

171967



T. C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**KAROTİD ARTER STENOZLARININ
İNCELENMESİNDE, RENKLİ DOPPLER
ULTRASONOGRAFİ VE MANYETİK REZONANS
ANJİYOĞRAFİNİN DİJİTAL SUBSTRAKSİYON
ANJİYOĞRAFİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

TIPTA UZMANLIK TEZİ

Dr. GÜVEN KAHRİMAN

Danışman

Prof. Dr. NEVZAT ÖZCAN

KAYSERİ 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
TEŞEKKÜR.....	i
KISALTMALAR.....	ii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
GENEL BİLGİLER.....	3
ANATOMİ.....	3
RADYOLOJİK İNCELEME YÖNTEMLERİ.....	10
STENOZ ORANLARININ BELİRLENMESİ.....	19
PATOLOJİLER.....	21
OLGULAR VE YÖNTEM.....	26
BULGULAR.....	30
OLGU ÖRNEKLERİ.....	39
TARTIŞMA.....	47
SONUÇLAR.....	54
KAYNAKLAR.....	55
TEZ ONAY SAYFASI.....	64



TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın ortaya çıkmasındaki yoğun emek ve katkıları nedeni ile başta Sayın Prof. Dr. Nevzat Özcan olmak üzere; asistanlığım süresince yardım, bilgi ve ilgilerini esirgemeyen sayın Prof. Dr. Mustafa Güleç, Sayın Doç. Dr. Ahmet Candan Durak, Sayın Doç. Dr. Mustafa Öztürk, Sayın Doç. Dr. Ökkeş İbrahim Karahan, Sayın Doç. Dr. Abdulhakim Coşkun ve Sayın Yard. Doç. Dr. Nuri Erdoğan hocalarıma ve Sayın Uzman Dr. Ertuğrul Mavili'ye, birlikte çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma ve radyoloji bölümünde çalışan bütün yardımcı personele teşekkür ederim.

KISALTMALAR

ACAS	: Asymptomatic carotid atherosclerosis study (asemptomatik karotid ateroskleroz çalışması)
BSAT	: Brakiyosefalik arter trunkusu
BTA	: Bilgisayarlı tomografik anjiyografi
CCA	: Common carotid artery: Ana karotid arter
CEA	: Carotid endarterectomy (karotid endarterektomi)
D	: Dimentional: Boyut
DHO	: Diyastolik hız oranı
DSA	: Dijital substraksiyon anjiyografi
ECA	: Eksternal carotid artery: Eksternal karotid arter
ECST	: European Carotid Surgery Trial (Avrupa karotid cerrahisi çalışması)
EDV	: End diastolic velocity (diyastol sonu hız)
F	: French
FA	: Flip angle (sapma açısı)
FOV	: Field of view (görüntüleme alanı genişliği)
GRE	: Gradyent eko
İCA	: Internal carotid artery: İnternal karotid arter
İV	: İntravenöz
MİP	: Maksimum intensite projeksiyon
MRA	: Manyetik rezonans anjiyografi
MRG	: Manyetik rezonans görüntüleme
NASCET	: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (Kuzey Amerika Semptomatik Karotid Endarterektomi Çalışması)
NPD	: Negatif prediktif değer
PC	: Phase contrast (faz kontrast)
PPD	: Pozitif prediktif değer
PSV	: Peak systolic velocity (maksimum sistolik hız)
RF	: Radyo frekans

RDUS	: Renkli Doppler ultrasonografi
SHO	: Sistolik hız oranı
SKM	: Sternokleidomastoid
T	: Tesla
TE	: Time to echo (eko zamanı)
TİA	: Transient ischemic attack (geçici iskemik atak)
TOF	: Time of flight
TR	: Time to repeat (tekrarlanma zamanı)
US	: Ultrasonografi
VA	: Vertebral arter



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1: Doppler US'de stenoz derecelendirmesinde kullanılan hız değerleri.....	20
Tablo 2: DSA ile Doppler US sonuçlarının karşılaştırılması.....	32
Tablo 3: Stenoz derecelerine göre DSA ile Doppler US'nin uyumluluk oranları...	32
Tablo 4: DSA ile TOF MRA sonuçlarının karşılaştırılması.....	34
Tablo 5: Stenoz derecelerine göre DSA ile TOF MRA'nın uyumluluk oranları ...	34
Tablo 6: DSA ile kontrastlı MRA sonuçlarının karşılaştırılması.....	35
Tablo 7: Stenoz derecelerine göre DSA ile kontrastlı MRA'nın uyumluluk oranları.....	36
Tablo 8: DUS, TOF MRA ve kontrastlı MRA'nın %70-99 karotid arter stenozlarını tesbit etmedeki sensitivite, spesifisite, PPD, NPD oranları.....	36
Tablo 9: Genel bulgular.....	37-38

