

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KAROTİS ARTER STENOZUNDA 64 KESİTLİ
MULTİDEDEKTÖR BT ANJİYOĞRAFİNİN TANI
DEĞERİNİN KONVANSİYONEL ANJİYOĞRAFI VE
DOPPLER US İLE KARŞILAŞTIRARAK BELİRLENMESİ

Dr. Banu ŞENSOY

Radyoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

ESKİŞEHİR
2009

T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

KAROTİS ARTER STENOZUNDA 64 KESİTLİ
MULTİDEDEKTÖR BT ANJİYOĞRAFİNİN TANI
DEĞERİNİN KONVANSİYONEL ANJİYOĞRAFI VE
DOPPLER US İLE KARŞILAŞTIRARAK BELİRLENMESİ

Dr. Banu ŞENSOY

Radyoloji Anabilim Dalı
TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŐMANI
Prof Dr.Baki ADAPINAR

ESKİŞEHİR

2009

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

T.C.

ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,

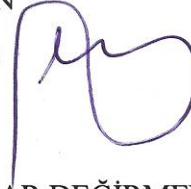
Dr. Banu Şensoy'a ait "Karotis arter stenozunda 64 kesitli multidedektör BT anjiyografinin tanı değerinin konvansiyonel anjiyografi ve Doppler US ile karşılaştırarak belirlenmesi" adlı çalışma jürimiz tarafından Radyoloji Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir.

Tarih: 23.02.2009

Jüri Başkanı

Prof. Dr. Baki ADAPINAR
Radyoloji Anabilim Dalı

Üye

Prof.Dr.İ. Ragıp ÖZKAN
Radyoloji Anabilim Dalı

Üye

Doç.Dr. Nevbahar AKÇAR DEĞİRMENCİ
Radyoloji Anabilim Dalı

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Yönetim Kurulu'nun tarih vesayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr. Zübeyir KILIÇ

Dekan

TEŞEKKÜR

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Radyodiagnostik Anabilim Dalında yapmış olduğum uzmanlık tezimin hazırlanmasında bilgi, deneyim ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr.Baki Adapınar'a, uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren sayın hocalarım Prof.Dr.Tamer KAYA'ya Prof.Dr.İ.Ragıp ÖZKAN'a, Doç.Dr.Mahmut KEBAPÇI'ya, Doç.Dr.Nevbahar Akçar DEĞİRMENCİ'ye, Yrd.Doç.Dr.Cüneyt ÇALIŞIR'a, Uzm.Dr.Suzan ŞAYLISOY'a, birlikte çalıştığım ve yardımlarını aldığım Radyoloji Anabilim Dalında görevli tüm asistan arkadaşlarıma, tez çalışmamda BT ve anjiyografi çekimlerini gerçekleştiren teknisyen arkadaşlarıma, Nöroloji Anabilim Dalında görevli sayın hocam Prof.Dr.Demet Özbabalık'a ve asistan arkadaşlarıma; ayrıca tezimin istatistiklerinin hazırlanmasında bana yardımcı olan Biyoistatistik Anabilim Dalında Görevli Yrd.Doç.Dr. Ertuğrul Çolak'a yardımları ve destekleri için sonsuz teşekkürler.

ÖZET

Şensoy, B. Karotis arter stenozunda 64 kesitli multidedektör BT anjiyografinin tanı değerinin konvansiyonel anjiyografi ve Doppler US ile karşılaştırarak belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Eskişehir, 2009. Bu çalışma Şubat 2007-Ekim 2008 tarihleri arasında, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında prospektif olarak gerçekleştirildi. Çalışmaya yaşları 42-81 arasında değişen, klinik olarak karotis arter stenozu bilinen veya şüphelenilen 20 hasta (5 kadın, 15 erkek) dahil edildi. Olguların tümüne multidedektör BT anjiyografi, DSA ve Doppler US yapıldı. Stenoz saptanan olgularda stenoz oranları herbir inceleme için NASCET yöntemi ile hesaplandı. DSA gold standart kabul edilerek yöntemler karşılaştırıldı. Multidedektör BT anjiyografi ve Doppler US incelemelerinin birbirleri ve DSA ile uyumu Kappa testi ile değerlendirildi. BT anjiyografi-DSA uyumunda Kappa değeri 0.66, Doppler-DSA uyumunda kappa değeri 0.45, BT anjiyografi -Doppler uyumunda Kappa değeri 0.21 olarak belirlendi. %70 ve üzeri stenozların tespitinde multidedektör BT anjiyografinin sensitivite %78 ve spesifisitesi %80 olarak belirlendi. Sonuç olarak, multidedektör BTA karotis arter stenozu şüphesi olan olgularda, yüksek sensitivite ve spesifisite değerleri ile güvenle uygulanabilen, non-invaziv, arteriyel kateterizasyona bağlı riskler taşımayan bir yöntemdir. Doppler US ise karotis arter darlıklarını değerlendirmede ilk aşamada seçilebilecek ucuz ve non-invaziv tekniktir. Ancak DSA, günümüzde halen altın standard yöntem olup, perkütan transluminal anjiyoplasti ve stent uygulaması gibi terapötik girişimsel yaklaşımlar için de yol gösterici bir tekniktir.

Anahtar kelimeler: Karotis arter stenozu, multidedektör BT anjiyografi, dijital konvansiyonel anjiyografi, Doppler US.

ABSTRACT

Şensoy B. Detection diagnostic value of 64-multidetector row CT angiography in carotid artery stenosis with correlation digital subtraction angiography and Doppler ultrasonography Eskişehir Osmangazi University Medical Faculty Department of Radiology. Medical Specialty Thesis, Eskişehir, 2009. This prospective study is performed on patients of Eskişehir Osmangazi University, Radiology Department between January 2007 and October 2008. 20 cases (ages between 42-81) with patients who have distinct or suspect carotid artery stenosis included to this study. Fifteen of cases were male and 5 of cases were female. All patients were imaged by multidetector CT angiography, Doppler US, DSA. NASCET method was used for the assesment of degree of stenosis. DSA accepted gold standart and compared with other two techniques. The results of multidetector CT angiography and Doppler US were correlated with each other and with the results of DSA using Kappa statistics. The Kappa value was calculated as 0.66 for multidetector CT angiography-DSA correlation, 0.45 for Doppler US-DSA correlation and 0.21 for multidetector CT angiography-Doppler US correlation. For the detection of stenosis greater than 70% the sensitivity and specificity of multidetector CT angiography were 78% and 80%, respectively. As a result of this study, multidetector CT angiography may be accepted as an alternative diagnostic tool of DSA. In conclusion for the detection of carotid artery occlusive diseases multidetector CT angiography are safe, noninvasive methods with high sensitivity and specificity. As a first step in the evaluation of carotid artery stenosis, Doppler US can be used as a noninvazive and cost effective tecnique. However DSA is still the gold standard method and allows therapeutic interventional approaches.

Keywords: Carotid artery stenosis, multidetector CT angiography, digital subtraction angiography, Doppler US.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
1. GİRİŞ-AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Karotis Sistem Embriyolojisi	4
2.2. Karotis Sistem Anatomisi	4
2.3. Serebrovasküler Hastalıklar	8
2.4. Ateroskleroz ve Karotis Arter Darlıkları	10
2.5. Karotis Arter Darlıkları Sonrası Semptomlar ve Oluşum Mekanizmaları	12
2.6. Serebrovasküler Hastalıkların Diğer Nedenleri	14
2.7. Serebrovasküler Hastalıklarda Risk Faktörleri	17
2.8. Karotis Arter Darlığı Tanısında Kullanılan Görüntüleme Teknikleri	18
2.9. Karotis Stenozunda Ölçüm Kriterleri	43
2.10. Serebrovasküler Hastalıklarda Tedavi	44
3. GEREÇ VE YÖNTEM	46
3.1. Hasta Popülasyonu	46
3.2. Dijital Konvansiyonel Anjiyografi	46
3.3. BT Anjiyografi	47
3.4. Doppler Ultrasonografi	48
3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi	49
3.6. İstatistiksel Değerlendirme	50
4. BULGULAR	51

5.TARTIŞMA	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	Sayfa
KAYNAKLAR	67
EK-OLGU ÖRNEKLERİ	69

SİMGELER VE KISALTMALAR

ACA	Anterior Serebral Arter
ACAS	The Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study
AKA	Ana Karotis Arter
BT	Bilgisayarlı Tomografi
BTA	Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi
ÇLİ	Çok Kesitli Lineer İnterpolasyon
DSA	Dijital Subtraction Anjiyografi
ECST	European Carotid Surgery Trial
EKA	Eksternal Karotis Arter
İKA	İnternal Karotis Arter
MCA	Middle Serebral Arter
MDBT	Multidedektörlü Bilgisayarlı Tomografi
MR	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MRA	Manyetik Rezonans Anjiyografi
NASCET	North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial
PCA	Posterior Serebral Arter
TIA	Transient İskemik Atak
US	Ultrasonografi

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 2.1: Sağda subklavian arter ve ana karotis arterin seyri ve dalları	8
Şekil 2.2: Doppler kayması	20
Şekil 2.3: Karotis stenozunun NASCET, ECST ve Common Carotid (CC) yöntemleri ile ölçümü	44
Şekil 3.1: NASCET, ECST ve CC yöntemlerine göre karotis stenoz ölçümü	50

TABLOLAR

	Sayfa
Tablo 2.1: Moneta ve arkadaşlarının önerdiği stenoz derecelendirilmesinde kullanılan parametreler	29
Tablo 3.1: Multidedektör BTA incelemesinde kullanılan parametreler	48
Tablo 4.1: Çalışma kapsamındaki olguların demografik verileri ve DSA, Doppler US ve BT anjiografide ölçülen patolojik değerleri ve gradeleri	52
Tablo 4.2: İKA patolojilerinin BTA ve DSA'ya göre dağılım ve uyumlulukları	53
Tablo 4.3: DSA gold standart kabul edilerek %70 üzeri darlıklar ve oklüzyonların saptanmasında BT anjiyografi'nin sensitivite, spesifisite, pozitif ve negatif prediktif değerleri	53
Tablo 4.4: İKA patolojilerinin Doppler US deki hız artışı, \geq %70 üzeri darlık kabul edilerek BTA'daki \geq %70 üzeri darlıklar ile uyumlulukları	54
Tablo 4.5: İKA patolojilerinin Doppler US deki hız artışı \geq %70 üzeri darlık kabul edilerek DSA'daki \geq %70 üzeri darlıklar ile uyumlulukları	54

1- GİRİŞ

İskemik serebrovasküler hastalık koroner arter hastalığından sonra ikinci sırada gelen ölüm sebebidir (1). Ateroskleroz damar duvarında sertleşmeye neden olan tüm yapısal değişiklikleri ifade eden bir terimdir. İleri dereceli karotis arter darlığı geçici iskemik atak, inme, karotis oklüzyonu, trombus duvarından kalkan emboli riskleri ile ilişkilidir (2). Özellikle internal karotis arterde olmak üzere tüm karotis sistemde %70 üzeri darlık oluşturabilen ateromatöz plak veya trombozlar inmenin major risk faktörlerindedir (3).

Semptomatik ileri dereceli karotis stenozlu hastalar tedaviden fayda görürler. NASCET'e göre (The North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) %70 üzeri darlığı olan hastalarda cerrahi tedavi medikal tedaviye göre 2 yılda ipsilateral inme riskini %17 oranında azaltmaktadır. ECST'e göre (The European Carotid Surgery Trial) erkeklerde %80 (NASCET %60-70), kadınlarda %90 (NASCET %70-80) ve ACAS'a göre (The Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study) asemptomatik %60 darlığı olan hastalar tedaviden yarar görmektedir (1).

Konvansiyonel anjiyografi karotis arter stenozlarını derecelendirmede altın standart yöntem olarak kabul edilir (1,4,5). Ancak bu yöntemin çeşitli riskleri ve maliyeti göz önünde bulundurulmalıdır (1). Willinsky ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre konvansiyonel anjiyografinin total komplikasyon oranı %1.3, kalıcı komplikasyon oranı ise %0.5 olarak rapor edilmiştir (4). Bu yüzden karotis arter hastalığının tanısında daha az invaziv tetkiklere gerek vardır (5).

Günümüzde az invaziv veya noninvaziv diğer tetkikler karotis arter stenozunu değerlendirmede oldukça geniş alanlarda kullanılmaktadır.

Bilgisayarlı tomografi (BT) teknolojisinin günden güne gelişim göstermesiyle birlikte BT anjiyografi klinik kullanıma girmeye başlamıştır (4). Bilgisayarlı tomografi anjiyografi ana damarları gösteren minimal invaziv görüntüleme yöntemidir (5). Literatürde tek dedektörlü BT cihazlarında karotis arter darlığını değerlendirmeye yönelik BT anjiyografi çalışmaları çoğu kez yapılmıştır (1,5-9). Ancak uzaysal rezolüsyonu sınırlaması, kesit kalınlığı ve çekim sonrası hazırlama işlemlerinin uzunluğu ile zorluğu kullanımını engellemektedir (6).

Noninvaziv yöntemlerden Doppler US (ultrasonografi) uygun fiyatlı bir tetkik olup kolay ulaşılabilir ve uygulanabilir bir yöntemdir. Ancak karotis arterin

sadece inceleme alanına giren kısmı hakkında bilgi verirken intrakraniyal kısmını değerlendirme olanağı vermez. Ayrıca bu yöntem uygulayıcı bağımlı olup BT anjiyografi ile karşılaştırıldığında gözlemciler arası uyum düşüktür (1).

Diğer noninvaziv yöntem olan kontrastlı MR anjiyografidir. Bu yöntemde, kesit kalınlığına bağlı parsiyel volüm etkisi nedeniyle karotis darlıkları olduğundan daha dar olarak değerlendirilebilmektedir. Darlık nedeniyle oluşan hemodinamik değişikliklere bağlı akım azaldığından distalde kontrast madde konsantrasyonu düşmekte ve özellikle ince damarlarda yine olduğundan daha dar yorumu yapılabilmektedir. BT anjiyografi ile karşılaştırıldığında tetkik süresi de uzundur (10).

1998 yılından itibaren ise daha hızlı ve basit postprocessing işlemleri olan multidedektör BT'ler kullanılmaya başlanmış olup günümüzde hem tanı alanında bir çok araştırmada hem de rutinde çoğu alanda uygulamaya girmeye başlamıştır (6).

Multidedektör BT'nin konvansiyonel spiral BT'den farkı z-aksında birden fazla sayıda dedektör bulunmasıdır. Ayrıca gantrinin 360 derece dönüşünü 0.5-0.8 sn'de tamamlanmasını sağlayan tarayıcıların geliştirilmesi ile BT cihazlarının performansı bilinen konvansiyonel spiral BT cihazlarına göre büyük oranda artmıştır. Artan performans sayesinde daha büyük bir anatomik bölge; daha kısa sürede, daha yüksek uzaysal çözünürlükte, daha az kontrast madde kullanılarak taranabilmektedir. Sağlanan yüksek uzaysal çözünürlükle çok ince vasküler yapılar bile görüntülenebilmektedir. Karotis arterler arkus aorta seviyesinden distal intrakraniyal dallara kadar kolaylıkla görüntülenebilir. Bunun en büyük avantajı yaygın aterosklerotik hastalığı olan hastalarda iki veya daha fazla seviyedeki stenozun tek bir çalışmada gösterilebilmesidir (11). BT anjiyografi konvansiyonel anjiyografiye göre non-invaziv bir yöntem olup damar duvarını ve lümenini bir arada değerlendirme olanağı sağlar. BT anjiyografi, özellikle plak karakterizasyonunda ve ekzantrik stenozları değerlendirmede transvers görüntüler ve multipl projeksiyonlarla, avantaj sağlamaktadır. Ayrıca MRA ve konvansiyonel anjiyografiye göre daha ucuz bir tetkiktir (12).

Multidedektör BT anjiyografi karotis stenozunda direk olarak milimetrik ölçüm sağlar ki bu konvansiyonel anjiyografide mümkün değildir. Özellikle aksiyel imajlarda damar lümeni, kalsifikasyonlar ve plaklar kolayca değerlendirilebilir.

Dedektör sayısı arttıkça da venöz dolum minimize edilerek arterler kolaylıkla venlerden ayrılabilir (13).

Önceki çalışmalarda da karotis arterler daha önceden 4, 8 ve 16 dedektörlü BT'lerle değerlendirilmiştir. 64 dedektörlü BT'ler ile yapılan çalışmalar çok az sayıdadır. Biz bu çalışmada non-invaziv, düşük fiyatlı, hızlı, multipl projeksiyon ve reformasyon olanağı sağlayan ve az miktarda kontrast madde kullanımı ile uygulanabilen 64 dedektörlü MDBT cihazı ile yapılan karotis arter BT anjiyografisini; invaziv, yüksek fiyatlı, zaman alıcı, işlem esnasında kanama ve manüplasyona bağlı inme riski olan, immobilizasyon gerektiren konvansiyonel anjiyografi ve ucuz bir yöntem olmasının yanı sıra uygulayıcıya bağımlı olması nedeniyle indirek bir yöntem olan Doppler US ile karşılaştırmayı hedefledik.

2-GENEL BİLGİLER

2.1. Karotis Sistem Embriyolojisi (14,15)

İnsan embriyosunun damar sistemi 3. haftanın ortasında belirir. Primitif spongios mezoderm, embriyonik disk içinde vasküler kanalları oluşturur ve bunlar birleşerek kan damarlarını meydana getirir.

Brankial arkusların gelişimi 4.-5. haftalar sırasında oluşurken, her arkus kendi kranial sinirini ve arterini alır. Bu arterler aortik arkuslar olarak bilinir ve trunkus arteriozusun en distal kısmı olan aortik keseden gelişirler. Aortik arkuslar brankial arkus mezenşimi içine gömülü durumdadır ve dorsal aortalarda sonlanırlar. Diğer brankial arkusların oluşumuyla aortik kese, her yeni arkusa bir dal vererek, sonuçta toplam 6 çift arter meydana getirir. Gelişimin daha ileri evrelerinde, bu arteriyel modelde büyük ölçüde değişiklikler olur ve bazı damarlar tümüyle ortadan kalkar.

Trunkus arteriozusun aortikopulmoner septum tarafından bölünmesi, kalbin akım çıkış kanalını ventral aorta ve pulmoner arter olarak ikiye ayırır. Bundan sonra aortik kese sırasıyla, brakiosefalik trunkus ve aortik arkusun proksimal segmentini meydana getiren sağ ve sol boynuzları oluşturur. Gelişimin ileri dönemlerinde aortik arkus sistemi yavaş yavaş başlangıçtaki simetrik yapısını kaybeder. Üçüncü aortik arkus ana karotis arteri ve internal karotis arterin birinci kısmını oluşturur. İnternal karotis arterin geri kalan kısmı dorsal aortanın kranial parçasından meydana gelir. Eksternal karotis arter üçüncü aortik arkusun bir dalıdır. Üçüncü aortik arkus her iki tarafta da sebat ederse de, gelişimi sağ ve sol taraflarda farklıdır. Solda, sol ana karotis ile sol subklavian arter arasında kalan arkus aorta kısmını oluşturur. Sağda, distal kısmı sağ dorsal aortanın bir kısmı ve 7. intersegmental arter tarafından oluşturulan sağ subklavian arterin en proksimal segmentini meydana getirir.

2.2. Karotis Sistem Anatomisi

Ana Karotis Arter (AKA)

Baş ve boynu başlıca sağ ve sol ana karotis arterler besler. Bunların da her biri, tiroid kartilajının üst kenarı seviyesinde, eksternal karotis arter (EKA) ve internal karotis arter (İKA) olmak üzere iki uç dalına ayrılır. Eksternal karotis arter başın dış kısmını, yüzü ve boyunun büyük bölümünü besler. İKA ise kranyum ve

orbitadaki yapıların büyük kısmını besler (16).

Sağ ve sol tarafın AKA'leri uzunluk ve orijin bakımından farklıdır. Embriyolojik olarak 3. aortik ark karotis arterlerin prekürsörleri olup 4. aortik arkların farklı gelişimi ise asimetrik karotis arter orijinlerinden sorumludur (16). Sağ AKA, brakiosefalik trunkusun dalı olup, sağ sternoklaviküler eklemin arkasında başlar ve sadece boyunda uzanır. Sol AKA ise arkus aortanın ikinci dalı olup, arkusun en yüksek kısmından ayrılır ve önce göğüs boşluğunda, daha sonra da boyunda uzanır. Sol tarafın arteri arkustan direkt olarak ayrıldığından sağ tarafın arterinden daha uzundur ve göğüsteki bölümü brakiosefalik trunkusun arka ve biraz da sol tarafında yer alır (17,18).

Her iki tarafta AKA, sternoklaviküler eklemin arka tarafından tiroid kartilajın üst kenarına kadar boynun yan tarafında uzanır. Tiroid kartilajın üst kenarı seviyesinde terminal dalları olan eksternal karotis arter (EKA) ve internal karotis arter (İKA)'e ayrılırlar. Boynun alt kısmında birbirine yakın olan her iki tarafın arteri, yukarı doğru çıktıkça birbirinden uzaklaşır. İki arter arasında aşağıda trakea, yukarıda ise tiroid bezi, larinks ve farinks bulunur. AKA'in lateralinde internal jugular ven, ikisi arasında ve arka tarafta oluşan olukta da vagus siniri (X. sinir) bulunur. Bu üç yapı boynun derin fasyasından ayrılan ve karotis kılıfı denilen bir kılıfla sarılmıştır. Bu yapıların tümüne birden boynun damar-sinir paketi denir (17,19). Kılıf içinde AKA, internal jugular venin medialinde, vagus sinirinin anteromedialindedir. Servikal sempatik zincir kılıfın posteromedial duvarına yerleşmiştir. Boyun tabanında AKA; sternokleidomastoid, sternohyoid ve sternotiroid kasların derininde, 4-6. servikal vertebra transvers proseslerinin önündedir. AKA'lerin üst kısmı yüzeysel olarak bulunur ve sadece deri, yüzeysel fasya, platisma, derin fasya ve sternokleidomastoid kasın medial kenarı tarafından örtülmüştür. Sternokleidomastoid kası biraz arka tarafa çekildiğinde AKA, "trigonum caroticum" denilen üçgen içinde görülebilir. Karotis üçgenini posteriordan sternokleidomastoid kası, superiordan stylohyoid kas ve digastrik kasın posterior karnı, inferiordan da omohyoid kasın superior karnı sınırlar. AKA genellikle boyunda dal vermez. Fakat bazen superior tiroidal arter veya superior tiroidal arterin laringeal dalı, asendan faringeal arter, inferior tiroidal arter ve çok seyrek olarak da vertebral arterler AKA'den ayrılabilir (17,19,20)

Eksternal Karotis Arter (EKA)

EKA, AKA'in uç dallarından biridir. Boyun, yüz ve saçlı derideki yapılar ile birlikte dil ve maksillayı da kanlandırır. EKA, tiroid kartilajın üst kenarı seviyesinde başlar ve yukarı çıkarken biraz öne ve sonra da arkaya uzanarak mandibula boynunun arkasındaki retromandibuler fossaya gelir. Burada maksiller arter ve superfisial temporal arter olmak üzere iki uç dalına ayrılır. Boyunda her verdiği daldan sonra kalınlığı azalır. Çocuklarda yüz iskeletinin küçük olması nedeniyle EKA, İKA'den daha incedir, fakat erişkinlerde yüz iskeletinin gelişmesi nedeniyle hemen hemen birbirine eşittir. EKA'in başlangıç kısmı, karotis üçgeni içinde çok yüzeysel olarak bulunur ve İKA'in de anteromedialinde yer alır. İKA yaklaşık %90 oranında EKA'in posteriorunda yer alır (17).

EKA'in dalları: Superior tiroidal arter, asendan farengeal arter, lingual arter, fasyal arter, oksipital arter, posterior aurikuler arter, superfisial temporal arter, maksiller arterdir (17,19).

İnternal Karotis Arter (İKA)

İKA, aynı taraf beyin hemisferinin büyük bir kısmını, göz ve yardımcı oluşumlarını, alnın ön kısmını ve burun boşluğunun da bir bölümünü besler. Başlangıç yerinde EKA'in lateralinde bulunur. Superiora çıktıkça önce posteriorunda, daha sonra da medialinde yer alır. Tiroid kartilajın üst kenarı hizasında AKA'in uç dalı olarak başlar. İlk üç servikal vertebranın transvers süreçlerinin anteriorunda vertikal olarak kafa tabanına gelir. Burada karotis kanalına girdikten sonra 90 derecelik bir açı ile anteriora ve mediale doğru yön değiştirir (19).

İKA segmentlerinin sınıflaması için birçok sistem önerilmiştir. Bu konu üzerinde henüz bir konsensus olmamasına rağmen Bouthillier ve arkadaşlarının sınıflamasının pratik olması, yeni anatomik bilgileri kapsamaması ve kan akım yönüne göre bir skala içermesi nedeni ile önerilmektedir. Bu yeni sınıflandırma İKA segmentlerini komşu oldukları yapılara ve geçtikleri kompartmanlara göre ayırır. Buna göre 7 ayrı anatomik segment tanımlanmıştır: C1-servikal, C2-petröz, C3-laserum, C4-kavernöz, C5-klinoit, C6-oftalmik, C7-kommunikant (18).

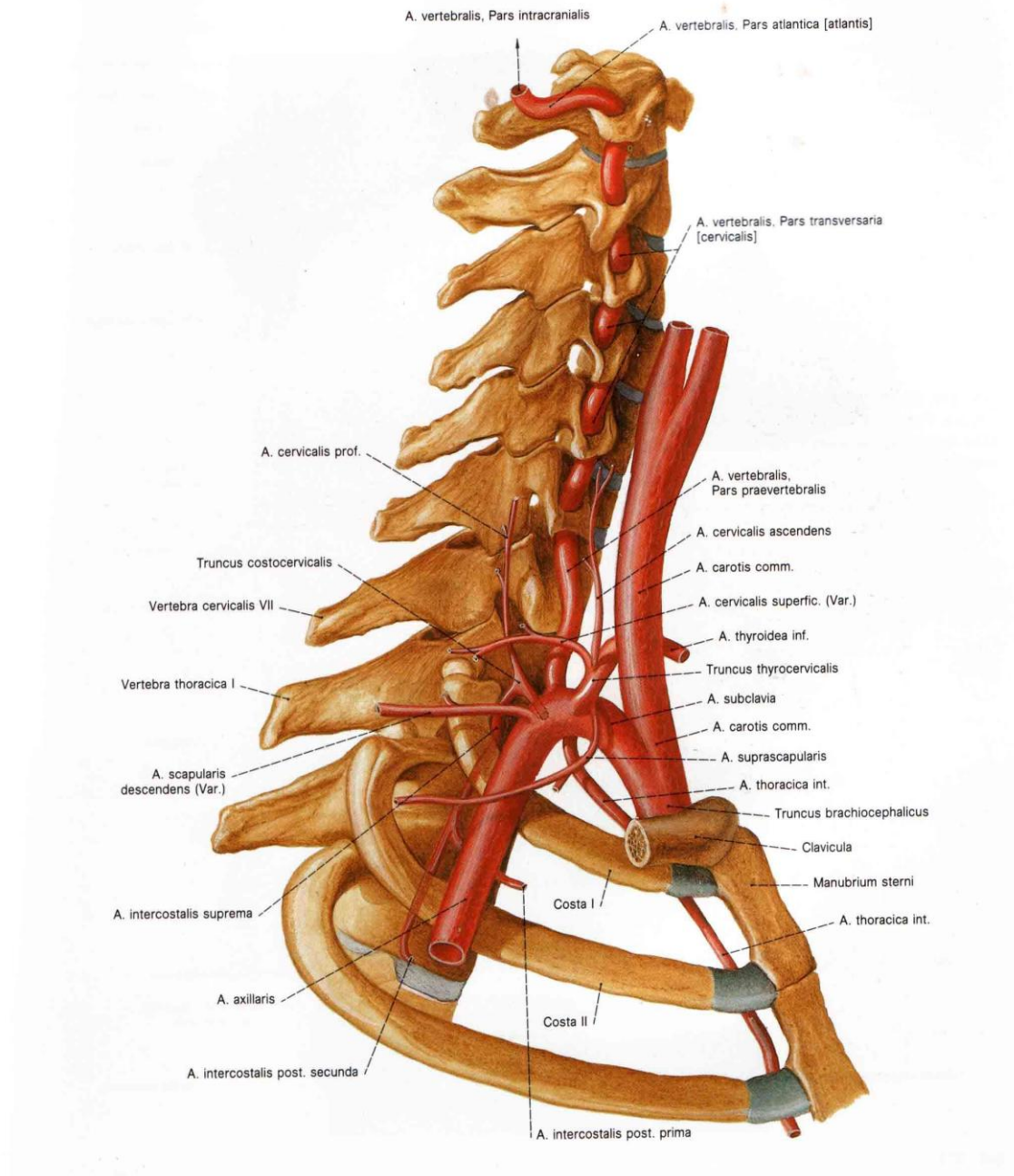
C1 parçası konumuzla ilgili olup, intrakraniyal kısmı konumuz dışındadır. C1 segmenti primer olarak fetal 3. aortik arktan kaynaklanmaktadır. İKA normalde AKA'den 3. ve 4. servikal vertebra veya 4. ve 5. servikal vertebra düzeylerinde

ayrılır. AKA'in ilk terminal dalından kalın olanıdır. Bu segment ikiye ayrılarak incelenir: Karotis bulbus ve asendan servikal segment (18). Bulbus servikal İKA'in en proksimal kısmıdır. Bulbus, İKA'in AKA'den ayrıldığı yerde hafif bir açıyla belirgin bir fokal dilatasyon oluşturur. Normal bulbus çapı yaklaşık 7.5 mm, uzunluğu 1 cm olup, AKA çapı 7 mm, bulbus distalindeki İKA çapı ise 4.7 mm'dir (18,19).

