

T1504



T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
GENEL CERRAHİ ANABİLİM DALI

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ

**HEMODİNAMİĞE UYGUN KAVİSLİ
AV FİSTÜLLERİN ÖN KOL ARTERLERİNDE
OLUŞTURDUĞU KAN AKIM HIZI
DEĞİŞİKLİKLERİ VE AVF OLGUNLAŞMASI**

(Uzmanlık Tezi)

Dr. Göksel GÖKÇE

T1504 / 1-1

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Tuncer KARPUZOĞLU

“Tezimden Kaynakça Gösterilerek Yararlanılabilir”

Antalya, 2003

TEŐEKKÜR

Yazar, bu çalıőmanın gerçekleőmesine katkılarından dolayı, aşağıda adı geçen kiői ve kuruluőlara içtenlikle teőekkür eder.

Sayın Prof. Dr. Tuncer KARPUZOĞLU, tez çalıőmasının gerçekleőmesi için gerekli ortamı ve yardımı sağlamıştır.

Sayın Prof. Dr. Osman SAKA, çalıőmanın istatistiksel olarak planlanmasını yönlendirmiőtir.

Sayın Yar. Doç. Dr. Kađan ÇEKEN, çalıőmanın radyolojik verilerinin elde edilmesinde gerekli yardımı sağlamıştır.

Sayın Deniz IRMAK, çalıőmanın grafik ve metin düzenlemesinde yardım sağlamıştır.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	i
ŞEKİLLER DİZİNİ	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Vasküler Anatomi	4
2.2. Hidrodinamik	6
2.3. Hız-Debi İlişkisi	9
2.4. Direnç	9
2.5. Girdaplı Akım ve Reynold Sayısı	9
2.6. Sürtünme Güçleri-Shear Stres	10
2.7. AVF Hemodinamiği	10
2.8. Dolaşıma Ulaşım Bölgeleri	16
3. ARAÇ ve YÖNTEMLER	23
4. BULGULAR	31
5. TARTIŞMA	41
6. SONUÇ ve ÖZET	48
7. KAYNAKLAR	50

SİMGELER VE KISALTMALAR

SEBH	Son evre böbrek hastalığı
AVF	Arteryo-venöz fistül
AVG	Arteryo-venöz greft
NKF	National Kidney Foundation
APS	Arcus palmaris superficialis
DOQI	Dialysis Outcome Quality Initiative
SPSS	Statistical Package for Social Science
CAPD	Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis
KE	Kinetik enerji
TE	Toplam sıvı enerjisi
PE	Potansiyel enerji
PI	Intravascular basınç
HP	Hidrostatik basınç
GI	Gastro-intestinal
KP	Kalp kasılma basıncı
ark.	Arkadaşları
bkz	Bakınız

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	SAYFA
1.1. Üst ekstremitte dolaşıma ulaşım bölgeleri	18
2.1. Radio-cephalic fistül uygulaması için kesi yerinin belirlenmesi	24
2.2. AVF yapılacak damarların diseke edilerek askıya alınması	26
2.3. V cephalica'nın uzun ekseni boyunca kesilmesi	26
2.4. V. cephalica'nın kesilmiş hali	26
2.5. AVF'de anastomoz öncesi ven'e dikiş konulması	27
2.6. AVF'de anastomoz öncesi arter ve ven'e dikiş konulması	27
2.7. Ven ağzı ayarlaması yapıldıktan sonra arteriyotominin proksimal ve distal uçlarına dikiş konduktan sonra venöz ve arteryel dudakların görünümü	28
2.8. AVF'ün arka duvarı dikişi lümen tarafından tamamlanmış hali	28
2.9. AVF'ün arka duvarı dikişi lümen tarafından tamamlanmış hali	29
2.10. AVF tamamlandıktan sonra venöz kolda yumuşak kavisin oluşmuş hali	29
3.1. SEBH tanısı konulmasında AVF için cerrahiye yönlendirildiği tarihe kadar geçen süreler	32
3.2. Ameliyattan önce hemodiyalize başlayan hastaların hemodiyaliz tedavisi alma süreleri	32
3.3. Otojen AVF yapılan SEBH'larında etiyolojik nedenler	33
3.4. AVF oluşturulan ekstremitede ortalama akım hızları	34
3.5. AVF oluşturulmayan ekstremitede ortalama akım hızları	35
3.6. AVF oluşturulan ve oluşturulmayan taraftaki a radialis ortalama akım hızlarının karşılaştırılması	36

3 7.	AVF oluşturulan ve oluşturulmayan taraftaki a. brachialis ortalama akım hızları karşılaştırması	37
3 8.	AVF oluşturulan ve oluşturulmayan taraftaki a. ulnaris ortalama akım hızları karşılaştırması	38
3 9.	AVF'de erken tıkanma gelişen olgularda ortalama akım hızları	38
3 10.	Ameliyattan sonra AVF'den hemodiyalize başlama zamanları	40
3 11.	Ameliyattan sonra hemodiyalizör akım debileri	40
4 1.	AVF'de oluşturulan açı	43
4 2.	Doppler ultrasonografide damar çapı	44
4 3.	Doppler, ultrasonografide damar çapı	44
4 4.	AVF'de olası kan akımı yönleri	45

ÇİZELGE DİZİNİ

ÇİZELGE	SAYFA
3 1. Ameliyat öncesi ve sonrası sistolik arteriyel kan basınçları	31
3.2 AVF açılan kolda zamana göre ortalama kan akım hızları (cm/sn)	34
3.3. AVF açılmayan kolda zamana göre ortalama kan akım hızları (cm/sn)	35
3.4. AVF yapılmayan ve yapılan kolda zamana göre a. radialis ortalama kan akım hızları (cm/sn) karşılaştırması	36
3 5. AVF yapılmayan ve yapılan kolda zamana göre a. brachialis ortalama kan akım hızları (cm/sn) karşılaştırması	37
3.6. AVF yapılmayan ve yapılan kolda zamana göre a. ulnaris ortalama kan akım hızları (cm/sn) karşılaştırması	38

GİRİŞ

Diyaliz tedavisi, insanlık tarihi boyunca son evre böbrek hastalığının (SEBH) tedavisinde yapılan en önemli aşamadır. Dr. Willem J. Kolff, 1943 yılında selofan membranlı ilk hemodiyaliz makinasını geliştirdi (1). Bu olanağın klinikte uygulanması, hemodiyaliz için hasta kanını diyalizörden geçirmek ve tekrar hastaya vermek için, hastanın arter ve ven'ine cam kanüller yerleştirilmesi ve diyaliz seansı tamamlandıktan sonra damarların bağlanmasını gerektirdiğinden, yaşamsal önemi olan akut böbrek yetmezlikli hastalarla sınırlı kaldı. Diyaliz tedavisinin daha çok sayıda son evre böbrek hastalıklı hastaların hizmetine sunulması için onyediy yıl beklemek gerekti. 1960 yılında Quinton ve arkadaşları (2) arteryel dolaşımdan kanı alıp diyalizörden geçirdikten sonra venöz dolaşıma vermek için, arter ve ven'e silastik tüplere bağlı kanüller yerleştirdiler. Diyaliz seansları arasında silastik tüpler, daha sonraki diyaliz seansına kadar teflon konnektörlerle birbirine bağlanarak, kanın vücut dışında dolaşımının sağlandığı "eksternal şant"lar uygulamaya aktarıldı. Bu yöntem, diyaliz tedavisi uygulamasına dikkate değer bir rahatlık getirdi ise de teflon kanül uygulanan damarlarda kanama, infeksiyon ve tromboz oluşumunun çok yüksek olması ve eksternal şantın açık kalım oranlarının ortalama altı ayı aşmaması nedeni ile dolaşıma ulaşım bölgelerinin tükenmesi sorununa çare olamadı (3). Eksternal şant uygulaması ile arteryo-venöz bağlantı oluşturularak arteryel kanın venöz sisteme aktarılmasının ciddi sonuçlar doğurmadığı anlaşılınca, yeterli hemodiyaliz için;

- a) Diyaliz makinasına en az 200 ml/dk kan sağlayan ve aynı miktar kanın venöz sisteme döndürülmesine olanak veren,
- b) Hemodiyaliz kanüllerinin kolayca yerleştirilebileceği yüzeyellikte olan,
- c) Acil koşullarda uygulamadan hemen sonra kullanılabilen,
- d) Kronik olgularda sürekli ve güvenle kullanabilen,
- e) Açık kalım süresi uzun, komplikasyon oranı düşük ve maliyet-etkin yöntemler aranmaya başlandı (98). Bu konudaki çalışmalar Brescia ve arkadaşlarının (4) el bileği düzeyinde a.radialis ile v.cephalica arasında gerçekleştirdikleri otojen arterio-venöz fistül'ü tanımlamaları ve hemodiyaliz

tedavisinde dolaşıma ulaşım yolu olarak 1966 yılında kullanmaları ile çok önemli bir aşama gerçekleştirildi.

Hayli umut veren konudaki bu gelişmenin,

- a) Akut böbrek yetmezliği gelişenlerde hemodiyaliz uygulaması,
- b) Dolaşıma ulaşım yolu açılanlarda, fistül olgunlaşmadan önce diyaliz gereksinimi doğması,
- c) Periton diyaliz kateteri değiştirildikten sonra periton'un istirahate alınması,
- d) Peritonit nedeni ile periton diyaliz kateterinin çekilmesi,
- e) Böbrek naklinden sonra oluşabilen şiddetli rejeksiyonun hemodiyaliz gerektirmesi (5) koşullarında yetersiz kalması, araştırmacıları ve SEBH'nın tedavisine gönül verenleri yeni arayışlara zorladı. Bu gereksinim, son evre böbrek yetmezliğinin yukarıda belirtilen koşullarına ek olarak aşırı ilaç alımında ve intoksikasyonlarda hemodiyaliz uygulamasına olanak veren merkezi venlere kateter uygulamasının uygulamaya aktarılması ile sonuçlandı (6 - 11).

Yukarıda verilen dolaşıma ulaşım yolu özelliklerinin hepsine sahip bir yöntem henüz uygulamaya sunulmamıştır. Bu nedenle birçok olguda hemodiyaliz gereksiniminin başlaması ile böbrek naklinin gerçekleştirilmesi arasında geçen sınırları belirsiz süre boyunca, organ nakli havuzunda bekleyen hastalarda otojen arterio-venöz fistül bölgeleri tükenmektedir. Bu koşulda hemodiyalizin sürdürülebilmesi için, otojen v. saphena manga (10), immünojenesitesi yok edilmiş sığır a. carotis'i (12), insan kaynaklı umlikal ven (13) ve çeşitli yapay damar greftleri (14-17) ile birbirlerinden uzak yerleşimli arter ve venler arasında köprü greftleri uygulaması klinik kullanıma sunulmuştur.

Diğer taraftan tüm Dünyada diyaliz havuzundaki hasta sayısı giderek artmaktadır. 1997 tarihi itibarı ile Birleşik Devletler diyaliz havuzunda 222 000 hasta birikmiştir. Bu hastaların büyük çoğunluğunu hemodiyaliz tedavisi alan hastalar oluşturmaktadır. Birleşik Devletlerde son evre böbrek hastalığı insidansı milyon nüfusta 180'dir ve artış hızı yılda % 7,8 düzeyinde seyretmektedir (5). Diyaliz havuzunda ise yıllık artış hızı % 6 olarak hesaplanmıştır. 2000 yılı itibarı ile yaklaşık 45.000 hasta organ nakli beklemektedir. Buna karşılık aynı yıl içinde toplam yaklaşık 13.000 hastaya böbrek nakli yapılabilmektedir (18).

Bu veriler, diyaliz ve özellikle de hemodiyalize gereksinimin giderek arttığı anlamına gelmektedir. Son evre böbrek hastaları hastane yatışlarının %25'ini dolaşıma ulaşım yolu uygulaması ve komplikasyonlar nedeniyle dolaşıma ulaşım yolu sorunu olan hastalar oluşturmaktadır. Birleşik Devletlerde Medicare, 1997 yılında son evre böbrek hastaları için harcadığı 10 milyar 700 milyon doların %12'sini, dolaşıma ulaşım yolu açılması ve sürdürümü için harcadığını bildirmiştir (24). Bu noktada anlaşılması güç olan şey, otojen arterio-venöz fistül uygulamasına kıyasla 10 kat'a yakın daha pahalı, açık kalım süresi daha kısa, komplikasyon oranı daha yüksek olan köprü greft uygulama oranının son 10 yılda, 1988 yılındaki %40 düzeyinden, 1998 yılında % 60 düzeyine yükselmesidir (21-23). Buna karşılık otojen AVF uygulamaları 1988 deki % 60 düzeyinden, 1998 de % 27 düzeyine inmiştir (21). Ancak son birkaç yıldır (National Kidney Foundation – NKF) Milli Böbrek Vakfı başta olmak üzere birçok ilgili kurum, otojen AVF uygulama oranını eski düzeyine yükseltmek için büyük çaba göstermektedirler (24).

Otojen arterio-venöz fistüllerin oluşturma teknikleri, fistülün oluşturulduğu arter ve ven'in çapları, fistül kan akımının debisi, fistülü gerçekleştiren cerrahların özellikleri ve bunlara bağlı olarak fistülde gelişecek komplikasyonlar, açık kalım beklentisi ve daha çok sayıda temel konuda sayısız araştırmalar yapılmıştır.

Bu çalışmada ilgili literatürlerde çok sık rastlanmayan intima-intima, ven ağzı ayarlamalı, hemodinamiğe uygun yumuşak kavisli, otojen arterio-venöz fistüllerde ön kol arterleri akım hızı değişikliklerini ve bu değişikliklerin arterio-venöz fistül olgunlaşmasına etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

Son evre böbrek hastalarında (SEBH) dolaşıma ulaşım yolu yaşamsal öneme sahiptir. Bununla beraber, 1944 yılından bu yana yapılan tüm çalışmalar ve çabalara karşın hemodiyaliz için dolaşıma ulaşım yolu, hastalar ve onlara sağlık hizmeti sağlayanlar için tıbbi, cerrahi, lojistik ve ekonomik sorun olmayı sürdürmektedir. Konudaki tüm gelişmelere karşın, dolaşıma ulaşım yöntemlerine biyolojik yanıt etkin düzeyde kontrol edilmediğinden, klinik uygulamadaki üç temel dolaşıma ulaşım yöntemi olan otojen arteryo-venöz fistül (AVF), arteryo-venöz greft (AVG) (lup-köprü) ve kateter uygulamasının işlevsel kalma süreleri sınırlı kalmayı sürdürmektedir. Bu üç temel yöntemden klinik uygulamaya ilk giren otojen AVF, 1966 yılından bu yana, daha az komplikasyon oranları, daha az revizyon gereği, daha uzun açık kalım süresi ve daha maliyet-etkin olmasıdır (24, 23, 71, 80-87). Diğer taraftan SEBH yeni saptanan olguların % 19'unda AVF, % 49'unda AVG uygulanması ve % 32'sine kateter konması (21), konuya gösterilen ilgi ve titizliğin yeterliliğine gölge düşürmektedir. Birleşik Devletler Milli Böbrek Vakfı (National Kidney Foundation) konuda yaptığı çalışmalar ve yaklaşım önerileri içinde AVF'ün ilk tercih olması gerektiğini, 1997 yılında tüm Dünya'ya duyurmuştur (24). Bu önerilerin uygulanma düzeyindeki etkilerinin görülmesi zaman gerektirmektedir. Arteryo-venöz fistüllerin beklentilere yanıt düzeyi, morfolojik, fizyolojik, hemodinamik ve biyolojik gerçeklere dayanma düzeyine bağlıdır. Otojen arteryo-venöz fistüllerin hemen tamamı üst ekstremitelerde ve bunlarında büyük çoğunluğu el bileği düzeyinde a. radialis-v. cephalica arasında yapılmaktadır. Bu gerçek, AVF uygulamalarında kol ve el vasküler anatomi ve hemodinamiğinin iyi bilinmesi gereğini ortaya koymaktadır.

2.1. Vasküler Anatomi

Fossa axillaris düzeyinden başlayan a. axillaris, a. subscapularis ve a. circumflexa scapulae'yi verdikten sonra a. brachialis olarak kol kaslarının arteryal kanını taşıyan a. profunda brachii'yi vermektedir. A. brachialis, antecubital fossa'da a. radialis ve a. ulnaris olmak üzere iki ana dala ayrılmaktadır. Bu düzeyde a. brachialis'in üzeri aponevrozis muscui bicipitis brachii ile örtülüdür. A. ulnaris bu dallanmadan 3-4 cm sonra a. recurrens ulnaris ve 5-6 cm sonra da en

büyük dalı olan a. interossea communis'i vermektedir. A. ulnaris, m. flexor digitorum superficialis altından geçerek m. flexor carpi ulnaris tendonu lateralinde el'e ulaşmaktadır. A. radialis, a. ulnaris'e göre daha yüzeysel bir seyirle m. brachioradialis'in medial kıyısından seyreder, m. flexor carpi radialis ve m. brachioradialis tendonları arasından geçerek el'e ulaşmaktadır. Bu düzeyde üzeri reticulum flexorum ya da volar carpal ligament olarak bilinen sıkı fibröz doku ile örtülüdür. Bu arterlerin elde oluşturdukları arcus palmaris superficialis'in (APS) ana besleyicisi a. ulnaris'tir. APS parmakların arteriyel kanlanması temel görev üstlenmektedir. Coleman ve Anson 650 kadavralık bir çalışmada, APS'in % 21,5 olguda bütünlüğünün tam olmadığını gösterdiler (65). Doscher ve ark. normal insanlarda yaptıkları Doppler US çalışmada, APS bütünlüğünün % 11 olguda tam olmadığını bildirdiler (53).

Ön kol beslenmesini büyük oranda yüklenen a. ulnaris, a. brachialis'den ayrıldığı noktada, çap bakımından a. radialis'ten daha geniş olmasına karşın, bilek düzeyinde çapları birbirlerine daha yakındır (62). Olguların % 10'unda a. brachialis'in antecubital fossa'ya girmeden ve çoğunlukla fossa axillaris çıkışında erken dallanarak a. ulnaris ve a. radialis şeklinde ayrılması ve % 3 oranında a. ulnaris'in antecubital fossa'da daha yüzeysel yerleşim göstermesi a. ulnaris'in, a. brachialis olarak yanlış değerlendirilmesine neden olabilmektedir (21).

Kolun yüzeysel venöz anatomisi ileri derecede değişiklik göstermektedir. Kolun yüzeysel venöz dönüşü temelde iki ana ven'e dayanmaktadır. Bunlardan birincisi olan v. cephalica, elin dorsal yüzünden başlayıp ön kolda radial kemik styloid çıkıntısının 6-8 cm proksimal'inde ön kolun lateraline ve antero-medialine dönerek antecubital fossa'ya ulaşmaktadır. Antecubital fossa'da v. basilica ile ileri derecede değişkenlik gösteren anastomoz şekilleri oluşturduktan sonra, m. biceps kasının lateralinde seyreterek omuzda m. deltoideus kası üzerinde kısa bir yüzeysel seyirden sonra kas içine girmekte ve v. jugularis interna ile v. subclavia bileşiğine yakın bir yerde v. subclavia'da sonlanmaktadır. İkinci yüzeysel ven olan v. basilica da el'in dorsal yüzünden başlamakta ve ön kolun genellikle 1/2 proksimal'inden anterior'una dönerek antero-medial yerleşimde antecubital fossa'ya ulaşmaktadır. Bu bölgede v. cephalica ile yaptığı anastomozlardan sonra m. biceps'in medialinde kısa bir yüzeysel seyirden sonra derinleşmekte ve fossa

axillaris'e ulaştığı yerde, kolun arterlerine refakat eden derin venler ile birleşerek v. axillaris'i oluşturmaktadır. Kolun yüzeysel venöz drenajını gerçekleştiren bu iki ana venöz damarın antecubital fossa'da, arteryo-venöz fistül oluşturulması bakımından en önemli anastomoz'u, v. mediana cubiti'dir. Bu anastomoz'lar, v. mediana basilica ve v. mediana cephalica olarak M şekli alabilir. Bu noktada akılda tutulması gereken, bu anastomoz'u oluşturan venlerin biri ile kolun derin venleri arasında bağlantı oluşturan v. communicantes'in varlığıdır.

