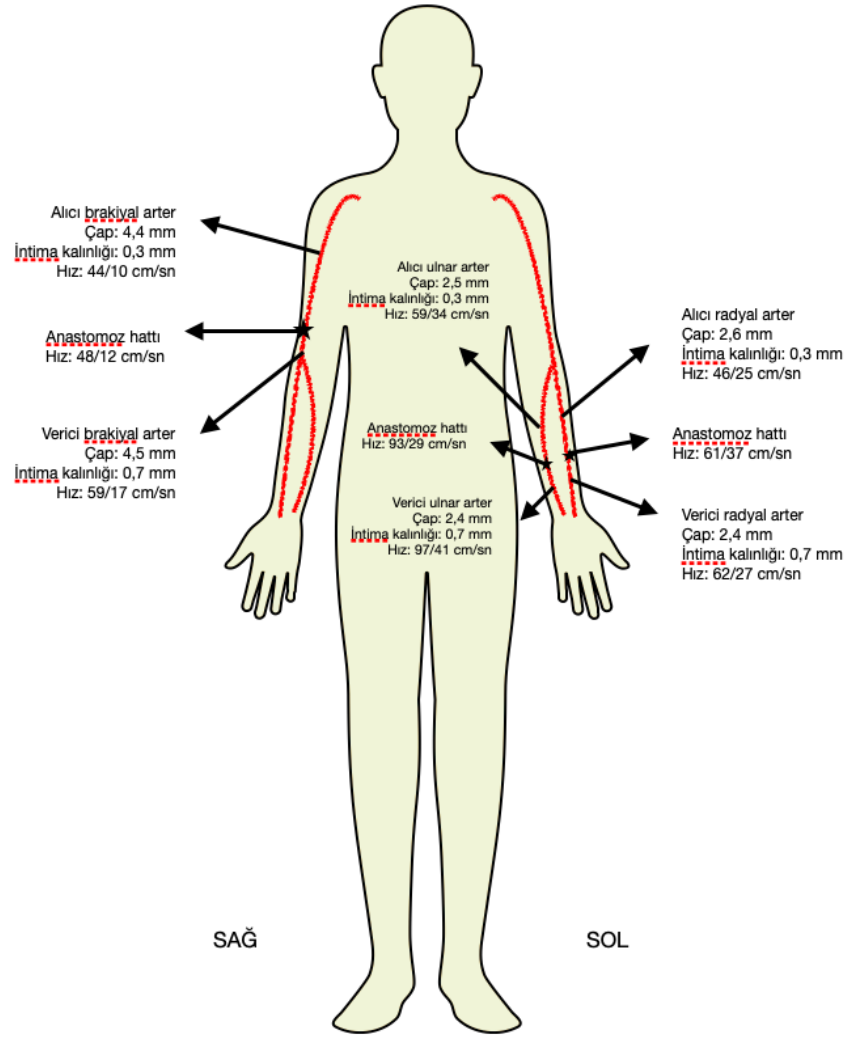
Şekil 4.13 Hasta 3'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi.. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



Şekil 4.14 Hasta 3'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



Şekil 4.15 Hasta 3'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir.



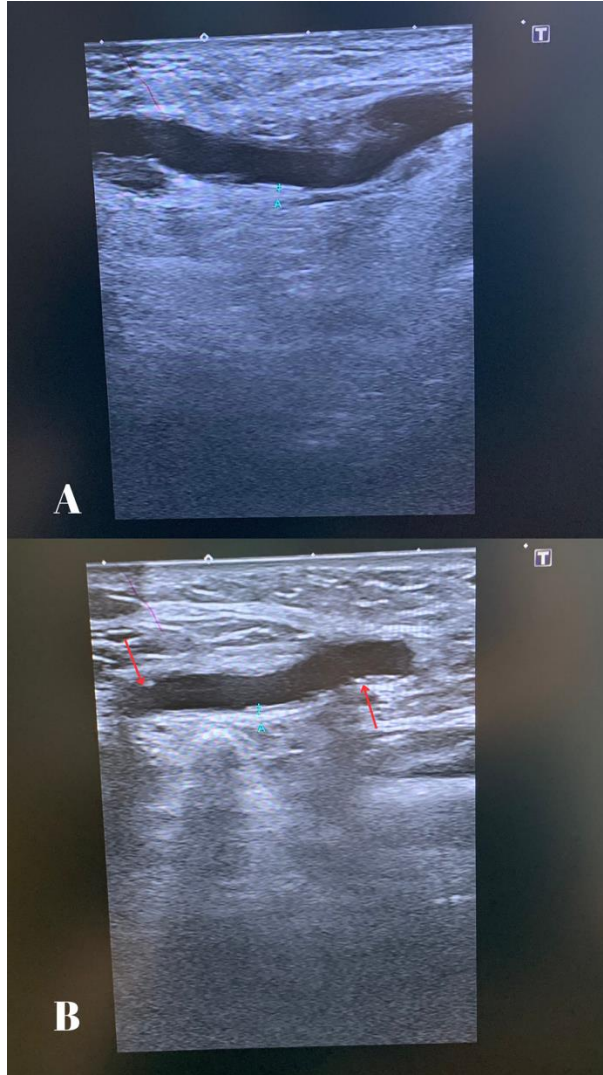
4.16 Hasta 3'e ait doppler USG bulgularının şeması

Alıcıya ait sağ kol brakiyal arter ile vericiye ait sağ brakiyal arterlerin anastomozu doppler USG ile incelendiğinde anastomoz hattı 3 cm proksimalinde ait alıcı brakiyal arter çapı 4,4 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 44/10 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattında akım hızı 48/12 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattının 3 cm distalinde verici brakiyal arter çapı 4,5 mm, intima kalınlığı 0,7 mm, akım hızı 59/17 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.16).

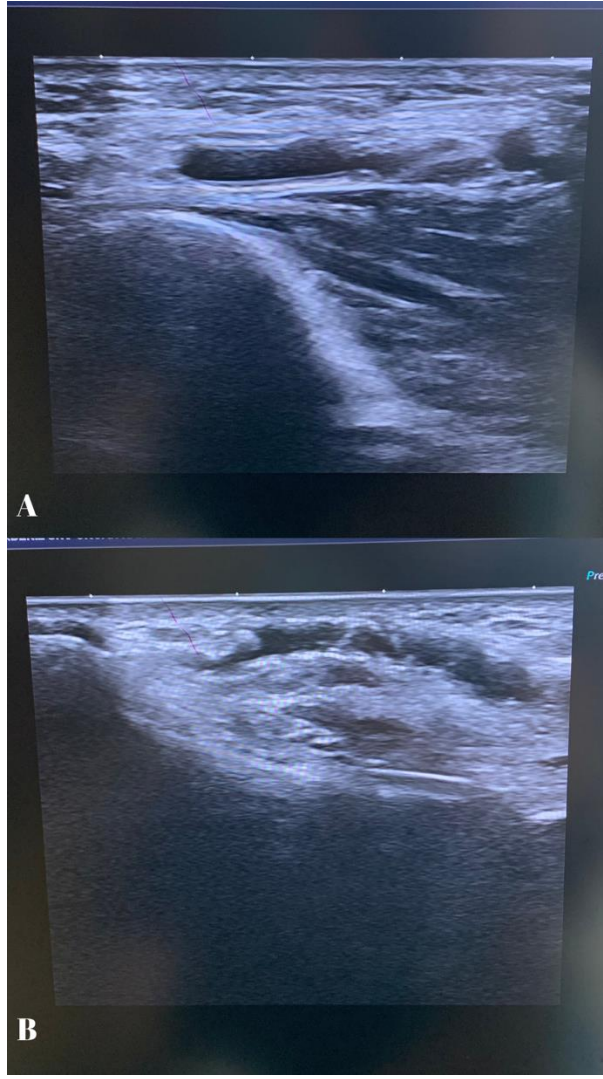
Alıcıya ait sol kol radyal arter ile vericiye ait sol radyal arterlerin anastomozu doppler USG ile incelendiğinde anastomoz hattı 3 cm proksimaline ait alıcı radyal arter çapı 2,6 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 46/25 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattında akım hızı 61/37 cm/sn olarak ölçülmüştür.

Anastomoz hattının 3 cm distalinde verici radyal arter çapı 2,4 mm, intima kalınlığı 0,7 mm, akım hızı 62/27 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.16).

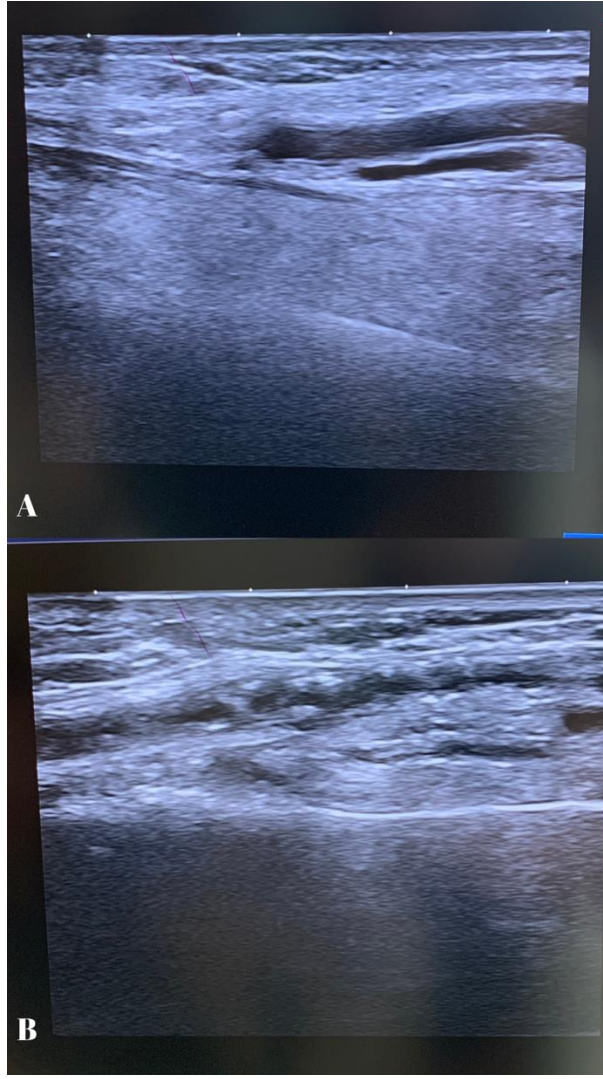
Alıcıya ait sol kol ulnar arter ile vericiye ait sol kol ulnar arterlerin anastomozu doppler USG ile incelendiğinde anastomoz hattı 3 cm proksimaline ait alıcı ulnar arter çapı 2,5 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 59/34 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattında akım hızı 93/29 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattının 3 cm distalinde verici ulnar arter çapı 2,4 mm, intima kalınlığı 0,7 mm, akım hızı 97/41 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.16).



4.17 Hasta 3'e ait sağ kol brakiyal arter doppler USG görüntüleri A) Alıcı brakiyal arter B) Verici brakiyal arter . Oklar intimadaki düzensizlikleri göstermektedir.



Şekil 4.18 Hasta 3'e ait sol kol radyal arter doppler USG görüntüleri A) Alıcı radyal arter B) Verici radyal arter



Şekil 4.19 Hasta 3'e ait sol kol ulnar arter doppler USG görüntüleri A) Alıcı ulnar arter B) Verici ulnar arter

Alıcı ve verici damarlar duvarlarına ait doppler usg görüntülerinde verici damarlarda kalsifikasyon, intimada düzensizlik ve kalınlaşma görülmüştür. Sağ kol brakiyal arter (Şekil 4.17), radyal arter (Şekil 4.18) ve ulnar arter (Şekil 4.19) ait anastomoz hattı öncesi ve sonrasına ait arteriyel doppler USG görüntü farkları bulunmuştur.

Hasta 4 üst ekstremité major replantasyon operasyonunu Ekim 2010 tarihinde olmuştur. Dokuz yaşında bir kız çocuğu geçirdiği asansör kazasının ardından acil polikliniğine başvurmuş ve elbisesinin otomatik kapıya takılması sonucunda sol kolunda avulsiye tarzı yaralanma meydana gelmiştir. Ampute olan

kısmı ile birlikte yaralanmadan 1 saat sonra hastaneye başvurmuş, ancak ampute kısma soğuk koruma uygulanmadığı görülmüştür. Hastanın genel durumu stabildi. Ampute olan kısım, skapula ve paraskapular kasların tam bütünlüğü ile birlikte tüm üst ekstremitayı içermektedir. Glenohumeral eklemden yaralanma meydana gelmediği gözlenmiştir. Distal kısımda yumuşak dokuda ek yaralanma veya kemik kırığı gözlenmemiştir. Güdük bölgesi, degloving yaralanma gösteren aşırı deri içermektedir. Ampute olan kısımda brakial pleksusun aksiller arter ve ven ve nöral yapılarını içeren avulsif nörovasküler pedikül mevcuttur. Uygun hasta danışmanlığından sonra; hastanın yaşı, genel durumu ve ampute olan kısımda belirgin bir kontaminasyon belirtisi olmaması ve yaralanma zamanlaması göz önünde bulundurularak, replantasyona karar verilmiştir.

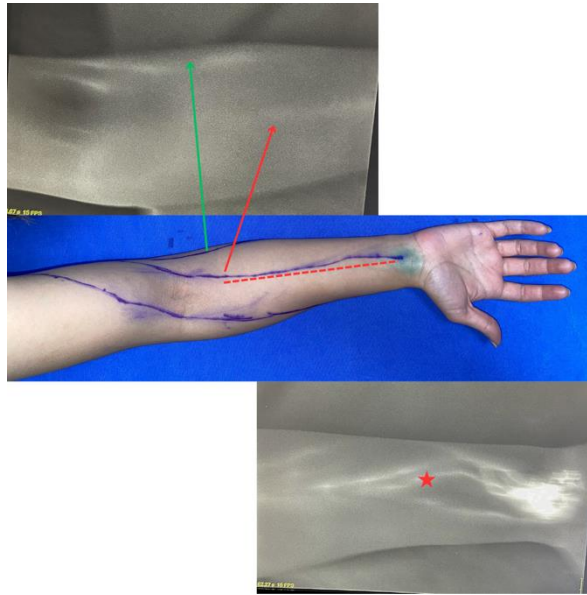
Ampute edilen kısım, organ nakillerinde olduğu gibi, amputatın tüm kısımlarının tamamen temiz olmasını sağlamak için aksiller damardan berrak sıvı elde edilene kadar aksiller arterden Wisconsin Üniversitesi çözültisi ile yıkanmıştır. Avülsiyon hasarının varlığı nedeniyle alıcı arter ve ven, subklaviküler alan seviyesinde, subklavyen ve aksiller damarların anatomik bileşkesinde hazırlandı. Ameliyat mikroskopu altında sağlıklı damar yapıları gözlenene kadar uygun debridman yapılmıştır. Defekt ölçülmüş ve hem arter hem de ven için yaklaşık 12 cm'lik safen ven greftleri hazırlanmıştır. Önce arter, sonra ven anastomozları greft yardımıyla yapılmıştır. Sıcak iskemi süresi 2 saat (kazadan iskemiye 1 saat, operasyon sırasında 1 saat) ve soğuk iskemi süresi 1 saat olmak üzere toplamda 3 saat iskemi süresi vardır. Ekstremitenin rengi normal olduğu için, iyi perfüzyon gösterdiğinden ve ödem saptanmadığından fasyotomi yapılmamıştır. Postoperatif iyileşme sorunsuz geçmiştir. Hasta 2 hafta sonra taburcu edilmiş ve rehabilitasyon programına başlanmıştır.

Hasta 4'e ait ICG lenfografi ve doppler USG bulguları operasyondan yaklaşık 12 sene sonrasına aittir. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 24 saat değerlendirilmiş olup 12. Saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine kadar ulaşması yaklaşık 3 saat sürmüş olup 3. Saat sonrasında herhangi bir değişiklik görülmemiştir.

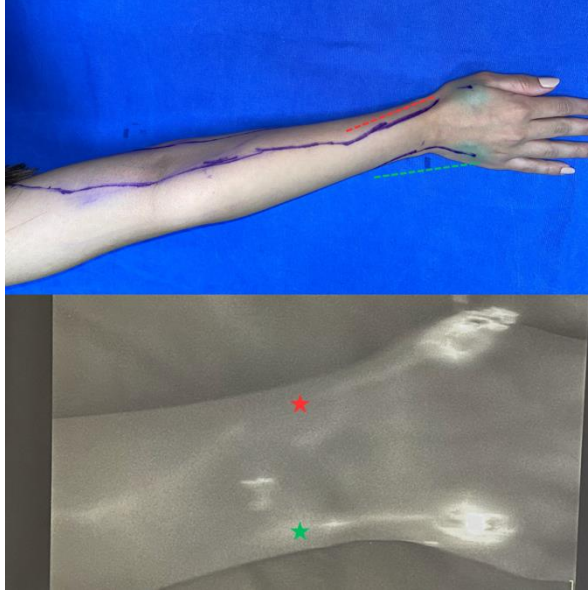
Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonunu takiben önkol median kanal sonrasında üst kolda medial kanal üzerinde ilerleyen lineer patern gösterilmiştir (Şekil 4.20).