Bulbus kan basıncının ayarlanmasında önemli rol oynar. İKA/EKA kan akım oranı ortalama 70/30'dur. Bifurkasyon düzeyindeki ve bulbus içindeki akım dinamikleri komplekstir. Fonksiyonel olarak, bulbusta 2 kompartman bulunur; posteriora yavaş retrograd akım, anteriora sistolle birlikte hız kazanan akım. Bulbusun gerisindeki kan akımı laminar akıma dönüşmeden önce helikal pattern izler (18).

Bulbustan itibaren asendan servikal İKA, karotis kılıfı içinde kranyuma doğru uzanır. Karotis kılıfı içinde İKA, internal juguler ven, lenf nodları (jugulodigastrik), postganglionik sempatik sinirler ve alt kranial sinirler bulunur. Nazofarinksin superiorunda glossofarengal sinir (IX. sinir) ve hypoglossal sinir (XII. sinir) karotis kılıfında yer alırken, vagus siniri tüm uzunluğu boyunca bu kılıfta yer alır. C1 segmenti, İKA'in temporal kemiğin petröz parçasındaki karotis kanalına girmesi ile son bulur. Bulbus ve servikal segmentte İKA dal vermez. (18).

Servikal bölümde İKA'in karotis üçgeni içinde bulunan başlangıç kısmı çok yüzeyledir. Burada SCM kası ile biraz örtülmüş olarak EKA'in arka-dış tarafında bulunur. Burada deri, yüzeysel fasya, platisma ve derin fasya tarafından örtülmüştür. Arter superiora parotis bezinin derininde yer alır ve dıştan hipoglossal sinir, digastrik kasın posterior karnı, stilohiyoid kas, oksipital arter ve posterior aurikuler arter tarafından çaprazlanır. Daha yukarıda EKA ile aralarında stiloglossus ve stilofaringeus kasları, stiloid prosesin uç kısmı, stilohioid ligament, glossofarengal sinir ile vagus sinirinin farengal dalı bulunur. Posteriora longus kolli kası, superior servikal ganglion ile bu gangliondan karotis pleksusa giden dallar ve superior larengal sinir bulunur. Lateralde internal juguler ven ve arka-dış tarafında vagus siniri bulunur. Medialde farenks, superior larengal sinir ve asendan farengal arter bulunur (19).



Şekil 2.1: Sağda subklavian arter ve ana karotis arterin seyri ve dalları (AKA'dan ayrılan İKA ve EKA'lar görülmektedir) (21)

2.3. Serebrovasküler Hastalıklar

Travma dışındaki bir nedenle, beyne gelen kan akımının kısa veya uzun süreli yetmezliğine veya bir beyin damarının diseksiyonuna bağlı olarak ortaya çıkan iskemik veya hemorajik beyin hastalıklarına serebrovasküler hastalık denir. Bunların büyük bir kısmı akut olarak meydana çıkan fokal nörolojik defisitlerle karakterize olup inme (strok) adıyla anılır (22).

Amerika Birleşik Devletlerinde her yıl ortaya çıkan 500. 000 yeni inmenin %85'i iskemik beyin infarktıdır. Bu durum her yıl meydana gelen ölüm nedenleri arasında koroner arter hastalıklarından sonra 2. sırayı alır. Her yıl yeni inme insidansı ise 100000'de 160'dır (1).

Etkilenen arterler büyük çaplardan, küçük çaplara ve mikroskopik penetran damarlara kadar değişebildiği halde iskemik hasarın mekanizması hemodinamik yetersizlik (düşük perfüzyon), arterden artere emboli, kardiyojenik emboli ile sınırlıdır.

Hemodinamik yetersizlikte tıkaçıcı lezyon genellikle aterosklerotik plaktır. Etkilenen arter tarafından beslenen distal bölgelerin kan akımını engeller. Hipoperfüze olan alan için kollateral kan akımı yetersizse, iskemik hasar ve infarkt oluşur. Bu süreçler büyük damarlarda ateroskleroz, küçük penetran damarlarda lipohyolinoz ile oluşur. Emboli inmenin diğer nedenidir. Küçük bir pıhtı parçası (trombüs) kalp veya aynı taraf arteriyel bir yapı gibi proksimal kaynaktan koparak distale gider ve kan akımını obstrükte eder (23).

Risk faktörleri arasında heredite, hipertansiyon (%50), sigara kullanımı, diabetes mellitus (%15), obezite, familial hiperkolesterolemi, miyokard infarktüsü, atrial fibrilasyon, konjestif kalp yetmezliği, alkol, oral kontraseptifler, aşırı anksiyete ve stres sayılabilir (2).

Etyoloji:

A. Nonvasküler (%5): ör. tümör

B. Vasküler (%95)

1. Beyin infarktı (%80)

(a) Oklüziv ateromatöz hastalık: Ekstrakraniyal (%35), intrakraniyal (%10)-kritik stenoz, tromboz veya plak içi kanama, ülserasyon, embolizm

(b) Penetran arterlerde küçük damar hastalığı (%25): Laküner infarkt

(c) Kardiyojenik emboli (%23)

-Mural trombozun eşlik ettiği iskemik kalp hastalıkları (akut miyokard infarktüsü, kardiak aritmi)

-Valvüler kalp hastalıkları (postinflamatuar valvülit, infektif endokardit, nonbakteriyel

trombotik endokardit, mitral valv prolapsusu, mitral kapak stenozu, protez kalp

kapağı)

-Nonvalvüler atrial fibrilasyon

-Sol atrial mikzoma

d) Nonateromatöz hastalık (%5) : Elongasyon, "coiling", kink, fibromusküler displazi, anevrizma, diseksiyon, serebral arteritis (Takayasu, kollajen doku hastalıkları, Behçet hastalığı, temporal arteritis gibi), postendarterektomi trombozis/restenoz

(e) Koagulasyon bozuklukları

2. Primer intrakraniyal hemoraji (% 15)

3. Subaraknoid hemorajiye bağlı vazospazm (%4)

4. Venokluziv hastalık (%1) (2)

2.4. Ateroskleroz ve Karotis Arter Darlıkları (14,15,23,24)

Ekstrakraniyal serebrovasküler sistem hastalıklarından sorumlu primer patolojik antite aterosklerozdur. Batı dünyasında ekstrakraniyal sistem lezyonlarının yaklaşık %90'ından sorumludur. Kalan %10'u fibromusküler displazi, elongasyon sonucu arteriyel kink oluşumu, dıştan bası, intimal diseksiyon, inflamatuvar anjiopatiler ve migren ile ilişkilidir.

Ekstrakraniyal karotis arterde radyasyonla ilişkili ateroskleroz da bildirilmiştir. Daha nadir nedenler de intrakraniyal damarları etkiler; fibrinoid nekroz, amiloidoz, poliarteritis, allerjik anjitis, Wegener granülomatozu, granümatöz anjitis, dev hücreli arterit, moya-moya hastalığı. Kardiak orjinli emboli ciddi bir olay olup ekstrakraniyal arteriyel hastalıklarda primer sorumlu değildir.

Ateroskleroz, büyük elastik arterleri (ör. aorta ve iliak arterler) ve orta çaplı müsküler arterleri (ör. koroner arterler, karotis) etkileyen patolojik bir durumdur. Damarın intima tabakasına plazma lipidleri, konnektif doku fiberleri ile lokal ve dolaşımdaki hücrelerin çökmesi ile karakterize dejeneratif bir süreçtir. Bununla ilgili inflamasyondan fibroblastik proliferasyon sorumludur. Ek olarak kalsiyum tuzları primer yağlı plağa çökebilir, bu da lezyonda değişik derecelerde kalsifikasyonla sonuçlanır. Ateroskleroz; stenoza yol açan plak formasyonu, ülserasyona sekonder ortaya çıkan trombozis ve distal damarlara embolizasyon, arteriyel dilatasyon ve fuziform anevrizma oluşumu gibi değişik şekillerde ortaya çıkabilir.

Ateromlar, büyük oranda kolesterolden oluşan ve fibröz bir katman ile çevrili olan lipid çekirdeği içerirler. Endotelial disfonksiyonu başlatan arteriyel endotelial hücre hasarı ilk adımdır. Bu endotelial disfonksiyon, endotelial permabilitiyi, adezyon karakteristiğini, çeşitli stimülatör ve büyüme faktörlerine cevabı değiştirir. Aktive olmuş endotel hücreleri trombositleri, monositleri, T-lenfositleri ve arteriyel duvarda proliferasyona neden olan vasküler düz kas hücrelerini çeker. Bu hücreler, fazla miktarda konnektif doku matriksi oluşturur. Son nokta fibröz plak oluşumudur. Aterosklerozun ilerlemesiyle lezyon büyüyebilir, yada plak içi kanama ile beklenmeyen boyut artışı ve oklüzyon ile sonuçlanabilir. Hızlı ve yavaş büyüme esnasında intimal tabakada rüptür olabilir ve dejeneratif ateromatöz debris lümen içine boşalır. Bu ateromatöz boşalımdan sonra lezyon santralinde açık kavite meydana gelir. Bu kavite ülser olarak adlandırılır, platelet agregasyonu ile nidus formasyonu, trombus formasyonu ve emboli kaynağı olabilir.

Ateromatöz lezyonlar karakteristik olarak dallarda ve arteriyel bifürkasyonlarda olur. En tipik yerleşimleri aortik arkın dallanmalarında, vertebral arterin subklaviyan orjininde, ortak karotis arter bifürkasyonunda ve özellikle karotis bulbusta, karotis sifonda, anterior ve orta serebral arter orjinlerindedir. Tüm bu lokalizasyonların farklı klinik önemi vardır.

Karotis bifürkasyonunda plak varlığı yaygın olarak çalışılmıştır. Plak oluşumunda arteriyel geometri, hız profili, duvar direnci ile ilişkilidir. Bu lokalizasyonlar içinde en tipik yerleşim yeri karotis bifürkasyonudur. Ekstrakraniyal lezyonlar intrakraniyal lezyonlardan 2 kat fazladır.

Blaidell ve arkadaşlarının çalışmasına göre; 300 hastanın yapılan anjiogramlarında, intrakraniyal lezyonların oranı %33 bulunmuştur. Lezyonların %67'si ekstrakraniyal olup bunların %38'i karotis bifürkasyonda, %20'si vertebral arter orjininde, %9'u aortik ark dallanmalarında izlenmiştir. Yine Hass ve arkadaşları da 4748 hasta içeren çalışmalarında anjiogramlarda ekstrakraniyal tıkaçıcı arter hastalıklarında benzer oranlar bulmuşlardır.

Semptomlar, genelde oluşan lezyonlara, plak rüptürüne, plak içine kanama, emboli, tromboz ile komplike olduğunda ortaya çıkar.

2.5. Karotis Arter Darlıkları Sonrası Semptomlar ve Oluşum Mekanizmaları (24)

Klinik olarak, hemodinamik mekanizma ile meydana gelen enfarktların genellikle tekrarlayıcı minör strok veya dalgalanma gösteren semptomlara yol açtığı, subkortikal terminal alan enfarktları meydana getirdiği öne sürülmektedir. Buna karşın, embolik mekanizma ile kortikal dal enfarktlarının geliştiği ileri sürülmektedir.

İnternal karotis arter (İKA) orijinindeki stenoz veya oklüzyon retinal ve serebral iskemiyeye neden olur. İskemik olaylar iki mekanizma sonucu ortaya çıkar. İntrakraniyal embolizm ve hipoperfüzyon (hemodinamik veya distal yetersizlik).

Aterom plak üzerindeki trombüsler koparak distal intrakraniyal damarların tıkanmasına neden olabilir.

İKA stenozu veya oklüzyonu sırasında oluşan düşük perfüzyon akımı retina veya serebral hemisferde iskemiyeye yol açar. Kollateral dolaşımın yetersiz olduğu bölgelerde distal yetersizlik ortaya çıkar. Distal yetersizliğe bağlı infarktlar, superior frontal, parieto-okspital ve lateral oksipital bölgelerde oluşur.

Ekstrakraniyal İKA'nın stenoz veya oklüzyonunda ortaya çıkan klinik belirtiler çok farklı olabilir. Hastaların bir bölümünde İKA belirti vermeden tıkanabilir. Willis poligonu iyi çalışıyorsa, EKA-İKA arasındaki kollateraller iyi gelişmiş ise hastada klinik bulgu ortaya çıkmaz. Hastaların bir bölümünde ise geçici iskemik ataklar (TIA) veya farklı şiddetlerde strok (inme) görülür.

Geçici Monooküler Körlük (Amaurosis Fugax)

Amaurosis fugax ekstrakraniyal İKA hastalığı ile ortaya çıkan, ipsilateral gözde geçici monooküler körlüktür. Tek gözde yukarıdan aşağı gölge veya perde inmesi şeklinde tanımlanır. Tüm alanı etkileyebileceği gibi, sadece üst veya alt yarıyı etkileyebilir. Saniyeler veya birkaç dakika sürebilir. Kalıcı belirti olmaksızın düzelir. Bu ataklar oftalmik arterde kan akımının azalmasına bağlıdır. Hastaların bir bölümü birkaç atak geçirirken, bir bölümü de çok sık ataklar geçirebilir.

Bazı hastalarda parlak ışığa maruz kalma sonucu geçici monooküler körlük ortaya çıkabilir. Buna retinal kladikasyo adı verilir. Bu ataklar amaurosis fugaxdan biraz farklıdır. Genellikle tam görme kaybı olmaz. Görme bulanıklığı şeklindedir. Yavaş yavaş ortaya çıkıp, yavaş yavaş düzelir. Hemodinamik mekanizma ile oluşur. İKA stenoz veya oklüzyonu sonucu ipsilateral gözde retinal arter basıncı azalmıştır

ve retinal arter dolaşımı da sınırdadır. Parlak ışığa maruz kalındığında, artan retinal metabolik aktivite karşılanamadığı için retinal kladikasyo görülür.

Hemisferik Geçici İskemik Ataklar

Hemisferin disfonksiyonu sonucu ortaya çıkar. Motor, duyuşal belirtiler, afazi, görme alanı defektleri olabilir. Bazen sadece kontralateral kolun distalinde güçsüzlük şeklinde görülebilir. Sıklıkla 15 dakika kadar sürer. Vakaların büyük bölümünde ataklar stereotipiktir. İleri stenozlu hastalarda ataklar çok sık tekrarlayabilir. Kan basıncının düşmesi veya ani ayağa kalkma gibi hemodinamik değişiklikler nedeniyle de ataklar ortaya çıkabilir. Bazı hastalarda hem amaurosis fugax hem de hemisferik TİA'lar birlikte görülebilir.

İnme (Strok)

Ekstrakraniyal İKA stenozu veya oklüzyonu sonucu ortaya çıkan inmenin şiddeti infarktın yerine, büyüklüğüne, kollateral dolaşıma ve infarkta neden olan mekanizmalara göre değişiklik gösterir. İnme gelişimi, hastalarda ciddi mortalite ve morbiditeye neden olabilmektedir.

İKA hastalığında, hemisferik infarktların büyük bölümü MCA veya dallarının besleme alanındadır. Hasta klinik olarak MCA sulama alanı infarktı bulguları ile karşımıza çıkar. Lezyon tarafına konjuge bakış deviasyonu, kontralateral motor ve duyuşal defisit, hemianopsi ve yüksek kortikal fonksiyon bozukluğu (dominant hemisferde afazi, nondominant hemisferde anozognozi ve ihmal) görülebilir.

Düşük perfüzyon akımına bağlı olarak ortaya çıkan nörolojik bulgular daha hafif olabilir. Klinik bulgular kan basıncındaki değişikliklere duyarlıdır. Sıklıkla MCA-ACA sulama alanları arasındaki sınır bölgeleri etkilenir. Superior frontal bölgedeki anterior border zone (sınır bölge) infarktı, parietooksipital bölgedeki infarktlar posterior sınır bölge infarktı olarak isimlendirilir. Düşük perfüzyon akımı sonucu oluşan infarktlarda sıklıkla kol tutulur, göreceli olarak yüz ve bacak etkilenmez. Sınır bölge infarktı üst konveksitede ise bacak daha çok etkilenir.

Parietooksipital bölgedeki infarktlarda ise vizuo-spasyal bozukluklar, kontrüksiyonel apraksi ve hemianopsiler vardır.

İKA oklüzyonlarında eğer anterior kommunikan arter hipoplazik ise, ipsilateral ACA alanı etkilenebilir. Her iki ACA hasta taraftan besleniyorsa, infarkt

her iki ACA alanını tutabilir. Eğer PCA baziler arter yerine hasta İKA'dan kan alıyorsa infarkt PCA alanını da içine alabilir.

İKA stenozu olan hastalarda boyunda karotis nabızı zayıf palpe edilir. Dinlemekle üfürüm duyulabilir. Eğer üfürüm ipsilateral göz küresi üzerinde duyuluyorsa İKA orijinlidir. Kan akımı çok azalmış ise üfürüm duyulmayabilir. Damar tam tıkalı ise karotis nabızı palpe edilemez.

2.6. Serebrovasküler hastalıkların diğer nedenleri (23,24)

Arteriyel Elongasyon, Tortiozite, Kink Oluşumu

Yetişkinlerde çalışılan karotis anjiyogramlarında İKA'in servikal parçasında %16-21 oranında elongasyon izlenmiştir. Bu, hafif tortioziteden 360 derece dönüşe kadar değişir. Bu durumda damarlardaki fazla uzunluk mevcut kan akımı ile birlikte kink oluşturur. Bu değişiklikler konjenital veya edinsel olabilir.

Embriyolojik gelişim sırasında karotis arter normal olarak gevşek ve kink halindedir. Kalp toraksa inerken, karotis arterler düzleşir ve bolluk azalır. Bazıları doğumdan sonra da devam edebilir ki infantların anjiogramlarında %43 oranında izlenir. Edinsel olarak elonge görünüm ateroskleroza bağlı olabilir.

Fibromüsküler Displazi

Genç ve orta yaşlı kadınlarda görülür. Müsküler orta çaplı damarlar tutulur. Renal ve internal karotis arter tutulumu görülür. Non-inflamatuvar non-aterosklerotik bir durumdur.

En sık tutulum yerleri renal arter (%60-75), servikokranial arterler (%25-30), visseral arterler (%9), ekstremitte arterleri (%5) olup hastaların %28'inde birden fazla vasküler sistemde tutulumu vardır. Etyoloji bilinmemektedir.

Harrison ve McCormack (1971) dominant tutulumun olduğu arteriyel duvar tabakasına göre 3 ana tipi tanımlanmıştır:

- 1- İntimal fibroplazi (%10)
- 2- Medial displazi (%75-80)
- 3-Adventisyal fibroplazi (%1)

Tutulan damara göre semptom verir. Renal arter tutulursa renovasküler HT (kadınlarda sıklıkla), karotis ve vertebral arter tutulursa; başağrısı, baş dönmesi, kulak çınlaması ve inme, viseral tutulumda; abdominal angina, yeme korkusu, kilo

kaybı, ekstremitelerde tutulumunda; kladikasyon, nabız azalması, “ blue toe” sendromu görülür.

Tanımda arteriyografideki “string of beads” görüntüsü ile konulur. Tedavide medikal olarak (Renal FMD – ACE inh.) kullanılır, balon angioplasti, cerrahi (By pass) uygulanır.

Dıştan Bası

Servikal arterlere dış bası özellikle vertebral arterlerde daha belirgin olup servikal vertebraların transvers süreçleri ile ilişkili hiperostozis veya kemik çıkıntılar vertebral arterlere bası yapıp komprese edebilir.

Dış basının diğer kaynakları boyundaki neoplazilerdir. Tümör karotis arteri çevreleyebilir, duvarı invaze edebilir.

Radyasyonla İlişkili Karotis Arter Stenozu

Eksternal radyasyonun arteriyel hasar yaptığı önceden deneysel olarak tanımlanmıştır. Neoplazi tedavisinde servikal radyasyon kullanımının artışı ile birlikte, semptomatik karotis arter hastalığının ortaya çıkışında radyasyon ile ilişkili aterosklerotik değişiklikler hastalarda sık görülmeye başlandı.

Postoperatif Karotis Arter Restenozu

Endarterektomi sonrası restenoz gelişimi yapılan çeşitli çalışmalar sonucunda %6–36 oranlarında tespit edilmiştir. Bu oran ile ilgili kimi çalışmalarda değişik rakamlar da verilmektedir. Bunun nedeni ise restenoz için yapılan tanımlamaların farklı olması (%50-%70) , takip sürelerinin farklı olması ve de kullanılan takip metodunun farklı olmasıdır. İlk kez 1976 yılında Stoney ve String tarafından tanımlanan restenoz iki grup altında toplanabilir. Birinci grup endarterektomi sonrasında ilk 24 ay içinde görülen ve etyolojide intimal hiperplazinin rol oynadığı erken restenozdur. İkinci grupta ise tekrarlayan aterosklerozun rol aldığı geç dönem restenoz yer almaktadır.

Rezidüel lezyonlar (aterom, intraluminal trombus, kink) ve operasyon sırasındaki teknik uygulamalar myointimal hiperplaziye neden olarak erken restenozda rol oynar. Geç dönem restenozda ise ateroskleroz progresyonu rol oynamaktadır. Teknik (lokal) faktörler; klemp travması veya intimal veya medial flepler olarak örnek verilebilir.

Restenoz önlenmesi, diağnoz ve tedavi için doğru zamanlama halen önemli bir tartışmadır. Restenoz gelişiminde etyolojide birçok faktör bulunmaktadır. Bunlardan hastaya bağlı faktörler olarak yaş, cinsiyet, hipertansiyon, diabetes mellitus, ciddi ya da orta derecede hiperlipidemi, sigara tüketimi, iskemik kalp hastalığı ve operasyon öncesi semptom tespit edilmiş olması sayılabilir. Yine restenoz gelişimini, endarterektomi sırasında şant kullanımı, yama kullanımı ya da primer kapama gibi teknikler de etkileyebilmektedir. Uygulanan tekniklerden her hasta grubu aynı derecede etkilenmemekle beraber restenoz gelişimin azaltılmasında genel bir kanı yoktur.

Travmatik Oklüzyon ve Spontan İntimal Diseksiyon

Direk veya indirek künt servikokranial travma sonucu olarak internal karotis arterde oklüzyon oluşabilir. Anjiyografi ve otopsi sonuçlarına göre intimal yırtık akut intimal diseksiyona yol açarak tromboza sekonder lümen oklüzyonu ile sonuçlanabilir. Travma yokluğunda da spontan intimal diseksiyon oluşabilir.

İnflamatuvar Arteriyopatiler

İnflamatuvar durumlar bu lokalizasyonda nadir olmakla birlikte serebrovasküler semptomların değerlendiriminde akılda bulundurulmalıdır. Takayasu hastalığı inflamatuvar arteriyopati olup aortik arkın dallarını tutar. Bayanlarda sık olup en çok Asya ve Ortadoğuda izlenir. Lezyonlar aortik arkın ana dallarında oklüzyon oluşturur. Dramatik bulgusu ekstremite nabızlarında total yokluk olup nabızsızlık hastalığı olarak da adlandırılır.

Santral sinir sisteminde poliarteritis nodoza, lupus eritematozus, temporal arterit gibi sistemik kollojen vasküler hastalıklar da görülebilir.

Migren

Migren aurası ile ilişkili vazospazm geçici nörolojik bozuklukla sonuçlanabilir. Aura ilişkili görsel semptomlar, yıldızimsı skotomlar olarak adlandırılır, bu durum amaurozis fugax ile karıştırılabilir. Devamlı nörolojik hasar da tanımlanmış olup serebral vazospastik aura fazının uzaması sonucu olduğu düşünülür.

2.7. Serebrovasküler Hastalıklarda Risk Faktörleri (22)

Değiştirilemeyen Risk Faktörleri

Bu faktörler yaş, cins, ırk, aile öyküsüdür. Bunların arasında en önemlisi yaştır ve inme en çok 65 yaş üzerinde görülmekte olup, 40 yaşın altında nadirdir. İnme insidansı erkeklerde ve siyah ırktan olan kişilerde daha sıktır. Aterosklerozun tuttuğu yer de ırka göre değişkenlik gösterir. Beyaz ırktan olan kişilerde daha çok ekstrakraniyal lezyonlar görülürken, siyah ırkta ve asyalılarda daha çok intrakraniyal lezyonlar görülmektedir.

Değiştirilebilen Risk Faktörleri

İnme kendisinden yıllar önce başlamış olan predispozan faktörlerin sonucunda ortaya çıkar. Bu konuda sayılabilecek pek çok risk faktörü vardır. Bunlar arasında en önemlileri HT, DM, kalp hastalıkları, hiperlipidemi, sigara, orak hücreli anemi, alkol, obezite, beslenme, fiziksel inaktivite, hiperhomosisteinemi, ilaç kullanımı ve bağımlılığı, hormon tedavisi (oral kontraseptif ajanlar, hormon replasman tedavisi) ve hiperkoagülabilitedir.

Yaştan sonra inme için en güçlü risk faktörü hipertansiyondur. İnme riski kan basıncı ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Artmış kan basıncı, inme riskini aterosklerozu hızlandırarak ve küçük damar hastalığına neden olarak arttırmaktadır.

Kalp hastalıklarından özellikle atrial fibrilasyon, kalp kapak hastalığı, myokard infarktüsü, koroner kalp hastalığı, sol ventrikül hipertrofisi ve mitral valv prolapsusu inme riskini çok arttırmaktadır. Eğer beraberinde başka kalp hastalığı varsa bu risk birkaç kat daha artmaktadır. Koroner arter hastalığı olan kişilerde inme riski iki kat, kalp yetmezliği olanlarda ise dört kat artmaktadır. Sol ventrikül hipertrofisi de inme riskinde 2.5 kat artışa neden olmaktadır.

Diabet şiddetine ve tipine bağlı olmak üzere inme riskini 1.5-3 kat arttırmaktadır. Serum lipidlerindeki yükseklik serebrovasküler hastalıktan çok koroner arter hastalığı için risk faktörüdür. Kolesterol ve LDL'nin yüksek olması karotis aterosklerozu hızlandırırken, HDL'nin yüksek olması bunun tersi etkiye bulunmaktadır.

Sigara içilmesi diğer risk faktörlerini ekarte ettikten sonra tek başına inme riskini 1.7 kat arttırmaktadır. Bu, sigaranın bırakılması ile hızla azalır. Sigara tüm

inme riskleri içinde en çok subaraknoid kanama riskini arttırmaktadır.

Alkolün inme risk faktörü olarak yeri tartışmalıdır. Az miktarda alınan alkolün inme riskini azalttığı, orta ve ağır içicilerde ise bu riskin arttığı bildirilmektedir.

TİA'lar inme için çok önemli bir risk faktörüdür ve TİA geçiren hastalarda yıllık inme riski %1-15 kat arasında değişmektedir. TİA'dan sonraki ilk yıl bu risk en yüksektir. Amaurozis fugaxta risk hemisferik TİA'lardan daha düşüktür.

Asemptomatik karotis arter hastalığı da inme riskini arttırmaktadır. %75'in altındaki stenozu olanlarda yıllık inme riski %1.3 iken, %75'in üzerinde stenozda bu risk %3.3'e çıkmaktadır.

Bunların dışında inme risk faktörü olarak kabul edilen ancak epidemiyolojik çalışmalarla henüz tam kesinlik kazanmamış bazı faktörler de vardır. Bunların arasında migren, oral kontraseptif kullanımı, uyuşturucu kullanımı, horlama, hematokrit veya fibrinojen yüksekliği, hiperürisemi, hiperhomosisteinemi, protein C-S yüksekliği, antikardiolipin ve lupus antikoagülanı sayılabilir.

2.8. Karotis Arter Darlığı Tanısında Kullanılan Görüntüleme Teknikleri

İndirekt yöntemler

1. Okülopletismografi (OPG): Oftalmik arterlerin arteriyel sistemik basınçlarını ölçer ve sistolik basınçlar ile puls varış zamanları arasındaki farklılığın analizini yapar. Akımda bir asimetri ya da sistolik puls varışında bir gerileme olması, karotiste akım sınırlanması olduğunun göstergesidir (25). Kontraendikasyonları arasında glokom, retina dekolmanı, yakın zamanda geçirilmiş göz operasyonu veya travma, lens implantı sayılabilir (2).

Periorbital Bidireksiyonel Doppler: Frontal ve supraorbital arterler incelenerek orbita çevresindeki akım yönü ve kontralateral ve ipsilateral kompresyonla Willis poligonundaki akım değerlendirilir (2,25,26).

Transkranyal Doppler: Bazal serebral arterlerdeki akım yönünü ortaya koymak için kullanılır. Temporal kemik yolu ile orta serebral arter, anterior serebral arter, posterior serebral arter ve İKA'nın terminal kısmı; foramen magnum

yolu ile vertebral arterler, baziler arter ve orbita yolu ile karotis sifonu değerlendirilir (2). Willis poligonundaki kollateral akım yolları saptanabilir, majör intrakraniyal damar oklüzyonu ekarte edilebilir. Subaraknoid hemorajiye sekonder gelişen intrakraniyal vazospazmın gösterilmesinde ve intrakraniyal embolilerin değerlendirilmesinde yararlıdır (25-27). Ancak olguların %35'inde non-diagnostik olması, akustik pencere sorunu (%20'sinde başarısız sonuç verir), operatör bağımlı olması gibi sınırlamalar nedeni ile kullanımını yaygın değildir (2,27).

