

T.C
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKULTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

DİSFONKSİYONEL HEMODİYALİZ FİSTÜLLERİNİN TANI VE TEDAVİ
YAKLAŞIMINDA GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİNİN YERİ VE
ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

Dr.Mehmet SOYTÜRK

TRABZON 2011

T.C
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKULTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI

DİSFONKSİYONEL HEMODİYALİZ FİSTÜLLERİNİN TANI VE TEDAVİ
YAKLAŞIMINDA GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİNİN YERİ VE
ETKİNLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

UZMANLIK TEZİ

HAZIRLAYAN
Dr. Mehmet SOYTÜRK

DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Ayşegül CANSU

TRABZON 2011

TEŞEKKÜR

Karadeniz Teknik Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalında uzmanlık eğitimimi aldığım 2005-2011 yılları arasında edindiğim bilgi ve beceride emek ve katkılarını şükranla anacağım başta Anabilim dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Hasan DİNÇ olmak üzere değerli hocalarım Prof. Dr. Ahmet SARI, Prof. Dr. Mehmet Halil ÖZTÜRK, Prof. Dr. Ali AHMETOĞLU, Prof. Dr. Polat KOŞUCU, Yrd. Doç. Dr. Sibel KUL ve emekliye ayrılan Anabilim dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Halit Reşit GÜMELE olmak üzere tüm değerli hocalarıma çok teşekkür ederim.

Tezimin hazırlanmasında tecrübelerini ve katkılarını esirgemeyen, özveri ve sonsuz sabır dolu desteklerini her zaman hissettiğim tez danışmanım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Ayşegül CANSU'ya ayrıca teşekkür ederim.

Uzman hekim olma yolumda ve hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini bir an olsun benden esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLolar LİSTESİ	IV
ÖZET	V
SUMMARY	VI
KISALTMALAR	VII
1. GİRİŞ AMAÇ.	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Hemodiyaliz Fistüllerinin Tarihçesi.....	3
2.2. Üst Ekstremitenin Vasküler Anatomisi	4
2.2.1. Üst Ekstremit Arteriyel Sistem Anatomisi.....	4
2.2.2. Üst Ekstremit Venöz Sistem Anatomisi	4
2.2.2.1. Yüzeyel Venöz Sistem.....	4
2.2.2.2. Derin Venöz Sistem.....	5
2.3. Hemodiyaliz Fistüllerinin Fizyolojisi	5
2.4. Hemodiyaliz Hastalarının Değerlendirilmesi	7
2.4.1. Fizik Muayene	7
2.4.2. Pre-operatif Vasküler Haritalama	8
2.5. Hemodiyaliz İçin Vasküler Girişim Teknikleri.....	8
2.5.1. Akut Hemodiyaliz Yolları	9
2.5.2. Kronik Hemodiyaliz Yolları	10
2.5.2.1. Arteriyovenöz Fistül Oluşturulması	11
2.5.2.2. Arteriyovenöz Greftler	12
2.6. Hemodiyaliz Fistül Komplikasyonları	13
2.6.1. Erken Dönem Komplikasyonlar	13
2.6.2. Geç Dönem Komplikasyonlar	14
2.6.3. Radyolojik Görüntüleme.....	16
2.6.4. Perkutan Tedavi Yöntemleri.....	21
3. GEREÇ VE YÖNTEM	22
3.1.Hasta Grubu	22
3.2. Çekim Protokolleri ve Görüntülerin Yorumlanması	22

3.3. İstatiksel Yöntem	24
4. BULGULAR	25
4.1. OLGU ÖRNEKLERİ.....	36
5. TARTIŞMA.....	45
6. SONUÇ	58
7. KAYNAKLAR	59

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo1: AVF ve AVG’li olguların genel özellikleri	25
Tablo 2: Vasküler ağaça ait tüm lezyonlarının RDUS ve ÇKBT sonuçlarının Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi	28
Tablo 3: AVF Lezyonlarında RDUS ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	29
Tablo 4: AVF Lezyonlarının RDUS ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi.....	30
Tablo 5: AVF Lezyonlarında ÇKBT ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Karşılaştırılması.....	31
Tablo 6: AVF Komplikasyonlarında ÇKBT ile DSA-Cerrahi Sonuçların Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi.....	32
Tablo 7: Stenozların Lokalizasyonlarına Göre Dağılımının RDUS ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Karşılaştırılması	33
Tablo 8: Stenozların Lokalizasyonlarına Göre Dağılımının RDUS ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi	34
Tablo 9: Stenozların Lokalizasyonlarına Göre Dağılımının ÇKBT ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Karşılaştırılması	35
Tablo 10: Stenozların Lokalizasyonlarına Göre Dağılımının ÇKBT ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi	35

ÖZET

AMAÇ: Renkli Doppler ultrasonografi (RDUS) ve çok kesitli bilgisayarlı tomografinin (ÇKBT) arteriyovenöz fistül (AVF) disfonksiyonlarının tanısındaki rolü ve her iki yöntemin tanısal etkinliğinin karşılaştırılması

GEREÇ VE YÖNTEM: Aralık 2009 ve Kasım 2011 tarihleri arasında AVF disfonksiyonu ön tanısıyla kliniğimize yönlendirilen 41 olguya RDUS ve ÇKBT yöntemleri uygulandı. Elde edilen verilere göre olgular tedavi amacıyla sayısal çıkarım anjiyografisi (DSA) ya da cerrahiye yönlendirildi.

Tüm hastaların RDUS ve ÇKBT inceleme bulguları ile DSA ve cerrahi sonuçları karşılaştırıldı. RDUS ve ÇKBT yöntemlerinin görüntüleme bulguları değerlendirilip iki yöntemin tanısal etkinlikleri arasındaki farkın istatistiksel analizi için Wilcoxon signed rank testi kullanıldı.

BULGULAR: Çalışmamıza dahil ettiğimiz 41 AVF disfonksiyonlu hastada toplam 64 segmental bölgede lezyon saptanmıştır. DSA ya da cerrahi yöntemleri altın standart olarak kabul ettiğimizde AVF disfonksiyonuna yol açan tüm vasküler lezyonların tanısında RDUS'un duyarlılığı %85.9, özgüllüğü %99.2 ve ÇKBT'nin duyarlılığı %96.8, özgüllüğü %99.6 bulunmuştur.

RDUS ile AVF disfonksiyonuna yol açan stenozları saptamada duyarlılık %74.2, özgüllük %90.6, (+) kestirim değeri %89.6, (-) kestirim değeri %76.3 ve başarı oranı %82.6 olarak bulunmuştur. ÇKBT ile AVF disfonksiyonuna yol açan stenozları saptamada ise duyarlılık %97.1, özgüllük %93.7, (+) kestirim değeri %94.4, (-) kestirim değeri %96.7 ve başarı oranı %95.4 olarak bulunmuştur.

Trombüs, anevrizma ve psödoanevizma lezyonlarında RDUS ve ÇKBT'nin başarı oranları %100 olarak saptanmıştır. Seroma gibi seyrek görülen ektravasküler lezyonlarda RDUS'un başarısı yüksek olmasına karşın ÇKBT'nin başarısı göreceli olarak düşüktür.

RDUS ile santral venöz stenozları saptamada duyarlılık %20 ve başarı oranı %77.2 olarak bulunmuştur (p=0.046). ÇKBT ile santral venöz stenozları saptamada duyarlılık ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur.

SONUÇ: ÇKBT, AVF disfonksiyonlarının tanı ve tedavi planlamasında DSA'ya alternatif olarak kullanılabilecek minimal invaziv bir görüntüleme yöntemidir. ÇKBT ile yapılan vasküler haritalama sonrası sadece şüpheli olgularda ve ektravasküler lezyonlarda RDUS yöntemi eklenerek başarı oranı daha da artmaktadır. Özellikle santral venöz stenozların tanısında çok etkin olan ÇKBT yöntemi kullanılmalıdır.

SUMMARY

PURPOSE: The role of color Doppler ultrasonography (CDUS) and multislice computed tomography (MDCT) in diagnosis of arteriovenous fistula disfunctions and comparison of the two methods' diagnostic efficiency

MATERIALS AND METHODS: Between december 2009 and november 2011, RDUS and MDCT was performed to 41 patients preliminary diagnosed as AVF disfunction and referred to our clinic. According to acquired data, patients were directed to DSA or surgery for treatment.

All patients' CDUS and MDCT examination findings and DSA and surgery results were compared. Imaging findings of CDUS and MDCT were assessed and Wilcoxon signed rank test was used for statistical analysis of these two methods' diagnostic efficiency.

SIGNS: 64 segmental area lesions (35 stenosis, 12 thrombosis, 12 aneurysm, 3 pseudoaneurysm, 2 seromas) were found in 41 patients with AVF disfunction included in our study. When DSA or surgery is accepted as gold standart, CDUS has 85.9% sensitivity, 99.2% specificity and MDCT has 96.8% sensitivity, 99.6% specificity in diagnosis of all vascular lesions resulting AVF disfunction.

In detecting stenosis resulting AVF disfunction; CDUS has 74.2% sensitivity, 90.6% specificity, 89.6% positive predictive value, 76.3% negative prediktif value and 82.6% accuracy. MDCT has 97.1% sensitivity, 93.7% specificity, 94.4% positive predictive value, 96.7% negative prediktive value and 95.4 % accuracy in detecting stenosis.

In detecting thrombosis, aneurysm and pseudoaneurisms, accuracy of CDUS and MDCT was 100%. In rare extravascular lesions like seroma, CDUS has high success rates whereas MDCT has relatively lower.

In detecting central venous stenosis , RDUS has 20% sensitivity ($p=0.046$) whereas MDCT has 100% sensitivity and accuracy.

RESULT: MDCT, a minimal invasive imaging method, , can be an alternative to DSA in diagnosis and treatment planning of AVF disfunctions. After vascular mapping with MDCT, higher accuracy is achieved by adding CDUS in only suspected patients and extravascular lesions. Especially in central venous stenosis, MDCT should be used because of high effieciency.

KISALTMALAR

AVF	: Arteriyovenöz fistül
AVG	: Arteriyovenöz greft
DSA	: Sayısal çıkarım anjiyografi
RDUS	: Renkli Doppler ultrasonografi
MRA	: Manyetik rezonans anjiyografi
ÇKBT	: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
PTA	: Perkütan translüminal anjiyoplasti
AV	: Arteriyovenöz
PTFE	: Politetrafloroetilen
NKF-DOQI	: National Kidney Foundation-Dialysis Outcomes Quality Initiative
JAS	: Juksta-anastomostik stenoz
PSV	: Pik sistolik hız
IV	: İntravenöz
MIP	: Maksimum intensite projeksiyon
VRT	: Volume rendering teknik
FOV	: Görüntüleme alanı
PPD	: (+) kestirim değeri
NPD	: (-) kestirim değeri
Sen	: Sensivite
Spe	: Spesivite
T	: Toplam

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Diyaliz tedavisi gören hasta sayısı tüm dünyada ve Türkiye’de her geçen gün artmaktadır. Sağlık Bakanlığının 2009 yılı verilerine göre ülkemizde hemodiyaliz tedavisi gören hasta sayısı 45 bin civarında olup bu sayı her yıl %10 oranında artış göstermektedir. 2015 yılında hemodiyalize bağımlı hasta sayısının 75 bin olacağı tahmin edilmektedir (1).

Diyaliz amaçlı vasküler girişim yolları, cerrahi olarak oluşturulmuş nativ arteriyovenöz fistülleri (AVF), arteriyovenöz greftleri (AVG) ve kalıcı ya da geçici santral venöz kateterleri kapsamaktadır. Uzun dönem hemodiyaliz tedavisi için gerekli olan, iyi fonksiyon gören bir vasküler fistüldür. Hemodiyaliz hastalarında en sık hastaneye yatış nedeni, bu AVF ve greftlerin disfonksiyonlarıdır (2-4). Hastanın diyaliz programının aksamaması ve disfonksiyone fistülün kurtarılması için altta yatan nedenin bir an önce teşhis edilmesi gereklidir. Tedavinin planlanması için gerekli olan anatomik yapılar, radyolojik görüntüleme yöntemleriyle ortaya konmalıdır (2,3).

AVF disfonksiyonuna yol açan nedenler arasında stenoz, stenoz ya da oklüziona bağlı gelişen trombozlar, anevrizma ve psödoanevrizmalar, enfeksiyonlar, seroma veya hematoma ve arteriyel çalma sendromu yer almaktadır (5). Sayısal çıkarım anjiyografisinde (DSA) yapılan fistülografi, renkli Doppler ultrasonografi (RDUS), manyetik rezonans anjiyografi (MRA) ve son gelişmeler ışığında çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) gibi radyolojik inceleme yöntemleri, hemodiyaliz fistüllerinin disfonksiyonlarında tanısal amaçlı kullanıldıkları gibi tedavi aşamasında da yapılacak terapötik işlemlere yol gösterici olma özelliğine sahiptirler.

DSA (fistülografi), AVF disfonksiyonlarının tanı ve tedavisinde sıklıkla kullanılan altın standart bir yöntemdir (2,4,6-10). DSA’da tedaviye yönelik trombolizis ve perkütan translüminal anjiyoplasti (PTA) gibi girişimsel terapötik yöntemler uygulanmaktadır (10). Ancak tanısal fistülografinin invaziv bir yöntem olması, hasta ve çalışan personelin işlem sırasında iyonizan ışına maruz kalması ve kontrast madde kullanımı nedeniyle invaziv olmayan veya minimal invaziv yöntemler gündeme gelmiştir (7,11). Ayrıca fistülografi sırasında giriş yerinde %5 vakada kontrast madde ektravazasyonu ve hematoma gibi minör komplikasyonlar gelişmektedir (6).

AVF disfonksiyonlarında, invaziv olmayan ve pratik bir teknik olan RDUS sıklıkla kullanılmaktadır (3-5,12). RDUS ile anatomik bir değerlendirme yapmak ve vasküler yolun hemodinamisini incelemek mümkün olmaktadır (13-15). Hemodiyaliz fistüllerinin

trombotik komplikasyonları, RDUS'un yaklaşık %100 tanısal olduğu patolojilerdir (3,4). Ancak klavikula ve sternum nedeniyle santral venöz patolojileri değerlendirmede tanısal değeri sınırlıdır. Ayrıca angiografik haritala yapılamaması ve kişiye bağımlı tetkik olması diğer dezavantajlarıdır (16). Asemptomatik AVF hastalarında, stenozyların erken dönem tespitinde tarama yöntemi olarak da kullanılmaktadır (17).

MRA, AVF görüntülemesinde alternatif tanı yöntemi olarak kullanılmaktadır (18). Ancak tetkik süresinin uzun olması ve AVF'deki türbülant akıma bağlı oluşan hareket artefaktlarının şiddetli darlık görünümüne yol açması tetkikin kullanımı belirgin olarak kısıtlamaktadır (9,19,20).

Fizik muayene ve sonografik değerlendirme, AVF komplikasyonlarının tespitinde yardımcı olmaktadır ancak tedavinin planlamasında için gerekli olan anatomik detayın ve vasküler haritalamanın ortaya konmasında yetersiz kalmaktadır. ÇKBT ile üç boyutlu rekonstrüktif tekniklerin kullanımı sonucu vasküler anatomi daha ayrıntılı gösterilmektedir. Bu sebeple vasküler hastalıkların teşhisinde etkin ve pratik bir yöntem olarak kullanılmaktadır. ÇKBT, AVF komplikasyonlarının anatomik lokalizasyonu göstererek tedavi amacıyla yapılacak olan girişimsel ve cerrahi işlemlerin planlamasında kullanılmaktadır. RDUS anatomik detayı gösterme ve santral venleri değerlendirmedeki yetersizliği, DSA-fistülografinin ise invaziv bir yöntem olması ÇKBT'nin kullanımının her geçen gün giderek artmasına yol açmıştır (6,7,11). Ko ve ark. tarafından yapılan bir çalışma, ÇKBT'nin AVF disfonksiyonunun tanısında duyarlılığı %98.7, özgüllüğü ise %97.5 olan değerli bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur (7). ÇKBT, AVF komplikasyonlarının tanısında hızlı, non-invaziv ve başarılı bir yöntemdir (21).

Bu çalışmada AVF disfonksiyonlarının tanı ve tedavi planlamasında kullanılan RDUS ve ÇKBT yöntemlerinin, altın standart yöntemler olan DSA ve cerrahi sonuçlarıyla karşılaştırmak amaçlanmıştır. Ayrıca RDUS ve ÇKBT yöntemlerini birbiriyle karşılaştırarak her iki yöntemin avantaj ve dezavantajları tespit edilecektir.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Hemodiyaliz Fistüllerinin Tarihçesi

1913 yılında hemodiyaliz hakkında ilk yayınlar, “yapay böbrek” adı altında Abel, Rowntree ve Turner tarafından yayınlanmıştır (22).

1943 yılında Wilhelm J. Kollf tarafından ilk pratik yapay diyaliz makinesi geliştirilmiştir (23). Diyaliz makinesinin kullanıldığı ilk dönemlerde her diyaliz esnasında bir arter ve vene kanülasyon yapılmıştır. Her müdahale sonunda da bu arter ve venlerin bağlanması gerekmiştir. Bu sebeple hastalarda girişim yapılabilecek uygun bir damar bulunamayacak hale gelinmiştir. 1943 yılında diyaliz makinesinin bulunuşu, vasküler girişim cerrahisinde yeni arayışların ortaya çıkmasına sebep olmuştur (24).

1960 yılında B.Scribner, W.Quinton ve D.Dillard, eksternal teflon-lastik arteriyovenöz (AV) şant yöntemini geliştirmişlerdir (25). Bu şant sayesinde son dönem böbrek yetmezliği olan hastalarda uzun dönem diyaliz tedavisi sağlanmıştır. En önemli avantajı her diyaliz seansı için vasküler kanülasyona gerek duyulmamış olmasıdır. 14-18G politetrafloroetilenlen yapılan teflon uçları arter ve vene yerleştirildikten sonra bir lastik tüple ekstremitte dışında birleştirilmesiyle oluşturulmuştur (26). Scribner tarafından geliştirilen eksternal şantlar, sıklıkla trombus yada enfeksiyon nedeniyle 2-15 ay arasında fonksiyonlarını yitirmişlerdir. Şantın kullanımında görülen enfeksiyon ve trombus probleminden dolayı alternatif şant modelleri geliştirilmiştir. Bunlardan bir tanesi Allen-Brown şantıdır. Arter ve vene uç uca anastomoz yapılabilmiştir. Bu şantın açık kalma oranları Scribner şantına göre daha az olmasına rağmen trombektomi yapılabilmesi ve bir damarın tekrar tekrar kullanılabilmesini sağlayan iki önemli özelliği vardır. İkinci şant ise Thomas femoral şantıdır. Burada da femoral arter ve ven direkt olarak bağlanmıştır ve daha yüksek bir akım sağlanmıştır (27).

1966 yılında ilk kez Micheal J. Brescia ve James E. Cimino tarafından radial arter ile sefalik ven arasında subkutan arteriovenöz fistül geliştirilmiştir (28). Brescia-Cimino tipi arteriyovenöz fistüllerde arteryelize edilmiş ven sayesinde uzun dönem hemodiyaliz tedavisi başarıyla uygulanmıştır.

1977 yılında politetrafloroetilen (PTFE) içeren greftin, köprü greft olarak hemodiyaliz tedavisinde kullanılmaya başlamıştır (29).

2.2. Üst Ekstremitenin Vasküler Anatomisi

2.2.1. Üst Ekstremitte Arteriyel Sistem Anatomisi

Arkus aorta, çıkan aorta ile inen aortayı birbirine bağlamaktadır. Arkus aortadan üç büyük damar köken alır. Arkus aortanın sağ tarafından başlayarak sırasıyla trunkus brakiyosefalikus, sol ana karotis arter, sol subklaviyan arter çıkmaktadır. Trunkus brakiyosefalikus klavikula seviyesinde sağ subklaviyan ve sağ ana karotis artere ayrılmaktadır.

Subklaviyan arterler, birinci kostanın lateral sınırından itibaren aksiller arter olarak devam etmektedir. Subklavian arterler seyri sırasında sırasıyla vertebral arter, internal mamariyan arter, trunkus tiroservikalis ve trunkus kostoservikalis dallarını vermektedir.

Aksiler arter, teres majör kasının inferolateral sınırını geçtikten sonra brakiyal artere dönüşür ve kubital fossaya kadar da brakial arter olarak devam eder. Kubital fossada brakiyal arter ulnar ve radyal arter dallarına ayrılır.

Ulnar arter ön kol medial kesimde, radial arter ise ön kol lateral kesimde seyreder. İnterosseöz arter ulnar arterin bir dalı olup bazı kişilerde el bileğine kadar uzanabilir. Ulnar arter yüzyel palmar ark ile sonlanırken radial arter derin palmar ark ile sonlanır. Her iki ark palmar bölgede kommunikan dallar ile birbirine bağlanmaktadır. Bu arklardan çıkan küçük dallar ile el ve parmaklar beslenmektedir.

2.2.2. Üst Ekstremitte Venöz Sistem Anatomisi

2.2.2.1. Yüzeysel Venöz Sistem

Üst ekstremitenin yüzeysel venleri; safalik ven, bazilik ven, medyan antebrakial venler ve bunların dallarından oluşmaktadır.

Sefalik ven, el bileği düzeyinde başparmak dorsalinden ve elin dorsal kesiminin lateralinden gelen venlerin anatomik enfiye çukurunda birleşmesi ile başlar. Ön kolun ventral ve dorsal radyal yüzeylelerinden dallar olarak ön kol lateral kesimden yukarı doğru kubital fossa ulaşır. Kubital fossa bölgesinde mediyen antekübital ven ve derin venöz yapılarla anastomoz yapıktan sonra kolun anterolateralinden omuza doğru seyreder. Omuz

bölgesinde deltopektoral sulkusa girerek derine doğru ilerler ve sonunda akiller vene dökülerek derin vönöz sisteme ulaşır.

Bazilik ven, elin ulnar kesimide dorsal venlerin birleşmesi ile başlar. Distal kesimde dorsal alanda seyrederken proksimale doğru ön kolun ön yüzüne döner. Bu seyri sırasında sefalik venin aksine medial ön kol kesiminde yer alır. Kubital fossanın medialinde mediyal epikondilin anterosuperiorundan geçer. Biseps kasının medialinde kolun orta bölümüne varmadan derinleşerek brakial arterin mediyalinde seyreder. Brakial ven ile birleşerek derin venöz sisteme dökülür.

Bu genel anatomik tanımlamalar geçerli olmakla beraber ön kol yüzeyel venleri kişiden kişiye çok değişken seyir gösterebilir. Aynı kişinin sağ ve sol kol yüzeyel venleri arasında bile farklılıklar bulunabilir. Radius kemiğinin distal ucu olan processus styloideusun 5 cm proksimalinde genellikle sefalik ven radyal artere yakın seyreder. Bu anatomik yakınlık nedeniyle Brescia-Cimino tipi arteriyovenöz fistüllerin açılması sağlanır.

2.2.2.2. Derin Venöz Sistem

Radial, ulnar, brakial, aksiler ve subklavian venler üst ekstremitenin derin venöz sistemini oluşturur. Önkolun derin venleri aynı adı taşıyan arterlere eşlik eden birer çift radial ve ulnar venlerdir. Kolun derin venleri brakial arterin her iki yanındaki brakial venlerdir. Bunlar proksimalde birleşip aksiller bölgeye aksiler ven olarak girer. Proksimalde subklavian ven brakiosefalik veni oluşturmak üzere internal juguler venle birleşir. Sağ ve sol brakiosefalik venler üst mediastene girip sternumun arkasında vena kava superioru oluşturur (30).

2.3. Hemodiyaliz Fistüllerinin Fizyolojisi

Hemodiyaliz amaçlı oluşturulan arteryovenöz fistüllerin fizyolojik etkilerine ait bilgilerin birçoğu Emil Holman'ın çalışmaları sonucu açığa çıkmıştır. Fistülün fizyolojik etkileri arasında lokal hemodinamik etkiler, sistemik kardiyovasküler etkiler ve bunların doku metabolizması üzerindeki sekonder etkileri yer almaktadır (31).

Bir arter ile bir ven arasında oluşturulan yan-yana basit bir arteriyovenöz fistülün dört anatomik ve fizyolojik bileşeni mevcuttur. Bu bileşenler, proksimal arter, distal arter,

proksimal ven ve distal venden oluşur. Bir arterin farklı segmentleri arasında normalde minimal basınç eğimi bulunur. Bu arter üzerinde açılan fistül sonucunda, arterle ven arasında oluşan büyük basınç farkı nedeniyle basınç eğimi belirgin olarak artar. Proksimal arterdeki akım, fistülün yol açtığı ani basınç düşmesi nedeniyle dramatik olarak artar (31).

Fistül açıldıktan sonraki proksimal arter akımı, fistül öncesi akımın 5-10 katına kadar artabilir (32). Proksimal arterdeki akımın büyüklüğünü belirleyen en önemli faktör ise fistülün çapıdır. Fistül büyüklüğü için alan hesabı zor olduğundan en geniş çap kullanılmaktadır. Fistül anastomoz çapı proksimal arter çapının %20'sine kadar, fistül akımı rölatif olarak düşüktür. Proksimal arter çapının %20'si ile %75'i arasında toplam fistül akımı hızlı bir şekilde artar. Proksimal arter çapının %75'i üzerinde distal arterden fistüle akım olması nedeniyle fistül akımı ileri derecede artar. Burada proksimal arter çapının %75'i kritik çap olarak değerlendirilmektedir. Anostomoz genişliği küçük fistüller, büyük olanlara göre bir ölçüde distal arteriyel akıma bağlı olarak farklı özellikler göstermektedir (33,34).

Normal brakial arter kan akımı ortalaması 85 ml/dk olup arteriyovenöz fistül açıldığında bu akım miktarı 5-10 kat kadar artmaktadır (35). Radyosefalik fistüllerde akım miktarı 150-600 ml/dk arasında değişirken brakial veya femoral arter fistüllerinde bu miktar 800-1600 ml/dk'ya ulaşır. Hemodiyaliz için istenen miktar 350 ml/dk ya da bundan daha yüksek miktarlardır. Bu değer in altında kalırsa diyalizin verimi düşmektedir (36).