A ulnaris ile v. basilica arasında distal önkolda oluşturulacak arteryo-venöz fistül olgularının çoğunda, v. basilica'nın bu düzeydeki seyri nedeni ile, yeter uzunlukta serbestleştirilerek yeni bir yerleşime nakledilmesi gerekmektedir. Kolda ise v. basilica, antecubital fossa'yı proksimale doğru geçtikten sonra hemen derinleşmekte ve bu derinlikte n. medianus ve n. ulnaris'e yakın seyretmektedir. Antecubital fossa'da a. brachialis ile v. basilica arasında yapılacak AVF'lerde, hemodiyaliz için yapılacak iğne girişimleri ile bu sınırları zedelememek ve daha kolay ven girişi sağlamak için, olguların çoğunda v. basilica'nın daha yüzeysel bir konuma nakledilmesi gerekmektedir.

Hemodiyaliz için dolaşıma ulaşımın istenen kolaylıkta sürdürülebilmesi için, 1 cm'den daha derin seyirli venöz damarlar, AVF girişimi sırasında daha yüzeysel konuma nakledilmelidir. Optimal dolaşıma ulaşım sağlanabilmesi için AVF girişiminden önce cerrah, en az 7 cm uzunluğunda ve en az 2.5 mm çapında venöz damarın varlığından emin olmalıdır. AVF olgunlaşmasının beklenen hızda olabilmesi, bir bakıma seçilecek ven'in az dallanmalı olmasına bağlıdır (21).

2.2. Hidrodinamik

Kolda yapılan arteryo-venöz fistül ve greft uygulamalarının kol, el ve sistemik hemodinamiği değişik düzeylerde etkileyeceği açıktır. Ancak bu değişimin sonucu olarak ortaya çıkan bulgu ve belirtiler konusunda pek çok sayıda çalışma yapılmış olmasına karşın, bu bulgu ve belirtilerin hemodinamik anlamı konusunda, hidrodinamik yasalarının hemodinamiğe uygulanmasındaki güçlük nedeniyle olsa gerek, aynı düzeyde tatmin edici çalışma o kadar çok değildir.

Dolaşıma ulaşım yolu sağlamakla yükümlü cerrahlar karar ve uygulamalarını, morfolojik, hemodinamik ve reolojik faktörler temeline

dayandırmalıdır. Kontrollü koşullarda bile akışkanlar dinamiği ileri derecede karmaşıktır. Akışkanlar dinamiğinin bilinen ve belki de henüz bilinmeyen birçok parametresini, sürekli değişimin dengesini yaşayan insan organizmasına uygulamak, olayı daha da karmaşık hale getirmektedir.

Akımdaki anormal değişiklikler kanın çevrel dokulara dağılımını etkilediği gibi kanı taşıyan damar duvarı ile de doğrudan etkileşim içindedir. Basınç kanın hareketinde en önemli faktördür (25). Vasküler sistemde kan, bir noktadan diğerine, “**toplam sıvı enerjisi**” farkına yanıt olarak hareket eder (63).

Toplam sıvı enerjisi (TE) = Potansiyel enerji (PE) + Kinetik enerji (KE) 'dir.

Potansiyel enerji (PE) = İntravasküler basınç + Yerçekimi potansiyel enerjisidir.

İntravasküler basınç (PI) = Kalp kasılmasının oluşturduğu basınç (KP) + Hidrostatik basınçtır (HP)

Hidrostatik basınç (HP) = $\rho \cdot g \cdot h$ 'dir. Bu formülde;

ρ = Özgül ağırlık (1.56 gr/cm^3)

g = Yerçekimi akselerasyon gücü (980 cm/sn^2)

h = Yükseklik (cm)

Kinetik enerji (KE), hareketiyle kana yüklenen enerjidir. Diğer bir deyişle kanın hareketi ile yapılan iştir. Yani kanın özgül ağırlığı ile hızın karesinin yarısına eşittir. $KE = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$ ρ = özgül ağırlık v = hız

Bu değerler bir araya getirildiği zaman her ünite kan volümü için,

Toplam sıvı enerjisi (TE) = $KP + \rho \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2$

Sıvı sabit hızda aktığı zaman bir noktadan diğerine doğru akımın herhangi bir yerinde toplam enerjisi, sürtünme kaybı yoksa, sabit kalır. Bu **Bernoulli** eşitliğinde ifadesini bulmaktadır.

$$P_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = P_2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + \text{ısı}$$

Diğer taraftan **Poiseuille** eşitliği, sıvının aktığı iki nokta arasındaki basınç farkı ile, taşıyıcı borunun çapı, iki nokta arasındaki mesafe, sıvının akım hızı, debisi ve viskozitesi arasındaki ilişkiyi gösterir. Burada en önemli belirleyici, sıvıyı taşıyan borunun çapıdır. Çap arttıkça iki nokta arasındaki basınç (enerji) kaybı azalır.

$$P_1 - P_2 = V \cdot \frac{8L\eta}{r^2} = Q \cdot \frac{8L\eta}{\pi r^4}$$

$P_1 - P_2 =$ İki nokta arasındaki basınç farkı (enerji kaybı)

$L =$ İki nokta arasındaki mesafe (cm)

$r =$ Yarı çap (cm)

$n =$ Viskozite (Poise) (dyne sn.cm⁻²)

$V =$ Hız (cm/sn)

$Q =$ Debi (cm³/sn)

Bu yasa sabit akımlı (atımsız), laminar karakterli, düz, silindirik ve rijit borular için geçerlidir. Sabit akımda basınç(enerji) kaybı borunun uzunluğu ve sıvının viskozitesi ile doğru, yarıçapının 4 kuvveti ile ters ilişki içindedir. Bu nedendir ki çap, enerji kaybının en önemli belirleyicisidir. Belli bir kan akımı düzeyinde arteryel sistemin iki noktası arasındaki basınç (enerji) kaybı **Poiseuille** formülü ile hesaplananın birkaç misli olabilir (26).

Laplace, intraluminal basınçla lümen duvarında oluşan germe basıncı arasındaki ilişkiyi, "bir borunun duvarındaki GERME basıncı (T), duvara uygulanan GERİM basıncı (P) ile yarıçap (r) çarpımının, duvar kalınlığına (w) bölümüne eşittir." şeklinde ifade etmiştir. Bu söylem;

$$T = \frac{P \times r}{w}$$

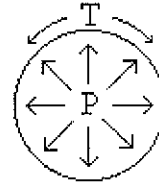
formülü ile anlamlandırılmıştır. Bu eşitlik canlı organizmadaki arterlere uygulandığı zaman, damarın çapı küçüldükçe, duvarındaki GERME basıncını (T) dengelemek için gereken intravasküler GERİM basıncının (P) aynı oranda azalması anlamına gelmektedir (27)

$$P = \frac{T}{r}$$

T = Germe basıncı

P = Gerim basıncı

r = yarı çap



Duvar germe basıncı duvar kalınlığı ile orantılı olarak azalmakta ve lümen çapı değişikliğinin 4. kuvveti ile artmaktadır.

Bu, artan akım debisine uyum gösterebilmesi için arter genişledikçe, duvar gerim basıncının (T), oluşan genişlemeden çok daha fazla arttığı anlamına

gelmektedir (28) Statik dolma basıncı: Damar duvar elastisitesi ile damarın içerdiği kan volümü arasındaki etkileşimden ibarettir ve ortalama 7 mm Hg düzeyindedir.

2.3 Hız – Debi İlişkisi

Akım hızı (V), akım debisinin (Q), damar kesit alanına (A) bölünmesi ile hesaplanmaktadır. Bu $V = Q/A$ formülü ile ifade edilmektedir. Akım debisi (Q) ise, akım hızı ile damar kesit alanının çarpımı ile elde edilmekte ve $Q = V A$ şeklinde formüle edilmektedir. Damar kesit alanı $A = \pi r^2$ formülünden hesaplanır. Kesit alanı, hız ve debi eşitliklerinde yerine konursa $V = Q/\pi r^2$, $Q = V \cdot \pi r^2$ formüllerine ulaşılmaktadır. Akım debisi sabit kalacak olursa hız, kesit alanındaki daralma ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

2.4. Direnç

Sıvı akımına direnç (R), iki nokta arasında oluşan basınç farkının (enerji kaybı), akım debisine bölünmesinden elde edilmektedir.

$$R = \frac{P_1 - P_2}{Q}$$

Akım debisi, basınç farkının ($P_1 - P_2$), dirence bölümüne eşit olduğundan $R = 8 nL/\pi r^4$ tür. Bu eşitlik aynı zamanda akım debisinin, yarıçapın 4 kuvveti ile doğru; direncin ise ters orantılı olarak değiştiğinin ifadesidir. Yani akım debisi ve direnç, damar çapındaki çok küçük bir değişiklik ile belirgin şekilde değişmektedir (27).

2.5. Girdaplı Akım ve Reynold Sayısı

Damar duvarı ile temasta olan sonsuz incelikte kan tabakası durağandır. Damar lümeninin merkezine doğru bir sonraki kan tabakası düşük bir hıza sahipken daha sonraki tabakaların hızı merkeze ulaşınca kadar giderek artar ve merkezde en yüksek değere ulaşır. Bu laminar akım modelidir.

Kan akımında girdaplaşma olasılığı; akım hızına, damar çapına ve kanın viskozitesine bağlıdır. Bu eylemsizlik kuvvetlerinin viskozite kuvvetlerine oranı şeklinde tanımlanmaktadır.

$$Re = \frac{\rho \cdot 2 \cdot r \cdot V}{n}$$

Re=İlişkiyi tanımlayan bilim adamının adını (Reynold) ifade etmektedir
Reynold sayısı boyutsuz bir sayıdır

p = Kanın özgül ağırlığı (gr/cm^3)

r = Damarın yarıçapı (cm)

V = Akım hızı (cm/sn)

n = Viskozite (poise)

Reynold sayısı aynı olan sıvılar aynı davranışı göstermektedirler. Reynold sayısı 2000'in üzerine çıktığı zaman, laminar akım girdaplı akıma dönüşmektedir. Bu eşitlikte de görüldüğü gibi akım hızı, girdaplı akım oluşmasında en önemli faktördür. Girdaplı akım, her yöne yönelmiş (saçılmış) hız vektörleri ile toplam sıvı enerjisi depolarının tükenmesine sebep olmaktadır (29). Bifurkasyonlar, kıvrıntılar, büküntüler, anevrizmalar, lümen çapındaki ani değişiklikler, akım hızının artışı gerektiren damar içi değişiklikler girdaplı akımın olduğu yerlerdir.

2.6. Sürtünme Güçleri – Shear Stress

Kan akımının damar endotelinde oluşturduğu sürtünme ile ilgili kuvvetlerdir. Kan akım hızı arttıkça, kanın endotelde oluşturduğu sürtünme gücü doğru orantılı olarak artmaktadır (28).

Yukarda verilen bilgilerin hemen tamamı hidrodinamik ya da akışkanlar dinamiği ile ilgilidir. İşin güç yanı bu kuralları doğrudan hemodinamiğe uygulama olasılığı olmadığı gibi insanda kan dolaşımını pratik formüllere bağlamak olasılığı da henüz yoktur. Hidrodinamik yasalarının kuşkusuz temel oluşturacağı pratik ve kesin hemodinamik formüller bulununcaya kadar, kan dolaşımı ve bu dolaşımında oluşacak normal dışı olguları, mevcut hidrodinamik yasalarla anlamaya çalışmak en akılcı yoldur.

2.7. AVF Hemodinamiği

Dolaşım sisteminde arteryo-venöz fistül oluşturulması aslında, arteryel yüksek basınç sistemi ile venöz düşük basınç sistemi arasında bir kısa devre oluşturmaktır (66). Hemodiyaliz amaçlı dolaşıma ulaşım yolu sağlamak için gerçekleştirilen bu kısa devre, bir taraftan hastaya yeterli hemodiyaliz olanağı sağlarken diğer taraftan hemodinamik, morfolojik ve reolojik sonuçlar kabul edilebilir düzeyde olmalıdır.

Oluşturulan AVF'ün neden olduğu fizyolojik sonuçların boyutlarını, fistülden geçen kanın boyutları belirlemektedir (29). Kan dolaşımı için kalbin kasılması ile oluşan basınç, "toplam sıvı enerjisi" nin en önemli parametresini oluşturmaktadır. Diğer taraftan AVF oluşturulan olgularda anastomozdan 1 cm sonra venöz basıncın, distal venlerde (v. axillaris, v. subclavia, v. jugularis interna, v. brachiocephalicus ve v. cava superior) darlık veya tıkanıklık olmaması koşulu ile, 0-15 mmHg olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (30-31). Arteriyel basıncın (110-190 mmHg) arteryovenöz anastomozdan 1 cm uzaklıkta neredeyse sifıra yakın bir düzeye inmesiyle oluşacak akımın karakterinde, debisinde ve hızındaki değişikliklerin, fistülü oluşturan damarlarda veya uzak bölgelerde değişiklikler oluşturması beklentiler içinde olmak zorundadır.

El bileğinde AVF yapılan olgularda, normalde 85 ml/dk olarak ölçülen a. brachialis akım volümünün, AVF yapıldıktan sonra 5 ile 10 kat arttığı bildirilmektedir (29, 33). Akım artışında anastomoz çapı, venöz akıma direnç, arteriyel kollateral ve çevrel vasküleri yatak rol oynamaktadır. Debi ile hız arasındaki hidrodinamik ilişki düşünülürse bu artışın akım hızını da içerdiği açıktır. Yüksek basınç sisteminden alçak basınç sistemine geçen kan akımı basıncın en düşük olduğu noktada laminar özelliğini kaybetmekte ve girdaplı akım özelliği kazanmaktadır. Girdaplı akım, akımın debi faktörünün değil fakat hız faktörünün işlevidir. Girdaplı akımın oluşmasında, akım hızı, viskozite ve damar çapı arasındaki ilişkiyi anlamlandıran Reynold formülünde akım debisi yoktur. Hız vektör niceliği olduğu ve girdaplı akımda hız vektörleri her yöne doğru saçıldığından "toplam sıvı enerjisi" depoları tükenmektedir (26). Buna karşılık girdaplı akımın başladığı yerde, sürtünme güçleri (Shear Stress) en yüksek düzeye ulaşmaktadır. AVF ve AVG'lerin anastomozdan 1-3 cm uzağında venöz tıkanmaya sebep olan **miyointimal hiperplazi**'nin, yüksek hızlı girdaplı akıma, sürtünme güçlerine, cerrahi travmaya ve arteriyel sistem ile venöz sistem arasındaki komplans uyumsuzluğuna bağlı olduğu bildirilmektedir (34-36).

AVF sadece kan akımının hız ve debi artmasına neden olmamakta fakat aynı zamanda akımın atımlı karakterinin silinmesine de sebep olmaktadır. Yüksek volümde kanın taşınmasını kolayca kabullenebilen venöz tarafta, sistolik atımlar hızla silinir ve birkaç santimetre sonra kaybolur. AVF'de, anastomozdan önce

mevcut olan çevrel direnç kaybolduğundan, diyastolik basınç maksimum sistolik basıncın %80-90'ları düzeyine ulaşmaktadır (30)

Arteri uzun eksenini boyunca giren güç, longitudinal basınç farkı ile orantılıdır ve kan akım hızının işlevidir (37, 38). Bu nedenledir ki uzun süre işlevsel kalan AVF'lerde, anastomoza proksimal arterin boyunda uzama, çapında genişleme oluşmaktadır. Bu bölgedeki arter çapı arttıkça, kıyaslanabilir diğer anatomik bölgelerdeki arterlere göre basınç da artmaktadır (39, 40). Buna karşılık AVF'de anastomozun distalinde kalan arterde basınç daima, proksimale kıyasla düşük bulunmaktadır (31). AVF'ün proksimalinde kan akım hızının artması başlangıçta arter duvarının az miktarda kalınlaşmasına fakat daha sonra giderek düz kas atrofisine, dejeneratif değişikliklerle elastik doku kaybına ve ateromatöz plakların oluşmasına neden olmaktadır (64). Traub bu etkiyi "laminer akım ateroprotektif, girdaplı akım aterojeniktir" söylemi ile akım modeline bağlamaktadır (41).

AVF oluşturulduktan sonraki birkaç aylık süre boyunca arteriyel kanın akım debisi ve hızı giderek artmakta sonraki dönemlerde bu artış tamamen durmamakla beraber oldukça yavaşlayarak kararlı dengeye oturmaktadır (42-45, 49). AVF'ler kollateral dolaşım gelişimi için bilinen en kuvvetli uyarıcıdır (46, 47). Bu uyarı altında, fistüldeki kan akım hızının işlevidir (48, 50, 51). Hemodinamik kesin uyumluluğu olmamakla beraber halen elimizde mevcut güvenilebilir tek dayanak noktası hidrodinamik yasalar olduğuna göre, hemodiyaliz için oluşturulacak AVF ve AVG'ler bu yasalar temel alınarak yapılmalıdır. Yukarıda verilen hidrodinamik bilgiler çerçevesinde anastomoz açısı daraldıkça, girdaplı akımın şiddetlendiği ve sürtünme gücünün arttığı dikkate alınırsa, dolaşıma ulaşım yolunun geometrisi önem kazanmaktadır (21, 52). Anastomoz açısı 70°'den 30°'ye indikçe girdaplı akım ve endotel sürtünme gücü artmakta ve hemodinamik bakımdan en iyi konuma, bu açının 50°-70° arasında olması ile ulaşılacağı iddia edilmektedir (21). Bu bilgiler anastomozun tasarımını, daha geniş kesit alanı, laminar akımı en az rahatsız edecek daha geniş açıda ve venöz bacağın daha yumuşak bir kavisle oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır (52, 53, 94). Klinikte hemodiyaliz için ön kolda dolaşıma ulaşım yolu oluşturmadan önce, a. ulnaris, a. radialis ve arcus palmaris superficialis'in akım

debileri konusunda bilgi sahibi olmak, oluşacak komplikasyonların büyük bir kısmının önlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu konuda en dikkate değer çalışmalardan biri Doscher ve ark tarafından, 100 normal insanın 200 ön kolunda Doppler ultrasonografi ile yapılmıştır (53). Çalışılan olgularda ortalama a. ulnaris akım debisi 86.9 ml/dk, ortalama a. radialis akım debisi 72.2 ml/dk bulunmuştur. Erkeklerde a. ulnaris ortalama akım debisi 103.3 ml/dk, kadınlarda 68.3 ml/dk olarak hesaplanmış ve tüm farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Arcus palmaris superficialis bütünlüğünün olguların % 89'unda tam, % 11'nde tam olmadığı saptanmıştır. APS bütünlüğü tam olan ellerin ortalama akım debisinin (162.5 ml/dk), tam olmayanlara (154.2 ml/dk) kıyasla düşük olduğu gösterilmiştir. Egemen kol ile egemen olmayan kol arasında damar çapları ve akım debisi arasında fark bulunmamıştır. Bu çalışma, klinikte hemodiyaliz için dolaşıma ulaşım yolu yapılan olgularda alınan ölçümlerin kıyaslanması bakımından büyük önem arz etmektedir. Diğer taraftan Haimov, a. radialis çapının daha geniş olduğunu iddia etmektedir (54). Başka bir çalışmada diyaliz için dolaşıma ulaşım yolu yapılmadan önce a. radialis çapının 2.03 mm (1.3-2.8 mm), akım hızının 16.27 cm/sn (8-30 cm/sn), akım debisinin 31.6 ml/dk (12-70 ml/dk) olarak ölçülmüştür. Aynı çalışmada AVF yapılmadan önce a. radialis'ten ölçülen ortalama 31.6 ml/dk (12-70 ml/dk) akım debisi, ameliyattan sonra venöz taraftan ölçülmüş ve 1. gün ortalama 739.3 ml/dk (300-1030 ml/dk) ve 7. gün 840.7 ml/dk (360-1540 ml/dk) bulunmuştur. Ancak bu artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır (58). Bu iki çalışmadaki normal koşullarda saptanan ölçüm farkları açıklanmayı gerektirmektedir.