Direkt Yöntemler

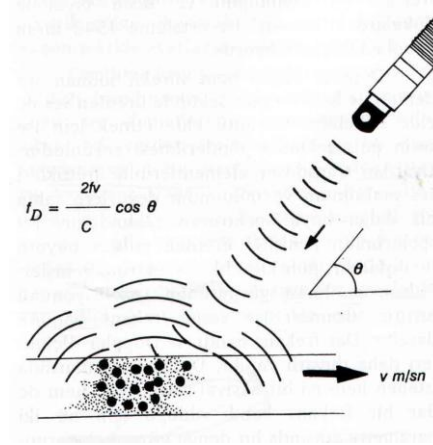
Doppler Ultrasonografi

Ultrasonografi (US) görüntüleme puls-eko prensibine dayanır. Transdüserde üretilen kısa bir ultrason pulsu dokuya gönderilir. Dokuda yayılımı sırasında sesin bir bölümü, farklı yapıdaki dokuların yüzeylerinde yankılanarak transdüserine geri döner. Sesin dokudaki yayılım hızı bilindiğinden, pulsun üretilmesi ve yankının kaydı arasındaki süre hesaplanarak ekonun nereden geldiği saptanır ve görüntü oluşturulur. Doppler şift sistemleri ile de akım incelenir (28). Tanıda kullanılan ultrasonun frekansı 2-10 MHz arasında değişir. Bu frekanslardaki ultrason demetinin dalga boyu 1.5-0.08 mm arasında değişir. Dalga boyu geometrik rezolüsyonu belirleyen en önemli faktördür. Dalga boyu kısaldıkça yani frekans arttıkça rezolüsyon artar, fakat birlikte absorpsiyon da artacağı için penetrasyon düşer. Bu nedenle en iyi görüntüleme, incelenen bölgeye ulaşabilen en yüksek frekansa sahip ses demeti ile yapılır. Yüksek bir rezolüsyona ulaşmak için incelenecek dokuya olabildiğince yakın olmak gerekliliği, endokaviter transduserlerin geliştirilmesine neden olan temel ultrasonografi kuralıdır (29).

1880 yılında Curie'ler tarafından keşfedilen piezo-elektrik (basınç-elektrik) olayı, quartz gibi bazı kristallerin, mekanik ve elektrik enerjilerini birbirine çevirmesi temeline dayanır. Bu şekilde enerji çevirici maddelere transduser (çevirici) adı verilir.

Kristal üzerine uygulanan basınç, elektrik enerjisine, elektrik enerjisi ise kristalde genişleme ve daralma şeklinde mekanik enerjiye ve dolayısı ile sese çevrilir. Günümüzde ultrasonografi (US) aygıtlarında transduser elemanı olarak

seramik diskler kullanılmaktadır. Transduseri taşıyan başlığa da prob adı verilir. Ultrasonik bir ses dalgası, ard ardına gelen sıkışma ve gevşemelerden oluşan longitudinal kompresyonel bir dalgadır. Saniyedeki kompresyon sayısı sesin frekansını, iki kompresyon arasındaki mesafe de sesin dalga boyunu belirler. Ses dalgaları her maddede, maddenin elastisitesi ve dansitesi tarafından belirlenen maddeye özel hızla yayılır. Doppler US; Doppler kayması, Johann Christian Doppler isimli Avusturya'lı bir fizikçi tarafından 1842 yılında tanımlanan bir gözlemdir. Sabit frekanslı bir ses kaynağı yaklaştıkça daha tiz (artmış frekans), uzaklaştıkça daha pes (azalmış frekans) olarak işitilir. Aynı olay kaynak sabit, dedektör hareketli olduğunda da gözlenir. Ses frekansındaki harekete bağlı bu değişime Doppler kayması (Şekil 2.2) adı verilir (28).



Şekil 2.2: Doppler kayması (30); $f_D = 2 F_0 \cdot v \cdot \cos \theta / c \rightarrow f_D =$ Doppler kayması, $F_0 =$ transduserin frekansı, $V =$ akımın hızı, $\theta =$ ses demetinin açısı, $C =$ sesin dokudaki hızı (1540/sn), $\cos =$ kosinus (28).

Doppler bilgisi hem sürekli salınan ses demeti ile hemde puls şeklinde üretilen ses ile elde edilebilir. Görüntü elde etmek için ise ses dalgaları puls şeklinde gönderilir. Uyarılan transduser elementlerinin ürettikleri ses maksimum ve minimum değerlere sahip bir dalga boyu spektrumu şeklindedir. Bu spektrumun genişliği üretilen pulsun boyutu ile ilişkilidir; puls kısaldııkça dalga boyu spektrumu genişler. Pulsun kısalması görüntünün rezolüsyonunu artırır, uzaması ise sesin frekans bandını daraltır. Dar frekans bandı ile Doppler ölçümleri daha duyarlı yapılır. Doppler aygıtlarında istenen hem iyi aksiyal rezolüsyon hem de dar bir frekans bandı olduğu için bu iki parametre arasında bir denge gözetmek zorunludur. Doppler US ile

akım incelenirken, eko kaynağı eritrositlerin yüzeyidir. Gönderilen ultrason dalga boyu eritrosit yüzeyinden çok büyük olduğu için saçılır. Bu tip saçılma ‘‘Reyligh’’ saçılma olarak adlandırılır ve saçılma gücü sesin frekansının 4. kuvveti ile doğru orantılıdır. Akan eritrositlerden saçılan ses üst üste binerek transdusere ulaşır. Bu nedenle Doppler US’de penetrasyon faktörü kullanarak olabildiğince yüksek frekans seçilmelidir. Doppler US ile kan akımı değerlendirilirken temel prensip damara belirli açıyla gönderilen ultrason demetinin frekansının akımın yönüne ve hızına göre değişmesini saptamaktır. Gönderilen ses demetinin frekansındaki değişim Doppler eşitliği ile gösterilir. Doppler eşitliğine göre Doppler şifti, transduserin frekansı, kan akımının hızı ve ses demetinin damar duvarı ile yaptığı açının kosinüsü ile (açı daraldıkça artar) doğru orantılıdır. Doppler eşitliğinde bilemediğimiz tek değişken kan akımının hızıdır. Diğer faktörler önceden belli olduğundan Doppler frekans şifti kan akım hızı ile doğru orantılıdır (28).

Hızı belirlemede önemli bir etken kan damarı ile ses demeti arasındaki açıdır(teta açısı). Doppler açısı belirli bir yansıtıcı hızı için tesbit edilen Doppler frekansını ciddi manada etkilemektedir. Akış doğrudan proba doğru ise açı 0 dereceye eşittir ve $\cos\theta$ 1’e eşittir. Bu oryantasyon için tesbit edilen Doppler frekansı, akış şartlarında tesbit edilebilecek en yüksek frekanstır. Daha tipik olarak, 0 derecenin dışındaki açılarda tesbit edilen Doppler frekansı $\cos\theta$ terimine bağlı olarak azalacaktır. Örneğin, 30 derecede Doppler frekansının 0 derecedeki değeri 0,87 ile çarpılacaktır; 60 derecede ise 0,5 ile çarpılacaktır. Eğer akış ultrason demetine dik olursa, θ 90 derece ve $\cos\theta$ 0 olacaktır; bu durumda tespit edilen Doppler kayması olmayacaktır. Pratikte arteriyel lümenen güvenilir Doppler sinyalleri elde etmek için 30 ile 60 derece arasında açı elde edecek şekilde ultrason demeti yönlendirilmektedir (30,31).

Doppler US Yöntemleri (28-30)

a-Sürekli Dalga (‘‘continuous wave’’(CW)) Doppler : Aygıtın probunda biri devamlı ses dalgası üreten, diğeri dönen ekoları saptayan sırt sırta yerleştirilmiş iki transduser vardır. Ses dalgası kesintisiz olduğundan yöntemin aksiyal rezolüsyonu yoktur, yani sesin nereden geldiği bilinemez. Yöntemde saptanan frekans değişikliği ses şeklinde verilir. Dinleyerek akımın hızı,

pulsatilitesi ve türbülansı değerlendirilir. Kulak en duyarlı ses ayırıcısı olduğundan deneyimli hekim için yöntemin tanı değeri çok yüksektir. Karotis arter darlıkları bu yöntemle çok iyi incelenir. En gelişmiş renkli Doppler aygıtlarında bile hopörlör bulunmaktadır.

b-Puls Doppler: Gönderilen sesin atımı (pulsu) uzundur (5-25 dalga boyu). Buna bağlı olarak aksiyel çözümlene düşüktür, fakat frekans kaymasını saptamada doğruluk oranı yüksektir. Gönderilen pulslar inceleme süresinin çok az bir kesmini kapsar, sürenin büyük bölümü ekoları saptamaya ayrılmıştır. Dolayısıyla yapılan iş örneklemedir. Bu örneklemenin doğru olabilmesi için örnekleme hızının(PRF), ölçülecek akım hızının en az iki katı olması gerekir. Saptanabilecek en yüksek akım hızı, PRF arttıkça, sesin frekansı düştükçe ve Doppler açısı arttıkça artar. Doppler kaymasının frekansı PRF değerinin yarısından fazla olduğunda ‘aliasing’ görülür. Aliasing örnekleme yetersizliğine bağlı olarak gerçek Doppler kayma frekansının ölçülememesidir.

c-Spektral Doppler: Doppler bilgileri puls şeklinde gönderilen ses demeti ile elde edilir. Puls olduğu için eko süresi hesaplanarak lokalizasyon yapılabilir. Yöntem B-mode görüntüleme ile integredir. Doppler ve B-mode yöntemlerinde optimal ses karakteristikleri birbirlerine karşıt olduğundan çoğu sistemde prob üzerinde Doppler puls üreten ayrı bir transduser vardır. Doppler analizi yapılacak bölgenin lokalizasyonu, boyutu (‘range-gate’) ve gönderilen ses demetinin açısı B-mode görüntü üzerinde işaretlenir. Seçilen range-gate’den dönen ekolardan çıkarılan frekans farkı, monitorda B-mode görüntünün yanında hız/zaman (cm/sn) veya frekans (kHz)/zaman grafiği şeklinde ‘‘real -time’’ olarak izlenebilir. Pratikte hız/zaman grafiği tercih edilir. Spektral Doppler M-mode US’nin analogudur ve inceleme temelde bir zamansal çözümlene (temporal rezolüsyon) yöntemidir. Spektral US de B-mode yöntemi ile kan damarlarının patomorfolojisi incelenir. Daralma, trombüs, aterosklerotik plak ve plağın durumu (ülser, plak içinde kanama vb. gibi) B-mode görüntülerle demonstre edildiği için yöntemin görüntü kalitesinin yüksek olması vasküler sistemin değerlendirilmesinde çok önemlidir.

d- Renkli Doppler: Akıma ait Doppler bilgisi, dokuya gönderilen bir puls çizgisi boyunca birçok ‘‘range –gate’’ alınarak elde edilirse ‘‘multigate’’ Doppler yapılmış olur. Bu şekilde birçok örnekleme ile elde edilen akım bilgisi akımın

transdüserine göre yönü ve hızına göre renklendirilip, B-mode' daki damar görüntüsünün içerisine yerleştirilirse Renkli Doppler görüntüleme elde edilir. Renkli Doppler görüntüleri akım hakkında kalitatif bilgiler verir. Bu nedenle pratikte çoğunlukla yalnız başına değil, grafik şeklindeki Doppler spektrumu ile birlikte kullanılır. Spektral Dopplerden tek farkı damardaki akımın renkli olarak gösterilmesi olduğundan bu yöntemle renkli dupleks Doppler yöntemi veya kısaltılarak renkli dupleks yöntemi adı verilir. Renkli Doppler US incelemede olgu sırtüstü durumda yatıyorken gerçekleştirilir. Olgunun boynunu incelenen tarafın karşı yönüne çevirmesi gerekir. Boynun ince bir yastıkla yükseltilmesi incelemeyi kolaylaştırır. İnceleme 3-10 MHz yüksek rezolüsyonlu lineer problarla gerçekleştirilmelidir. Yüksek konumlu bifurkasyon durumlarında boyun yapısı kalın olgularda 7.5 MHz'den daha düşük frekanstaki problar yararlı olabilir. Ayrıca ileri derecede büküntüler oluşturan internal karotis arterlerin görüntülenmesinde ana karotis arter orijin bölümleri ve brakiosefalik arterin görüntülenmesinde pratik yaklaşım olarak konveks problardan yararlanılabilir. İnceleme klavikula düzeyinden başlanarak kranyal yönde ana karotis arter, bulbus, internal, eksternal karotis arterlerin transvers ve longitudinal planda taranması ile gerçekleştirilir.

Cihazın renk ve gain parametreleri artefakt oluşumunu engelleyecek ancak maksimum renk bilgileri de yüksek olacak şekilde tutulması gerekir. Hız ölçümleri sırasında Doppler açısı 45-60 derece arasında olmalıdır.

Gri skala bulguları: ilk aşamada gri skalada arterlerin çapı, duvar kalınlığı, intimal yüzey ve plak varlığı araştırılır. Plak saptanması durumunda plağın lokalizasyonu, boyutları, yüzey karakteristiği, plak tipi ortaya konulur. Karotis arter duvarı sonografik olarak birbirine paralel iki ekojenik çizgi olarak görüntülenir. Dış yüzdeki ekojenik çizgi adventisya, iki lineer ekojenik çizgi arasındaki hipoekoik alan media tabakasına karşılık gelmektedir. Lümen yüzeyindeki ekojenik çizgi genel olarak intima olarak değerlendirilmekle birlikte intima tabakası gerçekte çok daha incedir. Bu yüzden terminolojik olarak burayı intimal yansıma olarak değerlendirmek daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Adventisya ve media tabakasındaki kalınlaşma sonografik olarak daha doğru bir oranda ortaya konulurken intimal yüzeydeki kalınlaşma gerçek anlamda tam bir

intima kalınlaşmasına karşılık gelmez. İntimal yansıma ince ve düz olup bu çizgideki kalınlaşma ve ondülasyon/düzensizlik subintimal yağ depolanması ve diğer patolojilere işaret eder. Karotis arter lümeni tümüyle anekoik olup herhangi bir ekojenite içermemelidir.

Renkli Doppler Ultrasonografi Bulguları

Bu aşamada transvers ve longitudinal planlarda arterlerin renk doluşlarının düzenli olup olmadığı araştırılır. Normalde karotis arterler laminer akım desenine sahip homojen doluş gösteren tübüler yapılar olarak görüntülenir (28,30). İKA orijin bölümüne karşılık gelen bulbusta türbülansa bağlı kısa süreli bir ters akım izlenmesi gerekir. Bu bulgu normal olguların hemen tamamında izlenmekte olup görülememesi hemodinamik bozukluğa işaret etmektedir. Renk modunda plak bölgelerindeki fokal dolum defektleri stenotik segmentteki lümen daralması şiddetli stenoz durumlarında perivasküler saçılma ortaya konulmalıdır (28).

Aterom plaklarının lümende oluşturduğu daralma yüzdesi rezidüel lümen çapı ya da alanın tüm arter çapı ya da alanına oranlanması ile ortaya konulmalıdır. Alan oranlanması sırasında cihazın alan ölçme özelliğinden yararlanılarak sağlıklı ölçümler yapılabilir (30).

Doppler Spektrum Bulguları

Gri skala ve renk modundaki incelemelerin tamamlanmasından sonra üçüncü aşamada spektral analiz gerçekleştirilir. Spektral analizde akım desenleri kalitatif ve kantitatif yönden değerlendirilmelidir. Hız ölçümleri arterlerin normal çaplarda izlendiği ana karotis arterde bifurkasyonun 2 cm proksimalinden , internal ve eksternal karotis arterde 2 cm distalinden yapılmalıdır. Normal olgularda sistolik ve diyastol sonu akım hızlarının ölçülmesi yeterlidir. Darlık durumlarında stenoz düzeyi, stenoz öncesi, sonrasında ölçümler ve hız oranlamaları yapılmalıdır. Sistolik hız oranlaması darlık düzeyindeki internal karotis arter pik sistolik hızının ana karotis arter pik sistolik hız değerine ; diyastolik hız oranlaması internal karotis arterde stenoz düzeyindeki diyastol sonu hızın ana karotis arterdeki diyastol sonu hıza oranlaması ile hesaplanır (30). İnternal karotis arter sistolde hızlı bir yükselme gösteren sistolik tepenin hafifçe yuvarlak biçiminde izlendiği, diyastolik akımın ileri yönde olduğu düşük dirençli bir akım deseni çizer.

Eksternal karotis arter yüz ve boyun bölgesindeki yüksek vasküler dirence sahip anatomik yapıların kanlanması sorumludur. Akım deseni pulsatil olup sistolde hızlı ve keskin bir yükselme, diyastolde keskin düşüş gösteren bir spektruma sahiptir (30,31). Yüksek dirençli vasküler yatağın akım karakteristiği olarak diyastolik hız giderek azalır. Diyastol sonunda akımın tümüyle sıfırlandığı akım örnekleri kaydedilebilir. Ana karotis arterin akımın spektrumu internal ve eksternal dalın bir kombinasyonu şeklindedir. Karotis arter rezistivite indeks değeri 0.5-0.75 arasında seyrederek. Spektral analiz sırasında kalitatif değerlendirmenin bir parçası da spektral eğrinin altında kalan spektral pencere olarak adlandırılan alanın gözden geçirilmesidir. Normalde bu alan laminer bir akımın bir yansıması olup dalgalanmalar içermez. Stenoz durumunda akımdaki türbülansa bağlı olarak bu alanda dalgalanmalar olmaya başlar. Şiddetli stenozda spektral pencere tümüyle kapanır (30,32). Renk modu ve spektral analiz sırasında internal karotis arter ve eksternal karotis arterlerin ayırımı büyük önem taşır. İKA , eksternal dala oranla daha kalındır. İKA, eksternal dala oranla daha posterolateralde seyrederek. İKA servikal bölümünde dal vermezken eksternal karotis arterden yüz ve boyun bölgesinin önemli arterleri ayrılır (31).

Renkli Doppler incelemede internal dalda kardiak siklus boyunca renk devamlılığı varken eksternal dalda intermitant renk doluşu gözlenir. Spektral incelemede İKA düşük dirençli bir akım desenine sahipken, eksternal dal yüksek dirençli bir akım deseni sergiler; ancak tüm bu ayırt edici kriterlere karşın kimi zaman internal ve eksternal karotis ayırımı yapılamayabilmektedir. Bu durumlarda basit bir manevra yararlı olmaktadır. Temporal tapping olarak bilinen bu manevrada, karotis arter desenleri kaydedilirken süperfisial temporal arter trasesine parmakla küçük vurular yapılır. Söz konusu vurular sonucu İKA trasesinde bir değişiklik izlenmezken, EKA akım trasesinde dalgalanmalar görülecektir. Vertebral arter incelemesinde arterde akımın varlığının ve yönünün belirlenmesi temel alınmaktadır. Normal vertebral arter akım deseni İKA akım desenine benzer biçimde düşük dirençli olup akımda sistol ve diyastolde devamlılık mevcuttur (30).

Karotis Arterlerinde Ateromatöz Plakların Sonografik Özellikleri (30-33)

Aterom plakları ilk önce intima tabakasında yağlı çizgilenmeler şeklinde başlayan, zamanla media ve intima tabakasını içine alarak lümeneye doğru uzanan lipid ve kollajen lif içerikli oluşumlardır. Plaklarda kanama veya ülserasyonlar gelişip kompleks plak yapıları oluşabileceği gibi tümüyle kalsifiye de olabilmektedir. Plak tiplendirmesinde farklı kriterler esas alınabilmektedir. Buna göre plakları homojen/ heterojen, basit/kompleks, hipoekoik/ekojenik plaklar biçiminde değerlendirmek mümkün olmaktadır.

Homojen Plaklar: Damar duvarı, çevresindeki yumuşak doku yapıları (kas vb) ile karşılaştırıldığında benzer ekojenite gösterirler. Patolojik olarak yoğun laminalı konnektif doku içerirler. Bu tip plakların yüzeyi düzenli olup mural kalsifikasyon odakları içerebilirler. Tümüyle kalsifiye olmaları olağan değildir.

Heterojen plaklar: En azından iyi sınırlı bir fokal düşük eko alanı içeren kompleks yapıda plaklardır. Genellikle bu düşük eko bölgeleri plak içi kanamaya aittir. İntimal yüzeyleri düzenli ya da irregüler olabilir. Irregüler yüzeyli plaklar hemen daima heterojen plaklardır. Plak yüzeyi düzenli ise plak içi kanama alanı (fokal sonolusen alan) içerip içermemesine göre homojen ya da heterojen plak olabilir. Ayrıca ülseratif plaklar heterojen görünümünde olabilirlerken tüm heterojen plakların ülseratif olması gerekmez. Gray-Weale ve ark. aterom plaklarını gri skala incelemede ortaya koydukları ekojenite görünümleri bakımından 4 grupta incelenmektedir:

Tip 1: Ekojenik ince kapsül yapısı gösteren ancak tümüyle hipoekoik yapıları plak.

Tip 2: Hemen tümüyle hipoekoik yapıda ancak küçük fokal ekojenik alan içeren plak tipi.

Tip 3: Dominant olarak ekojenik yapıda ancak fokal sonolusen alanlar içeren plak.

Tip 4: Tümüyle ekojenik plak

Araştırmacılar çalışmalarında tip 1 ve tip 2 plakların heterojen plaklara karşılık geldiği ve plak içi kanamalar ve/veya ülserasyon içerdiği; tip 3 ve 4 plak tiplerinin homojen plaklara karşılık geldiği ve temel olarak fibröz doku ve/veya

kalsifikasyonlar içerdiğini bildirmektedir. Bu sınıflamada anekoik alanlar plak içi kanama, lipid, kolesterol yada protenöz birikime işaret etmektedir. Tip 1 ve tip 2 plak tipi %70 ve daha üzerinde lümen daralması olan semptomatik hastalardaki stabil olmayan plak; tip 3 ve 4 plaklar ise genellikle asemptomatik yaşlı hastalarda görülen stabil benign tip plaklar olarak tanıtılmaktadır.

Hipoekoik Plaklar: Bu grupta ‘fibrofatty’ yapıda plaklar yer almaktadır. Ultrasonografik incelemede sternokleidomastoid kasın ekojenitesine eşdeğer bir eko içeriğine sahiptir. Kimi zaman gri skala incelemede ortaya konulamayabilir. Ancak Renkli Doppler incelemede dolum defektleri olarak görünüm verir.

Hafif Ekojenitedeki Plaklar: Kollajen lif içeriği fazla, lipid içeriği az olan plak tipleridir. Bu tip plaklara fibröz plak adı da verilmektedir. Sternokleidomastoid kasa oranla daha ekojenik ancak adventisyadan daha düşük eko yapısındadır. Genel olarak homojen iç yapıya sahiptirler.

Ekojen Plaklar: Plaklar üzerindeki hemorajik ve nekrotik alanların distrofik kalsifikasyonları sonucu oluşurlar. Kalsifikasyon plağın fokal bir alanında olabileceği gibi diffüz biçimde de görülebilir. Gri skala incelemede 1 mm kadar küçük boyutlardaki kalsifikasyon odaklarını saptamak olanaklıdır. Diffüz kalsifiye plaklarda emboli riski hemen hiç yokken fokal kalsifikasyon gösteren plaklarda her zaman için emboli olasılığı mevcuttur. Ayrıca inme geçirmiş bir hastada emboli kaynağı olabilmesi açısından önem taşımaktadır. Plak karakteristiklerinin ortaya konulması hem hastadaki mevcut tablonun açıklanması hemde medikal ya da cerrahi (endarterektomi) tedavi seçeneklerinin belirlenmesi bakımından önem taşımaktadır. Görüntüleme yöntemleri içerisinde karotis arter duvarının ve plak yapılarının ortaya konulması bakımından en duyarlı olanı ultrasonografidir. Sonografik takiplerde bir plağın homojenitesini yitirmesi, plak kompozisyonundaki değişiklikler plak içi hemorajiye bağlı hızla gelişebilecek ciddi bir stenozun ya da embolinin önemli bir habercisi olarak değerlendirilmektedir .

Plak yüzey özellikleri: Geçici iskemik atak ve inmenin en sık görülen nedeni intrakraniyal vasküler yapıların embolik tıkanıklığıdır. Literatürde plak yüzeyi ile emboli arasındaki korelasyon üzerine çok farklı sonuçlara varılmış yayınların olduğu dikkati çekmektedir. Bununla birlikte plak yüzeyindeki

erozyonlar ve ülserasyonun embolinin en önemli kaynağı kabul edildiği düşünülürse plak yüzeyi karakteristiğinin belirlenmesinin önemi anlaşılmaktadır. Ülser krateri plak içerisine fokal renk doluşu şeklinde görülmektedir. Plak yüzetindeki fokal çöküntü ve çatlak bölgeleri; damar lümeninden plak içine uzanan anekoik alanlar ve plak içine olan renk dolumları (girdaplar) bir plakta ülser geliştiğine işaret eder sonografik bulgulardır.

Dopplerde Karotis Arter Stenozu Kriterleri

İster semptomatik ister asemptomatik olsun hemodinamik olarak anlamlı stenozu bulunan olgularda endarterektominin belirgin yarar sağladığı görülmektedir. Hemodinamik olarak anlamlı stenozu olan olguların endarterektomiden belirgin yarar sağlaması bakımından genel bir görüş birliği bulunmasına karşın stenoz derecelendirmesinde oldukça farklı yaklaşım mevcuttur. European Carotid Surgery Trial (ECST), stenoz derecelendirmesinde klasik anjiyografik yöntemi tercih etmektedir; burada rezidüel lümen çapı stenoz düzeyindeki arter çapına oranlanmaktadır (33).

North America Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) ve Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study (ACAS) çalışmalarında bunun bir modifiye şekli kullanılmaktadır. Burada stenoz derecelemesi rezidüel lümen çapının, stenoz distalinde poststenotik dilatasyon sonrasındaki arterin normalize çapına oranlanmasıyla ortaya konulmaktadır (30).

Farklı yaklaşımların doğurduğu karışıklıkları azaltmak amacıyla bazı araştırmacılar stenoz derecelendirmesi yapılırken lümen daralması oranı yanında kantitatif değerleri de göz önünde bulundurmaktadır. Örneğin Bulth ve arkadaşları anjiyografik olarak ECST yöntemine göre ölçülen %80 ve üzerindeki darlıkta pik sistolik hızın (PSH) 250cm/sn'nin, diyastol sonu hızın (DSH) 100cm/sn'nin üzerinde olması; sistolik hız oranının (SHO) 3.7, diyastolik hızı oranının (DHO) 5.5'den büyük olması gerektiğini bildirmektedir. Moneta ve arkadaşlarının ülkemizde de yaygın olarak kullanılan sınıflamalarında ise NASCET'e göre %60, ECST'e göre %80'nin üzerindeki stenozlarda PSH'in 250 cm/sn, DSH'in 100 cm/sn, SHO'nun 3.7'den daha büyük olması gerekir (29). Bu grubun çalışmalarında stenoz derecelendirmesinde en iyi parametrenin pik sistolik hız olduğu, sistolik hız oranlamasının da yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu

vurgulanmaktadır (Tablo 2.1) (30).

Tablo 2.1: Moneta ve arkadaşlarının önerdiği stenoz derecelendirilmesinde kullanılan parametreler

PİK sistolik hız (cm/sn)	Diastol sonu hız (cm/sn)	Sistolik hız oranı	Diastolik hız oranı
0 (normal) >25, <110	<40	<1.8	<2.6
1-39 (hafif) <110	<40	<1.8	<2.6
40-59 (orta derece) <130	<40	<1.8	<2.6
60-79 (şiddetli) >130	>40	>1.8	>2.6
80-99 (kritik) >250	>100	>3.7	>5.5
100 (oklüzyon)	-	-	-

Karotis arter stenozlarını, klinik pratikteki tedavi yaklaşımlarını göz önünde tutarak temel olarak şu şekilde özetleyebiliriz:

1- Klinik açıdan çok önem taşımayan %50'nin altındaki stenozlarda hız artımı gözlenmez. Spektral incelemede spektral kabalaşma-genişleme gözlenebilir.

2- Lümen daralmasının %20'nin altında olduğu olgularda stenoz oranı verilmesinin pratik bir önemi yoktur.

3- %60'ın üzerindeki stenozların temel olarak preokluziv stenozlardan ayırt edilmesi gerekir. Karotis arter stenozlarında hız artımı genellikle %50'nin üzerindeki darlıklarda görülmeye başlar ve stenoz oranına paralel artış gösterir.

Preokluziv ileri stenoz durumlarda (%95-97'nin üzerindeki lümen daralmaları) hızlarda belirgin bir düşüş kaydedilir. Spektrumda basıklaşma görülür (32).

Karotis arter stenozlarının değerlendirilmesinde en pratik yöntem renk modunda gerçek lümen çapı/alanının tüm damar çapına veya alanına oranlanması

ile stenoz yüzdesinin hesaplanmasıdır. Bu hesaplama transvers plandaki görüntüler üzerinde gerçekleştirilmelidir. Longitudinal plandaki görüntülerden yapılacak hesaplamalar abartılı ve beklenilenin üzerinde olacaktır (30,32).

Dopplerde alan oranlamasına dayanan ölçümler çap oranlamasına dayanan ölçümlerden daha sağlıklı olmaktadır. Diğer yönden endarterektomi sonrası spesmen karşılaştırmalı çalışmalarda, Doppler yönteminde, alan ölçümüne dayanan stenoz oranlarının anjiyografik çap ölçümüne dayanan değerlere göre daha güvenilir olduğunu ortaya konulmuştur. Ancak düzensiz yüzeyle plaklarda ve kresentrik (yarımay) biçimli plaklarda stenoz oranı tam gerçeği yansıtmayabilir. Diğer yandan çevresel kresentrik kalsifiye plakların arkasındaki yoğun gölgelenme stenoz oranının belirlenmesini olanaksız kılar. Stenoz oranının belirlenmesinde daha sıkça başvurulan ve daha güvenilir sonuçlar veren yöntem stenotik segmentteki PSH, DSH değerlerinin ölçümü ve bu hızların ana karotis arterdeki pik sistolik hız, diyastol sonu hız değerlerine bölünmesiyle elde edilen hız oranlamalarıdır (30).