Sağ ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ön kol dorsal yüzde devam eden radyal kanal üst kolda medial kanala uzanan lineer patern görülmüştür. Sağ ön kol 4. web aralığına ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda ventrale geçerek üst kolda medial kanala uzanım gösteren lineer patern yolu izlemiştir (Şekil 4.21).

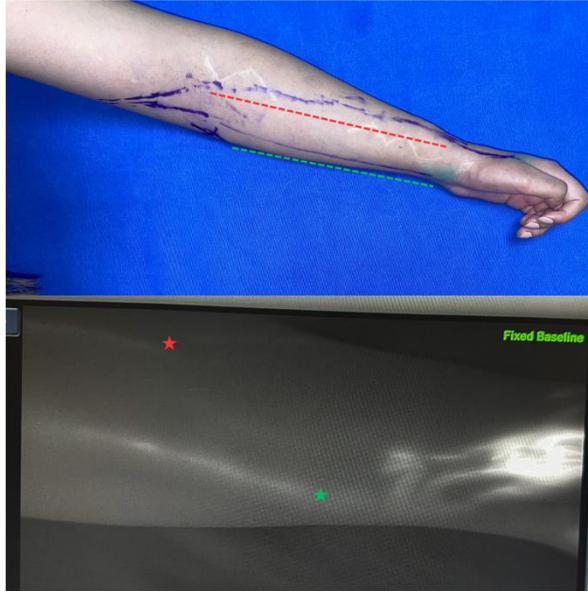
Sol ön kol volar ICG enjeksiyonu takiben median kanal ventral yüzde devam etmiş olup dirsek proksimalinde uzanımı görülmemiştir (Şekil 4.22). Sol ön kol 1. Web aralığına ICG enjeksiyonunu takiben radyal kanal ön kol orta hatta ventrale doğru uzanım göstermiş olup dirsek eklemi hattı proksimaline uzanımı görülememiştir. Sol ön kol 4. web aralığına ICG enjeksiyonu takiben ulnar kanal ön kol proksimal 1/3 hattına kadar dorsal yüzde seyretmesi sonrasında ventrale doğru geçmiş dirsek eklemi proksimalinde uzanımı gösterilememiştir (Şekil 4.23).



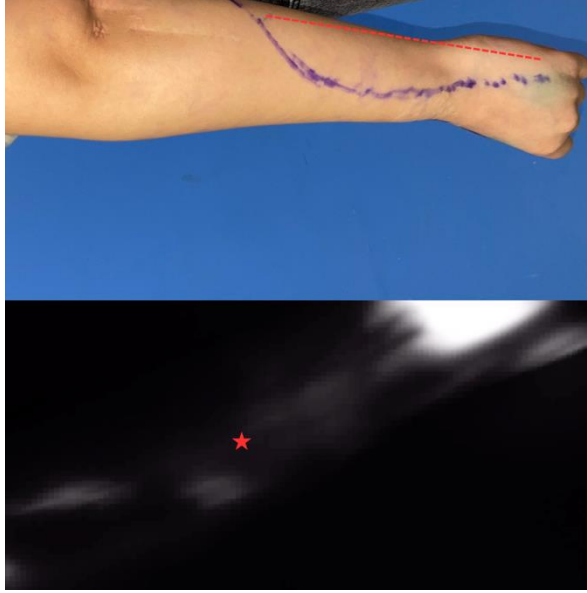
Şekil 4.20 Hasta 4'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



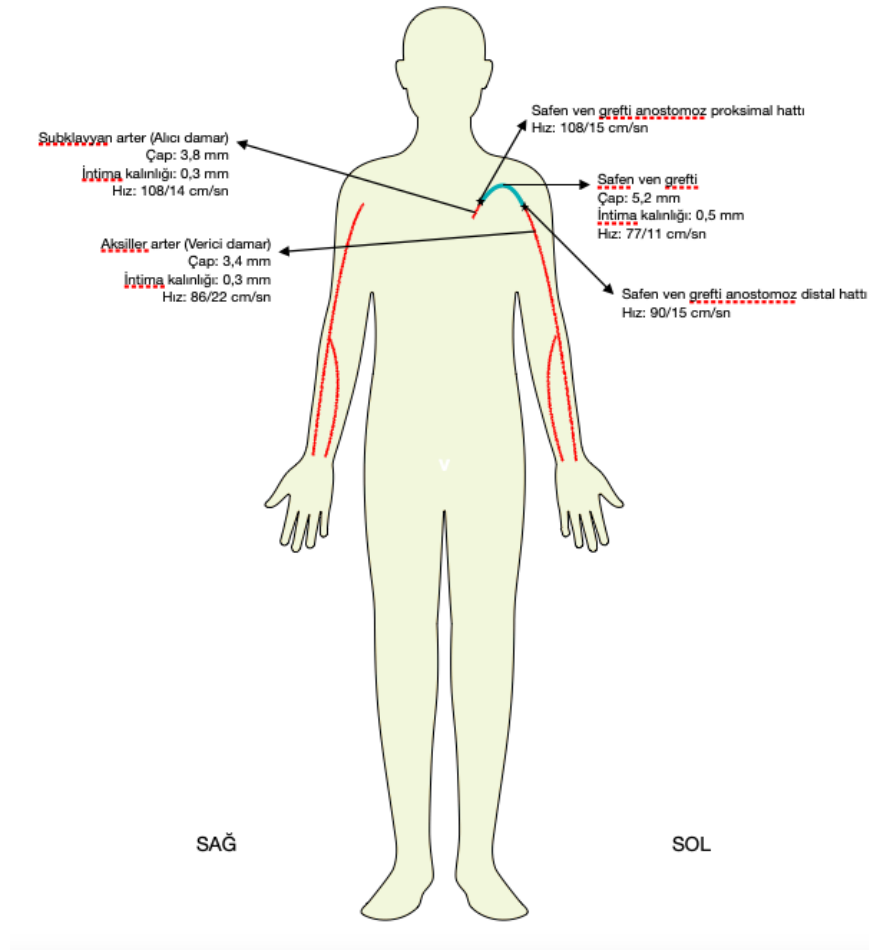
Şekil 4.21 Hasta 4'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.22 Hasta 4'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.23 Hasta 4'e ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.24 Hasta 4'e ait doppler USG bulgularının şeması

Sol üst ekstremité göğsünden avulsiyeye tarzı yaralanma ile forequatr amputasyon özelliği gösteren hasta da alıcı subklavyen arter ile verici aksiller artere safen ven grefti yardımıyla anastomoz yapılmıştır. Alıcı subklavyen artere ait anastomoz hattı 3 cm proksimalinde çap 3,8 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 108/14 cm/sn olarak ölçülmüştür. Alıcı subklavyen arter ile safen ven grefti anastomoz birleşkesinde akım hızı 108/15 cm/sn olarak ölçülmüştür. Safen ven greftinde çap 5,2 mm, intima kalınlığı 0,5 mm, akım hızı 77/11 cm/sn olarak ölçülmüştür. Safen ven grefti aksiller arter anastomoz bileşkesinde akım hızı 90/15 cm/sn olarak ölçülmüştür. Aksiller artere ait anastomoz hattının 3 cm distalinde ölçülen çap 3,4 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 86/22 cm/sn'dir (Şekil 4.24).

Hasta 5 replantasyon operasyonunu Mayıs 2013 tarihinde olmuştur. Üç yaşında bir çocuk, tarlada oynarken bir tarım kazası geçirdikten 1 saat sonra acil servise getirilmiştir. Giysisinin sağ kolu bir traktör kemeri tarafından yakalanmış

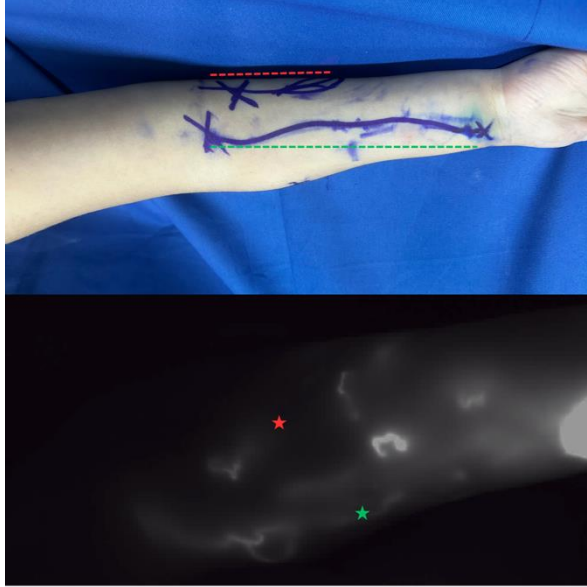
ve sol üst ekstremité göğsünden avulsiyé tarzı yaralanma ile ampute olmuştur. Daha sonra traktör tekerleğinin üzerine düşmüş ve açık karın yaralanması meydana gelmiştir. Hasta acil polikliniğine ulaştığında kan kaybı nedeniyle şokta olduğu gözlenmiş ve acil resüsitasyon yapılmıştır. Sağ üreter ve multipl intestinal laserasyonlarla nedeniyle operasyona alınmıştır. Ampute edilen kısım tüm üst ekstremitéyi içeriyordu skapula ve paraskapular kasların bütünlüğü korunmuş halde olup glenohumeral eklemdé herhangi bir yaralanma gözlenmemiştir. Ampute edilen kısımda aksiller arter ve ven ile brakial pleksusun nöral yapılarını içeren avulsif nörovasküler pedikülün mevcut olduğu gözlenmiştir. Hastanın genel durumu replantasyon için uygun bulunmuştur. Ampute edilen kısım, aksiller venden berrak sıvı çıkana kadar aksiller arterden Wisconsin Üniversitesi çözeltisi ile infüzyonu uygulanmıştır. Uzun daha sonra soğuk iskemiyi sağlamak için bir buz kutusuna yerleştirilmiştir. Üreter ve intestinal laserasyonlar 1,5 saat içinde onarıldı ve hastanın genel durumu stabil ve vital bulguları normal sınırlarda olduğu için replantasyona başlanmıştır. Öncelikle ekstremité göğüs duvarına stabilize edilmiştir. Sonrasında vasküler anastomozu hem ven hem de arter için 10 cm'lik interpozisyonel safen ven grefti ile önce arter sonra ven anastomozu gerçekleştirilmiştir. Toplam iskemiyi süresi yaklaşık 4 saat (2 saat sıcak iskemiyi ve 2 saat soğuk) idi. Hasta 4'te olduğu gibi fasyotomiyi yapılmamış, kasların debridmanına ihtiyaç duyulmamıştır. Ameliyat süresini uzatmamak için sinir onarımı daha sonraki elektif cerrahi yapılmak üzere ertelenmiştir. Bir hafta sonra kontralateral C7 yaralı tarafa sural sinir grefti yardımı ile koapte edilmiştir. Bir ay sonra taburcu olan hasta fizyoterapiye yönlendirilmiştir.

Hasta 5'e ait ICG lenfografi ve doppler USG bulguları operasyondan yaklaşık 10 sene sonrasına aittir. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 24 saat değerlendirilmiş olup 12. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 10. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 15. dakika da tespit edilmiştir. Sağ kolda ICG dirsek eklemine en yakın olduğu yerdeki tespiti 4. saat olup sonrasında herhangi bir değişiklik göstermemiştir.

Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrasında median kanal dirsek eklemine birkaç cm distalinden itibaren uzanımı görülebilmiştir (Şekil 4.25). Sağ ön kol 1. Web aralığına ICG enjeksiyonu takiben radyal kanal dorsalde uzanım göstermiş olup dirsek ekleminin birkaç cm distalinden itibaren uzanımı görülebilmiştir. Sağ

ön kol 4.web aralığına ICG enjeksiyonunu sonrasında ulnar kanal ön kol da dorsalden ventrale doğru geçiş göstermiş ancak dirsek ekleminin birkaç cm distalinden itibaren uzanımı görülememiştir (Şekil 4.26).

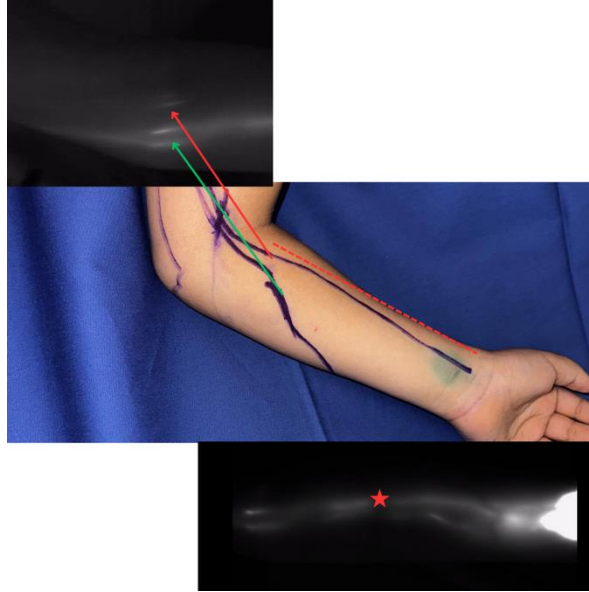
Sol volar bölge ICG enjeksiyonu takiben median kanal üst kolda medial kanala doğru lineer akım paterni görülmüştür (Şekil 4.27). Son ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonunu takiben radyal kanal ön kolda ventrale doğrusalde seyir sonrası üst kolda medial kanala doğru uzanımı gösterilmiştir. Sol ön kol 4. web aralığına ICG enjeksiyonunu takiben ulnar kanal ventrale doğru geçiş göstererek üst kolda medial kanala uzanan lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.28).



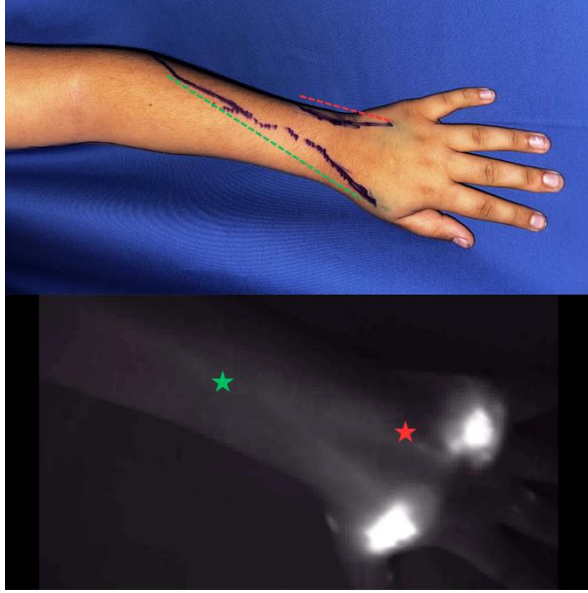
Şekil 4.25 Hasta 5'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