Anderson ve ark. v. cephalica çapı 3 mm, anastomoz açıklığı 8-10 mm olan 38 uç-yan radio-cephalic fistülde, anastomoz tamamlandıktan hemen sonra venöz taraftan ölçülen akım debisini 242 ml/dk olarak bildirmektedirler (55). Sivanesan ve ark. v. cephalica çapı > 3mm, anastomoz çapı 5-11 mm olan 30 radio-cephalic yan- uç fistül olgusunun 23'ünde (%77), anastomozun distalinde kalan a. radialis'ten anastomoza doğru retrograd, 7 olguda (%23) antegrad akım olduğunu saptamışlardır. Anastomoza distal a. radialis'te retrograd akım olanlarda venöz taraftan intraoperatif ölçülen ortalama akım debisi 215 ml/dk iken ameliyattan sonra 432 ml/dk'ya yükselmiştir. Anastomoza distal a. radialis'te

antegrad akım olanlarda ise bu değerleri, 173 ml/dk ve 342 ml/dk olarak hesaplamışlardır (57). Anderson ve ark. diğer bir çalışmada, radio-cephalic yan-uç fistülden, anastomoz tamamlandıktan sonra v. cephalica'ya geçen kanın 2/3'ünün anastomoza proksimal a. radialis'ten, 1/3'ünün distal a. radialis'ten geldiğini ve tüm olgularda retrograd akım saptadıklarını bildirmektedirler (56). Bu çalışmalar AVF'deki akım debisine, anastomozun distalinde kalan a. radialis'teki retrograd akımın katkı sağladığını göstermektedir. Hurwich, pletismografi ile yaptığı çalışmada ameliyat sonrası ortalama yan-uç radio-cephalic AVF akım debisinin 242 ml/dk olarak hesaplarken aynı olgularda karşı taraf a. radialis akım debisinin ortalama 20 ml/dk olduğunu bildirmektedir (61). Bu çalışmada AVF yapılmayan ön kol a. radialis'inde saptanan akım debisi düşüklüğü; yapılan diğer çalışmalarda bulunanlarla uyum içinde değildir.

Elfström ve Thomsen, 31 olgunun 26'sına radio-cephalic uç-uç AVF yapmışlar, ameliyat sırasında a. radialis çapını ortalama 2.5 mm (1.5-3.5 mm), v. cephalica çapını ortalama 2.6 mm (1.5-5.0 mm) ölçmüşlerdir (59). Bu olgularda ameliyattan önce a. radialis akım debisini ortalama 16.8 ml/dk (4-50 ml/dk), ameliyattan sonra AVF ortalama akım debisini 72.3 ml/dk (15-260 ml/dk) bulmuşlardır. Ameliyattan sonraki 15 gün içinde fistüllerin %22.5'i, 6 ay içinde %89'u tıkanmıştır. Yazarlar, ameliyat sonrası AVF akım debisinin 40 ml/dk altında olmasının, fistül açık kalımı bakımından kötü prognostik belirti olduğunu ve %70 işlevsizlik riski taşıdığını bildirmişlerdir. Silva ve ark. 108 son evre böbrek hastasında dupleks ultrasonografi ile yaptıkları çalışmada, dolaşıma ulaşım yolu'na yeterli arteryel akım sağlamak için arcus palmaris superficialis'in açık, arter ve ven çaplarının 2.5 mm ya da daha fazla olması gerektiğini bildirmektedirler (60). Başka bir çalışmada Wong ve ark. a. radialis ile v. cephalica arasında yapılacak AVF'lerde arter veya venden birinin çapının 1.6 mm'den küçük olan koşullarda, fistülde erken tıkanma geliştiğine dikkat çekmektedirler. Aynı yazarlar fistül çapında ve akım debisinde en ciddi artışın ameliyattan sonraki 2. haftada gerçekleştiğini, 2. hafta sonunda 400 ml/dk akım debisine ulaşan fistüllerin başarılı, 250 ml/dk'nın altında kalanların başarısız olduğunu belirtmektedirler (43). Tüm bunlara karşın Yerdel ve ark. bilek düzeyinde 27 radio-cephalic, antecubital düzeyde 5 brachio-cephalic AVF

olgularında kan basıncı, fistüle gelen akım debisi (inflow), fistülden çıkan akım debisi (outflow) ve venöz direnci incelemişler ve bu hemodinamik parametrelerin, ameliyat sonrası fistül akım oranını önemli düzeyde etkilemediğini iddia etmişlerdir (67).

Radio-cephalic AVF'lerin primer erken tıkanma oranı %6.6 - %24 arasında (73-78, 94), 3 yıllık işlevsel açık kalımı %64-%89, 5 yıllık işlevsel açık kalımı %37 -%80 oranları arasında değişmektedir (76, 77, 79, 80). Primer otojen radio-cephalic fistüller, diğer tüm dolaşıma ulaşım yöntemlerine göre tromboz, darlık, infeksiyon, venöz hipertansiyon, çalma (steal) sendromu görülme sıklığı, erken ve geç tıkanma oranları düşüklüğü ve açık kalım oranlarının yüksekliği nedenleri ile ilk seçilecek yöntemdir (43, 71, 80-87). Bu sonuçlara ulaşılmasında hiç kuşkusuz, kullanılan damarların kalitesi (68-70), önemli risk faktörleri olarak ileri yaş ve diyabet (70-73), diyalize başlama zamanı, AVF'ün oluşturulma zamanı ve fistülü gerçekleştiren cerrahın deneyimi ve yeteneği ileri derecede önem arz etmektedir.

Birleşik Devletlerde bir yılda ölen son evre böbrek hastalarının %25'inde, ölüm nedenlerinin başında dolaşıma ulaşım yolu yetersizliği gelmektedir (88). Son evre böbrek hastalarının AVF bakımından ilk değerlendirilmesi, hastanın nefrologist tarafından ilk görüldüğü zaman yapılmalıdır (89). Diğer taraftan nefrologist'e geç gelen hastaların hastanede kalış süreleri, morbitideleri ve mortaliteleri artmakta, dolaşıma ulaşım yolu için cerraha yönlendirilmesi gecikmektedir (90).

Dolaşıma ulaşım yolu hemodiyalize başlama tarihinden 30 gün önce açılanlarda mortalite, 6 ay önce açılana kıyasla iki kat yüksek bulunmaktadır (91). Buna karşın dolaşıma ulaşım yolunun çok erken açılması, AVF ömrünün bir kısmının boşa harcanması anlamına gelmektedir. Thomsen ve ark. yaptıkları çalışmada, ameliyat öncesi sistolik kan basıncının 110 mmHg altında olan olgularda AVF erken tıkanma oranının %29 daha yüksek olduğu, üremi düzeyi yüksek olanlarda yapılan fistüllerin işlevsel açık kalım oranlarının daha iyi olduğu sonucuna varmışlardır.

Bazı araştırmacılar ve bir çok araştırmacının katılımıyla yaptığı ciddi ve çok geniş kapsamlı, Diyaliz Sonuçları Kalite Çalışması'nda (Dialysis Outcome

Quality Initiative-DOQI) Birleşik Devletler Milli Böbrek Vakfı (National Kidney Foundation-NFK), konuya açıklık getirmişler ve s kreatinin düzeyi 4.0 mg/dl aşan, kreatinin klirensi 25 ml/dk altına düşen her hastada AVF yapılmasını önermişlerdir (24,91)

2.8. Dolaşıma Ulaşım Bölgeleri

İnsan vücudunda dolaşıma ulaşım girişimi yapılabilecek bölgeler aşağıda verilmektedir.

Üst Ekstremité

Arteryovenöz Fistül

- A. radialis – v. cephalica; el bileği
- A. ulnaris – v. basilica; el bileği
- A. brachialis – antecubital venler
- A. brachialis – v. cephalica
- A. brachialis – v. basilica

Arteryovenöz Greft

- A. brachialis – v. cephalica ; kol, lup veya köprü greft
- A. brachialis – v. basilica; kol, lup veya köprü greft
- A. brachialis – v. axillaris; kol, köprü greft
- A. brachialis – v. cephalica; ön kol, lup veya köprü greft
- A. brachialis – v. basilica; ön kol, lup veya köprü greft
- A. radialis – v. communicantes; ön kol köprü greft

Alt Ekstremité

Arteryovenöz Fistül

- A. femoralis – v. saphena magna; lup

Arteryovenöz Greft

- A. femoralis – v. femoralis; lup greft
- A. femoralis – v. saphena magna; lup greft
- A. poplitea – v. femoralis; köprü greft

Vücut Duvarı

Arteryo-venöz Greft

- A. axillaris – v. axillaris; lup greft
- Sol a. axillaris – sağ v. axillaris; köprü greft (iki yönlü)
- A. axillaris – v. jugularis interna; lup greft
- Sol a. femoralis – sağ v. femoralis; suprapubic, köprü greft (iki yönlü)
- A. axillaris – v. femoralis; köprü greft (iki yönlü) (Escobar'dan değiştirilerek)

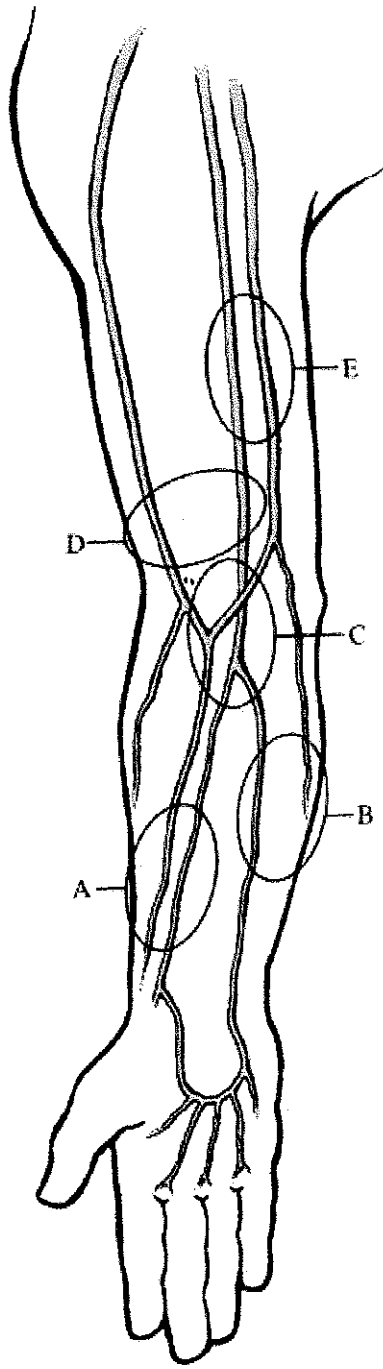
Birleşik Devletler Milli Böbrek Vakfı, Diyaliz Sonuçları Kalite Çalışması'nda, dolaşıma ulaşım bölgeleri kullanım sırasını,

- 1 – Radio – cephalic
- 2 – Brachio – cephalic
- 3 – Brachio – basilic (yeni yerleşime nakil)
- 4 – PTFE (düz – lup) greft uygulaması

şeklinde verilmektedir.

Şekil 1.1'de görülen üst ekstremitte dolaşıma ulaşım bölgeleri ilk tercih edilen bölgelerdir (24).

İlk bakışta tükenmeyecek gibi görünen bu bölgeler, güncel bilimsel verilere, cerrahi deneyim ve kaliteye dayanmadan kullanılmamalıdır. Dolaşıma ulaşım bölgelerinin tükenmesi bir bakıma son evre böbrek hastasının yaşamla olan bağının kesilmesi anlamına gelebileceğinden konuya mümkün olan azami dikkat ve titizliğin gösterilmesi gerekmektedir. AVF gerçekleştirilmesinde kullanılan yanlış seçim bölgesi, gerek primer gerekse revizyon cerrahisinde kullanılan kötü teknik, fistülün hemodiyaliz için bilinçsiz kullanımı ve izleme yetersizliği özellikle organ bekleme havuzunda uzun süre beklemek zorunda kalınması bu bölgelerin tükenmesi ile sonuçlanabilmektedir. Cerrahi uygulama sırasında deneyimli uzman bir cerrahın cerrahi takımında bulunmaması, her türlü nedene bağlı dolaşıma ulaşım yolu başarısızlıklarını 2.4 kat arttırmaktadır (92). Dolaşıma ulaşım için arteryo-venöz fistüllerin işlevsel açık kalımının en önemli belirleyicisi ameliyatı yapan cerrahın bilgisi, deneyimi, cerrahi değerlendirme yetisi, cerrahi yeteneği, becerisi ve yaratıcılığıdır (92-95).



Şekil 1.1. Üst ekstremitte dolaşıma ulaşım bölgeleri

- A** - A Radialis - V. Cephalica,
B - A Ulnaris - V. Basilica,
C - A Brachialis - Antecubital ven,
dirsek fleksiyon çizgisi distalinde,
D - A Brachialis V Cephalica dirsek
fleksiyon çizgisinin proksimalinde,
E - A Brachialis - V. Basilica

Radio - cephalic fistül uygulamasında ,

- Ameliyat kesisinin, arter ve ven'e rahatça ulaşılmasına olanak sağlayacak şekilde yapılması,
- Atravmatik teknik kullanılması,

- Diseksiyonun dikkatli ve titiz yapılması,
- Kanamalar için koter veya eriyebilen bağlama materyali kullanılması,
- Anatomik yapıların iyi belirlenmesi,
- Ven ve arter'de anastomoz yerinin belirlenmesi,
- V cephalica'nın anastomoza yetecek uzunlukta diseke edilmesi,
- Ven'in yan dallarının bağlanıp kesilmesi,
- Yapılacak arteryo-venöz anastomoz bölgesine rahatça ulaşacak uzunluk belirlendikten sonra ven proksimalinin bağlanarak v cephalica'nın kesilmesi,
- V. cephalica distal kısmına hidrolik dilatasyon uygulanması,
- Hidrolik dilatasyonun endotel hasarı oluşturmayacak düzeyde tutulması,
- Anastomozun rahatça yapılabileceği uzunlukta (4-5 cm) a.radialis'in diseke edilmesi,
- Bu bölgede a. radialis'ten çıkan dalların bağlanması,
- A. radialis'te belirlenen anastomoz bölgesine arter'in uzun eksenini boyunca mediolateral konumlu 8 - 10 mm uzunluğunda kesi yapılması,
- Gerilimsiz A-V anastomozun, 7(0) polypropylene materyal ile gerçekleştirilmesi,
- Anastomoz bölgesine cerrahi travmanın, olabilecek en düşük düzeyde tutulması,
- Anastomoz, arter ile ven arasında 90° - 100° lik bir açı oluşacak tarzda yapılması,
- Kanama kontrolü yapıldıktan sonra deri altı dokuları eriyebilen dikiş materyali ve deri fistül üzerine bası oluşturmayacak tarzda polypropylene® dikişle kapatılmasına titizlikle uyulması gereken hususlardır

Dolaşıma ulaşım uygulamasının her adımında gereken titizlik gösterilse bile bilinen ve bilinmeyen birçok faktörlere bağlı komplikasyonların oluşmasını tamamen önlemek mümkün olmamaktadır. Oluşan bu komplikasyonları,

1 - Bölgesel Komplikasyonlar

- Kanama
- Enfeksiyon
- Sıvı birikimi

Hematoma

Seroma

Lenfösel

2 – Anastomoz Komplikasyonları

- Kanama : Dışa kanama / hematoma
- Yalancı anevrizma
- İntimal hiperplaziye bağlı darlık (venöz tarafta)

3 – Tromboz

- Erken (< 30 gün), Geç (> 30 gün)

4 – Dolaşıma Ulaşım Yolu İşlev Yetersizliği

- Fistül'e gelen kan (inflow) yetersizliği
- Fistül'den çıkan kan (out flow) yetersizliği
- Dolaşıma ulaşım yoluna kanül koyma güçlüğü
(çok küçük çaplı – çok derin yerleşimli)

5 – Uzak Komplikasyonlar

- Çalma (steal) sendromu
- Venöz hipertansiyon
(v. axillaris, v. subclavia, v. jugularis interna, v. brachiocephalicus, v. cava superior trombozu)
- Nöropati (bölgesel)
- Kalp yetmezliği (Davidson'dan değiştirilerek)

şeklinde sıralamak mümkündür. Bu komplikasyonları, olabilecek en düşük düzeye indirebilmek ve işlevsel açık kalım süresini uzatabilmek için uyulması gereken kurallar da,

1. Böbrek yetmezliği tanısı konulduktan sonra dolaşıma ulaşım bölgelerinde venöz tükenmeyi önlemek için, ven ponksiyonu, venöz ve arteriyel kanülasyon, zorunlulukla sınırlandırılmalı ve bu titizlikle uygulanmalıdır.
2. V. subclavvia'ya kateter koymaktan sakınılmalıdır.
3. Dolaşıma ulaşım uygulama bölgesi seçilirken, daha önce yapılmış kateter uygulamalarına bağlı, saptanamayan merkezi ven darlığı veya trombozları dikkatle araştırılmalıdır.

4. Dupleks ultrason ile dolaşıma ulaşım yolu yapılacak ekstremitenin damar haritası çıkartılmalıdır.
5. Üst ekstremitede dolaşıma ulaşım bölgeleri, alt ekstremitelere tercih edilmelidir.
6. Dolaşıma ulaşım yolu, hemodiyaliz sırasında hastayı rahatsız etmeyecek tarzda konumlandırılmalıdır.
7. Fistüle gelen (Inflow) ve fistülden çıkan (Outflow) kan yolu yeterli olmalıdır.
8. Otojen AVF, greft uygulamalarına tercih edilmelidir
9. Girişim, diyaliz iğneleri girişine uygun maksimal uzunlukta ven sağlamalıdır.
10. Daha sonraki dolaşıma ulaşım uygulamalarına olanak sağlamak için ilk girişim, en distal dolaşıma ulaşım bölgesinde yapılmalıdır
11. Greft uygulamaları "köprü veya lup greft" tarzında uygulanmalı, venöz tarafta olgunlaşan ven diyaliz iğneleri girişine olanak vermelidir.
12. İnfeksiyon ve deri hastalığı olanlarda greft kullanılmaktan sakınılmalıdır. (Otojen ven kullanılabilir)
13. Otojen AVF'ün olgunlaşma sürecinde hemodiyaliz gerekirse, hemodiyaliz kateteri karşı taraf v jugularis interna'ya konmalıdır.
14. Oluşturulan AVF, girişimsel olmayan (dupleks US, v.b.) yöntemlerle izlenmelidir.
15. Açık kalım süresini uzatmak için gerekli revizyon girişimleri zamanında ve uygun teknikle yapılmalıdır. (Escobar'dan değiştirilerek)

olarak sıralanabilir. Dolaşıma ulaşım yolu oluşturulmasında bu kurallara uyumun derecesi, başarılı sayılabilecek sonuca ulaşılmasında çok önemli rol oynamaktadır

Hemodiyaliz için dolaşıma ulaşım konusunda yukarıda verilen bilgiler dikkate alındığında, AV fistülün en sık uygulandığı üst ekstremitelerin fistül yapılan ve yapılmayan arterlerinde kan akım hızı değişiklikleri, AVF oluşturulması ile ortaya çıkan birçok komplikasyondan sorumlu tutulan hız artışı konusunda yeterli çalışılma yapılmadığı gözden kaçmayacaktır.

Bu çalışmada laminar akıma daha uyumlu olduğu düşünülen intima-intima, venöz ağız ayarlamalı, geniş açılı A-V anastomoz tekniği

uygulanmasından sonra üst ekstremitenin fistül yapılan ve yapılmayan arterlerindeki hız değişiklikleri ve akım hızı ile AVF'ün olgunlaşması arasındaki ilişki ileriye dönük klinik çalışma ile belirlenmeye çalışılmıştır.