Steal sendromu (çalma fenomeni), fistülün distal vasküler yataktan ters akım sonucu bir miktar kan çalmasına bağlı oluşur. Distal ven ligasyonu ya da uç yan radyosefalik fistül teknikleri kullanılarak çalma sendromunun gelişmesi büyük oranda önlenir. Bu teknikler distal arterden fistüle oluşacak ters akımı önler. Geniş anastomozu bulunan bütün yan yana fistüllerde gelişmeye meyillidir, fakat lokal anatomi bunun şiddetini belirler. Brakiyal arter fistüllerinde, radyosefalik fistüllere göre çalma sendromu daha fazla gelişir (37,38).

Brakiyal fistüller hem radyal hem de ulnar arterden kan çalmaktadır. Ancak radyosefalik fistüllerde ulnar arterden retrograd kan çalmasına rağmen, ulnar arter eli yeterli düzeyde besleyebilir. Sonuçta, radyal düzeyden açılan fistüllerde steal sendromu daha az gelişir.

Parmakların normal basınç brakiyal arter basınçının %75'i ya da daha fazlası oranındadır (39). Parmak brakiyal arter basınç oranı %50'nin altına düştüğünde

semptomatik steal sendromu riski artar. %30'un altına indiğinde ise büyük ihtimalle iskemik nekroz gelişir (40).

Fistüllerin sistemik etkileri, kardiyak çıkışta yükselme ve nabız sayısı ile kan basıncında ise geçici değişikliklerdir. Bir fistülün geçici olarak kapanması, nabız sayısında azalmaya ve kan asıncında yükaelmeye neden olmaktadır. Bu etki Nicoladoni Branhan belirtisi olarak bilinmektedir (41).

2.4. Hemodiyaliz Hastalarının Değerlendirilmesi

Hemodiyaliz tedavisine ihtiyaç duyan hastaların büyük çoğunluğu ileri yaştaki hastalar olup bu hasta grubunda morbidite ve mortalite oranları yüksektir. Hemodiyaliz tedavisi gören hastaların ilk bir yıl içinde ölüm oranları %17-35 arasındadır. Bu sebeple hastaların değerlendirilmesi ve diyaliz tedavisinin zamalaması çok önem taşımaktadır (42).

Hemodiyaliz tedavisi zorunlu olan hastalarda vasküler girişimin yöntemi belirlenmelidir. Üremik semptomlar, hiperpotasemi, metabolik asidoz ve volüm yüklenmesine bağlı oluşan konjestif kalp yetmezliği geliştiğinde acil diyaliz endikasyonu vardır. Acil diyaliz ihtiyacı olan hastalarda perkutan diyaliz katateri takılmalıdır. Bu katater diyaliz işlemi için direkt bir yol sağlamaktadır. Acil diyaliz ihtiyacı olmayan hastalarda ise kalıcı bir girişim için gerekli planlamalar yapılmalıdır.

2.4.1. Fizik Muayene

Hastaların preoperatif fizik muayenelerinin tam olarak yapılması gerekmektedir. Ayrıca vasküler girişim planlanan ekstremitenin gereksiz arteriyel ve venöz girişimlerden korunmalıdır.

Arteriyel sistem muayenesinde her iki koldan brakial arter basıncı ölçülür. Brakial kan basıncı düşük olan hastalarda alt ekstremitelerde basıncı karşılaştırması yapılarak nadir olan bilateral subklaviyan arter stenozunu saptanabilir. Periferik nabızlar ve kollateral yollar değerlendirilerek kronik periferik vasküler yetmezlik bulgularının araştırılması gereklidir. Allen testi yapılarak palmar ark değerlendirilir. Allen testinde el bileğinde radial ve ulnar arter üzerine basılarak akım engellenir ve hastanın elini yumruk yapması istenir. Kan deriden çekilir ve el açıldığında avuç içinin soluk olduğu görülür. Ulnar veya radiyal arterlerin birindeki basıncı gevşetilerek kan akımı serbest bırakılır. Birkaç saniye içerisinde

cilt damarları tekrar dolarak avuç içinde kızarıklık olduğu görülür. Bu bulgu palmar arkın çalıştığını gösterir (27).

2.4.2. Pre-operatif Vasküler Haritalama

RDUS, pre-operatif dönemde kolay uygulanabilen ve noninvaziv bir vasküler haritalama yöntemidir. Vasküler haritalamada damarların arter ve ven olarak tanımlanması, damar çapları ve duvar kalınlıkları değerlendirilmelidir. Ayrıca venler aralıklı olarak komprese edilmeli ve sefalik venin ön duvarının ciltten derinliği ölçülmelidir. Arterler intimal kalınlaşma ve stenoz açısından değerlendirilerek belirgin konsantrik kalsifikasyona dikkat edilmelidir. Çünkü arter fazla kalsifiye ise başarılı cerrahi işlem şansı azalır. İkinci önemli husus ise damar çaplarının belirlenmesidir. Arter çapları 2 mm, ven çapları 2.5 mm ve üzerindeki vasküler yapılarda doğal arteriyovenöz fistül cerrahisinin başarı oranı yükselmektedir (8,43).

Hemodiyaliz fistül operasyonu öncesinde vasküler haritalama yapılması cerrahi yöntemi değiştirebilir ve greft yerine doğal arteriyovenöz fistül kullanımının artmasını sağlamaktadır. Ayrıca operasyon öncesinde en işlek damarların belirlenmesini sağlayarak başarısız cerrahi girişimleri azaltmaktadır (44). Vasküler haritalama, otojen arteriyovenöz fistülle diyalize giren hasta sayısını iki katına çıkarmıştır (45).

2.5. Hemodiyaliz İçin Vasküler Girişim Teknikleri

Son dönem böbrek hastaları için tedavi seçenekleri renal transplantasyon, periton diyalizi ya da hemodiyaliz olup bu hastaların büyük çoğunluğu hemodiyalize bağımlı olarak hayatlarını sürdürmektedir. En ideal kalıcı hemodiyaliz yolu, cerrahi olarak üst ekstremitede oluşturulan arteriyovenöz fistüllerdir. Eğer bu mümkün olmuyorsa, ikinci tercih yine cerrahi olarak oluşturulan AV greftlerdir. Şantlar (AV fistül ya da greft), daha uzun kullanım ömürleri ve kateterlere göre daha az olan komplikasyon oranları ile hemodiyaliz için en güvenilir yollardır (46).

AV fistül oluşturulduktan sonra, kullanmadan önce olgunlaşması için en az 6 haftalık bir sürenin geçmesini gerektirmektedir. Olgunlaşmayı artırmaya yönelik girişimsel veya cerrahi düzeltmeler için ek zaman gerekebilir. AV greftler, bir olgunlaşma periyodu gerektirmezler ve implantasyondan 2-3 hafta sonra kanule edilebilirler. Ancak AV greftler

de primer damar yolu olarak önerilmemektedir. Bu yaklaşım, kateterlerin kullanımını en aza indirmek ve kateter ile ilişkili morbidite ile hastaneye yatırılmaya yönelik gereksinimi azaltmak için önerilmektedir (47,48).

2.5.1. Akut Hemodiyaliz Yolları

Acil hemodiyaliz tedavisinin ilk yıllarında kullanılan Scribner şanti, komplikasyonlarından dolayı popülaritesini yitirmiş ve günümüzde yerine yüksek akımlı, çift lümenli diyaliz kateterleri kullanılmaktadır (49).

Hemen her merkezde takılmalarının mümkün olması, vücutta farklı yerlere takılabilmeleri, takılır takılmaz diyaliz için kullanılabilmeleri, fistüller gibi hemodinamik değişikliklere neden olmamaları ve hastanın kanına ağrısız ulaşım sağlamaları diyaliz kateterlerinin avantajlarıdır. Dezavantajları ise; kateterde tıkanma ve enfeksiyon riski, kateterizasyona bağlı kalıcı santral venöz stenoz ve oklüzyon riski, hastada oluşturdukları rahatsızlık hissi, kullanım sürelerinin ve sağladıkları kan akım miktarlarının fistüllere göre daha az olmasıdır (50,51). Bunlara ek olarak, kalıcı kateterlere bağlı gelişen komplikasyonlar, kullanım süresi uzadıkça artış göstermektedir. Bu nedenle “National Kidney Foundation-Dialysis Outcomes Quality Initiative (NKF-DOQI)” çalışma grubu, kronik hemodiyaliz hastalarında, kalıcı diyaliz yolu olarak kateterlerin kullanılma oranının %10’un altında tutulmasını önermektedir (52).

Hemodiyaliz kateterleri çift lümenli kateterlerdir ve silikondan veya poliüretandan üretilmişlerdir. Geçici ve kalıcı (tünelli) diyaliz kateterleri farklı özelliklere sahiptir. Kalıcı kateterler, daha uzun süreli kullanım için planlanıp vene girmeden hastanın göğüs duvarında önce cilt altı tünelden geçirilirler. Geçici kateterler ise vene giriş yerinden ciltten çıkarlar. Tünelli kateterlerde, kateter ucundan belli bir uzaklıkta dakron manşonlar bulunur. Dakron manşonlar, fibrotik dokunun tutunması ile hem mekanik stabilite sağlar hem de enfeksiyonlara karşı bariyer oluşturarak enfeksiyon oranını azaltır (53).

İnternal jugüler, subklavyen, ve femoral venler ile inferior vena kava kateter takılması için kullanılabilir. Subklavyen ven kateterizasyonunda, internal jugüler ven kateterizasyonuna göre, venöz stenoz ve oklüzyon gelişiminin belirgin şekilde daha yüksek olduğu gösterilmiştir (54). Üst ekstremitelerin AVF için kullanılması, subklavyen venlerin kateter takılarak zedelenmemesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, diyaliz hastalarında kateter takılması için ilk tercih edilmesi gereken ven sağ internal jugüler vendir (52).

Fibrin kılıf oluşumu, katater malfonksiyonunun en sık nedenidir. Kateterin dışında kılıf şeklinde oluşan fibrin doku, infüzyona izin verirken aspirasyona izin vermez ve bu bulgu, fibrin kılıf oluşumunun klasik göstergesidir. Saptandıktan sonra tedavide ilk yapılacak işlem trombolitik uygulamasıdır.

Katetere bağlı bakteremi ve enfeksiyonlar en sık görülen geç komplikasyonlardır. Bakteriyel kolonizasyon riski, kateterin kalış ve kullanım süresi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Eğer hasta septik tabloda ise kateterin acil olarak çıkarılması gerekir. Sepsisin klinik bulguları olmayan bakteremik hastalarda ise ilk önce intravenöz antibiyotiklerle tedavi denenmelidir. Eğer kan kültürlerinde bu tedaviye rağmen üreme devam ediyor ise kateter yenisi ile değiştirilmelidir (52). Katetere bağlı bakteremilerde antibiyotik tedavisi ve kateterin değiştirilmesi ile kalıcı venöz yolların yaklaşık %50'sinin kurtarılabildiği gösterilmiştir (55).

2.5.2. Kronik Hemodiyaliz Yolları

Kronik hemodiyaliz programına alınan olgularda devamlı damar yolu girişine ihtiyaç vardır. NKF-DOQI klavuzlarına göre hemodiyaliz hastalarının %40-50'sinin otojen arteriyovenöz fistül aracılığıyla hemodiyalize girdiği belirtilmektedir (8).

Arteriyovenöz fistül, arter ile ven arasında cilt altı bir anastomozdur. İdeal bir vasküler yol fizik aktiviteyi etkilememeli, diyaliz için yeterli kan akımını sağlamalı, normal damar yapısını korumalı, komplikasyon oranı düşük ve uzun süre kullanılabilir olmalıdır (56). Arteriyovenöz fistül için en sık kullanılan ve en çok tercih edilen, el bileği seviyesinde radyal arter ile sefalik ven arasındaki Brescia-Cimino A-V fistülüdür. İlk yapılmaya başlandığı yıllarda ve günümüzde halen altın standart bir yöntem olmaya devam etmektedir. Alternatif arteriyovenöz fistül yerleri ulnar arter ile basilik ven, brakiyal arter ile sefalik veya brakiyal ven ve femoral arter ile safen vendir (42).

Kronik diyaliz fistülü için en genel yaklaşım, dominant olmayan distal üst ekstremitenin seçimidir. Girişim için seçim yapılırken; dominant koldan önce nondominant kol, koldan önce ön kol, alt ekstremiteden önce üst ekstremiten sıralamasına dikkat edilir. Uzun süreli hemodiyalize aday hastalarda özellikle dominant olmayan kolda, ardışık yapılacak venöz ponksiyonlardan, intravenöz infüzyonlardan ve subklavian kateterizasyonundan sakınılmalıdır (31).

Üst ekstremitede A-V fistül alanları:

1. Brescia-Cimino fistülü: Bilek hizasında radyal arter ile sefalik ven arasında oluşturulur ve en yaygın kullanılan fistül bölgesidir.
2. Snuff-box fistülü: Ekstensor pollicis longus ve ekstensor pollicis brevis tendonları arasında kalan ve “snuff-box” olarak adlandırılan anatomik alanda yine radial arter ile sefalik ven arasında oluşturulur.
3. Ulnar-bazilik fistül: Ulnar arter ile bazilik ven arasında el bileği seviyesinde veya daha proksimalden açılan A-V fistüldür.
4. Kubital fossa fistülleri: El bilek düzeyinde fistül için vasküler yapıları uygun olmayan ya da fistülü tromboze olan hastalarda alternatif yol olarak kullanılırlar. Bunlar arasında brakioyosefalik fistül, yüksek radyosefalik fistül, brakial-antekubital ven fistülü ve bazilik ven transpozisyonu yer almaktadır.

İdeal bir A-V fistülün özellikleri:

- 1- Yüksek kan akımı (en azından 200ml/dk) olmalı. İyi bir akımı bulunan arter olduğu kadar iyi bir akımı olan ven de gereklidir.
- 2- Kolayca kanüle edilebilecek yeterli bir çapı bulunmalıdır.
- 3- İki iğnenin girişine ve kolayca iğne giriş yerlerinin değiştirilmesine izin verecek uzunlukta olmalıdır.
- 4- Lokal anestezi altında nispeten hızlı bir operasyonla oluşturulabilmelidir.
- 5- Enfeksiyon ve tromboz gibi komplikasyon oranları düşük olmalıdır.
- 6- Uzun bir dönem açık kalmalıdır.

2.5.2.1. Arteriyovenöz Fistül Oluşturulması

Lokal anesteziyi takiben, cilt insizyonu yapılır. Arter fasiya altında dikkatli bir şekilde serbestleştirilir ve kalın 2 numara ipek ile askıya alınır. Cilt altında ven bulunur, serbestleştirilir ve askıya alınır. 1 mg/kg heparin serbestleştirilen ven içinden veya başka bir venden sistemik olarak verilir. Arter ve ven atravmatik damar klempleri ile kapatıldıktan sonra ven arterin üzerine oturacak şekilde arter ve ven vertikal olarak açılır. Oluşturulan anastomozda, arter ile venin yan-yana veya arterin üzerine venin ucu uç-yan şeklinde dikilerek fistül oluşturulur. Her iki durumda da arterin distal kısmının akımı devam ettirilmelidir. Yan-yana anastomoz yapılan olgularda venin distal kısmında venöz hipertansiyon gelişmesi ile elde şişme ortaya çıkabilir. Bunu önlemek amacıyla venin distal

kısmı bağlanabilir veya anastomoz ven tarafında uç pozisyonuna döndürülmelidir. Fistülden akımın geçişi gözle farkedilir ve parmakla üzerinden titreşim hissedilir. Kanama kontrolünü takiben cilt dikişle kapatılır (57).

Fistül oluşturulduktan sonra yaklaşık 1-2 aylık bir süre fistül olgunlaşması için beklenir. Bu süreden önce kullanılması genellikle uygun değildir, ancak pratik uygulamada genellikle daha erken kullanılmaktadır. Eğer hastanın bu bekleme süresi içinde acil diyaliz gereksinimi varsa, geçici bir vasküler girişim yolu sağlayabilir (57).

2.5.2.2. Arteriyovenöz Graftler

Günümüzde, kronik diyaliz popülasyonu yaşlı kişilerden oluşmakta ve bu popülasyonun diyabet, periferik obstrüktif arteriyel hastalık ile koroner arter hastalığına sahip olma olasılığı giderek artmaktadır. Bu hastaların çoğunun damarları, otojen AV fistülün oluşturulması bakımından yetersizdir ve bu durum yüksek primer ve sekonder AV fistül yetmezlik oranlarına yol açmaktadır (58). Bu hasta grubunda, AV fistül oluşturmak amacıyla günümüzde en sık kullanılan materyal, genişletilmiş politetrafloroetilen grefttir. PTFE tüp greft ile arter ile ven arasında bağlantı oluşturulur. Graft kullanılarak oluşturulan arteriyovenöz girişim yolu hiç bir zaman direkt arter ile ven arasında oluşturulan arteriyovenöz fistüle tercih edilmez. Graft ile oluşturulan girişim yolunun açık kalma süresi 3. yılda yaklaşık % 30 iken, arteriyovenöz fistülde bu oran % 70'ler civarındadır (57).

PTFE greftlerin dezavantajları ise pahalı olması ve otojen fistüllere göre komplikasyonlarının daha yüksek olmasıdır. Yerleştirilen greftlerin yaklaşık % 5-20'sinde enfeksiyon önemli bir problemdir. Enfekte greftlerde anastomoz hattında kanama veya anevrizma gelişimi acil cerrahi tedavi gerektirir. Diğer komplikasyonlar daralma, tromboz, anevrizma ve yalancı anevrizmadır (57).

PTFE greftlerin bir avantajı hızlı olgunlaşmalarıdır. Fistüldeki akım, arteriyel kan akımına ve greftin çapına bağlıdır. Fistül oluşturulduktan sonra, greft kısa bir süre sonra kullanılmaya hazır hale gelir. Ama etraf dokular tarafından greftin çevrelenmesi yaklaşık 2 hafta sürdüğü için bu süre beklenmelidir. Eğer bu süre beklenmeden ponksiyon yapılırsa, greft etrafında hematoma gelişir. Bu hematomun basısı ile trombus oluşumu ve enfeksiyon riski artar. Sonuçta da greft yetmezliği gelişir.

Arteriyovenöz greft sıklıkla dominant olmayan kolda radyal arter ile bazilik ven arasında veya brakiyal arter ile bazilik ven arasında cilt altında ilmek (loop) şeklinde yerleştirilir (57).

2.6. Hemodiyaliz Fistül Komplikasyonları

AV fistül oluşturulduktan sonra, drenaj veninde basınç ve akım artışına bağlı olarak dilatasyon ve yeniden şekillenme başlar. Fistüldeki akım miktarı >500 ml/dk ve drenaj veninin çapı >4 mm ise matür fistül olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç, normalde 4-8 hafta sürmekte olup fistülün olgunlaşma ya da matürasyon zamanını oluşturur. Düzenli yüksek etkinlikte hemodiyaliz işlemi için kan akımı 500 ml/dk'dan fazla olmalıdır (59,60).

AVF yetmezliği, erken ve geç yetmezlik şeklinde tanımlanabilir. Erken fistül yetmezliği ilk 3 aylık dönemde gelişen yetmezlik olup AVF matürasyonundaki yetersizlik kaynaklanır. Erken fistül yetmezliği yaygın olup %20-50 oranında görülmektedir (60,61). Geç fistül yetmezliği ise 3 aylık dönem sonrasında gelişen yetmezlikler olarak tanımlanır. Geç dönemde yetmezliğe yol açan lezyonlar tipik olarak sonradan oluşmuş arteriyel ve venöz stenozlardır. Bu lezyonlar, AVF'de basınçın artışı ve akım azalması sonucu yetersiz diyaliz ve trombüse yol açarlar.

Radiyosefalik AV fistüllerde %10-15 erken yetmezlik oranına sahip olmasına karşın, eğer fistül başarılı olmuşsa %80'e varan 3 yıllık açık kalma oranına sahiptir (62).

2.6.1. Erken Dönem Komplikasyonlar

Arteriyel stenoz: AVF açıldıktan sonra aortadan itibaren besleyici arterin herhangi bir yerinde darlık varsa bu durum fistül kan akımının sınırlı düzeyde kalmasına yol açar. Bunun sonucunda AVF ve drenaj veni dilate olamaz ve fistül matürasyonunda yetmezlik oluşur. Arteriyel stenoz, preoperatif dönemde hastanın öyküsü (örneğin subklaviyen çalma sendromu), noninvaziv testler (örneğin iki üst ekstremité arasında kan basıncı farkı) ve fizik muayene (örneğin Allen testi) ile değerlendirilebilir. Yine preoperatif dönemde ÇKBT ile vasküler haritalama yapılarak lezyon ortaya konabilir. AVF açıldıktan sonra darlık bölgesine perkutan anjioplasti yapılarak fistül kurtarılabilir (61).

Juksta-anastomostik stenoz: Juksta-anastomostik stenoz (JAS), anastomoza 5 cm mesafe içinde lokalize stenoz olarak tanımlanmaktadır. Sıklıkla venöz tarafta lokalize olup

erken fistül yetmezliğinin en yaygın nedenidir (60,61). JAS'da altta yatan nedenin neointimal hiperplazi olduğu kabul edilmektedir (60). JAS bulunan hastalarda genellikle beraberinde aksesuar venler de bulunmaktadır (61). Ayrıca JAS geç fistül yetmezliğine de yol açabilir.

Proksimal ven stenozu: Anastomostik ven ile santral venler arasındaki venöz yapıdır ve proksimal ven stenozu erken fistül yetmezliğinin ikinci en sık nedenidir (61). Uzun segment trombüs oluşmadan önce kritik darlık gösterilmelidir. Bu kritik darlığın gösterilmesi fistülü kurtarma oranındaki başarıyı arttırmaktadır (21).

Santral venöz stenoz: Subklaviyan ven, brakiosealik ven ve vena kava superior içine alır. Santral venöz stenoz sıklıkla diyaliz kateteri girişine bağlı oluşur (60). AVF öncesinde santral kateter girişi olmasa bile sadece artan kan akışı nedeniyle santral venöz stenoz gelişebilir. Sol brakiosefalik ven stenozu daha yatkındır, çünkü özellikle sternotomi yapılmış hastalarda aortik ark ile sternum arasında uzanmaktadır (21).

Aksesuar venler (dağınık akım): Aksesuar venlerin varlığı erken fistül yetmezliğinin üçüncü en sık nedenidir (61). Artmış kan akımı, çeşitli yan dallara dağılarak damar duvarındaki kayma geriliminin azalmasına yol açmaktadır. Bu damar duvarındaki kayma geriliminde azalma, damarın dilatasyonu, yeniden şekillenmesi ve AVF matürasyonundaki yetmezlikte anahtar faktördür. Aksesuar venlerin cerrahi ligasyonu veya endovasküler yöntemlerle tedavisi fistülü kurtarmada etkilidir (61).

Erken tromboz: Trombozun, fistül veya greftin anatomik yapısı, greft materyalinin seçimi, hastanın damar yapısı gibi birçok sebepten kaynaklanabilir. Erken trombozun en sık nedeni, uygun olmayan ven seçimidir. Bazı yaşlı ve diyabetik hastalarda aterosklerotik hastalık nedeniyle AV fistülün açık kalması için yeterli kan basıncının sağlanamaması da söz konusu olabilir. Bir diğer erken tromboz nedeni ise teknik hatalardır. Özellikle diyaliz sonrası kanamanın önlenmesi için yapılan sıkı bandajlar ve iğnenin lümen içinde oluşturduğu flepler de diğer erken tromboz nedenleridir.

2.6.2. Geç Dönem Komplikasyonlar

Venöz stenozlar: Hem erken dönem hem de geç dönem fistül yetmezliğinin en sık sebebidir (63,64). Venöz stenoz görülme oranı sentetik greftlerde otojen AV fistüllerden daha fazladır (63). AV fistülün venöz tarafındaki intimada, duvar kayma stresinden

kaynaklanan anormal proliferasyon oluşmaktadır. Neointimal hiperplazi adı verilen bu durum daha sonra venöz darlık ile sonuçlanmaktadır (60).

Geç tromboz: Geç trombozlar stenoz, oklüzyon ve bazen de dışarıdan bası nedeniyle oluşmaktadır (21). Otojen AV fistüllerde büyük oranda tekrarlayan iğne ponksiyonları sonucunda oluşan fibrozis ve neointimal hiperplaziye bağlıdır. PTFE greftlerde geç trombozun en sık nedeni ise neointimal hiperplaziye bağlı oluşan venöz anastomoz bölgesindeki oklüzyonlardır. PTFE greftler trombus gelişimine otojen AV fistüllere göre daha yatkındır. Greftlerin açık kalma oranları 1.9 yıl iken otojen AV fistüllerde bu oran 3.1 yıldır (49,65).

Enfeksiyon: AVF kayıplarının %20'sinde neden enfeksiyonlardır. Hemodiyaliz hastalarında majör bakteriyeminin kaynağı diyaliz amaçlı vasküler yollardır. *Safilokokus aureus*, fistül enfeksiyonlarında en sık görülen patojendir. Daha az sıklıkla görülen *Safilokokus epidermidis* de etkenler arasında yer alır (66-69). Fistül enfeksiyonuna zemin hazırlayan faktörler arasında psödoanevrizma veya perifistüler hematomlar, iğne giriş bölgelerinin aşırı kaşınması, fistülden intravenöz ilaç kullanılması, fistüle uygulanan sekonder cerrahi işlemler yer almaktadır (70).