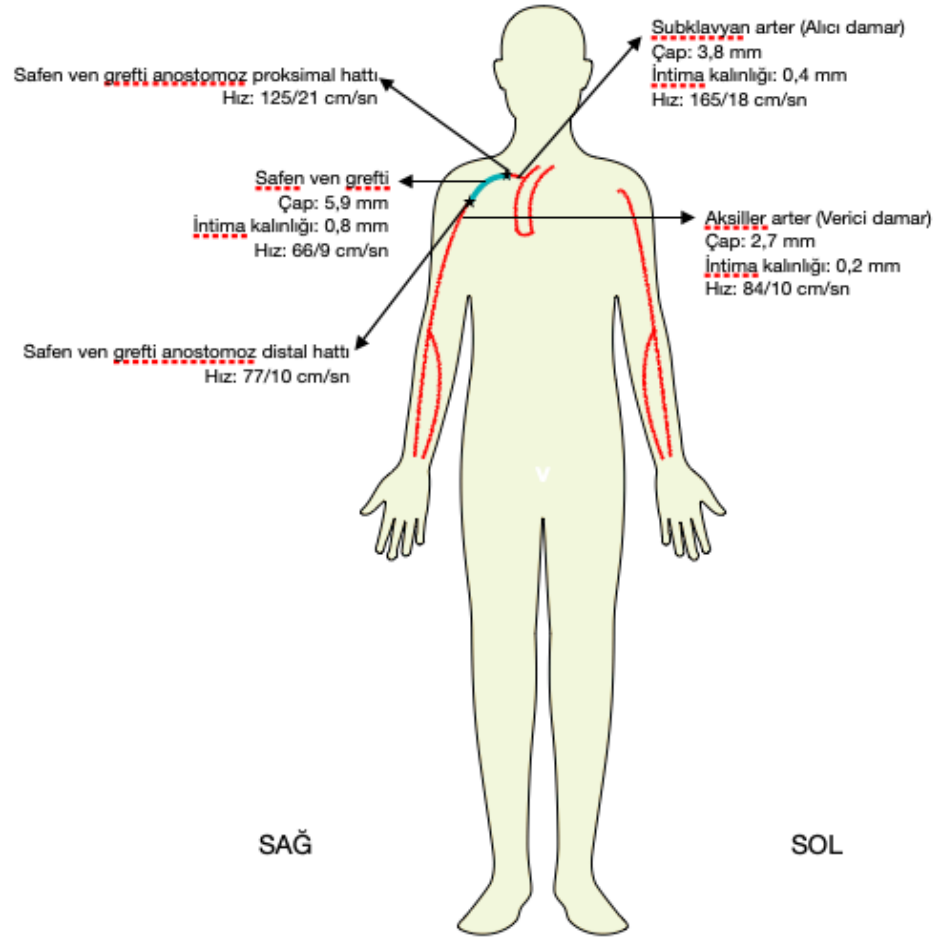
Şekil 4.26 Hasta 5'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.27 Hasta 5'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.28 Hasta 5'e ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.29 Hasta 5'e ait doppler USG bulgularının şeması

Sağ üst ekstremité göğsünden avulsiyeye tarzı yaralanma ile forequatr amputasyon özelliği gösteren hasta da alıcı subklavyen arter ile verici aksiller artere safen ven grefti yardımıyla anastomoz yapılmıştır. Alıcı subklavyen artere ait anastomoz hattı 3 cm proksimalinde çap 3,8 mm, intima kalınlığı 0,4 mm, akım hızı 165/18 cm/sn olarak ölçülmüştür. Alıcı subklavyen arter ile safen ven grefti anastomoz birleşkesinde akım hızı 125/21 cm/sn olarak ölçülmüştür. Safen ven greftinde çap 5,9 mm, intima kalınlığı 0,8 mm, akım hızı 66/9 cm/sn olarak ölçülmüştür. Safen ven grefti aksiller arter anastomoz bileşkesinde akım hızı 77/10 cm/sn olarak ölçülmüştür. Aksiller artere ait anastomoz hattının 3 cm distalinde ölçülen çap 2,7 mm, intima kalınlığı 0,2 mm, akım hızı 84/10 cm/sn'dir (Şekil 4.29).

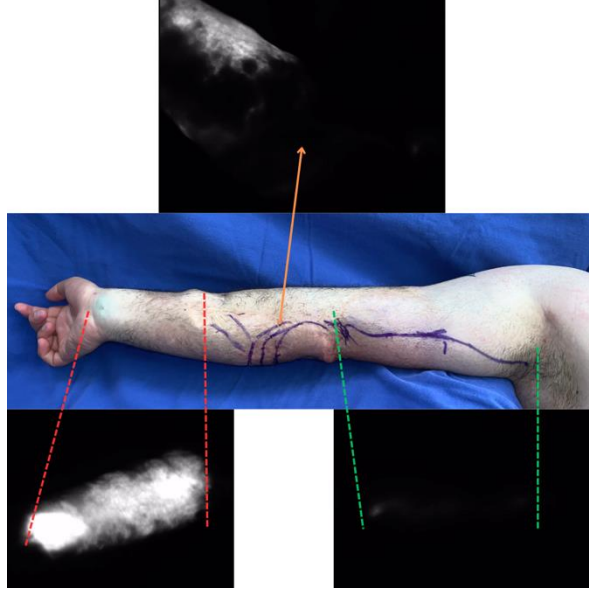
Hasta 6 major üst ekstremité replantasyon operasyonunu Nisan 2017 tarihinde olmuştur. On dokuz yaşında erkek hasta araç içi trafik kazası sonrası sağ üst ekstremité distal humerus seviyesinden damar sinir içine alacak şekilde sadece posteriorda cilt ve yumuşak doku tarafından bağlantısı bulunan kirli yaralanma özelliğinde subtotal amputasyon nedeniyle operasyona alındı. Distal humerus ve radiustaki parçalı kırıklar ortopedi tarafından debridmanı sağlanması sonrasında uygun plaklarla fiksasyonu sağlandı. Brakiyal arter 1000 cc perfüzyon solüsyonu ile yıkandı. Brakiyal arter ve ven arasında bulunan yaklaşık 10 cm'lik defekt olduğu görülmüştür. Brakiyal venlerin safen ven grefti ile reanastomoz sağlandı. Yüzeyel venlerden basilik vende greft kullanılarak onarılmıştır. Radyal ve median sinir onarımı sinir greftleri aracılığıyla onarımı sağlanmış. Brakiyal arter arasında bulunan 12 cm'lik defekt Y şeklinde alınan safen ven grefti yardımıyla onarılmış olup V'nin bir ucuna 35x22 cm boyutlarında fonksiyonel kompozit vastus lateralis- anterolateral uyluk (ALT) muskulokutan flebi perforatörüne anastomozu gerçekleştirilmiştir.

Hasta 6'ya ait ICG lenfografi ve doppler USG bulguları operasyondan yaklaşık 10 sene sonrasına aittir. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 24 saat değerlendirilmiş olup 12. Saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 25. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 30. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 10 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 15. dakika da tespit edilmiştir

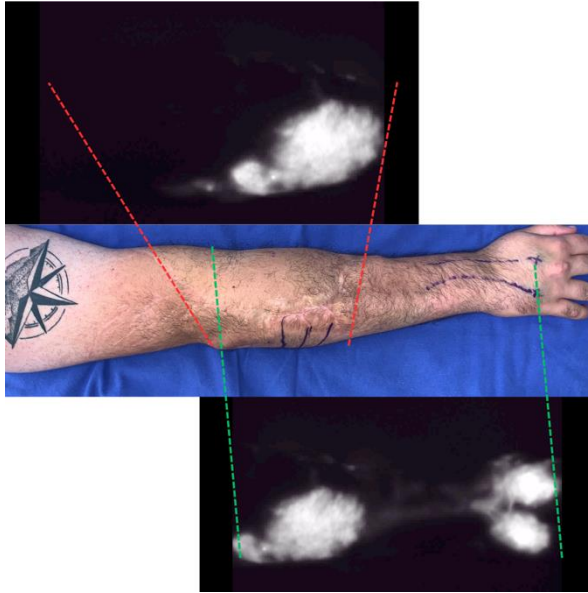
Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrasında lineer median kanal paterni görülmemiş olup stardust paterni skar hattına kadar izlenmiştir (Şekil 4.30). Skar hattı proksimalinde lateralde yer alan vastus lateralis- ALT muskulokutan flebinde ICG geçişi görülmemiştir. Skar proksimalinde medial kanal lineer paterni ile aksillaya uzanımı görülmüştür. Sağ ön kol 1. ve 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında kısa bir süre verici dokuda lineer akım görülmüş sonrasında skar hattına kadar stardust paterni görülmüştür (Şekil 4.31). Vastus lateralis-ALT muskulokutan flebine herhangi bir ICG geçişi izlenememiştir.

Sol ön kol volar enjeksiyonu ICG enjeksiyonu sonrasında medyan kanalın üst kolda medial kanala lineer patern şeklinde uzanımı görülmüştür (Şekil 4.32). Sol ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kol dorsalinde

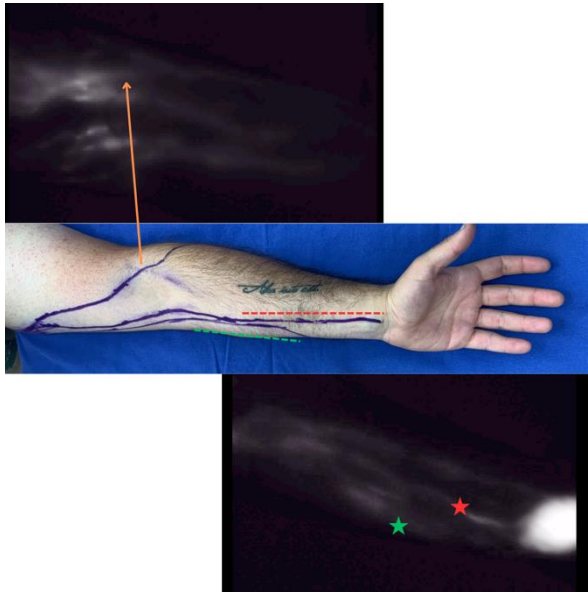
devam etmiş üst kolda medial kanala uzanım gösteren lineer patern görülmüştür. Sol ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalden ventrale doğru geçiş göstermiş ve üst kolda medial kanala uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.33).



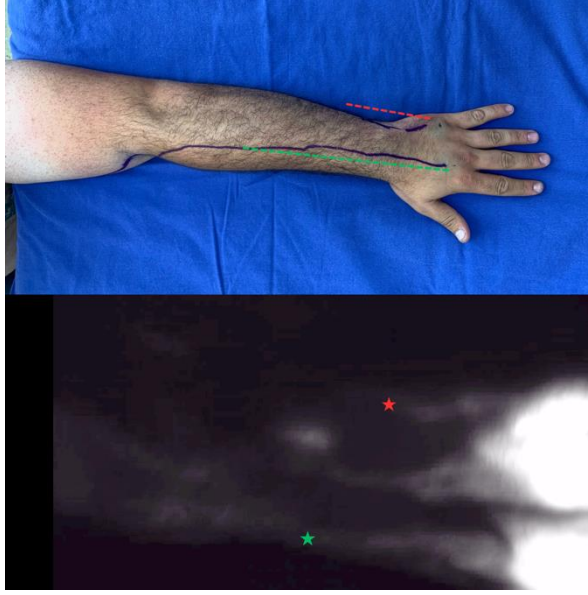
Şekil 4.30 Hasta 6'ya ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir



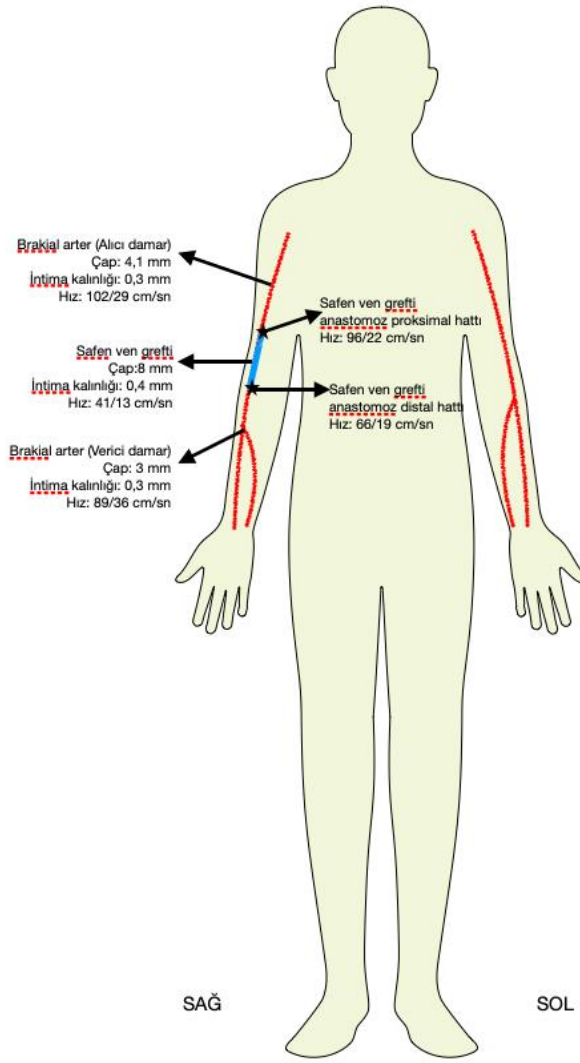
Şekil 4.31 Hasta 6'ya ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Kesikli iki çizgi arası hastaya ait ilgili kısımlarla ICG lenfografi görüntülerini örtüştürmektedir



Şekil 4.32 Hasta 6'ya ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.33 Hasta 6'ya ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.34 Hasta 6'ya ait doppler USG bulgularının şeması

Sağ kol major üst ekstremité replantasyon öykülü hastanın alıcı brakiyal arteri ile vericiye ait brakiyal arteri safen ven grefti yardımıyla anastomozu gerçekleştirilmiştir. Anastomoz hattının 3 cm proksimalinde alıcıya ait brakiyal arter çapı 4,1 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 102/29 cm/sn olarak ölçülmüştür. Alıcı brakiyal arteri ile safen ven grefti anastomoz hattındaki hız 96/22 cm/sn olarak ölçülmüştür. Safen ven greftinde çap 8 mm, intima kalınlığı 0,4 mm, akım hızı 41/13 cm/sn olarak ölçülmüştür. Safen ven grefti ile vericiye ait brakiyal arter hattındaki hız 66/19 cm/sn olarak ölçülmüştür. Anastomoz hattının 3 cm distalinde verici brakiyal artere ait çap 3 mm, intima kalınlığı 0,3 mm, akım hızı 89/36 cm/sn olarak ölçülmüştür (Şekil 4.34).

Hasta 7; 60 yaşında sağ deltoid bölgesine uyan bölge de cilt tümörü olan erkek hastaydı. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 3 saat değerlendirilmiş olup 3. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir

Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrasında median kanal üst kolda medial kanal olarak aksillaya lineer patern uzanımı gösterilmiştir (Şekil 4.35). Sağ ön kol 1. web aralığı enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kol dorsalde seyretmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer patern uzanımı görülmüştür. Sağ ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kol dorsalde seyretmiş üst kol medial kanal ile aksillaya lineer patern uzanımı gösterilmiştir (Şekil 4.36).

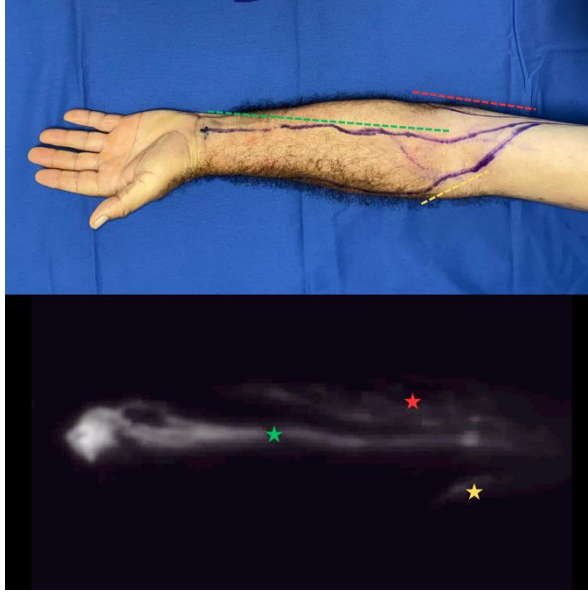
Sol ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrasında median kanal üst kolda medial kanal olarak aksillaya lineer patern uzanımı gösterilmiştir (Şekil 4.37). Sol ön kol 1. web aralığı enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kol dorsalde seyretmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer patern uzanımı görülmüştür. Sol ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kol dorsalde seyretmiş üst kol medial kanal ile aksillaya lineer patern uzanımı gösterilmiştir (Şekil 4.38).