ARAÇ VE YÖNTEM

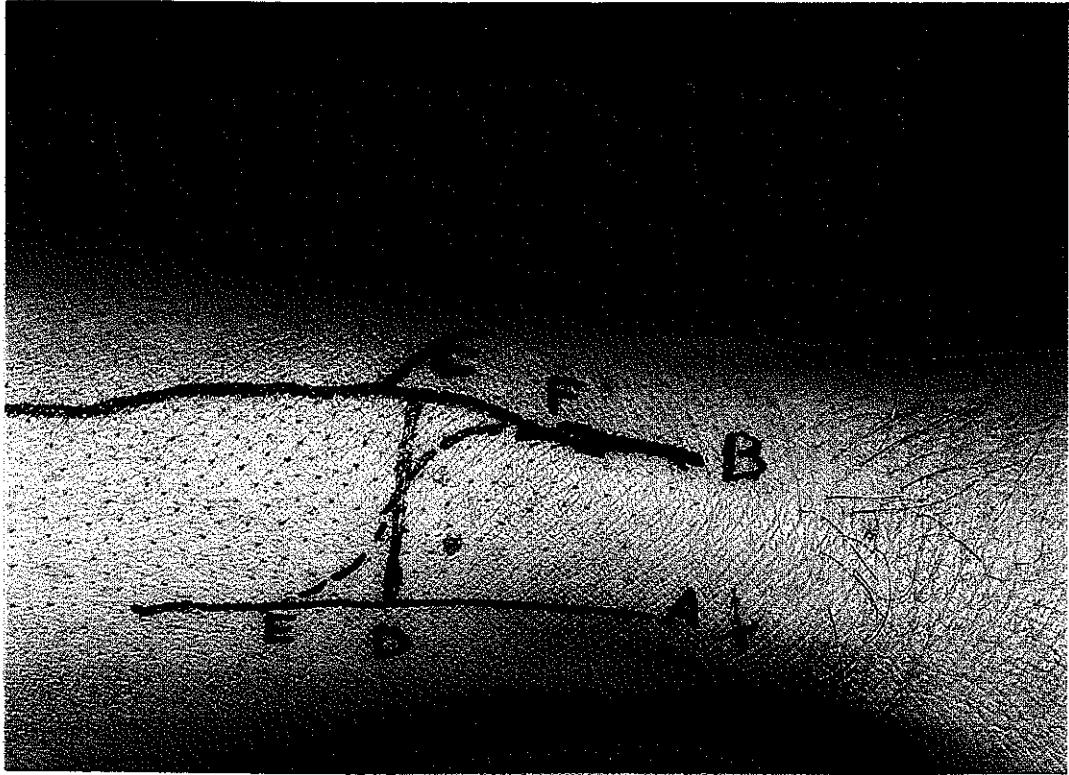
Bu çalışma, Şubat 2002 – Ocak 2003 tarihleri arasında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Genel Cerrahi Polikliniği'ne dolaşıma ulaşım yolu oluşturulması için yönlendirilen ve daha önce bu amaçla girişim yapılmayan son evre böbrek yetmezliği olan hastalarda yapılmıştır. Çalışmaya alınan hastalarda yaş, ırk ve cinsiyet ayrımı gözetilmemiştir. Çalışma 42 hasta üzerinde yapılmıştır. Tüm olgularda böbrek yetmezliğine neden olan primer tanılar ve bununla birlikte bulunan diğer hastalıklar belirlenmeye çalışılmıştır. Olgularda son evre böbrek hastalığı tanısı konması ile AVF yapılmak üzere polikliniğe yönlendirilmesi arasında geçen süre, polikliniğe müracaat etmeden önce diyalize girip girmediği, girdi ise süresi ve dolaşıma ulaşım için kateter uygulanıp uygulanmadığı, uygulanmışsa „uygulama bölgesi tesbit edilmiştir. Olguların yaş ve cinsiyeti belirlendikten sonra, boy ve ağırlıkları ölçülerek fizik muayeneleri yapılmış ve tüm olgular otojen AVF bölgeleri bakımından değerlendirilmiştir. Tüm olgularda ameliyat öncesi ve sonrası arteryel tansiyonlar, hemoglobin, hemotokrit, trombosit, BUN ve serum kreatinin ve elektrolit düzeyleri ölçülmüştür.

El bileğinde radyo-cephalic AVF yapılacak bölge belirlendikten sonra hastalar, Radyoloji Anabilim Dalı'na gönderilerek (model SSA-350 A Toshiba Co. Tokyo - Japan) 7.5 MHz lineer prob ile her iki üst ekstremitede a brachialis, a radialis ve a ulnaris akım hızları ölçülmüştür. Bu ölçümler radyo-cephalic AVF oluşturulduktan sonraki 1., 5., 10., 15 ve 20. günler tekrarlanmıştır. Hastalar, fistülün olgunlaşması AVF'den hemodiyalize girmeleri ve komplikasyonları bakımından 4'er ay süre ile üzlenmişlerdir. İstatistik çalışma SPSS 10 (Statistical Package for Social Science) programı ile yapılmış ve değerlendirmede eşleştirilmiş örneklerde T testi yöntemi kullanılmıştır.

Tüm arteryo-venöz fistüller, el bileği düzeyinde ve mümkün olan koşullarda egemen olmayan kolda, a radialis ile v cephalica arasında gerçekleştirilmiştir. El bileğindeki AV fistüllerin, subklaviyan kateter konmayan tarafta oluşturulmasına özen gösterilmiştir. Bu temelde gerçekleştirilen fistüllerin 13'ü (%31) sağ, 29'u (%69) sol el bileğinde oluşturulmuştur. Girişimlerin tümü

aynı cerrahi takım tarafından yapılmıştır. Cerrahi girişimde, intima-intima, venöz ağız ayarlı, venöz yumuşak kavis oluşturma tekniği kullanılmıştır (94).

Ameliyat öncesi hazırlıklar tamamlandıktan sonra hastaların, bir gün önce saat 24:00 dan sonra aç kalmaları sağlanmıştır. Hastalar ameliyat olacakları günün sabahı hastaneye çağırılarak elektrolit düzeyleri ölçülmüştür. Serum K^+ u kabul edilebilir düzeyde olanlar ameliyata alınmışlardır. Ameliyathanede hastanın AVF yapılmayacak kolundan damar yolu açılmış ve 40 ml/sa gidecek şekilde, hastanın fizyolojik durumuna uygun sıvı verilmesine başlanmıştır. AVF yapılacak tüm üst ekstremitate fossa axillaris'i içine alacak şekilde povidon-iodine ile temizlendikten sonra, kol hastanın vücudu ile 90° 'lik açı yapacak şekilde, el cerrahisi masasına yatırılmış ve AVF uygulaması yapılacak damarların haritası çıkarılmıştır (Şekil 2 1).



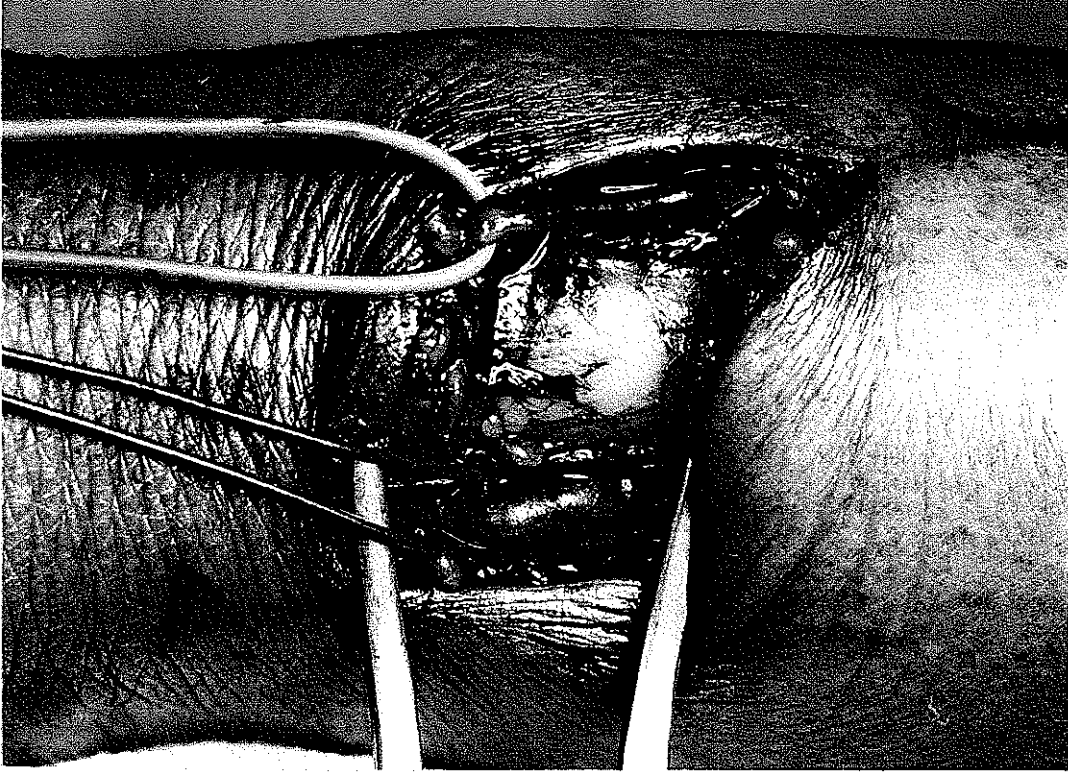
Şekil 2.1

Resimde, v cephalica mavi, a.radialis kırmızı renkte gösterilmiştir. Ameliyattan sonra ven'in oturması düşünülen seviyede, arteryel seyir çizgisi (A), venöz seyir çizgisi (B) arasına dik bir çizgi çizilmiştir (C-D). C noktası ile D

noktası arasındaki mesafe aslında, radio-cephalic yan-uç fistülün oluşturulmasında diseke edilmesi gereken asgari ven uzunluğunu göstermektedir. Bu çizgi aynı zamanda yapılacak ameliyat kesisinin yerini belirlemektedir. Resimde görüldüğü gibi kesi çizgisi, distal ucunda açıklığı mediale, proksimal ucunda laterale bakan yumuşak sinüzoidal bir şekil oluşturmaktadır (E-F). Cerrahi kesinin ortası (G), venöz ve arteryel çizgileri dikine kesen (C-D) çizginin ortasına rastlatılmaktadır. Bu kesinin tercih edilmesinin nedeni, radio-cephalic yan-uç fistül uygulamalarında hemen daima daha uzun bir venöz diseksiyona gerek duyulması, arteryo-venöz anastomozun kesi altında kalmaması ve bu işlemin ven'e gerilim uygulamadan daha kolay yapılmasına olanak vermesidir.

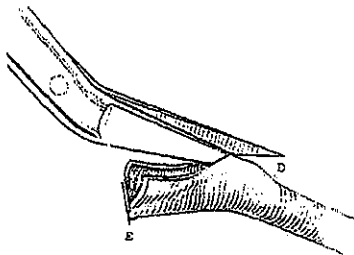
Tüm olgularda AVF bölgesine % 2'lik Citanes® lokal anestezisi uygulandıktan sonra; önceden belirlenen kesi çizgisinde ameliyat kesisi uygulanarak, deri ve deri altı geçildikten sonra v.cephalica diseksiyonuna başlanmıştır. Önceden hesaplanan uzunlukta ven diseksiyonu yapılırken ven'in dalları, veni daraltmayacak şekilde 5(0) ipekle bağlanarak kesilmiştir. Eğer ven'in arteryo-venöz anastomoz gerçekleştirilecek ucunda eş çaplı çatallanması varsa, bu dallar "kobra-ağzı" tarzında anastomoz yapmak üzere korunmuştur. Resim 1. de gösterilen C-D aralığından yaklaşık 2 cm. daha uzun ven, diseke edilerek plastik damar askıları ile askıya alınmıştır. V.cephalica diseksiyonu tamamlandıktan sonra, nabız oluşunda a.radialis'i örten volar carpal ligament aksiyal yönde kesilerek künt ve keskin diseksiyonla a.radialis'e ulaşılmıştır. A.radialis'in ortalama 5 cm.'lik kısmı diseke edilirken bu bölgede arterden çıkan çok küçük dalların 5 (0) ipekle bağlanmasına özen gösterilmiştir. Diseksiyona bağlı arteryel spazm oluşmaması için arterin gerilmesinden sakınılmıştır. Arter plastik damar askısı ile askıya alınmıştır (Şekil 2.2). V.cephalica ve a.radialis diseksiyonu tamamlandıktan sonra (Şekil 2.2) venin distal ucu kesilip proksimal ucuna, lümenin açıklığından emin olmak için Fogarty kateteri uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra venöz spazmı çözmek amacıyla ven'e heparinli fizyolojik serum ile hidrolik dilatasyon yapılmıştır. Hidrolik dilatasyon venöz intima'da hasar oluşturmayacak basınç düzeyinde tutulmuştur. A.radialis proksimal ve distalinden kontrol altına alındıktan sonra anastomozun yapılacağı yerde artere 11 no'lu bistüri ile uzun eksen boyunca 8-11 mm. uzunluğunda antero-lateral

konumda arteriyotomi yapılmıştır Yapılan kesiden a.radialis'in proksimal ve distal kısımları, çapları giderek artan vasküler dilatatörlerle 3 mm.'ye kadar dilate edilmeye çalışılmıştır

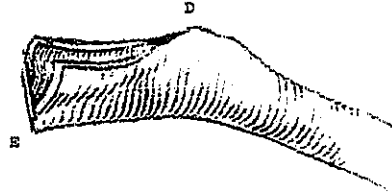


Şekil 2.2

Bu işlem tamamlandıktan sonra ven, kendi etrafında dönmesini engellemek için normal konumuna getirilmiş ve ven'in kesilmiş olan ucuna, a.radialis'e göre tam lateralinden uzun ekseni boyunca 5-7 mm.'lik kesi yapılmıştır (Şekil 2.3, 2 4)

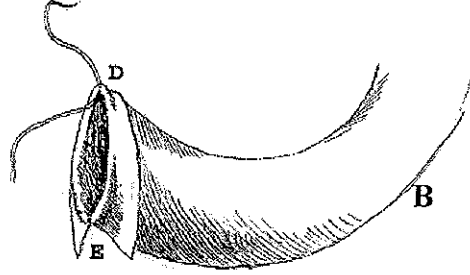


Şekil 2.3



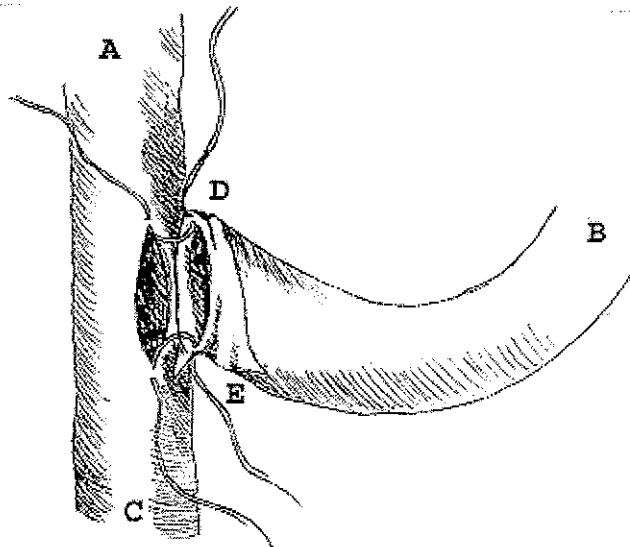
Şekil 2.4

Daha sonra, venöz uç kenarları dışa döndürülerek intima'nın ortaya çıkarılması sağlanmış ve venöz kesi yapılan tarafın tam karşısına rastlayan noktaya, damarın intima ve media'sını alacak şekilde, iki ucu iğneli 7 (0) polypropylene dikiş konmuştur (Şekil 2.5). Bu dikişin diğer ucu ateriyel kesinin proksimal ucuna

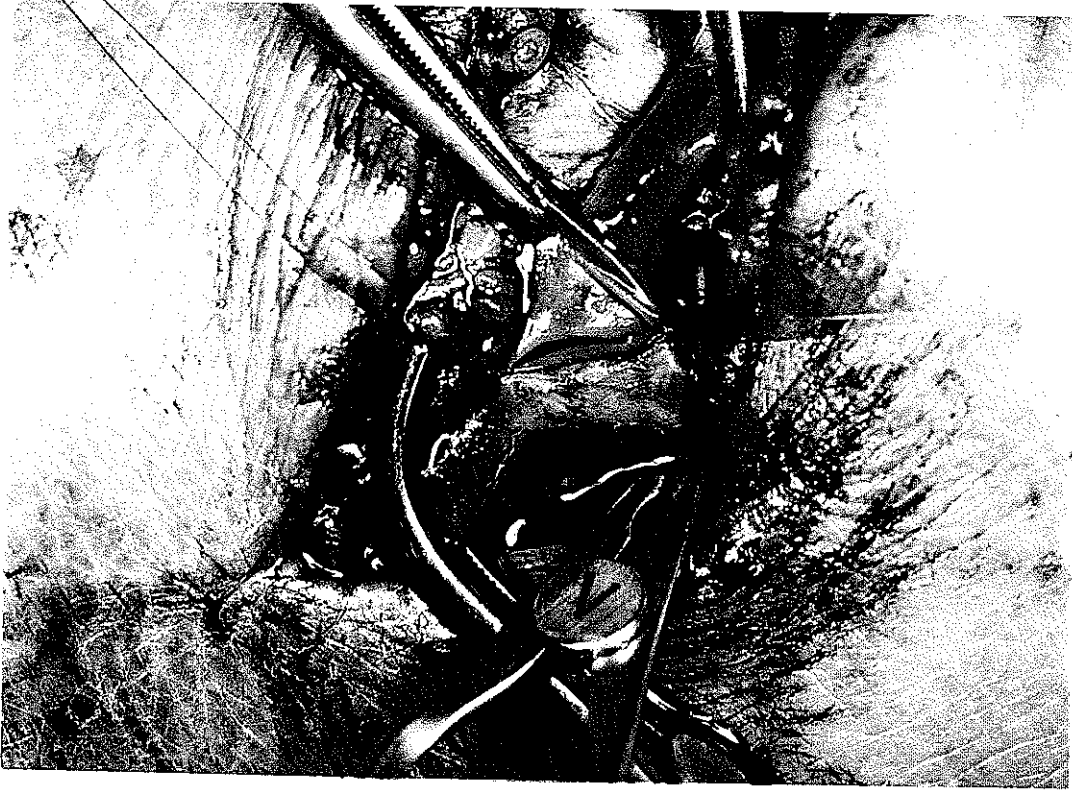


Şekil 2.5

İçten dışa yönde olmak üzere konarak, dikiş düğümünün lümen dışında kalması sağlanmış ve bağlanmıştır. Ven'in aksiyal kesi yapılan "E" noktasına geçici bir 7(0) dikiş konmuştur. Bu dikiş ven ağzı açıklığının arteriotomi açıklığına tam uyup uymadığının kontrolünü sağlamıştır. Eğer ven ucu açıklığı, arteriotomi açıklığına göre küçük gelirse, bu kısımda ven duvarı tam uyum oluşuncaya kadar dışa döndürülerek en uygun konuma ulaşıncaya, "E" noktasına konan dikiş çıkartılarak, oluşturulan konumda bu noktaya yeni bir dikiş konmuştur (Venöz ağzın ayarlanması) (Şekil 2.6, Şekil 2.7).