Anevrizma ve psödoanevrizma: Rölatif olarak daha az sıklıkta izlenen anevrizma ve psödoanevrizma formasyonları tekrarlayan iğne girişleri nedeniyle oluşurlar. Psödoanevrizmalar özellikle greftlerle oluşturulan fistüllerde problem oluşturur ve uzun süre diyalizde kullanılan greftin yapısının bazulmasından ve hemostazın sağlanamamasından kaynaklanır (71). Defekt eğer küçükse (<5 mm), ultrasonografi eşliğinde direkt kompresyon ya da psödoanevrizma içerisine trombin enjeksiyonu yapılarak kapatılabilir (72,73). Fistül yetmezliği durumunda genellikle cerrahi revizyonda eksize edilerek bağlanır (74). Psödoanevrizma büyükse türbülans ve yavaş akım nedeniyle trombus ve enfeksiyon gelişebilir (21).

Çalma sendromu: Şiddetli kronik aterosklerotik hastalığı olan hastalarda, AVF açılmasını takiben arteriyel kan akımı büyük oranda şant aracılığı ile distal ekstremitelere yerine venöz sisteme geçmektedir. Bunun sonucunda ekstremitenin distalinde hipoperfüzyon gelişmesi “çalma sendromuna” yol açmaktadır (75). Besleyici arter çapının daha büyük

çapta fistül açılırsa bu durum diatal ekstremitede ters akım oluşmasına yol açar. Semptomatik steal oluşan hastalarda gelişen kollateral yapılarda yetersizlik ve aşırı fistül akımı mevcuttur. Üst ekstremiteye AVF açılan hastaların %20'den fazlasını steal açısından gözlemlemek gerekir (76,77). Şiddetli bulgular gösteren %4 hasta ise girişim gerektirmektedir (78). Şiddetli bulgular en yaygın diabetli ve yaşlı hastalarda gelişir (79). Steal sendromunu fark etmek için sadece fiziksel değerlendirme yeterli değildir. Steal semptomları gösteren hastalar arasında ekstemitenin arteriyel dolaşımının görüntülenmesi de düşünülebilir (80).

Kanama: Postoperatif ilk 24 saat içerisinde olan kanamalar, anastomoz hattından veya yeterince kanama kontrolü yapılmamış etraf dokulardan olur. Yaygın sızıntı sonucunda olan hematomlar, üremi ile beraber olan kanama diatezleri ve trombosit fonksiyon bozukluğu durumlarında oluşabilir. Bu durumlar yeterli diyaliz ve eritropoetin ile aneminin düzeltilmesi sayesinde azaltılabilir.

Geç dönemdeki kanamalar, psödoanevrizma, enfeksiyon ve diyalize girerken yapılan ponksiyon sonrasında oluşabilir. Bu durumlarda kanama noktasına baskı uygulanır. Psödoanevrizma ve enfeksiyon varlığında oluşan kanamalarda greftin bağlanması gerekir.

Seroma: PTFE greftlerde, plazmanın greft duvarından dışarı doğru sızması sonucu oluşur. Greftin çevresinde seröz sıvı formunda olup zamanla katı ve jelatinöz form alabilir (81). Seromalar tipik formu greftin arteriyel uçuunda lokalize olup intraluminal basınç yüksektir. Buna karşın bazı durumlarda greftin distal uçuunda da gelişebilmekte olup bunun sebebi santral venöz obstrüksiyondur (82). Seromalar genellikle yavaşça gelişirler, ancak akut gelişen formları sıklıkla hematomları taklit ederler.

2.6.3. Radyoloik Görüntüleme

Renkli Dopler Ultrasonografi (RDUS):

Olgun bir AVF için sıklıkla kullanılan tanımlama bir ay içerisinde altı diyaliz seansında 350 ml/dakika akımda kullanılabilen fistüldür (83). AVF olgunluğunun değerlendirilmesinde fizik muayenenin şüpheli olduğu durumlarda, AVF yetmezliğinin değerlendirilmesi için RDUS faydalı ve invaziv olmayan bir yöntemdir. RDUS ile AVF değerlendirmesi, pre-operatif vasküler haritalamadan daha detaylı bir inceme olup pre-

opretatif değerlendirmede kullanılan turnike bu incelemede kullanılmaz. AVF'yi besleyen arterin ve drenaj venlerinin değerlendirilebilmesi için yüksek rezolüsyonlu (7 MHz ya da daha yüksek) lineer probalar kullanılır. Damar çapının, duvar kalınlığının ve komprese edilebilirliğinin tanımlanması ve değerlendirilmesi için transvers plan kullanılır. Spektral ve renkli Doppler inceleme, AVF'yi besleyen arterin ve drenaj veninin longitudinal planında ve görülen her stenoz bölgesinde yapılır (84).

Kol işlem masası üzerindeki havluların üzerine rahat bir pozisyonda yerleştirilir. Minimal basınç ve bol ultrasound jeli kullanılarak, besleyici arter, arteriyovenöz anastomoz ve drenaj veni değerlendirilir. Önkol AVF değerlendirilirken drenaj venin çapı rutin olarak önkolun kaudal, orta ve kranial bölümlerinde ve benzer şekilde kolda ölçülür. Drenaj veninin tamamı taranmalı ve rutin olarak ölçülmeyen bir yerde de olsa minimum çap ölçülmelidir. Ayrıca AVF'nin ön duvarının cilt yüzeyinden derinliği de ölçülür (84).

Besleyici arter, anastomoz ve drenaj veni spektral ve renkli Doppler inceleme kullanılarak değerlendirilir. Anastomozda ve anastomozun 2 cm proksimalinde besleyici arterde pik sistolik hızlar (PSV) ölçülür. Daha sonra anastomozdaki PSV, anastomozun 2 cm proksimalindeki PSV'ye bölünerek PSV oranı hesaplanır. PSV oranı 3 ve üzeri değerlere ulaştığında anastomoz bölgesinde darlıktan bahsedilir (84,85).

Drenaj veni değerlendirmesinde, görünür şekilde daralma varsa pik sistolik hızlar stenoz bölgesinden ve stenozun 2 cm distal kesiminden ölçülür. PSV oranı stenoz bölgesindeki PSV değerinin, 2 cm distal kesimdeki PSV'ye bölünmesiyle hesaplanır. Eğer PSV oranı 2 ve daha üzeri ise %50 veya üzerinde stenoz olarak sınıflanır (84). Hem arteriyovenöz hem de drenaj ven stenozu anjioplasti ya da cerrahi revizyon ile tedavi edilebilir. AVF stenozunun en sık görüldüğü bölge anastomoz çevresidir (86).

Drenaj veninin ön duvarının cilt yüzeyinden olan derinliği önkol AVF'si için önkolda, kol AVF'si için kolda ölçülür. Eğer derinlik 0.5 cm ve üzerinde ise 15-gauge iğne ile ulaşım için çok derindedir (87).

AVF anastomoz bölgesinde kan akımı dupleks cihazının debi ölçümü fonksiyonu kullanılarak ml/dakika olarak hesaplanır. Bu ölçüm için fistülün çapı ve pik sistolik hızın doğru bir şekilde ölçülmesi gerekir. PSV ölçümünde açı 60 derece veya altında olacak şekilde ve damar duvarlarına paralel ayarlanmalıdır. PSV'nin anastomoz bölgesinden ölçümü sürekli açının değişmesi nedeniyle zordur (88). Anastomoz bölgesinde kan akımı 500 ml/dakika ve üzerinde ise fistülün hemodiyaliz işlemi için yeterli olma ihtimali daha düşük akımlara göre iki kat daha fazladır. Venöz ap ve debi ölçümünün birleştirilmesi

fistül yeterliliğinin tahmin etme yeteneğini arttırmaktadır. Venöz çapın 4 mm ve üzerinde, debinin ise 500 ml/dakika ve üzerinde olması vakaların %95'inde AVF olgunluğunu doğrulamaktadır. Bu bulguların gerçekleşmediği AVF'lerde ise olgunluk oranı sadece %33 olarak hesaplanmıştır (87).

Drenaj veninin ilk 10 cm'lik segmentinde bulunan aksesuar dallar, drenaj venindeki akımın önemli miktarda yön değiştiresine ve akımın fonksiyonel seviyenin altına inmesine yol açabilir. Akımdaki böyle bir yön değiştirme AVF'nin olgunlaşmamasının sık sebeplerinden biridir (86).

Bazı AVF'li hastalarda venöz hipertansiyon nedeniyle kolda şişme nedeniyle başvurabilir. Bu durumda santral venlerde darlıktan şüphelenilmelidir. Ancak sternum ve klavikula nedeniyle bu santral venöz yapılar direkt ve tam olarak değerlendirilemez. Subklavian ve internal juguler venlerde santral venöz darlık ihtimalinin değerlendirilmesi için indirekt yöntemler olan respiratuvar fazite ve iletilen kardiyak pulsatiliteye bakılabilir (89). Ayrıca AVF'li hastalarda nadiren özellikle diyaliz sırasında el ağrısı ya da hissizlik gibi arteryel çalma belirtileri görülebilir. Spektral ve renkli Doppler ultrasonografi kullanılarak distal radial arterde akım yönü gösterilebilir. Radial arterdeki akım ters yönde ise arteryel çalma tanısı konur. AVF'lerde asemptomatik arteryel çalma görülebileceğini ve klinik olarak hiçbir önemi bulunmadığını bilmek gerekir (85).

AVG'ler AVF'ler ile karşılaştırıldığında hemodiyaliz girişi için daha yüksek stenoz, enfeksiyon ve psödoanevrizma oranları nedeniyle daha az tercih edilen bir yöntemdir (83). Greft stenozu en sık intimal hiperplazi nedeniyle oluşur ve en sık venöz anastomoz bölgesinde görülür (90).

AVG'ler değerlendirilirken transdüser ile minimal basınç uygulayarak besleyici arter, greft, arteryel ve venöz greft anastomozları ile drenaj veni hem transvers hem de longitudinal planlarda incelenmelidir. Greft, greft duvarını temsil eden iki ekojenik paralel çizginin görülmesi ile kolayca tanımlanır. Stenoz varlığı ya da yokluğunun değerlendirilmesine başlamadan önce hastanın anatomisine aşina olmak önemlidir (84).

Besleyici arter içerisinde, greft içerisinde, arteryel ve venöz anastomozlarda ve greftin ortasında pik sistolik hızlar ölçülür. Daha sonra anastomozlarda ve görülen her stenozlarda AVF'lerde olduğu gibi PSV oranları hesaplanır. Eğer anastomoz bölgesinde PSV oranı 2 ya da daha yüksek ise %50 ve üzerinde stenoz olarak sınıflandırılmaktadır. PSV oranı 3 ya da daha yüksek ise %75 ve üzerinde stenozu ifade eder (14,85). Ayrıca drenaj veninde %50 den fazla çap azalmasının görülmesi, sınırdaki PSV değeri ile beraber

pik sistolik hızın 4 m/s'nin üzerinde olması anlamlı stenoz tanısı açısından yardımcı bulgulardır (85).

Çok Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (ÇKBT):

RDUS tetkiki, kolay ulaşılabilen, ucuz ve noninvaziv özelliklerinin olmasına rağmen kullanıcıya bağımlı olması, sanral venöz yapıları değerlendirmede sınırlı kalması ve anjiografik haritalamanın yapılamaması gibi dezavantajları sahiptir (15). ÇKBT anjiografi ise vücudun her bölgesindeki vasküler ağacın görüntülenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (91).

ÇKBT anjiografi tetkiki başlamadan önce 20-gauge intravenöz (IV) katater AVF'nin bulunduğu tarafın ters kolundan uygun yüzeyel venöz yapıya takılır. Hasta pozisyonlandırılırken venöz yapılarda kompresyon meydana gelmemesi için AVF'li kol, vücut arasında küçük bir miktar boşluk bırakılarak vücut yanına yerleştirilir. Kontrast verilecek kol artefaktları azaltmak için baş seviyesinden yukarı doğru pozisyonlandırılır. Yukarıda omuzun üst seviyesi ile aşağıda parmak ucuna kadar olan bölge arteryel fazda taranır (6,21). Kontrastın verildiği kol aşağı lokalizasyondan ziyade yukarı lokalizasyonda olması önerilmektedir ancak kol aşağı lokalizasyonda ise vücuda göre nötral pozisyonunda olmalıdır (21,92).

IV damar yolundan bolus işaretleyicisi ile otomatik tek enjektör sistemi kullanılarak non-iyonik kontrast madde verilir. Bolus işaretleyicisi çıkan aortaya yerleştirilir ve kontrast madde 2 ml/kg şeklinde bolus olarak verilir. Maksimum 150 ml'lik kontrast madde 5 ml/sn hızla verilir. Arteryel faz taraması sırasında anjiografinin rezolüsyonun iyi olması için 0.5 sn gantri rotasyon hızı, 0 derece gantri açısı, 0.750 mm kolimasyon ve 1 mm kesit kalınlığı kullanılmalıdır. Tarama sonrasında elde edilen ham görüntüler ÇKBT teknolojisi sayesinde 3 boyutlu rekonstrüktif yöntemler kullanılarak maximum-intensity projection (MIP) ve volume-rendering teknik (VRT) imajları oluşturulmuştur. MIP ve VRT, 3 boyutlu rekonstrüktif anjiografik yöntemler olup AVF'li hastalarda vasküler haritalamada başarılı bir şekilde kullanılmaktadır (6). ÇKBT anjiografinin lezyonların tespitinde yüksek sensivite ve başarı oranları nedeniyle artık AVF morfolojisini değerlendirmede DSA'dan daha fazla kullanılmaktadır (6,7). ÇKBT anjiografi tetkiki hızlı, non-invaziv ve vasküler haritalama yapılabilmesine rağmen kontrast madde verilmesi ve radyasyon içermesi önemli dezavantajlarıdır (7,11,21).

Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA):

Kontrastlı MRA, diyaliz fistüllerinin görüntülenmesinde alternatif bir yöntemdir. Görüntüleme süresinin uzun olması, kontrast madde kullanılması, AVF bölgesinde türbülant akıma bağlı artefaktlar oluşması ve bazı hastalarda klastrofobi görülmesi kullanımını sınırlamaktadır (6). Ayrıca bazı akım artefaktlarına bağlı santral vasküler yapılarda sınırlı değere sahip olması ve görüntülenen alanın (FOV) sınırlı olması da diğer dezavantajlarıdır. Kontrastlı MRA'nın non-invaziv bir tetkik olması ve radyasyon içermemesi ise üstün özellikleridir (92,93). Yapılan bir çalışmada, AVF stenozlarının tespitinde kontrastlı MRA'nın RDUS'den sensitivitesinin yüksek olduğu görülmüştür (94).

Sayısal Çıkarım Anjiyografi (DSA) – Fistülografi:

Fistülografi, AVF stenozlarının tanısında sıklıkla kullanılan altın standart bir yöntemdir (6,7). Ancak ektravasküler komplikasyonlar hakkında detaylı bilgi vermemesi önemli bir dezavantajdır (21). Psödoanevrizmalar, palpe edilen bir kitle veya greft komşuluğundaki sıvı koleksiyonu gibi ektravasküler komplikasyonlarda öncelikli olarak RDUS kullanılmalıdır (3).

İnvaziv bir teknik oluşu ve kontrast madde kullanımı gerektirmesi dezavantaj olarak görülse de, DSA tekniğinin gelişimi ile hem kullanılan kontrast madde dozu azalmış, hem de kısa bir inceleme süresi ile vasküler anatomiye ayrıntılı bir şekilde değerlendirme olanağı elde edilmiştir (4).

Fistülografinin tanısal kullanımı ÇKBT anjiyografi kullanımına bağlı olarak azalmıştır. Girişimsel radyolog tarafından genellikle girişimsel işlemlerin planması ve tedavi amacıyla uygulanmaktadır (92). AVF'nin venöz kesine retrograd kanülasyon sonrası 4F dilatör yerleştirilir. 5-10 ml non-iyonik kontrast madde ile venöz taraf görüntülenir. Arteriyel anastomozu gösterebilmek için tansiyon aleti manşonu ile veya manuel kompresyonla girişim yerinden geriye doğru retrograd akım sağlanabilir. Görüntüle sırasında magnifikasyon ve açılardırma uygulanarak stenoz bölgeleri tespit edilir. Aynı seansta içerisinde stenoz %50'nin üzerinde ise PTA işlemiyle tedavi edilebilir (94).

İyi bir fistülogram, fistülü oluşturan tüm arteriyel ve venöz sirkülasyonu göstermelidir. Arteriovenöz nativ fistüller için bunun anlamı; arteriovenöz anastomozun, drenaj venlerinin ve santral venlerin yeterli bir şekilde gösterilmesidir. Greftlerde ise;

fistülogramda, arteriyel ve venöz anastomoz, boylu boyunca tüm greft, drenaj venleri ve santral venler tamamıyla incelenebilmelidir (2).

2.6.4. Perkutan Tedavi Yöntemleri

Disfonksiyone fistüllerde, en sık görülen patoloji venöz basınçta artışa neden olan venöz stenoz ve oklüzyonlardır (60). Bu stenozlar, venöz basınçta artış ile fistül kayıplarına neden olabilecek trombozlara yol açmaktadırlar. Bu nedenle, vasküler yollar kaybedilmeden tarama yöntemleri ile saptanıp, biran önce tedavi edilmelidirler. Tromboz gelişen fistüllerde, altta yatan venöz stenozlar tedavi edilmediklerinde hızlı bir şekilde retromboz oluşmaktadır (2,95).

Subklavyan ven ve brakiosefalik ven stenooklüziv patolojileri, geçici veya kalıcı diyaliz amaçlı subklavyan ven kateterizasyonlarının geç komplikasyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Çeşitli çalışmalarda, bu komplikasyon oranının % 11-40 olduğu bildirilmektedir (96).

Venöz stenozların tedavisinde cerrahi ve perkutan girişimsel seçenekler bulunmaktadır. Cerrahi olarak yapılan revizyon işlemleri, patch anjioplasti ve interpozisyon greft plasmanıdır. Bu uygulamaların, toplam açıklık oranları kabul edilebilir düzeyde olmasına karşın, her cerrahi girişimde venöz bir segmentin kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle birkaç revizyon işleminden sonra revizyon için kullanılabilecek ven bulunamayacaktır. Bu nedenle, perkutan tedavi yöntemleri iyi bir alternatif oluşturmaktadır. Venöz stenozların tedavisinde uygulanan girişimsel radyolojik işlemler, perkutan transluminal anjioplasti ve stent implantasyonu prosedürlerini kapsamaktadır. PTA işlemi cerrahiye göre daha az zaman alıcı bir işlemdir, çalışılan vasküler yapılara daha az travma oluşturmaktadır, hasta için stresi az olan bir yöntemdir ve komplikasyon oranı düşüktür. Perkutan yöntemlerin diğer bir avantajı ise, restenoze olan aynı lezyona yapılan tekrarlayan girişimlerin aynı açık kalma oranına sahip olmasıdır (97), ancak cerrahi işlemlerde patensinin her girişimden sonra azaldığı bildirilmektedir (98). Periferik venöz stenozlarda, perkutan yöntem olarak yalnız başına PTA önerilmektedir (99). Stent kullanımının, hemodiyaliz kateterleri ile ilişkili santral venöz stenozlarda oldukça önemli bir rolü vardır (100).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Hasta Grubu

Ocak 2009-Kasım 2011 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Farabi Hastanesi Kalp Damar Cerrahisi polikliniğinde değerlendirilip AVF disfonksiyonu ön tanısı ile kliniğimize gönderilen 60 olgu içinden çalışmamız için gerekli koşulları taşıyan 41 olgu çalışmaya dahil edilmiştir. Sadece RDUS tetkiki yapılan 10 olgu ile sadece ÇKBT tetkiki yapılan 5 olgu çalışmamıza dahil edilmemiştir. Yine 4 olgumuz da altın standart yöntemler olan tanısız fistülografi ya da cerrahi yapılmadığından çalışma dışında bırakılmıştır.

Çalışmamıza dahil ettiğimiz 17'si kadın ve 24'ü erkek toplam 41 hastaya RDUS ve ÇKBT tetkikleri yapılmıştır. Hastaların yaşları 72 ile 16 arasında değişmekte olup ortalama yaşları 55.8'dir. Bu çalışmada; AVF ve greft disfonksiyonu için RDUS ve ÇKBT yapılan 41 hastanın sonuçları altın standart yöntemler olan DSA ve cerrahi sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

Tüm olguların RDUS, ÇKBT, DSA ve cerrahi inceleme raporları hastanemiz bilgi işlem ağı sayesinde geriye dönük olarak taranmıştır.

3.2. Çekim Protokolleri ve Görüntülerin Yorumlanması

RDUS tetkiki, renkli Doppler ultrasonografi cihazında (Sonoline Antares; Siemens, Erlangen, Almanya) 5-10 MHz'lik lineer proba yapılmıştır. Hasta sırtüstü yatar pozisyonda AVF'si bulunan üst ekstremité vasküler yapıları sırasıyla santral vasküler yapılardan başlanarak incelenmiştir. Bu inceleme 5-10 MHz frekansta lineer proba yapılmış olup tetkik süreleri ortalama 30 dakikadır. Tetkik esnasında hem gri skalada hem de spektral renkli Doppler ayarlarında ayrı ayrı incelemeler yapılmıştır. Bu işlem sırasında hastaya invaziv girişim ya da kontrast madde verilmemiştir.

RDUS tetkikinde AVF fistülün debisi, pik-sistolik ve end-diastolik hızları, fistülün çapı ve ciltten derinliği ölçülmüştür. Fistülün tipi, anastomoz bölgesi ile arteriyel ve venöz ayağındaki vasküler yapıların kalibrasyonu, akım hızları, dalga formları ve lümeni değerlendirilmiştir. Bu değerlendirilmeler sonucunda stenoz, oklüzyon, tromboz,

anevrizma-psödoanevrizma, perivasküler komplikasyonlardan ödem, seroma, kanama ve kollateraller gibi patolojiler tespit edilmiştir.

RDUS ile stenozların tespitinde pik sistolik hız oranları ve stenoz bölgesi çapı ile birlikte pik sistolik hızlar kullanılmıştır. Anastomoz stenozlarında, anastomozda ve anastomozun 2 cm proksimalinde besleyici arterde pik sistolik hızlar ölçülmüştür. Daha sonra anastomozdaki PSV, anastomozun 2 cm proksimalindeki PSV'ye bölünerek PSV oranı hesaplanmıştır. Anastomoz bölgesinde PSV oranı 3 ve üzeri değerlere ulaşan olgular anastomoz stenozu olarak kabul edilmiştir. Ayrıca gri-skalada anastomoz bölgesinde belirgin daralmanın görülmesi de yardımcı stenoz bulgusu olarak kullanılmıştır. Drenaj veni değerlendirmesinde, pik sistolik hızlar stenoz bölgesinden ve stenozun 2 cm distal kesiminden ölçülmüştür. PSV oranı stenoz bölgesindeki PSV değerinin, 2 cm distal kesimdeki PSV'ye bölünmesiyle hesaplanmıştır. Drenaj veninde PSV oranı 2 veya daha üzerinde ise anlamlı stenoz olarak kabul edilmiştir. Drenaj veni stenozunda venöz çap için 4 mm ve altı değerler anlamlı stenoz kriteri olarak kullanılmıştır. Ayrıca stenoz bölgesinde renkli Doppler ultrasonografisinde perivasküler artefaktının görülmesi ve pik sistolik hızların 400 cm/sn'nin üzerine çıkması diğer yardımcı bulgular arasında kabul edilmiştir.

Anevrizma tanısında ise komşu venöz çapın 1.5 katı çapa ulaşması tanısal bulgu olarak kullanılmış olup klinik ön tanı ile birlikte değerlendirilmiştir. Psödoanevrizmada, anevrizma içinde ileri geri akım (ying-yang bulgusu) ve psödoanevrizmanın vasküler yapı ile direkt ilişkisinin tespit edilmesi tanısal bulgular olarak kabul edilmiştir. Trombozların tanısında ise vasküler yapının içerisinde hipoekoik yapı görülmesi ve renkli Doppler incelemede damar içinde kanlanmanın olmaması kullanılmıştır.

ÇKBT anjiyografi tetkiki ise RDUS tetkikinden sonra ilgili klinisyenin vasküler haritalama isteği sonucunda 16 dedektörlü çok kesitli BT cihazında (Somatom Sensation, Siemens, Erlanger, Almanya) yapılmıştır. Hastaya AV fistül veya greftin bulunduğu tarafın karşı ekstremitelerinden intravenöz yolla kontrast madde 2 ml/kg dozunda, 4-6 ml/dakika hızla merkezi otomatik enjektör sistemiyle verilmiştir. Anjiyografi işlemi için işaretleyici çıkan aortaya yerleştirilmiş olup kontrast aortada 150 HU dansitesinin üzerine çıktığında topogramla belirlenmiş ekstremiteler otomatik olarak 1 mm kesit kalınlığında taranmıştır. Oluşturulan görüntüler 2 ayrı radyolog tarafından değerlendirilmiştir. Wizard iş istasyonlarında önce ham görüntüler incelenmiş olup sonra ham görüntüler iş istasyonunda 3 boyutlu rekonstrüktif yöntemler kullanılarak maximum intensity projection ve volume rendering teknik görüntüleri oluşturulmuştur. Bu görüntülerle hastanın hem arteriyel hemde

venöz vasküler haritalaması aynı tetkikte yapılmıştır. ÇKBT anjiyografide stenozlar tanımlanırken ve stenozun yüzdesi hesaplanırken DSA tetkikindeki prensipler kullanılmıştır. Şayet AVF ya da greft materyali tromboze ise kontrast madde fistülden venöz ayağa geçemediğinden dolayı venöz kesimin haritalaması yapılamamıştır. Bu hastalarda venöz ayak sadece ham görüntülerden değerlendirilebilmiştir.

3.3. İstatiksel Yöntem

RDUS ve ÇKBT görüntülerden elde olunan AVF disfonksiyonuna yol açan komplikasyonların varlığı, komplikasyona yol açan lezyonun tipi, lezyonların lokalizasyon özellikleri, DSA ve cerrahi sonuçları, olguların yaş ve cinsiyet verileri Windows SPSS software (SPSS Inc., Illinois, USA) ile değerlendirmeye alınmıştır. Ölçümlü değişkenler için ortalama; kategoriksel değişkenler için frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır.