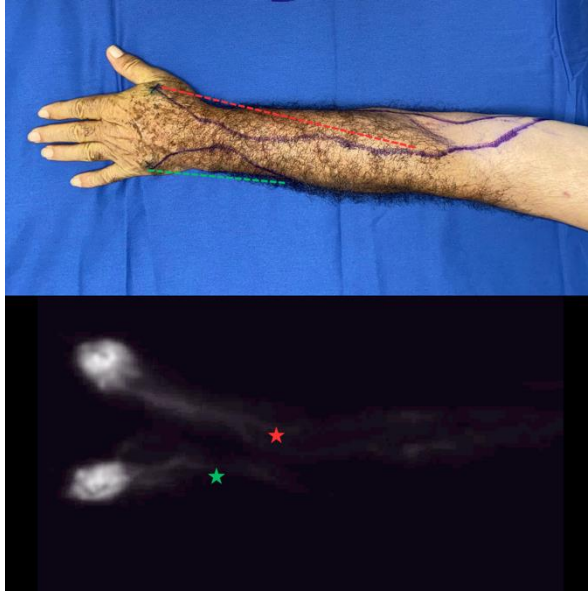
Şekil 4.35 Hasta 7'ye ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.36 Hasta 7'ye ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.37 Hasta 7'ye ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

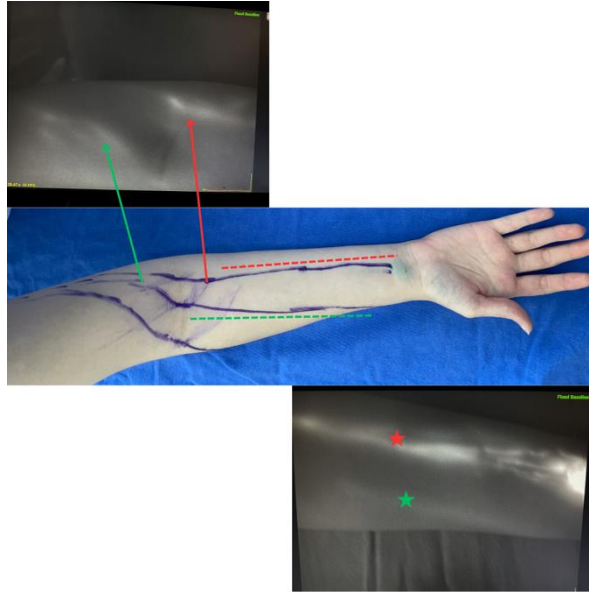


Şekil 4.38 Hasta 7'ye ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

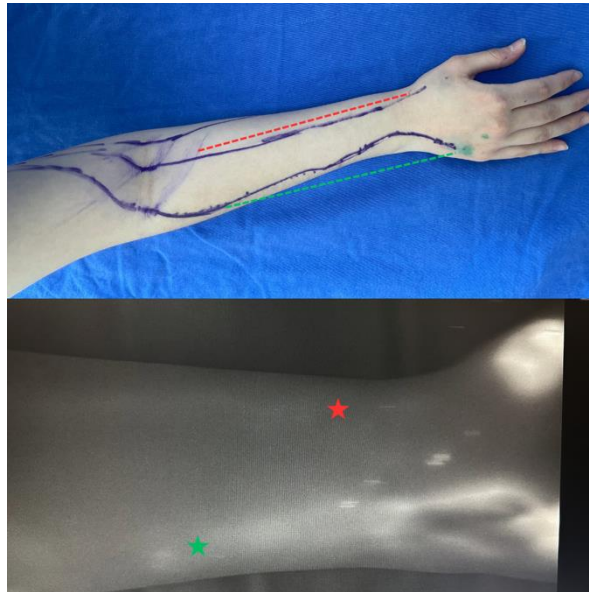
Hasta 8 ekstremitede malign melanomu bulunan 20 yaşında kadın hastaydı. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 3 saat değerlendirilmiş olup 3. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir.

Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.39). Sağ ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda ventral yüze geçerek üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sağ ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.40).

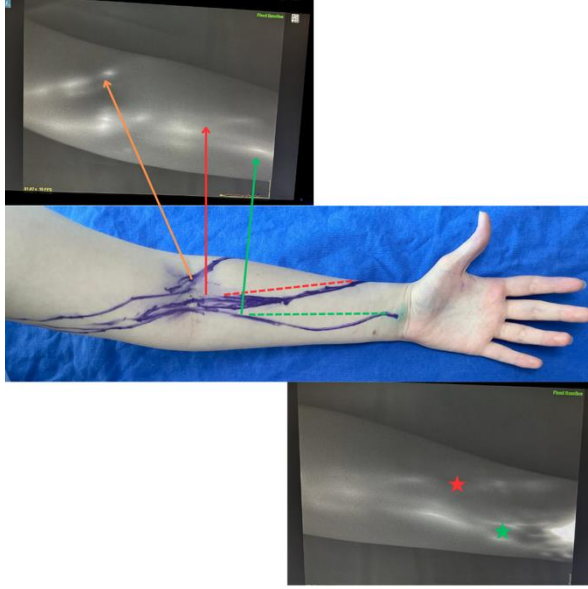
Sol ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.41). Sol ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda ventral yüze geçerek üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sol ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.42).



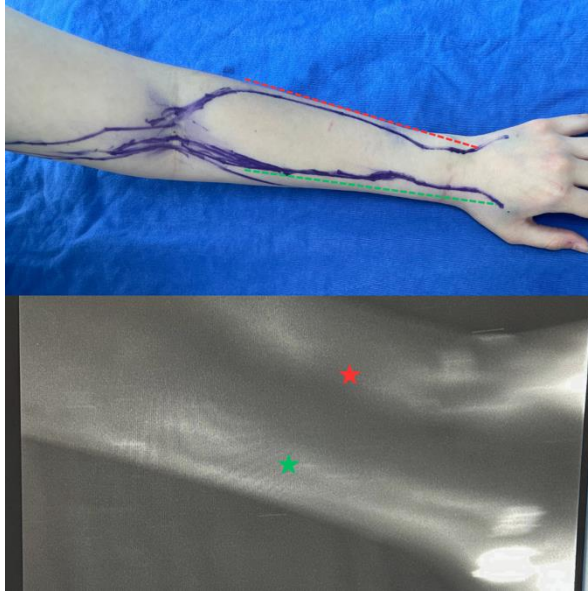
Şekil 4.39 Hasta 8'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.40 Hasta 8'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.41 Hasta 8'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

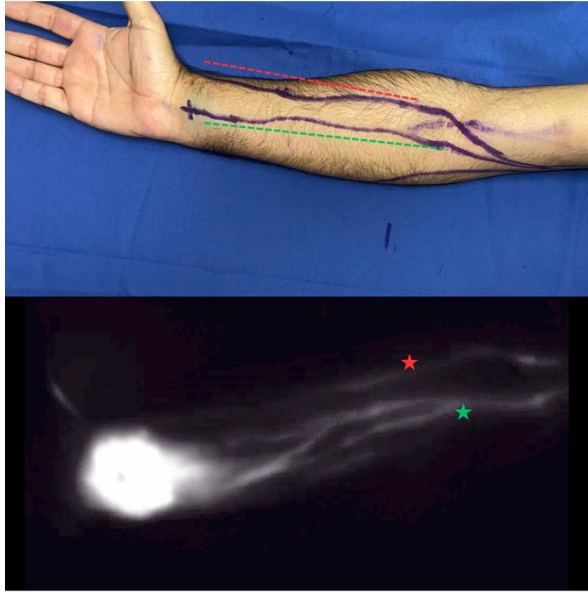


Şekil 4.42 Hasta 8'e ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

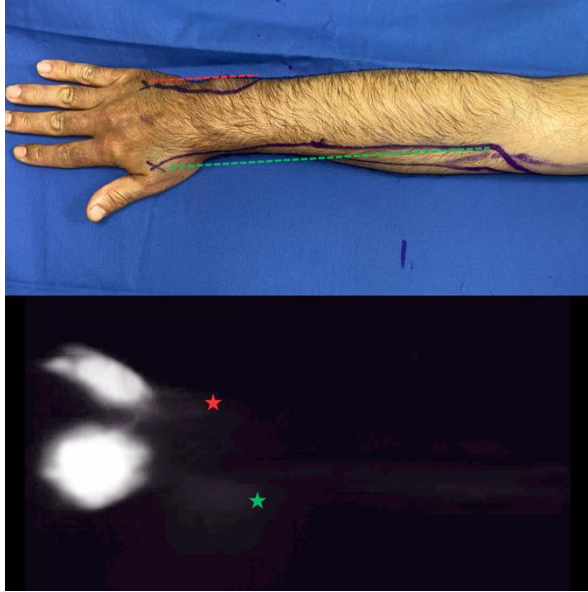
Hasta 9; 34 yaşında ekstremitte SCC öyküsü olan erkek hastaydı. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 3 saat değerlendirilmiş olup 3. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 10 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 20. dakika da tespit edilmiştir

Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.43). Sağ ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda ventral yüze geçerek üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sağ ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür. (Şekil 4.44).

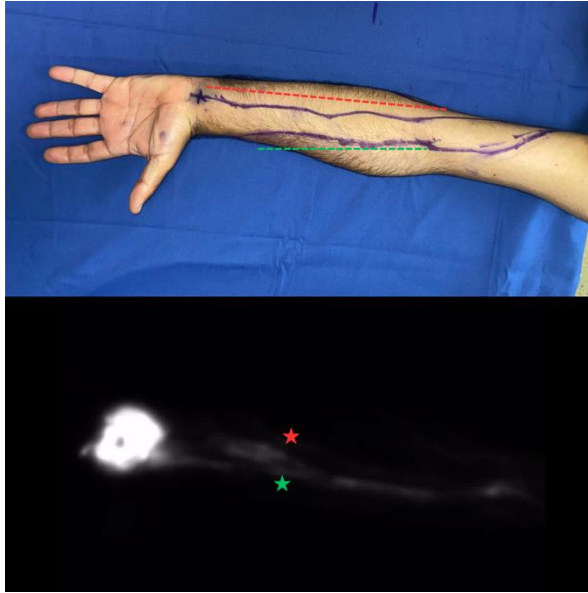
Sol ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.45). Sol ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda ventral yüze geçerek üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sol ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.46).



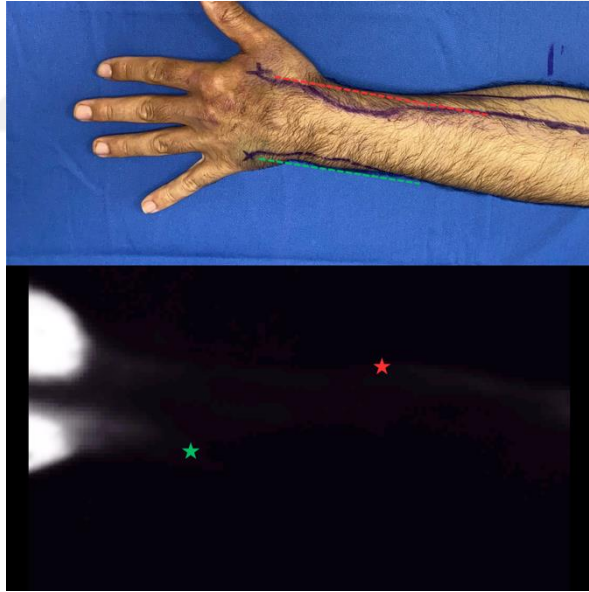
Şekil 4.43 Hasta 9'a ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.44 Hasta 9'a ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.45 Hasta 9'a ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

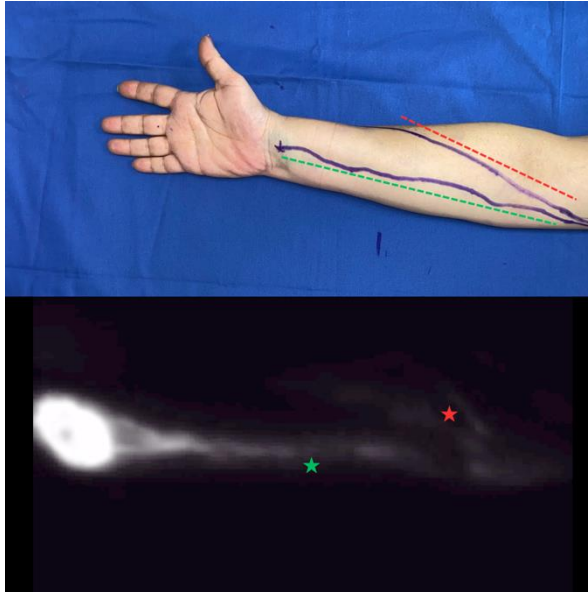


Şekil 4.46 Hasta 9'a ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

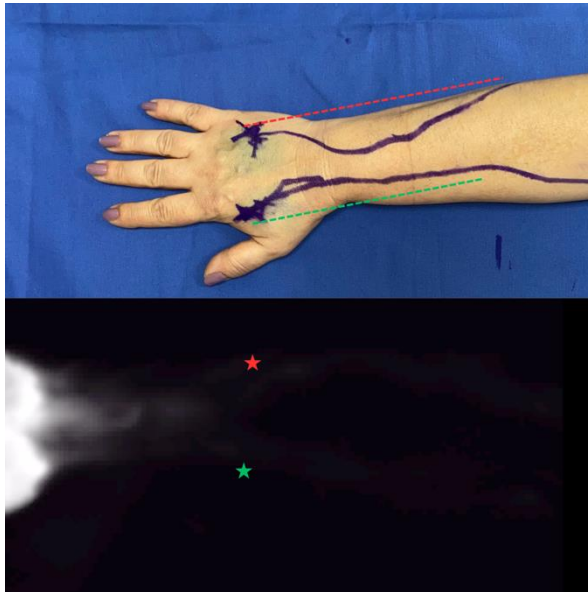
Hasta 10; ekstremitelerde SCC tanılı 48 yaşında kadın hastaydı. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 3 saat değerlendirilmiş olup 3. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 10. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 20. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 10 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 20. dakika da tespit edilmiştir

Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.47). Sağ ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sağ ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.48).

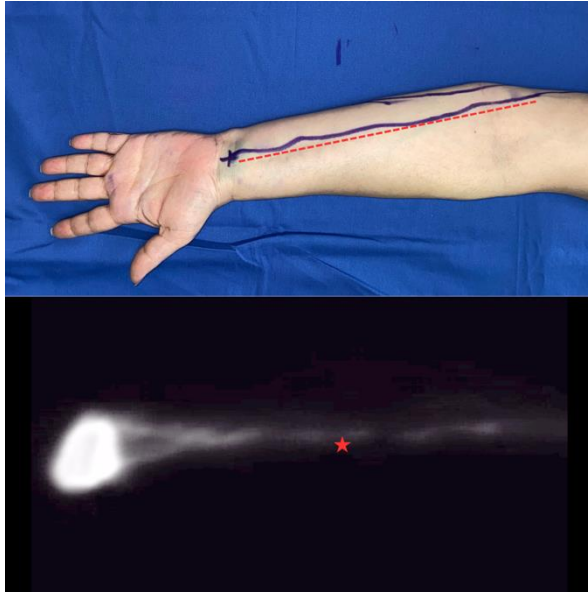
Sol ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.49). Sol ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda dorsolateralde seyri sonrasında üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sol ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.50).



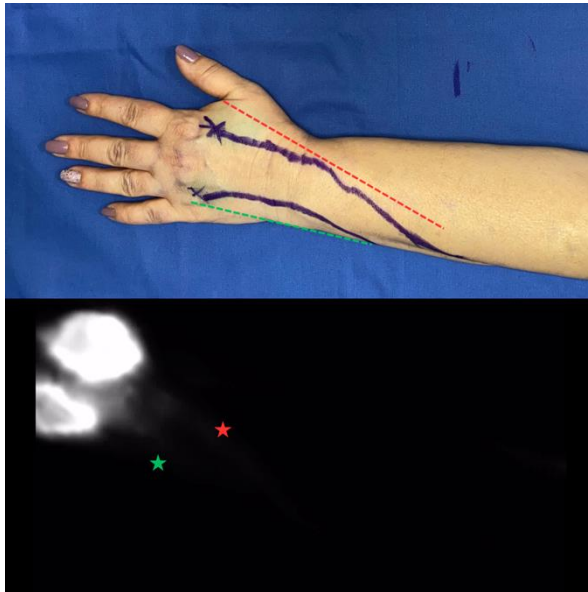
Şekil 4.47 Hasta 10'a ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.48 Hasta 10'a ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.49 Hasta 10'a ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

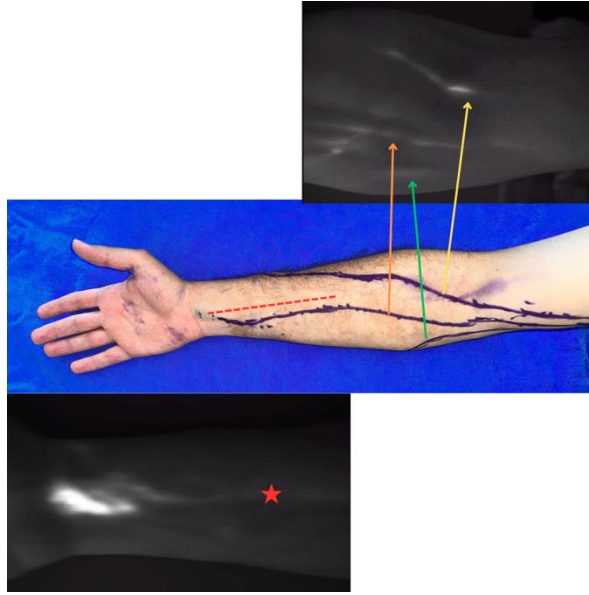


Şekil 4.50 Hasta 10'a ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

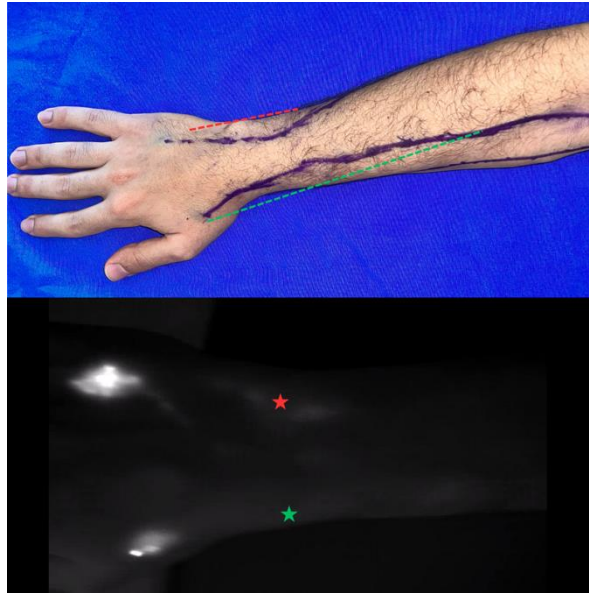
Hasta 11; 42 yaşında ekstremitte SCC tanılı erkek hastaydı. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 3 saat değerlendirilmiş olup 3. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir

Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.51). Sağ ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda dorsal yüz sonrasında üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sağ ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.52).