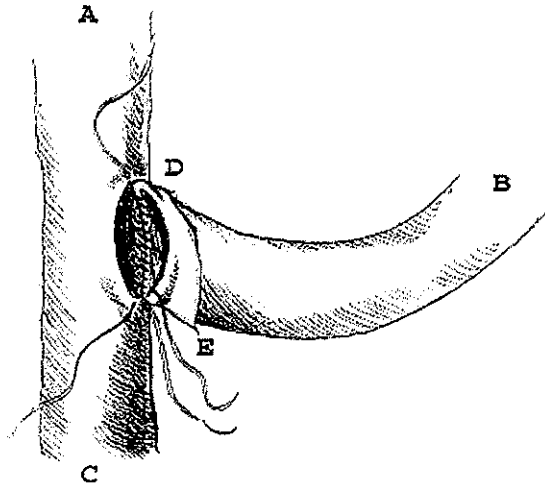


Şekil 2.6

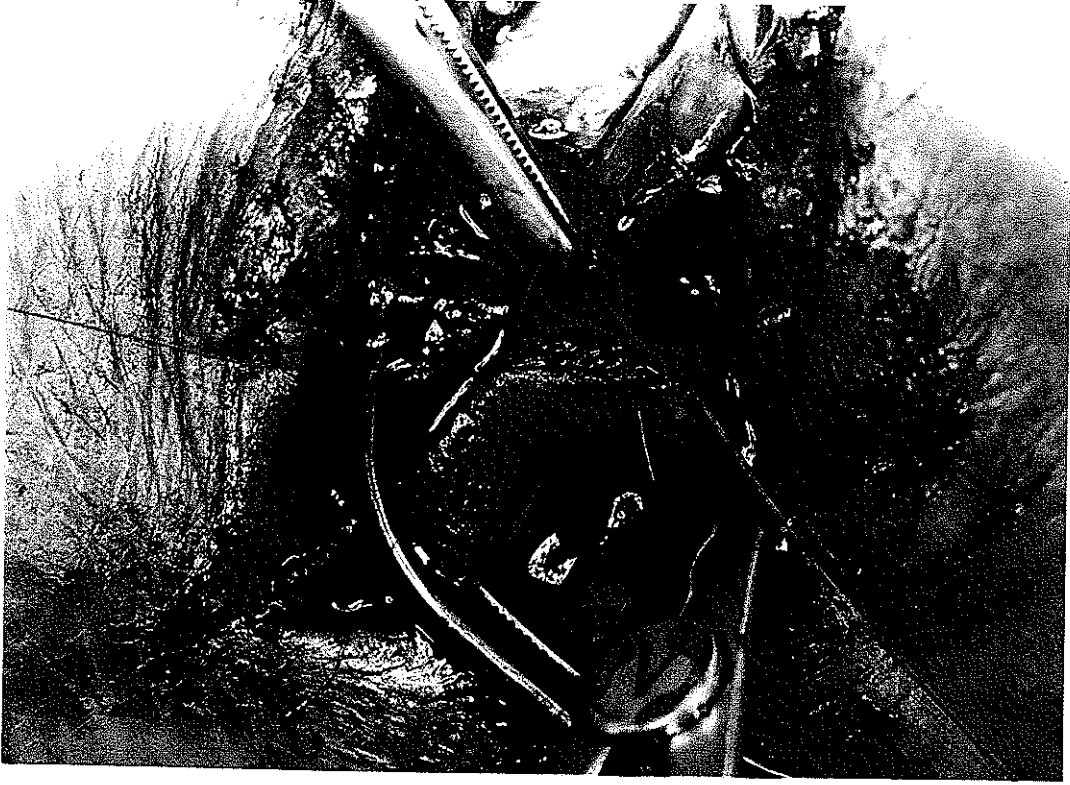


Şekil 2.7

“E” noktasına düğümü dışarıda kalacak şekilde konan bu dikiş, anastomozun arka duvarı lümen içinden dikilip tamamlanmaya kadar askı görevini yapmıştır. Arka duvar dikişi tamamlandıktan sonra dikişin ucu “E” noktasında, düğümü lümen dışında bırakmak için dışarıya alınmıştır. Bu noktada askı olarak kullanılan dikiş bağlanmıştır. Dışarıya alınan arka duvar dikişi, bağlanan askı dikişinin kollarından birine bağlanarak düğüm oluşturulmuş ve arka duvar dikişi böylece tamamlanmıştır (Şekil 2.8., Şekil 2.9)



Şekil 2.8



Şekil 2.9



Şekil 2.10

Daha sonra anastomozun ön duvarı, venöz taraftan intima ve media'yı alacak ve venöz intima, arteriyel intima'ya gelecek ve arterin tüm katları dikiş içinde kalacak şekilde 7 (0) polypropylene devamlı dikiş tekniği ile dikilmiştir. Anastomoz tamamlandıktan sonra a.radialis uzun eksenini ile v.cephalica'nın uzun eksenini arasında 90° - 100° lik bir açı oluşturmasına ve anastomozun venöz kolunun yumuşak bir kavis oluşturmasına özen gösterilmiştir (Şekil 2 10). Bu, arteryo-venöz anastomozu yaparken ven açıklığının ayarlanması ile sağlanmıştır Kanama kontrolü elektro koterle yapılmıştır. Deri altı 4 (0) Vicryle®, deri 5 (0) polypropylene tek-tek dikişlerle dikilmiştir. Deri ve deri altı kapatılırken anastomozun ya da venöz tarafın bası ve kesi altında kalmamasına özen gösterilmiştir. Yara pansumanı el bileğini çepeçevre sarmayacak şekilde yapılmıştır.

“

BULGULAR

Çalışmaya alınan hastaların en genci 21, en ihtiyarı 87, ortalama 55.7 ± 15.45 yaşında idi. Hastaların 25'i (%59.5) erkek, 17'si (%40.5) bayan, en kısa boylusu 130 cm, en uzun boylusu 182 cm. idi. Ortalama boy 163.6 ± 9.69 olarak hesaplandı. Hasta ağırlıkları 42 – 125 kg arasında değişti. Ortalama ağırlık 66.8 ± 15.2 olarak hesaplandı.

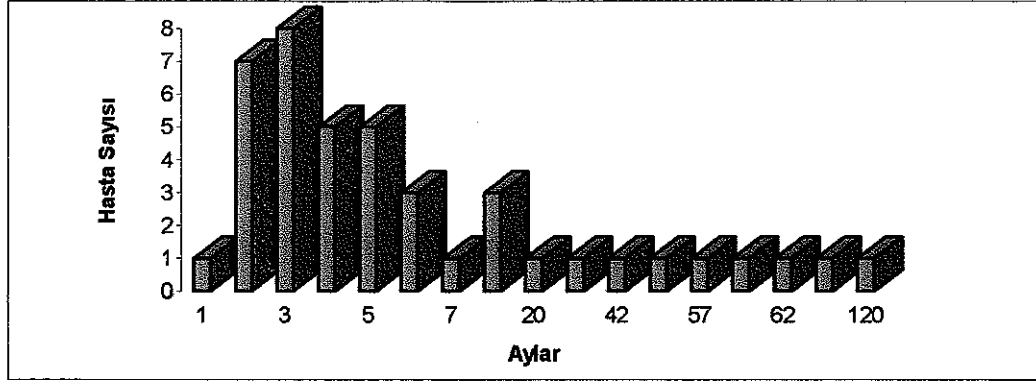
Hastalarda ölçülen hemoglobin değerleri (6.4 – 12.8) ortalama 9.1 ± 1.35 gr, hemotokrit değerleri (20.0 – 38.0) ortalama 27.4 ± 4.13 , trombosit sayısı (88 000 – 405.000) ortalama 210.000 ± 62.07 , BUN değerleri (19 – 215 mg/dl) ortalama 67.38 ± 37.8 mg/dl, serum kreatinin (2.1 – 10.4 mg/dl) ortalama 4.89 ± 2.27 mg/dl olarak hesaplandı.

Ameliyattan bir gün önce ve bir gün sonra ölçülen sistolik kan basıncı değerleri Çizelge 3.1'de verilmektedir.

Çizelge 3.1 Ameliyat öncesi ve sonrası sistolik arteriyel kan basınçları

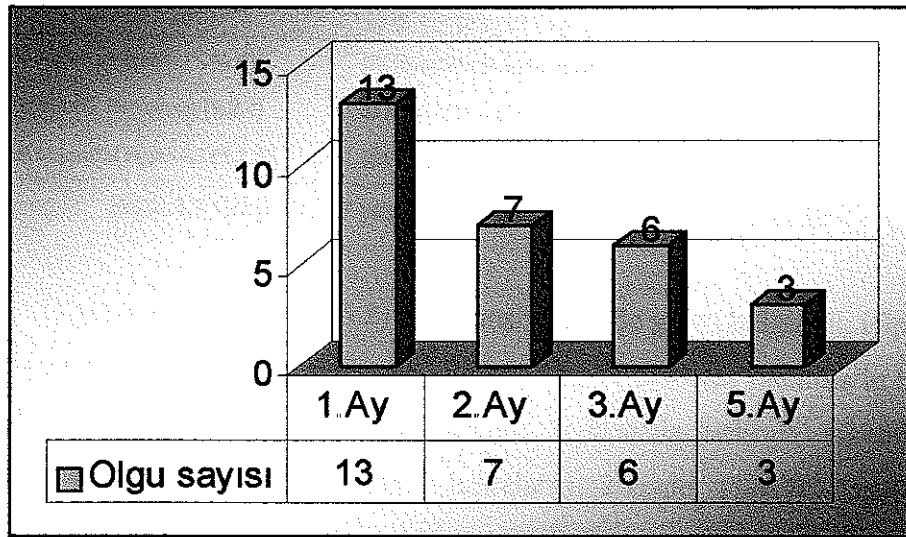
Sistolik Kan Basıncı Aralıkları (mmHg)	Ameliyat Öncesi		Ameliyat Sonrası	
	n	%	n	%
90 – 110	9	21,4	8	19,04
110 -130	13	30,9	12	28,5
130 – 140	7	16,7	7	16,6
140 – 160	12	28,6	13	30,9
160 – 180	1	2,4	2	4,8

Ameliyattan önce olguların 9'unda (%21.4), ameliyattan sonra 8'inde (%19.04) arteriyel kan basıncı 110 mmHg'nin altında seyretti. Hastalara SEBH tanısı konulmasından , AVF için cerrahi polikliniğine yönlendirildiği tarihe kadar geçen süre 1 ay ile 120 ay arasında değişmiştir. Hastaların 29'u (%69.04) tanı konulmasından sonraki 6 ay içinde, geri kalan 13'ü (%30.86) 7. aydan 120. aya kadar olan süre içinde AVF bakımından değerlendirilmek üzere cerrahi polikliniğine yönlendirilmişlerdir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 SEBH tanısı konulmasından, AVF için cerrahiye yönlendirildiği tarihe kadar geçen süreler

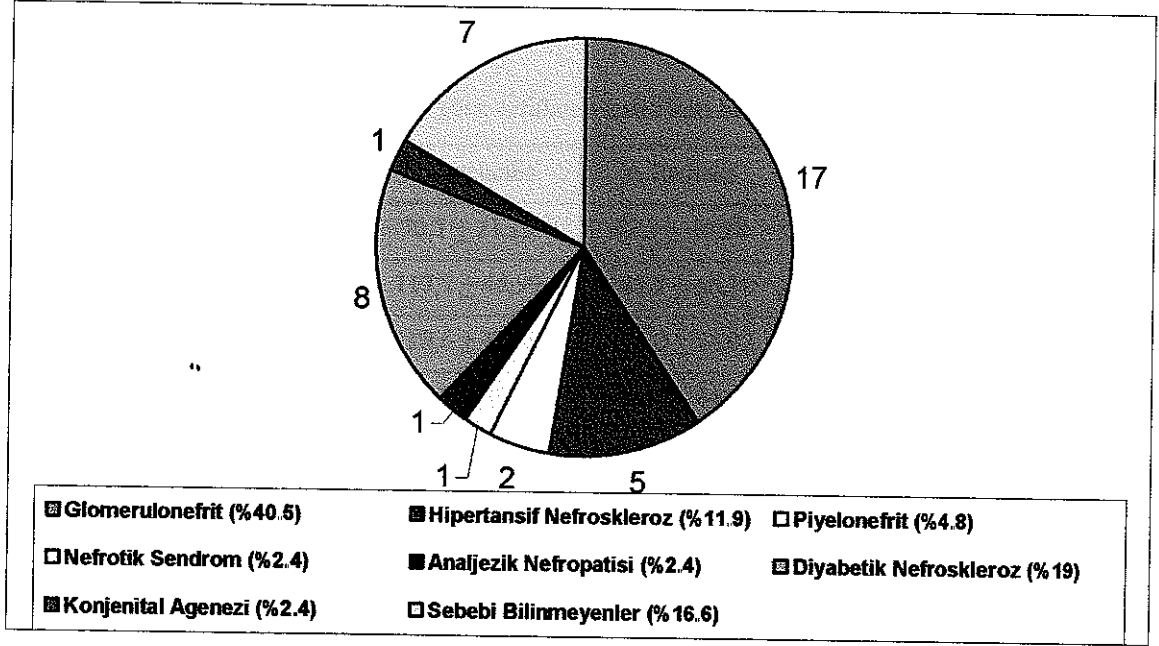
Cerrahi polikliniğine müracaat eden 42 hastanın 29'u (%69.04) subclavian kateterle hemodiyalize girmekte idi. Hemodiyalize girmekte olan hastaların 13'ü (%44.8) 1 ay, 7'si (%24.1) 2 ay, 6'sı (%20.7) 3 ay, 3'ü (%10.3) 5 ay, ameliyattan ortalama 2.06 ± 1.27 ay önce hemodiyalize başlamışlardı (Şekil 3.2)



Şekil 3.2 Ameliyattan önce hemodiyalize başlayan hastaların hemodiyaliz tedavisi alma süreleri

Bu hastalarda hemodiyaliz için kateterlerin 8'i AVF yapılan, 21 yapılmayan tarafa konmuştu. Daha önce subclavian kateter konmuş olan tarafta AVF yapılmasının nedenlerinden biri klinik olarak bu taraf kolun, AVF oluşturulması için daha uygun olduğunun düşünülmesi, diğeri ise egemen olan kol olmasıdır.

Hastaların 17'sinde (%40.5) glomerulonefrit, 8'inde (%19.0) tip II diyabete bağlı nefroskleroz, 5'inde (%11.9) hipertansif nefroskleroz, 2'sinde (%4.8) piyelonefrit, 1'inde (%2.4) bir tarafta konjenital böbrek agenezisi diğer tarafta atrofik böbrek, son evre böbrek yetmezliğinin etiyolojik nedenleri idi 7 hastada (%16.6) etiyolojik neden saptanamamıştır (Şekil 3.3)



Şekil 3.3 Otojen AVF yapılan SEBH'lerinde etiyolojik nedenler

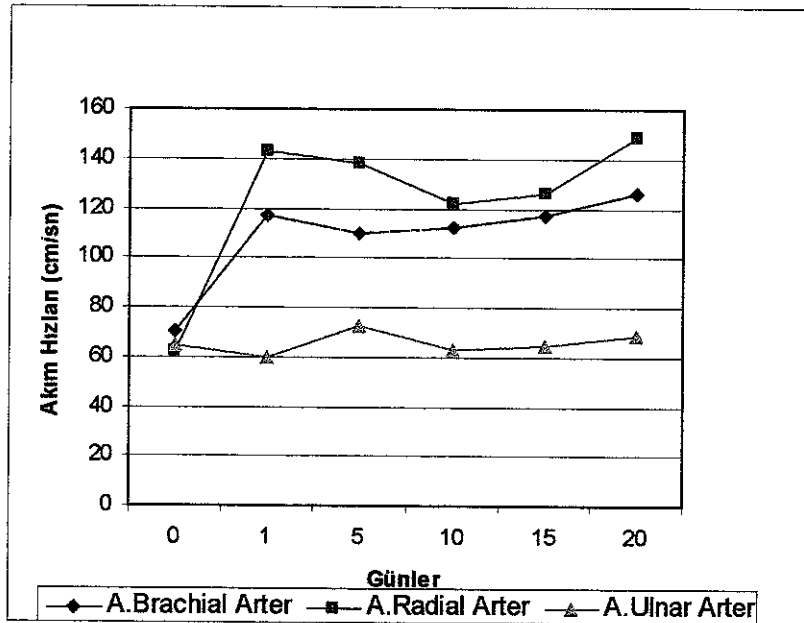
Olguların 19'unda (%45.2) hipertansiyon önde gelen bulgu idi. Hipertansif hastaların 4'ü sonradan gut tanısı da almıştı 8 tip II diabetes mellitus'lu hastanın 7'sinde sonradan hipertansiyon gelişmişti 2 hastada belirgin iskemik kalp hastalığı bulguları vardı ve tüm hastaların 2'sinde (%4.76) nefrolitiasis belirlenmişti.

Polikliniğe hemodiyaliz için cerrahi olarak dolaşıma ulaşım yolu oluşturulması amacı ile yönlendirilen 42 hasatada, el bileği düzeyinde radio-cephalic, yan-uç, intima-intima, ven ağzı ayarlamalı, yumuşak venöz kavisli AVF oluşturuldu. AVF oluşturulmadan bir gün önce ve 1, 5, 10, 15 ve 20 gün sonra, AVF yapılan ve yapılmayan kolların a brachialis, a radialis ve a ulnaris'lerinde kan akım hızları Doppler Ultrasonografi ile ölçülmüş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

AVF yapılan kolda a brachialis ve a radialis akım hızları ameliyat öncesi değerlerine kıyasla 20. güne kadar giderek arttı. Bu artış eğilimi istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$). Fakat aynı kol a ulnaris akım hızında, 20. güne kadar anlamlı değişiklik saptanamadı. ($p > 0.05$) Diğer taraftan a brachialis ve a radialis'te saptanan kan akım hızı ortalamaları ile a ulnaris'ten hesaplanan ortalama hızlar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.001$). (Çizelge 3.2, Şekil 3.4)

Çizelge 3.2 AVF açılan kolda zamana göre ortalama kan akım hızları (cm/sn)

GÜNLER	A Barchialis	A Radialis	A Ulanaris
Ameliyattan 1 gün önce	70,1 ± 21,19	62,2 ± 19,28	65 0 ± 21,94
Ameliyattan sonra 1. gün	117,7 ± 45,99	143,2 ± 66,10	60,3 ± 17,78
5. Gün	110,6 ± 40,60	138,0 ± 51,02	73,2 ± 23,46
10. Gün	112,2 ± 33,14	122,7 ± 44,66	63,2 ± 14,84
15. Gün	117,6 ± 46,30	126,9 ± 43,81	65,3 ± 24,33
20. Gün	126,8 ± 42,50	149,1 ± 51,36	69,4 ± 17,84

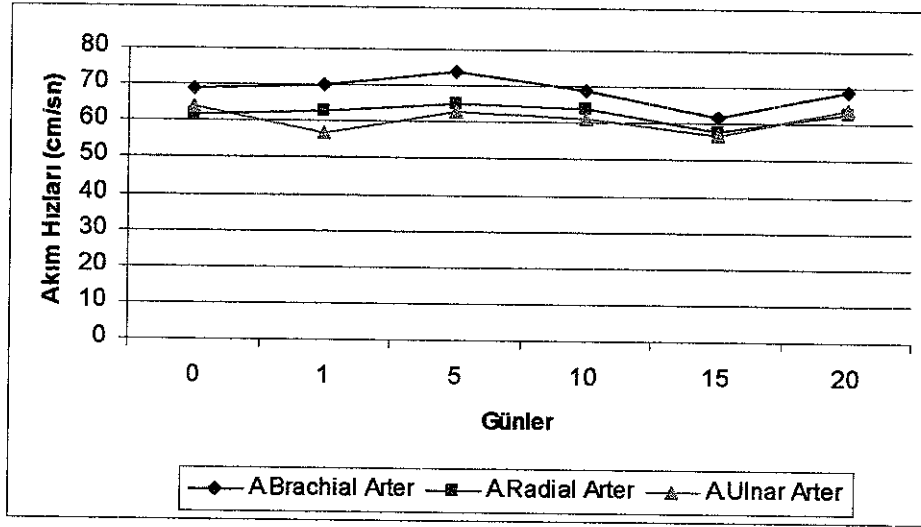


Şekil 3.4 AVF oluşturulan ekstremitede ortalama akım hızları

Buna karşılık AVF yapılmayan kolda a brachialis, a radialis ve a ulnaris ameliyat öncesi ve sonrası akım hızı ortalamaları farkı ve zamana bağlı akım hızı artışları istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. ($p > 0.05$). (Çizelge 3.3, Şekil 3.5)

Çizelge 3.3 AVF açılmayan kolda zamana göre ortalama kan akım hızları (cm/sn)