Dijital Substraksiyon Anjiyografisi (DSA)

Kanın ve içinden aktığı damarsal yapıların yoğunlukları, çevre yumuşak doku yoğunluklarından çok farklı olmadığı için X-ışınlarını absorbe etme özellikleri de farklı değildir. Bu nedenle direkt grafi ile damarların görüntülenmesi olanaksızdır. Anjiyografide amaç; incelenmesi istenen damara direkt ponksiyon ya da kateter yardımıyla yüksek yoğunluklu kontrast madde verilerek grafilerde görünür hale getirmektir. Kontrast maddenin damardan geçişi sırasında seri grafiler alınır. Elde edilen bu grafilerde damarlar ile çevre yapılar (kemik ve yumuşak dokular) birlikte görüntülediğinden süperpozisyonlar nedeniyle grafilerin değerlendirilmesi zor olmaktadır. Bu zorluk 1980'li yılların başında kullanıma girmesinden bu yana, hem teknolojisi hem de uygulama alanı çarpıcı bir şekilde gelişme gösteren Dijital Subtraksiyon Anjiyografisi (DSA) ile ortadan kalmıştır (34).

Dijital substraksiyon anjiyografi, dijital floroskopi sistemi kullanılarak verilerin dijitalize edildiği, görüntülerin bir kez elde edildikten sonra rekonstrüksiyona tabi tutulabildiği, imajların substraksiyon işlemi sonucunda sadece incelenecek bölgedeki damarın kontrastlı görüntüsünden ibaret olduğu, zaman, kullanılan film ve kontrast madde açısından maksimum tasarrufun

sağlandığı anjiyografi yöntemidir (34,35).

Dijital substraksiyon anjiyografi, bir "sayısal çıkartma anjiyografisi" olup elde edilen görüntü, "sayısal bilgi" şeklindedir. Bilgisayarların, analog görüntüleri sayısal (dijital) hale çevirme ve hafızalarında saklama özelliklerinden faydalanarak matematiksel bir desen haline getirilen görüntüler üzerinde, büyütme (zoom), uzunluk ölçümü, görüntülerin birbiri ile toplanarak bir bütün olarak gösterilmesi, "pixel shift", istenilen görüntüyü mask seçme (remasking) ve damar kenarlarını netleştirme gibi çeşitli uygulamalar yapılabilir (34). İncelenecek bölgede, görüntülenecek damar dışında, başta kemik olmak üzere tüm süperpozisyonları ortadan kaldırmak için uygulanan çıkartma yöntemi, fotografik ve elektronik olmak üzere 2 teknikle gerçekleştirilmektedir (36).

Fotografik çıkartma 5 aşamada gerçekleştirilir. İlk basamakta incelenen bölgenin direkt röntgenogramı çekilir. Daha sonra çekilmiş bu radyogram fotoğraf tekniği ile pozitif röntgenograma çevrilir. Üçüncü aşamada vasküler yapı içine kontrast madde verilerek incelenen bölgenin tekrar bir röntgenogramı çekilir. Dördüncü basamakta ise kontrastlı olarak çekilen röntgenogram ile ikinci basamakta pozitive dönüştürülmüş röntgenogram üstüste gelecek şekilde yerleştirilerek tekrar bir film çekilir. Bu işlem sonucunda üzerinde sadece damarın kontrastlı görüntüsünün bulunduğu, aynı anatomik yapıların, negatif-pozitif fotoğraf tekniği ile birbirinin imajını sildiği bir grafi elde edilmiş olur (36).

Elektronik çıkarma, görüntülerin analog olarak değil, dijitalize edildikten sonra birbirinden çıkarıldığı tekniktir. Temporal, enerji ve hibrid substraksiyon başlıkları altında toplanmaktadır. Temporal substraksiyon, enerji substraksiyon yöntemine göre tek kV kullanımı ile gerçekleştirilmesi, normal X-ışını demeti filtrasyonunun yeterli oluşu yönleri ile farklılık gösterir. Temporal substraksiyon, hareket artefaktlarının görüntülere olumsuz etkisi ve imaj sayısının sınırlılığı açısından dezavantajlar içermesi yanında, basit aritmetik görüntü substraksiyon teknikleri ile çalışabilmesi ve kemik yapıların tümüyle subtrakte edilebilmesine imkan sağlaması bakımlarından da avantajlar taşır. En yaygın kullanılan geçici elektronik çıkarma tekniği, "mask-mode" ve "time interval difference" (TID) adları altında başlıca iki şekilde uygulanmaktadır (36).

Mask-mode yönteminde, damar içine kontrast madde verilmeden önce,

incelenecek olan bölgenin görüntüsü elde olunarak bilgisayara kaydedilir. Buna mask görüntü denir. Daha sonra, incelenecek damar içine belirli bir hızda kontrast madde gönderilirken ilgili bölgenin çok kısa zaman aralıklarında imajlar alınarak bilgisayarda toplanır. Daha sonra yine bilgisayar aracılığı ile arka arkaya toplanan görüntülerden herbiri (frame) ilk olarak kaydedilen mask görüntüden çıkarılır. Geriye yalnızca dinamik olaylar, hareketli yapılar yani kan akımı ile sürüklenen kontrast madde, kısaca damarlar kalır (34,36). Mask imajdan sonra elde edilmeye başlanan imajlar arasında hasta hareketinden kaynaklanan artefaktlar oluşabilmektedir. Bu artefaktlara hatalı kayıt yani "misregistration" artefaktları adı verilmektedir. Bu artefaktlar, görüntülerde ayrı yapıların birbirleri üzerine çakışmamasına ve istenilen çıkarmanın gerçekleştirilememesine neden olacaktır. Bu problem, mask görüntünün, damar içine kontrast madde verilimi bittikten sonra tekrarı ile aşılmaya çalışılmaktadır (36). TID yöntemi, kontrast madde verilmesi esnasındaki çok kısa bir zaman aralığında, çok sayıda imajın elde olunmasına imkan veren bir tekniktir. Kısa sürede elde edilen çok sayıdaki imajların herbir frame'i ayrı bir hafıza adresine kaydedilir. Kaydedilen imajlar tek tek ya da 2-4'lü gruplar şeklinde bir önceki imajlardan çıkarılarak görüntüler oluşturulur. Bu yöntem hareket artefaktlarının önüne geçmek için özellikle kalp gibi hareketli oluşumların ve kardiyak damarların görüntülenmesinde kullanılmaktadır (36).

DSA, intravenöz (IV DSA) ve intraarteriyel (IA DSA) olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Uygun yöntemin seçiminde klinisyenin kararı değil, anjiyografiyi yapacak olan radyoloğun yol gösterici önerileri dikkate alınmalıdır.

İntravenöz DSA, periferik ya da santral olarak enjekte edilen kontrast maddenin pulmoner dolaşım sonrası sol ventrikülden çıkışı ve periferik dağılışımın dijital bir görüntü sistemi ile seri olarak algılanması esasına dayanır. Periferik enjeksiyon, antekübital venden branül ile girilerek yapılan enjeksiyondur. Antekübital veya femoral venden kateter konularak sağ atriuma girilerek yapılan enjeksiyona ise santral enjeksiyon adı verilir. IV DSA'nın çok emniyetli bir yöntem olması (emboli riski ve diğer komplikasyon oranı düşüktür), kolay ve poliklinik hastalarına uygulanabilir olması, IA DSA'ya göre ucuz olması gibi avantajlarının yanısıra; kullanılan kontrast maddenin periferik alanlara ulaşmıca kadar yaklaşık 10-20 kez dilüe olması nedeniyle fazla kontrast madde kullanılması

(kardiak ve renal patolojisi olanlarda kullanılamaz), non-selektif inceleme olması (inceleme bölgesindeki arterlerin dolması ile süperpozisyon oluşur), allerji oranı yüksekliği, inceleme sonrası anjina ve konjestif kalp yetmezliklerinin görülebilmesi, %20 yanılma payının olması, görüntülerdeki spasyal rezolüsyon (ayrıntı seçebilme) düşüklüğü ve görüntülerin hareket ve solunum artefaktlarından fazlasıyla etkilenmesi gibi sınırlamaları da mevcuttur (34).

İntraarteriyel DSA'da artere giriş yeri olarak femoral veya aksiller arter seçilerek, Seldinger tekniği ile kateter yerleştirilip istenilen arter bölgesine ulaşılır, buradan non-selektif enjeksiyon yapılarak tüm çevre damarlar görüntülenebildiği gibi, uygun kateterler kullanılarak istenilen damarın içine girilerek selektif inceleme de yapılabilir. İntraarteriyel DSA'da konvansiyonel anjiyografiye oranla daha az (yaklaşık 1/4 oranında daha az) ve dilüe bir kontrast madde kullanılır. Ayrıca kateter incelenmek istenen bölgeye yerleştirildiği için "delay time" (gecikme) söz konusu değildir. Kontrast madde enjeksiyonu ile birlikte seri çekim başlayabilir. DSA'da görüntüler anında incelenebildiği için kısa sürede işlem tamamlanır. Kateterin ince olması ve kısa süre kalması ile hasta daha az travmatize olur. İşlem sonrası 4 saat kadar gözlem altında kalan hasta, herhangi bir sorun yoksa evine gönderilebilir (36).

İntraarteriyel DSA endikasyonları: yaşlı ve kooperasyonu bozuk hastalarda uygulanabilir; kardiak, pulmoner ve renal patolojiler uygulamaya engel teşkil etmez; damar patolojisi şüphesi fazla olan özellikle TIA öyküsü ve anormal nörolojik bulgusu olan, anjiyografi sonucunda cerrahiye verilme olasılığı yüksek olgularda endikedir.

İntraarteriyel DSA'nın üstünlükleri; IV DSA'nın tüm avantajlarına sahiptir; enjeksiyon ve çekim süresinin kısalığı hareket ve solunum artefaktlarını önler; allerjik reaksiyonlar daha azdır; ince kateterler kullanılabilir; kontrast madde çok az ve dilüe edilerek kullanılır; gerektiğinde selektif çalışma olanağı vardır; görüntü kalitesi mükemmel olup yanılma payı çok azdır (36).

İntraarteriyel DSA'nın sınırlamaları arasında; arteriyel invaziv ve mutlaka doktor tarafından uygulanması gereken bir inceleme olması ile strok ve arteriyel komplikasyon olasılığı sayılabilir (34,36).

Serebrovasküler Anjiyografi

Serebrovasküler anjiyografi ilk kez 1927 yılında, beyin tümörlerini karotis artere direkt kontrast enjeksiyonu ile lokalize eden Moniz ile başlamıştır. 1953 yılında Seldinger öncülüğünde başlayan modern vasküler anjiyografi, günümüzde daha az toksik kontrast ajan geliştirilmesi, hızlı film değiştirme, mekanik kontrast enjektörleri, kateter ve "guidewire" (kılavuz tel) tekniklerindeki ilerlemelerle belirgin bir gelişme göstermiştir. Non-iyonik (düşük osmolariteli) kontrast maddelerin allerjik reaksiyon oranı iyoniklere göre daha azdır, ayrıca düşük nefrotoksitesitesi ile renal yetmezlikli hastalarda da kullanılabilmesi nedeni ile tercih edilmektedir, ancak iyoniklere göre maliyeti daha yüksektir (37).

Serebrovasküler hastalıklar denilince arkus aortadan ayrılan boyun ve kafa içine dağılan arterlerdeki patolojiler anlaşılır. Boyun arterlerinin tümünün incelenmesi "*Dört damar anjiyografisi*" olarak adlandırılır. Serebrovasküler hastalıklarda en seçkin inceleme yöntemi IA DSA'dır. Giriş yeri olarak en çok femoral arter yolu tercih edilmektedir, ayrıca brakial ya da aksiller yaklaşım da kullanılmaktadır. Yetişkinlerde ve 20 kg'ın üzerindeki çocuklarda 18 Gauge iğne kullanarak "single-wall" (tek duvar) ya da "double-wall" (çift duvar) Seldinger tekniği ile artere giriş yapıldıktan sonra "sheath" (introducer) ve kılavuz tel aracılığı ile 5F veya 6F çok delikli pig-tail kateter, abdominal aorta yolu ile arkus aortaya ulaştırılır. Buradan yapılacak non-selektif, saniyede 15-20 ml (toplam 25-30 ml) kontrast enjeksiyonu ile sağ anterior oblik (RAO) ve sol anterior oblik (LAO) projeksiyonlarla arkus aorta ve tüm dallarını aynı anda göstermek olasıdır. Ayrıca selektif olarak da sağ ve sol karotis ile vertebral artere özel kateterlerle girilerek (Head Hunter, Cobra, Simmons, 45 vb) çok az miktardaki kontrast madde ile daha ayrıntılı bilgi elde edilebilir (34). AKA ve İKA için önerilen kontrast dozları; AKA için 4-5 ml/sn (toplam 8-10 ml), İKA için 3-5 ml/sn (toplam 6-8 ml) dir (37).

Aterom plağı düşünülen olgularda grafilerin farklı pozisyonlarda alınması ile arterin her bölgesi gösterilebilir. Karotis ve vertebral arter sistemlerinin servikal parçalarında oluşan ateroskleroz ve buradan kopan emboliler beyin infarktının en sık nedenleri arasındadır. Bu nedenle TİA ve vertebrobaziler hastalıklarda DSA endikasyonu vardır. Arterlerin arkus aortadan çıkış yerleri, karotis bifurkasyonları

ve damarların boyun parçaları IA DSA ile ayrıntılı bir şekilde incelenebilir. Buralarda oluşabilecek aterosklerotik plaklar ve darlıklar değişken pozisyonlarda alınan grafilerle ortaya konabilir (34,37).

Serebrovasküler Anjiyografi Komplikasyonları (37)

Serebral anjiyografinin en önemli komplikasyonu inmedir. Genellikle aterosklerotik plaktan kopan emboliler, kateter veya kılavuz tel üzerinde gelişen pıhtılar ya da kontrast ile birlikte pıhtı, partikül ve hava enjeksiyonuna bağlı olarak gelişir. Ayrıca kateter veya kontrast enjeksiyonuna bağlı oluşan travma intimal flap kaldırabilir ve bu da emboli ya da oklüzyona yol açabilir.

DSA ile geçici ve kalıcı nörolojik komplikasyon görülme oranı konvansiyonel anjiyografiye göre daha azdır (TIA %0.6, strok %0.3). Girişim yeri (femoral, brakial, aksiller) ve kateter uygulamalarına bağlı komplikasyonlar arasında hemoraji, arteriyel obstrüksiyon, psödoanevrizma, arteriovenöz fistül, ekstremitte amputasyonu sayılabilir. Hematom gelişimi en sık görülen giriş yeri komplikasyonudur (%10). Transfüzyon veya evakuasyon gerektiren ciddi hematomlar %0.5-2 oranında görülür. Hematomların çoğunun klinik önemi yoktur ve birkaç haftada kendiliğinden rezorbe olur. Sinir hasarı çok nadirdir, ancak özellikle aksiller yaklaşımda brakial pleksus hasarı çok ciddi bir durumdur. Hasar anestetik enjeksiyonuna, arteriyotomiye veya hematoma sekonder olabilir. Ayrıca çok nadir olarak perkütan girişime bağlı enfeksiyonlar görülebilir.

Serebrovasküler Aterosklerozun Anjiyografi Bulguları (18,35)

En sık luminal düzensizlik, değişik derecelerde stenoz, oklüzyon, trombozis, daha az olarak da elongasyon ve ektazi, fuziform genişleme ve anevrizma görülür. Non-stenotik luminal düzensizlik en sık rastlanılan bulgudur.

Plak ülserasyonu ve lümen trombusu yüksek dereceli İKA stenozlarında serebral mikroembolinin en önemli kaynağıdır. Anjiyografinin ülserasyonu tespit sensitivitesi %53-%86 arasında değişmektedir.

Ateroskleroza bağlı stenoz genellikle progresiftir ve damarın oklüzyonu ile sonuçlanır. Çok yüksek dereceli stenozlar gecikmiş kontrast "wash-out"u ile birlikte yavaş antegrad akım özelliği gösterirler. Bu görüntü "string sign", "karotis slim sign", "karotis psödooklüzyon", "%99 stenoz" veya "preoklüzyon" olarak

adlandırılır. Bu durumdan şüphelenilen olgularda, arteriyel patensi göstermek için geç fazda anjiyogramlar alınmalıdır, çünkü tedavi modalitesini etkileyebilecek bir durumdur.

Aterosklerotik plağın rüptürü, trombosit adezyonu ve trombozise yol açar. Ektazi, elongasyon, tortiozite, fuziform genişleme; stenoz olmadan da normal yaşlanma sürecinde görülebilirler ve hem intrakraniyal hem de ekstrakraniyal damarları etkilerler. Aterosklerotik anevrizmalar genellikle fuziformdur. Ekstrakraniyal anevrizmalar nadir olup en çok İKA'ı tutar. Rüptür, trombozis, emboli ve iskemik semptomlara yol açabilir, kitle etkisine neden olur.

Manyetik Rezonans Anjiyografi (35,38-40):

Manyetik rezonans anjiyografi kanın hareketinden yararlanarak damarlar ve durağan dokuların ayrımını sağlayan bir görüntüleme yöntemidir. Esas olarak damarın anatomisini değil hareket eden kanın fizyolojisini gösterir. MR Anjiyografi; MR ile vasküler yapılar dört şekilde görüntülenebilmektedir.

1. Time of flight (TOF) MR Anjiyografi: Bir MR kesiti oluşturulurken, kesit seviyesinden uyarılmış dokulardan sinyal gönderilirken damar içerisinde radyo dalgası ile uyarılmış olan kan, bu aşamada yer değiştirmekte ve kesit görüntü oluşturulurken bu seviyeden gönderilen sinyaller dikkate alınmamaktadır. Bu nedenle akım olan yapılarda sinyalsiz siyah alanlar oluşmaktadır. Kontrast madde gerektirmez. 2 veya 3 boyutlu TOF yönteminde, iyi kalitede görüntü elde edilebilmesi için olgunun uzun süre hareketsiz kalması gerekir. Yapılan araştırmalar, bu teknikle yapılan incelemelerin yarısında hareket artefaktları olduğunu göstermiştir. Kontrastlı MRA'lar ile bu dezavantajın büyük ölçüde üstesinden gelinmiştir.

2. Faz kontrast anjiyografi: Faz kontrast görüntüleme, akım ölçümleri yapılabildiğinden, özellikle kan akımının fizyolojisini değerlendirmede daha çok öne çıkmaktadır. Akımdan kaynaklanan spin – faz etkisi ya da akım etkisinin oluşturduğu etkiye duyarlı sekanslarda yapılan çalışma ile akıma dayalı vasküler kontrast ortaya konulmaktadır. Bu teknikte akan kandaki hareketli protonların faz shifti çevredeki hareketsiz dokularla karşılaştırılmaktadır. İki fazlı görüntü elde edilerek birbirinden çıkarma yapılmaktadır.

3. Kontrastlı MR anjiyografi: Yüksek gradient sistemler gerektiren bu teknikte intravasküler MR kontrastları kullanılır. Bu teknikteki en önemli özellik

akıma bağımlı olmamasıdır. Esas olarak gadolinyum içeren kontrast maddenin damar içerisindeyken oluşturduğu T1 süresindeki kısalmadan yararlanılmaktadır. T1 ağırlıklı görüntülerde intensitesi en yüksek yapı yağ dokusu olduğundan, bu yöntemde amaç, vasküler yapılardaki T1 zamanını yağ dokusunun altına indirerek görüntüde sadece vasküler yapıların izlenmesini sağlamaktır. Kontrast maddenin damar içinde maksimuma ulaştığı süre en iyi görüntüyü elde etmede önemlidir. Diğer sistemlere göre daha yeni bir tekniktir ve çok başarılı anjiyografi görüntüleri sağlamaktadır. Günümüzde, 8-10 saniyelik boyun bölgesine yönelik sekanslar mevcut olup kontrast madde hızı ve zamanlamasının ustaca ayarlandığı olgularda elde edilen görüntüler çoğunlukla diagnostik kalite olarak yeterlidir. Yapılan çalışmalarda ağır stenozun saptanmasında MRA'nun sensitivitesi %90'ın üzerinde bildirilmektedir. Ancak MRA'nın stenozu abartma eğiliminden dolayı pozitif prediktif değeri düşüktür. MRA uzaysal çözünürlüğü düşük olması nedeniyle plak yüzeyindeki düzensizliklerin gösterilmesinde yeterince etkili değildir. Bu yöntem uzaysal rezolüsyonu daha iyi, süresi daha kısa ve artefaktları diğer MR anjiyografi yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha az olduğundan dolayı son zamanlarda daha çok tercih edilmektedir.

4. Black-blood görüntüleme: Akan kanın sinyalsiz olarak görüntülediği black-blood görüntülemeye, IR (inversion recovery) tekniği kullanılır. Hızlı spin-eko sekanslarla akan kan sinyali tamamen baskılanarak duvar patolojileri daha iyi değerlendirilir. Bu yöntemle, esas olarak diseksiyon, intimal flep, aterosklerotik plaklar ve duvar kalınlaşmaları değerlendirilir.

Klostrofobi, kalp pili, MR uyumsuz protez varlığı gibi temel MR sorunları yanısıra tanıya yanılgılara neden olabilecek çeşitli tuzak ve artefaktlar dezavantajlarıdır.

Bilgisayarlı Tomografi (BT) (41-43)

Görüntü Oluşum Süreci

BT çalışma prensibi olarak 4 ünitelerden oluşur:

Kaynak: X ışın tüpü

Dedektör: Hastadan geçen ışınları toplar

Bilgisayar: Dedektörden gelen bilgileri alır, depolar ve görünür hale

dönüştürür.

Monitör: Bilgisayarda oluşan dijital görüntüleri gösterir.

BT’de görüntü oluşumu üç aşamada gerçekleşir:

1. Tarama Fazı: Data (bilgi) oluşur. Yelpaze şeklinde X ışınları vücudu delerek dedektörler tarafından absorpsiyon miktarı ölçülür. Dedektörler filmin yerine geçmiştir ve absorpsiyon özelliği yüksek olmalı, gelen fotonu yüksek oranda yakalayabilmeli, elektron-sinyal dönüşümünü yüksek oranda yapabilmeli, ikinci sinyali işlemeye kısa süreler içinde hazır olmalıdır.

İki tip dedektör vardır:

XENON dedektörler: Üzerine X ışını düştüğünde sıkıştırılmış xenon gazında iyonizasyona neden olur ve elektrik sinyali üretir.

SOLİD STATE dedektörler: Üzerine X ışını düştüğünde ışık salınımı olur ve elektrik sinyali üretir.

2. Rekonstrüksiyon Fazı: Bilgi dijital görüntüye dönüştürülür.

Dedektörlerden elde edilen elektrik sinyallerinin tarama alanını temsil edecek sayılardan oluşmuş haritaya dönüştürme işlemine rekonstrüksiyon denir. Bu işlemin yapılması için değişik algoritmeler kullanılır.

Görüntü birçok sayısal verilerden meydana gelmektedir. Bu sayısal noktacık şeklindeki verilerin en küçüğüne PİKSEL denir.

Pi (Picture) x el (element)

3. Dijital-analog Dönüşüm Fazı: Bilgi grinin tonları şeklinde görülebilir hale getirilir. Tomografiler değişik evreler geçirerek günümüze kadar gelmişlerdir. İlk geliştirilen tomografiler birinci jenerasyon olarak isimlendirilirken, günümüzde çok kesitli tomografiler yedinci jenerasyon olarak yerini almıştır. Kısaca bu gelişimin özellikleri aşağıdadır;

1. Birinci jenerasyon: Tek bir dedektör vardır. Tüp ve dedektör hasta çevresinde doğrusal bir çizgi boyunca 180 derece dönmektedir. Tarama zamanı uzundur (4. 5 dakika).

2. İkinci jenerasyon: X ışın demeti ve dedektör sayısı arttırıldı. Bu sistemde 3 x ışın demeti 1 derece farkla yan yana dizilmiştir. Bir seferde 3 derecelik tarama yapması nedeniyle tarama süresi kısalmıştır (15 saniye).

3. Üçüncü jenerasyon: Kolime edilmiş x ışın demeti yelpaze şeklinde olup

karşısında çok sayıda dedektör kullanılır. Dönüş açısı 360 dereceye çıkartılmıştır.

4. Dördüncü jenerasyon: Gantri boşluğunu 360 derece saran çok sayıda dedektör kullanılır. Dedektörler sabit olup tüp dönmektedir.

5. Beşinci jenerasyon: Ultrafast BT veya elektron beam CT (EBT) olarak adlandırılır. X ışın elde ediliş yöntemi farklı kullanılarak hasta çevresinde dönen hareketli kısımlar kalmamıştır.

6. Altıncı jenerasyon: Çok sayıda paralel olarak dönen halka ve bunlara bağlı dönme hareketi yapmayan ama kayma hareketine sahip değme noktaları ve fırçaları olan sistem ile spiral tarama sağlanmış ve spiral BT'ler gündeme girmiştir.

7. Yedinci jenerasyon: Çok kesitli çok dedektörlü BT'ler.

Günümüzde çok dedektörlü BT'ler PET ile birlikte imal edilerek PET-BT şeklinde de kullanılmaya başlamıştır. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ile görüntü kalitesi artmakta, BT kullanım alanını genişletmekte (rutin tarama ve özel alanlarda kullanım). Yarım saniyenin altında rotasyon süresi ile kardiyak ve koroner görüntülenebilmektedir. Tetkikler hastalar için daha konforlu, daha düşük dozlar ile çekim mümkün hale gelebilir (özellikle kontrol veya tarama grubu hastalarında).

Çok Kesitli BT

X-ışınlarının daha etkin kullanılmasıyla daha uzun mesafeler z-ekseni çözünürlüğünü koruyarak taranabilir. Bu amaçla çoğul sıralı dedektör dizaynı geliştirilmiştir. Tüp-dedektör donanımı 3. kuşak ve helikal BT'de olduğu gibi eş zamanlı dönen X-ışın tüpü ve körvilineer dedektör dizisinden oluşur. Bu sistemde helikal BT'den farklı olarak dedektörler tek sıra değil, 2 veya daha fazla (4, 16, 32, 40, 64 vb) sıra halinde dizilmiş, solid-state yapıdaki 500-900 dedektör elemanından oluşan iki boyutlu matriks yapısındadır. Her bir dedektör sırası bir veri algılama sistemine bağlanarak kanal sayısı kadar uzaysal veri elde edilir. Dedektör sıra sayısının artması x-ışının etkin kullanımını sağlayarak veri alma kapasitesini dramatik olarak arttırmaktadır. Gantri rotasyon zamanlarının da düşük olması nedeniyle bu cihazların performansı arttırılmıştır. Bu gelişme daha kısa görüntüleme süresi, daha uzun görüntüleme mesafesi ve daha ince kesit kalınlığı elde etme amacıyla kullanılabilir. Örneğin, 0.5 sn rotasyon zamanlı ve 4-dedektör sıralı bir cihazın performansı 1 sn rotasyon zamanı tek sıra dedektörlü helikal BT'ye göre 6 kat daha iyidir. Bu aynı kesit kalınlığı için 8 kat daha hız, aynı mesafe için 8 kat daha

ince kesit veya aynı sürede 8 kat daha uzun mesafe taraması şeklinde kullanılabilir. Çok kesitli BT’de dedektör sıra sayısı kesit sayısından daha fazla olduğundan çokdedektörlü BT yerine . Çok kesitli BT terimini kullanmak daha uygundur (4-kesit BT için, General Electrics’te 16 sıra, Philips ve Siemens’te 8 sıra, Toshiba’da ise 34 sıra dedektör bulunur). Dedektör sıralarının sayısı, tasarımı ve dizilimin kalınlığı üretici firmalar arasında farklılık gösterir.

Dedektör Sırası Tasarımı: Dedektör tasarımları üç ana grupta incelenebilir: matriks, adaptif ve hibrid dedektörler. Matriks diziliminde z-ekseni boyunca dedektör elemanlarının boyutları eşittir. General electrics (GE)’nin 4 ve 8’li sistemlerinde bu tasarım kullanılır (4-kesit BT’de her biri 1.25 mm kalınlıkta 16 dedektör elemanı, toplam kalınlık 20 mm). Adaptif tasarımda ise dedektör elemanlarının boyutları merkezden perifere doğru kalınlaşır. Bu dizilimin mantığı dedektörler arasındaki septa sayısının perifere doğru azalması ve oblik gelen x-ışınlarının septumlarca emiliminin azaltılarak geometrik doz etkinliğimin artırılmasıdır. Philips ve Siemens’in çok kesitli BT’lerinde bu adaptif tasarım kullanılır (en içte 2 adet 1 mm kalınlıkta ve her iki tarafta iki tane 1.5 mm, iki tane 2.5 mm ve iki tane 5 mm kalınlıkta olmak üzere toplam 20 mm kalınlıkta 8 farklı dedektör elemanı). Toshiba’nın kullanıldığı hibrid dizilim ise en içteki dedektör elemanlarının dıştakilerden daha ince olması dışında matriks dedektörlere benzer (4-kesitli BT için en içte 4 tane 0.5 mm kalınlıkta ve her iki tarafta 16’şar tane 1 mm kalınlıkta olmak üzere toplam kalınlığı 32 mm olan 34 dedektör elemanı). 16’lı ve daha yüksek BT’lerde hibrid dizilim kullanılır. Dedektörler arasındaki yaklaşık 0.06 mm kalınlıktaki ışını emen ama bilgi üretmeyen septa nedeniyle çok kesitli BT’lerde ve özellikle matriks dizilimde dedektör etkinliği düşüktür. Bu da hastaya verilen radyasyon dozunun fazla olması anlamına gelmektedir. Ancak çok kesitli BT’de ışın kolimasyonunun fokal spot boyutuna oranı yüksek olduğundan umbra/penumbra oranında yüksektir. Genel olarak dedektör sıra sayısı arttıkça x-ışını kullanım etkinliği arttığından radyasyon dozu azalır.