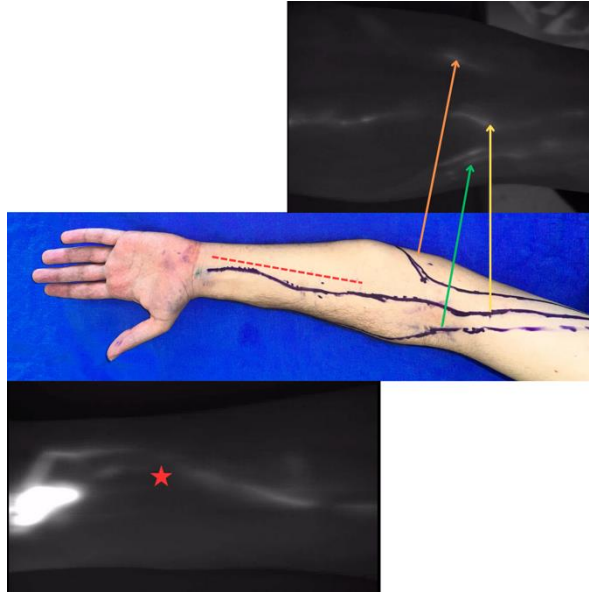
Sol ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.30). Sol ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda seyri sonrasında üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sol ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.30).



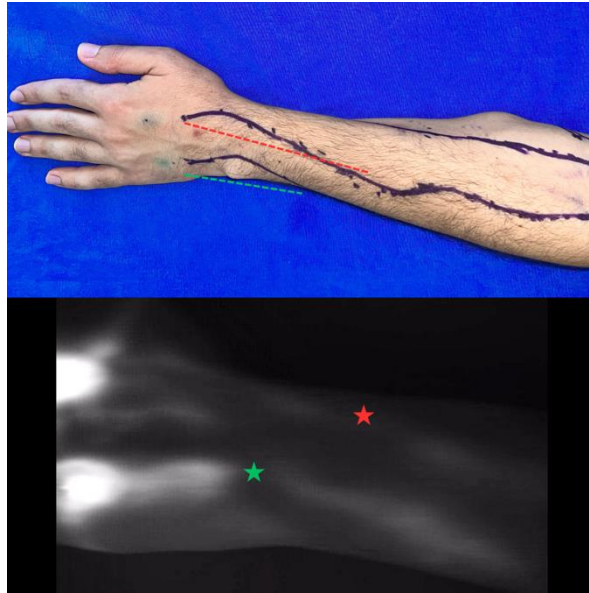
Şekil 4.51 Hasta 11'e ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.52 Hasta 11'e ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.53 Hasta 11'e ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

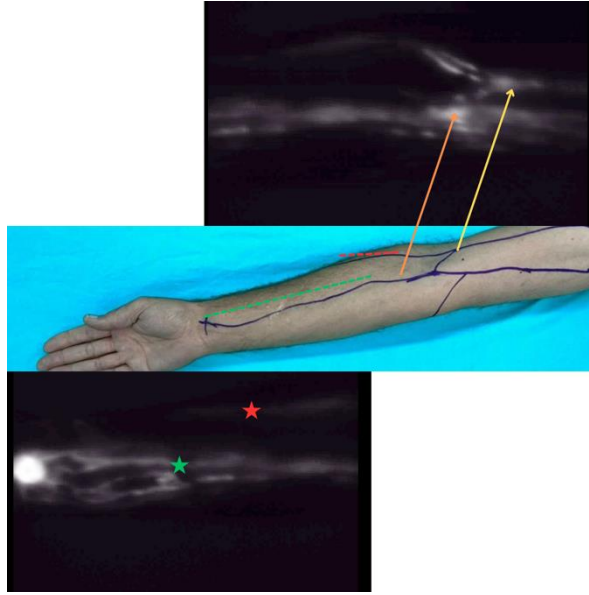


Şekil 4.54 Hasta 11'e ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

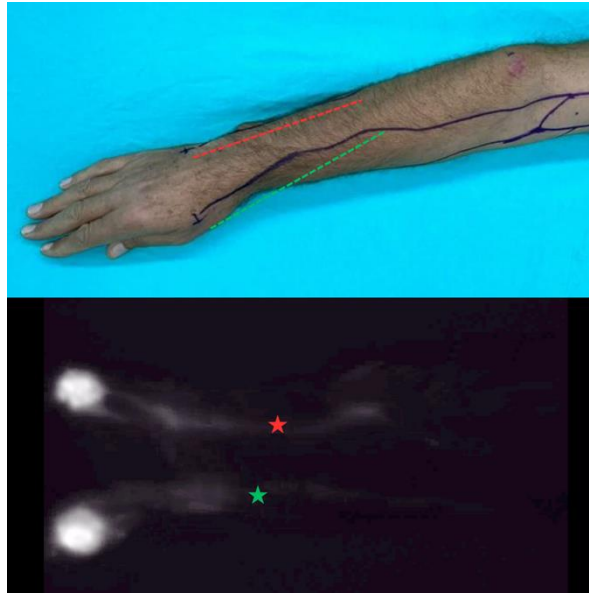
Hasta 12 ekstremitede malign melanom öyküsü olan 30 yaşında erkek hastaydı. Hasta ICG enjeksiyonu sonrası 3 saat değerlendirilmiş olup 3. saat ICG lenfografi görüntüleri paylaşılmıştır. Sağ kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5. dakika da ulaşmış, aksillar bölgede de 5. dakika da tespit edilmiştir. Sol kolda ICG dirsek eklemine yaklaşık 5 dakika da ulaşmış, aksillar bölgede yaklaşık 10. dakika da tespit edilmiştir

Sağ ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.55). Sağ ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda dorsal yüzde seyri sonrasında üst kolda lateral kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sağ ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.56).

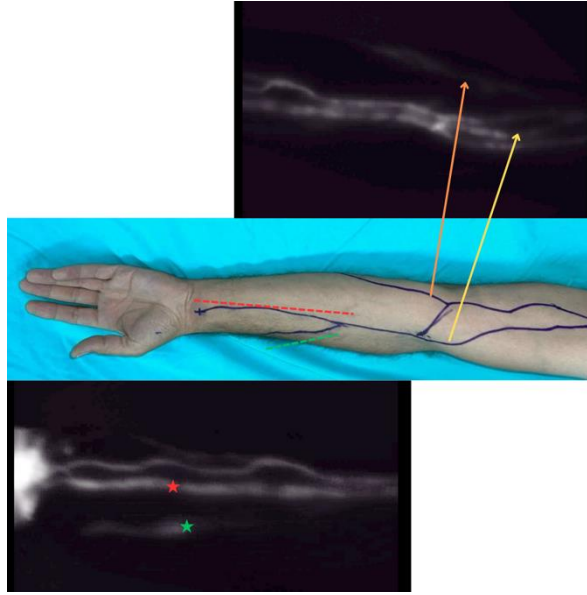
Sol ön kol volar ICG enjeksiyonu sonrası median kanal üst kolda medial kanal lineer patern yolu ile aksillaya uzanımı görülmüştür (Şekil 4.57). Sol ön kol 1. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında radyal kanal ön kolda ventral yüze geçerek üst kolda medial kanal ile aksillaya lineer paterni gösterilmiştir. Sol ön kol 4. web aralığı ICG enjeksiyonu sonrasında ulnar kanal ön kolda dorsalde devam etmiş üst kolda medial kanal ile aksillaya uzanım gösteren lineer paterni görülmüştür (Şekil 4.58).



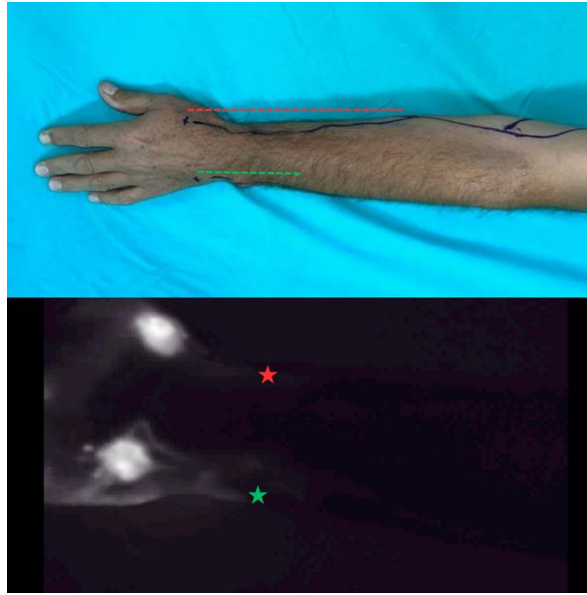
Şekil 4.55 Hasta 12'ye ait sağ kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.56 Hasta 12'ye ait sağ kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.57 Hasta 12'ye ait sol kol iç ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çizimine uyan ICG lenfografi görüntüleri oklarla eşleştirilmiştir. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.



Şekil 4.58 Hasta 12'ye ait sol kol dış ICG lenfografi ile uyumlu hasta çizimi. Hasta çiziminde bulunan kesikli çizgiler, aynı renk işaretlerle ICG lenfografi görüntüsünde gösterilmiştir.

5. TARTIŞMA

Lenfatik dolaşım hem anatomik hem de fonksiyonel olarak kan dolaşımından daha az kapsamlı olarak incelenmiştir. Bu hassas damarların anatomik olarak görselleştirilmesindeki zorluklar bu gerçeğe katkıda bulunmuştur. Kol lenfödem, meme kanseri tedavisi ve aksiller lenf nodu diseksiyonunun sık görülen bir komplikasyonudur ve tahmini sıklığı %5-30'dur (82). Bu insidans öncelikle ameliyattan sonraki ilk 2-5 yıl içinde hacim ve çevre kriterlerini kullanan çalışmalara dayanmaktadır. Lenfödem tanısı için 100–200 cm'nin üzerindeki kol hacmi farklılıkları veya 2 cm'nin üzerinde çevre farkı olması aranır (82). Vasküler sisteme göre araştırmaların geride kaldığı lenfatik sistem tanı ve tedavi de gecikmeleri de beraberinde getirmektedir. Klinik olarak "hafif" lenfödem bile özellikle eli etkiliyorsa önemli bir sakatlığa neden olabilir. Yüz cm'lik el hacmi artışı işlevde önemli bir bozulmaya neden olur, çünkü yazmak veya piyano çalmak gibi elin ince hareketlerini gerektiren herhangi bir işin gerçekleştirilmesi zordur. VKDN giderek artmakta olup lenfatik sistemdeki aksaklıklar doku işlevini ve uyumunu etkilemektedir. 1998 yılında gerçekleştirilen ilk başarılı insan eli nakli (48) ve 2005 yılında gerçekleştirilen insan yüz nakli (83) nedeniyle, hasarlı veya kusurlu dokuların rekonstrüksiyonu için kompozit doku allotransplantasyonu son yirmi yılda hızla yayılmaktadır. Bugüne kadar dünya çapında 100'den fazla el nakli vakası ve 30'dan fazla kısmi veya tam yüz nakli vakası gerçekleştirilmiştir. Hasta sayısının giderek artış göstereceğinden dolayı lenfatik sistemdeki her aydınlatma bu hastaların yaşama uyum ve işlevlerini tam kazanması için yol gösterici olacaktır. Lenfödem yıkıcı etkileri olan ekstremité deformitesi, doku atrofisi ve tekrarlayan enfeksiyonlara karşı artan duyarlılık dahil olmak üzere ödeme sekonder hareket kısıtlılıkları gibi ikincil etkileri erken tanı ile önlenmesi ve etkili tedavisi lenfatik sistemin anlaşılması ile mümkün hale gelecektir. Lenfostazın artmış fibroz, adipogenez ve inflamasyona neden olabileceği öne sürülmüştür. Bu artan inflamasyon, daha sonra greft reddine yol açabilir (84).

Üst ekstremité replantasyon veya transplantasyondan sonra, lenfatik damarların bağlantısı tamamen kesilir ve ameliyat sırasında onarımı yapılmaz. Bununla birlikte, lenfödem bu hastalarda nadirdir. Lenfanjiyogenez ile yeniden yapılanan lenfatik sistem daha önce birçok deneysel ve klinik çalışmalarda gösterilmiştir. Yapılan çeşitli çalışmalarda, lenfatik anastomoz uygulanmayan

vakalarda yüzeyel lenfatiklerde artış görülmüş ve bunun sebebinde derin lenfatik sistem hattındaki akışın azalması ile yüzeyel lenfatik akışının buna sekonder olarak arttığı gösterilmiştir (85, 86).

Vasküler endotelyal büyüme faktörü C gibi lenfanjiyogenik büyüme faktörlerinin eksojen verilmesi sonrasında lenf nodu transferinin gerçekleştirilmesi durumunda lenfatik rejenerasyonun iyileştiğini bildiren deneysel çalışmalarla desteklenmektedir (87, 88). Fare modeli kullanılarak yapılan bir çalışmada steril inflamasyon, lenf nodu transplantasyonu sonrası lenfatik fonksiyonu ve lenfanjiyogenezi arttırmak için güçlü bir yöntem olduğu ve lenf nodu mimarisinin korunması ile ilişkili gösterilmiştir. Transplantasyon sonrası inflamasyonun indüklenmesi etkili yöntem olduğu ve bu durumun B hücre zonlarının genişlemesi ve T hücrelerinin yüzdesinin azalması ile ilişkisiyle inflamasyonun lenfanjiogenezi arttırdığı gösterilmiştir (89).

Kompozit doku allogreftleri heterojendir. Deri, kas, damar, kemik, kemik iliği, lenf nodları, sinir, tendon ve farklı immünojenik özelliklere sahip çeşitli doku tiplerinden oluşurlar. Cilt, immün sürveyansında önemli rol oynayan zengin bir yerleşik hücre repertuarına sahiptir. Bu bağlamda, deride immün rejeksiyonda rol oynayan moleküler mekanizmayı anlamak başarılı nakil ve lenfödem önlenmesinde gereklidir. T hücrelerinin doku fibrozunu teşvik ederek ve lenfanjiyogenezi inhibe ederek lenfödem patolojisinde önemli bir rol oynadığını bilinmektedir. Fare kuyruğunda oluşturulmuş lenfödem modelinde, bir anti-T-hücre immünosüpresif ilaç olan takrolimus ile topikal terapi etkisini değerlendirilen bir çalışmada; takrolimusun lenfödem gelişimini önlediği ve lenfödemi tedavi etmede çok efektif olduğunu gösterilmiştir. T-hücre infiltrasyonunda ve doku fibröz oluşumda azalma ile takrolimus ile tedavi edilen hayvanlarda, artan toplayıcı damar kontraksiyon sıklığı ve azalmış dermal geri akış ile lenfatik fonksiyonu belirgin şekilde iyileştirdiği gözlemlenmiştir (90).

Bizim çalışmamızda da kol nakli hastalarının immünosüpresif tedavisinde düzenli olarak oral takrolimus, bazende topikal takrolimus tedavisi uygulanmaktadır. Lenfatik onarım yapılmayan kol nakli yapılan 3 hastamızda da bu çalışma ile uyumlu olarak lenfödem az olarak değerlendirildi. Kol nakli hasta grubu ile, major üst ekstremité replantasyon yapılan hastalar arasında hem klinik

hem de lenfografide görülen farkın oluşmasının sebeplerinden birisi takrolimus kullanımı olabilir.