RDUS ve ÇKBT görüntülerden elde olunan istatistiksel sonuçlarla özgüllük, duyarlılık, (+) kestirim değeri ve (-) kestirim değeri hesaplanmıştır.

DSA ve cerrahi sonuçları AVF disfonksiyonlarının tanısında altın standart tanı yöntemi kabul ederek, disfonksiyonlu hastalardan elde olunan RDUS ve ÇKBT görüntülerinin AVF lezyonlarının tanısındaki etkinliklerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon signed rank testi kullanılmıştır. P-değerinin 0.05'in altında olması istatistiksel anlamlılık olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmamıza 17 (%41) 'si kadın 24 (%59) 'ü erkek toplam 41 olgu dahil edilmiştir. Bu olgulardan ikisi 18 yaşın altında olup çocuk yaş grubundadır. Çocuk yaş grubunu oluşturan olguların ikisi de 16 yaşındadır. Olgularımızın en büyüğü 72 yaşında, en küçüğü 16 yaşında olup ortalama yaşları 55.8'dir.

Yaptığımız çalışmada 41 olguda hemodiyaliz amaçlı nativ ya da sentetik greftlerle oluşturulan AVF'ler bulunmaktadır. Bu AVF olgularının 6'sı (%14) arteriyovenöz PTFE greftlerden, 35'i (%76) tanesi ise nativ yani doğal yolla oluşturulan AVF'lerden oluşmaktadır.

Arteriyovenöz PTFE greftlerin üçü kol düzeyinde brakıyobazilik ilmek (loop) greftlerden, biri önkol düzeyinde radyobazilik ilmek greftten ve ikisi de kol düzeyinde brakıyoaksiller düz greftlerden oluşmaktadır. 35 nativ AVF'nin 21'i (%60) brakıyosefalik AVF'lerden oluşmaktadır. Ayrıca altı olguda brakıyobazilik AVF, üç olguda radyosafalik AVF, bir olguda radyobazilik AVF, iki olguda yüksek radyosefalik AVF, bir olguda bazilik ven transpozisyonuyla oluşturulmuş AVF ve bir olguda brakıyoantekubital AVF bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1: AVF ve AVG'li olguların genel özellikleri.

	Fistül tipi	Y	cin	PSV(anas/drenaj)	Fistül çapı	Fistül debisi	Kol-late-ral	Drenaj veni dahı	Lezyonların özellikleri
1	Brakiosefalik AVF	67	E	184/144	5.6	1563	+	+	Subklaviyan ven oklüzyonu
2	RadiobazilikAVF	60	E	220/160	6.3	625	–	–	Bazilik ven anevrizması Bazilik ven stenozu
3	BrakiosefalikAVF	67	E	122/105	3.2	308	–	–	Sefalik vende 2 ayrı stenoz
4	Brakiobazilik AVF	54	E	(-)/(-)	–		–	–	Bazilik vende psödoanevrizma
5	Brakiobazilik AVF	72	E	201/539	6	2527	–	–	Anastomoz stenozu Bazilik ven stenozu
6	Brakiosefalik AVF	63	E	233/(-)	4	1155	+	+	Sefalik ven trombozu
7	Brakiosefalik AVF	16	E	128/55	6.1	1842	–	–	Sefalik vende 2 ayrı stenoz

8	Brakiosefalik AVF	42	E	82/(-)	5.1	400	+	+	Sefalik ven trombozu
9	Brakiosefalik AVF	72	K	164/146	6	1163	-	-	Sefalik ven anevrizması Sefalik vende 2 ayrı stenozu
10	Brakiobazilik AVF	60	E	(-)/(-)	4.7	-	-	-	Anastomoz-bazilik ven trombozu
11	Radiosefalik AVF	55	K	402/266	5.8	4500	-	+	Sefalik vende 2 ayrı anevrizma
12	Brakiobazilik AVG	67	E	128/(-)	4.7	366	-	+	Venöz anastomoz hattı oklüzyonu
13	Yüksek Radiosefalik AVF	66	K	181/63	2.6	1370	-	+	Sefalik psödoanevrizma Sefalik ven anevrizması Bazilik ven anevrizması
14	Brakiobazilik AVG	70	K	145/120	6	1290	-	+	Venöz anastomoz stenozu
15	Brakiosefalik AVF	16	E	133/122	6	1130	-	-	Sefalik ven stenozu Sefalik ven anevrizması
16	Brakiobazilik AVF	42	K	122/111	8	893	-	+	Brakial arter stenozu
17	Bazilik ven transpo	72	E	215/127	6.6	1624	-	-	Bazilik vende iki ayrı stenoz
18	Brakiosefalik AVF	56	K	250/146	4.2	1177	-	-	Sefalik ven anevrizma
19	Brakiosefalik AVF	46	K	103/98	3.4	129	-	-	Anastomoz stenozu Sefalik ven stenozu
20	Radiosefalik AVF	57	E	(-)/(-)	3.2	-	-	-	Anastomoz trombozu Sefalik ven oklüzyonu
21	Brakiosefalik AVF	63	K	75/68	4.2	350	-	-	Sefali ven anevrizması Sefalik vende iki ayrı stenoz
22	Brakiosefalik AVF	59	K	200/ 76	8.1	2387	-	+	Brakiyosefalik ven darlığı Bazilik ven anevrizması Sefalik ven trombozu
23	Brakiosefalik AVF	42	E	82 / (-)	4.6	-	+	+	Sefalik ven trombozu
24	Radiosefalik AVF	55	E	296 / (-)	3	-	-	+	Sefalik ven trombozu
25	Brakiosefalik AVF	59	E	290 / 154	4.2	998	-	+	Sefalik ven stenoz
26	Brakiobazilik AVG	66	K	(-) / (-)	6.3	-	-	-	Arteryel anastomoz psödoanevrizması Graft trombozu

27	Brakiosefalik AVF	65	K	301/130	2.6	962	-	+	Seroma Sefalik ven tenoz
28	Radiobazilik AVG	60	E	140/115	5	643	-	+	Vena kava superior stenozu İnnominant ven trombozu
29	Brakiosefalik AVF	58	E	132/187	4.8	1439	-	+	Sefalik ven anevrizma Sefalik ven stenozu
30	Brakiobazilik AVF	64	K	70/125	6	787	-	+	Bazilik ven anevrizma Bazilik ven stenozu
31	Brakiosefalik AVF	57	E	135/(-)	5	350	-	-	Sefalik ven trombozu
32	Brakiosefalik AVF	66	K	125/45	4.8	325	+	-	Subklaviyan ven oklüzyonu
33	Brakiosefalik AVF	62	K	185/115	4.6	420	-	-	Sefalik ven stenozu
34	Brakioaksiller AVG	68	K	235/35	3.5	352	-	-	Subklavyian ven stenozu
35	Brakiosefalik AVF	52	E	220/87	5.6	1476	+	-	Sefalik ven stenoz
36	Radiosefalik AVF	54	K	215/185	5.1	420	-	-	Sefalik ven stenoz
37	Brakiosefalik AVF	67	E	481/120	4.9	255	-	-	Anastomoz stenozu Sefalik ven stenoz
38	Brakioaksiller AVG	43	E	205/105	6	903	+	-	Seroma
39	Brakioantekubital AVF	44	K	390/198	3.5	664	+	-	Sefalik ven stenozu
40	Brakiosefalik AVF	51	E	185/165	5.7	900	-	-	Sefalik ven stenozu
41	Radiosefalik AVF	43	E	115/65	3	-	+	-	Sefalik ven trombozu

Çalışmamıza dahil ettiğimiz 41 olguda DSA veya cerrahide toplam 64 segmental bölgede lezyon saptanmıştır. Bu lezyonların 35'ini (%54.6) stenoz, 12'sini (%18.7) trombüs, 12'sini (%18.7) anevrizma, 3'ünü (%4.6) psödoanevrizma ve 2'sini (%3.1) de seromalar oluşturmaktadır (Tablo 1).

Prospektif olarak yürüttüğümüz çalışmamızda tüm vasküler ağaç lezyonları için ÇKBT'nin duyarlılığı (sen) %96.8, özgüllüğü (spe) %99.6, (+) kestirim değeri (PPD) %98.4, (-) kestirim değeri (NPD) %99.2, RDUS'un duyarlılığı %85.9, özgüllüğü %99.2, (+) kestirim değeri %96.4, (-) kestirim değeri %96.7 olarak saptanmıştır (tablo 2).

Tablo 2: Vasküler ağaça ait tüm lezyonlarının RDUS ve ÇKBT sonuçlarının Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi

Yöntemler	Sen(%)	Spe(%)	PPD(%)	NPD(%)	Başarı Oranı (%)
RDUS	%85.9	%99.2	%96.4	%96.7	%94.5
ÇKBT	%96.8	%99.6	%98.4	%99.2	%98.5

DSA veya cerrahide saptanan 64 lezyonun 35'ini stenozlar oluştururken, 29'unu ise stenoz dışı lezyon olduğu saptanmıştır. Stenoz olarak tespit edilen 35 lezyonun 26'sında, stenoz olmayan 29 lezyonun 26'sında RDUS ve DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulunmuştur. DSA-cerrahide stenoz tespit edilen 9 lezyonda RDUS'da stenoz saptanamamıştır. RDUS ile stenoz saptanan 3 lezyonda ise DSA-cerrahi sonucunda stenoz saptanamamıştır. RDUS'un stenozları saptamadaki duyarlılığı %74.2, özgüllüğü %90.6, (+) kestirim değeri %89.6, (-) kestirim değeri %76.3 ve başarı oranı %82.6 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide lezyonların 12'sinde trombüs saptanırken, 53'ün de trombüs dışı lezyon izlenmiştir. Trombüs olarak tespit edilen 12 lezyonun 12'sinde, trombüs olmayan 53 lezyonun 53'ünde RDUS ile DSA-cerrahi sonuçları tam uyum göstermiştir. Anevrizma lezyonlarında da RDUS ve DSA-cerrahi sonuçlarının trombüslerle aynı olduğu tespit edilmiştir. Trombüs ve anevrizmaların tanısında RDUS'un duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı % 100 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide lezyonların 3'ünde psödoanevrizma tespit edilirken, 62'sinde ise psödoanevrizma dışında lezyon izlenmiştir. Psödoanevrizma olarak tespit edilen 3 lezyonun 3'ünde, psödoanevrizma olmayan 62 lezyonun 62'sinde RDUS ile DSA-cerrahi sonuçlarının uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Psödoanevrizmaların tanısında RDUS'un duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide lezyonların 2'sinde seroma saptanırken, 63'ünde ise seroma dışı lezyon izlenmiştir. Seroma tespit edilen 2 lezyonun 2'sinde, seroma olmayan 63 lezyonun 63'ünde RDUS ile DSA-cerrahi sonuçlarının uyum göstermektedir. Seroma tanısında RDUS'un duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur (Tablo 3 ve 4).

Tablo 3: AVF Lezyonlarında RDUS ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Karşılaştırılması.

Renkli Doppler Ultrasonografi		DSA veya Cerrahi		Toplam
		Negatif	Pozitif	
Stenoz	Negatif	26	9	35
	Pozitif	3	26	29
Trombüs	Negatif	52	0	52
	Pozitif	0	12	12
Anevrizma	Negatif	52	0	52
	Pozitif	0	12	12
Psödoanevrizma	Negatif	61	0	61
	Pozitif	0	3	3
Seroma	Negatif	62	0	62
	Pozitif	0	2	2

Tablo 4 : AVF Lezyonlarının RDUS ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi

Lezyonlar	RDUS	DSA veya Cerrahi			p	Sen(%)	Spe(%)	PPD(%)	NPD(%)	Başarı Oranı (%)
		DSA	Cer	T						
Stenoz	29	28	7	35	0.083	%74,2	%90,6	%89,6	%76,3	%82,6
Tromboz	12	2	10	12	1	%100	%100	%100	%100	%100
Anevrizma	12	5	7	12	1	%100	%100	%100	%100	%100
Psödoanevrizma	3	0	3	3	1	%100	%100	%100	%100	%100
Seroma	2	0	2	2	1	%100	%100	%100	%100	%100
Toplam	58	35	29	64						

DSA veya cerrahi sonuçunda lezyonların 35’inde stenoz saptanırken, 29’unda da stenoz dışı lezyon izlenmiştir. Stenoz olarak saptanan 35 lezyonun 34’ünde, stenoz olmayan 29 lezyonun 27’sinde ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulunmuştur. DSA-cerrahide stenoz bulunan bir lezyon ÇKBT’de saptanamamıştır. ÇKBT’de stenoz saptanan iki lezyonun ise DSA-cerrahi sonuçunda stenoz olmadığı saptanmıştır. Stenozların tanısında ÇKBT’nin duyarlılığı %97.1, özgüllüğü %93.7, (+) kestirim değeri %94.4, (-) kestirim değeri %96.7 ve başarı oranı %95.4 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahi sonuçunda lezyonların 12’sinde trombüs saptanırken, 53’ünde de trombüs dışı lezyon izlenmiştir. Trombüs olarak tespit edilen 12 lezyonun 12’sinde, tromboz olmayan 52 lezyonun 52’sinde ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçları uyum göstermektedir. Anevrizmaya ait lezyonlarda ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçlarının trombüslerle aynı olduğu tespit edilmiştir. ÇKBT’nin trombüs ve anevrizmaları saptanmadaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı % 100 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahi sonuçunda lezyonların 3’ünde psödoanevrizma saptanırken, 61’inde de psödoanevrizma dışı lezyon izlenmiştir. Psödoanevrizma olarak tespit edilen 3

lezyonun 3'ünde, psödoanevrizma olmayan 61 lezyonun 61'inde ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçları uyum göstermektedir. ÇKBT'nin psödoanevrizmaları saptamadaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur.

Seroma olarak tespit edilen 2 lezyonun 1'inde, seroma olmayan 63 lezyonun 63'ünde ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçları uyum göstermektedir. ÇKBT'nin seroma olarak saptayamadığı 1 tane lezyonda, DSA-cerrahi sonucunda seroma saptamıştır. Seroma saptanmasında ÇKBT'nin duyarlılığı %50, özgüllüğü %100, (+) kestirim değeri %100, (-) kestirim değeri %98.4 ve başarı oranı %80.1 olarak bulunmuştur (Tablo 5 ve 6).

Tablo 5: AVF Lezyonlarında ÇKBT ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Karşılaştırılması.

ÇKBT		DSA veya Cerrahi		Toplam
		Negatif	Pozitif	
Stenoz	Negatif	27	1	28
	Pozitif	2	34	36
Trombüs	Negatif	52	0	52
	Pozitif	0	12	12
Anevrizma	Negatif	52	0	52
	Pozitif	0	12	12
Psödoanevrizma	Negatif	61	0	61
	Pozitif	0	3	3
Seroma	Negatif	62	1	63
	Pozitif	0	1	2

Tablo 6: AVF Komplikasyonlarında ÇKBT ile DSA-Cerrahi Sonuçların Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi

Lezyonlar	MDBT	DSA veya Cerrahi			p	Sen(%)	Spe(%)	PPD(%)	NPD(%)	Başarı Oranı (%)
		DSA	Cer	T						
Stenoz	36	28	7	35	0.564	%97,1	%93,7	%94,4	%96,7	%95,4
Trombus	12	2	10	12	1	%100	%100	%100	%100	%100
Anevrizma	12	5	7	12	1	%100	%100	%100	%100	%100
Psödoanevrizma	3	0	3	3	1	%100	%100	%100	%100	%100
Seroma	1	0	2	2	0.317	%50,0	%100	%100	%98,4	%80,1
Toplam	64	35	29	64						

DSA veya cerrahide saptanan 35 stenoz lezyonunun, 5'i (%14) juksta-anastomoz, 24'ü (%68) drenaj veninde, 5'i (%14) santral venlerde ve 1'i (%3) de besleyici arter lokalizasyonunda tespit edilmiştir.

DSA veya cerrahide 35 stenoz lezyonunun 5'i juksta-anastomoz stenozu, diğer 30'u ise anastomoz dışı stenozlardan oluşmaktadır. Juksta-anastomoz stenozu olarak saptanan 5 lezyonun 4'ünde, juksta-anastomoz stenozu olmayan 30 lezyonun 29'unda RDUS ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulundu. DSA-cerrahide juksta-anastomoz stenozu tespit edilen 1 lezyonda RDUS'da stenoz saptanamamıştır. RDUS'da juksta-anastomoz stenoz saptanan 1 lezyonda ise DSA-cerrahi sonuçunda stenoz saptanamamıştır. Juksta-anastomoz stenozların tanısında RDUS'un duyarlılığı %80, özgüllüğü %96,6, (+) kestirim değeri %80, (-) kestirim değeri %96,6 ve başarı oranı %88,3 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide 35 stenoz lezyonunun 24'ünde drenaj veni stenozu, diğer 11'inde ise drenaj veni dışındaki stenozlardan oluşmaktadır. Drenaj veni stenozu olarak saptanan 24 lezyonun 20'sinde, drenaj veni stenozu olmayan 11 lezyonun 9'unda RDUS ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulundu. DSA-cerrahide drenaj veni stenozu tespit

edilen 4 lezyonda RDUS'da stenoz saptanamamıştır. RDUS'da drenaj veni stenozu saptanan 2 lezyonda ise DSA-cerrahide stenoz saptanamamıştır. Drenaj veni stenozunun tanısında RDUS'un duyarlılığı %83.3, özgüllüğü %85.7, (+) kestirim değeri %90.9, (-) kestirim değeri %75 ve başarı oranı %83.7 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide 35 stenoz lezyonunun 5'i santral ven stenozu, diğer 30'u ise santral ven dışı stenozlardan oluşmaktadır. Santral ven stenozu olarak saptanan 5 lezyonun 1'inde, santral ven stenozu olmayan 30 lezyonun 30'unda RDUS ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulundu. DSA-cerrahide santral ven stenozu tespit edilen 4 lezyonda RDUS'da stenoz saptanamamıştır. Santral ven stenozunun tanısında RDUS'un duyarlılığı %20, özgüllüğü %100, (+) kestirim değeri %100, (-) kestirim değeri %89.1 ve başarı oranı %77.2 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide saptanan 35 stenoz lezyonunun 1'i besleyici arter stenozu, diğer 34'ü ise besleyici arter dışındaki stenozlardan oluşmaktadır. Besleyici arter stenozu saptanan 1 lezyon 1'inde ve besleyici arter stenozu saptanmayan 34 lezyonun 34'ünde RDUS ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulunmuştur. RDUS'un besleyici arter stenozlarını saptanmasındaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur (Tablo 7 ve 8).

Tablo 7: Stenozların Lokalizasyonlarına Göre Dağılımının RDUS ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Karşılaştırılması.

Renkli Doppler Ultrasonografi		DSA veya Cerrahi		Toplam
		Negatif	Pozitif	
Anastomoz stenozu	Negatif	29	1	30
	Pozitif	1	4	5
Drenaj veni stenozu	Negatif	9	4	13
	Pozitif	2	20	22
Santral ven stenozu	Negatif	30	4	34
	Pozitif	0	1	1
Besleyici arter stenozu	Negatif	34	0	34
	Pozitif	0	1	1

Tablo 8: Stenozların Lokalizasyonlarına Göre Dağılımının RDUS ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi

Stenozlar	RDUS	DSA veya Cerrahi			p	Spe(%)	Sen(%)	PPD(%)	NPD(%)	Başarı Oranı (%)
		DSA	Cer	T						
Juksta-anastomoz stenozu	5	3	2	5	1	%80	%96,9	%80	%96,6	%88.3
Drenaj veni stenozu	21	21	3	24	0.414	%83.3	%85.7	%90.9	%75	%83.7
Santal venöz stenoz	1	3	2	5	0.046	%20	%100	%100	%89.1	%77.2
Besleyici arter stenozu	1	1	0	1	1	%100	%100	%100	%100	%100
Toplam	28	28	7	35						

DSA veya cerrahide 35 stenoz lezyonunun 5'i anastomoz lokalizasyonunda, diğer 30 stenozun ise anastomoz dışında olduğu saptanmıştır. Juksta-anastomoz stenozu saptanan 5 lezyonun 5'inde, juksta-anastomoz stenozu olmayan 30 lezyonun 29'unda ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulundu. ÇKBT ile juksta-anastomoz stenozu saptanan 1 lezyonda ise DSA-cerrahi sonuçunda stenoz saptanmamıştır. ÇKBT'nin juksta-anastomoz stenozlarını saptamadaki duyarlılığı %100, özgüllüğü %90.6, (+) kestirim değeri %83.3, (-) kestirim değeri %100 ve başarı oranı %93.4 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide sonuçlarında 35 stenoz lezyonunun 24'ü drenaj veni stenozu, diğer 11'i ise drenaj veni dışındaki stenozlardan oluşmaktadır. Drenaj veni stenozu olarak saptanan 24 lezyonun 23'ünde, drenaj veni stenozu olmayan 11 lezyonun 10'unda ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulundu. DSA-cerrahide drenaj veni stenozu tespit edilen 1 lezyonda ÇKBT'de stenoz saptanamamıştır. ÇKBT'de drenaj veni stenozu saptanan 1 lezyonda ise DSA-cerrahi sonuçunda stenoz saptanmamıştır. ÇKBT'nin drenaj veni stenozlarını saptamadaki duyarlılığı %95.8, özgüllüğü %92.8, (+) kestirim değeri %95.8, (-) kestirim değeri %92.8 ve başarı oranı %94.3 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide saptanan 35 stenoz lezyonunun 5'i santral venlerde, diğer 30'u ise santral venlerin dışında olduğu saptanmıştır. Santral ven stenozu olan 5 lezyonun 5'inde, santral ven stenozu olmayan 30 lezyonun 30'unda ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulunmuştur. ÇKBT'nin santral stenozları saptamadaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur.

DSA veya cerrahide saptanan 35 stenoz lezyonunun 1'i besleyici arterde, diğer 34'ü ise beleyici arter dışında olduğu saptanmıştır. Besleyici arter stenozu saptanan 1 lezyonun 1'inde, besleyici arter stenozu olmayan 34 lezyonun 34'ünde ÇKBT ile DSA-cerrahi sonuçları uyumlu bulunmuştur. ÇKBT'nin besleyici arter stenozlarını saptanmadaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur (Tablo 9 ve 10).

Tablo 9: Stenozların Lokalizasyonlarına Göre Dağılımının ÇKBT ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Karşılaştırılması.

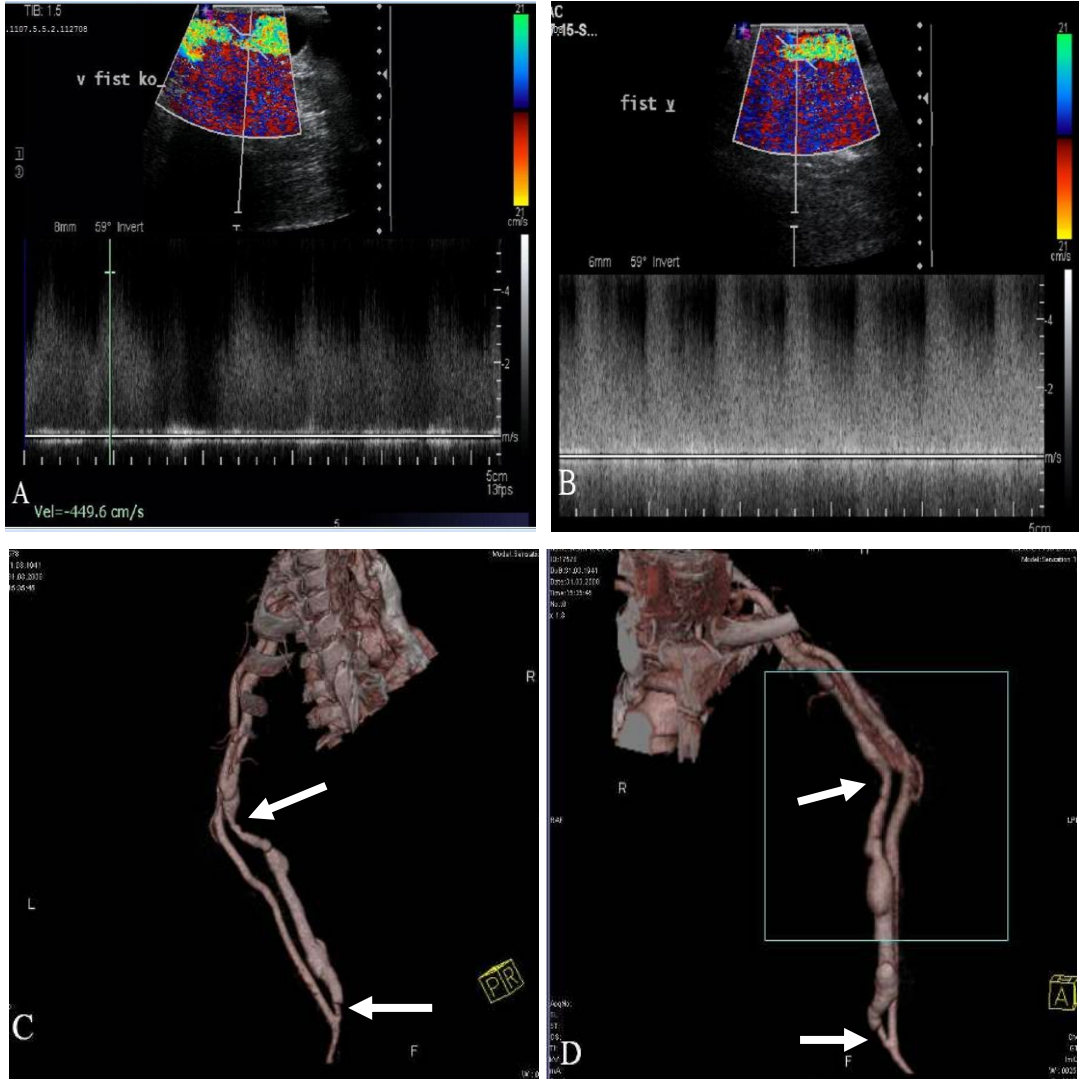
ÇKBT Anjiyografi		DSA veya Cerrahi		Toplam
		Negatif	Pozitif	
Anastomoz stenozu	Negatif	29	0	29
	Pozitif	1	5	6
Drenaj veni stenozu	Negatif	10	1	11
	Pozitif	1	23	24
Santral ven stenozu	Negatif	30	0	30
	Pozitif	0	5	5
Besleyici arter stenozu	Negatif	34	0	34
	Pozitif	0	1	1

Tablo 10: Stenozların Lokalizasyonlarına Göre Dağılımının ÇKBT ile DSA-Cerrahi Sonuçlarının Wilcoxon Signed Rank Testi Analizi

Stenozlar	MDBT	DSA veya Cerrahi			p	Spe(%)	Sen(%)	PPD(%)	NPD(%)	Başarı Oranı (%)
		DSA	Cer	T						
Juksta-anastomoz stenozu	6	3	2	5	0.317	%100	%96,9	%83,3	%100	%95
Drenaj veni stenozu	24	21	3	24	1	%95,8	%92,8	%95,8	%92,8	%94,3
Santal venöz stenoz	5	3	2	5	1	%100	%100	%100	%100	%100
Besleyici arter stenozu	1	1	0	1	1	%100	%100	%100	%100	%100
Toplam	36	28	7	35						

4.1. OLGU ÖRNEKLERİ

Olgu 1: 72 yaşında erkek hastanın brakiyobazilik AVF'si mevcut. RDUS ve ÇKBT görüntülerinde juksta-anastomoz ve dreaj veni stenozları.