Kesit Kalınlığı Seçimi: Çok kesitli BT’de kesit kalınlığı hasta öncesi ve sonrası kolimasyon ve veri alma sistemi ile kombine edilecek dedektör sıra sayısınca belirlenir. Dolayısıyla 4 kesitli BT’de 4 x 5 mm, 4 x 2.5 mm, 4x1mm ve 2x0.5 mm kalınlıkta kesitler almak mümkündür. Sistemdeki minimum kesit kalınlığı en küçük

dedektör elemanının z-eksenindeki genişliğince belirlenir.

Çok kesitli BT’de Pitch :Farklı çok kesitli BT üreticilerinin pitch için farklı tanımlamalar yapması kafa karışıklığına yol açmaktadır. Doğru olan evrensel pitch tarifine uyularak pitch’in bir rotasyondaki masa hareketinin total kolimasyona (ışın demetinin toplam kalınlığı) oranı şeklindeki tarifidir. Bazı üreticilerin önceleri dedektör pitch’i (masa hareketinin dedektör kolimasyonuna oranı) kullanması yüksek pitch değerlerine yol açtığından (4-kesitli BT için 1-8, 16-kesit BT için 2-30), kafa karışıklığını önlemek ve pitch ile radyasyondan dozu arasındaki ilişkiyi korumak amacıyla, artık bu tanım terk edilmiştir. Örneğin, 4x2.5 mm kolimasyon kullanıldığında, masa hareketi 0.5 saniye rotasyonda 15mm (30 mm/s) ise, pitch değeri 1.5 ($15/4 \times 2.5 = 15/10$) olur.

Görüntü Rekonstrüksiyonu : Helikal BT’de olduğu gibi çokkesitli BT’de aksiyal kesitler almak için veri interpolasyonu gereklidir. Çok kesitli BT’de dedektörler iki boyutlu olduğundan gelen x-ışın demeti de iki boyutlu ve koni şeklindedir. Dedektörlere koni şeklinde ve belli bir açıyla gelen ışın demeti gantri merkezinin dışında kalan bölgelerde artefaktlara yol açabilir. Yani, aynı yapı tüpün dönüşü süresince farklı dedektör elemanlarınca görülür, bu özellikle dönüş ekseninin merkezinin uzağında kalan yapılarda daha belirgindir (koni açısı problemi). Bunu önlemek için helikal BT’de kullanılan lineer interpolasyon değil, daha sofistike algoritmalar kullanılmalıdır.

Çok kesitli Lineer İnterpolasyon (ÇLİ): Dört-kesitli BT’lerde kullanılan algoritma helikal BT’lerde kullanılanın bir analogudur. Her bir projeksiyon açısı için görüntü düzlemine en yakın 2 projeksiyon verisi kullanılır (360° ÇLİ için sadece gerçek spiral kümeleri, 180° ÇLİ için ise gerçeğe ek olarak dedektör-tüp arasındaki sanal spiral kümeleri). Örnekleme paternlerine bağlı olarak ÇLİ’ların pitch ile ilişkileri helikal BT’de olduğundan daha komplekstir. Philips ve Siemens interpolasyon algoritmalarının pitch’den bağımsız yaparken, GE 4-, 8- ve 16-kesit cihazlarında uygun veri örnekleme için tercih edilecek pitch değerleri önermektedir. Ayrıca Siemens kesit kalınlığı, gürültü ve radyasyon dozunu örnekleme paterninden bağımsız hale getirmek için z-filtre interpolasyonu ve koni açısı rekonstrüksiyonunu geliştirmiştir.

Z-filtre interpolasyonu: 4- ve 8- kesit alan BT cihazlarında kullanılan bu

yöntemde dedektörlerden sadece görüntü düzlemine en yakın iki projeksiyon değil, çok sayıda projeksiyon kullanılır (çok noktalı interpolasyon). Sonra bunlar görüntü düzlemine olan uzaklıklarına göre değerlendirilir. Z-filtre ekseninin negatif tarafındaki kenar keskinliğini arttıran bölümünü de hesaba katarak, pitch'in uygun olmadığı durumlarda bile kesit kalınlığının kolimasyona eşit olmasını sağlar. Ancak bu filtre işlemi gürültüyü arttırır. Geniş filtre fonksiyonu kullanılarak gürültü azaltır ve kesit kalınlığı genişler. Üretici firmalara bağlı olarak, seçilen kolimasyon ile rekonstrükte edilen görüntünün kesit kalınlığının değişik kombinasyonları mevcuttur. İlke olarak kesit kalınlığı kolimasyona eşit veya daha büyüktür.

Koni demeti interpolasyonu: Z-filtre interpolasyonunda da ışınların paralel olduğu varsayılır, ancak özellikle 16- ve daha çok kesitli BT'lerde ışınların z-ekseni boyunca dağılması (diverjans) belirgin olduğundan özellikle santraldeki dedektör ekseninin dışında kalan noktalarda artefaktlar (koni açısı) ortaya çıkar. Bunu düzeltmek için daha karmaşık hesaplamalar gereklidir. Philips ve Toshiba gerçek 3-boyutlu koni demeti algoritması (Philips:Coriba, Toshiba:ConeView) kullanmaktadır. Bunlar verileri voksel voksel değerlendirerek her ayrıntının son görüntüde görülmesini sağlamaktadır. GE (CrossBeam, Hyperplane) ve Siemens (AMPR) kendi 2-boyutlu fanbeam rekonstrüksiyon algoritmalarını geliştirerek önce spirallere göre uyarlanmış oblik düzlemde rekonstrüksiyon yapmakta, sonra bunlar aksiyal kesit olarak interpolate edilmektedir.

Çok Kesitli BT' de Gürültü: 4-kesitli BT'lerde görüntüdeki gürültü seçilen kesit kalınlığına ve z-filtreleme veya koni açısı algoritmasına bağlıdır. Z-filtreleme gürültü ve kesit kalınlığı arasındaki ilişkiyi iyileştirir ve 180 derece interpolasyona göre gürültüyü azaltır. Siemens'in kullandığı adaptif z-filtre işlemi gürültü ve kesit kalınlığını pitch' den bağımsız hale getirmiştir. Toshiba' da kullanıcının seçtiği kesit kalınlığına göre sistem uygun z-filtre seçmektedir.

Çok Kesitli BT' nin Avantajları: Helikal BT'nin avantajlarının tümü çokkesitli BT de mevcuttur, Ayrıca performansı helikal BT' ye göre daha yüksek olduğundan daha uzun mesafeler, daha ince kesitlerle daha kısa sürelerde taranabilir. Çok fazlı (multifazik) ve dinamik çalışmalar ve fonksiyonel BT daha etkin yapılabilir, multiplanar rekonstrüksiyon, MİP (maksimum intensite projeksiyonu), 3 boyutlu rekonstrüksiyon, hacimsel gösterim (volume rendering), BT anjiyografi, BT

endoskopi ve BT floroskopi kalitesi helikal BT' ye göre daha yüksektir.

Özellikle 16- ve daha çok sayıda kesit alabilen BT' lerde kardiyak incelemeler ve koroner anjiyografi yapılabilir. İnce kesit (<1mm) alındığında gerçek izotropik görüntüler (kübik voksel) elde edilir ki, bu da görüntü hacminden geçen her düzlemin eşit derecede keskin olması demektir. Uzun mesafelerin taranabilmesi özellikle travma hastalarında, tetkik süresinin kısılması ise çocuk ve bilinç bulanıklığı olan hastalarda harekete bağlı artefaktlar da en aza indirir. Açılı inceleme gerektiren yapılarda hastaya veya gantriye açı vermeden tarama yapıp, daha sonra istenilen açıda ve alanda görüntü oluşturulabilir.

2.9. Karotis Stenozunda Ölçüm Kriterleri

North American Symptomatic Endarterectomy Trial (NASCET), European Carotid Surgery Trial (ECST) ve Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study (ACAS) çalışmaları karotis stenozunu doğru olarak ölçmenin gerekliliğini gösteren çalışmalardır. BTA, MRA ve US gibi noninvaziv yöntemler, karotis arter hastalığından şüphelenilen hastaların değerlendirilmesinde giderek artan bir önem kazanmalarına karşın, kateter anjiyografi hala "altın standart" yöntem olma özelliğini korumaktadır (33).

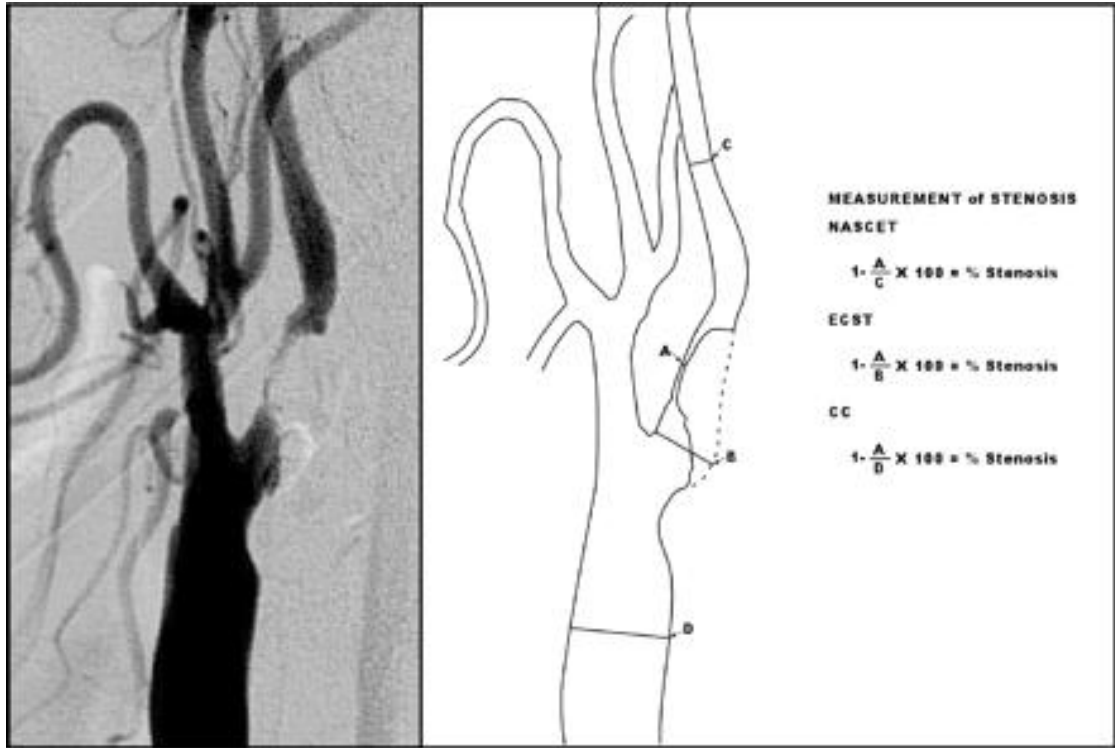
Ölçüm Metodları

ECST metodu: Minimal rezidüel lümen ölçülür ve subjektif olarak tahmin edilen normal lümen çapı ile karşılaştırılır (Şekil 2.3).

NASCET metodu: Darlığın maksimum olduğu alan seçilir ve minimal rezidüel lümen ölçülür. Daha sonra bulbus ilerisinde damar duvarlarının paralel duruma geldiği normal distal lümen ile karşılaştırılır (Şekil 2.3).

"Common Carotid" Metodu (Karotis Stenoz indeksi): Minimal rezidüel lümeni normal distal ana karotis arter çapı ile karşılaştırılır (Şekil 2.3).

Diğer metodlar: Elektronik metodlar kullanılarak stenotik bölgedeki dansitometrik değişimleri ölçen ve "edge tracing" programları ile stenoz oranını otomatik olarak ölçen DSA programları mevcuttur.



Şekil 2.3: Karotis stenozunun NASCET, ECST ve Common Carotid (CC) yöntemleri ile ölçümü; A: minimal rezidüel lümen, B: normal İKA lümeni; C: damarın tahmin edilen çapı; D: AKA çapı (44).

NASCET sonuçları, %70-99 arasında yüksek dereceli İKA stenozu olan semptomatik hastaların cerrahi tedaviden fayda gördüğünü göstermiştir. Bu grup hastalarda karotis endarterektomi medikal tedavi ile karşılaştırıldığında ipsilateral inme açısından 2 yıldan daha uzun bir sürede %17 oranında risk azalması sağlar. ACAS çalışması ise, cerrahi ve medikal tedavinin birlikteliği, tek başına medikal tedavi uygulanması ile karşılaştırıldığında %60 ve üzerinde stenozu olan asemptomatik olgularda strok riskini belirgin olarak azalttığını ortaya koymuştur (5 yıl içinde ipsilateral inme gelişme riskinde %5.9 azalma) (18,30).

2.10. Serebrovasküler Hastalıklarda Tedavi

Karotis Endarterektomi

Karotis endarterektomi karotis sifon stenozlarında ve aynı damarda birden fazla stenotik segment varlığında (tandem stenoz) efektif değildir. Endike olduğu olgu grubu yüksek dereceli stenozu olan veya maksimum medikal tedaviye yanıtı olmayan orta

dereceli stenozu olan olgulardır. Eğer yeni geçirilmiş major serebrovasküler olay söz konusu ise medikal stabilizasyon sağlanıncaya kadar endarterektomi ertelenmelidir. Kontraendikasyonları, düşük dereceli stenoz (<30%) ve yeterli maksimum medikal tedavi görmemiş orta dereceli stenoz olgulardır. Komplikasyonları arasında; hipertansiyon (en sık), hiperperfuzyon sendromu, hipotansiyon, myokard infarktüsü (ikinci en sık), nörolojik defisitler, sinir hasarları, postoperatif tromboz, hematom sayılabilir (18,24).

Perkütan Transluminal Anjiyoplasti ve Stent

Son dönemde, stent uygulaması ile karotis stenozlarının tedavi edilmesi önem kazanmaktadır. Özellikle yüksek riskli hastalarda (eşlik eden ileri derece kalp hastalığı, daha önce geçirilmiş boyun radyasyon tedavisi veya radikal boyun disseksiyonu, endarterektomi sonrası restenoz, kontralateral oklüzyon varlığı) bildirilen stent ile tedavi sonuçları kabul edilebilir düzeydedir. Aynı zamanda işlem sırasında ve hemen sonrasında inme oranlarının azlığı cesaret vericidir. Son yıllarda geliştirilen emboli önleyici cihazlar, modern adjuvan farmakoterapi ve kendinden genişleyebilen stentler bu yöntemi daha da güncelleştirmektedir. Öte yandan böbrek yetmezliği riski ve eşlik eden diğer hastalıkların yol açabileceği morbidite işlem öncesinde dikkatle değerlendirilmelidir (45). Sonuç olarak ateroskleroz, vaskülit, fibromusküler displazi, disseksiyon, radyasyon vaskülopatisi, Takayasu arteriti ve cerrahi tedavi sonrası AKA, İKA, EKA'de gelişen kritik karotis stenozlarında (%70 ve üstü) uygulanabilir. İşlem öncesi ve sonrasında antiplatelet medikasyon gereklidir. Komplikasyon riski düşük olup potansiyel komplikasyonlar arasında disseksiyon, vazospazm, trombus formasyonu ve oklüzyon sayılabilir (18).

3. GEREÇ-YÖNTEM

3.1. Hasta Populasyonu

Bu çalışma, Şubat 2007-Ekim 2008 tarihleri arasında, Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalında, Nöroloji Anabilim Dalı'nın işbirliği ile prospektif olarak yapıldı. Çalışmaya, karotis arter stenozu bilinen veya şüphelenilip refere edilen 20 hasta dahil edildi. Bu hastaların ortalama yaşları 68 ± 9 olup 15'i erkek, 5'i bayandı. Bütün hastalara birer kez dijital konvansiyonel anjiyografi, BT anjiyografi incelemeleri, Doppler US incelemeleri yapıldı. Çalışmaya dahil edilen BT anjiyografi ve DSA incelemelerinin hepsi optimal kalitede olup, değerlendirmeyi güçleştirebilecek teknik ya da hasta kaynaklı artefakt kaydedilmedi. Doppler US ile BT anjiyografi arasında 1 veya 2 gün vardı. BT anjiyografi ile DSA arasında ortalama süre 19 gün (1-60)dü. Aşağıdaki kriterlerden birine sahip olan hastalar çalışma dışı bırakıldı:

- 18 yaşından küçük hastalar
- Kontrast madde allerjisi olan hastalar
- Böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalar
- Gebeler ve emziren anneler

Bu çalışma, Üniversite Tıp Fakültesi Etik Kurulu tarafından 15 Mart 2007'de 09 sayılı karar ile, Helsinki Deklarasyonu'nda belirtilen maddelere göre değerlendirilerek, ahlaki, vicdani ve tıbbi kurallara uygun olduğu onaylandı. Ayrıca hastalara hasta bilgilendirme formu ile çalışma hakkında bilgi verildi ve hasta rıza formu okutularak onayları alındı.

3.2. Dijital Konvansiyonel Anjiyografi

Anjiyografi işlemleri Philips MultiDiagnost 4 cihazında, dijital subtraction tekniği ile gerçekleştirildi. Perkütan kateterizasyon için öncelikle sağ femoral arter tercih edildi (n=18). Sağ femoral arter nabızları zayıf olan yada alınmayan bir hastada sol femoral arter yolu ile girişim yapıldı. Her iki femoral arter nabızları alınamayan bir hastada ise sol aksiller yol ile kateterizasyon uygulandı. İşlemden önce ortalama 150 ml (100-200), dilüe edilmemiş iyotlu kontrast madde kullanıldı. Seldinger yöntemi kullanılarak 5-French head-hunter kateter ile her iki karotis sisteme selektif girilerek, her iki servikal karotis arterler oblik ve lateral olarak

görüntülendi.

3.3. BT Anjiyografi

BT Anjiyografi incelemeleri 64 MDBT cihazı ile gerçekleştirildi (Toshiba Aquillion, Japonya). Hasta masaya supin pozisyonda, baş gantry'e önce girecek şekilde yatırıldı. Diş protezi olan hastalarda artefaktları önlemek amacıyla baş mümkün olduğunca ekstansiyona getirildi. Klavuz görüntü alındıktan sonra, arkus aortadan sfenoid kanat üst kesmine kadar olan tarama alanı belirlendi. Tarama alanı belirlendikten sonra hastaya antekubital ven yolu ile, 18G intravenöz kateterden yaklaşık önce 20 cc salin, daha sonra 50 cc noniyonik kontrast madde (İomeron 400/100 mg/cc), 5 cc/sn hızla verildi. Tetkikte otomatik trigerring sistem (kontrast madde konsantrasyonu belirlenen noktada istenen değere ulaştığında çalışmayı başlatan otomatik program sistemi) (Toshiba, Sure Start) yöntemi kullanıldı. Kürsör tarama alanının alt seviyesinin 2 cm altında, inen aortaya yerleştirilerek, tetikleme değeri bu seviyeden ölçülen HU değerinin üzerine 45 HU eklenerek belirlendi (Tablo 3.1). İnceleme 120 kV, ve cihaz tarafından otomatik olarak ayarlanan mAs, X ışını parametreleri ile, 64x0.5 mm kolimasyonda, 20.5 mm masa hızı, 0.641 pitch faktör ve 41 helikal pitch ile yapıldı. Aksiyel plan 0.5 mm kalınlığında kesit görüntüleri elde edildi. Bu görüntüler ayrı bir iş istasyonunda, VİTAL 'the images of understanding' Vitrea 2 version 4.1.2.0 programı kullanılarak MİP ve volume rendering teknikler ile rekonstrükte edilerek incelendi. Hastaların tarama süresi yaklaşık 6.5 sn, rekonstrüksiyon süresi ise yaklaşık 15 dakika kadar sürdü. Ayrıca darlık oranlarının belirlenebilmesi amacıyla pencere genişliği 375 HU, pencere seviyesi 325 HU olarak ayarlandı. Mural kalsifikasyonları olan vakalarda kalsifikasyonun luminal kontrast maddeden ayırdedilebilmesi amacıyla pencere genişliği 752 HU, pencere seviyesi ise 494 HU seçildi.

Tablo 3.1: Multidedektör BTA incelemesinde kullanılan parametreler:

Kolimasyon	64x0.5 mm
Kesit kalınlığı (mm)	0.5 mm
Rekonstrüksiyon interval (mm)	0.3 mm
Tüp voltajı ve akım	120 kV, mAs yarı otomatik olarak ayarlandı
Pitch değerleri	HP: 41 PF: 0,641*
Gantri rotasyon süresi (sn)	500 ms
Masa hızı (mm)	20.5 mm
Tarama yönü	Kaudokranyal
Tarama alanı	20-25cm
Tarama süresi	6.5 sn
Kontrast madde (cc-400 mgI/cc)	50 cc
Enjeksiyon hızı (cc/sn)	5
Gecikme zamanı	Otomatik trigerring sistem (Toshiba, Sure Start) yöntemi

*HP: Helikal Pitch: Bir gantri rotasyonu esnasında masa hareketi (masa hareketi/kolimasyon)

PF: Pitch faktör: HP/kesit sayısı (64 kesit)

3.4. Doppler US

Sonografik inceleme, Toshiba SSA 774/80 Aplio renkli Doppler ultrasonografi cihazı ile 7.5 MHz'lik lineer array transdüser ile gerçekleştirildi. Yüksek bifurkasyonlu olgularda ise 3.75 MHz'lik konveks transdüser kullanıldı. Karotis sistemin değerlendirilmesinde, incelemeye sağda trunkus brakiosefalikus, solda klavikula düzeyinden başlanarak, kranyale doğru sırayla AKA, bifürkasyon düzeyi, İKA ve EKA'ler incelendi. İlk önce B-mode US ile (gri skala) aksiyal ve longitudinal planlarda intimal kalınlaşma ve düzensizlikler, plakların yeri, büyüklüğü ve morfolojik özellikleri saptandı. Çalışma alanına giren en dar segment belirlendi. Renk modunda damarda akımın lümeni doldurma paterni, plak saptanan bölgelerde jet veya türbülant akım varlığı incelendi. Stenoz oranları ise NASCET yöntemine göre darlık bölgesinde rezidüel lümen çapının, o bölgenin distalinde poststenotik

dilatasyon sonrası normal lümenin total damar çapına oranlanması ile belirlendi. Spektral incelemede uygun Doppler açısı ayarlanarak stenotik alanda pik sistolik hız, diastol sonu hız değerleri ölçüldü ve İKA/AKA pik sistolik ve diastol sonu hız oranları hesaplandı. Yapılan spektral stenoz değerlendirmeleri (Tablo-2.1) Moneta ve arkadaşlarının literatürde sunduğu değerlendirme parametrelerine göre düzenlendi. Oklüzyon tanısı ise; gri skalada lümen ekojenisitesinde artış, renk modu ve spektral incelemede akım saptanmaması, tıkanıklığın proksimalindeki İKA bölümü ve AKA'de karşı tarafla kıyaslandığında yüksek dirençli, düşük hızlı hatta diastolik komponenti negatif yönde akım örnekleri alınması esasına dayanarak konuldu. İncelenen hastaların çoğunluğunda kalsifikasyon ve yüksek yerleşimli bifurkasyon nedeniyle stenoz oranları NASCET'e göre saptanamadığından istatistiksel değerlendirmede hastaların çoğunluğunda saptanabilen İKA/AKA hız oranları göz önünde bulunduruldu.

3.5. Görüntülerin Değerlendirilmesi

Çalışmamıza dahil edilen hastaların BT anjiyografi ve DSA'deki aterosklerotik karotis arter stenozlarının derecesi NASCET kriterlerine göre submilimetrik olarak ölçüldü (48,49). Stenoz oranları karotis arterdeki en dar segmentin aksiyel uzunluğu ile stenoz distalinde normal kalibrasyondaki karotis arterin aksiyel uzunluğu oranlanarak hesaplandı. Hesaplamalar yapılırken stenoz distalinde izlenen poststenotik dilate segment dikkate alınmayarak damar çapının normale döndüğü lokalizasyondan ölçümler yapıldı. Ayrıca ileri dereceli stenotik olgularda akım azalmasına bağlı intravasküler basınç düşmesi, darlık distalinde belirgin çap azalmasına neden olmaktaydı. Bizim çalışmamızda bu damarlar atrofik olarak değerlendirildi. Distal atrofik İKA nedeniyle stenoz oranını olduğundan daha düşük hesaplanabileceğinden, kontralateral İKA'de oklüzyon saptanan vakalar dışındaki olgularda kontralateral İKA'in de normal lümen çapı ölçüldü. Stenoz seviyesi her iki İKA'in distal lümen çaplarının ortalaması ile oranlandı (48).

Darlıkların sınıflandırılmasında altı derece kullanıldı (Şekil 3.1):

I: Normal

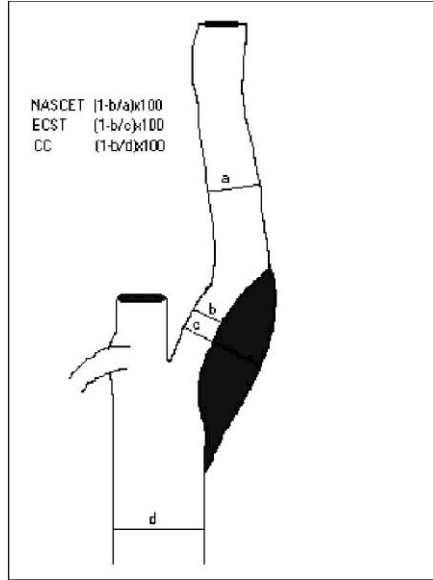
II: Hafif dereceli darlık (%1-29)

III: Orta dereceli darlık (%30-50)

IV: Orta dereceli darlık (%50-69)

V: İleri dereceli darlık(%70-99)

VI : Oklüzyon



Şekil 3.1: NASCET, ECST ve CC yöntemlerine göre karotis stenoz ölçümü.

3.6. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizde, BT anjiyografi ve DSA için iki tetkik arasındaki uyumun değerlendirilmesinde, 'SPSS 15.0 for windows evaluation' formatında, Kappa testi kullanıldı. Bu testte, patolojik değerlendirilen her İKA için, DSA ve BT anjiyografide saptanan darlık grade'leri arasındaki uyum değerlendirilerek, sonuçlar hesaplandı. Yine Doppler US'da İKA/AKA hız oranlarındaki artışın olup olmaması, %70 ve üzeri veya altı olarak kabul edilip BT anjiyografi ve DSA arasındaki uyumuna bakıldı. Uyumun değerlendirilmesi şu şekilde yapıldı: K=0-0.19 uyumluluk yok, K=0.2-0.39 zayıf düzeyde uyumluluk, K=0.4-0.59 orta düzeyde uyumluluk, K= 0.6-0.79 çok iyi düzeyde uyumluluk ve K=0.8-1 mükemmel düzeyde uyumluluk. Ayrıca DSA gold standart kabul edilerek, sınıflandırılan 28 patolojik arter, kritik stenoz değeri olan %70 ve üzeri veya %70 altı olarak iki gruba ayrılarak BT anjiyografinin sensitivite, spesifisite, pozitif ve negatif prediktif değerleri hesaplandı.

4. BULGULAR

Çalışmamızda İKA stenozu düşünülen 20 olguya Doppler US, BT anjiyografi ve DSA tetkikleri uygulandı. Olguların her iki taraf İKA'leri değerlendirildi. Çalışmaya dahil olan hastaların klinik yakınmaları ve semptomları arasında başağrısı, TİA öyküsü, geçici görme kaybı, hemipleji, hemiparezi, hemihipoestezi, dengesizlik, vertigo mevcuttu. Ortalama yaşları 68 ± 9 olan 15 erkek, 5 bayan hasta çalışmaya alındı. Her iki taraf İKA Doppler US, DSA ve BT anjiyografi ile değerlendirildi.

Anjiyografik olarak incelenen 40 İKA'in 12'si normal (%30), 28'i (%70) patolojik bulundu. Patolojik olanların 22'sinde (%79.3) stenoz, 6'sında (%20.7) oklüzyon vardı. Stenoz oranları söz konusu olduğunda patolojik bulunan İKA'lerin 1'i grade-3 (%4.5), 4'ü grade-4 (%18.2), 11'i grade-5 (%50), 6'sı grade 6 (%27.3) idi. Oklüzyonların 3'ü sağda, 3'ü soldaydı.

Doppler US ile toplam incelenen 40 arterin 4'ü (%10) ileri dereceli kalsifiye plakların akustik gölgeleri nedeniyle değerlendirilemedi. Değerlendirilebilen 36 arterin 12'si (%33.3) normal, 24'ü (%66.7) patolojik idi. Patoloji saptanan İKA'in 6'sı oklüde (%25) olup, kalan 18 (%75) olgunun 17'sinde (%94.4) plak seviyesinde hız artışı mevcuttu, 1'inde (%5,6) hız artışı saptanmadı. Ana karotis artere göre hız artışı olguların 3'ünde (%17.6) 10 kat, 1'inde (%5.9) 8 kat, 2'sinde (%11.8) 7 kat, 5'inde (%29.4) 5 kat, 4'ünde (%23.5) 4 kat ve 2'sinde (%11.8) 3 kat idi.