Boardman ve ark. tarafından ratların kuyruğunda yaptıkları çalışmalarda interstisyel alanda lenfatik sıvı akışının lenfatik endotelyal hücre organizasyonundan daha önce oluştuğunu açıkladılar. Lenfatik hücre migrasyonunun lenf akışının yönünde olduğunu bildirdiler (91). Bu veriler interstisyel sıvı akışının lenfanjiyogeneze önce gerçekleştiğini ve hatta lenfanjiyogenезin yönünü belirlediğini ortaya koymuştur (91). Hasta 4 ve 5 forequatr replantasyon hastalarında alıcı ve verici doku da bulunan ve sütur hattında birleşmesi beklenen yüzeyel lenfatik yolaklar birbirlerine zıt yönde lenfatik sıvı taşımaktadır. Aksiller yatağa olan yüzeyel lenfatik yolak kesintiye uğramış ve aksillaya yönelik lenfatik akım aksiller lenfatik yatak ile bağlantı kuramamıştır. Tek yönlü akım prensibine ters düşen bu durumda spekülatif olmakla birlikte replante edilen ekstremitede de dirsek üstünde ICG lenfografide görülemeyen yüzeyel lenfatik yolak fibroza uğramış ve dirsek civarında derin lenfatik yolağa yönelmiş olabilir.

Bir başka açıdan düşünüldüğünde nakil ve replantasyon hastalarında henüz lenfatik hücre migrasyonunun gerçekleşmediği erken dönemde lenfatik akışın sütur hattı boyunca olacağı düşünülürse lenfatik hücre migrasyonu da aynı yolağı takip edecektir. Özellikle nakil ve dirsek replantasyon hastalarında da alıcı ve donör sahadaki dokular arasında yeni lenfatik yolak oluşturmaktan çok sütur hattında devam eden lenfatik akış ICG lenfografilerinde görülmektedir. Hasta 6 dirsek replantasyon hastasında replante edilen parça ile gelen lenfatik sıvının vastus laterali-ALT flebinin sadece birleşim yerinde hareket etmesi flebin içerisinde ICG'ye ait herhangi bir geçiş görülmemesi bu görüşü desteklemektedir.

Smaropoulos ve ark. tarafından köpeklerin arka bacağına oluşturulan replantasyonu modelinde yaptıkları çalışmada siyatik sinir korunan ve korunmayan gruplar kıyaslanmış, ekstremitede çevre uzunluğunda anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen, siyatik sinirin korunduğu grupta daha düşük değerler görüldü. Erken mobilizasyon ve kasların kontrakte olmasının lenfatik akışa katkısı olabileceğini öne sürdüler (92). Aynı zamanda forequatr replantasyon hastaları nakil hastaları ile kıyaslandığında parmak, el, el bileği, ön kol ve kol hareket aralıkları daha kısıtlıdır. Bizim çalışmamız da nakilli hastaların tüm ekstremitelerinde dirsek ve aksiller bölgeye ilk bir saat içerisinde ulaşmasında rağmen forequatr

replantasyon hastalarında dirsek eklemine en yakın olduğu yere hasta 4'te 3 saat, hasta 5'te ise 4. saatte gerçekleşmiştir. Bu verilere dayanarak ICG akım hızının kasların hareket ve kontraksiyon dereceleri ile ilişkili olduğuna örnek teşkil etmektedir. Ayrıca replante edilen kolun diğer kola göre atrofisi mevcuttur. Kas hareketlerinin kısıtlılığı nedeniyle yüzeysel lenfatik yolağın derin yolağa doğru yönelmesine sebep olmuş olabilir. Özkan ve ark. 2 bilateral kol nakilli hastaya özel uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon programları sonrasında postoperatif dönemde hastalarda ödemin azaldığı 9 ve 4 yıllık takip süresinde hastalarında ödem olmadığını bildirmişlerdir (93).

Bilateral üst ekstremitte VKDN hastalarında lenfosintigrafi ile Cavadas ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalarda 6 ekstremiteden 2 tanesinde orta derece de lenfödem olduğu ortaya koymuşlardır (94). Benzer şekilde bizim 3 bilateral kol nakilli hastamızda lenfödem bulguları lenfosintigrafi yerine ICG lenfografi ile incelenmiş her nakilli hastanın iki kolu da benzer bozulmuş ICG lenfografi paterni sergilediler. Cavadas ve ekibine benzer şekilde bizim hastalarımızda da lenfatik onarım yapılmamıştır. Buradaki kritik sürecin olabildiğince fazladan yüzeysel ven anastomozunun yapılması erken mobilizasyon ve rehabilitasyon sürecine başlanmasıdır. Ayrıca uzamış iskemi süresinden, reperfüzyon hasarı gibi süreçlerde aynı derece de önem arz etmektedir. Dokuya saygı son ana kadar korunmalıdır.

Lenfatik dokunun iskemi ve iskemi-reperfüzyon hasarına nasıl yanıt verdiğini ratlar üzerinde araştıran bir çalışma da 4 saatlik iskemiden sonra lenf nodlarında önemli iskemi-reperfüzyon hasarının meydana geldiğini gösterilmiştir. Lenf düğümleri 4 saatlik iskemiden sonra önemli bir fibrotik değişiklik geçirdiği gösterilmiş ve lenfatik drenajda bozulmaya yol açacağı görülmüştür (95). Bizim çalışmamızda replantasyon öykülü hastalar ile kol nakli olan hastalar benzer iskemi sürelerine sahiptir. Hasta 4 ve 5' te lenfatik yolağın dirsek üstünde görülmemesi iskemiye bağlı lenfatik yolakta meydana gelen hasara bağlı olabilir ancak bizim çalışmamızdaki kol nakli ve forequat replantasyon hastalarında benzer olduğundan iskem sürelerine göre bir çıkarım yapılamamaktadır.

Yamamoto ve ark. tarafından yapılan çalışmalarda replantasyon ve serbest flep ile rekonstrüksiyon hastalarında preoperatif ICG lenfografi kullanarak lenfatik yolları alıcı ve verici dokularda görüntülemiştir. İntraoperatif doku inseti sırasında

ICG lenfografi ile bu yolaklar gözlenerek lenfatik yapılar anastomoz yapılmaksızın olabildiğince dermal süturasyon ile yaklaştırılmaya çalışılmıştır. Lenf ekseni ile uyumlu olarak yaklaştırılan rekonstrüksiyonlarda lenf akışının daha iyi olduğu anlamlı bulunmuşlardır. Bu çalışmaya göre lenfatik uçlar 2 cm içerisinde yaklaştırılmasının lenf akışında anlamlı iyileştirme yapıldığı gösterilmiştir. Bu çalışmaya göre de lenfatik anastomoz yapılmadan lenfatik rekonstrüksiyonun bu yöntemler ile sağlanabileceği öne sürülmüştür (96, 97). Bizim çalışmamızda da hem kol nakli hastalarında hem de replantasyon ile rekonstrüksiyonu yapılan hastalarda lenfatik anastomoz yapılmamıştır. Her iki hasta grubunda da allogreftin normal anatomik pozisyonda inset edildiği düşünülürse, lenf ekseni uyumlu olarak inset yapılmış olduğu varsayılabilir ve lenfödem az görülmesinin bir başka nedeni olabilir.

Süpermikrocerrahi tekniklerin ortaya çıkışı, hasarlı lenfatik ağları onarmayı ve lenfatik dolaşımı restore etmeyi amaçlayan fizyolojik prosedürlere olan ilgiyi artırmıştır. Sağlıklı lenf nodlarının lenfödemli ekstremiteye aktarıldığı ve mikrovasküler teknikler kullanılarak revaskülarize edildiği lenf nodu transferleri ile ilgili deneyimlerini bildirmiştir (98). Transfer edilen lenf noduna lenfatik rejenerasyon kendiliğinden gerçekleşir ve retrospektif bir çalışma bu prosedürlerle mükemmel sonuçlar bildirmiştir (98). Bazı hastalar cerrahi ile mükemmel sonuçlar gösterirken, diğerleri görünüşte çok az fayda sağladığından dolayı, fikir birliği oluşturulamamış lenfanjiogeneze katkıda bulunan ek faktörler sıkça araştırma konusu olmuştur.

Granoff ve arkadaşları tarafından 2022 yılında literatüre kazandırdığı çalışmada el ve ön kolunun üç ana lenfatik yolunun seyri ve bu yolakların üst kola değişken bağlantıları detaylandırılmıştır (99). Ön kol da median, radyal ve ulnar yolaklar üst kola devamında median ve lateral yolaklar malignite nedeniyle ICG yapılan hasta grubumuzda benzer bulunmuştur.

Kol nakli hastalarında normal lenfatik drenajını kısmen taklit eden, ancak aynı zamanda diğer çalışmalarda tanımlanan lenfödem hastalarının özelliklerini paylaşan çeşitli lenfatik drenaj paternlerinin ICG lenfografisi ile gösterildiği çalışma Efrain Farias ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (100). Bizim çalışmamız da bu makaleye ek olarak volar enjeksiyonla median yolakta eklenmiştir.

İmmünesüpresif ajanlar allogreft rejeksiyonunu en aza indirmek ve transplantasyon sonrası kısa süreli sağkalımı desteklemek için yeterli olsa da, uzun süreli sağ kalımın önemli bir kısıtlılığı allogreft vaskülopati (AV) gelişimidir (101). AV gelişiminin merkezinde endotel hasarı ve sonrasında disfonksiyon vardır. Endotel disfonksiyonu, intimal hiperplazi gelişimine ve AV'ye yol açan ilerleyici plak birikimine katkıda bulunur (102). Günümüzde kullanılan immünesüpresanların birçoğu transplantasyon sonrası endotel disfonksiyonuna neden olmakta ve intimal hiperplazi ve AV gelişimini daha da hızlandırabilmektedir (103). Takrolimus kalsinörin inhibitörü olup transplantasyon sonrası allogreft rejeksiyonu insidansını ve şiddetini azaltmak için yaygın olarak kullanılan immünesüpresanlardandır.

Kaufman ve arkadaşları nakil sonrası 6.ve 9. Ayda saptanan iki hasta vaskülopati buldular ve agresif vaskülopatiyeye bağlı bir greft kaybı bildirdiler (104). Ayrıca Diefenbeck ve arkadaşları vaskülerize diz allotransplantasyonundan 36 ay sonra progresif vaskülopati semptomları olan bir hastayı tanımlayarak greftin histomorfolojik incelemesinin diffüz konsantrik fibröz intimal kalınlaşma ve greft damarlarında tıkanıklık şeklinde sonuçlandığını ve hastanın nakilden 20 ay sonra iskemi nedeniyle diz amputasyonu geçirdiğini bildirdiler (105).

Ratların arka bacak allotransplantasyonu ile yapılan deneysel bir çalışma da miyointimal proliferasyon, konsantrik lümen tıkanıklığı ve perivasküler fibrozlarla birlikte vaskülopati gelişimi kanıtlanmıştır (106). Bizim çalışmamızda histopatolojik incelemeler yer almamakta olup tüm bu çalışmalar solid organ nakillerinde olduğu gibi geri döndürülemez allogreft yetmezliği ile sonuçlanan vaskülopati durumları ile benzerdir.

Nakil hasta grubundan hasta 1 ve hasta 2 doppler usg ile incelendiğinde her iki kolda da anastomoz öncesi ve sonrası arter çapı, intima kalınlığı ve akım hızları birbirleri ile uyumlu olup vaskülopatik değişiklikler saptanmamıştır. Hasta 3'te ise her iki kol arterlerin anastomoz öncesi ve sonrasına ait farklar belirgindir. Hasta 3'ün her iki kolunda donöre ait damar duvarlarında kalsifikasyon, intima kalınlaşması ve düzensizliği gibi vaskülopatik değişiklikler izlenmiştir. Kıyaslanan doppler USG veriler hasta 1'de nakil sonrası 3. Sene, hasta 2'de yaklaşık 1,5 sene, hasta 3'te ise 12 sene sonrasına aittir. Bu 3 hastada da özgeçmişlerinde vaskülopatiyeye yol açan ek hastalık ve özellikler olmayıp aynı ilaç protokolleri uygulanmaktadır. Hasta 3'e ait tariflenen değişiklikler muhtemelen immün birikime

bağlı olup greft sağkalımının hastanın yaşamı boyunca olması için dikkat etmek gerekmektedir. Ayrıca kullanılan immüsupresan ajanlarında birikimi tek başına ya da immün birikimle beraber bu sonuçlara yol açmış olabilir. Sebep sonuç ilişkisi bakımından daha ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Özellikle VKDN'nin yaygınlaşması ile nakil yaşının giderek çocuk yaşlara doğru kayması ve ortalama insan ömrünün giderek artması ile immün birikim daha fazla olacaktır. Doppler USG VKDN hastalarının kontrollerinde uygun bir non-invaziv yöntem olabileceğini ve hastaların rutin kontrollerinde yer alması gerektiğini düşünmekteyiz.

Major üst ekstremité replantasyon hasta grubumuzda yer alan hasta 4-5-6 da ise anastomoz öncesi ve sonrası arter doppler USG incelemelerinde çap, akım hızı ve intima kalınlıkları birbirleri ile uyumlu olup herhangi bir vaskülopatik değişiklik izlenmemiştir.

Hollenberg ve meslektaşları endotel bozukluğu ve zaman içindeki disfonksiyonun daha sonra reddedilme ve AV gelişiminin öngörücüsü olduğunu öne sürmüştür (107). Takrolimus tedavisinin diğer kalsinörin inhibitörü olan siklosporine göre endotel fonksiyonunu koruduğunu intimal hiperplazi gelişimini önlediği yönünde çalışmalar mevcuttur (108, 109). Kalsinörin inhibitörlerinin dislipidemik yan etkilerle ilişkili olmasına rağmen takrolimusun siklosporine göre lipit profillerini koruması açısından daha iyi olduğu hakkında fikir birliği vardır (110, 111). Özellikle immüsupresyon amacıyla steroidler ile birlikte kullanıldığında endotel disfonksiyonunu ve intimal kalınlaşmayı sinerjik olarak arttırabilme özelliği de taşıyabilmeleri açısından dikkat gerektirmektedir. İmmüsupresanların solid organ nakillerinde araştırma sayısının daha fazla olması VKDN hastalarına etkileri ile ilgili çalışmaların azlığı nedeniyle bilateral kol nakli ve major üst ekstremité replantasyon hastalarında anastomoz ile ilişkili arterlerde çap, intima kalınlığı ve hız parametrelerini inceledik. Daha önce yapılan çalışmalarda brakial arter intima media kalınlığının karotis intima media kalınlığı ile korele olduğu ve ateroskleroz derecesinin bir belirteci olabileceğini ve vasküler fonksiyonun bir belirteci olarak kullanılabileceği belirtilmiş, kardiyovasküler risk faktörlerine sahip hastaların derecelendirilebilmesi için ek bilgi sağlayabileceği belirtilmiştir (112). Takrolimusun dislipidemik yan etkileri ve glukoz toleransında yaptığı değişiklikler nakil hastalarını kardiyovasküler hastalıklar için yatkın hale getirebileceği göz önünde bulundurulduğunda brakial arter intima takibinin

önemli olabileceğini düşünmekteyiz. Karotis arterlerdeki intima kalınlığı ile sağ subklavyen arterin intima kalınlığı arasında bir korelasyonun varlığının ve subklavyen arterdeki intima kalınlığının kardiyovasküler riskin erken belirteçlerini karotis intima kalınlığına daha erken belirteç olduğu çalışma mevcuttur (113). Bir diğer çalışma grubumuz olan forequat replantasyon hastalarında ven alıcı subklavyen arteri ile verici aksiller arteri özellikleri incelenmiştir. Dirsek replantasyonu olan hasta da ise yardımıyla alıcı-verici brakiyal arter doppler usg özellikleri çalışmamıza dahil edilmiştir. Komorbiditeyi en aza indirmek ve daha fazla endotel hasarından ve AV progresyonundan korunmak için terapötik rejimi hastanın geçmişine ve ihtiyaçlarına uyacak şekilde düzenlemek, tedavide doppler USG'nin yararını araştırmak, immünosupresan ajanların anastomoz ile ilişkili arterlerdeki etkilerini literatüre kazandırmak amacıyla nakil hastalarının anastomoz ile ilişkili arterlerinde doppler USG bulgularını paylaşmaktayız. İmmünosupresyon kullanan nakil grubu ile kullanmayan replantasyon grubu arasında zaman içindeki değişim ve değişikliklerin takiplerinde faydalarının literatüre yeni bilgiler kazandıracağını düşünmekteyiz.