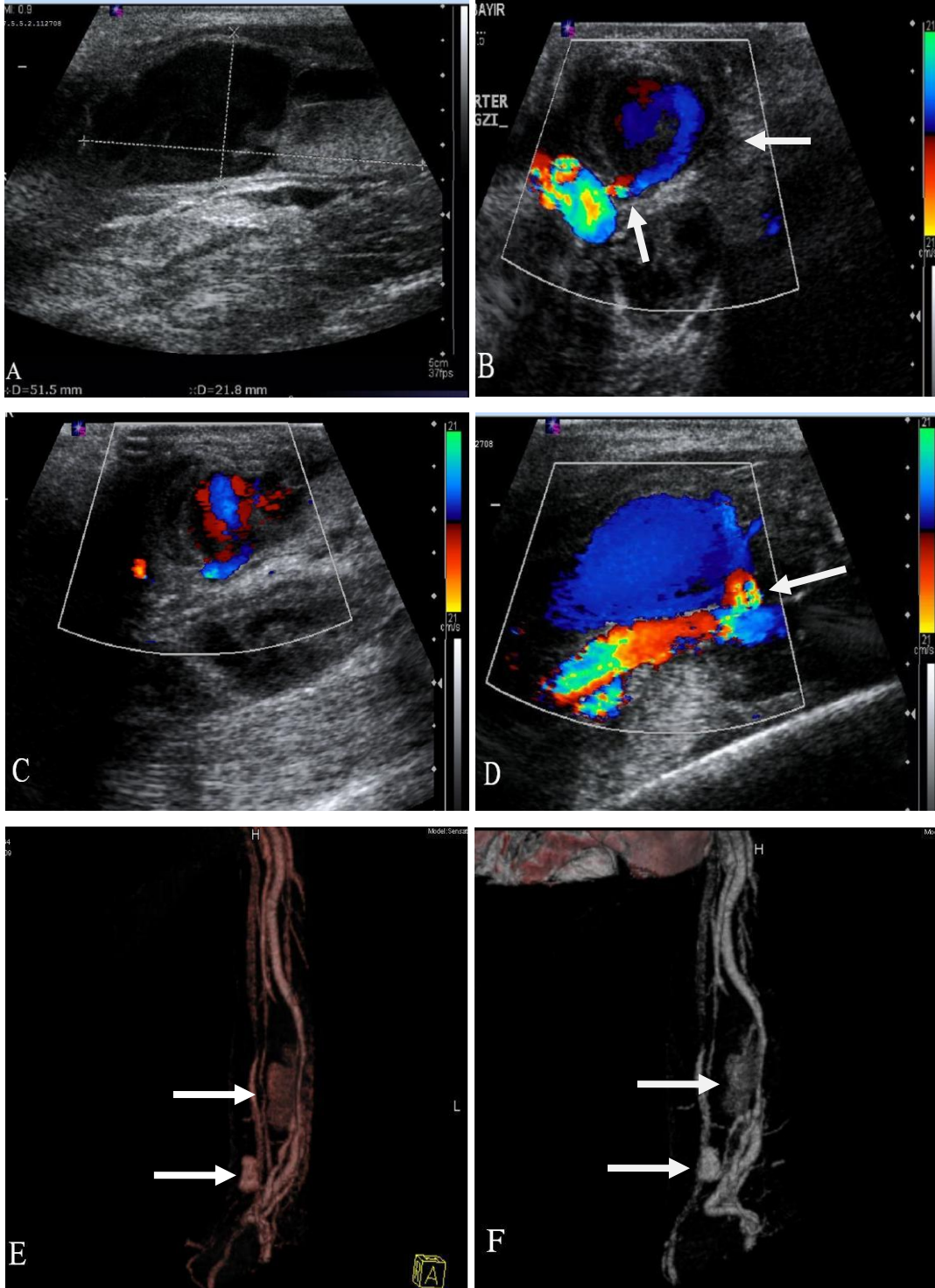


A. RDUS'da drenaj veninde PSV'nin 449 cm/sn, PSV oranı 2'nin üzerinde stenoz

B. RDUS'da anastomoz komşuluğunda PSV 500 cm/sn ve PSV oranı da 3'ün üzerinde ölçülen stenoz

C,D. ÇKBT'de drenaj veninde ve juksta-anastomoz bölgesinde stenozlar

Olgu 2 : 54 yaşında erkek hastanın brakiyobazilik AVF'si mevcuttur. Gri-sakala, RDUS ve ÇKBT görüntülerde drenaj veni komşuluğunda psödoanevrizmalar.

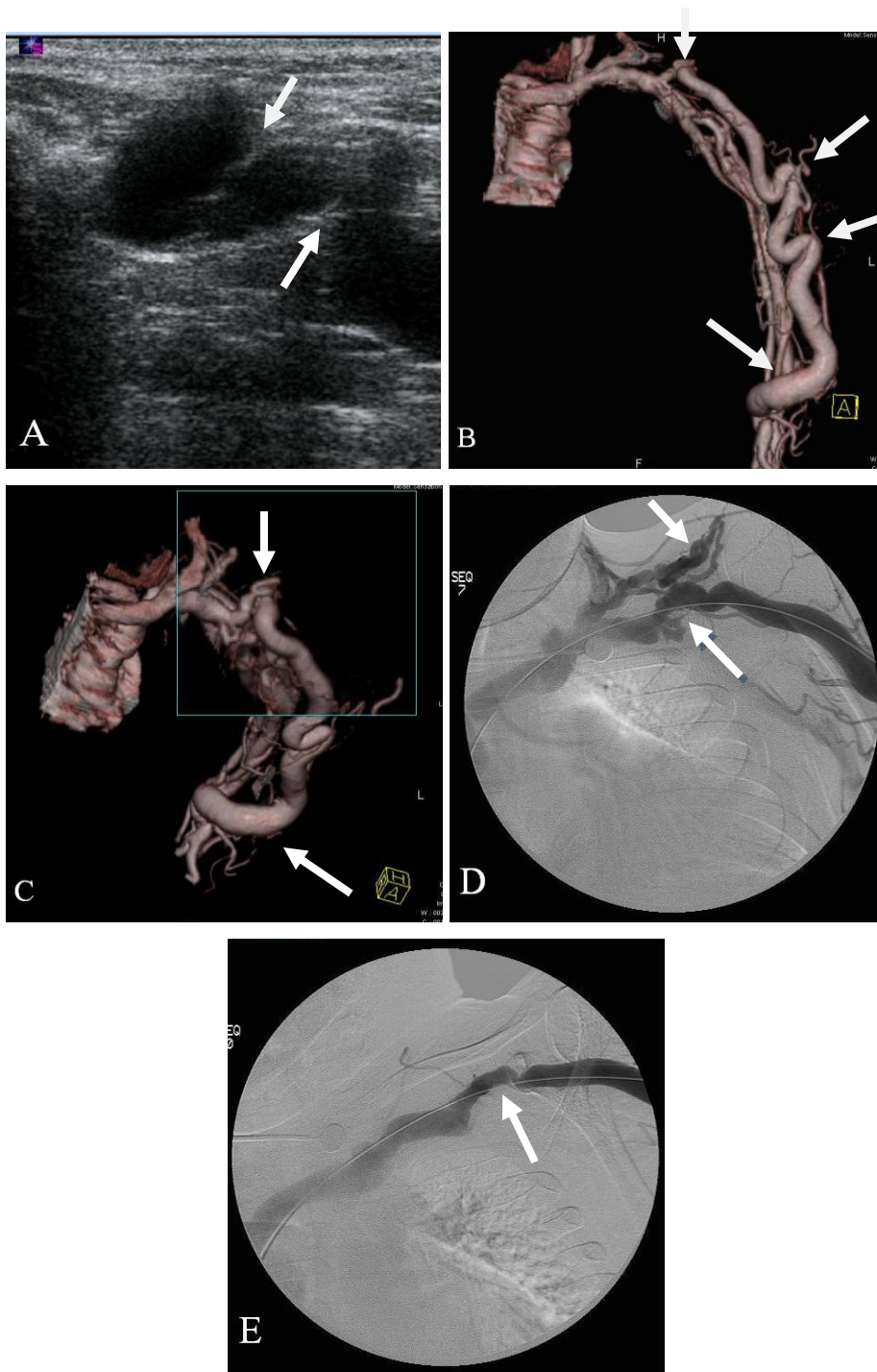


A,B. RDUS'da psödoanevrizma ağzından içine kanın türbülans oluşturarak dolması.

C,D. RDUS'da ying-yang bulgusu ve psödoanevrizmanın ağzı

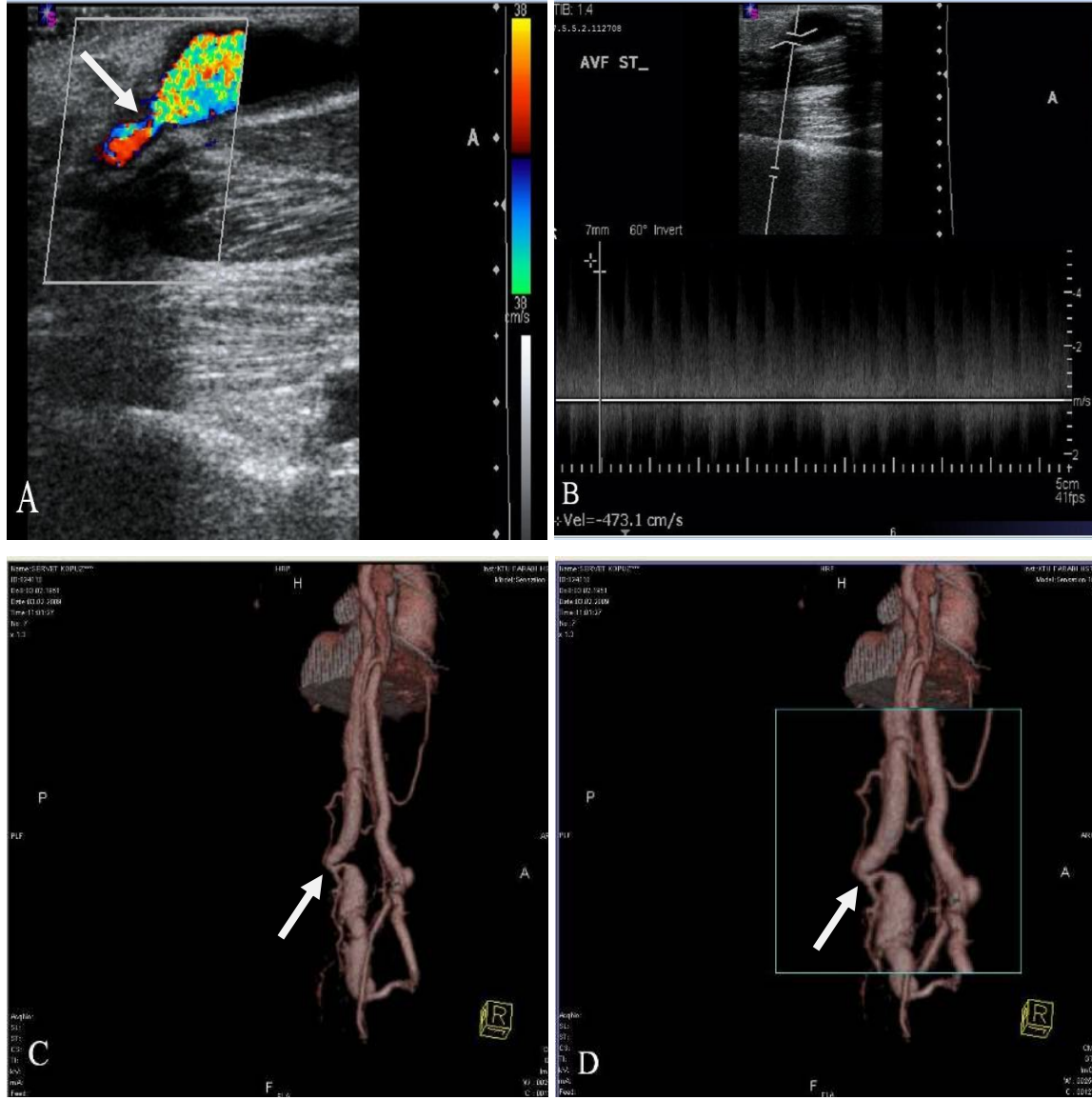
E,F. ÇKBT'de drenaj veni komşuluğunda psödoanevrizma ve tomboze psödoanevrizma

Olgu 3 : 16 yaşındaki erkek hastanın brakiyosefalik AVF'si mevcuttur. Gri-sakala US, ÇKBT ve DSA'da anevrizmatik genişleme ve stenozlar.



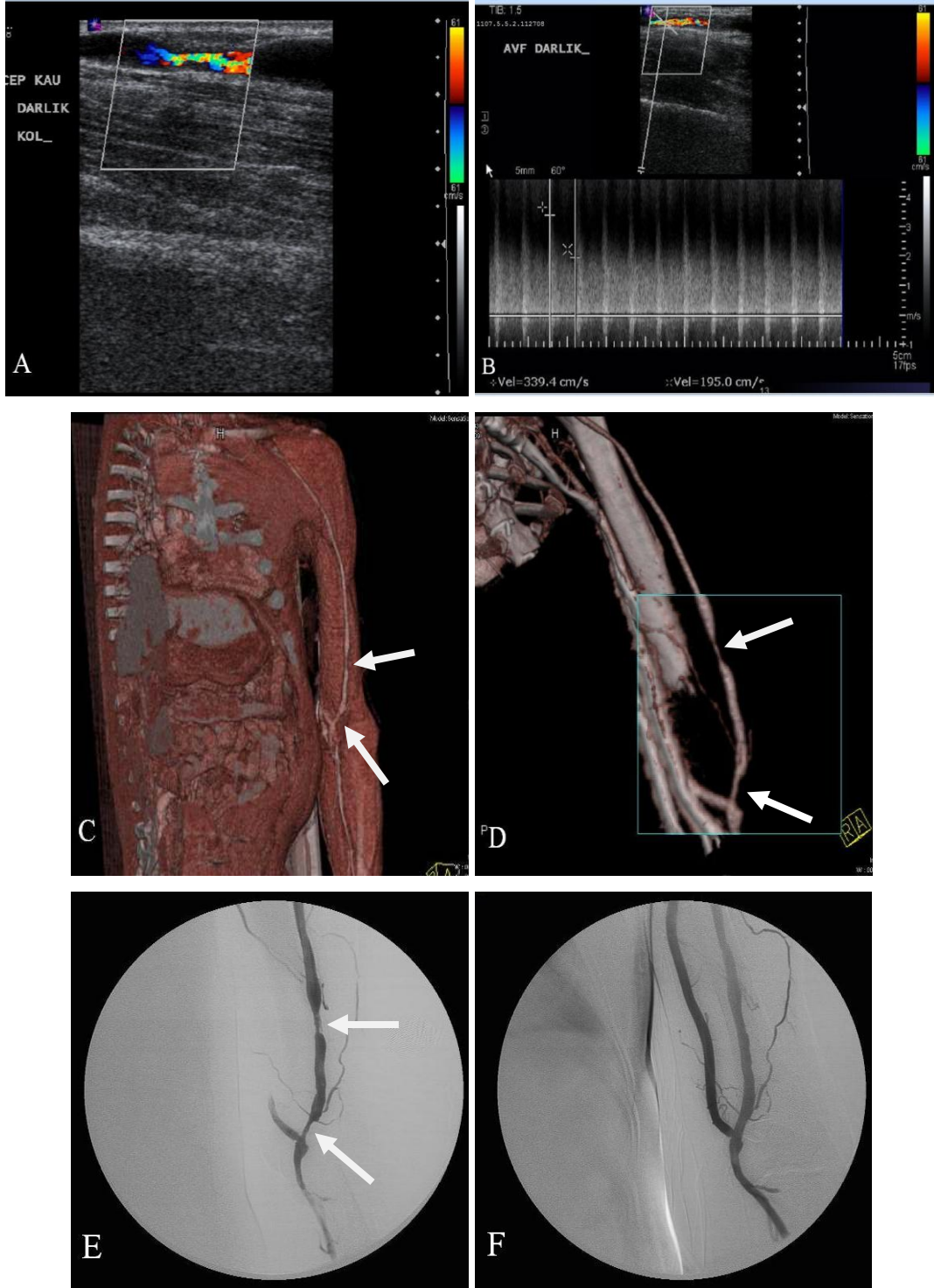
- A.** Gri sakala US'da drenaj veninde tortioze stenozlar alanları
- B,C.** ÇKBT'de sefalik vende anevrizmatik dilatasyon, vasküler kingler ve tortioze stenozlar
- D.** DSA'da sefalik ven proksimal kesimde tortioze darlıklar ve kollateral yollar
- E.** PTA sonrasında stenoz ve kollateral yolların ortadan kalktığı izleniyor

Olgu 4 : 60 yaşındaki erkek hastanın radiyobazilik AVF'si mevcuttur. RDUS ve ÇKBT görüntülerde drenaj veninde stenoz ve stenoz distalinde anevrizma gelişimi.



- A.** RDUS'da drenaj veninde stenoz bölgesinde türbülant akıma bağlı renk cümbüşü ve stenoz distalinde anevrizma gelişimi
- B.** Puls Doppler US'de stenoz bölgesinde akım hızı 473 cm/sn, PSV oranı 2'nin üzerinde olduğu dikkati çekmektedir
- C,D.** ÇKBT'de drenaj veininde yan dalın birleşme bölgesinde stenoz, stenoz distalinde anevrizmatik gelişimi

Olgu 5 : 67 yaşında erkek hastanın brakiyosefalik AVF'si mevcuttur. RDUS ve ÇKBT'de drenaj veninde ve juksta-anastomoz stenozları

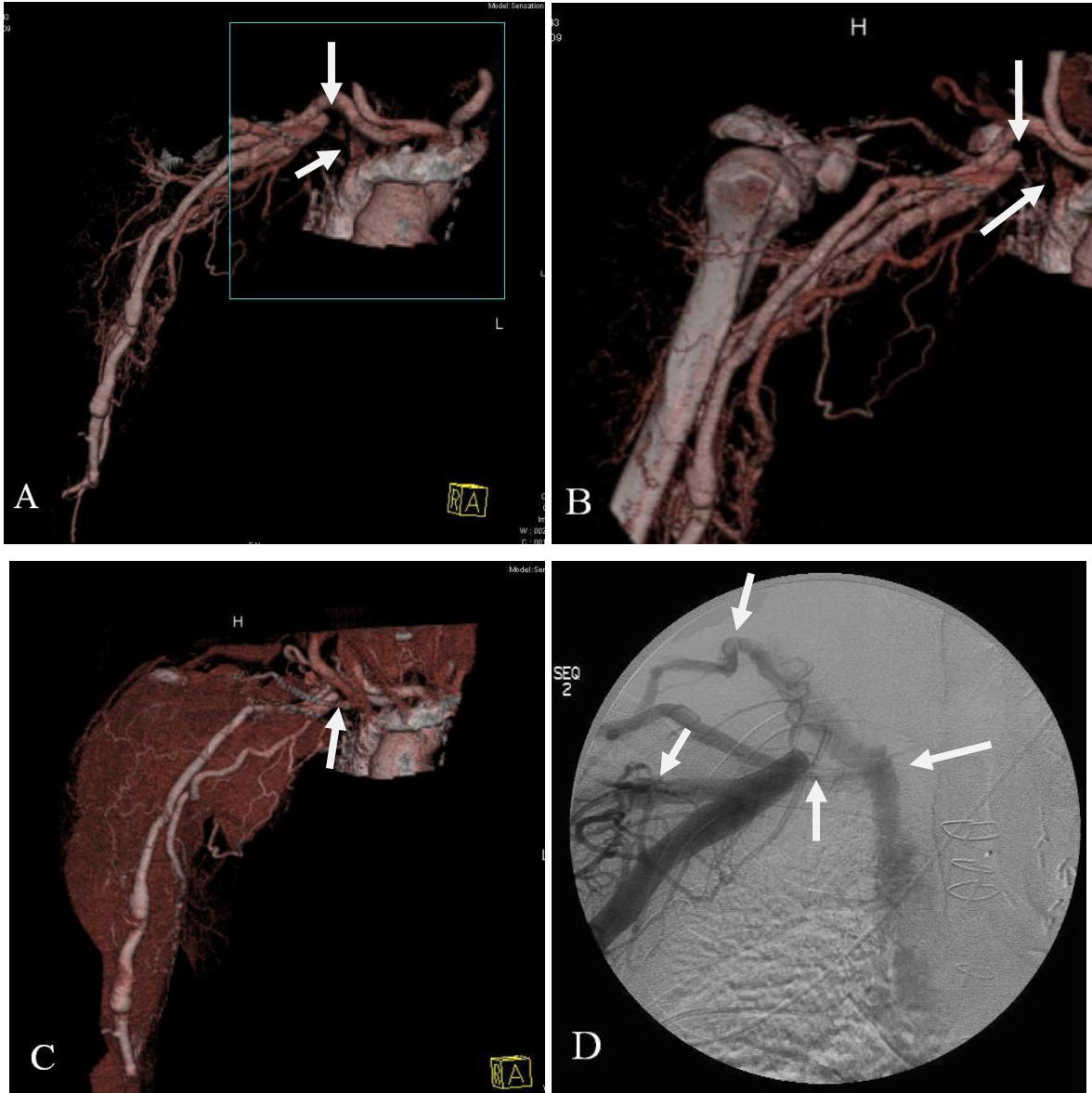


A,B. RDUS'da drenaj stenozunda PSV 339 cm/sn, PSV oranı 2'nin üzerinde

C,D. ÇKBT'de drenaj veni ve juksa-anastoz stenozları

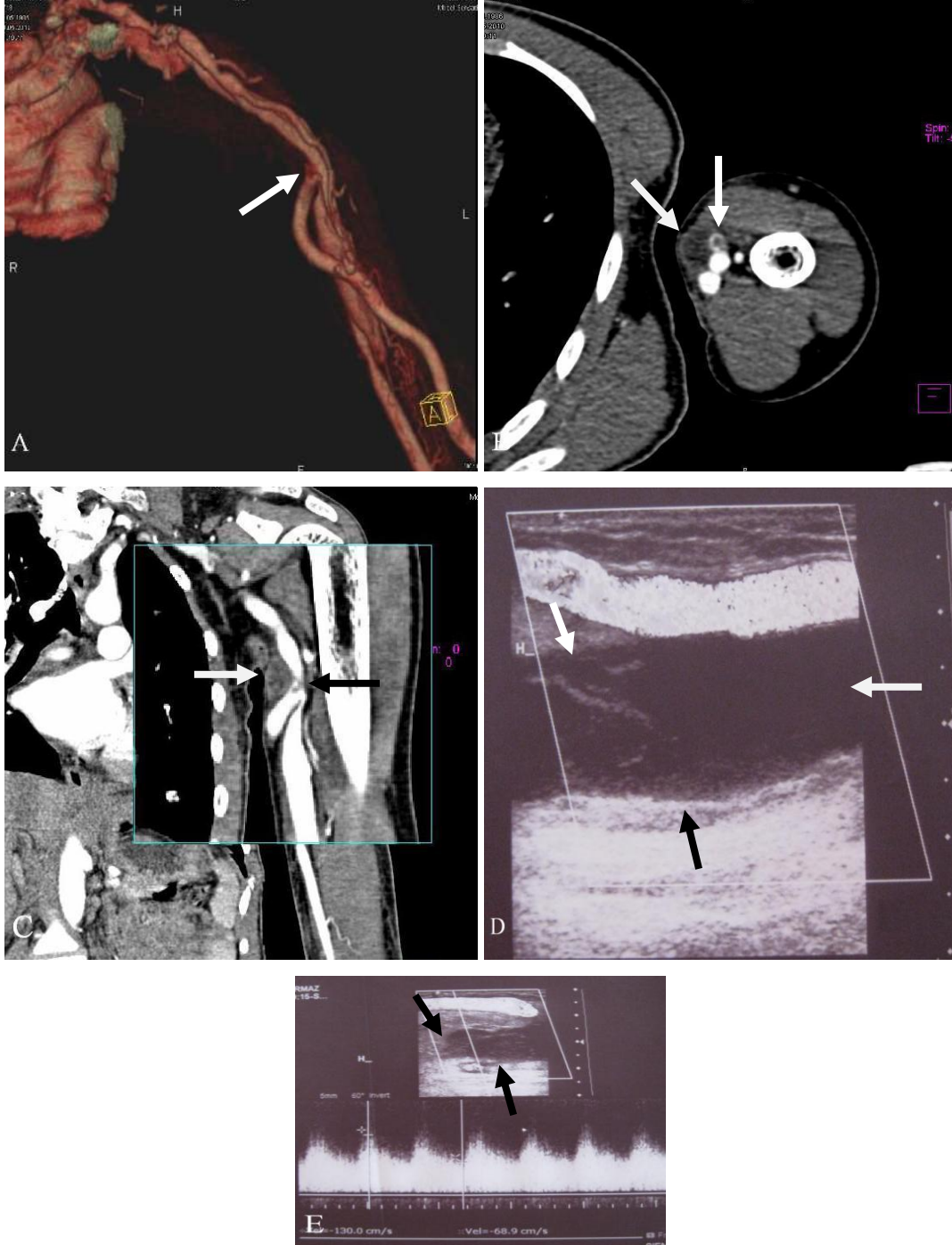
E,F. Fisülografide stenozlar ve PTA sonrasında tam açıkma sağlanmıştır