Bilgisayarlı tomografi anjiyografi ile incelenen 40 İKA'in 12'si normal (%30), 28'i (%70) patolojik bulundu. Patolojik olanların 22'sinde (%79.3) stenoz, 6'sında (%20.7) oklüzyon vardı. Stenoz oranlarına göre 3'ü grade-3 (%10.8), 6'sı grade-4 (%21.4), 13'ü grade 5 (%46.4), 6'sı grade-6'ya (%21.4) uymaktaydı.

Çalışma kapsamındaki olguların demografik verileri ile DSA, Doppler US ve BT anjiyografide ölçülen patolojik değerleri ve gradeleri Tablo 4.1'de sunulmaktadır.

Tablo 4.1: Çalışma kapsamındaki olguların demografik verileri ve DSA, Doppler US ve BT anjiyografide ölçülen patolojik değerleri ve gradeleri; (&=değerlendirilemeyen, A=hız artışı var, B:hız artışı yok, O=oklüde, L=sol, R=sağ)

	Yaş	L/R	DSA	Grade	BTA	Grade	Doppler US
NB	73	L	0.92	5	0.88	5	A
		R	1.00	6	1.00	6	O
ŞA	59	R	0.83	5	0.72	5	A
		L	1.00	6	1.00	6	O
AT	76	L	0.84	5	0.71	5	A
MŞ	74	L	0.89	5	0.86	5	A
MT	70	L	0.89	5	0.48	3	A
AGA	72	L	0.49	4	0.38	3	&
		R	1.00	6	1.00	6	O
AH	66	L	0.69	4	0.82	5	A
FK-1	67	L	0.75	5	0.75	5	A
FK-2	67	L	0.78	5	0.70	5	A
ZG	65	L	0.39	3	0.43	3	B
ÖS	78	R	0.83	5	0.63	4	A
		L	1.00	6	1.00	6	O
KK	71	L	0.81	5	0.71	5	A
		R	1.00	6	1.00	6	O
GK	42	R	0.85	5	0.86	5	&
AÜ	62	R	0.88	5	0.88	5	A
HV	65	R	0.62	4	0.56	4	A
İÇ	59	R	0.75	5	0.64	4	A
		L	1.00	6	1.00	6	O
ST	72	R	0.80	5	0.64	4	A
MC	76	R	0.75	5	0.90	5	A
KB	72	L	0.70	5	0.70	5	A
MK	55	R	0.88	5	0.82	5	A
HE	81	R	0.81	5	0.64	4	&
		L	0.56	4	0.56	4	&

Dijital substraksiyon anjiyografi ve BT anjiyografi arasındaki uyum Kappa testi ile değerlendirildi. DSA ve BT anjiyografi arasındaki uyumun değerlendirilmesinde Kappa analizinin sonuçları Tablo 4.2. 'de verilmiştir.

Tablo 4.2: İKA patolojilerininini BTA ve DSA'ya göre dağılım ve uyumlulukları;

		DSA				
		3	4	5	6	toplam
BTA	3	2	0	1	0	3 (%10.7)
	4	0	2	4	0	6 (%21.4)
	5	0	1	12	0	13(%46.5)
	6	0	0	0	6	6 (%21.4)
toplam		2 (%7.1)	3(%10.7)	17(%60.8)	6 (%21.4)	28

Dijital substraksiyon anjiyografi ve BT anjiyografi arasındaki uyum Kappa testi ile değerlendirildi. Kappa değeri 0.666 saptanmış olup iyi düzeyde uyumluluk ($K=0.6-0.79$) mevcuttu ($P<0.0001$).

Ayrıca DSA altın standart kabul edilerek, İKA'de %70 ve üzeri darlıkları ve oklüzyonu saptamadaki BT anjiyografinin sensitivitesi, spesifisitesi, pozitif ve negatif prediktif değerleri hesaplandı. DSA altın standart kabul edilerek %70 üzeri darlıklar ve oklüzyonların saptanmasında BT anjiyografinin sensitivite, spesifisite, pozitif ve negatif prediktif değerleri Tablo 4.3. 'de verilmiştir.

Tablo 4.3: DSA altın standart kabul edilerek %70 üzeri darlıklar ve oklüzyonların saptanmasında BT anjiyografi'nin sensitivite, spesifisite, pozitif ve negatif prediktif değerleri;

	Sensitivite	Spesifisite	PP	NP
İKA	0.783	0.800	0.947	0.444

Bilgisayarlı tomografi anjiyografi ve Doppler US arasındaki uyum Kappa testi ile değerlendirildi. BT anjiyografi ve Doppler US arasındaki uyumun değerlendirilmesinde Kappa analizinin sonuçları Tablo 4.4. 'de verilmiştir.

Tablo 4.4: İKA patolojilerinin Doppler US'daki hız artışı, $\geq\%70$ üzeri darlık kabul edilerek BTA'daki $\geq\%70$ üzeri darlıklar ile uyumlulukları;

		BTA		toplam
		$<\%70$	$\geq\%70$	
Doppler US	$<\%70$	1	0	1 (%5.6)
	$\geq\%70$	5	12	17 (%94.4)
toplam		6 (%33.4)	12 (%66.6)	18

Doppler US ile BT anjiyografi arasındaki uyum Kappa testi ile değerlendirildi. Kappa değeri 0.211 saptanmış olup zayıf düzeyde uyumluluk ($K=0.2-0.39$) vardı ($P<0.146$).

DSA ve Doppler US arasındaki uyum Kappa testi ile değerlendirildi. DSA ve Doppler US arasındaki uyumun değerlendirilmesinde Kappa analizinin sonuçları Tablo 4.5. 'de verilmiştir.

Tablo 4.5: İKA patolojilerinin Doppler US'daki hız artışı $\geq\%70$ üzeri darlık kabul edilerek DSA'daki $\geq\%70$ üzeri darlıklar ile uyumlulukları;

		DSA		toplam
		$<\%70$	$\geq\%70$	
Doppler US	$<\%70$	1	0	1 (%5.6)
	$\geq\%70$	2	15	17 (%94.4)
Toplam		3 (%16.7)	15 (%83.3)	18

Doppler US ve DSA arasındaki uyum Kappa testi ile değerlendirildi. Kappa değeri 0.455 saptanmış olup orta düzeyde uyumluluk ($K=0.4-0.59$) mevcuttu ($P<0.021$).

5. TARTIŞMA

İskemik serebrovasküler hastalık, koroner arter hastalığından sonra ikinci sırada gelen ölüm sebebi olup ağır maddi yüke ve birçok insanın iş yapabilme yeteneğinden yoksun kalmasına neden olmaktadır (1,40). Her yıl ABD’de 500.000 yeni inme ortaya çıkmakta olup bunların %20-30’undan karotis arter hastalıkları sorumludur. Belirgin karotis arter darlığı tanımlanan asemptomatik hastalarda, yılda inme geçirme oranı %2-5 arasındadır (47). Kuzey Amerika Semptomatik Karotis Endarterektomisi Çalışması (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial, NASCET) ve Avrupa Karotis Cerrahisi Çalışması (European Carotid Surgery Trial, ECST) ileri dereceli (% 70-99) ve semptomatik karotis arter darlığı olan hastaların, medikal tedavi ile kıyaslandığında, endarterektomiden ve stent uygulanmasından önemli oranda yarar gördüğünü rapor etmektedir (46,47).

Endarterektominin aterosklerotik karotis arter darlığı olan hastaların tedavisinde yararının ne düzeyde olduğunu belirlemek amacıyla yapılmış olan kontrollü ve çok merkezli randomize çalışmalardan en önemlisi NASCET' dir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, geçici iskemik atak veya minör inme öyküsü ve ileri dereceli (% 70-99) karotis arter darlığı olan hastalara, medikal tedavi yerine karotis endarterektomisi uygulanması durumunda, herhangi bir bölge ve herhangi bir derecedeki ipsilateral inmeye ilişkin mutlak risk azaltımı, iki yıllık izlemde % 17 oranındadır (1,46).

Karotis endarterektomi öncesi preoperatif olarak karotis arter stenozlarının ve serebrovasküler dolaşımın değerlendirilmesinde DSA, halen "altın standart" görüntüleme yöntemi olma özelliğini korumaktadır. Ancak invaziv bir yöntem olmasının yanı sıra, maliyetinin ve tecrübeli kişilerce yapılmadığı takdirde komplikasyon oranının nispeten yüksek olması, daha az invaziv ve tarama testi olarak kullanılabilir yeni görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. Direkt ya da indirekt yöntemler olarak sınıflandırılabilir bu yöntemler arasında günümüzde en popüler olanları Doppler US, MRA ve BTA'dır. Doppler US, MRA ve BTA görüntüleme tekniklerinde son yıllarda kaydedilen gelişmeler, karotis arter patolojilerinin tanımlanmasında söz konusu incelemelerin de önemli katkısı olabileceğini göstermektedir. DSA artık günümüzde bir tarama yöntemi olmaktan çok, non-invaziv görüntüleme yöntemleri ile incelenmiş olguların tedavi

planlanmasında ve/veya girişimsel tedavi işlemlerine rehberlik amacıyla kullanılmaktadır (18).

Kateter anjiyografinin karotis arter darlıklarının değerlendirilmesinde altın standart olarak kabul edilmesinin nedeni uzun zamandan beri kullanılan bir tanı yöntemi olması ya da anatomik doğruluğu değildir. Kateter anjiyografi cerrahi girişimden sağlanan klinik fayda ile spesifik olarak korelasyon gösteren tek tanı yöntemi olmasından dolayı altın standart kabul edilmekteydi (49). Diğer bir avantajı, aynı seansta hem ekstrakraniyal hem de intrakraniyal karotis arteriyel sisteminin incelenmesine olanak sağlaması, cerrahi stratejiyi etkileyebilecek karotis sifon darlığı veya kollateral dolaşım hakkında bilgi vermesidir. Ayrıca anjiyografi plak düzensizliklerini, cerrahi risk ve hastanın prognozu açısından önemli olabilecek mural trombüs ya da ülserasyonları saptayarak, damar duvarının yüzey anatomisi hakkında da bilgi edinilmesini sağlayabilir (50).

Kateter anjiyografi önemli avantajlara sahip bir modalite olmasının yanında, invaziv bir girişimdir. Waugh ve arkadaşlarının DSA ile 2475 hasta üzerinde yapmış oldukları prospektif çalışmada, lokal komplikasyon oranı % 7.3, sistemik komplikasyon oranı % 1.8 olarak rapor edilmiştir. Aynı çalışmada karotis ve serebral anjiyografisi yapılan 939 hastada geçici nörolojik defisit oranı % 0.6, kalıcı nörolojik defisit oranı ise % 0.3'tür (51). Willinsky ve arkadaşlarının 2899 hastada yaptığı prospektif çalışmada ise kombine geçici ve geri dönüşlü nörolojik komplikasyon oranları en az %0.9, kalıcı nörolojik komplikasyon oranı ise %1.3 bulunmuştur (52). Bizim çalışmamızda hiçbir vakada santral sinir sistemini ilgilendiren major ve minor komplikasyon olmadı.

Ayrıca DSA pahalı bir yöntem olup Doppler US'ye göre 7-10 kat fiyat farkı göstermektedir. Diğer bir sınırlama ise cerrahi spesmenlerle karşılaştırıldığında stenozu olduğundan az göstermektedir. Bu sınırlama ölçüm metodlarından kaynaklanmaktadır. Cerrahi spesmenlerde darlık seviyesindeki planimetrik ölçümlere göre NASCET ve ECST ölçümleri darlığı olduğundan daha az göstermiştir. Bunun nedeni İKA'in lümeninde meydana gelen asimetric daralmanın anjiyografide tek lineer bir düzlem ölçümü ile korelasyon sağlamaya çalışılmasıdır. Bu da gerçek anatomik darlığı göstermemektedir (53,54). Biz çalışmamızda, DSA'da darlık ölçümlerini NASCET kriterine göre benzer şekilde yaptık. Ancak BT anjiyografide ek

olarak darlık düzeyinde ve distal referans noktasında aksiyel kesitte birkaç lineer planda ölçüm yaparak ortalama çap belirledik. Bunun sonucu olarak BT anjiyografi, DSA'ya göre spesmendeki planimetrik ölçüm değerlerine daha uygun olup gerçek anatomik darlığı göstermede daha başarılı olabilir. Ancak bu yorumu yapabilmek için daha fazla sayıda serilere gerek vardır. Bu konuda ayrı bir görüşümüz ise in-vitro yapılan ölçümlerde patolojik tespit sırasında damar çapında anatomik distorsiyonun olabileceği, bunun yanı sıra pulsatile faktörünün olmayışı nedeniyle in-vivo ortamda ölçülen darlık değerlerine karşılık gelemeyebileceği düşünülebilir.

Karotis stenozunu tayin etmede eskiden beri kullanılan Doppler US tetkiki çabuk ulaşılabilirliği, taşınabilir olması, arterin morfolojik özelliklerini, İKA ve AKA'in akım hızı oranlarını ve spektral genişleme gibi stenozun sekonder bulgularını saptayabilirliği nedeniyle ilk başvuru non-invaziv tanı yöntemi olmuştur (27). Nisbeten ucuz, tecrübeli kişilerce yapıldığında güvenilir, sensitivite ve spesifitesi yüksek bir inceleme olup, plak karakterizasyonu ve akım değişikliklerinin incelenmesinde anjiyografiye üstündür. Yapılan çalışmalarda stenozun derecesi karotis endarterektomi için uygun hastaların belirlenmesinde tek başına ayırt edici bir faktör kabul edilmesine rağmen, artık plak morfolojisinin de bu açıdan önemli bir faktör olduğu ileri sürülmektedir (50). Hemodinamik olarak anlamlı stenoza yol açmasa da, heterojen plaklar emboliye ve akut trombozise yol açabilmekte, plak içi kanama ya da ülserasyonla hastalar semptomatik hale gelebilmektedir. Bu tip hastaların da karotis endarterektomiden yarar sağlayabileceği öngörülmekte olup, plak karakterizasyonunu en iyi şekilde gösteren Doppler US'nin de önemini arttırmaktadır (53).

Manyetik Rezonans Anjiyografi de karotis stenozlarının değerlendirilmesinde noninvaziv bir seçenektir. Bu yöntem, faz kontrast, TOF veya üç boyutlu kontrastlı teknikler ile gerçekleştirilebilir. İki ve üç boyutlu görüntülerin kontrast madde verilmeden ve iyonizan ışına maruz kalmadan elde edilebilmesi, aynı zamanda yumuşak dokuların aynı incelemede değerlendirilebilmesi yöntemin kullanım sıklığını arttırmaktadır. İki veya üç boyutlu TOF yönteminde, iyi kalitede görüntü elde edilebilmesi için olgunun uzun süre hareketsiz kalması gerekir. Bu teknikle, 60 yaş üzerinde ortalama 10-15 dakika boyun bölgesine servikal ya da yüzeysel koil sarılı iken hareketsiz kalabilmek oldukça zordur. Yapılan araştırmalar, bu teknikle

yapılan incelemelerin yarısında hareket artefaktları olduğunu göstermiştir. Kontrastlı MRA yöntemi ile bu dezavantajın büyük ölçüde üstesinden gelinmiştir. Günümüzde, boyun bölgesine yönelik 8-10 saniyelik sekanslar mevcut olup kontrast madde hızı ve zamanlamasının ustaca ayarlandığı olgularda elde edilen görüntüler diagnostik kalite olarak çoğunlukla yeterlidir. Yapılan çalışmalarda ağır stenozun saptanmasında MRA'nin sensitivitesi %90'ın üzerinde bildirilmektedir (55). Yine kesit kalınlığına bağlı parsiyel volüm etkisi ile karotis darlıkları olduğundan daha fazla olarak yanlış yorumlanabilmektedir. Bu yüzden MRA'nin stenozu abartma eğiliminden dolayı pozitif prediktif değeri düşüktür. MRA uzaysal çözünürlüğü düşük olması nedeniyle plak yüzeyindeki düzensizliklerin gösterilmesinde yeterince etkili değildir. Darlık distalinde oluşan hemodinamik değişikliklere bağlı akım azaldığından distalde kontrast madde konsantrasyonu düşmekte ve özellikle ince damarlarda yine olduğundan daha dar yorumu yapılabilmektedir. BT Anjiyografi ile karşılaştırıldığında tetkik süresi de uzundur (10,56). Klostrorobi, kalp pili, MR uyumsuz protez varlığı gibi temel MR sorunları yanı sıra tanıda yanılğılara neden olabilecek çeşitli tuzak ve artefaktlar MRA'nın dezavantajlarıdır. (55).

Ekstrakraniyal karotis arterlerine yönelik, multidedektörlü BT ile daha önceden yapılmış çok sayıda araştırma olmasına rağmen, bu çalışmalar genellikle 4, 8 ve 16 dedektörlü BT cihazları ile yapılmıştır. Literatür taramalarımızda 64 dedektörlü cihazlarla yapılan çalışmalar çok az sayıda veya henüz araştırma aşamasında olduğunu gördük.

Multidedektör BT anjiyografi, 1998 yılında kullanıma girmiş diğer yöntemlere kıyasla daha hızlı ve daha basit postprocessing işlemleri ile günümüzde bir çok tanı alanında araştırmalar yapılmaktadır ve çoğu alanda da rutin uygulamaya girmeye başlamıştır(6). Multidedektörlü BT anjiyografinin noninvaziv olması, konvansiyonel dijital anjiyografiye kıyasla daha ucuz olması, sadece intravenöz kontrast madde gerektirmesi, hasta açısından daha konforlu ve verilen radyasyon dozunun dijital konvansiyonel anjiyografiye kıyasla daha az olması ve daha kısa sürmesi yöntemin avantajlarıdır (1,3,6). Ayrıca multidedektörlü BT anjiyografinin uzaysal rezolusyonu oldukça yüksek olup, bir çok açıdan konvansiyonel anjiyografi ile elde edilemeyecek görüntü oluşumunu sağlayarak, konvansiyonel anjiyografiye bir alternatif oluşturmaktadır. Yüksek uzaysal çözünürlükle çok ince vasküler yapılar

bile görüntülenebilmektedir (6,11).

Eski çalışmalara göre karotis arterlerin değerlendirilmesinde BT anjiyografinin sensitivite ve spesifisitesi genellikle iyi düzeyde bulunmuştur (57-62). Bu çalışmalarda hasta seçimine ve görüntüleme tekniğine göre sensitivite %65-100, spesifisite %63-100 arasında değişmekteydi. Anderson ve arkadaşlarının karotis stenozlarının saptanması ve hesaplanmasını amaçlayarak yaptıkları çalışmada BT anjiyografi ve DSA'yi karşılaştırmışlar. Çalıştıkları 40 hastada (80 İKA), orta ve ciddi stenozlarda BT anjiografinin ayrımı net yapamadığını vurgulamışlardır. Sensitiviteyi orta dereceli stenozlarda %65, ciddi düzeyli stenozlarda %73 bulmuşlardır. Hafif dereceli stenozlarda ve oklüzyonlarda ise BT anjiyografi sonuçlarını daha iyi saptamışlar, sensitivite, spesifisite ve tanısal doğruluğun hafif dereceli stenozlarda ve oklüzyonlarda %100'e yaklaştığını göstermişlerdir (57). Josephson ve arkadaşlarının toplam 81 damarı multidedektör BT cihazı ile değerlendirdikleri çalışmalarında, toplam 5 olguda %70'in üstünde stenoz saptanmış, BT anjiografinin bu olguları saptamadaki sensitivitesi %100, spesifisitesi %63 olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada değerlendirmelerde sadece aksiyel kesitler kullanılmış, post-processing işlemleri yapılmamıştır (58). Silvennoinen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, DSA ve BT anjiyografi ile 37 hastanın 73 İKA'ini incelemişler. Yüksek dereceli stenozlarda, BT anjiografinin sensitivitesini %75, spesifisitesini %96, orta dereceli stenozlarda BT anjiyografinin sensitivitesini %88, spesifisitesini %82 bulmuşlar. Bütün olgular hesaba katıldığında DSA altın standart kabul edilerek yapılan karşılaştırmada ise ortalama pozitif prediktif değer %89.3, negatif prediktif değer %84.6, sensitivite %89, spesifisite %92'ye ulaşmıştır (59). Wagner ve arkadaşları 16 dedektörlü BT cihazı ile yaptıkları çalışmada toplam 14 stenotik damarı değerlendirmişler ve DSA-BT anjiyografinin Kappa uyumunu 0.99 olarak bildirmişlerdir (60). Debernardi ve arkadaşlarının çalışmasında BT anjiyografi cerrahi ile karşılaştırılmış, %88.6 (31/35 olgu) olguda uyum bildirilmiştir (61). Chen ve arkadaşlarının 57 arteri değerlendirdikleri çalışmalarında, preoklüzyon-oklüzyon ayrımında, tüm olgularda BT anjiyografi ve DSA'nın uyumlu sonuçlar verdiğini bildirmektedirler (62). Bizim yaptığımız çalışmada ise, BT anjiyografi ile DSA arasındaki Kappa değeri 0.666 saptanmış olup, iyi düzeyde uyumluluk(K=0.6-0.79) mevcuttu (P<0.0001). Yine DSA altın standart kabul edilerek, stenotik

düzeyley için BT anjiyografinin sensitivitesi, spesifisitesi, pozitif ve negatif prediktif değeryleri hesaplandı. DSA ile karşılaştırıldığında çalışmamızda BT anjiyografinin sensitivitesi %78, spesifisitesi %80 bulundu. Çalışmamızda Kappa analizi değeryleri iyi çıkmasına rağmen sensitivite ve spesifisite değeryleri diğery çalışmalara göre düşük idi. Ancak bizim çalışmamızda istatistiksel değerylendirmeye sadece orta ve ciddi darlığı saptanan damarlar dahil edildi. Diğery çalışmalarda, bizim çalışmamızdan farklı olarak normal veya düşük darlık oranına sahip İKA'ler de çalışmaya dahil edildiğinden ve her iki tetkikte de (BT anjiyografi ve DSA) doğru değerylendirilmelerinden dolayı sensitivite ve spesifisite artmaktaydı. Sadece orta ve ileri dereceli darlıklar hesaba katıldığında sonuçlarımız literatürdeki çalışmalar ile benzerdi.

Doppler US ekstrakranial karotis arter hastalıklarını değerylendirmede sıkça kullanılan inceleme metodlarından biridir. Birçok çalışmada Doppler US'nin sensitivite ve spesifisitesi farklılıklar göstermekteydi (27,53,56). Şahin ve arkadaşları anjiyografik inceleme altın standart kabul edilerek yaptıkları değerylendirmede, renkli Doppler incelemeyi %91.8, spektral incelemeyi ise % 91.3 anjiyografi ile uyumlu olarak bulmuşlardır. Çeşitli stenoz derecelerinde duyarlılık oranları renkli inceleme için %80-100, spektral inceleme için % 77-100 olarak belirlenmiştir. Stenoz derecesi arttıkça renkli ve spektral incelemenin duyarlılık, özgüllük ve doğruluk oranlarının arttığı; %80-99 stenoz ve oklüzyonlarda ise bu değerylerin % 100'e ulaştığını saptanmışlardır (56). NASCET çalışmasında Doppler US sensitivitesi %65-71 olarak bulunmuştur (27). Başka bir çalışmada, farklı bir görüş olarak Dawson ve arkadaşları ile Mattos ve arkadaşlarının Doppler US ve anjiyografiyi karşılaştırmışlar. Çalışmalarında, Dawson ve arkadaşlarının anjiyografinin sadece %1.1, Mattos ve arkadaşlarının ise anjiyografinin sadece %4 oranında tedavi modalitesini değeryştirdiğini belirtmişler ve bu sonuçlara dayanarak Khaw K-T, klinik muayene ve Doppler US'nin preoperatif değerylendirmede tek başına güvenle kullanılabileceğini iddia etmiştir (53).

Bizim çalışmamızda, Doppler US ile 40 arterden 4'ü değerylendirilemedi. Değerylendirilebilen arterler, pik sistolik hız artışına göre %70 ve üzeri veya altı darlık olarak ayrıldı. Doppler sonuçlarına göre; %70 ve üzeri darlıklarda Doppler-DSA uyumunda Kappa değeryeri 0.455 saptanmış olup orta düzeyde uyumluluk

(K=0.4-0.59) mevcuttu (P<0.021). BTA-Doppler uyumunda Kappa değeri 0.211 saptanmış olup zayıf düzeyde uyumluluk (K=0.2-0.39) vardı (P<0.146). Anjiyografiye göre oklüde olduğu saptanan 6 arterin Doppler US ile de oklüde oldukları saptandı. Oklüzyonların saptanmasında Doppler US'nun doğruluğu %100'dü.

Hoe-chin chua ve arkadaşları İKA stenozunu değerlendirmede, optimal Doppler US kriterini belirlemek için DSA'yi altın standart kabul ederek bir çalışma yapmışlardır ve PSH(İKA)/PSH(AKA) en yararlı kriter olduğunu öne sürmüşlerdir. Çalışmalarında, %70 düzeyinde darlıklarda PSH(İKA)/PSH(AKA) oranında ortalama 3.1 kat artış olduğunu (sensitivite %100, spesifisite %91, doğruluk %95) bulmuşlardır (63). Bizim çalışmamızda da istatistiksel değerlendirme bu kritere dayanarak yapıldı. Kateter anjiyografide, %70 ve üzeri darlık saptanan 15 stenozda, Doppler US'da İKA/AKA pik sistolik akım hızı oranında 3-10 kat arası hız artışı saptanmıştır. Buna bağlı olarak kateter anjiyografide %70 ve üzeri darlık saptanan olgular Doppler US'da İKA/AKA akım hızı oranı kriteri kullanarak değerlendirildiğinde kateter anjiyografi ile korele değerlere ulaşabilir.

Literatürde İKA stenozu ölçümü için üç yöntem önerilmiştir. Bunlar NASCET ECST ve CC yöntemleridir. NASCET, ECST ve ACAS çalışma gruplarının sonuçları, semptomatik veya asemptomatik karotis arter stenozunun saptanmasının ve derecelendirilmesinin önemini göstermiştir (46,47,64,65). Bununla birlikte bu çalışmalarda iki farklı stenoz ölçüm yöntemi kullanılmıştır. NASCET ve ACAS çalışmalarında darlığın derecesini belirlemede normal referans ölçüm yeri olarak stenozun distalindeki etkilenmemiş İKA kullanılmıştır. ECST çalışmasında ise stenoz seviyesinde, stenoz gelişmeden önceki tahmini normal lümen çapı dikkate alınmıştır. Bir üçüncü yöntem olarak da CC yöntemi önerilmiştir (66-68). Bu yöntemde aterosklerozdan etkilenmemiş distal ana karotis arter (AKA) çapı, normal referans ölçüm yeri olarak belirlenmiştir. Darlık düzeyindeki rezidüel çap ile AKA çapı oranlanarak darlık oranı hesaplanmıştır. Ancak CC yöntemi geniş klinik çalışmalar yapılarak test edilmemiştir (64). Anjiyografik değerlendirme için kabul gören iki yöntem vardır. Fakat bu ölçüm yöntemleri karotis arter stenozu derecelendirmesinde farklı sonuçlar vermektedir. ECST yöntemi, NASCET yöntemi ile karşılaştırıldığında daha yüksek stenoz oranları vermektedir. NASCET yöntemi

ise, her iki yönteme göre belirgin şekilde daha düşük stenoz ölçüm değerleri vermektedir (64,66). ECST ölçümünde, bulbus çapı tahmini olarak belirlenerek ölçüm yapıldığı için yöntem özünde hata taşımaktadır. Diğer yandan bulbus anatomisinin değişkenliği ve düzensiz stenozlar da ölçüm farklılıklarına yol açmaktadır. Stenoz bulbus dışında olduğunda ise, bulbusta eşit rezidüel lümen gösteren stenoza göre daha düşük stenoz derecesi göstermektedir (64). Biz de çalışmamızda en çok kullanılan iki yöntemden biri olan NASCET yöntemini kullandık. Klinik uygulamada birden fazla yöntemin kullanımı karışıklığa yol açmaktadır. İnternal karotis arter stenozunu belirlemede hangi yöntemin kullanıldığı önemlidir, çünkü hasta tedavisinin yönlendirilmesi, morbidite tahmini ile çeşitli merkezlerin sonuçlarının karşılaştırılması aynı ölçüm yöntemlerinin kullanılması ile mümkündür. CC yöntemi ile geniş randomize klinik çalışmalar yapılmadığı için klinik karar verme aşamasında NASCET veya ECST yöntemlerinin kullanılması daha uygun olacaktır.

Dix ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ileri dereceli stenozlarda intravasküler basınçtaki düşüğe bağlı distal İKA'nın çapının azalacağını vurgulamışlar ve bu seviyeden yapılan ölçümlerin darlığı olduğundan daha azmış gibi göstereceğini savunmuşlardır (48). Yine NASCET çalışmasında distal ICA çapının ileri derecede azaldığı durumlarda lineer stenoz ölçümü yapılmadan, bu stenozlar %95-99 oranında kabul edilmiştir (69). Bizim çalışmamızda ise, ölçümler stenoz düzeyinde ve distaldeki referans lümeninde, damar aksına dik plan belirlenerek yapıldı. Kontralateral tarafta stenoz veya oklüzyon yoksa, karşı İKA çapı da aynı kriterler göz önüne alınarak ölçüldü. Stenoz oranı hesaplanırken, darlık tarafındaki ciddi stenoza sekonder distalde çap azalması olabileceği göz önünde bulunduruldu ve stenoz oranı her iki distal çapın ortalaması ile karşılaştırılarak belirlendi. Sonuçta, bu yöntemle olduğundan daha az görünen darlık oranlarını gerçek değerlere yaklaştırarak tedavi protokollerinin yanlış belirlenmesi engellenebilir.