GÜNLER	A Barchialis	A Radialis	A Ulanaris
Ameliyattan 1 gün önce	69,4 ± 22,21	62,3 ± 20,37	64,3 ± 21,42
Ameliyattan sonra 1. gün	70,7 ± 20,06	63,2 ± 22,74	57,3 ± 16,70
5. Gün	74,9 ± 23,01	65,2 ± 18,39	63,6 ± 23,3
10. Gün	69,0 ± 20,08	64,0 ± 20,14	61,8 ± 19,18
15. Gün	62,5 ± 16,87	58,7 ± 14,57	57,5 ± 17,18
20. Gün	69,2 ± 16,59	63,8 ± 18,04	64,7 ± 21,82

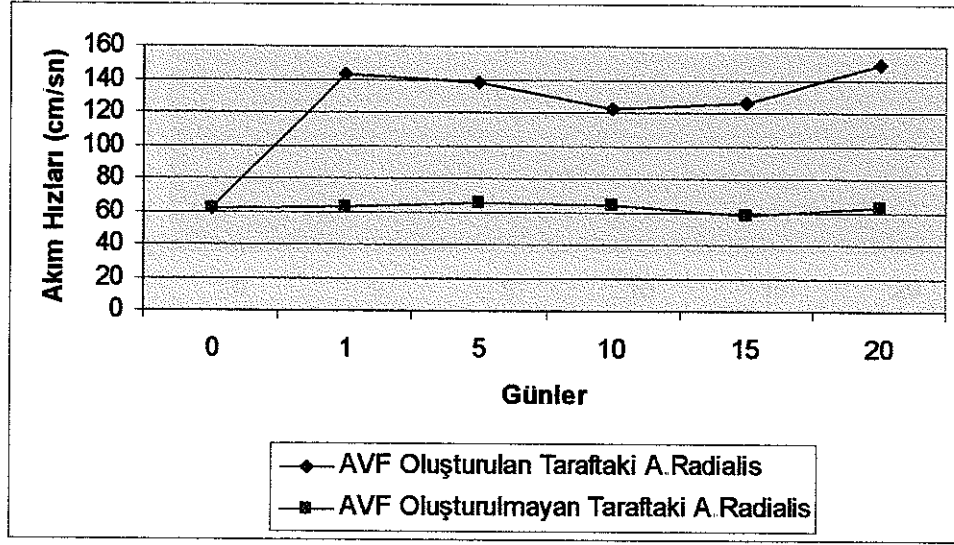


Şekil 3.5 AVF oluşturılmayan ekstremitede ortalama akım hızları

AVF yapılan ve yapılmayan kollarda, ameliyattan önce ve sonra ortalama akım hızları kıyaslandığında, fistül yapılan kol a radialis'inde ortalama akım hızının giderek arttığı, yapılmayan kol a radialis akım hızına kıyasla belirgin olarak yükseldiği saptandı ($p < 0.001$). (Çizelge 3.4, Şekil 3.6)

Çizelge 3.4 AVF yapılmayan ve yapılan kolda zamana göre a.radialis ortalama kan akım hızları (cm/sn) karşılaştırması

GÜNLER	AVF Yapılmayan Kol A Radialis Akım Hızı cm/sn	AVF Yapılan Kol A Radialis Akım Hızı cm/sn
Ameliyattan 1 gün önce	62,3 ± 20,37	62,1 ± 19,28
Ameliyattan sonra 1. gün	63,2 ± 22,74	143,2 ± 66,10
5. Gün	65,2 ± 18,39	138,0 ± 51,02
10. Gün	64,0 ± 20,10	122,7 ± 44,6
15. Gün	58,7 ± 14,57	126,5 ± 43,8
20. Gün	63,87 ± 18,04	149,1 ± 51,3

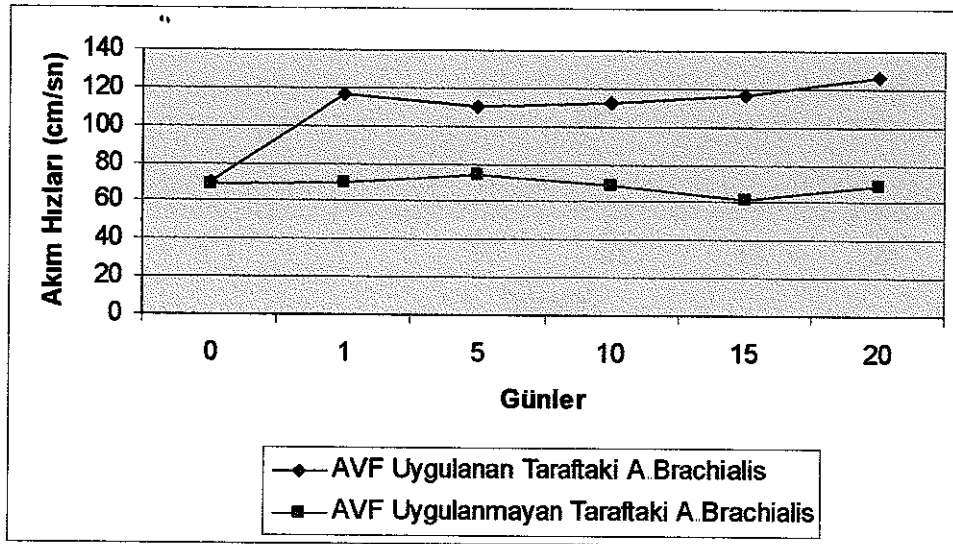


Şekil 3.6 AVF oluşturulan ve oluşturulmayan taraftaki a. radialis ortalama akım hızları karşılaştırması

AVF yapılan ve yapılmayan kollar a. brachialis ameliyat öncesi ve sonrası ortalama kan akımı hızları karşılaştırıldığında, ameliyat yapılan taraf a brachialis zaman bağımlı ortalama akım hızı artışı ve fistül yapılmayan taraftaki a brachialis'e kıyasla akım hızı artış farkı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$) (Çizelge 3.5, Şekil 3.7)

Çizelge 3.5 AVF yapılmayan ve yapılan kolda zamana göre a. brachialis ortalama kan akım hızları (cm/sn) karşılaştırması

GÜNLER	AVF Yapılmayan Kol A Brachialis Akım Hızı cm/sn	AVF Yapılan Kol A Brachialis Akım Hızı cm/sn
Ameliyattan 1 gün önce	69,4 ± 22,20	70,1 ± 21,19
Ameliyattan sonra 1. gün	70,7 ± 20,06	117,7 ± 45,99
5. Gün	74,9 ± 23,01	110,6 ± 40,63
10. Gün	69,0 ± 20,08	112,2 ± 33,14
15. Gün	62,5 ± 16,87	117,6 ± 46,30
20. Gün	69,27 ± 16,59	128,8 ± 42,54

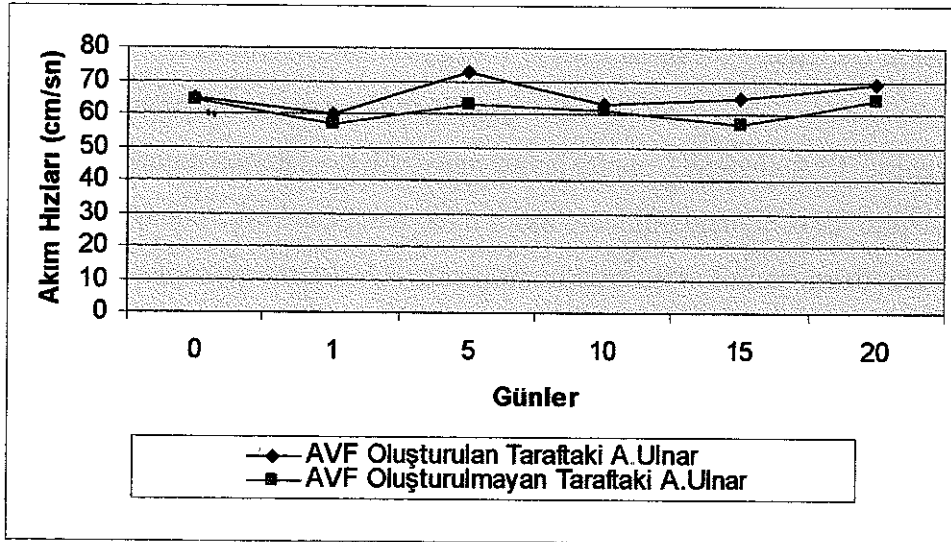


Şekil 3.7 AVF oluşturulan ve oluşturulmayan taraftaki a. brachialis ortalama akım hızları karşılaştırması

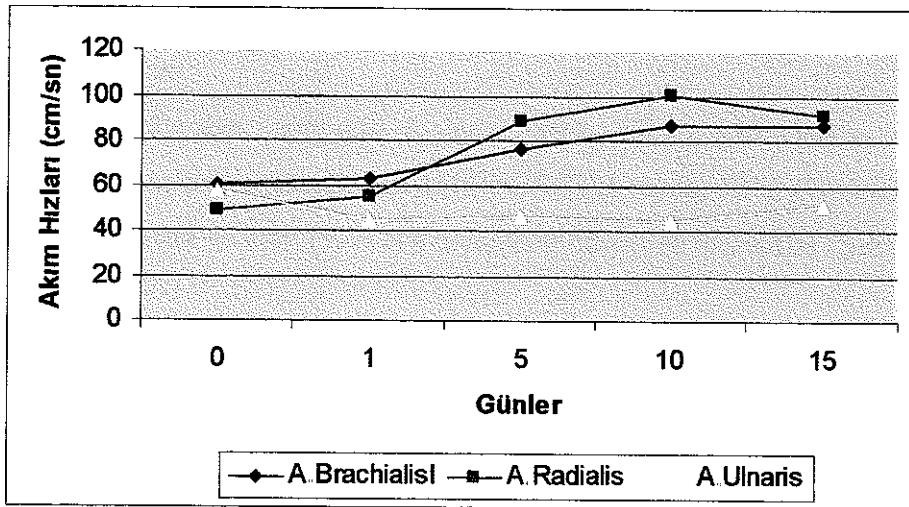
Her iki kol arasında a. ulnaris'ler karşılaştırıldığında kan akım hızı ortalamaları zamana bağımlı olarak değişmediği gibi, akım hızı ortalamaları arasındaki fark da anlamlı bulunmadı ($p > 0.05$). (Çizelge 3.6, Şekil 3.8)

Çizelge 3.6 AVF yapılmayan ve yapılan kolda zamana göre a. ulnaris ortalama kan akım hızları (cm/sn) karşılaştırması

GÜNLER	AVF Yapılmayan Kol A.Ulnaris Akım Hızı cm/sn	AVF Yapılan Kol A.Ulnaris Akım Hızı cm/sn
Ameliyattan 1 gün önce	64,3 ± 21,42	65,0 ± 21,94
Ameliyattan sonra 1. gün	57,3 ± 16,70	60,3 ± 17,78
5. Gün	63,6 ± 23,30	73,26 ± 23,46
10. Gün	61,8 ± 19,18	63,2 ± 14,84
15. Gün	57,5 ± 17,18	65,3 ± 24,33
20. Gün	64,77 ± 21,82	69,4 ± 17,84



Şekil 3.8 AVF oluşturulan ve oluşturulmayan taraftaki a.ulnaris ortalama akım hızları karşılaştırması



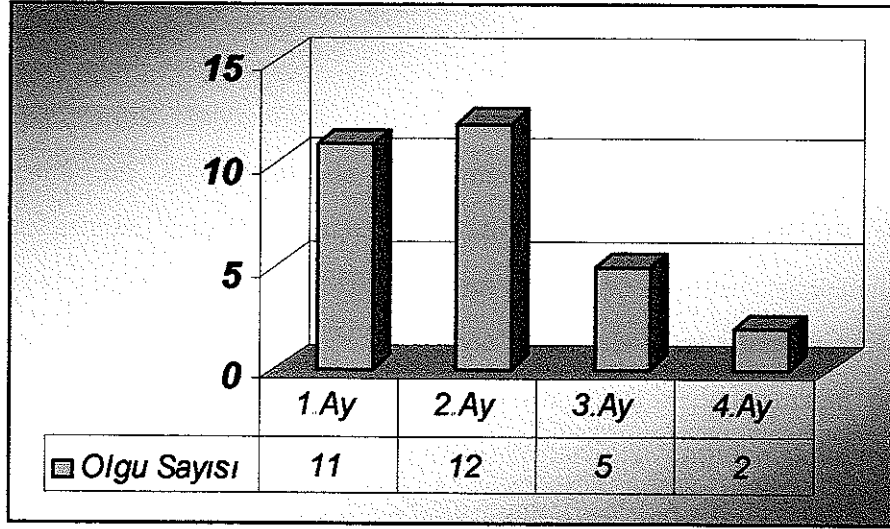
Şekil 3.9 AVF'de erken tıkanma gelişen olgularda ortalama akım hızları

A. radialis ameliyat öncesi akım hızları 28 – 106 cm/sn, ortalama 62.3 ± 20.37 cm/sn iken bu değer ameliyattan sonra 1 gün (19 – 316 cm/sn) ortalama 143.2 ± 66.1 cm/sn ve 20. gün (45 -254 cm/sn) ortalama 149.1 ± 51.3 cm/sn'ye yükseldi. Aynı kolda a.brachialis ameliyat öncesi akım hızı (33 – 74 cm/sn) ortalama 70.1 ± 21.2 cm/sn iken 1. gün (39 – 210 cm/sn) ortalama 117.7 ± 45.9 cm/sn, 20 gün (50 – 196 cm/sn) ortalama 128.8 ± 42.5 cm/sn'ye yükseldi.

AVF yapılan kolda a.ulnaris ameliyat öncesi akım hızı (30 – 132 cm/sn) ortalama 65.0 ± 21.9 cm/sn, iken 20. gün (47 – 123 cm/sn) ortalama 69.4 ± 17.8 cm/sn arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı gibi karşı taraf a ulnaris ameliyat öncesi akım hızı (28 – 134 cm/sn) ortalaması 64.3 ± 21.4 cm/sn ve 20 gün (38 – 128 cm/sn) ortalama 64.7 ± 21.8 akım hızı değerleri arasındaki fark da istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0.05$)

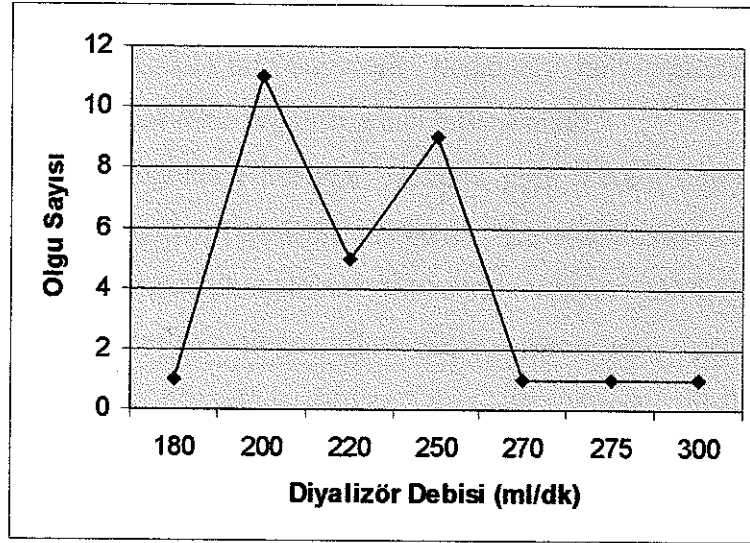
Ameliyattan sonraki 4 aylık izlem süresi içinde 2 hastada AVF ameliyattan 24 saat sonra tıkanı. Bu hastalarda daha sonra brachio-cephalic AVF oluşturuldu. Bir hastada ameliyattan sonraki 15. günde trombus oluştu. Tekrar ameliyata alınan bu hastada trombektomi yapıldı ve AVF işlevselliği sürdürüldü. Bir hastada ameliyattan 2 hafta sonra kesi altında infeksiyon ve sonra yalancı anevrizma gelişti. Bu hastada cerrahi girişimle anevrizmektomi yapıldıktan sonra aynı damarlar arasında daha proksimal'e yapılan fistül başarılı oldu ve hasta bu fistülden diyalize alındı. Diğer bir hastada 4. ayda akım yetersizliği nedeniyle fistül tıkanıdığı için aynı kolda brachio-cephalic fistül oluşturuldu. Erken tıkanıklık oranı % 7.1 (3 hasta), infeksiyon ve anevrizma görülme oranı % 2.3 (1 hasta) olarak gerçekleşti.

Ameliyatlardan sonraki 4 aylık süre içinde 30 hasta AVF'den hemodiyalize başladılar. Bunlardan 11'i (%36.7) 1. ayda, 12'si (%40.0) 2. ayda, 5'i (%16.7) 3. ayda ve 2'si (% 6.7) 4. ayda hemodiyalize başladılar (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Ameliyattan sonra AVF'den hemodiyalize başlama zamanları

29 hastada hemodiyalizör akım debileri 180 – 300 ml/dk arasında değişti (Şekil 3.11). Bir hastanın verilerine ulaşılamadı



Şekil 3.11 Ameliyattan sonra hemodiyalizör akım debileri

Olguların 9'unda 4. ay sonuna kadar AVF işlevselliğini sürdürmesine karşın hemodiyaliz gereksinimi oluşmadı. Hastalardan biri CAPD programına geçti. Bir hastaya organ nakli yapıldı ve bir hasta G.I. kanaması nedeniyle öldü.

TARTIŞMA

Nefrolojist veya ilgili hekim tarafından görülen son evre böbrek hastalarının en kısa zamanda, dolaşıma ulaşım yolu oluşturulması için değerlendirilmek üzere cerrahiye yönlendirilmesi gerekmektedir (19, 20, 24). Çalışmaya alınan olgularda SEBH'larının cerrahiye yönlendirilmesinde ciddi gecikme olmuştur (Şekil 3.1) V. subclavia'ya kateter konan hastaların yaklaşık %30'unda belirti vermeyen merkez ven trombozuna neden olması, dolaşıma ulaşım yolu oluşturulması için erken girişimin önemini vurgulamaktadır (96-98). Buna karşın çalışmaya alınan hastaların çoğu (%69) AVF girişiminden önce subclavian kateter ile oldukça uzun süreli hemodiyalize alınmışlardır (Şekil 3.2)

AVF erken tıkanıklığında olumsuz rolü olan hipotansiyon (<110 mmHg) girişimden önce olguların %21'inde, girişimden sonra %19'unda görülmüştür (Çizelge 3.1). Buna karşın, fistül açık kalımında olumlu etkisi olduğu bildirilen yüksek üremi düzeyleri (99) çalışmaya alınan hastalarda görülmemiştir. Şekil 3.3'te görüldüğü gibi SEBH'nın etiyolojik nedenleri belirlenmekle beraber bunların AVF işlevselliğine etkileri çalışma dışı bırakılmıştır.

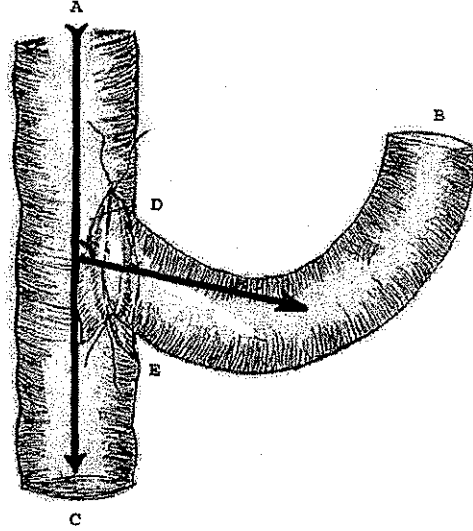
Akışkanlar dinamiğinde Poiseuille yasasına göre sıvının enerji kaybını, içinde hareket ettiği taşıyıcının çapı belirlemektedir. Çap küçüldükçe enerji kaybı artmaktadır. Arteriyel sistemde akım, kanın "toplam sıvı enerjisi"nin işlevidir. Kan aort kapağından kapillerlere doğru ilerledikçe, damarların çapı giderek küçüldüğünden, kapiller düzeyinde toplam sıvı enerjisi en düşük düzeye inmektedir. Arteriyel dolaşımda kanın kinetik enerjisi yani kanın hareketiyle yapılan iş, akım hızının karesi ile kanın özgül ağırlığı çarpımının yarısına eşittir ($1/2 \rho \cdot v^2$). Diğer bir söylemle akım debisi ile arteriyel kan dolanımı arasında, yapılan iş bakımından ilgi yoktur. Buna karşın akım debisi, akım hızı ile damar kesit alanı çarpımına eşittir ($Q = v \cdot \pi \cdot r^2$). Kolayca görüldüğü gibi debinin artışı, damar çapı ve hız artışına doğrudan bağlıdır. Yani akım hızı artışı, akım debisi artışına neden olmaktadır. Arteriyel sistemde akım hızının işlevsel özelliği, yüksek hızlarda endotele sürtünme gücünün (shear stress) artışıyla hasar yapar konumuna gelmesidir (28).