Olgu 6 : 67 yaşındaki erkek hastanın brakiosefalik AVF'si mevcuttur. ÇKBT ve DSA (fistülografi) görünürlerde santral venlerde tam oklüzyon ve kollateral gelişmesi



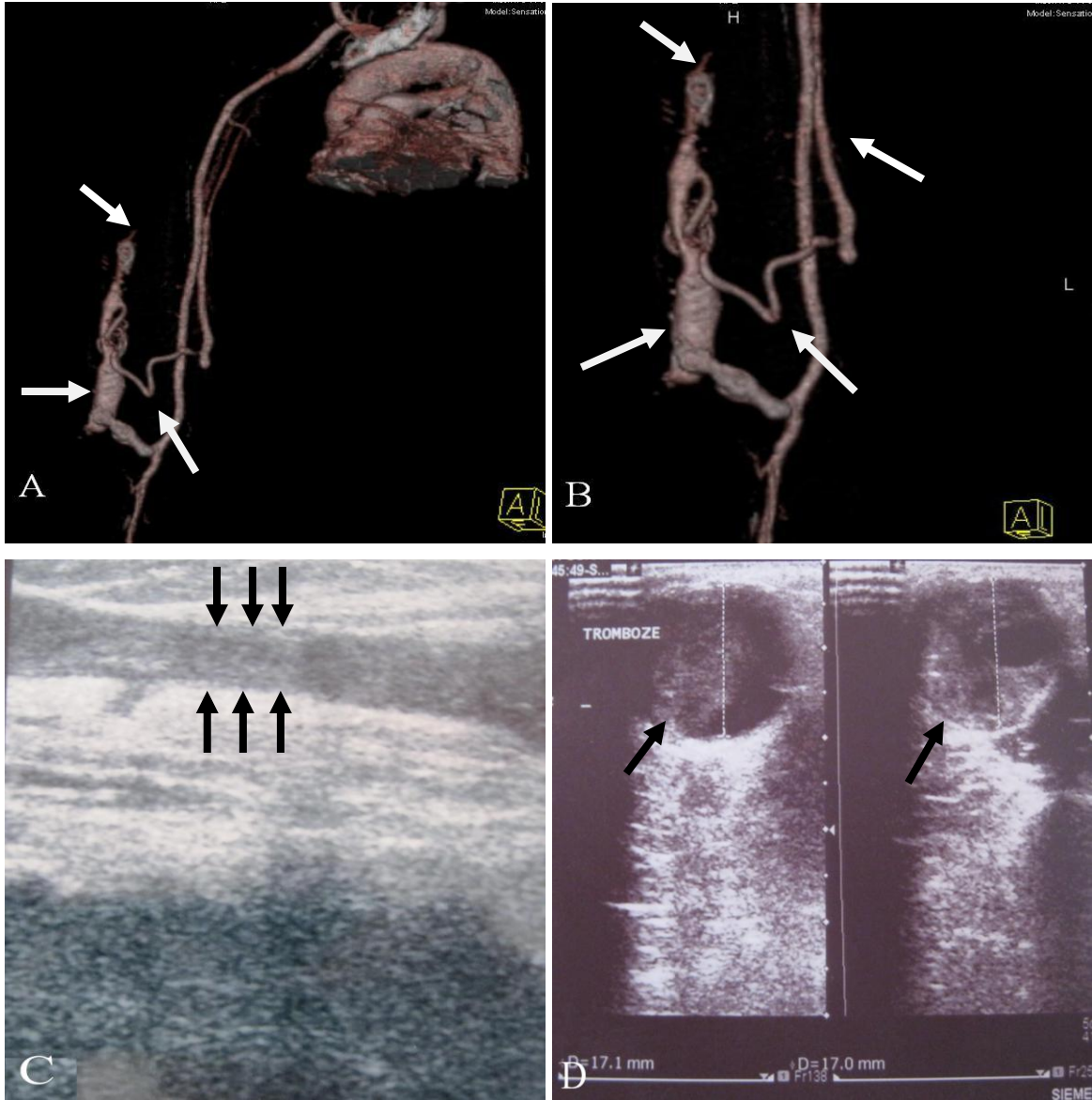
- A,B.** ÇKBT’de subklaviyan ve brakiosefalik trunkusta tam oklüzyon ve buna bağlı gelişmiş yoğun kollateraller, brakiosefalik trunkusun bir kesimi alttan dolmaktadır
- C.** ÇKBT’de subklaviyan ve brakiosefalik trunkusta tam oklüzyon ve yüzeyel kollateraller
- D.** DSA (fistülografi)’de subklaviyan vende tam oklüzyon, brakiosefalik trunkus kollateral aracılığı ile doluyor ve yoğun kollatraller izlenmektedir

Olgu 7 : 43 yaşında erkek hastada brakiyoaksiller AV düz greft mevcuttur. ÇKBT ve RDUS'da venöz anastomoz komşuluğunda seroaya ait lezyon



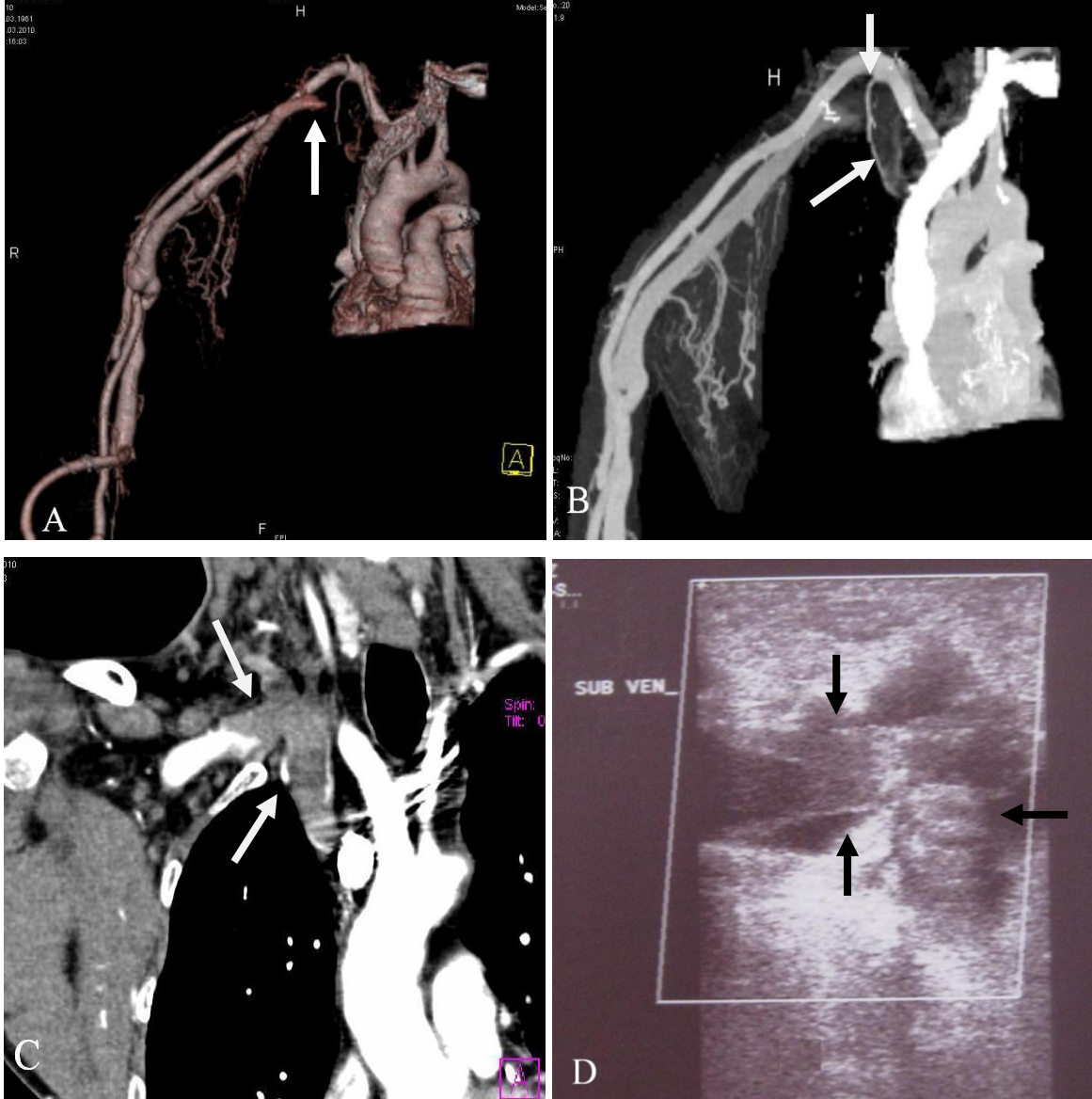
- A.** ÇKBT VRT görüntülerde venöz anastomoz hattında sadece oklüzyon izleniyor
- B,C.** Reformat görüntülerde anastomoz komşuluğunda seroma ve ven içinde trombüse bağlı tam oklüzyon mevcuttur
- D,E.** RDUS'da seroma içerisinde kanlanma olmadığı, seroma komşuluğun damarlar içindeki akım izlenmektedir

Olgu 8 : 42 yaşında bayan hastanın braiyosefalik AVF'si mevcuttur. ÇKBT ve gri-skala US'de drenaj veninde trombüs ve trombüs distalinde anevrizma gelişimi



- A,B.** ÇKBT'de renaj veninde tombüse bağlı tam oklüzyon, oklüzyonun distalinde sefalik ven ile bazilik ven arasında akımı sağlayan genişlemiş bir kollateral ve sefalik vende anevrizma gelişimi
- C.** Gri-skala US'de drenaj venindeki geniş segment tam oklüzyon oluşturan trombüs
- D.** Gri-skala US'de anerizma ve içindeki akıma izin veren trombüsler

Olgu 9 : 60 yaşında bayan hasta radiyobazilik AV loop grefti mevcuttur. ÇKBT ve RDUS incelemede subkalviyan ven ve brakiosefalik trunkusta stenoza bağlı trombüs



- A. ÇKBT VRT görüntülerde subklaviyan vende tam oklüzyon izlenmektedir
- B. ÇKBT MIP görüntülerde subklaviyan ven ve brakiosefalik trunkusta proksimaldeki stenoz sonrası trombüs oluşumu mevcuttur.
- C. ÇKBT reformat görüntülerde subklaviyan ven ve brakiosefalik trunkusta proksimaldeki stenoza bağlı gelişmiş trombüs mevcuttur.
- D. RDUS'da klavikulanın kenarından açılandırarak yapılan incelemede subklaviyan ven ve brakiosefalik trunkusta akıma izin vermeyen hiperekoik trombüs materyali izlenmektedir

5. TARTIŞMA

Hemodiyaliz amaçlı vasküler girişim yolları, nativ AV fistülleri, AV greftleri ve kalıcı ya da geçici santral venöz kateterleri kapsamaktadır. Uzun dönem hemodiyaliz tedavisinde, iyi fonksiyon gören bir vasküler fistüle ihtiyaç vardır. Hemodiyaliz hastalarında en önemli komplikasyon, bu AVF ve greftlerin disfonksiyonlarıdır (2,4). AVF yetmezliğine yol açan nedenlerin başında venöz stenozlar gelmektedir. Daha az sıklıkla stenoz ya da oklüzyona bağlı gelişen trombüs, venöz hipertansiyona bağlı gelişen anevrizmanın yanısıra daha seyrek görülen psödoanevrizma, seroma ve arteriyel çalma sendromu yer almaktadır (5). DSA'da yapılan fistülografi, AVF disfonksiyonlarının tanı ve tedavisinde sıklıkla kullanılan altın standart radyolojik yöntemdir (9,10). Ancak DSA'nın invaziv bir yöntem olması, hasta ve çalışan personelin işlem sırasında radyasyona maruz kalması ve kontrast madde kullanımı nedeniyle invaziv olmayan veya minimal invaziv yöntemleri gündeme gelmiştir (7,11).

DSA dışında non-invaziv ya da minimal invaziv yöntemlerden renkli Doppler ultrasonografi (RDUS), manyetik rezonans anjiyografi (MRA) ve son gelişmeler ışığında çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) gibi radyolojik inceleme yöntemleri, hemodiyaliz fistüllerinin disfonksiyonlarında tanısal amaçlı kullanılmalarının yanı sıra tedavi işlemlerine yol gösterici olma özelliğine sahiptirler.

Kliniğimizde AVF disfonksiyonuna yol açan lezyonlarda sıklıkla kullandığımız RDUS ve ÇKBT'nin başarısını saptamak amacıyla elde ettiğimiz veriler DSA ve cerrahi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Prospektif olarak yürüttüğümüz çalışmamızda tüm vasküler ağaç lezyonları için ÇKBT'nin duyarlılığı %96.8, özgüllüğü %99.6, RDUS'un duyarlılığı %85.9, özgüllüğü %99.2 bulunmuştur.

Çalışmamıza dahil ettiğimiz 41 AVF disfonksiyonlu hastada altın standart yöntemler olan DSA ya da cerrahi ile 67 segmental bölgede toplam 64 lezyon saptanmıştır. Lezyonlar stenoz, trombüs, anevrizma, psödoanevrizma ve seromalar olarak gruplandırılmıştır. AVF disfonksiyonlu hastalarda tespit edilen 64 lezyon içerisinde 35 farklı segmentte stenoz saptanmıştır. Diğer farklı segmentteki lezyonların 12'sinin trombüs, 12'sinin anevrizma, 3'ünün psödoanevrizma ve 2'sinin de seroma olduğu tespit edilmiştir. Stenozlar kendi içerisinde lokalizasyonlarına göre besleyici arter stenozları, juksta-anastomoz stenozları, drenaj veni stenozları ve santral venöz stenozlar olarak

ayrılmıştır. ÇKBT ile iki segmental bölgede tortiyoziteye bağlı yanlış pozitif stenoz tespit edilmiştir. RDUS ile bir segmental bölgede stenoz izlenmesine karşın bu bölgede DSA'da lezyon saptanmamıştır.

Bizim çalışmamızda altın standart yöntemler olan DSA ya da cerrahide stenoz tanısı koyulan 35 lezyonu RDUS'un doğru saptamada duyarlılığı %74.2, özgüllüğü %90.6, pozitif kestirim değeri %89.6, negatif kestirim değeri %76.3 ve başarı oranı %82.6 olarak bulunmuştur. DSA ya da cerrahide trombüs, anevrizma, psödoanevrizma ve seroma tanısı koyulan lezyonları RDUS'un saptamadaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranları % 100 olarak tespit edilmiştir.

Bizim çalışmamızda AVF disfonksiyonuna yol açan, DSA ve cerrahi ile stenoz tanısı koyulan 35 lezyonu ÇKBT'nin doğru saptamada duyarlılığı %97.1, özgüllüğü %93.7, (+) kestirim değeri %94.4, (-) kestirim değeri %96.7 ve başarı oranı %95.4 olarak bulunmuştur. DSA ya da cerrahide trombüs, anevrizma ve psödoanevrizma tanısı koyulan lezyonları ÇKBT'nin doğru saptamada duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri ve (-) kestirim değeri ve başarı oranları % 100 olarak tespit edilmiştir. DSA ve cerrahi ile seroma tanısı koyulan 2 lezyonu doğru saptamada ÇKBT'nin duyarlılığı %50, özgüllüğü %100, (+) kestirim değeri %100, (-) kestirim değeri %98.4 ve başarı oranı %80.1 olarak bulunmuştur.

Lokalizasyona göre stenozlar gruplandırıldığında altın standart yöntemler olan DSA ya da cerrahide stenoz tanısı koyulan 35 lezyonun 5'i juksta-anastomoz bölgesinde, 24'ü drenaj veninde, 5'i santral venöz bölgede ve 1'inin de besleyici arter lokalizasyonunda olduğu tespit edilmiştir. Juksta-anastomoz stenozların tanısında RDUS'un duyarlılığı %80, özgüllüğü %96.6, (+) kestirim değeri %80, (-) kestirim değeri %96.6 ve başarı oranı %88.3 olarak bulunmuştur. Drenaj veni stenozunun tanısında RDUS'un duyarlılığı %83.3, özgüllüğü %85.7, (+) kestirim değeri %90.9, (-) kestirim değeri %75 ve başarı oranı %83.7 olarak tespit edilmiştir. Santral ven stenozunun tanısında RDUS'un duyarlılığı %20, özgüllüğü %100, (+) kestirim değeri %100, (-) kestirim değeri %89.1 ve başarı oranı %77.2 olarak saptanmıştır. RDUS'un besleyici arter stenozlarının saptanmasındaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı % 100 olarak bulunmuştur.

ÇKBT'nin juksta-anastomoz stenozlarını saptamadaki duyarlılığı %100, özgüllüğü %90.6, (+) kestirim değeri %83.3, (-) kestirim değeri %100 ve başarı oranı %93.4 olarak bulunmuştur. ÇKBT'nin drenaj veni stenozlarını saptamadaki duyarlılığı %95.8, özgüllüğü

%92.8, (+) kestirim değeri %95.8, (-) kestirim değeri %92.8 ve başarı oranı %94.3 olarak tespit edilmiştir. ÇKBT'nin santral venler ve besleyici arter stenozlarını saptamadaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur.

AVF yetmezliği, erken ve geç fistül yetmezliği şeklinde tanımlanabilir. Erken fistül yetmezliği ilk 3 aylık dönemdeki AVF matürasyonundaki yetmezlikten kaynaklanır. Erken fistül yetmezliği yaygın olup %20-50 oranında görülmektedir (60,61). Geç fistül yetmezliği ise 3 aylık dönem sonrasında gelişen yetmezlikler olarak tanımlanır. Geç dönemde yetmezliğe yol açan lezyonlar tipik olarak sonradan oluşmuş arteriyel ve venöz stenozlardır. Bu lezyonlar, AVF'de basıncın artışı ve akım azalması sonucu trombüse yol açar. Ko ve ark (7) tarafından 2005 yılında yapılan bir çalışmada, nativ ve PTFE greftli AVF yetmezliği tespit edilen 36 olguda, bizim çalışmamızdakine benzer şekilde ÇKBT ile altın standart yöntemler olan DSA ve cerrahi sonuçları karşılaştırılmıştır. Lezyonlar nativ AVF lezyonları (20 olgu) ve PTFE greft (16 olgu) lezyonları olarak iki gruba ayrılmıştır. Çalışmada lezyonlar fistül tiplerine (nativ ya da PTFE greft) ve lezyonların lokalizasyonuna göre sınıflandırılmıştır. Lezyonlar anastomoz stenozları, drenaj veni stenozları, greft ilmek (loop) stenozları, santral venöz stenozlar, anevrizmalar, trombüsler ve besleyici arter anevrizmaları şeklinde gruplandırılmıştır. Bizim çalışmamızda ise sadece 6 olguda (%14) PTFE greft bulunmaktadır. PTFE greftli hasta sayısının az olması nedeniyle bu hastalar nativ AVF'li hastalar ile birlikte değerlendirilmiştir. Çalışmamızda lezyonlar tiplerine göre, stenoz lezyonları ise bulundukları lokalizasyona göre gruplandırarak incelenmiştir. Lezyonları stenoz, anevrizma, trombüs, psödoanevrizma ve seroma olarak gruplandırdık. Stenozları da kendi içerisinde lokalizasyonlarına göre besleyici arter stenozları, juksta-anastomoz stenozları, drenaj veni stenozları ve santral venöz stenozlar olarak sınıflandırdık. Çalışmalarında bütün lezyonlar değerlendirildiğinde AVF ya da PTFE greft yetmezliği olan 36 olguda ÇKBT'nin lezyonları saptamadaki duyarlılığı %98.7, özgüllüğü %97.5, (+) kestirim değeri %98.8, (-) kestirim değeri %97.2 ve başarı oranı %98.3 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise AVF ya da PTFE greft yetmezliği olan 41 olguda bütün lezyon tipleri birlikte değerlendirildiğinde 64 lezyonda ÇKBT'nin başarı oranı %98.5 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ektravasküler lezyonlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Bizim çalışmamızda ise ektravasküler lezyonlar da çalışmaya dahil edilerek vasküler ağaca ait bütün komplikasyonlar detaylı olarak incelenmiştir. Bu çalışma ile bizim çalışmamız bütün vasküler ağacı değerlendiren

literatürdeki en kapsamlı iki çalışma olup ÇKBT'nin AVF yetmezliğine yol açan lezyonların tanısındaki başarısını ortaya çıkarmaktadır. Bu yüksek başarı nedeniyle AVF disfonksiyonlarında minimal invaziv bir yöntem olarak ÇKBT'nin ilk tercih olması gerektiğini düşünmekteyiz.

Geç trombozlar stenoz, oklüzyon ve bazen de dışarıdan bası nedeniyle oluşmaktadır (21). Otojen AV fistüllerde büyük oranda tekrarlayan iğne ponksiyonları sonucunda oluşan fibrozis ve neointimal hiperplaziye bağlıdır. PTFE greftlerde geç trombozun en sık nedeni ise neointimal hiperplaziye bağlı oluşan venöz anastomoz bölgesindeki oklüzyonlardır. PTFE greftler trombüs gelişimine otojen AV fistüllere göre daha yatkındır. Greftlerin açık kalma oranları 1.9 yıl iken otojen AV fistüllerde bu oran 3.1 yıldır (49,65). Rölatif olarak daha az sıklıkta izlenen anevrizma ve psödoanevrizma formasyonları tekrarlayan iğne girişleri nedeniyle oluşurlar. Psödoanevrizmalar özellikle greftlerle oluşturulan fistüllerde problem oluşturur ve uzun süre diyalizde kullanılan greftin yapısının bazulmasından ve hemostazın sağlanamamasından kaynaklanır (71). Defekt eğer küçükse (<5 mm), ultrasonografi eşliğinde direkt kompresyon ya da psödoanevrizma içerisine trombin enjeksiyonu yapılarak kapatılabilir (72,73). Fistül yetmezliği durumunda genellikle cerrahi revizyonda eksize edilerek bağlanır (74). Psödoanevrizma büyükse türbülans ve yavaş akım nedeniyle trombüs ve enfeksiyon gelişebilir (21). Ko ve ark (7) yaptığı çalışmada ÇKBT'nin anevrizma ve trombüs tanısında duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise ÇKBT'nin anevrizma ve trombüs tanısında başarı oranı bu çalışma ile uyumlu bulunmuştur. Bu çalışmaya psödoanevrizma ve seromaya ait lezyonlar dahil edilmemiştir. Bizim çalışmamızda ise psödoanevrizma tanısında ÇKBT'nin başarı oranı %100'dür. Seroma tanısında ÇKBT'nin duyarlılığı %50, özgüllüğü %100, (+) kestirim değeri %100, (-) kestirim değeri %98.4 ve başarı oranı %80.1 olarak bulunmuştur. ÇKBT'nin seromada tanı değeri biraz düşük olmakla birlikte yine de tanısal görüntülemelerde kullanılabilir bir yöntem olduğunu düşünmekteyiz (p=0.317). Bizim çalışmamızda iki seromaya ait lezyon bulunmakta olup bu lezyon sayısının yetersiz olduğunu, bu konuda ektravasküler lezyon sayısı fazla olan çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz. Seromaya ait iki lezyondan biri, boyutlarının küçük olması nedeniyle ÇKBT'de yumuşak doku rezolüsyonu düşük olduğu için aksiyal ve koronal ham görüntülerde saptanamamıştır. Ayrıca seroma ektravasküler yerleşimi nedeniyle VRT ve MIP görüntülerde tespit edilememiştir. Bizim çalışmamızda RDUS'un ektravasküler lezyonların ve özellikle seromaların tanısında

başarı oranı %100 olup bu oran literatür bilgileri ile uyumludur. Ekstravasküler lezyonlarda RDUS'un başarılı bir yöntem olması nedeniyle bu lezyonlarda hastaya ÇKBT sonrasında lezyona özel RDUS tetkikinin yapılmasını önermekteyiz. Eğer hastaya ÇKBT yapılamıyorsa RDUS'un ektravasküler lezyonların tanısında tek başına yeterli olacağını düşünmekteyiz.