İnternal karotis arter stenozlarının ölçümünde diğer bir sınırlama plak özellikleridir. Kalsifiye plak varlığında stenoz ölçümleri zorlaşmaktadır. Plak değerlendirilmesinde Saba and Mallarini yaptıkları çalışmada, MDBT'de aksiyel planda çap ölçümünde, pencere seviyesi ve pencere genişliğinin önemli parametreler olduğunu belirtmişlerdir. Pencere genişliğini artırmanın daha iyi görüntü sağladığını

savunmuşlardır. Özellikle pencere genişliğini artırmak, kalsifiye plak incelemesinde daha değerli olup kalsiyumu endolüminal kontrast maddeden kolaylıkla ayırmaktadır (70). Bizim çalışmamızda da benzer şekilde, rutin ölçümlerde pencere seviyes için 325 HU, pencere genişliği için ise 375 HU değerleri kullanıldı. Kalsifiye plak saptanan olgularda pencere seviyesi 494 HU ve pencere genişliği 752 HU olarak artırıldı. Literatür ile benzer şekilde bizim çalışmamızda da pencere genişliğindeki artış daha fazlaydı. Sonuç olarak pencere seviyesine göre pencere genişliğini daha fazla artırmak kalsifiye plağı endoluminal kontrast maddeden ayırmak için kullanılabilir uygun bir yöntemdir.

Karşıt bir görüş olarak Alvertz-Linera kalsifiye plakların BTA için bir sınırlama olduğunu öne sürmektedir (71). Ancak çalışmamızdaki deneyimlerimize göre, uygun rekonstrüksiyon teknikleri ile bunun üstesinden gelinebilmektedir. Kontrast madde ve mural kalsifikasyonların atenuasyon değerleri farklı olduğundan, uygun pencere ayarları ile bu imajlarda rahatlıkla rezidü lümen çapı ölçümü yapılabilir.

Doppler US'de ise, yoğun kalsifikasyon içeren plaklar, sesin güçlü bir şekilde yansıtılması ve posterior kesimlerinde oluşturdukları akustik gölgelenme nedeni ile damar lümeninin görülmesini %10 oranında engelleyebilmektedir (53,72). Bizim çalışmamızda da 1 hastada her iki İKA'de uzun segment kalsifikasyon nedeniyle darlık seviyesinde hız ölçümü yapılamadı ve lümen çapı değerlendirilemedi. Diğer bir hastada ise oklüde olan taraf Doppler US ile saptanırken, stenoze karşı taraf yine kalsifikasyon nedeni değerlendirilemedi. Doppler US ile İKA'deki stenozun değerlendirmesinde kalsifiye plaklar engel oluşturmaktadır.

Doppler US da ise geniş ülserasyonların normal lümen gibi değerlendirilmesi nedeniyle stenoz derecesinin olduğundan düşük ölçülmesi ve küçük ülserasyonların gözden kaçması, yüksek derece stenozların oklüzyon olarak değerlendirilmesi, tortioze damarlarda açının doğru verilememesi, operatöre bağımlılık, cihaza bağlı teknik farklar yöntemin sınırlamalarını oluşturmaktadır. Diğer bir sınırlama 'overestimation faktörü' olup, yüksek stenoz ya da oklüzyonun karşı tarafında, çapın aynı olmasına rağmen kompensatuar olarak akım hızında artış olmasıdır. Bu durum yanlış pozitif sonuçlara yol açabilir. Bu fenomen, beynin beslenmesinde iki damar modeline dayanır. Kateter anjiyografide, oklüzyon veya ileri stenoz olan tarafın,

Willis poligonu yolu ile akım hızı artmış karşı taraftan doluş göstermesi beklenir, ancak henüz anjiyografik ispatı yapılamamıştır. Bunu kanıtlamak zordur, çünkü beyin beslenmesinde vertebral arterler de rol oynar. Bu hastalarda bir veya her iki vertebral arterde birden ve hatta EKA'de de hız artışı saptanmıştır. Polak ve arkadaşları ise İKA/AKA hız oranının kontralateral lezyondan etkilenmeyeceğini ve stenozun derecelendirilmesinde doğru bir şekilde kullanılabileceğini öne sürmüştür. İKA/AKA hız oranı, akımı kısıtlayan kritik stenozların belirlenmesinde yardımcıdır ve diffüz olarak tüm karotis arterlerinde yüksek hız değerleri ölçülen hastalarda yanlışlıkla stenoz tanısının konulmasını önler (72). Bizim çalışmamızda PSH(İKA)/PSH(AKA) oranı kullandığımızdan dolayı 'overestimation fenomeni' ne bağlı yanlış pozitif sonuçlar izlenmedi.

Silvennoinena ve arkadaşları Doppler US ile İKA'deki preoklüzyonun oklüzyondan ayrımının yapılamayacağını vurgulamışlardır. Doppler US bazen yüksek dereceli stenozları oklüzyon gibi değerlendirilebilmektedir. Günümüzde kullanılan modern Doppler cihazları özellikle de Power Doppler'in kullanıma girmesiyle bu konudaki hatalar minimuma inmiştir (59). Bizim çalışmamızda Doppler US ile 1 hastada oklüzyon olarak değerlendirilen İKA, DSA'da ileri derecede stenoz olarak değerlendirilmiştir. Bu ayrım tedavi açısından gereklidir. Preoklüziv olgular cerrahi tedaviden yarar görürken, oklüziv vakaların tedavisi medikaldir. Ayrıca aynı makalede Silvennoinena ve arkadaşları oklüziv İKA olgularında kateter anjiyografide aynı tarafın EKA'in assendan farengeal arter dalının süperpozisyonu ile açılmış gibi görülebileceğini vurgulamışlar. Ancak İKA'ı kafa tabanı düzeyinde petröz kanala girdiği yere kadar izleyerek veya farklı planlarda görüntü alarak bu hatanın üstesinden gelineceğini söylemişler (59). Benzer şekilde kateter anjiyografide iki vakamızda asendan farengeal arterin süperpozisyonu izlendi. Ancak aldığımız farklı planlar bu olguları yanlış yorumlamamızı engelledi. BT anjiyografi de ise hiç bir oklüde İKA'de aksiyel planlar ve rekonstrüksiyon çalışmaları ile incelemeler yapıldığından böyle bir hata izlenmedi. Sonuç olarak BT anjiyografi ile her üç planda inceleme yapılabilmesi kateter anjiyografiye ayrı bir üstünlüğüdür.

Doppler US kolay ulaşılabilir ve uygulanabilir bir yöntem olmasına rağmen damarların sadece inceleme alanına giren kısmı hakkında bilgi verirken serebral sirkülasyonu, arkus aorta ve brakiosefalik trunkusun proksimal kısmı direkt olarak

değerlendirememesi nedeniyle tandem lezyonlar atlanabilmektedir. Ateroskleroz yaygın bir hastalık olması nedeniyle bu sınırlama tedavi seçimini değiştirebilecek bir etkidir (1,72). Multidedektörlü cihazların gelişmesi ile arkus aortadan itibaren intrakraniyal kesim dahil tüm karotis sistem arteriyel fazda taranabilmektedir. Böylece yaygın aterosklerotik hastalığı olan olgularda birden fazla seviyedeki stenoz tek bir çalışmada gösterilebilmektedir. Ayrıca BT anjiyografide her iki taraf İKA ve EKA aynı aksiyel kesitte birbirleri ile kolayca karşılaştırılabilir. Bu da BT anjiyografinin ayrı bir üstünlüğüdür (59). Debernardi ve ark. , BT anjiyografiyi Doppler US ile karşılaştırdıkları 82 olguluk çalışmalarında, BT anjiyografide sonografi ile saptanamayan 11 tandem lezyon gösterilebilmişlerdir (61). Bizim çalışmamızda, Doppler US'da saptanamayan tandem lezyonlar BT anjiyografi ile saptanabildi. Bunlar; bir hastada bilateral İCA stenozuna ek olarak intrakraniyal düzeyde vertebral arterlerde ciddi düzensizlikler, bir hastada sağ vertebral arterin intrakraniyal segmentinde kalibrasyonda ciddi düzeyde düzensizlik, bir hastada trunkus brakiosefalikus düzeyinde %50 darlığa neden olan plak, bir hastada sol vertebral arter orifisinde %60 darlık ve her iki İKA kavernozaal segmentte ciddi aterosklerotik düzensizlikler, bir hastada sol vertebral arterde oklüzyon, bir hastada her iki vertebral arter orifisinde %60 düzeyinde darlık şeklindeydi. Sonuç olarak tek tanı yöntemi olarak Doppler US kullanılması, önemli intrakraniyal patolojilerin tanınamamasına, tandem lezyonların atlanmasına ve hastanın optimum tedavisinin sağlanamamasına neden olacaktır.

Çalışmamızın çeşitli sınırlamaları vardı. Birincisi hasta sayımız düşüktür. Bu nedenle bu küçük çalışma grubu tüm karotis stenozlu hasta popülasyonunu yansıtmaya yeterli değildir. BT anjiyografinin karotis stenozlarını değerlendirmede yararlılığını araştırmak için daha fazla olgu içeren serilere ihtiyaç vardır. İkincisi Doppler US ile BT anjiyografi arasında anlamlı zaman farkı olmamasına rağmen BT anjiyografi ve DSA arasında süre 1 hastada 60 gün, 1 hastada ise 45 gündü. Bu uzun sürede hastaların arterlerinde yeni lezyonlar gelişmiş olabilir ve çalışmamızın sonuçlarını etkilemiş olabilir. Üçüncüsü çalışmamıza normal veya düşük dereceli darlıklar dahil edilmediğinden sensitivite ve spesifisite değerleri, dahil edilen literatürdeki diğer çalışmalara göre düşüktü. Ancak incelenen tüm darlık seviyeleri çalışmaya dahil edilseydi, sensitivite ve spesifisite değerlerimiz yükselebilirdi.

Sonuç olarak; karotis arter hastalıkları her yıl meydana gelen inmelerin önemli bir oranını oluşturmaktadır. Biz çalışmamızda karotis arter stenozlarını saptamada 64 dedektörlü BT anjiyografinin, Doppler US ve DSA'ya kıyasla etkinliğini ve kullanılabilirliğini araştırdık. Doppler US damar hemodinamiği hakkında bilgi vermektedir. Ancak kalsifikasyon ve yüksek yerleşimli bifurkasyona bağlı olarak İKA'nın değerlendirilememesi ve sadece ekstrakraniyal segmentin değerlendirilebilmesinden dolayı eşlik edebilecek tandem darlıkları saptayamaması nedeniyle BT anjiyografi Doppler US'nun yerini alabilir. Yine MDBT anjiyografinin noninvaziv ve konvansiyonel dijital anjiyografiye kıyasla daha ucuz olması, intravenöz kontrast madde ile uygulanabilmesi, hasta açısından daha konforlu, verilen radyasyon dozunun dijital konvansiyonel anjiyografiye kıyasla daha az olması ve daha kısa sürmesi nedeniyle DSA'ya alternatif olabilir. Böylece DSA artık günümüzde bir tarama yöntemi olmaktan çok, non-invaziv görüntüleme yöntemleri ile incelenmiş olguların tedavi planlanmasında ve/veya girişimsel tedavi işlemlerine rehberlik amacıyla kullanılabilir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1-) Çalışmamızda DSA altın standart kabul edilerek BT anjiyografi ile karşılaştırıldığında BT anjiyografinin sensitivitesi %78, spesifisitesi %80 bulundu. Ayrıca BT anjiyografi ile DSA arasındaki iyi düzeyde uyumluluk mevcuttu. ($P<0.0001$). Sadece orta ve ileri dereceli darlıklar hesaba katıldığında sonuçlarımız literatürdeki çalışmalar ile benzerdi.

2-) Çalışmamızda %70 ve üzeri darlıklarda, Doppler US-DSA arasında kappa analizine göre orta düzeyde uyumluluk ($K=0.4-0.59$) mevcuttu ($P<0.021$). BTA-Doppler US arasında zayıf düzeyde uyumluluk ($K=0.2-0.39$) vardı.

3-) Çalışmamızda stenoz ölçüm tekniklerinden en çok kullanılan iki yöntemden biri olan NASCET yöntemini kullandık. Klinik uygulamada birden fazla yöntemin kullanımı karışıklığa yol açmaktadır. İKA stenozunu belirlemede hangi yöntemin kullanıldığı önemlidir. Hasta tedavisinin yönlendirilmesi, morbidite tahmini ile çeşitli merkezlerin sonuçlarının karşılaştırılması aynı ölçüm tekniklerinin kullanılması ile mümkündür.

4-) Çalışmamızda stenoz oranı hesaplanırken, darlık tarafındaki ciddi stenoza sekonder distalde çap azalması olabileceği göz önünde bulunduruldu. Stenoz oranı her iki distal çapın ortalaması ile stenotik segment çapı karşılaştırılarak belirlendi. Olduğundan daha az görünen darlık oranlarında gerçek değere yaklaşmak amaçlandı. Sonuç olarak, bu yöntemle olduğundan daha az saptanan darlıkların tedavi protokollerinin yanlış belirlenmesi engellenebilir.

5-) BT anjiyografide ölçüm sırasında kalsifiye plaklar engel teşkil etmektedir. Pencere seviyesine göre, pencere genişliğindeki daha fazla artış kalsifiye plağı endoluminal kontrast maddeden ayırmak için kullanılabilecek uygun bir yöntemdir.

6-) İKA'deki stenozun değerlendirmesinde Doppler US'de kalsifiye plaklar güçlü posterior akustik gölgeleri ile lümenin incelenmesine engel oluşturmaktadır.

7-) %70 ve üzeri darlıkları değerlendirirken, Doppler US'de İKA/AKA akım hızı oranı kriteri kullanılarak kateter anjiyografi ile elde edilen değerlere yaklaşılabılır.

8-) Çalışmamızda PSH(İKA)/PSH(AKA) oranı kullandığımızdan dolayı 'overestimation fenomeni' ne bağlı yanlış pozitif sonuçlar izlenmedi.

9-) Doppler US'de, İKA'deki preoklüzyonun oklüzyondan ayrımı mümkün olmayabilir. Bu ayırım tedavi açısından gereklidir. Preoklüziv olgular cerrahi tedaviden yarar görürken, oklüziv olguların tedavisi medikaldir.

10-) Preoperatif dönemde tek tanı yöntemi olarak Doppler US kullanılması, önemli intrakraniyal patolojilerin saptanamamasına, tandem lezyonların atlanmasına ve hastanın optimum tedavisinin sağlanamamasına neden olacaktır.

11-) Karotis BT anjiyografi ile damar lümeni kateter anjiyografisine benzer biçimde kontrast madde ile doldurularak görüntülenmekte ve hem lümen hem de damar yüzeyinin morfolojisi kısa zaman içerisinde net bir biçimde ortaya konmaktadır. MDBT' nin hareket ve solunuma bağlı problemleri ortadan kaldıracak kadar hızlı bir şekilde bilgi toplaması, üç boyutlu görüntüleme için ideal yöntemlerden biri olmasını sağlamaktadır Öte yandan BT anjiyografi, nisbeten yeni bir tekniktir ve karotis arterin görüntülenmesindeki yeri daha geniş kapsamlı, prospektif çalışmalarla belirlenecektir.

12-) Gerek Doppler US, gerekse multidedektör BT anjiyografi, yüksek sensitivite ve spesifisite değerleri ile, tek başlarına veya birlikte kullanıldıklarında karotis arter stenozu tanısında güvenle kullanılacak tarama yöntemleridir. Ancak her iki incelemeye de üstünlükleri bulunan ve uygun olgularda aynı seansta terapötik yaklaşıma da imkan sağlayan kateter anjiyografi, halen altın standart yöntem olma özelliğini korumaktadır.

KAYNAKLAR

1. Moll R, Dinkel HP. Value of the CT angiography in the diagnosis of common carotid artery bifurcation disease: CT angiography versus digital subtraction angiography and color flow Doppler. *Eur J Radiol* 2001; 39:155-162.
2. Dahnert W. *Radiology Review Manual*. Williams&Wilkins; 1993.s.177-178, 281-283.
3. Sutton D. *Textbook of radiology and imaging*. Elsevier Churchill Livingstone; 2002.s.1700.
4. Berg M, Zhann Z, Ikonen A. Carotid stenosis assesment with CT angiography using advanced vessel analysis software. *International Congress Series*. 2005; 1281:322-327.
5. Anderson GB, Ashforth R, Steinke DE. CT Angiography for detection and characterization of carotid artery bifurcation disease. *Stroke* 2000; 31:2168-2174.
6. Prokop M. Multislice CT angiography. *Eur J Radiol* 2000; 36:86-96.
7. Leclere X, Godefroy O, Pruvo JP. Computed Tomographic Angiography for the evaluation of carotid artery stenosis. *Stroke* 1995; 26:1577-1581.
8. Dix JE, Evans AJ, Kallmes DF. Accuracy and precision of CT Angiography in a model of carotid artery bifurcation stenosis. *AJNR* 1997; 18:409-415.
9. Porsche C, Walker L, Mendelow D. Evaluation cross-sectional luminal morphology in carotid atherosclerotic disease by use of spiral CT angiography. *Stroke* 2001; 32:2511-2515.
10. Randoux B, Marro B , Koskas F. Carotid artery stenosis: Prospective comparison of CT, Three-dimentional Gadolinium-enhanced MR, and conventional angiography. *Radiol* 2001; 220:179-185.
11. Akin O , Coşkun M. Multidedektör BT Anjiografi: teknik ve klinik uygulamalar. *Diagn Interv Radiol* 2003; 2:139-145.
12. Baum U. Carotid arteries. *Diagnostic Radiology* 2003; 1:1-5.

13. Bartlett ES, Walters TD, Symons SP. Quantification of carotid stenosis on CT angiography. *AJNR* 2006; 27:13-19.
14. Garcia JH, Khang-Loon H. Carotid Atherosclerosis: definition, pathogenesis, and clinical significance. *Neuroimaging Clin N Am.* 1996; 4:801-810.
15. Dungan DH, Heiserman JE. The carotid artery: Embryology, normal anatomy, and physiology. *Neuroimaging Clin N Am.* 1996; 4:789-799.
16. Moran CJ, Kido DK, Cross DT. Cerebral Vascular Angiography: Indications, technique, and normal anatomy of the head. In: Baum S, ed. *Abram's angiography.* 401 ed. USA: Little Brown and Company, 1997; 1: 241-284.
17. Snell S. R. *Klinik Anatomi.* 5. baskı. Güneş Kitabevi; 1998.s.645-647.
18. Osborn AG. *Diagnostic Cerebral Angiography.* 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 1999; 3-70, 359-378, 421-440.
19. Arıncı K. Elhan A. *Anatomi cilt 2.* Güneş Kitabevi; 1995.s.29-49.
20. Osborn. AG, Facr. MD. *Diagnostic Neuroimaging.* Mosby; 1994.s.117-126.
21. Kaplan A. *Sobotta insan anatomisi atlası.* 1. cilt. Türkçe 3. Baskı (Urban /SchWarzenberg) Beta Basım Yayım Dağıtım AŞ. İstanbul. 1990.s.14.
22. Mutluer N. *Serebrovasküler hastalıklar Klinik nöroloji AÜTF ANTIP A. Ş. Yayınları;* 1998.s. 43-44.
23. Mattos MA, Hodgson KJ, Londrey GL. Carotid endarterectomy: operative risks, recurrent stenosis, and long term stroke rates in a modern series. *J Cardiovasc Surg* 1992; 33:387-400.
24. Gloviczki C, Rutherford K. J. *Vascular Surgery Fifth Edition,* Mosby; 1998. s. 1717-1721, 1721-1728, 1789-1792.
25. Strandness DE JR. Noninvasive evaluation of arteriosclerosis, comparison of methods. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1983; 3:103-116.
26. O'Leary DH, Persson AV, Clouse ME. Noninvasive testing for carotid artery stenosis. Prospective analysis of three methods. *AJR* 1981; 137:1189-1194.
27. Brant-Zawadzki M, Heiserman JE. The roles of MR angiography, CT

- angiography, and sonography in vascular imaging of the head and neck. AJNR 1997; 18:1820-1825.
28. Tuncel E. Klinik Radyoloji. Nobel&Güneş Kitabevleri; 2. Baskı 2008.s.173-183.
 29. Middleton DW, Melson LG. The carotid ghost a color Doppler ultrasound duplication artifact. J Ultrasound Med 1999; 9: 487-493.
 30. Özcan H, Aytaç S. Karotis ve Vertebral Arter Renkli Doppler Ultrasonografi 17. Türk Radyoloji Kongresi. İstanbul: İst. Üniv. ; 2000 . s. 49-65.
 31. Zwiebel WJ. Vasküler Ultrasona giriş. İstanbul Medikal Yayıncılık; 1. Baskı 2006.s.143-222.
 32. Rumack CM , Wilson SR , Charboneau JW. Diagnostic Ultrasound Second Edition, New York: Mosby; 1998.s.885-916.
 33. Wardlaw JM, Lewis S. Carotid stenosis measurement on colour Doppler ultrasound: Agreement of ECST, NASCET and CCA methods applied to ultrasound with intra-arterial angiographic stenosis measurement Eur J Rad 2005; 56:205–211.
 34. Sanlıdilek U. Dijital substraksiyon anjiyografi. Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi 1990; 10(2): 75-93.
 35. Kaya T. Temel Radioloji fiziği, TÜMRAD-DER- 2006.
 36. Oyar O. Radyolojide temel fizik kavramlar. Birinci baskı. İzmir: Nobel Tıp Kitabevleri; 1998.s.101-107, 188-196, 232-244.
 37. Cope C, Baum S. Catheters, methods, and injectors for superselective catheterization. In: Baum S, ed. Abram's angiography. 4* ed. Vol 1. USA: Little Brown and Company. 1997; 155-173.
 38. Erden İ. Gövde Manyetik Rezonans. Manyetik Rezonans Derneği. Haziran 2005.s.125-129.
 39. Edelman R. MR Angiography: Present and Future. AJR 1993; 161:1-11.
 40. Brant-Zawadzki M, Heiserman JE. The roles of MR angiography, CT angiography, and sonography in vascular imaging of the head and neck. AJNR

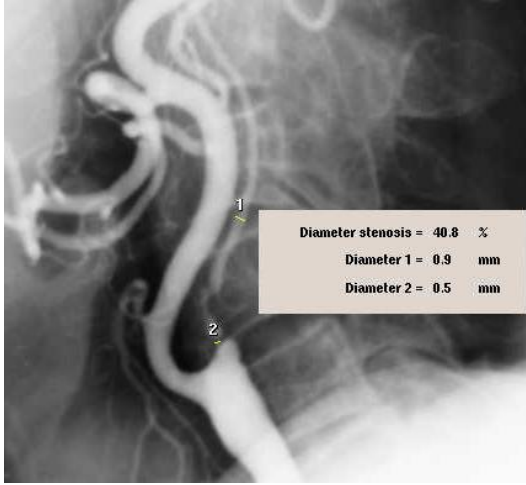
1997; 18:1820-1825.

41. Savaş R. Bilgisayarlı Tomografi, Terminoloji, Tarihçe, Görüntü Oluşum Süreci. Temel Radyoloji Fiziği. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005: 65-66.
42. Karabulut N. Helikal BT, Çok Kesitli BT ve Elektron Demeti BT. Temel Radyoloji Fiziği. Türk Radyoloji Derneği İzmir Şubesi Eğitim Sempozyumları 2004-2005: 67-71.
43. Tuncel E. Bilgisayarlı Tomografi. Klinik Radyoloji. Bursa Nobel&Güneş Tıp Kitabevi; Genişletilmiş 2. Baskı 2007.s.87-89.
44. Randall T. Higashida, Philip M. Meyers. Reporting standards for carotid artery angioplasty and stent placement. Stroke 2004; 35:112-133.
45. Aydın Ö, Boztosun B, Şırvancı M. Early and late outcomes of carotid artery stenting. Anadolu Kardiyol Derg 2007; 7:152-157.
46. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high grade stenosis. Eng J Med 1991; 325:445-453.
47. Endarterectomy for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis JAMA 1995; 273:1421-1428.
48. Dix JE, McNulty BJ. Frequency and significance of a small distal ICA in carotid artery stenosis. AJNR Am J Neuroradiol 1998; 19:1215-1218.
49. Wilterdink JL, Feldman E. Carotid stenosis, a neurologist's perspective. Neuroimaging Clin N Am 1996; 6(4):831-841.
50. Wolpert SM, Caplan LR. Current role of cerebral angiography in the diagnosis of cerebrovascular diseases. AJR 1992; 159:191-197.
51. Waugh JR, Sacharias N. Arteriographic complications in the DSA era. Radiology 1992; 182:243-246.
52. Willinsky RA, Taylor SM, Farb RI, Tomlinson G, Montanera W. Neurologic complications of cerebral angiography: Prospective analysis of 2, 899 procedures and review of the literature. Radiology 2003; 227:522-528.

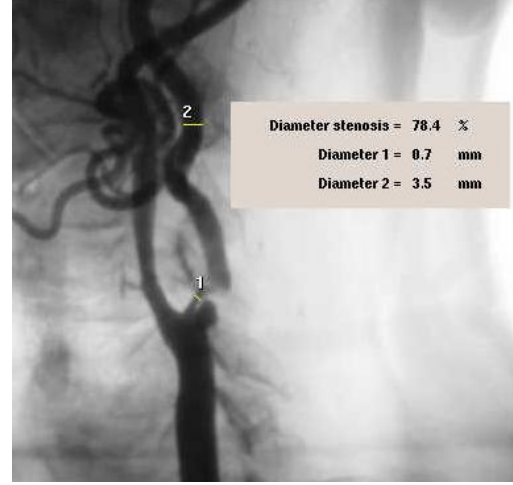
53. Khaw KT. Does carotid duplex imaging render angiography redundant before carotid endarterectomy? *Br J Radiol* 1997; 70:235-238.
54. Alexandrov AV, Bladin CF, Maggisano R. Measuring carotid stenosis time for a reappraisal. *Stroke* 1993; 24:1292-1296.
55. Koçer N. Boyun MR anjiyografi. In: Erden 1 ed. *Kraniospinal manyetik rezonans*. Ankara: Pozitif Matbaacılık; 2003.s.84-86.
56. Şahin S, Tüney D, Gülsoy M, Yavuz İ. Ekstrakraniyal karotis-vertebral arter patolojilerinde renkli Doppler ultrasonografi ve anjiyografi bulgularının karşılaştırılması. *Bilgisayarlı Tomografi Bülteni* 1998; 5:66-71.
57. Anderson GB, Ashforth R, Steinke DE. CT angiography for the detection and characterization of carotid artery bifurcation disease. *Stroke* 2000; 31:2168–2174.
58. Josephson SA, Bryant SO, Mak HK. Evaluation of carotid stenosis using CT angiography in the initial evaluation of stroke and TIA. *Neurology* 2004; 63:457-460.
59. Silvenoinena H. M, Ikonena S, Soinea L. CT Angiographic Analysis of carotid artery stenosis: Comparison of manual assessment, semiautomatic vessel analysis, and digital subtraction angiography. *AJNR* 2007; 28:97-103.
60. Ertl-Wagner B, Bruning R, Hoffmann RT, Meinmarakis G, Reiser MF. Diagnostic evaluation of carotid artery stenoses with multislice CT angiography: Review of the literature and results of a pilot study. *Radiologe* 2004 September (Özet).
61. Debernardi S, Martincich L, Lazzaro D, Comelli S. CT angiography in the assessment of carotid atherosclerotic disease: results of more than two years experience. *Radiol Med* 2004; 108:116-127.
62. Chen CJ, Lee TH, Hsu HL, Tseng YC. Multislice CT angiography in diagnosing total versus near occlusions of the internal carotid artery: Comparison with catheter angiography. *Stroke* 2004; 35:830-859.
63. Hoe-Chin C, Yih-Yian S, Arul E. Detection of internal carotid artery stenosis

- with duplex velocity criteria using receiver operating characteristic analysis. *Ann Acad Med Singapore* 2007; 36:247-252.
64. Yurdakul M, Tola M, Acu B. Comparison of NASCET, ESCT and CC Methods in grading of carotid arterial stenosis. *AÜTF Dergisi* 2004; 57:69-74.
 65. Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study Collaborators. Endarterectomy in asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995; 273:1421-1428.
 66. Rothwell PM, Gibson RJ, Slattery J ve ark. Equivalence of measurements of carotid stenosis: A comparison of three methods on 1001 angiograms. *Stroke* 1994; 25:2435-2439.
 67. Rothwell PM, Gibson RJ, Slattery J. Prognostic value and reproducibility of measurements of carotid stenosis: a comparison of three methods on 1001 angiograms. *Stroke* 1994; 25:2440-2444.
 68. Bladin CF, Alexandrov AV, Murphy J. Carotid Stenosis Index. A new method of measuring internal carotid artery. *Stroke* 1995; 26:230-234.
 69. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Steering committee. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial: Methods, patient characteristics, and progress. *Stroke* 1991; 22: 711-720.
 70. Saba L, Mallarini G. MDCTA of carotid plaque degree of stenosis: Evaluation of Interobserver Agreement. *AJR* 2008; 190:W41–W46.
 71. Alvarez-Linera J, Benito-Leon J, Escribano J. Prospective evaluation of carotid artery stenosis: elliptic centric contrast-enhanced MR angiography and spiral CT angiography compared with digital subtraction angiography. *AJNR* 2003; 24:1012-1019
 72. Horrow MM, Stassi J, Shurman A, Brody JD, Kirby CL, Rosenberg HK. The limitations of carotid sonography: Interpretive and technology-related errors. *AJR* 2000; 174:189-194.