Öte yandan laminar akımın girdaplı akıma dönüşmesi akım hızı, damar çapı ve kanın özgül ağırlığı çarpımının, kanın viskozitesine bölünmesi ile elde edilen **Reynold** sayısına bağlıdır. Reynold sayısının 2.000'i aştığı koşullarda girdaplı akım modeli gelişmektedir. Arteryo-venöz fistüllerde anastomozun genellikle daha geniş çaplı olan venöz tarafında basıncın aniden 0-15 mmHg düzeyine inmesi ile ani hız artışı (26,30 – 32) sonucu Reynold sayısı 2.000'i aşmakta ve girdaplı akım oluşmaktadır. Girdaplı akımın oluşmasında hız en önemli belirleyicidir. Girdaplı akım modelinde aksiyal yöndeki basınç (head pressure) azalmasına karşılık damar duvarına yönelmiş gerim basıncı (side pressure) artmakta ve duvar germe basıncını aşarak venöz duvarı genişlemeye zorlamaktadır. Bunun en iyi örneği post-stenotik dilatasyonlarda görülmektedir (50, 100, 101). Endotel sürtünme gücü artışı girdaplı akımda daha belirgin hale gelmektedir(26, 28). AVF'lerin venöz tarafında oluşan ve fistülün tıkanmasına neden olan **miyointimal hiperplazi**, yüksek akım hızı ve girdaplı akım nedeniyle artan sürtünme güçlerine bağlanmıştır (34 – 36).

AVF'ün venöz tarafında bu değişiklikler olurken arteryel tarafında artmış akım hızına bağlı aksiyel germe gücünün artması, düz kas atrofisi ve elastik doku kaybı olmaktadır (48, 50, 51). Kollateral gelişimi de doğrudan akım hızının işlevidir (46 – 48, 50, 51).

Laminar akımın girdaplı akıma dönüşmesinde AVF'ün geometrisi özel önem arz etmektedir. Arteryel uzun eksen ile venöz uzun eksen arasındaki açı 70°'den 30°'ye doğru daraldıkça girdaplı akımın şiddetlendiği (21, 52) ve endotel sürtünme gücünün arttığı (26, 28) bildirilmektedir. Subintimal dokunun lümene açık kalması, venöz duvar kalitesinin iyi olmaması, damarlarda hasar oluşturan kötü cerrahi teknik ve ven duvarında oluşan sürtünme hasarı miyointimal hiperplazinin diğer nedenleri arasında sayılmaktadır (34-36). Çalışmaya alınan hastalarda uygulanan intima-intima, venöz ağız ayarlamalı, yumuşak kavisli (90° – 100°) arteryo-venöz anastomoz, hemodinamik parametrelerin oluşturduğu hasarı azaltmak ve fistülün işlevsel açık kalım oranını yükseltmek amacıyla tasarlanmıştır (Şekil 4.1). Karmody ve Lempert tarafından tarif edilen bu anastomoz şeklinde yazarlar, olguların bir kısmında kestikleri a. radialis ucunu v. cephalica'nın yanına (uç-yan) anastomoz yaparak yumuşak arteryel kavis

oluşturmuşlar (37 olgu), diğer 11 olgularında v basilica'dan oluşturulan yumuşak kavisli venin ucu a. ulnaris yanına uç-yan anastomoz yapmışlardır. Bu uygulama venöz ağız ayarlama tekniğini içermemektedir. Bu çalışmada yan-uç fistül, venöz ağız arteriotomi açıklığına ayarlandıktan sonra yapılan anastomozla, v cephalica'da yumuşak venöz kavis oluşturulmuştur (52)

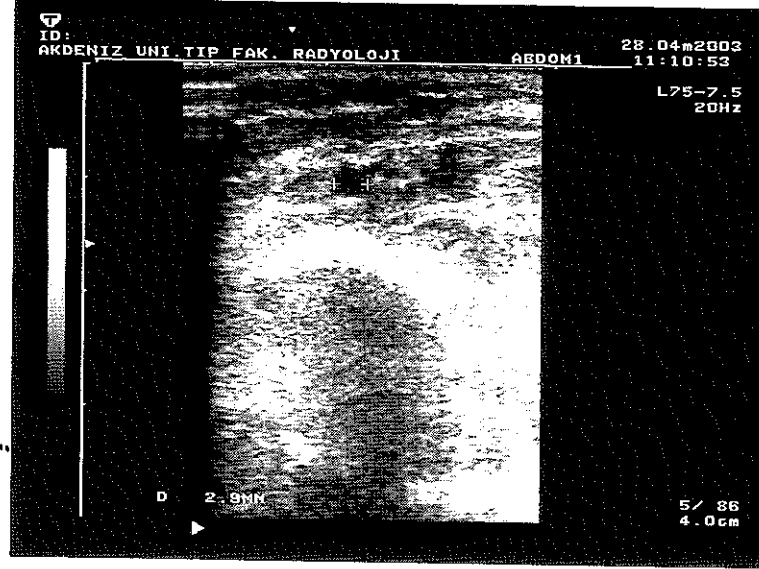


Şekil 4.1

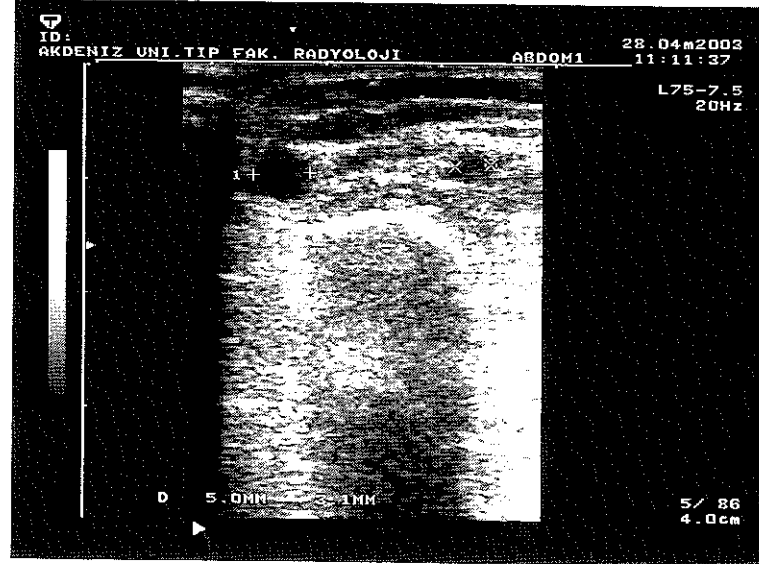
Yeterli hemodiyaliz için hastanın hemodiyaliz havuzunda kaldığı süre boyunca en az 200 ml/dk diyalizör akım debisi gereksinimi nedeni ile dolaşıma ulaşım konusundaki hemen tüm çalışmalar bu amaca yönlendirilmiştir. Pletismografi ve özellikle de dupleks ultrasonografinin kullanıma sunulması ile konudaki çalışmaların büyük çoğunluğu dolaşıma ulaşım yolu akım debisi üzerine odaklanmıştır. Bu çalışmaların tümünde akım debisi damarın kesit alanı ile akım hızının çarpımından hesaplanmıştır. Yani dupleks ultrasonografi ile ölçülen parametreler aslında kan akım hızı ve damarın çapıdır.

Ölçümlerde ultrasonografi prob'u ile damar uzun eksenine arasındaki açı her ölçümde aynı olmalı, ölçüm girdaplı akımın olmadığı yerden yapılmalıdır. Özellikle dolaşıma ulaşım yolunun venöz tarafında ven kolayca sıkıştırılabildiğinden, ölçümden doğru veri almak çok güçtür. AVF veya AVG'in

arteryel tarafından yapılan ölçümler, arter kolayca sıkıştırılmadığı için daha güvenli ve kolaydır. Ancak bir olgumuzda olduğu gibi aynı noktadan, aynı zamanda yapılan ölçümde deneyimsiz bir teknisyen farklı iki damar çapı boyutu verebilmektedir (Şekil 4.2, Şekil 4.3).



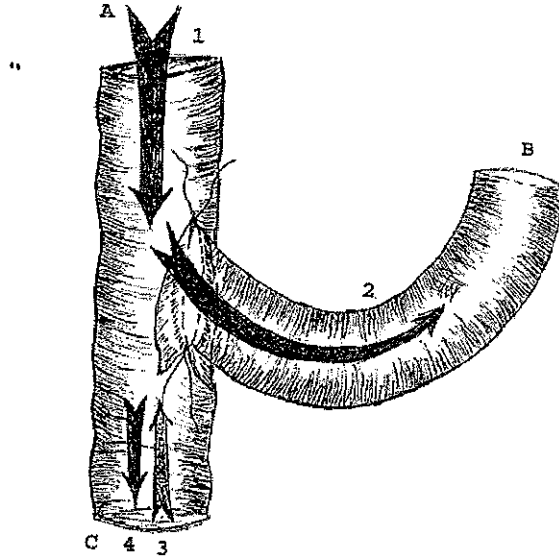
Şekil 4.2



Şekil 4.3

Hurwich, AVF yapılan kolda a. radialis akım debisini 242 ml/dk ölçerken, yapılmayan kolda 20 ml/dk ölçmüştür. Bu veriler Doscher ve ark.'nın verileri ile uyum içinde değildir (53). Dupleks ultrasonografide doğru veri alınması, doğrudan ölçüm yapanın bilgisine, deneyimine ve maharetine bağlıdır (21, 102, 103)

Bütün bunlara karşın, dolaşıma ulaşım yolu işlevsel açık kalımı ile akım hızı ilişkisini konu alan çalışma sayısı çok değildir. El bileği düzeyinde yapılan radio-cephalic yan-uç arteryo-venöz fistüllerde, anastomozun distalinde kalan a. radialis retrograd akımının fistül akım debisine katkısı konusu açıklığa ulaşmamıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4

Üst ekstremitelerde hemodiyaliz için dolaşıma ulaşım yolu açılan olgularda, fistül yapılan damarlar dışında kalan arterlerdeki hemodinamik değişiklikleri inceleyen çalışma literatürde bulunamamıştır.

Bu çalışmada AVF yapılan ve yapılmayan kollarda ameliyattan önce ortalama akım hızı, a. brachialis'de 70.1 ± 21.19 cm/sn, a. radialis'te 62.2 ± 19.28 cm/sn, a. ulnaris'te 65.0 ± 21.94 cm/sn olarak hesaplanmıştır (Bkz. Çizelge 3.2). Bu değerler arasındaki farklar istatistik olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Literatürdeki bir çalışmada ameliyattan önce a. radialis ortalama akım hızı 167

cm/sn olarak bildirilmiştir (53). Bu değer, bu çalışmada hesaplanan değer in çok altındadır ve Doscher ve ark 'nın bulguları ile uyumlu değildir.

AVF açılan kolda ameliyattan sonra 1 gün ortalama akım hızı a. brachialis'te 117.7 ± 45.99 , a. radialis'te 143.2 ± 66.10 cm/sn ve 20. gün bu değerler aynı sıra ile 126.8 ± 42.50 cm/sn ve 149.10 ± 51.36 cm/sn şeklinde hesaplanmıştır. Mahmutyazıcıoğlu ve ark 'nın çalışmasında ise a. radialis ortalama kan akım hızı ameliyattan sonra 1. gün 203.7 cm/sn olarak bildirilmiştir. Bu değer, bu çalışmada bulunandan çok yüksektir. Bu çalışmada AVF yapılan kolda a. brachialis ve a. radialis ortalama kan akım hızları 1. günden 20. güne doğru giderek anlamlı ($p < 0.001$) şekilde artarken, a. ulnaris ortalama akım hızında anlamlı artış ($p > 0.05$) olmamıştır (Bkz. Çizelge 3.2 – Şekil 3.4). Ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, çalışma süresi boyunca a. radialis'in ortalama kan akım hızı artışı, a. brachialis ortalama kan akım hızı artışına göre daha yüksek seyretmiştir (Bkz. Şekil 3.4). Bu fark a. brachialis çapının a. radialis çapına göre daha büyük olduğu varsayımı ile açıklanabilir.

AVF yapılmayan kolda a. brachialis, a. radialis ve a. ulnaris ameliyat öncesi ve sonrası ortalama kan akım hızlarında istatistik olarak anlamlı bir değişim olmamıştır ($p > 0.05$) (Bkz. Çizelge 3.3 – Şekil 3.5). Bu bulgu diğer kolda açılan AVF debisinin sistemik hemodinamik etki yapmadığı şeklinde yorumlanabilir.

AVF yapılan ve yapılmayan kollarda a. radialis ve a. brachialis ortalama kan akım hızları, çalışma süresi boyunca istatistiksel yöntemle karşılaştırılmış ve AVF yapılan kolda akım hızının anlamlı ($p < 0.001$) şekilde arttığı belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 3.4 – Şekil 3.6, Çizelge 3.5 – Şekil 3.7). Bu bulgular hemodinamik kuralları ile uyumludur.

Buna karşın, AVF yapılan ve yapılmayan kollarda a. ulnaris ortalama kan akım hızlarında çalışma süresi boyunca istatistiksel olarak anlamlı değişim olmamıştır ($p > 0.05$). (Bkz. Çizelge 3.6 – Şekil 3.8)

Normal insanlarda arcus palmaris superficialis bütünlüğünün, Coleman ve ark. morfolojik çalışmalarında % 78.5 (65), Doscher ve ark. ultrasonografik çalışmalarında (53), tam olduğunu bildirmişlerdir. Diğer taraftan Sivanesan ve

ark. yan-uç radio-cephalic fistüllerde yaptıkları ultrasonografik çalışmada olguların % 77'sinde, anastomoza distal a. radialis'ten anastomoza doğru retrograd akım olduğunu (57), Anderson ve ark. ise bu tip fistüllerde anastomozdan geçen akım volümünün 1/3'ünün anastomoza distal a. radialisten geldiğini ve tüm radio cephalic AV fistüllerde retrograd akım olduğunu iddia etmektedirler (56). Akışkanlar dinamiğinde hız artışının debi artışı ile paralel ilişki içinde bulunması gerçeği ve yukarıdaki veriler (53, 56, 57, 65) dikkate alındığında, a. ulnaris kan akım hızının çalışma boyunca değişmemesi, ancak çalışma süresinin kısalığı ile açıklanabilir ve daha uzun süreli yeni bir çalışma ile doğrulanması gerekir.

Çalışmaya alınan ve intima-intima, ven ağzı ayarlamalı, yumuşak venöz kavisli radyo-cephalic AVF yapılan olgulardan 3'ünde (% 7.1) ilk 15 gün içinde trombüs gelişti. Bu oran literatürde verilenlerden düşüktür (73-74, 94). Erken tromboz gelişen hastalardan biri, ameliyat öncesi ve sonrasında hipotansif seyir göstermiş (< 110 mmHg), diğer biri aynı taraf subclavian ven'e konan kateterden 4 ay süre ile hemodiyaliz tedavisi almıştır. Bunlar erken tıkanıklığın oluşmasında etkili faktörler olarak düşünülmüştür. 4 aylık izlem süresi içinde AVF tıkanma oranı ise % 9.5 olarak gerçekleşmiştir. Bu olgularda, tıkanmaya kadar geçen süre içinde a. radialis akım hızları 100 cm/sn'yi aşmamış (Bkz. Şekil 3.9) Ancak olgu sayısı ve ölçüm parametrelerinin sayıları çok az olduğundan istatistik yöntemlerle bu değer anlamı belirlenememiştir.

Çalışmaya alınan hastalar, ameliyattan sonraki 1. ayda AVF'den hemodiyalize alınmaya başlanmıştır. 4. ay tamamlandığı zaman olguların 29'u (%69) hemodiyaliz tedavisine başlamışlar (Bkz. Şekil 3.10), hemodiyaliz seanslarında diyalizör debisi ölçülmüş ve $180-300$ ml/dk bulunmuştur (Bkz. Şekil 3.11). Olgulara AVF yapıldıktan sonra diyalize alınma hızları, yukarıda tarif edilen tarzda yapılan AVF'lerin bir aylık süre içinde yeterli hemodiyaliz sağlayacak olgunluğa eriştiğinin kanıtı sayılabilir. Bu oran literatürde bildirilenden düşüktür. AVF oluşturulmasından sonraki 20 günde ortalama a. radialis kan akım hızı 145 cm/sn'ye ulaşmakta ve bu düzey yeterli hemodiyaliz için gereken akım debisini sağlamaktadır.

SONUÇ ve ÖZET

- Toplam 42 olguda el bileği düzeyinde intima-intima, ven ağzı ayarlamalı, yumuşak venöz kavisli radio-cephalic AVF oluşturuldu.
- Bu AVF uygulama tekniğinin tam benzeri ilgili literatürde bulunamadı.
- AVF yapılan olgularda her iki kolda a. brachialis, a. radialis ve a. ulnaris kan akım hızları ameliyattan önce ve ameliyattan sonra 20. güne kadar 5 gün ara ile doppler ultrasonografi ile ölçüldü
- AVF olgularında kolun her üç arterinde akım hızının ölçüldüğü bir çalışmaya ilgili literatürde ulaşılamadı.
- A. radialis kan akım hızı ameliyattan sonraki 1. gün 143.2 ± 66.10 cm/sn, 20. gün 149.10 ± 51.3 cm/sn'ye yükseldi.
- A. brachialis kan akım hızı ameliyattan sonraki 1. gün 117.7 ± 45.99 cm/sn'ye yükseldi.
- Bu akım hızlarının, hemodiyalizde yeterli akım debisi sağladığı kanısına varıldı.
- Erken tıkanıklık gelişen olgularda a. radialis kan akım hızı 100 cm/sn'yi geçmedi.
- AVF yapılmayan kolun her üç arterinde akım hızı değişiklikleri olmadı.
- AVF yapılan ve yapılmayan kolda a. ulnaris ortalama kan akım hızları kıyaslamasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı.
- AVF yapılan kolda ortalama a. ulnaris kan akım hızlarında ameliyat öncesi ortalama akım hızına göre istatistiksel anlamlı değişiklik olmadı. Bu konunun yeni ve daha uzun süreli çalışma ile doğrulanması kanısına varıldı.

- Çalışmaya alınan hastalarda erken tıkanıklık oranı % 7.1, 4 aylık süre içinde toplan işlevsizlik oranı % 9.5 olarak hesaplandı
- AVF oluşturulmasında kullanılan cerrahi tekniğin fistül açık kalımında etkili bir faktör olduğu kanısına varıldı.