Venöz stenozlar hem erken dönem hem de geç dönem fistül yetmezliğinin en sık sebebidir (63,64). Venöz stenoz görülme oranı sentetik greftlerde otojen AV fistüllerden daha fazladır (63). AV fistülün venöz tarafındaki intimada, duvar kayma stresinden kaynaklanan anormal proliferasyon oluşmaktadır. Neointimal hiperplazi adı verilen bu durum daha sonra venöz darlık ile sonuçlanmaktadır (60). Heye ve ark (11) tarafından 2009 yılında yapılan bir çalışmada, 36 AVF disfonksiyonlu olguda ÇKBT ile DSA sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışmaya AVF disfonksiyonuna yol açan nedenler arasından sadece stenozlar dahil edilmiştir. Çalışmada değerlendirilen stenozlar, ÇKBT ve DSA ile darlığın derecesine göre 5 gruba ayrılmıştır. Stenozlar %0-24 arasında grup 1, %25-49 arasındaki grup 2, %50-74 arasındaki grup 3, %75-99 arasında grup 4 ve oklüzyonlar grup 5 olarak sınıflandırılmıştır. AVF'li hastalarda venöz stenozlar sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Bizim çalışmamızda ise stenozların gruplandırılması darlığın şiddeti ve tedavi şekli göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Darlık derecesi %50'nin altındaki stenozlar klinik olarak AVF yetmezliğine yol açmayan ve tedaviye gerek duyulmayan grubu oluşturmaktadır. Darlık derecesi %50-74 arasındaki stenozlar orta derecede stenozlar olup tedavide PTA uygulanmıştır. %75-99 arasındaki stenozlar ciddi stenozlar olup tedavide yine PTA ve gerekirse cerrahi yapılmıştır. Oklüzyonlarda ise sadece bir hastada PTA ile tam açıklık sağlanabilmiştir. Diğer oklüzyonlar ise cerrahi tedaviye verilmiştir. Çalışmada %50'nin üzerindeki anlamlı stenoz ve oklüzyonlarda ÇKBT'nin duyarlılığı %90.2, özgüllüğü %92.8, (+) kestirim değeri %85.2, (-) kestirim değeri %95.4 ve başarı oranı %92 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ÇKBT ile sekiz lezyonda yanlış pozitif stenoz saptanmıştır. Bunun sebebinin hastanın AVF'li kolunun pozisyonundan kaynaklandığı düşünülmüştür. Olguların yarısında AVF'li kol başın superior kesimine doğru uzatılmış, diğer yarısında ise vücudun üzerine ya da yanına uzatılmıştır. AVF'li kolun başın superior kesimine doğru uzatılması sonrasında proksimal venlerde özellikle de santral venlerde torasik giriş bölgesinde kompresyon gelişmiştir. Yanlış pozitif stenozların beşi ekstremitenin pozisyonu nedeniyle torasik giriş venlerinde ve bazilik venin aksiler vene bağlandığı yerde kompresyona bağlı geliştiği anlaşılmıştır. Diğer yanlış pozitif stenozların ikisi sefalik arkta

ve biri ise üst ekstremitenin distal kesiminde rapor edilmiştir. ÇKBT ile beş lezyonda yanlış negatif stenoz saptanmıştır. Yanlış negatif stenozların, biri arteriyovenöz anastomoz bölgesinde, biri üst ekstremiten distal kesiminde, biri üst ekstremiten proksimal kesiminde ve biri de santral venöz bölgede yer almaktadır. Bu çalışmada, ekstremitesi vücudun yan tarafına uzatılan vakalarda komşu vücut dokusundan kaynaklanan artefaktların oluştuğu saptanmıştır. Bizim çalışmamızda hastanın vücudu ile kolunun arasına yastık koyarak veya ikisi arasında mesafe bırakarak bu artefaktların ortaya çıkması engellenmiştir. Çalışmamızda %50'nin üzerinde anlamlı stenoz ve oklüzyonların tanısında ÇKBT'nin duyarlılığı %97.1, özgüllüğü %93.7, (+) kestirim değeri %94.4, (-) kestirim değeri %96.7 ve başarı oranı %95.4 bulunmuştur. ÇKBT ile venöz stenozların tanısında bizim çalışmamız ile bu çalışmanın sonuçları biribiri ile uyumludur. Çalışmamızda yanlış pozitif stenoz olan lezyonların biri juksta-anastomoz bölgesinde anastomoza komşu venöz bölgede, diğeri ise sefalik venin orta kesiminde görülmüştür. DSA'da ise bu görünümünün stenoz değil tortiyozite oldukları anlaşılmıştır. Yanlış negatif stenoz olan bir segmental bölge sefalik arkta tespit edilmiştir. Sefalik arkta yumuşak doku basısı ve normal anatomiye bağlı incelenmenin ÇKBT ile normal değerlendirilmesine karşın DSA'da stenoz olduğu saptanmıştır. Bizim çalışmamızda stenozlarda ÇKBT'nin başarı oranının yüksek olduğu gösterilmiştir (p:0.564). Stenozların tanısında kullanılan RDUS'un başarı oranı ÇKBT'den daha düşüktür. ÇKBT'de tanının şüpheli olduğu hastalarda lezyona özel RDUS tetkiki yapılarak hem başarı oranının arttığını hem de RDUS tetkikinin süresinin kısaldığını düşünmekteyiz.

Wasinrat ve ark (100) tarafından 2010 yılında yapılan bir çalışmada, 21 hastada üst ekstremitedeki nativ AVF'ler 64 dedektörlü ÇKBT ile değerlendirilmiş ve sonuçlar DSA-fistülografi ile karşılaştırılmıştır. 21 hastada 147 bölge lezyon açısından retrospektif olarak taranmıştır. Bu çalışmada stenozlar bizim çalışmamıza benzer şekilde gruplandırılmış olup % 50'nin altındaki stenozlar hafif ya da stenoz yok olarak kabul edilmiştir. % 50'nin üzerindeki stenozlar ise bizim çalışmamızda olduğu gibi orta derecede stenoz, şiddetli stenoz ve oklüzyon olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ÇKBT ile yapılan incelemede 147 vasküler segmentin 38'inde stenoz tespit edilmiştir. 147 vasküler segmentte DSA ile yapılan değerlendirmede ise 32 bölgede stenoz tespit edilmiştir. 32 stenozun 12'si proksimal vasküler segmentte yani santral venöz yapılarda olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada %50'nin üzerindeki stenozları ÇKBT ile saptamada duyarlılığı %100, özgüllüğü % 94.8, (+) kestirim değeri %84.2, (-) kestirim değeri %100 ve başarı oranı %95.9 olarak

bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise %50'nin üzerinde stenozların tanısında ÇKBT'nin başarı oranı %95.4 olarak bulunmuştur. Her iki çalışmada başarı oranları birbirine biribiri ile uyumlu olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada (+) kestirim değeri %84.2, bizim çalışmamıza (+) kestirim değeri % 94.4 olup bizim çalışmamıza göre biraz düşüktür. Bu değerler yanlış pozitif stenozların bizim çalışmamızdan biraz fazla olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada ÇKBT'de DSA'ya göre altı vasküler segmentte yanlış pozitif stenoz tespit edilmiştir. Bu vasküler segmentlerden sefalik ven proksimal kesiminde dört, sefalik ven orta kesiminde bir ve subklavyen vende bir segment bulunmaktadır. Yanlış pozitif stenozların sebebi hasta pozisyonu ile ilgili olduğu düşünülmüştür. Bu çalışmada AVF bulunan kol hastanın başının superioruna uzatılmıştır. Bu durumun yumuşak dokulardan kompresyon sonucu vasküler yapılarda yalancı stenoz görünümüne yol açtığı kabul edilmiştir. Özellikle bazilik venin orta ve proksimal kesimleri bu durumdan etkilenmiştir. Eğer intravasküler basınç düşerse bu bölgelerde kollaps gelişebilir. Bizim çalışmamızda ise hasta pozisyonu ile ilgili sorun yaşamadığımızı düşünmekteyiz. Biz hastayı gantri içerisine yerleştirirken farkı bir yöntem izledik. Hastanın vücudu gantri içerisinde mümkün olduğunca AVF'li kolun karşı tarafına çekilerek AVF'li ekstremiten gantri içerisinde kalacak şekilde normal anatomik pozisyon sağlanmıştır. AVF'li kol ile vücudun arasında gerektiğinde yastıklar kullanılarak boşluk bırakılmıştır. Özellikle obez hastalarda yastıklar kullanarak hastanın vücudunun ve ekstremitelerinin uygun pozisyona gelmesini sağlanmıştır. Bu normal anatomik pozisyonda AVF'li kol ile vücut arasında bırakılan boşluk sayesinde vücut tarafından oluşturulabilecek artefaktlar önlenmiştir. Ayrıca hastanın kolu vücut ile sıkıştırılmayıp rahat pozisyonda bırakıldığı için vasküler yapıların kemik ya da yumuşak dokular tarafından sıkıştırılması önlenmektedir. IV kontrastı karşı koldan yüzeysel venlerden vererek kontrastın aşırı yoğunluğuna bağlı artefaktlara yol açıp lezyonları gizlemesinin önüne geçilmiştir. Yine de kontrast madde süperior vena kavada (SVK) ışın sertleşmesi artefaktına yol açmıştır. Görüntülerde pencere ayarları ile oynayarak bu artefakt ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır.

Wasinrat ve ark (101) distal vasküler segment değerlendirilmesinde proksimal, orta ve distal sefalik bölge ile anastomoz bölgesi olarak gruplandırma yapılmıştır. Bizim çalışmamızda ise distal vasküler segment juksta-anastomoz bölgesi ve drenaj veni olarak gruplandırılmıştır. Bu çalışmada ÇKBT ile yapılan incelemede distal vasküler segmentlerde stenozları doğru saptamada duyarlılığı %100, özgüllüğü %92.1, (+) kestirim değeri %80.8, (-) kestirim değeri %100 ve başarı oranı %94.1 olarak bulunmuştur. Bizim

çalışmamızda ise juksta-anastomoz bölgesinde başarı oranı %95 ve drenaj veninde (distal vasküler segmentte) başarı oranı ise %94.3 olarak bulunmuştur. Bu çalışma ile bizim çalışmamızın sonuçları biribiri ile uyumludur. Bu çalışmada proksimal sefalik vende DSA' da 5 segmente stenoz tespit edilmişken ÇKBT ile aynı bölgede 9 segmentte stenoz saptanmıştır. Yani bu bölgede 4 segmentte yalancı pozitif stenoz saptanmış olup bu durum (+) kestirim değerinin %80.8 gibi düşük bir değerde çıkmasına yol açmıştır. Bizim çalışmamızda distal vasküler segmentte (+) kestirim değerinin %95.8 olması çekim esnasında hastanın kolunun uygun pozisyonda olmasına bağlanmıştır. Bizim çalışmamızda distal vasküler segmentte bir bölgede yalancı negatif stenoz tespit edilmiştir. Orta sefalik bölgede aşırı tortiyozite nedeniyle sefalik vendeki tortiyoze segment stenoz olarak bildirilmiştir. Yalancı pozitif stenoz ise proksimal sefalik bölgede sefalik venin aksiler vene dökülme bölgesindeki sefalik arkta tespit edilmiştir. Normalde sefalik arkta yumuşak dokuların basısına bağlı anatomik olarak hafif incelme mevcuttur. ÇKBT ile normal anatomik incelme düşündüğümüz bölgede DSA ile stenoz saptanmıştır. Bizim çalışmamızın sonucuna göre aşırı tortiyoziteler ve sefalik ark bölgesi dikkatli değerlendirilmelidir. Çekim pozisyonu nedeniyle sorun yaşamadığımız için (+) kestirim değerimiz bu çalışmaya göre belirgin yüksek çıkmıştır.

Juksta-anastomostik stenoz (JAS), anastomoza 5 cm mesafe içinde lokalize stenoz olarak tanımlanmaktadır. Sıklıkla venöz tarafta lokalize olup erken fistül yetmezliğinin en yaygın nedenidir (60,61). JAS'da altta yatan nedenin neointimal hiperplazi olduğu kabul edilmektedir (60). JAS bulunan hastalarda genellikle beraberinde aksesuar venler de bulunmaktadır (61). Ayrıca JAS geç fistül yetmezliğine de yol açabilir. Ko ve ark (7) yaptığı çalışmada anastomoz stenozlarını saptamada ÇKBT'nin duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise ÇKBT'nin juksta-anastomoz stenozlarını saptamada başarı oranı %95 olarak bulunmuştur. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında bizim çalışmamızda anastomoz stenozlarında başarı oranı biraz düşük olmakla birlikte sonuçlarımız yine de yüksek başarı oranında ve kabul edilebilir değerlerdedir ($p=0.317$). Bir segmentte anastomoza komşu drenaj veninde belirgin tortiyozite yanlılıkla orta derecede juksta-anastomoz stenozu olarak değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızda juksta-anastomostik stenoz (JAS), anastomoza 5 cm mesafe içinde lokalize stenoz olarak tanımlanmaktadır. Çalışmada ise sadece anastomoz hattında bulunan stenozları anastomoz stenozu olarak kabul etmekte ve anastomoza komşu 5 cm mesafedeki stenozları ise drenaj veni stenozu kabul etmektedir.

Bu sebeple bizim çalışmamızda yanlışlıkla pozitif stenoz olarak kabul ettiğimiz juksta-anastomoz bölgesi lezyonu, bu çalışmada drenaj veni lokalizasyonunda kabul edilmektedir. Anastomoz stenozlarında bizim çalışmamızdaki değerlerin farklı çıkmasının nedenini stenozların gruplandırılmasındaki farklılıktan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Anastomoz stenozlarına RDUS ile tanı koymanın zor olması ve deneyim gerektirmesi, bizim çalışmamızda RDUS'un duyarlılığının % 80 olması nedeniyle ÇKBT'nin anastomoz bölgesindeki stenozlarda güvenli bir şekilde kullanılabileceğini öngörmekteyiz.

Proksimal ven stenozu erken fistül yetmezliğinin sık nedenlerinden biridir (61). Uzun segment trombüs oluşmadan önce kritik darlık gösterilmelidir. Bu kritik darlığın gösterilmesi fistülü kurtarma oranındaki başarıyı arttırmaktadır (21). Ko ve ark (7) ve bizim yaptığımız çalışmada fistül yetmezliğinin en sık sebebinin drenaj veni yani proksimal ven stenozu oluşturmaktadır. Çalışmalarında 14 hastada drenaj venide toplam 37 segmentte stenoz tespit edilmiştir. Bu çalışmada ÇKBT'nin nativ AVF'lerde drenaj veni stenozlarını saptamadaki duyarlılığı %92.9, özgüllüğü %88.9, (+) kestirim değeri %96.3, (-) kestirim değeri %80 ve başarı oranı %91.9 olarak bulunmuştur. PTFE greftli AVF'lerde drenaj veni stenozlarını saptamadaki duyarlılığı %100, özgüllüğü %83.3, (+) kestirim değeri %90.9, (-) kestirim değeri %100 ve başarı oranı %93.8 olarak bulunmuştur. Çalışmada nativ AVF drenaj veni stenozları ile PTFE greftlerin drenaj veni stenozları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu çalışmada 1 olguda drenaj veninde DSA'da grade 2 stenozu olan lezyona ÇKBT ile %50'nin altında subklinik stenoz tanısı konulmuştur. Graft loopunda DSA'da grade 1 stenozu bulunan bir olguda ÇKBT ile grade 2 stenoz rapor edilmiştir. DSA'da normal olan bir segment, ÇKBT ile %8 stenoz olarak değerlendirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise ÇKBT'nin drenaj veni stenozlarını saptamadaki başarı oranı %94.3 olarak tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda nativ AVF ve PTFE greftli AVF'lerdeki drenaj veni stenozları birlikte değerlendirilmiştir. Drenaj veni stenozlarında bizim çalışmamızda bu çalışmadakine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmalarda PTFE greftli AVF'lerde loop stenozunu saptamada ÇKBT'nin duyarlılığı %92.3, özgüllüğü %100, (+) kestirim değeri %100, (-) kestirim değeri %88.9 ve başarı oranı %95.2 bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise greft loop stenozu tespit edilmemiştir. Bunun sebebinin ise bizim PTFE greftli hasta sayımızın az olmasından kaynaklandığı düşünmekteyiz.

Karadeli ve ark (6) 2009 yılında yaptığı bir çalışmada AVF disfonksiyonu bulunan 30 hastada ÇKBT ve DSA sonuçları karşılaştırılmıştır. Bizim çalışmamıza benzer şekilde

tüm vasküler ağaç bütün lezyonlar açısından incelenmiştir. Lezyonlar fistül bölgesi, venöz stenoz, venöz anevrizma ve kollateral formasyonu şeklinde tanımlanmıştır. Lezyonlar aksiyal düzlemler, aksiyal MIP, koranal MIP, VRT ve bütün düzlemlerin toplamı şeklinde incelenmiş, başarı oranları bütün düzlemlerde ayrı ayrı hesaplanmıştır. Fistül bölgesi lezyonları, aksiyal MIP, VRT ve bütün düzlemler birlikte değerlendirildiğinde duyarlılığı en yüksek olan lokalizasyondur (%93). Koronal MIP görüntülerin venöz stenozların tespitinde en yüksek duyarlılık (%35), özgüllük (%96) ve başarı oranına (%85) sahip olduğu tespit edilmiştir. VRT ve bütün düzlemler, venöz anevrizmaların tanısında duyarlılık ve başarı oranı (%100) en yüksek yöntemler olarak saptanmıştır. Venöz oklüzyonun tanısında duyarlılığı en yüksek yöntemler bütün düzlemler (%61) ve aksiyal MIP'dir (%54). Bu çalışmada lezyonlar için her görüntüleme tekniğinin başarı oranları ayrı ayrı hesaplanmış ve bu görüntüleme teknikleri kendi aralarında karşılaştırılmıştır. Bizim çalışmamızda MIP, VRT ve ham görüntülerin hepsinin birlikte değerlendirilmesi bu çalışmaya göre daha yüksek başarı oranları sağlamıştır.

Santral venöz stenoz sıklıkla diyaliz kateteri girişine bağlı oluşur (60). Subklavyen ven kateterizasyonunda, internal jugüler ven kateterizasyonuna göre, venöz stenoz ve oklüzyon gelişiminin belirgin şekilde daha yüksek olduğu gösterilmiştir (54). Üst ekstremitelerin AVF için kullanılması, subklavyen venlerin kateter takılarak zedelenmemesini zorunlu kılmaktadır. Bu da ilerleyen dönemlerde subklaviyen venlerde stenoz gelişmesine yol açmaktadır (52). AVF öncesinde santral kateter girişi olmasa bile sadece artan kan akışı nedeniyle santral venöz stenoz gelişebilir. Sol brakiosefalik ven stenoza daha yatkındır, çünkü özellikle sternotomi yapılmış hastalarda aortik ark ile sternum arasında uzanmaktadır (21). Wasinrat ve ark (101) proksimal vasküler segment ve distal vasküler segment lezyonlarını ayrı değerlendirmiştir. Bu çalışmada ÇKBT ile yapılan incelemede proksimal vasküler segmentlerde segmentte stenozları saptamada duyarlılığı %100, özgüllüğü %98.1, (+) kestirim değeri %91.7, (-) kestirim değeri %100 ve başarı oranı %98.4 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada DSA ile bir stenotik lezyon SVK'de, sekiz stenotik lezyon brakiosefalik trunkusta ve iki stenotik lezyon subklavyen vende olmak üzere toplam 11 adet stenoz saptanmıştır. ÇKBT ile SVK ve brakiosefalik trunkustaki lezyonlar doğru olarak tespit edilmiştir. Ancak subklavyen vende bir segmentte yalancı pozitif stenoz izlenmiştir. Ko ve ark (7) çalışmasında ÇKBT'nin santral venöz stenozlardaki duyarlılığı, özgüllüğü, (+) kestirim değeri, (-) kestirim değeri ve başarı oranı %100 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise santral venöz stenozlarda ÇKBT'nin

başarı oranı % 100 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda 5 lezyonda santral venöz stenoz mevcuttur. Proksimal vasküler segmentte mevcut çalışmalar ile benzer başarı oranları olmasına rağmen bizim çalışmamızdaki santral venöz stenozlu olgu sayısının az olması dezavantaj oluşturmaktadır. Santral venöz stenozların RDUS ile değerlendirilmesi mevcut karışık anatomi nedeniyle çok zordur. Bu bölgede literatür ile uyumlu olarak bizim çalışmamızda da RDUS duyarlılığı %20 saptanmıştır. RDUS'un santral venöz stenozlardaki başarısızlığı ve bu bölgenin karışık anatomisi nedeniyle başka görüntüleme yöntemleri gündeme gelmiştir. Literatürdeki veriler ile uyum gösteren bizim çalışmamızda ÇKBT'nin santral venöz stenozlarda %100'e ulaşan başarıları nedeniyle ÇKBT'nin santral venöz stenozlarda ilk seçenek olması gerektiğini düşünmekteyiz.

Doelman ve ark (94) tarafından 2005 yılında yapılan bir çalışmada AVF ve greft yetmezliği olan 81 hastada 478 vasküler segment stenoz açısından değerlendirilmiştir. Bu vasküler segmentler RDUS, kontrastlı MRA ve DSA ile incelenmiştir. DSA'da 433 vasküler segmentten 111'inde %50'nin üzerinde anlamlı stenoz saptanmıştır. RDUS anlamlı stenozları saptamada duyarlılığı %91, özgüllüğü %97, (+) kestirim değeri %91, (-) kestirim değeri %97 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada RDUS ile yüksek başarı oranları saptanmasına rağmen subklavyen ven olguların üçte birinden fazlasında değerlendirilememiştir. Bunun nedeni subklavyen venin derin yerleşimli ve klavikuya yakın olmasıdır. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde RDUS ile hastaların bir kısmında santral venleri değerlendiremedik. Çalışmamızda santral venöz yapılarda RDUS'un duyarlılığı %20, başarı oranı ise %77.2 olarak tespit edilmiştir. Duyarlılığının düşük olması ($p=0.046$) ve hastaların bir kısmında santral venlerin değerlendirilememesi nedeniyle RDUS'un santral bölge stenozlarında kullanılmamasını önermekteyiz.

Çalışmamızda karşılaştırdığımız her iki yöntemin de bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. RDUS yönteminin başarısının kişiden kişiye ciddi oranlarda değişmesi ve yapan kişinin tecrübesi ile yakından ilişkili olması bu tetkikin etkinliğini ve güvenilirliğini belirgin olarak azaltmaktadır. RDUS'un kişiye bağlı bir yöntem olması nedeniyle literatürde de bu konuda birbirinden çok farklı başarı oranları belirtilmiştir. Üst ekstremitenin vasküler anatomisi AVF açılmasından sonra iyice karışık bir hal almakta ve bu da RDUS yönteminin her radyolog tarafından uygulanmasını zorlaştırmaktadır. Santral bölgede venöz yapıların derinleşmesi, klavikula ve sternum gibi kemik yapıların araya girmesi ve karışık anatomik yapı RDUS yönteminin kullanılmasını daha da zorlaştırmaktadır. Ayrıca yoğun kollateral gelişimi olan olgularda, vasküler anatomide

meydana gelen karışıklık nedeniyle hem yöntemin süresi belirgin uzamakta hem de doğru tanıyı koymada ciddi sorunlar yaşanmaktadır. RDUS yönteminin bir diğer sınırlılığı ise yöntemin süresidir. Üst ekstremitenin vasküler ağacını, hem arteriyel sistem hem de venöz sistemi santral vasküler yapılar ile birlikte gri-skala, renkli Doppler ve pulsed renkli Doppler ayarlarında ayrı ayrı taramak çok zaman almaktadır. Bu durum RDUS yöntemini AVF hastalarında hızlı ve pratik bir yöntem olmaktan uzaklaştırmaktadır. AVF’li hastalar genellikle yaşlı, kronik hastalığı bulunan ve genel durumu kötü hastalardan oluşmaktadır. Bu durumda hastaya yapılması gereken yöntemin öncelikle güvenilir ve etkin, uygulanması kolay ve hasta konforu açısından hızlı ve pratik olması önemlidir.

ÇKBT yönteminde en önemli sınırlılık oluşturan faktör hastaların işlem sırasında radyasyona maruz kalmasıdır. Taramanın yapılacağı alanın mümkün olduğunca küçük seçilmesi ve mAs ile kV değerlerinin her hastaya uygun olarak ayarlanması işlem sırasındaki radyasyon dozunu bir miktar azaltmaktadır. AVF’li hastaların genellikle ileri yaşta olması ve beklenen yaşam süresinin çok uzun olmaması nedeniyle kar zarar oranı düşünülerek ÇKBT yöntemi bu hasta grubunda uygulanabilir. ÇKBT’de kontrast madde kullanımı da sınırlılık oluşturan faktörlerden biridir. Kontrast maddelerin en önemli zararı oluşturdukları kontrast nefropatisidir. Ancak kronik böbrek yetmezliği nedeniyle sık diyalize giren bu hastalarda diyaliz işleminin hemen öncesinde kontrast madde ile yöntemin uygulanması bu sorunu büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır.