Bir ekstremité allogreftini besleyen kan damarlarının yetersizliği ekstremitenin kaybına neden olabilir. Bu nedenle, transplantasyonların perfüzyonunun düzenli olarak değerlendirilmesi amacıyla hasta uyumu ve hastaya zarar vermemek amacıyla non-invaziv yöntemlerden doppler usg yöntemini seçtik. Çalışma grubumuza replantasyon hastalarını dahil ederek iki grup arasında esas fark olan immünosupresanların ve rejeksiyonların etkilerini incelemeyi amaçladık. Düzenli aralıklarla fizik muayene, biyokimya ve doku biyopsileri ile takip edilen kol nakilli hastalarda immünosupresanların ve immün yanıtın vasküler etkilerini belirleyebilmek ve bu etkilere göre erken tanı ve ilaç dozlarının belirlenmesinde rolünü araştırmak amacıyla doppler USG'yi rutin kontrollerimize ekledik. Ayrıca greft reddini izlemek için yeterli araçların bulunmaması nedeniyle yeni bir bakış açısı kazandırarak ve rejeksiyonların erken tanısı ile greft kaybına yol açan durumların önlenmesi amaçlanmaktadır. Karotis intima kalınlığı bizim çalışmamızda değerlendirilmemiş olup bulguların dissemine ateroskleroza sekonder olup olmadığı netleştirilmemiş, bulgularımız alıcı ve verici damar kıyaslamalarına aittir.

6. SONUÇ

Çalışmamızda kol nakli hastalarında lenfatik anastomoz yapılmamasına rağmen alıcı ve donör saha arasında lenfatik bağlantıların oluşumu ICG lenfografide multipl lenfatik bağlantıların varlığı ve aksiller lenf nodlarında ICG görülmesi ile gösterilmiştir. Allogreft içerisinde lenfatik yapılar bütünlüğünü korumuş olmakla beraber, yüzeysel lenfatiklerde artış gözlenmiştir. Bununla beraber alıcı ve donör arasındaki skar hattının lenfatik sıvının akışında rol oynadığı görülmüştür.

Bu çalışma kapsamında bilateral kol nakli ile major üst ekstremité replantasyon öykülü hastalarda lenfatik sistemin yeniden yapılanması değerlendirilmiştir. Nakilli hastalarda yapılan ICG lenfografilerinde dermal backflow paterni görülmüş, alıcı ve verici dokular arasında lenfatik bağlantıların görüntülenmesi, aksiller lenf nodlarına ulaşması ICG görülmesi ile gösterilmiş olup forequatr replantasyon hastalarından lenfatik bağlantıların üst kolda görülmediği muhtemelen derin lenfatik yola yöneldiği düşünülmüştür. Spekülatif olmakla birlikte forequatr hastalarında sütur hatlarında ters lenfatik akım kaynaklı yüzeysel lenfatikler birleşememiş aksiller yatağa yönelik akım kesintiye uğramıştır. Bu durumun sonucu olarak üst kolda bulunan yüzeysel lenfatik yolak fibroza uğramış ve dirsek etrafında derin yolağa yönelmiş olabilir. Ayrıca; forequatr replantasyon hastalarında kas hareketlerinin ve kontraksiyonunun transplant hastalarına göre daha az olması da bu duruma sebebiyet vermiş iki grup arasındaki farka neden olmuş olabilir. Ek olarak, tacrolimusun yüzeysel lenfatik bağlantılarının artışına dair bilgiler ışığında düşünüldüğünde nakilli hastalarda görülen üst kol lenfatik yolakların forequatr replantasyon hastalarında görülmemesi bir diğer neden olabilir.

Doppler USG ile uzun süre önce nakil olan hasta allogreftindeki arterlerde değişiklikler tespit edilmiş olup spekülatif olmakla birlikte immün birikimin ve immünsupresan ajanların etkisi olabileceği düşünülmüştür. Dolayısıyla kol nakilli hastalarda doppler USG'nin erken tanı ve takipte yararlı olabileceğini göstermiş bulunmaktayız.

ÖZET

Replantasyon ve Bilateral Üst Ekstremité Nakil Hastalarında Lenfatik ve Vasküler Sistemlerin Yeniden Yapılanmasının Değerlendirilmesi

Vücut bütünlüğünü bozan ve fonksiyon kaybına yol açacak şekilde kompozit doku kaybı olan hastalarda; fiziksel görünümü geri kazanma, fonksiyon açısından iyileştirme amacıyla uygulanan VKDN ile replantasyon ameliyatları yaşam kalitesini arttırmaktadır. Bu özellikli hastalarda anatomik bütünlük sağlanmasını takiben vasküler yapıda oluşan değişiklikler ile lenfatik yapıların yeniden şekillenmesi ile ilgili bilgiler kısıtlıdır.

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesinde 01.01.2012 ile 01.01.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen 3 bilateral kol nakli hastası ile tek taraflı major üst ekstremité 3 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Major üst ekstremité replantasyon hastalarının 2'si forequarter ve 1'i dirsek replantasyon özelliği göstermektedir. Bilateral kol nakilli ve major üst ekstremité replantasyon öykülü hastalarda lenfatik sistemi değerlendirmek amacıyla ICG lenfografi bulguları değerlendirilmiştir. Ek olarak bu hasta grubunda anastomoz öncesi ve sonrasına ait arter doppler USG verileri değerlendirilmiştir. ICG lenfografi kontrol grubu olarak; ekstremitéde malignitesi bulunan ancak daha önce ekstremitéde herhangi bir işlem geçirmemiş 6 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

ICG lenfografi bulguları değerlendirildiğinde bilateral kol nakilli hastalarda lenfatik anastomoz yapılmamasına rağmen alıcı ve verici dokularda spontan lenfatik bağlantıların oluştuğu gösterildi. Dirsek replantasyon öykülü hastadaki durum benzerdi. Ancak bilateral kol nakil hastalarında üst kolda görülen yüzeysel lenfatik akım forequatr replantasyon hastalarında görülemedi. Spekülatif olmakla birlikte forequarter hastaların sütur hattında üst ekstremité lenfatik yönü ile ters akıma sahip lenfatik yolakların birleşmemesi sonucunda aksiller yatağa akım kesintiye uğramıştır. Bu nedenle üst kolda bulunan yüzeysel lenfatik yolaklar fibroza uğrayarak derin lenfatik sisteme yönelmiş olabilir. Ayrıca kas hareket ve kontraksiyonlarının nakilli hastalara göre daha az olması iki grup arasındaki farka yol açmış olabilir. Tacrolimusun yüzeysel lenfatiklerin artışına sebebiyet vermesi de bu iki grup arasındaki ICG lenfografi farklarına yol açmış olabilir.

Doppler USG incelemelerinde ise bilateral kol nakil öykülü bir hasta da verici arter duvarında alıcı artere göre intimada kalınlaşma, düzensizlik, kalsifikasyon tespit edilmiş olup allogrefté ait iskemik değişiklikler görülmemiştir.

Diğer bilateral kol nakilli ve major üst ekremite replantasyon hastalarında alıcı ve verici arterlerdeki veriler birbirleriyle uyumlu bulunmuştur. Doppler USG ile hasta takiplerinin allogreft takibi için yararlı olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar Sözcükler: Kol nakli, replantasyon, ICG lenfografi, doppler USG



ABSTRACT

Evaluation of Lymphatic and Vascular System Restructuring in Replantation and Bilateral Upper Extremity Transplant Patients

Patients who have composite tissue loss that disrupts body integrity and causes loss of function; replantation surgeries with vascularised composite tissue transplantation, which are applied to restore physical appearance and improve function, increase the quality of life. There is limited information about the changes in the vascular structure and the remodeling of the lymphatic structures following anatomical integrity in these patients.

Three bilateral hand allotransplants and three unilateral major upper extremity replantations performed at Akdeniz University Faculty of Medicine between 01.01.2012 and 01.01.2022 were included in the study. Of the major upper extremity replantation patients, 2 had forequarters and 1 had elbow replantation. ICG lymphography findings were evaluated to examine the lymphatic system in patients with bilateral hand transplant and major upper extremity replantation. In addition, arterial doppler USG data before and after anastomosis were evaluated in this patient groups. As the ICG lymphography control group, six patients with malignancy in the upper extremity but who had not undergone any previous procedure on the extremity were included in the study.

When ICG lymphography findings were evaluated, it was shown that spontaneous lymphatic connections were formed in the recipient and donor tissues, although lymphatic anastomosis was not performed in bilateral hand transplant patients. The situation was similar in the patients with elbow replantation history. However, the superficial lymphatic flow seen in the upper hand in bilateral hand transplant patients could not be seen in forequarter replantation patients. Although it is speculative, the lymphatic flow to the axillary area was interrupted as a result of the mismatch of the upper extremity lymphatic pathways with reverse flow at the suture line of the forequarter patients. Therefore, the superficial lymphatic pathways in the upper hand may undergo fibrosis, which leads the lymphatic flow through the deep lymphatic system. In addition, less muscle movements and contractions compared to transplanted patients may have caused the difference between the two groups. The fact that tacrolimus caused an increase in superficial lymphatics may also have caused the ICG lymphography differences between these two groups.

In Doppler USG examinations, intima thickening, irregularity and calcification were detected in the donor artery wall compared to the recipient artery in a patient with a history of bilateral hand transplantation, and ischemic changes of the allograft were not observed. In other patients with bilateral hand transplants and major upper extremity replantation, the data in the donor and recipient arteries were consistent with each other. We think that patient follow-up with doppler USG is useful for allograft follow-up.

Key words: Hand transplantation, replantation, ICG lymphography, doppler USG



KAYNAKLAR

1. Swartz MA. The physiology of the lymphatic system. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2001;50(1):3-20.
 2. Granoff MD, Pardo JA, Johnson AR, Fleishman A, Tillotson E, Thomson S, et al. Superficial and Functional Lymphatic Anatomy of the Upper Extremity. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2022;150(4):900-7.
 3. Suami H, Taylor GI, Pan W-R. The lymphatic territories of the upper limb: anatomical study and clinical implications. *Plastic and reconstructive surgery*. 2007;119(6):1813-22.
 4. Sappey PC. Anatomie, physiologie, pathologie des vaisseaux lymphatiques consideres chez l'homme et les vertebres. Paris A. 1885.
 5. Leduc A, Caplan I, Leduc O. Lymphatic drainage of the upper limb. Substitution lymphatic pathways. *The European Journal of Lymphology*. 1993;13:11-8.
 6. Schmidt H, Lanz U. *Chirurgische Anatomie der Hand [Surgical anatomy of the hand]*. Stuttgart: Hippokrates Verlag; 2003.
 7. Khan YS, Sajjad H. *Anatomy, Thorax, Mammary Gland*. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
- Copyright © 2023, StatPearls Publishing LLC.; 2023.
8. Fischer M, Franzeck UK, Herrig I, Costanzo U, Wen S, Schiesser M, et al. Flow velocity of single lymphatic capillaries in human skin. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*. 1996;270(1):H358-H63.
 9. Bollinger A, Partsch H, Wolfe JHN. *The Initial Lymphatics: New Methods and Findings: International Symposium, Zurich, 1984: Thieme-Stratton Corporation; 1985.*
 10. Castenholz A. Morphological characteristics of initial lymphatics in the tongue as shown by scanning electron microscopy. *Scanning Electron Microscopy*. 1984(Pt 3):1343-52.
 11. Kelley PM, Tempero RM. Lymphatic vessel hypertrophy in inflamed human tonsils. *Lymphatic Research and Biology*. 2010;8(2):121-6.
 12. Murfee WL, Rappleye JW, Ceballos M, Schmid-Schönbein GW. Discontinuous expression of endothelial cell adhesion molecules along initial lymphatic vessels in mesentery: the primary valve structure. *Lymphatic research and biology*. 2007;5(2):81-90.
 13. Ohtani O. Three-dimensional organization of lymphatics and its relationship to blood vessels in rat small intestine. *Cell and tissue research*. 1987;248:365-74.
 14. Skalak T, Schmid-Schönbein G, Zweifach B. New morphological evidence for a mechanism of lymph formation in skeletal muscle. *Microvascular research*. 1984;28(1):95-112.
 15. Lynch PM, DeLano FA, Schmid-Schönbein GW. The primary valves in the initial lymphatics during inflammation. *Lymphatic research and biology*. 2007;5(1):3-10.
 16. Schmid-Schönbein GW. The second valve system in lymphatics. *Lymphatic research and biology*. 2003;1(1):25-31.
 17. TRZEWIK J, Mallipattu S, ARTMANN GM, Delano F, SCHMID-SCHONBEIN GW. Evidence for a second valve system in lymphatics: endothelial microvalves. *The FASEB Journal*. 2001;15(10):1711-7.
 18. Alitalo K, Tammela T, Petrova TV. Lymphangiogenesis in development and human disease. *Nature*. 2005;438(7070):946-53.

19. Baluk P, Fuxe J, Hashizume H, Romano T, Lashnits E, Butz S, et al. Functionally specialized junctions between endothelial cells of lymphatic vessels. *The Journal of experimental medicine*. 2007;204(10):2349-62.
20. Pflücke H, Sixt M. Preformed portals facilitate dendritic cell entry into afferent lymphatic vessels. *Journal of Experimental Medicine*. 2009;206(13):2925-35.
21. Leak L, Burke J. Fine structure of the lymphatic capillary and the adjoining connective tissue area. *American Journal of Anatomy*. 1966;118(3):785-809.
22. Gerli R, Solito R, Weber E, Agliano M. Specific adhesion molecules bind anchoring filaments and endothelial cells in human skin initial lymphatics. *Lymphology*. 2000;33(4):148-57.
23. Bridenbaugh EA, Wang W, Srimushnam M, Cromer WE, Zawieja SD, Schmidt SE, et al. An immunological fingerprint differentiates muscular lymphatics from arteries and veins. *Lymphatic research and biology*. 2013;11(3):155-71.
24. Ivanov S, Scallan JP, Kim K-W, Werth K, Johnson MW, Saunders BT, et al. CCR7 and IRF4-dependent dendritic cells regulate lymphatic collecting vessel permeability. *The Journal of clinical investigation*. 2016;126(4):1581-91.
25. Yoffey J. Lymphomyeloid Complex. *Lymphology*. 1985;18:5-21.
26. Cliff W, Nicoll P. Structure and function of lymphatic vessels of the bat's wing. *Quarterly Journal of Experimental Physiology and Cognate Medical Sciences: Translation and Integration*. 1970;55(2):112-21.
27. Mazzoni MC, Skalak TC, Schmid-Schönbein GW. Structure of lymphatic valves in the spinotrapezius muscle of the rat. *Journal of Vascular Research*. 1987;24(6):304-12.
28. Mislin H. Experimental detection of autochthonous automatism of lymph vessels. *Experientia*. 1961;17:29-30.
29. Mislin H. Active contractility of the lymphangion and coordination of lymphangion chains. *Experientia*. 1976;32(7):820-2.
30. Kung TA, Champaneria MC, Maki JH, Neligan PC. Current Concepts in the Surgical Management of Lymphedema. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2017;139(4):1003e-13e.
31. Zhu B, Sevic-Muraca EM. A review of performance of near-infrared fluorescence imaging devices used in clinical studies. *Br J Radiol*. 2015;88(1045):20140547.
32. Boni L, David G, Mangano A, Dionigi G, Rausei S, Spampatti S, et al. Clinical applications of indocyanine green (ICG) enhanced fluorescence in laparoscopic surgery. *Surgical endoscopy*. 2015;29:2046-55.
33. Phillips BT, Lanier ST, Conkling N, Wang ED, Dagum AB, Ganz JC, et al. Intraoperative perfusion techniques can accurately predict mastectomy skin flap necrosis in breast reconstruction: results of a prospective trial. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2012;129(5):778e-88e.
34. George RE, Elwood ET, Jones GE. Indocyanine Green Angiography Overpredicts Postoperative Necrosis Compared to Multispectral Reflectance Imaging. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2023;151(3):412e-9e.
35. Binzoni T, Vogel A, Gandjbakhche A, Marchesini R. Detection limits of multi-spectral optical imaging under the skin surface. *Physics in Medicine & Biology*. 2008;53(3):617.
36. Pestana IA, Coan B, Erdmann D, Marcus J, Levin LS, Zenn MR. Early experience with fluorescent angiography in free-tissue transfer reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 2009;123(4):1239-44.
37. Choi HJ, Kim T-J, Lee Y-Y, Lee J-W, Kim B-G, Bae D-S. Time-lapse imaging of sentinel lymph node using indocyanine green with near-infrared