KAYNAKLAR

- 1 – Kolff WJ, Berk HJJ. Artificial Kidney ; a dialyzer with great area
Acta Med Scand. 1944, 117 : 121
- 2 – Quinton WE, Dillard DH, Scribner BH, Cannulation of blood vessels
for prolonged haemodialysis. Trans Am Soc Artif Intern Organ 1960; 6 : 104
- 3 – Firlit CF, Canning JD, Hamby WM, Lavander AR. Arteriovenous
cannula survival and internal suture stabilization. Arch Surg. 1972; 105 : 517
- 4 – Brescia MC, Cimino JF, Apel K, Hurwich BJ. Chronic haemodialysis
venipuncture and surgically created arteriovenous fistula. N Eng J Med 1966; 275
: 1089
- 5 – Sidawy AN, Gray R, Besarab A, Henry M, Ascher E, Silva M, Miller
A, Scher L, Trerotola S, Gregory RI, Rutherford RB, Kent C. Recommended
standards for reports dealing with arteriovenous haemodialysis access. J. Vasc
Surg 2002; 35 : 603
- 6 – Aubaniac R. L'injection intraveineuse sous – claviane: avantages at
tecnica Pres Med 1992; 60 : 1456
- 7 – Dudrick SJ, Willmore DW. Long-term parenteral feeding Hosp Pract.
1968; 3 : 65-78
- 8 – Broviac JW, Cole JJ, Scribner BH. A silicon rubber atrial catheter for
prolonged parenteral alimentation Surg Gynecol Obstet 1973; 136 : 602
- 9 – Hickman RO, Buckner CD, Cliff RA et al. A modified right atrial
catheter access to the venous system in marrow transplant recipient, Surg Gynecol
Obstet 1976; 148 : 871
- 10 – Uldall PR, Williams p. The subclavian cannula : temporary vascul:
access for haemodialysis when long-term peritoneal dialysis has to be interrupted.
Peritoneal Dial Bull. 1981; 1 : 97
- 11 – Uldall PR. Subclavian cannulation for haemodialysis : the prese state
of art. Artif Organs 1982; 6 : 73
- 12 – May J, Tiler d, Johnson J, Steward J, Shell ARG. Saphenous vein
arteriovenous fistula in regular dialysis treatment N Eng' J Med 1969; 280 : 770

- 13 – Kaplan MS, Mirahmadi KS, Winer RL, Gorman JJ, Dabirvaziri N, Rosen SM. Comparison of “PTFE” and bovine graft : for blood Access in dialysis patients. *Asnio Trans* 1976; 22 : 228
- 14 – Mohaideen AH, Avram MM, Mainzer RA. Polytetrafluoroethylenc grafts for arteriovenous fistulae *NY State J. Med* 1976; 76 : 2152
- 15 – Shack RB, Neblett WW, Richie, Dean RH. Expanded polytetra fluoroethylenc as dialysis access grafts: serial study of histology and fibrinolytic activity *Am. Surg* 1977; 43 : 817
- 16 – Schanzer H, Martinelli GP, Peirce II , EC, Bock G. A self-sealing dialysis prosthesis Coaxial double PTFE – silicone graft, *Ann Surg* 1988; 204 : 574
- 17 – Schuman ES, Gross GF, Hayes JF, Standage BA. Long-term patency of polytetrafluoroethylene graft fistula. *Am J Surg* 1988; 155 : 644
- 18 – Goodman WG, Danovitch GM. Options for patients with end stage renal disease, in Danovitch GM. Ed. *Handbook of kidney Transplantation* . Lippincott Williams V. Wilkins A Wolters Klumer Co. Pledelphia 2001 p. 2-3
- 19 – United States Renal Data System; *USRDS Annual Data Report*. National Institute of Healt. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Disease. Bethesda MD *Am J. Kidney Dis* 1997
- 20 – Hakim R. Himmelfarb J. Haemodialysis access Failure: A call to action. *Kidney inf.* 1999; 54 : 1029
- 21 – Escobar FS, Morris DE. Vascular access for haemodialysis. In Eds. Nissenson AR, *Dialysis Therapy*. Hanley & Belfus inc. Philadelphia 2002. pp16-31
- 22 – Fan P, Schwab S, Vascular access concepts for the 1990's. *J. Am Soc Nephrol* 1992; 3 : 1
- 23 – Schwab S, Besarab A, Beathard G, Bronveer D, Etheredge E, Hartigan M, Lwvine M, Mc Cann R, Sherman R, Trerotofas NFK DOQI Clinical practice guidelines for haemodialysis vascular access. *Am J Kidney Dis* 1997; 30 (suppl 3) : 5150

- 24 – NFK – DOQI clinical practice guidelines for vascular access. National Kidney Foundation – Dialysis Outcomes Quality Initiative. *Am J Kidney Dis* 1997; 30 (suppl 3) : 150
- 25 – Burton AC. *Physiology and biologics of the circulation* 2nd ed. Yearbook medical publishea inc. Chicagao 1972.
- 26 – Sumner DS. Hemodynamics and rheology of vascular disease: Applications to diagnosis and treatment. In Haimovici H. Eds. *Vascular Surgery*. Blackwell Science Inc. US. 1999 pp, 104-123.
- 27 – Ganong F.W. Dynamics of blood and lymph flow. In Ganong FW Ed. *Revie of Medical Physiology*. Appleton & Lange Ca. US 1991; pp 533 - 549
- 28 – Langille BL, O'Donnell F. Reductionsin arterial diameter produced by chronic decreases in blood flow are endothelium dependent. *Science* 1986; 231 : 405-407
- 29 – Summer DS. The hemodynamics and pathophysiology of arterial disease. In Ruther ford RB Eds. *Vascular Surgery*. WB Saunders CO. Philadelphia 1977 pp: 24-55.
- 30 – Schenk WG Jr, Martin JW, Lesie MB, Portin BA. The regional haemodynamics of chronic experimental arteriovenous fistulas. *Surg. Gynecol Obstet.* 1960; 110 : 44.
- 31 – Schenk WG Jr, Bahn RA, Cordell AR, Stephens JG. The regional haemodinamies of experimental acute arteriovenous fistulas. *Surg Gynecol Obstet.* 1957; 105 : 733.
- 32 – Ingebrigtsen R, Wehn PS. Local blood pressure and direction of flow in experimental arteriovenous fistula. *Acta Chir Scand* 1960; 120 : 142.
- 33 – de Guzman MA. Arteriovenous Access: Initial evaluation and follow-up. *Mrij nefro @ vic. servicom es.*
- 34 – Choudhury D, Lee J, Elivera HS, Ball D, Roberts AB, Ahmed Z. Correlation of venography, venous pressure, and haemoacces function. *Amm J. Kidney Dis* 1995; 25 : 269-275.
- 35 – Berkoben M, Schwab SJ. Maintenance of permanent haemodialysis vascular Access patency. *J Am Nephrol Nurses Assoc* 1995; 22 : 17-24

- 36 – Hofstral L, Bergmans DJ, Leunissen KM, Hoeks AP, Kitslaar PJ, Tardoir JH. Prosthetic arteriovenous fistula and venous anastomotic stenosis: Influence of a high flow velocity on the development of intimal hyperplasia. *Blood Purif* 1996; 14 : 345-349
- 37 – Ingebrigtsen R, Fönstelién E, Solbeng LA. Measurement of forces producing longitudinal stretching of arterial wall, examined in the artery proximal to an arteriovenous fistula. *Acta Chir Scand*. 1970; 136 : 569
- 38 – Lamport H, Baec S. Physical properties of small arterial vessels. *Physiol Rev*. 1962; 42 (Supp 15) : 328
- 39 – Ingebrigtsen R, Husom O. Local blood pressure in congenital arteriovenous fistulae. *Acta Med Scand* 1959 ; 163 : 169
- 40 – Ingebrigtsen R, Johansen K, Müller O, Wehn P. Blood pressure of the proximal artery in experimental arterio-venous fistulas of long standing. *Acta Chir Scand* 1960; 253 (Supp 1) : 134
- 41 – Traub O, Berk BC. Laminar shear stress. Mechanisms by which endothelial cells transduce an atheroprotective force. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1995 - 75 : 519 – 560
- 42 – Besarab A, Ross R, Al Ajel F, Deane C, Frinak S, Zasuma G. The relation of intra-access pressure to flow. *J Am Soc Nephrol*. 1995; 7 : 483 (Abstract)
- 43 – Wong V, Ward R, Taylor J, Selmakumar S, How TV, Barkan A. Factors associated with early failure of arterio venous fistulae for haemodialysis access. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 1996; 12 : 207 - 213
- 44 – Sivanesan S, How TV, Barkan A. Characterizing flow distributions in AV fistulae for haemodialysis access. *Nephrol Dial. Transplant*. 1998; 13 : 3108 – 3110
- 45 – Sullivan KL, Besarab A, Bonn J, Shapiro MJ, Gardiner GA Jr, Moritz MA. Haemodynamics of failing dialysis grafts. *Radiology* 1993; 186 : 867 – 872
- 46 – Holman E, Taylor G. Problems in the dynamics of blood flow. II. Pressure relations at site of an arteriovenous fistula. *Angiology*. 1952; 3 : 415
- 47 – John HT, Warren R. The stimulus to collateral circulation. *Surgery* 1961; 49 : 14

- 48 – D' Silva J, Fouche RF. The effect of changes in flow on the caliber of large arteries. *J. Physiol.* 1960; 150 ; 23p
- 49 – Neyra NR, İkizler IA, May RE, Himmelfarb J, Schulman G, Shyr Y, Hakim RN. Change in access blood flow over time predicts vascular access thrombosis *Kidney Int.* 1992 Nov; 54, (5) : 1714 – 1719
- 50 – Rodbard S, İkedo K, Monter M. An analysis of mechanisms of post stenotic dilatation. *Angiology* 1967; 18 : 348
- 51 – Lie M, Sejersted OM, Kiil F. Local regulation of vascular cross-section during change in femoral arterial blood flow in dogs. *Circ. Res.* 1970; 27 : 727
- 52 – Karmody AM, Lempert N. "Smooth loop arteriovenous fistula for haemodialysis" *Surgery* 1974; 75 : 238 – 242
- 53 – Doscher W, Viswanathan, Stein I, Margolis BE. Haemodynamic assessment of the circulation in 200 normal hands. *Ann. Surg.* 1983; 198 : 776 – 779.
- 54 – Haimov M. Vascular access for haemodialysis. *Surg. Gynecol Obstet.* 1975; 619 – 625
- 55 – Anderson CB, Etheredge EE, Harter HR, Codd JE, Graff RJ, Newton WT. Blood flow measurements in arteriovenous dialysis fistulas. *Surgery* 1977; 81 : 459 – 461
- 56 – Anderson CB, Etheredge EE, Harter HR, Graff RJ, Codd JE, Newton WI. Local blood flow characteristics of arteriovenous fistula in the forearm for dialysis. *Surg. Gynecol obstet.* 1977; 144 : 531 – 533
- 57 – Sivanesan S, How IV, Barkan A. Characterizing flow distributions for haemodialysis access. *Nephrol. Dial Transplant* 1998; 13 : 3108 – 3110
- 58 – Mahmutyazıcıoğlu K, Kesenci M, Fitöz S, Büyükberber S, Şencan O, Erden İ. Haemodynamic changes in the early phase of artificially created arteriovenous fistula : color doppler ultrasonographic findings. *J. Ultrasound Med.* 1997; 16 : 813 – 817
- 59 – Elfröm J, Thomsen M. The prognostic value of blood-flow measurements during construction of arteriovenous fistulae. *Scand J. Urol. Nephrol.* 1981; 15 : 323 – 326

- 60 – Silva MB Jr, Hobson RW 2nd, Pappas PJ, Jamiil Z, Araki CI, Goldberg MC, Gwertzman G, Padberg FT Jr. A strategy for increasing use of autogenous haemodialysis access procedures : impact of preoperative noninvasive evaluation.
- 61 – Hurwicz QJ : Plethysmographic forearm blood flow studies in maintenance haemodialysis patients with radial arteriovenous fistulae. *Nephron* 1969; 6 : 673
- 62 – Keen JA. A study of the arterial variations in the limbs special reference to symmetry of vascular patterns. *Am J Anat* 1961; 108 : 245
- 63 – Carter SA. Response of ankle systolic pressure to leg exercise in mild or questionable arterial disease. *N. Engl. J Med* 1972; 278 : 578
- 64 – Ingebrigtsen R, Lie M, Hol R, Lernaard S, Fönstelien E. Dilatation of the ilio-femoral artery following the opening of an experimental arteriovenous fistula in dogs. *Scand J clinlab invest* 1973; 31 : 255
- 65 – Coleman SS, Anson BJ. Arterial patterns in the hand based upon a study of 650 specimens. *Surg. Gynecol obstet.* 1961; 113 : 409
- 66 – Geary RL. Pathobiology of vascular disease, Norton JA Eds. *Surgery, Basic science and clinical evidence.* Springer-Verlag Inc. New York, 2001; pp : 987 – 1004
- 67 – Yerdel MA, Kesenci M, Yazıcıoğlu KM, Döşeyen Z, Türkçapar AG, Anadolu E. Effect of haemodynamic variables on surgically created arteriovenous fistula flow. *Nephrol Dial Transplant.* 1997; 12 : 1684
- 68 – Ehrenfeld W, Grausz H, Wylie E. Subcutaneous arteriovenous fistulas for haemodialysis. *Am J. Surg* 1972; 124 – 200
- 69 – Wilson YG, Davies AH, Southgate K, Currie IC, Sheffield E, Baird RN, Lament PM, Angelini GA. Vein quality influences neointimal hyperplasia in an organ culture model of human saphenous vein. *Eur J. Endovasc. Surg* 1997; 13 : 557
- 70 – Prischl FC, Kirchgatterer A, Brandstatter E, Wallner M, Baldinger C, Roithing FX, Kramer R. Parameters of prognostic relevance to the patency of vascular access in haemodialysis patients. *J. Am Soc. Nephrol* 1995; 6 : 1613

- 71 – Leapman BS, Boyle M, Pescovitz MD, Milgram ML, Jindal RM, Filo RS. The arteriovenous fistula for haemodialysis access : gold Standard or archaic relic? *Am Surg.* 1966; 62 : 652
- 72 – Woods JD, Turenne MN, Strawderman RL, Young EW, Hirth RA, Pont FK, Held PJ. Vascular access survival among incident haemodialysis patients in the United States. *Am J. Kidney Dis.* 1997; 30: 50
- 73 – Zeebregts C, Dungen JVD, Blot A, Franssen C, Verhoeven E, Schilfgaard R. Factors predictive of failure of Brescia – Cimino arteriovenous fistulas. *Eur J. Surg.* 2002; 168 : 29
- 74 – Burger H, Kluchert BA, Kootstra G, Kitstaar PJ, Ubbink DI. Survival of arteriovenous fistulas and shunts for haemodialysis *Eur J. Surg.* 1995; 161 : 327
- 75 – Kalman PG, Pope M, Bhola C, Richardson R, Sniderman KW. A practical approach to vascular Access for haemodialysis and predictors success, *J. Vasc Surg.* 1999; 30 : 727
- 76 – Kherlakian GM, Roedersheimer LR, Arbaugh JJ, Newmark KJ, King LR. Comparison of autogenous fistula versus expanded polytetrafluoro ethylene graft fistula for angio access in haemodialysis. *Am J. Surg.* 1986; 152 : 238
- 77 – Palder SB, Kirkman RL, Whittemore AD, Hakim RM, Lazarus JM, Tilney NL. Vascular access for haemodialysis patency rates and results of revision. *Ann Surg.* 1985; 202 : 235
- 78 – Todoriva I, Urayama H, Katada S, Watanaba Y. A survey of vascular access for haemodialysis. *Vasc Surg.* 1995; 2 : 123
- 79 – Enzler MA, Rajmon I, Laehat M, Largiader F. Long-term function of vascular access for haemodialysis. *Clin Transplant.* 1996; 10 : 511
- 80 – Reilly DI, Wood RFM. Prospective study of dialysis fistulas : problem patients and their treatment. *Brj Surg.* 1982; 69 : 549
- 81 – Giacchino JL, Geis WP, Buckingham JM, Vertuno LL, Bausal VK. Vascular access : Long - term results, new techniques. *Arch Surg.* 1979; 114 : 403
- 82 – Cruckett RE. Blood access for haemodialysis. *Nephron* 1974; 12 : 1375

83 – Kinnaert P, Vereerstraeten P, Toussiat C, VanGertruyden J. Nine years experience with internal arteriovenous fistulas for haemodialysis : A study of some factors influencing the results. *Br J Surg* 1977; 64 : 242

84 – Bonalumi U, Civalleri D, Rovida S, Adami GF, Gianetta E, Griffanti – Bartoli F. Nine years experience with end – to – end arteriovenous fistula of the “ anatomical snuffbox “ for maintenace haemodialysis. *Br J Surg*. 1982; 69 : 486

85 – Parmin SD, James MR, Veitch PS, Bell PRF. Brachiodistal vein arteriovenous fistula with value destruction as a secondary access procedur for haemodialysis. *Br J Surg*. 1984; 71 : 323

86 – Wedgewood KB, Wiggins PA, Guillon PJ. A prospective study of end – to – side vs side – to – side arteriovenous fistula for haemodialysis. *Br J Surg*. 1984; 71 : 640

87 – Dunlop ME, MacKinley JY, Jenkins A mcl. Vascular access : Experience with the brachiocephalic fistula. *Br J Surg*. 1986; 68 : 203

88 – Davidson IJA. PTFE bridge grafts. in Dvidson IJA. Eds. *Vascular Access: Surgical and radiological procedures* Landes Co. US. 1996; p 40.

89 – Stehman- Breen CO, Sherrard DJ, Gillen D, Caps M. Determinants of type and timing of initial permanent haemodialysis vascular access. *Kidney Int* 2000; 57 : 639

90 – Khan IH, Catto GRD, Edward N, Macleod AM. Death during the first 90 days of dialysis : A case control study. *Am J Kidney Dis*. 1995; 29 : 276

91 – Cheeser AM, Baker LR. Temporary vascular access for first dialysis is a common, undesirable and usually avoidable. *Clin. Nephrol* 1999; 51 : 228

92 – Feldman HI, Rosas SE, Holmes JH, Burns E, Brayman K. Haemodialysis vascular access a surgical training. *J Am Soc. Nephrol*. 1997; 8 : 230

93 – Prischl FC, Kirchgatterer A, Brandstatter E, Wallner M, Baldinger C, Roiting FX, Kramer R. Parameters of prognostic relevance to the patency of vascular access in haemodialysis patients. *J Am. Soc. Nephrol*. 1995; 6 : 1613

94 – Karpuzoğlu T, Aktan M, Yakupoğlu G, Oygür N, Aktan Ş, Gürbüz C. Dolaşıma ulaşım konusunda 7 yıllık çalışmalarımızın değerlendirilmesi. *GATA Bülteni* 1984; 26 : 489

95 – Rohr MS, Browder W, Frentz GD, McDonald JC. Arteriovenous fistulas for long – term dialysis : Factors that influence fistula survival Arch. Surg. 1978; 11 : 153

96 – Horattas MC, Wright DJ, Fenton AH, Evans DM, Otti MA, Kaminsky RW. Changing concepts of deep venous thrombosis of the upper extremity: Reports of series and review of the literature. Surgery 1988; 104 : 561

97 – Ryan JA, Abel RM, Abbot WM, Hopkins CC, Chesney IM, Colley R, Phillip SK. Catheter complications in total parenteral nutrition; a prospective study of 200 consecutive patients. N.Engl J Med. 1974; 290 : 757

98 – Schanzer H, Skladany M. Vascular access for dialysis. In Haimovici H.Ed. vascular surgery. US. Blackwell Science Inc. 1996; pp.1028 : 1040

99 – Thomsen MB, Deurell SI, Elfstrom J. Alm A, What causes the failures in surgically constructed arteriovenous fistulas? Acta Chir Scand 1983; 149 : 371

100 – Halsted WS An experimental study of circumscribed dilatation of an artery immediately distal to a partially occluding band and its bearing on the dilatation of subclavian artery observed in certain cases of cervical rib. J Exp Med 1916; 24 : 271

101 – Holman EF. The obscure physiology of poststenotic dilatation : Its relation to the development of aneurysms J Thorac Cardiovasc Surg. 1954; 28 : 109

102 – Evans DH On the measurement of the mean velocity of blood flow over the cardiac cycle using doppler ultrasound Ultrasound Med Biol. 1985; 11 : 735

103 – Windus DW, Permanent vascular access : A nephrologist's view. Am J. Kid Dis 1993; 21 : 457

**AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
MERKEZ KÜTÜPHANESİ**