ÇKBT’nin yapılan yöntemin tekniğinden kaynaklanan sınırlılıkları da vardır. Trombüs ile tam tıkanan fistüllerde kontrastın drenaj venine geçememesi nedeniyle drenaj veni ve proksimal kesimi değerlendirilememektedir. Ancak bu bölge ÇKBT sonrasında RDUS ile değerlendirilebilir. Ekstravasküler lezyonlar ÇKBT’de sadece ham görüntüler ile değerlendirilebilir. Ham görüntülerde yumuşak doku rezolüsyonun düşük olması nedeniyle küçük seroma veya hematoma gibi lezyonlar gözden kaçabilir. Ekstravasküler lezyonlarda da ÇKBT yöntemine RDUS eklenerek başarı oranı yükseltilebilir. Çalışmamızda ekstravasküler lezyon sayısının yetersiz olması ÇKBT’nin bu lezyonlardaki başarısının değerlendirilmesini engellemiştir. Bu konuda daha fazla ekstravasküler lezyonu olan çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

AVF disfonksiyonu bulunan hastalarda lezyonun tanı ve tedavi planlamasında altın standart olarak kullanılan yöntem DSA’dır. İnvaziv bir teknik olması, işlem sırasında hastanın ve çalışan personelin radyasyona maruz kalması nedeniyle DSA’ya alternatif yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Alternatif yöntemler arasında en sık kullanılanlar RDUS

ve ÇKBT'dir. RDUS ile vasküler haritalama yapılamaması, kişiye bağımlı bir yöntem olması, santral bölge lezyonlarının tespitinde yetersiz kalması, bizim klinik deneyimimize göre tetkikin uzun sürmesi minimal invaziv yöntemlerin de bu amaçla daha fazla kullanılmasına yol açmıştır. Çoğu zaman RDUS yapılan hastada tedavi planlaması ve vasküler haritalama için ek yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. ÇKBT, özellikle son yıllarda dedektör sistemindeki gelişmelere paralel olarak AVF disfonksiyonlarının tanısında ve tedavi planlamasında hızlı ve başarı oranı yüksek bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Sonuç olarak; ÇKBT ile AVF disfonksiyonuna yol açan lezyonları saptamada yüksek duyarlılık saptanmış olup literatürlerde bildirilen duyarlılık oranlarıyla uyumluluk göstermektedir. Yine bizim çalışmamızda bu iki yöntemden ÇKBT'nin duyarlılık ve başarı oranlarının RDUS'dan yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmanın sonucunda RDUS yapılan hastalarda tedavi planlaması için ek yöntemlere ihtiyaç olduğu görülmüştür. Ayrıca yaptığımız çalışma ve klinik deneyimlerimizden RDUS'un özellikle AVF lezyonlarında kişiye bağımlı, tecrübe gerektiren ve uygulanması uzun zaman alan bir yöntem olduğu anlaşılmıştır. Çalışmamızda santral bölge lezyonlarında literatür bilgileri ile uyumlu olarak RDUS duyarlılığının oldukça düşük saptanması ve bunun aksine ÇKBT'nin yüksek duyarlılık göstermesi nedeniyle bu lezyonlarda ÇKBT kullanılması gerektiğini düşünmekteyiz. Yaptığımız çalışmanın sonucunda, AVF disfonksiyonu olan hastalarda önce ÇKBT ve vasküler haritalama yapılmalı sonra eğer şüpheli bir tanı varsa bu yönetime RDUS'un eklenmesi şeklindeki bir algoritmanın daha doğru olduğunu düşünmekteyiz. Ancak literatürde RDUS ile ÇKBT'yi karşılaştıran az sayıda çalışma olduğundan doğru algoritmanın oluşturulması için daha fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç vardır. RDUS'un trombüs ve ektravasküler lezyonlarda tespit ettiğimiz yüksek duyarlılık ve başarı oranları, ÇKBT'nin ise bu lezyonlarda sınırlılık göstermesi sebebiyle özellikle bu lezyonlarda ve şüpheli olgularda ÇKBT yönteminin sonrasında lezyona yönelik RDUS ile desteklenmesi gerektiğini düşünmekteyiz. Bu algoritma oluşturulduğunda başarı oranının daha da yükseldiği (%100) yaptığımız çalışmada saptanmıştır. Klinik deneyimlerimizde ÇKBT ve vasküler haritalama sonrasında tespit edilen şüpheli lezyona yönelik yapılan RDUS yönteminin kolaylaştırdığını ve süresinin belirgin azaldığını düşünmekteyiz. Ancak yaptığımız çalışmanın oluşturulma şekli bunu söylemek için uygun değildir. Bunu istatistiksel olarak ortaya koymak için uygun şekilde oluşturulmuş ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. SONUÇ

Hemodiyaliz hastalarını hayata bağlayan tek yol nativ ya da greft ile oluşturulmuş iyi işlev gören bir AV fistüldür. Uzun dönem hemodiyaliz tedavisinde en etkili yöntem nativ AVF'dir. AVF yetmezliğine yol açan komplikasyonların başında stenoz, tromboz, anevrizma, psödoanevrizma ve seromalar gelmektedir. AVF fistül disfonksiyonunda fistül kaybedilmeden önce hızlı bir şekilde lezyon tespit edilmeli ve uygun tedavi planlanmalıdır.

Lezyonun tespiti ve tedavi planlamasında en etkili yöntem tanısal DSA'da yapılan fistülografidir. Fistülografinin invaziv bir yöntem olması RDUS, kontrastlı MRA ve son yıllarda dedektör sistemindeki gelişmelere paralel olarak vasküler görüntüleme kullanılan ÇKBT'nin AVF disfonksiyonunda kullanılmasına yol açmaktadır.

RDUS'un tamamen non-invaziv yöntem olmasına rağmen yapan kişiye bağımlı olması, vasküler haritalama yapılması ve başarı oranının ÇKBT'den düşük olması gibi nedenlerle kullanımı sınırlı kalmaktadır. Özellikle santral bölge lezyonlarında vasküler yapıların derinde olması ve kemik yapıların incelemeyi kısıtlaması nedeniyle başarısız olmaktadır. Bunun yanında trombüs lezyonlarında trombüsün distalini göstermesi önemli bir avantajı olsa da yoğun kollateral gelişimi olduğunda vasküler yapılar doğru bir şekilde takip edilememektedir.

ÇKBT son yıllarda bütün vasküler lezyonların gösterilmesinde sıkça kullanılmaktadır. MIP ve VRT gibi üç boyutlu görüntüleme tekniklerin gelişimi ÇKBT ile vasküler haritalama yapılabilmesine olanak sağlamıştır. AVF disfonksiyonlarında son yıllarda ÇKBT ile yapılan vasküler haritalama hem lezyonun tespiti hem de tedavinin planlamasında sıklıkla kullanılmaktadır. RDUS'un başarısız olduğu santral venöz yapılarda ÇKBT ile DSA'ya yakın başarılı sonuçlar elde edilmektedir. ÇKBT trombüsleri saptamada başarılı bir yöntem olmasına rağmen tromboze damarın proksimal kesimini gösterememesi önemli bir dezavantajdır. Tromboze AVF'si bulunan hastalarda lezyonun ve proksimal kesiminin RDUS ya da venografi ile değerlendirilmesi gerekmektedir.

ÇKBT, AVF disfonksiyonlarının tanı ve tedavi planlamasında DSA'ya alternatif olarak kullanılabilecek minimal invaziv bir görüntüleme yöntemidir. ÇKBT ile yapılan vasküler haritalama sonrası sadece şüpheli olgularda ve ektravasküler lezyonlarda RDUS yöntemi eklenerek başarı oranı daha da artmaktadır (%100). Özellikle santral venöz stenozların tanısında çok etkin olan ÇKBT yöntemi kullanılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

1. 26. Ulusal Nefroloji, Hipertansiyon, Diyaliz ve Transplantasyon Kongresi. Kasım 2009, Antalya. Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü Verileri.
2. Trerotola OS, Scheel PJ, Zibari GB, McDonald JC. Hemodialysis access management. In: Trerotola OS and Savader JS. Venous Interventional Radiology with Clinical perspectives. New York, Thieme. 1996
3. Kitis O and Memis A. Radiological diagnosis and treatment in hemodialysis vascular Access complications. Official Journal of the Turkish Society of Nephrology 2002; 1(3): 167–176.
4. Middleton WD, Picus DD, Marx MV, Melson GL. Color Doppler Sonography of hemodialysis Vascular access: Comparison with angiography. AJR 152:633-639, March 1989.
5. Finlay DE, Longley DG, Foshager MC, Letourneau JG. Duplex and color Doppler sonography of hemodialysis arteriovenous fistulas and grafts. RadioGraphics 1993; 13: 983-999.
6. Karadeli E, Tarhan, Kayahan Ulu EM, Tutar NU, Basaran O, Coskun M, Niron EA. Evaluation of failing hemodialysis fistulas with multidetector CT angiography: Comparison of different 3D planes. Eur J Radiol 2009; 69: 184 -192.
7. Ko SF, Huang CC, Ng SH, et al. MDCT angiography for evaluation of the complete vascular tree of hemodialysis fistulas. AJR 2005; 185:1268–1274.
8. National Kidney Foundation. KDOQI clinical practice guidelines and clinical practice recommendations for 2006 updates: hemodialysis adequacy, peritoneal dialysis adequacy and vascular access. Am J Kidney Dis 2006; 48[suppl 1]:S176–S247.
9. Planken RN, Tordoir JHM, Dammers R, et al. Stenosis detection in forearm hemodialysis arteriovenous fistulae by multiphase contrast-enhanced magnetic resonance angiography: preliminary experience. J Magn Reson Imaging 2003; 17:54–64.
10. Le Blanche AF, Tassart M, Deux JF, Rossert J, Bigot JM and Boudghene F. Gadolinium-Enhanced Digital Subtraction Angiography of Hemodialysis Fistulas: A Diagnostic and Therapeutic Approach. AJR 2002; 179: 1023 – 1028.

11. Heye S, Maleux G, Claes K, Kuypers D, Oyen R. Stenosis detection in native hemodialysis fistulas with MDCT angiography. *AJR* 2009; 193: 1079-1084.
12. Bacchini G, Cappello A, La Milia V, Andrulli S, Locatelli F. Color Doppler ultrasonography imaging to guide transluminal angioplasty of venous stenosis. *Kidney Int* 2000; 58:1810–1813.
13. Older RA, Gizzienski TA, Wilkowski MJ, Angle JF, Cote DA. Hemodialysis Access stenosis: early detection with color Doppler ultrasound. *Radiology* 1998; 207:161–164.
14. Robbin ML, Oser RF, Allon M, et al. Hemodialysis access graft stenosis: US detection. *Radiology* 1998; 208:655–661.
15. Dumars MC, Thompson WE, Bluth EI, Lindberg JS, Yoselevitz M, Merritt CRB. Management of suspected hemodialysis graft dysfunction: usefulness of diagnostic US. *Radiology* 2002;222:103-107
16. Zhang J, Hecht EM, Maldonado T and Lee VS. Time-Resolved 3D MR Angiography with Parallel Imaging for Evaluation of Hemodialysis Fistulas and Grafts: Initial Experience. *AJR* 2006; 186: 1436 – 1442
17. Bay WH, Henry ML, Lazarus JM, Lew NL, Ling J, Lowrie EG. Predicting hemodialysis access failure with color flow Doppler ultrasound. *Am J Nephrol* 1998; 18:296–304
18. Cavagna E, Andrea P, Schiavon F, Tarroni G. Failing hemodialysis arteriovenous fistula and percutaneous treatment: imaging with CT, MRI and digital subtraction angiography. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2000;23:262–265
19. Konermann M, Sanner B, Laufer U, et al. Magnetic resonance angiography as a technique for the visualization of hemodialysis shunts. *Nephron* 1996; 73:73–78
20. Han KM, Duijm LEM, Thelissen GRP et al. Failing hemodialysis access grafts: evaluation of complete vascular tree with 3D contrast-enhanced MR angiography with high spatial resolution: initial results in 10 patients. *Radiology* 2003; 227:601–605.
21. Chen MC, Tsai WL, Tsai IC, Chan SW, Liao WC, Lin PC, Yang SJ. Arteriovenous fistula and graft evaluation in hemodialysis patients using MDCT: a primer. *AJR* 2010;194(3):838-47.
22. Lyons AS, Petrucelli RJ: *Medicine: an illustrated history*, New York, 1987, Harry N. Adams.

23. Kollf WJ, Berk HT. The artificial kidney: A dialyzer with a great area. *Acta Med Scand.* 117:121,1944.
24. Schanzer H and Skladany M. Vascular Access For Dialysis. Haimovici H (Ed). Haimovici's Vascular Surgery Principles And Techniques. Fourth edition. 1996, 1028-1041.
25. Quinton WE, Dillard D, Scribner BH: Cannulation of blood vessels for prolonged hemodialysis. *Tr Amer Soc Artif Int Organs* 6: 104,1960.
26. Lazarus JM. Hemodialysis in CRF. Brenner, BM and Stein JH. (Ed):Chronic Renal Failure. p:155-192,1981.
27. Morgan AP. Access to the Circulation. Alfred P.Morgan, MD(Ed): Long-Term Hemodialysis. Second Edition. p:40-64,1973.
28. Brescia MJ, Cimino JE, Appel K, Hurwich BJ: Chronic hemodialysis using venipuncture and a surgically created arteriovenous fistula. *N Engl J Med* 275: 1089-92,1966.
29. Baker LD Jr, Johnson JM, Goldfarb D. Expanded polytetra-fluoroethylene (PTFE) subcutaneous arteriovenous conduit: an improved vascular access for chronic hemodialysis. *Trans Am Soc Artif Intern Organs* 1976; 22: 382-387.
30. Keck GM and Zwiebel WJ. Arterial anatomy of the extremities. In: Zwiebel W, Pellerito J (eds). *Introduction to Vascular Ultrasonography*. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders, 2005, 261-74.
31. Gordon IL. Physiology of the Arteriovenous Fistula. Wilson SE (ed) *Vascular Access: Principles and Practice*. 5th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2009. p:29-41.
32. Wedgewood KR, Wiggins PA, Guillou PJ. A prospective study of end-to-side versus side-to-side arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Br J Surg* 71: 640, 1984.
33. Hobson RW, Croom RD, Swan KG. Hemodynamic consequences of chronic experimental arteriovenous fistulas. *J Surg Res* 14: 483, 1973.
34. Levigne JE at al. Fistula size and hemodynamic events within and about canine femoral arteriovenous fistulas. *J Thorac Cardiovasc Surg* 74: 551, 1977.
35. Oatest CP, William ED, McHugh MI. The use of Dasonics DRF400 duplex ultrasound scanner to measure volume flow in arteriovenous fistulae in patients undergoing

- haemodialysis: an analysis of the measurement uncertainties. *Ultrasound Med Biol* 16: 571, 1990.
36. Windus DW et al. Optimazation of high efficiency hemodialysis by detection and correction of fistula dysfunction. *Kidney Int* 38: 337, 1990.
 37. Haimov M, Bae A, Neff M. Complications of arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Arch Surg* 110: 708, 1975.
 38. Kwun KB et al. Hemodynamic evaluation of angioaccess procedures for hemodialysis. *Vasc Surg* 13: 170, 1979.
 39. Ringden O et al. Subcutaneous arteriovenous fistulas for dialysis with special emphasis on vascular insufficiency. *Scand J Urol Nephrol* 10: 73, 1976.
 40. Abbott JA et al. Blood flow in end-to-side arteriovenous fistulas and saphenous vein graft. *Kidney Int* 3:342, 1973.
 41. Guyton AC, Sagawa K. Compensations of cardiac output and other circulatory functions in areflexic dogs with large A-V fistulas. *Am J Physiol* 200:1157, 1961.
 42. Rooijens PP, Burgmans JP, Yo TI, et al. Autogenous radial-cephalic or prosthetic brachial-antecubital forearm loop AVF in patients with compromised vessels? A randomized, multicenter study of the patency of primary hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2005;42(3):481-486.
 43. Ferring M, Henderson J, Wilmink A, Smith S. Vascular ultrasound for the pre-operative evaluation prior to arteriovenous fistula formation for haemodialysis: review of the evidence. *Nephrol Dial Transplant*. 2008 Jun;23(6):1809-15.
 44. Robbin ML, Gallichio MH, Deierhoi MH, et al. US vascular mapping before hemodialysis access placement. *Radiology* 2000; 217(1):83–8.
 45. Allon M, Lockhart ME, Lilly RZ, Gallichio MH, Young CJ, Barker J, Deierhoi MH, Robbin ML. Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients. *Kidney Int*. 2001; 60(5):2013-20
 46. Albers F. Causes of hemodialysis Access failure. *Adv Ren Replace Ther* 1994; 1:107-18.
 47. Ravani P, Marcelli D, Malberti F: Vascular access surgery managed by renal physicians: The choice of native arteriovenous fistulas for hemodialysis. *Am J Kidney Dis* 2002; 40: 1264–1276

48. Ortega T, Ortega F, Diaz-Corte C, Rebollo P, Ma Baltar J, Alvarez-Grande J: The timely construction of arteriovenous fistulae: a key to reducing morbidity and mortality and to improving cost management. *Nephrol Dial Transplant* 2005; 20: 598–603.
49. Nicholson ML and Murphy GJ. Surgical considerations in vascular access. Conlon PJ, Nicholson ML and Schwab S.(Ed) *Hemodialysis vascular access: Practice and problems*. p:101-123,2000.
50. Atherikul K, Schwab SJ, Twardowski ZJ, et al. What is the role of permanent central vein Access in hemodialysis patients? *Semin Dial* 1996; 9:392-403.
51. Atherikul K, Schwab SJ, Conlon PJ. Adequacy of hemodialysis with cuffed central-vein catheters. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13:745-9.
52. National Kidney Foundation-Dialysis Outcomes Quality Initiative. In: Schwab S, Besarab A, Beathard G, et al. (eds). *NKF-DOQI Clinical Practice Guidelines for Vascular Access*. New York: National Kidney Foundation, 1997.
53. Johnson MS. Percutaneous placement and management of hemodialysis catheters. Savader SC, Trerotola SO, eds. *Venous interventional radiology with clinical perspectives*. 2. ed. Thieme, New York, 2000:301-314.
54. Cimochowski GE, Worley E, Rutherford WE, et al. Superiority of the internal jugular over the subclavian access for temporary dialysis. *Nephron* 1990; 54:154-161.
55. Robinson D, Suhocki P, Schwab SJ. Treatment of infected tunneled venous access hemodialysis catheters with guidewire exchange. *Kidney Int* 1998;53:1792-1794.
56. Oto K: Vascular access, in *Oxford Textbook of Clinical Nephrology* (Vol 2) edited by Cameron S, Danison AM, Grünfeld JP, Kerr D, Ritl E: Oxford,Oxford University press, 1992, 1405-1417.
57. Kolbakır F. Vasküler Girişim Yolu. Akpolat T, Utaş C, (eds). *Hemodiyaliz Hekimi El Kitabı*, 3. Baskı, 2008: 40-61.
58. Tordoir j, Canaud B, Haage P,Konner K, Basci A, Fouque D, Kooman J, Martin-Malo A, Pedrini L, Pizzarelli F, Tattersall J, Vennegoor M, Wanner C, ter Wee P, Vanholder R: European best practice guidelines on haemodialysis (EBPG) on Vascular Access. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22 [Suppl 2]:ii88-117.
59. Singh P, Robbin ML, Lockhart ME, et al. Clinically immature 6 arteriovenous hemodialysis fistulas: Effect of US on salvage. *Radiology* . 2008; 246:299–305.
60. Dixon BS. Why don't fistulas mature? *Kidney Int* 2006; 70:1413–1422.

61. Nassar GM, Nguyen B, Rhee E, Achkar K. Endovascular treatment of the “failing to mature” arteriovenous fistula. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006;1:275–280.
62. Wilson SE. Complications of Vascular Access Procedures: Trombosis, Venous hypertension, Arterial steal, and Neuropathy. Wilson SE (ed) *Vascular Access: Principles and Practice*. 5th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2009. p; 212-24.
63. Roy-Chaudhury, P, Spergel, LM, Besarab, A, et al. Biology of arteriovenous fistula failure. *J Nephrol* 2007; 20:150.
64. Mickley V. Stenosis and thrombosis in haemodialysis fistulae and grafts: the surgeon’s point of view. *Nephrol Dial Transplant* 2004;19:309-11.
65. Besarab A, Sullivan KL, Ross RP and Moritz MJ. Utility of intra-access pressure monitoring in detecting and correcting venous outlet stenoses prior to thrombosis. *Kidney Int* 1995;47:1364-1373.
66. Fan, PY, Schwab, SJ. Vascular access: concepts for the 1990s. *J Am Soc Nephrol* 1992; 3:1.
67. Windus, DW. Permanent vascular access: a nephrologist's view. *Am J Kidney Dis* 1993; 21:457.
68. Albers, FJ. Clinical considerations in hemodialysis access infection. *Adv Ren Replace Ther* 1996; 3:208.
69. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Invasive methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infections among dialysis patients--United States, 2005. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2007; 56:197.
70. Anderson, JE, Chang, AS, Anstadt, MP. Polytetrafluoroethylene hemoaccess site infections. *ASAIO J* 2000; 46:S18.
71. Quintaliani, G, Buoncristiani, U, Fagugli, R, et al. Survival of vascular access during daily and three times a week hemodialysis. *Clin Nephrol* 2000; 53:372.
72. Witz, M, Werner, M, Bernheim, J, et al. Ultrasound-guided compression repair of pseudoaneurysms complicating a forearm dialysis arteriovenous fistula. *Nephrol Dial Transplant* 2000; 15:1453.
73. Clark, TW, Abraham, RJ. Thrombin injection for treatment of brachial artery pseudoaneurysm at the site of a hemodialysis fistula: report of two patients. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2000; 23:396.

74. Palder, SB, Kirkman, RL, Whittemore, AD, et al. Vascular access for hemodialysis. Patency rates and results of revision. *Ann Surg* 1985; 202:235.
75. Leon, C, Asif, A. Arteriovenous access and hand pain: the distal hypoperfusion ischemic syndrome. *Clin J Am Soc Nephrol* 2007; 2:175.
76. Papasavas, PK, Reifsnnyder, T, Birdas, TJ, et al. Prediction of arteriovenous access steal syndrome utilizing digital pressure measurements. *Vasc Endovascular Surg* 2003; 37:179.
77. Tordoir, JH, Dammers, R, van der Sande, FM. Upper extremity ischemia and hemodialysis vascular access. *European J of Vascular & Endovascular Surgery* 2004; 27:1.
78. Lazarides, MK, Stamos, DN, Kopadis, G, et al. Onset of arterial 'steal' following proximal angioaccess: immediate and delayed types. *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18:2387.
79. Miles AM. Vascular steal syndrome and ischaemic monomelic neuropathy: two variants of upper limb ischaemia after haemodialysis vascular access surgery. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14:297.
80. Asif A, Leon C, Merrill D et al. Arterial steal syndrome: a modest proposal for an old paradigm. *Am J Kidney Dis* 2006; 48:88.
81. Fizez F, Van Hee R, Beelaerts W, Schoofs E. Pseudotumor formation in polytetrafluoroethylene-dialysis fistulae. *Am J Kidney Dis* 1986; 8:459.
82. Eid A, Lyass S. Acute perigraft seroma simulating anastomotic bleeding of a PTFE graft applied as an arteriovenous shunt for hemodialysis. *Ann Vasc Surg* 1996; 10:290.
83. Miller PE, Tolwani A, Luscly CP, Deierhoi MH, Bailey R, Redden DT, Allon M. Predictors of adequacy of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 1999; 56(1):275-80.
84. Robbin ML, Lockhart ME. Ultrasound assessment before and after hemodialysis access. In: Zwiebel W, Pellerito J (eds). *Introduction to Vascular Ultrasonography*. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders, 2005, 325–340.
85. Lockhart ME, Robbin ML. Hemodialysis access ultrasound. *Ultrasound Q* 2001; 17:157–167.

86. Beathard GA, Arnold P, Jackson J, Litchfield T; Physician Operators Forum of RMS Lifeline. Aggressive treatment of early fistula failure. *Kidney Int.* 2003 Oct;64(4):1487-94.
87. Robbin ML, Chamberlain NE, Lockhart ME, Gallichio MH, Young CJ, Deierhoi MH, Allon M. Hemodialysis arteriovenous fistula maturity: US evaluation. *Radiology.* 2002 Oct;225(1):59-64.
88. Pietura R, Janczarek M, Zaluska W, Szymanska A, Janicka L, Skublewska-Bednarek A, Szczerbo-Trojanowska M. Colour Doppler ultrasound assessment of well-functioning mature arteriovenous fistulas for haemodialysis access. *Eur J Radiol.* 2005 Jul;55(1):113-9.
89. Patel MC, Berman LH, Moss HA, McPherson S J. Subclavian and internal jugular veins at Doppler US: abnormal cardiac pulsatility and respiratory phasicity as a predictor of complete central occlusion. *Radiology.* 1999 May; 211(2):579-83.
90. Swedberg SH, Brown BG, Sigley R, Wight TN, Gordon D, Nicholls SC. Intimal fibromuscular hyperplasia at the venous anastomosis of PTFE grafts in hemodialysis patients. *Circulation.* 1989 Dec;80(6):1726-36.
91. Wasinrat J, Siriapisith T, Thamtorawat S, Tongdee T. 64-slice MDCT angiography of upper extremity in assessment of native hemodialysis access. *Vasc Endovascular Surg.* 2011 Jan;45(1):69-77.
92. Neyman EG, Johnson PT, Fishman EK. Hemodialysis fistula occlusion: demonstration with 64-slice CT angiography. *J Comput Assist Tomogr* 2006; 30:157–159.
93. Froger CL, Duijm LE, Liem YS, et al. Stenosis detection with MR angiography and digital subtraction angiography in dysfunctional hemodialysis access fistulas and grafts. *Radiology.* 2005;234(1):284-291.
94. Doelman C, Duijm LE, Liem YS, et al. Stenosis detection in failing hemodialysis access fistulas and grafts: comparison of color Doppler ultrasonography, contrast-enhanced magnetic resonance angiography, and digital subtraction angiography. *J Vasc Surg.* 2005;42:739-746.
95. Smith TP, Cragg AH, Castaneda F, Hunter DW. Thrombosed PTFE hemodialysis fistulas: salvage with combined thrombectomy and angioplasty. *Radiology,* 1989; 171:507-508.
96. Surrat RS, Picus D, Hicks ME, Darcy MD, Kleinhoffer M, Jendrisak M. The importance of preoperative evaluation of the subclavian vein in dialysis Access planning. *AJR Am J Roentgenol* 1991; 156: 623-625.

97. Beathard G. Percutaneous transvenous angioplasty in the treatment of vascular access stenosis. *Kidney Int* 1992; 42: 1390-1397
98. Etheredge EE, Haid SD, Maeser MN, Sicard GA, Anderson CB. Salvage operations for malfunctioning PTFE hemodialysis access grafts. *Surgery* 1983; 94(3):464-470.
99. Beathard G. Gianturco self-expanding stent in the treatment of stenosis in dialysis access grafts. *Kidney Int* 1993; 43: 872-877.
100. Haage P, Vorwerk D, Piroth W, Schuermann K, Guenther RW. Treatment of hemodialysis-related central venous stenosis or occlusion: Result of primary Wallstent placement and follow up in 50 patient. *Radiology* 1999;212:175-180.
101. Wasinrat J, Siriapisith T, Thamtorawat S, Tongdee T. 64-slice MDCT angiography of upper extremity in assessment of native hemodialysis access. *Vasc Endovascular Surg.* 2011 45(1):69-77.