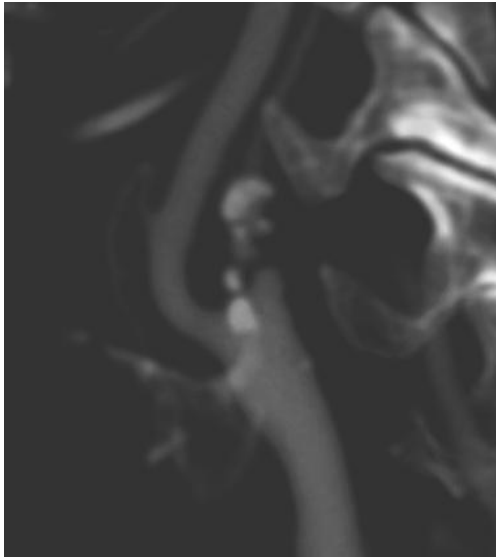
EK-OLGU ÖRNEKLERİ



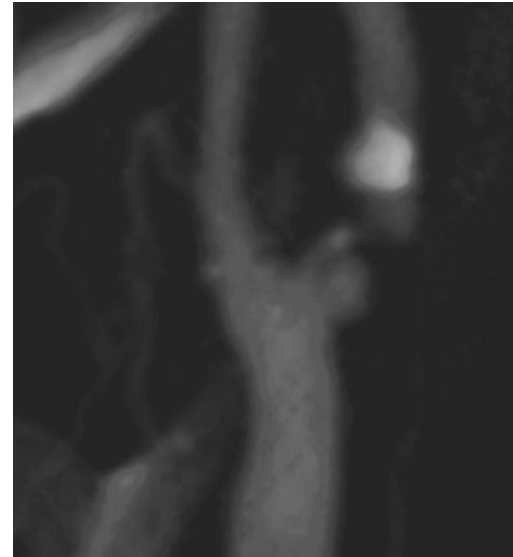
1A



1B

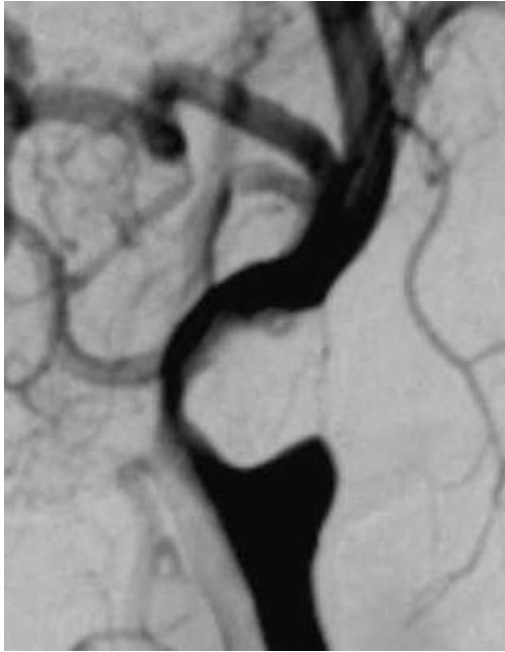


1C

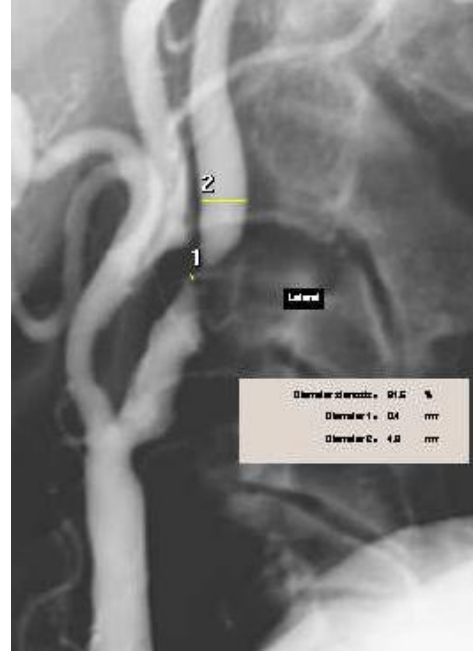


1D

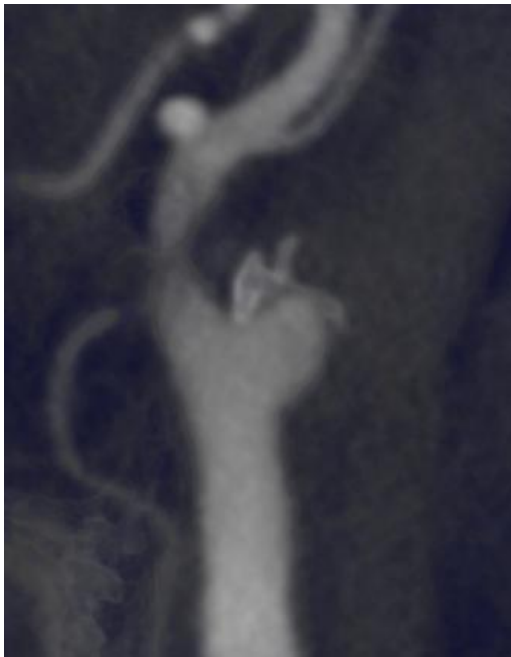
Olgu 1:Vertigo şikayeti olan 81 yaşında erkek hasta. A: Sağ İKA lateral konvansiyonel anjiyografi imajı: İKA darlık seviyesinde 0.5 mm, darlık distalinde 0.9 mm ve kontralateral İKA distali 4.5 mm ortalama %81 darlık izleniyor. Sağ İKA distalinde belirgin çap azalması mevcut (hipoplazi). B:Sol İKA oblik konvansiyonel anjiyografi imajı: Darlık düzeyinde 0.7 mm, darlık distalinde 3.5 mm % 78 oranında darlık izleniyor. C-D: BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajları. C: Sağ İKA'de %64 oranında darlığa neden olan kalsifiye aterosklerotik plak, plak distalinde İKA'de hipoplazi mevcut. D:Sol İKA'de % 56 oranında darlığa neden olan kalsifiye plak. BT anjiyografi imajlarında her iki tarafta da darlık oranları düşük ölçüldü.



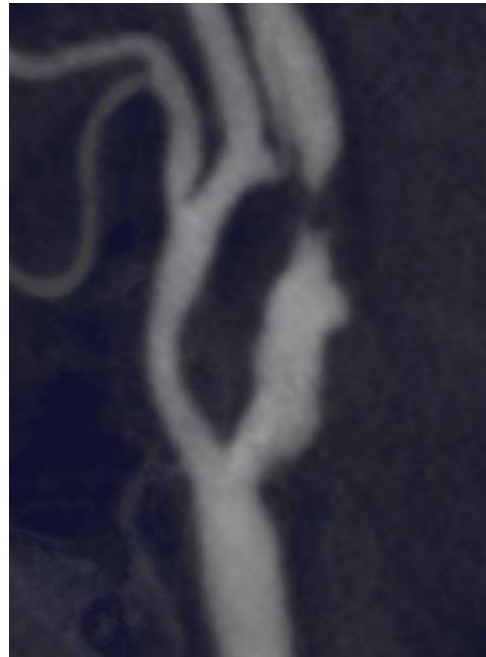
2A



2B



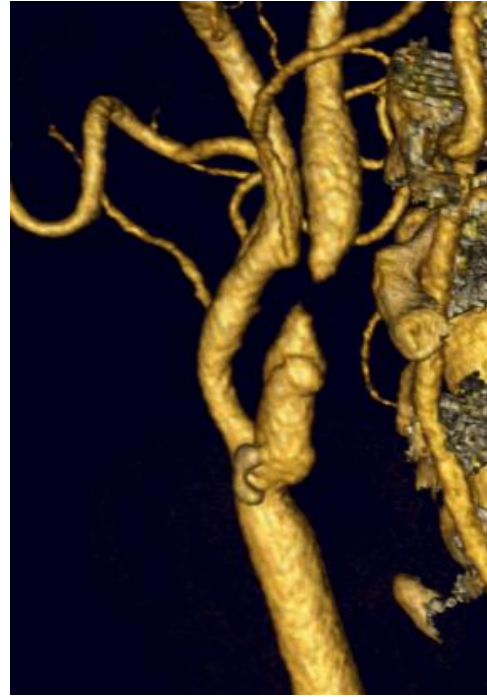
2C



2D



2E



2F

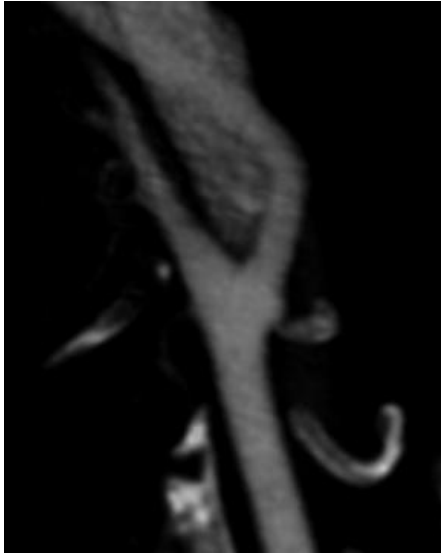
Olgu 2: Sol hemipleji öyküsü ve yeni gelişen sağ alt ekstremitte uyuşma şikayeti olan 73 yaşında erkek hasta. A-B: Lateral planda konvansiyonel anjiyografi imajları. A: Sol İKA de oklüzyon. B: Sağ İKA'in bifurkasyon sonrasında yaklaşık 2cm distalinde % 92 darlığa neden olan plak mevcut (darlık seviyesi: 0.4 mm , darlık distali 4.9 mm). C-D: BT anjiyografi MİP imajları. C: Sol İKA oklüde. D: Sağ İKA'de % 88 oranında darlığa neden olan hipodens plak (darlık seviyesi çap 0.4 mm, darlık distalinde çap 3.3 mm). E-F: BT anjiyografi üç boyutlu rekonstrüksiyon imajları: E: Sol İKA F: Sağ İKA.



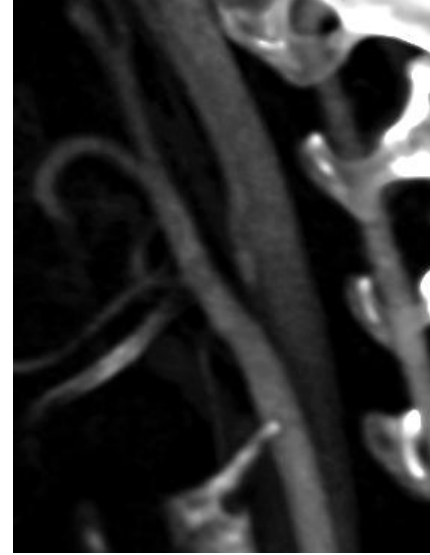
3A



3B

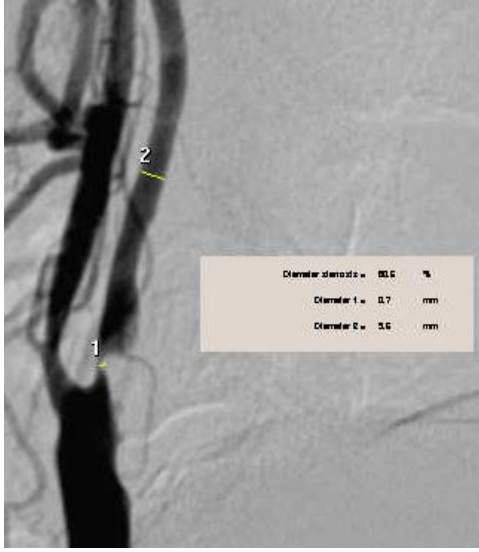


3C



3D

Olgu 3: Sol elde uyuşma, afazi şikayeti olan 42 yaşında bayan hasta. A-B: Konvansiyonel anjiyografi imajları. A: Oblik planda sol İKA de çap 4.7 mm olup belirgin darlık izlenmiyor. B: Lateral planda sağ İKA'de kısa segment ortalama % 85 oranında darlık izleniyor (darlık seviyesi:0.5 mm, darlık distali 1.8 mm). Distal İKA'de hipoplazi mevcut. C-D: BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajları. C: Sol İKA normal (4.8 mm). D: Sağ İKA'de ortalama % 86 darlık hesaplandı.(darlık seviyesi 0.5mm, darlık distali 2.1mm). Benzer şekilde distalde çap azalması izleniyor.



4A



4B



4C

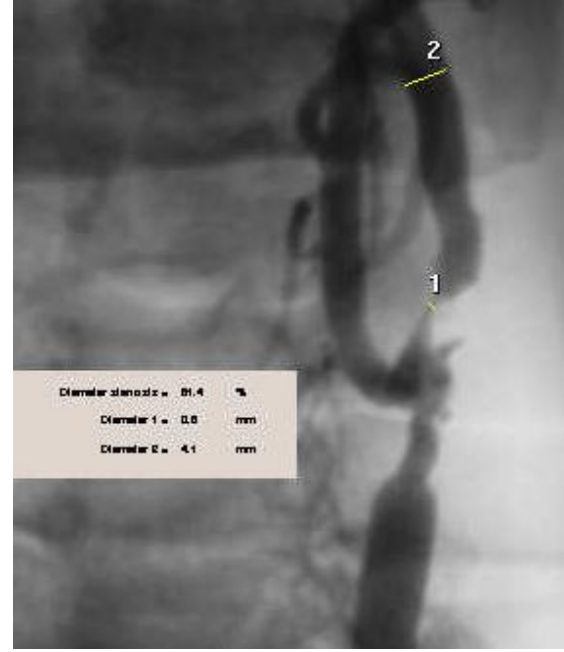


4D

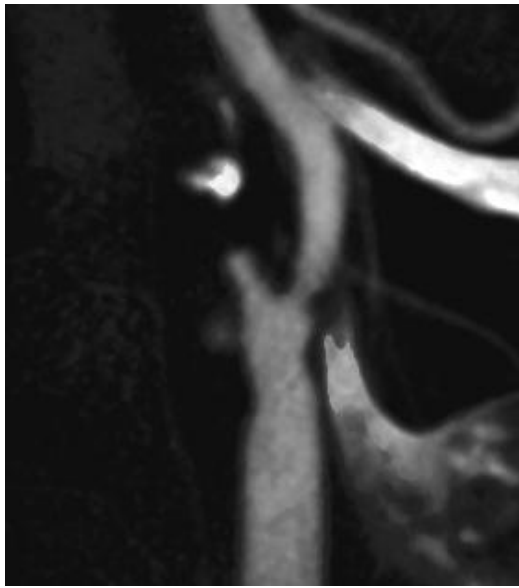
Olgu 4: Sağ el ve ayakta uyuşma ve başdönmesi olan 76 yaşında erkek hasta. A-B: Konvansiyonel anjiyografi imajları. A: Sol lateral İKA, darlık seviyesinde 0.7 mm, darlık distalinde 3.6 mm, sol oblik planda İKA 5.4 mm ortalama %84 oranında darlık yaratan plak izleniyor. C-D: BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajları. Sol İKA'de darlık seviyesinde 1.4 mm, darlık distalinde 4.1 mm, sağ İKAde 5.7 mm %71 oranında hesaplanan kalsifiye aterosklerotik plak izleniyor. Ayrıca sağ İKA'de kritik düzeyde darlığa neden olmayan aterosklerotik plak mevcut.



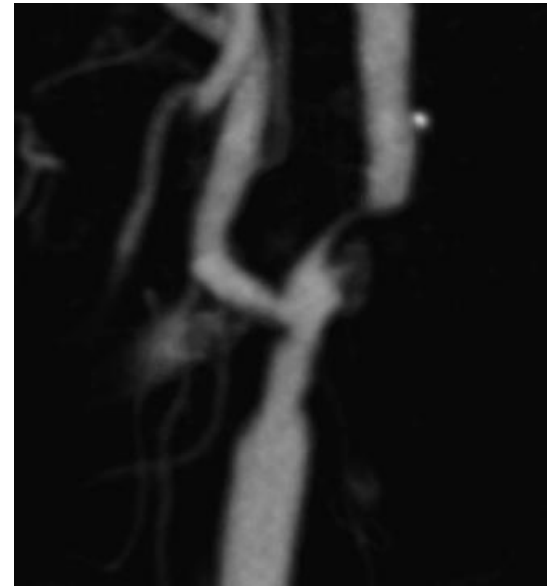
5A



5B



5C



5D

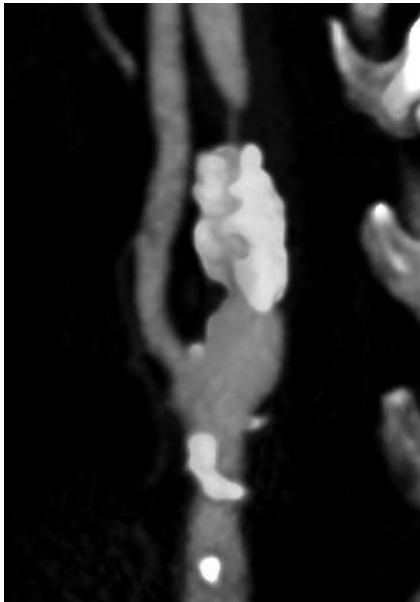
Olgu 5:Vertigo şikayeti olan 71 yaşında erkek hasta. A: Sağ İKA lateral konvansiyonel anjiyografi imajı. İKA bulbusun yaklaşık 0.5 mm distalinden itibaren oklüde izleniyor. B: Sol İKA oblik konvansiyonel anjiyografi imajı. İKAde %81 darlığa neden olan aterosklerotik ülsere plak. C-D: BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajları. C: Sağ İKA'da DSA ile benzer şekilde İKA başlangıcında oklüzyon izleniyor. D: Sol İKA ölçümlere göre %71 oranında darlığa neden olan ülsere, kalsifiye aterosklerotik plak.



6A



6B



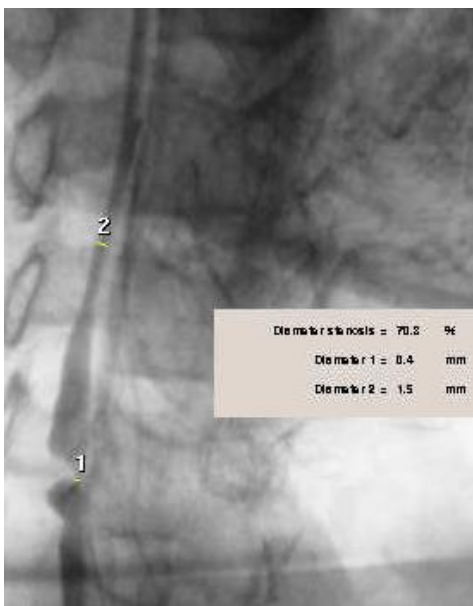
6C



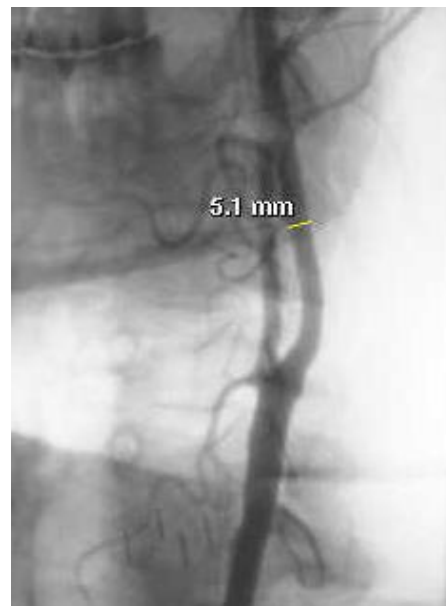
6D

Olgu 6: Sağ üst ekstremitede hemipleji ve afazi şikayeti olan 78 yaşında erkek hasta.

A: Sağ İKA oblik konvansiyonel anjiyografi imajı. % 83 oranında ölçülen uzun segment plak formasyonu. B: Sol İKA oblik konvansiyonel anjiyografi imajı. Sol İKA bulbusun yaklaşık 1 cm distalinden itibaren oklüde. C: Sağ İKA BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajı: % 64 oranında stenoze kalsifiye uzun segment aterosklerotik plak formasyonu. D: Sol İKA BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajı: Bifürkasyon distalinde EKA ve İKA'ye uzanan kalsifiye aterosklerotik plak ve İKA'de oklüzyon mevcut.



7A

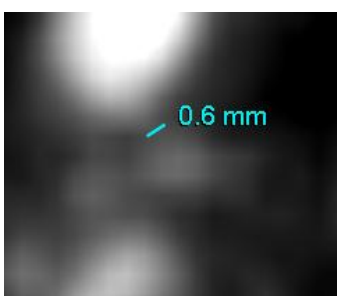


7B

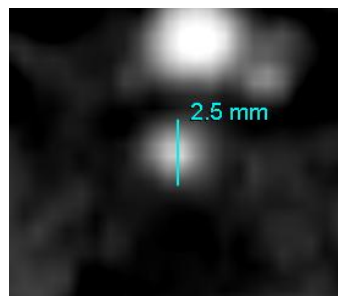


7C

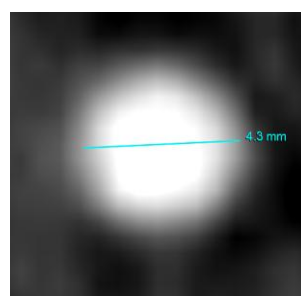
7D



7E

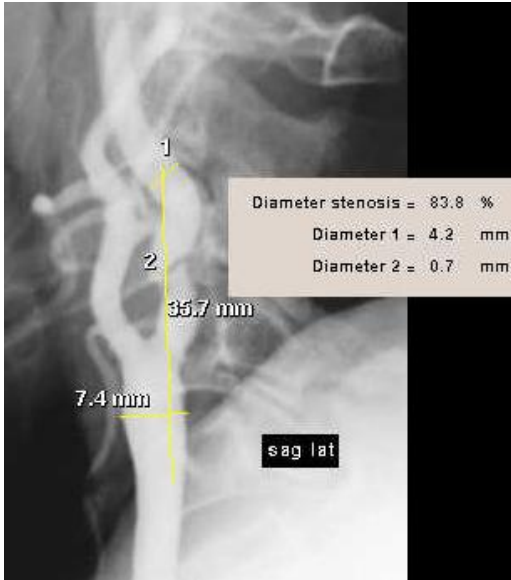


7F



7G

Olgu 7: Nöbet geçirme şikayeti ile gelen 55 yaşında erkek hasta. A-B: Oblik planda konvansiyonel anjiyografi imajları. A: Sağ İKA'de ortalama %88 civarında darlığa neden olan plak mevcut. B: Sol İKA normal. C-D: BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajları: C: Sağ İKA'de %81 oranında darlık yaratan hipodens plak mevcut. D: Sol İKA doğal. E-G: BT anjiyografi MİP imajları aksiyel plan çap ölçümleri. E: Sağ İKA darlık seviyesi 0.6 mm, F: Sağ İKA darlık distali 2.5 mm, G: Sol İKA çapı 4.3 mm.



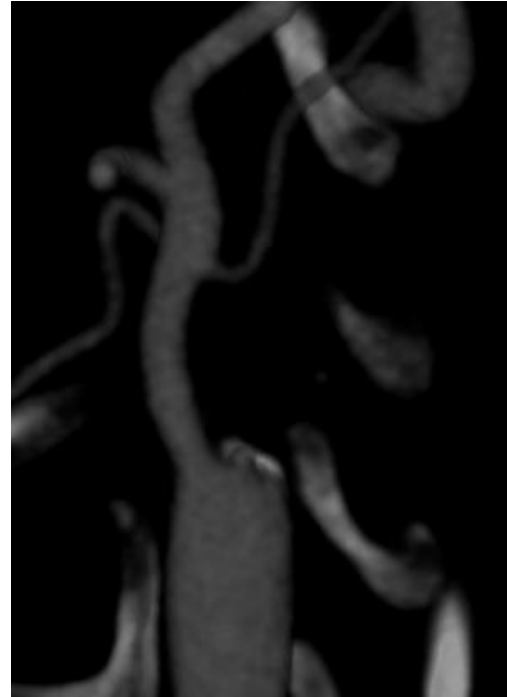
8A



8B



8C

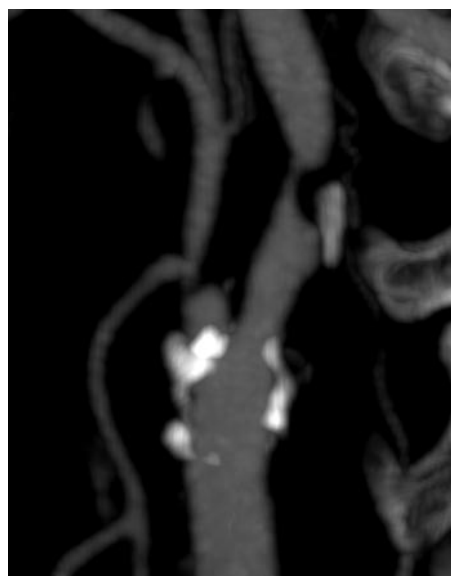


8D

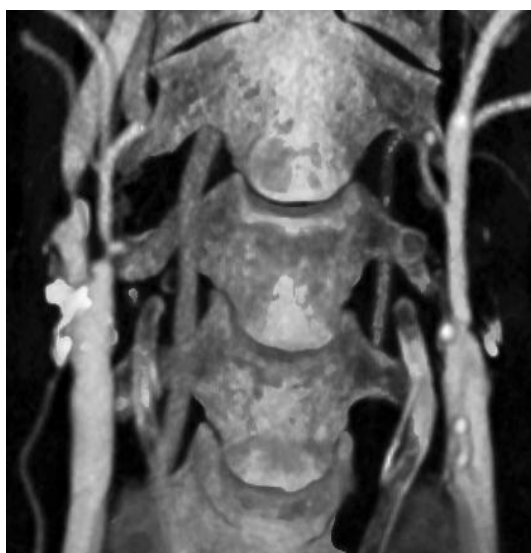
Olgu 8: Sağ hemipleji ile gelen 59 yaşında erkek hasta. A-B: Lateral konvansiyonel anjiyografi imajları. A: Sağ İKA'de %83 oranında ölçülen membranöz şekilde darlık izleniyor. B: Sol İKA bifürkasyon düzeyinden itibaren oklüde. C-D: BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajları. C: Sağ İKA'de bifürkasyonun yaklaşık 1 cm distalinde membranöz şekilde yaklaşık % 72 oranında darlığa neden olan plak mevcut. D: Sol İKA'de oklüzyon ve bu düzeyde kalsifikasyonlar izleniyor.



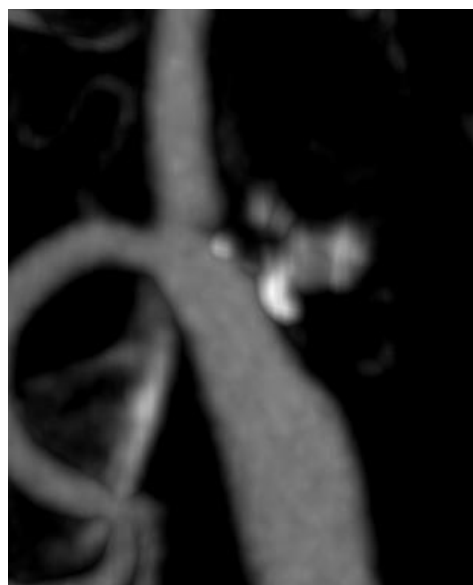
9A



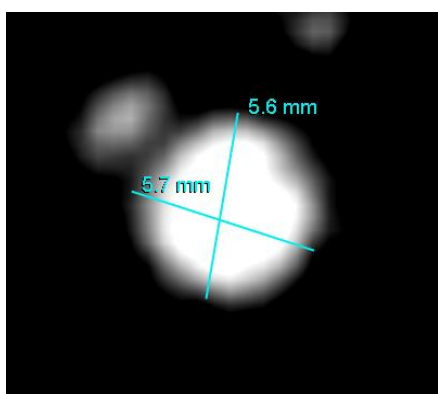
9B



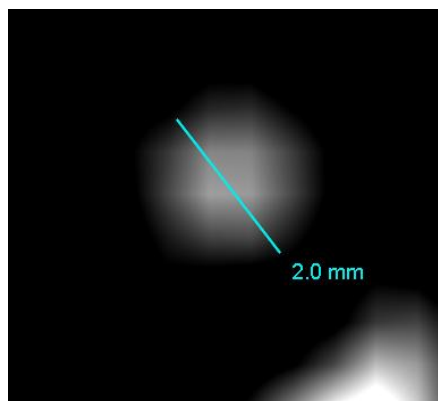
9C



9D



9E



9F

Olgu 9: Sol elde uyuşma şikayeti olan 59 yaşında erkek hasta. A: Sağ oblik İKA konvansiyonel anjiyografi imajı. Sağ İKA'de darlık seviyesinde 1.5 mm, darlık distalinde 5.9 mm ölçülen çaplara göre % 75 oranında darlığa neden olan plak izlenmektedir. B-F: BT anjiyografi rekonstrüksiyon imajları. B: Sağda AKA distal kesminde darlığa neden olmayan kalsifiye plak ve İKA'de bifürkasyonun yaklaşık 1.5 cm distalinde %64 oranında darlığa neden olan hipodens plak izleniyor. C: Koronal planda, sağ İKA'de % 64 oranında darlık ve sol İKA'de oklüzyon izleniyor. D: Oklüde sol İKA arterin sagittal görünümü. E: Aksiyel planda sağ İKA distal çapı 5.6 mm ölçüldü. F: aksiyel planda sağ İKA'de darlık seviyesinde çap 2 mm ölçüldü.