- fluorescence imaging in early endometrial cancer. *Journal of Gynecologic Oncology*. 2016;27(3).
38. Jørgensen MG, Hermann AP, Madsen AR, Christensen S, Sørensen JA. Indocyanine green lymphangiography is superior to clinical staging in breast cancer-related lymphedema. *Sci Rep*. 2021;11(1):21103.
 39. Narushima M, Yamamoto T, Ogata F, Yoshimatsu H, Mihara M, Koshima I. Indocyanine Green Lymphography Findings in Limb Lymphedema. *J Reconstr Microsurg*. 2016;32(1):72-9.
 40. Becker C, Vasile JV, Levine JL, Batista BN, Studinger RM, Chen CM, et al. Microlymphatic surgery for the treatment of iatrogenic lymphedema. *Clin Plast Surg*. 2012;39(4):385-98.
 41. Yamamoto T, Yamamoto N, Kageyama T, Sakai H, Fuse Y, Tsukuura R. Lymph-interpositional-flap transfer (LIFT) based on lymph-axiality concept: Simultaneous soft tissue and lymphatic reconstruction without lymph node transfer or lymphatic anastomosis. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021;74(10):2604-12.
 42. Natsis KI, Tsitouridis IA, Didagelos MV, Fillipidis AA, Vlasis KG, Tsikaras PD. Anatomical variations in the branches of the human aortic arch in 633 angiographies: clinical significance and literature review. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2009;31(5):319-23.
 43. Chloros GD, Smerlis NN, Li Z, Smith TL, Smith BP, Koman LA. Noninvasive evaluation of upper-extremity vascular perfusion. *The Journal of hand surgery*. 2008;33(4):591-600.
 44. Watson C, Dark J. Organ transplantation: historical perspective and current practice. *British journal of anaesthesia*. 2012;108(suppl_1):i29-i42.
 45. Hadımiöğlu N, Cengiz M, Ramazanoğlu A, Özkan Ö, Ertosun MG, Bilal N, et al. Anaesthetic Management for Face Transplantations: The Experience of Akdeniz University. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2019;47(3):228-334.
 46. Ozkan O, Ertosun MG, Ozkan O. Technical, Immunological, and Ethical Similarities and Differences Between Vascularized Composite Allotransplantation and Solid Organ Transplantation in Current Practice. *Transplant Proc*. 2018;50(10):3775-82.
 47. Murray JE. Organ transplantation (skin, kidney, heart) and the plastic surgeon. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1971;47(5):425-31.
 48. Dubernard J-M, Owen E, Herzberg G, Lanzetta M, Martin X, Kapila H, et al. Human hand allograft: report on first 6 months. *The Lancet*. 1999;353(9161):1315-20.
 49. Özkan Ö, Demirkan F, Dinçkan A, Hadimioglu N, Tuzuner S, Suleymanlar G, et al., editors. *The first (double) hand transplantation in Turkey. Transplantation proceedings*; 2011: Elsevier.
 50. Ozkan O, Ozkan O, Dogan NU. The Ozkan Technique in Current Use in Uterus Transplantation: From the First Ever Successful Attempt to Clinical Reality. *J Clin Med*. 2023;12(8).
 51. Dubernard JM, Petruzzo P, Lanzetta M, Parmentier H, Martin X, Dawahra M, et al. Functional results of the first human double-hand transplantation. *Annals of Surgery*. 2003;238(1):128.
 52. Ma C-H, Tu Y-k, Wu C-H, Yen C-Y, Yu S-W, Kao F-C. Reconstruction of upper extremity large soft-tissue defects using pedicled latissimus dorsi muscle flaps—technique illustration and clinical outcomes. *Injury*. 2008;39:67-74.
 53. Axelrod TS, Buchler U. Severe complex injuries to the upper extremity: revascularization and replantation. *The Journal of hand surgery*. 1991;16(4):574-84.

54. Chim H, Ng ZY, Carlsen BT, Mohan AT, Saint-Cyr M. Soft tissue coverage of the upper extremity: an overview. *Hand clinics*. 2014;30(4):459-73.
55. Valentin Georgescu A. Reconstructive microsurgery in upper limb reconstruction: 30 years' experience of a single surgeon. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2020;45(8):787-97.
56. Higgins JP. A reassessment of the role of the radial forearm flap in upper extremity reconstruction. *The Journal of hand surgery*. 2011;36(7):1237-40.
57. Vitse J, Bekara F, Bertheuil N, Sinna R, Chaput B, Herlin C. Perforator-based propeller flaps reliability in upper extremity soft tissue reconstruction: a systematic review. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*. 2017;42(2):157-64.
58. Koschnick M, Bruener S, Germann G. Free tissue transfer: an advanced strategy for postinfection soft-tissue defects in the upper extremity. *Annals of plastic surgery*. 2003;51(2):147-54.
59. Özkan Ö, Özkan Ö, Uysal H, Leblebicioğlu G, Tombak K, Ogan O, et al. Replantation of forequarter amputation: Report of two cases with successful structural, motor and sensorial results. *Microsurgery*. 2021;41(6):562-8.
60. Ball CG, Rozycki GS, Feliciano DV. Upper extremity amputations after motor vehicle rollovers. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2009;67(2):410-2.
61. Hai LH, Staudenmaier R, Hoehnke C. Complete Middle Forearm Amputations After Avulsion Injuries—Microsurgical Replantation Results in Vietnamese Patients. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2009;66(4):1167-72.
62. D'addato M, Pedrini L, Bertoni M, Stella A, Vitacchiano G, Sardella L, et al. Traumatic amputation of the upper limb: replantation of the arm. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1989;29(6):876-9.
63. Zuker R, Stevenson J. Proximal upper limb replantation in children. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 1988;28(4):544-7.
64. Naalla R, Chauhan S, Dave A, Singhal M. Reconstruction of post-traumatic upper extremity soft tissue defects with pedicled flaps: An algorithmic approach to clinical decision making. *Chin J Traumatol*. 2018;21(6):338-51.
65. Farber GL, Taylor KF, Smith AC. Pedicled thoracoabdominal flap coverage about the elbow in traumatic war injuries. *Hand*. 2010;5:43-8.
66. Acartürk TO. Lateral intercostal artery perforator-based reverse thoracic flap for antecubital reconstruction. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery*. 2008;61(11):e5-e8.
67. Megerle K, Sauerbier M, Germann G. The evolution of the pedicled radial forearm flap. *Hand*. 2010;5(1):37-42.
68. Wysocki RW, Gray RL, Fernandez JJ, Cohen MS. Posterior elbow coverage using whole and split flexor carpi ulnaris flaps: a cadaveric study. *The Journal of hand surgery*. 2008;33(10):1807-12.
69. Farber GL, Taylor KF, Smith AC. Pedicled thoracoabdominal flap coverage about the elbow in traumatic war injuries. *Hand (N Y)*. 2010;5(1):43-8.
70. Gutwein LG, Merrell GA, Knox KR. Paraumbilical perforator flap for soft tissue reconstruction of the forearm. *J Hand Surg Am*. 2015;40(3):586-92.
71. Stevanovic M, Sharpe F. Functional Free Muscle Transfer for Upper Extremity Reconstruction. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2014;134(2):257e-74e.
72. Saint-Cyr M, Wong C, Buchel EW, Colohan S, Pederson WC. Free Tissue Transfers and Replantation. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 2012;130(6):858e-78e.

73. Luenam S, Prugsawan K, Kosiyatrakul A, Chotanaphuti T, Sriya P. Neural Anatomy of the Anterolateral Thigh Flap. *J Hand Microsurg.* 2015;7(1):49-54.
74. Kells AF, Broyles JM, Simoa AF, Lewis VO, Sacks JM. Anterolateral thigh flow-through flap in hand salvage. *Eplasty.* 2013;13:e19.
75. Kim SW, Hwang KT, Kim JD, Kim YH. Reconstruction of postinfected scalp defects using latissimus dorsi perforator and myocutaneous free flaps. *J Craniofac Surg.* 2012;23(6):1615-9.
76. Katsaros J, Schusterman M, Beppu M, Banis JC, Jr., Acland RD. The lateral upper arm flap: anatomy and clinical applications. *Ann Plast Surg.* 1984;12(6):489-500.
77. Huemer GM, Bauer T, Wechselberger G, Schoeller T. Gracilis muscle flap for aesthetic reconstruction in the head and neck region. *Microsurgery.* 2005;25(3):196-202.
78. Simsek T, Engin MS, Demir A, Tayfur V, Eroglu L. Reconstruction of hand injuries with multiple metacarpal defects using free fibular osteoseptocutaneous flap. *Microsurgery.* 2012;32(7):520-6.
79. Foucher G, Braun JB. A new island flap transfer from the dorsum of the index to the thumb. *Plast Reconstr Surg.* 1979;63(3):344-9.
80. Wink JD, Gandhi RA, Ashley B, Levin LS. Flap Reconstruction of the Hand. *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2020;145(1):172e-83e.
81. Kimura T, Ebisudani S, Osugi I, Inagawa K. Anatomical Analysis of Cutaneous Perforator Distribution in the Forearm. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2017;5(10):e1550.
82. Szuba A, Shin WS, Strauss HW, Rockson S. The third circulation: radionuclide lymphoscintigraphy in the evaluation of lymphedema. *J Nucl Med.* 2003;44(1):43-57.
83. Dubernard J-M, Lengelé B, Morelon E, Testelin S, Badet L, Moure C, et al. Outcomes 18 months after the first human partial face transplantation. *New England Journal of Medicine.* 2007;357(24):2451-60.
84. Kaufman CL, Marvin MR, Chilton PM, Hoying JB, Williams SK, Tien H, et al. Immunobiology in VCA. *Transpl Int.* 2016;29(6):644-54.
85. Munding GS, Narushima M, Hui-Chou HG, Jones LS, Ha JS, Shipley ST, et al. Infrared fluorescence imaging of lymphatic regeneration in nonhuman primate facial vascularized composite allografts. *Ann Plast Surg.* 2012;68(3):314-9.
86. Danese C, Howard JM, Bower R. Regeneration of lymphatic vessels: a radiographic study. *Ann Surg.* 1962;156(1):61-7.
87. Saaristo AM, Niemi TS, Viitanen TP, Tervala TV, Hartiala P, Suominen EA. Microvascular Breast Reconstruction and Lymph Node Transfer for Postmastectomy Lymphedema Patients. *Annals of Surgery.* 2012;255(3):468-73.
88. Baker A, Kim H, Semple JL, Dumont D, Shoichet M, Tobbia D, et al. Experimental assessment of pro-lymphangiogenic growth factors in the treatment of post-surgical lymphedema following lymphadenectomy. *Breast Cancer Res.* 2010;12(5):R70.
89. Joseph WJ, Aschen S, Ghanta S, Cuzzzone D, Albano N, Gardenier J, et al. Sterile Inflammation after Lymph Node Transfer Improves Lymphatic Function and Regeneration. *Plastic and Reconstructive Surgery.* 2014;134(1):60-8.
90. Gardenier JC, Kataru RP, Hespe GE, Savetsky IL, Torrisi JS, Nores GDG, et al. Topical tacrolimus for the treatment of secondary lymphedema. *Nature Communications.* 2017;8(1):14345.
91. Boardman KC, Swartz MA. Interstitial flow as a guide for lymphangiogenesis. *Circ Res.* 2003;92(7):801-8.

92. Smaropoulos EC, Papazoglou LG, Patsikas MN, Vretou E, Petropoulos AS. Lymphatic regeneration following hind limb replantation: an experimental study in the dog. *Eur J Pediatr Surg.* 2005;15(5):337-42.
93. Tombak K, Özkan Ö, Uysal H, Özkan Ö. An Individualized Physiotherapy and Rehabilitation Program for Bilateral Hand Transplantations. *Ann Plast Surg.* 2021;86(2):217-22.
94. Cavadas PC, Thione A, Carballeira A, Dominguez PC. Lymphedema after upper limb transplantation: scintigraphic study in 3 patients. *Ann Plast Surg.* 2013;71(1):114-7.
95. Perrault DP, Lee GK, Bouz A, Sung C, Yu R, Pourmoussa AJ, et al. Ischemia and reperfusion injury in superficial inferior epigastric artery-based vascularized lymph node flaps. *PLoS One.* 2020;15(1):e0227599.
96. Yamamoto T, Yamamoto N, Kageyama T, Sakai H, Fuse Y, Tsukuura R. Lymph-interpositional-flap transfer (LIFT) based on lymph-axiality concept: Simultaneous soft tissue and lymphatic reconstruction without lymph node transfer or lymphatic anastomosis. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery.* 2021;74(10):2604-12.
97. Yamamoto T, Iida T, Yoshimatsu H, Fuse Y, Hayashi A, Yamamoto N. Lymph Flow Restoration after Tissue Replantation and Transfer: Importance of Lymph Axiality and Possibility of Lymph Flow Reconstruction without Lymph Node Transfer or Lymphatic Anastomosis. *Plast Reconstr Surg.* 2018;142(3):796-804.
98. Cheng MH, Chen SC, Henry SL, Tan BK, Chia-Yu Lin M, Huang JJ. Vascularized groin lymph node flap transfer for postmastectomy upper limb lymphedema: flap anatomy, recipient sites, and outcomes. *Plast Reconstr Surg.* 2013;131(6):1286-98.
99. Granoff MD, Pardo JA, Johnson AR, Fleishman A, Tillotson E, Thomson S, et al. Superficial and Functional Lymphatic Anatomy of the Upper Extremity. *Plast Reconstr Surg.* 2022;150(4):900-7.
100. Farias-Cisneros E, Chilton PM, Palazzo MD, Ozyurekoglu T, Hoying JB, Williams SK, et al. Infrared imaging of lymphatic function in the upper extremity of normal controls and hand transplant recipients via subcutaneous indocyanine green injection. *SAGE Open Med.* 2019;7:2050312119862670.
101. Pinney SP, Mancini D. Cardiac allograft vasculopathy: advances in understanding its pathophysiology, prevention, and treatment. *Current opinion in cardiology.* 2004;19(2):170-6.
102. Ramzy D, Rao V, Brahm J, Miriuka S, Delgado D, Ross HJ. Cardiac allograft vasculopathy: a review. *Canadian journal of surgery.* 2005;48(4):319.
103. Tepperman E, Ramzy D, Prodder J, Sheshgiri R, Badiwala M, Ross H, et al. Surgical biology for the clinician: vascular effects of immunosuppression. *Can J Surg.* 2010;53(1):57-63.
104. Kaufman CL, Ouseph R, Blair B, Kutz JE, Tsai TM, Scheker LR, et al. Graft vasculopathy in clinical hand transplantation. *Am J Transplant.* 2012;12(4):1004-16.
105. Diefenbeck M, Nerlich A, Schneeberger S, Wagner F, Hofmann GO. Allograft vasculopathy after allogeneic vascularized knee transplantation. *Transpl Int.* 2011;24(1):e1-5.
106. Unadkat JV, Schneeberger S, Horibe EH, Goldbach C, Solari MG, Washington KM, et al. Composite tissue vasculopathy and degeneration following multiple episodes of acute rejection in reconstructive transplantation. *Am J Transplant.* 2010;10(2):251-61.

107. Hollenberg SM, Klein LW, Parrillo JE, Scherer M, Burns D, Tamburro P, et al. Changes in coronary endothelial function predict progression of allograft vasculopathy after heart transplantation. *The Journal of heart and lung transplantation*. 2004;23(3):265-71.
108. Waller JR, Brook NR, Bicknell GR, Nicholson ML. Differential effects of modern immunosuppressive agents on the development of intimal hyperplasia. *Transplant international*. 2004;17:9-14.
109. Oflaz H, Turkmen A, Kazancioglu R, Kayacan SM, Bunyak B, Genchallac H, et al. The effect of calcineurin inhibitors on endothelial function in renal transplant recipients. *Clinical transplantation*. 2003;17(3):212-6.
110. Groetzner J, Meiser B, Schirmer J, Koglin J, Klauss V, Cremer P, et al., editors. Tacrolimus or cyclosporine for immunosuppression after cardiac transplantation: which treatment reveals more side effects during long-term follow-up? *Transplantation proceedings*; 2001.
111. Reichart B, Meiser B, Viganò M, Rinaldi M, Martinelli L, Yacoub M, et al. European Multicenter Tacrolimus (FK506) Heart Pilot Study: one-year results--European Tacrolimus Multicenter Heart Study Group. *The Journal of heart and lung transplantation: the official publication of the International Society for Heart Transplantation*. 1998;17(8):775-81.
112. Iwamoto Y, Maruhashi T, Fujii Y, Idei N, Fujimura N, Mikami S, et al. Intima-media thickness of brachial artery, vascular function, and cardiovascular risk factors. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2012;32(9):2295-303.
113. Engelhorn CA, Engelhorn AL, Cassou MF, Zanoni CC, Gosalan CJ, Ribas E, et al. Intima-media thickness in the origin of right subclavian artery as an early marker of cardiovascular risk. *Arq Bras Cardiol*. 2006;87(5):609-14.