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1: Arkus aorta ve dalları.....	4
Şekil 2: Anjiyografik stenoz ölçüm yöntemleri.....	21
Şekil 3: Grade 1 (%0-29) stenoz örneği.....	39
Şekil 4: Grade 2 (%30-69) stenoz örneği	40
Şekil 5: Grade 3 (%70-99) stenoz örneği	41
Şekil 6: Grade 3 (%70-99) stenoz örneği.....	42
Şekil 7: Tam oklüzyon örneği.....	43
Şekil 8: Tam oklüzyon örneği.....	44
Şekil 9: Darlığın olduğundan az değerlendirilmesine ilişkin örnek.....	45
Şekil 10: Darlığın olduğundan fazla değerlendirilmesine ilişkin örnek.....	46

ÖZET

Amaç: Karotid arter stenozlarını değerlendirmede renkli Doppler ultrasonografi, 2D TOF MR anjiyografi ve kontrastlı MR anjiyografinin etkinliğini, dijital substraksiyon anjiyografi ile karşılaştırarak belirlemektir.

Olgular ve yöntem: Çalışma grubunda toplam 37 olguda 74 karotid arter incelendi. Olgulara sırası ile karotid arterlere yönelik Doppler US, 2D TOF MRA, kontrastlı MRA ve DSA incelemeleri yapıldı. TOF MRA incelemesi 32 olguda, kontrastlı MRA incelemesi ise 20 olguda yapılabilirdi. Her incelemede saptanan stenoz oranları NASCET kriterlerine uygun olarak (normal, %0-29, %30-69, %70-99, %100) derecelendirildi. Dijital substraksiyon anjiyografi altın standart yöntem kabul edilerek Doppler US, 2D TOF MRA ve kontrastlı MRA'nın %70-99 oranındaki darlıkları saptamadaki sensitivite, spesifisite, PPD, NPD'leri ve DSA ile olan uyumlulukları hesaplandı.

Bulgular: İncelenen 37 olgunun (74 karotid arter) 15'inde (%40) bilateral karotid arter stenozu vardı. DSA incelemede yetmişdört karotid arterden 24'ü (%32) normal, 12'si (%16) grade 1, 18'i (%25) grade 2, 12'si (%16) grade 3 stenoz, 8'i de (%11) oklüde idi. Doppler US, 2D TOF MRA ve kontrastlı MRA'nın %70-99 oranındaki karotid arter stenozlarını saptamadaki sensitiviteyi sırasıyla %83.3, %80, %85.7; spesifisiteyi %93.5, %95.6, %93.9; PPD'leri %71.4, %80, %75, NPD'leri %96.9, %95.6, %96.8; DSA ile olan uyumlulukları ise sırası ile 0.91, 0.92, 0.92 idi.

Sonuç: %70-99 oranındaki karotid arter stenozlarını saptamada Doppler US, 2D TOF MR anjiyografi ve kontrastlı MR anjiyografi sensitivite, spesifisite oranları yüksek noninvaziv tanı metodlarıdır. Tam oklüzyonları değerlendirmede 2D TOF MRA ve kontrastlı MRA, Doppler US'den üstün olup DSA ile olan uyumluluğu %100'dür.

Anahtar kelimeler: Karotid arter stenozu, anjiyografi, manyetik rezonans, Doppler ultrasonografi

EVALUATION OF CAROTID ARTERY STENOSIS: COMPARISON OF MR ANGIOGRAPHY AND COLOR DOPPLER US WITH DIGITAL SUBTRACTION ANGIOGRAPHY

ABSTRACT

Aim: To evaluate the value of color Doppler US, 2D TOF MR angiography and contrast-enhanced MR angiography by comparing with DSA for detection of carotid artery stenosis.

Materials and Methods: This study includes 37 patients (74 carotid artery) with carotid artery stenosis. Doppler US and DSA examination were performed in all patients. 2D TOF MR angiography examination was performed in 32 patients and contrast-enhanced MR angiography was performed in 20 patients. Three readers independently evaluated stenosis on DSA, 2D TOF MR angiography and contrast-enhanced MR angiography. The severity of stenosis was defined based on NASCET criteria (grade 0: normal, grade 1: 0-29%, grade 2: 30-69%, grade 3: 70-99%, grade 4: 100%). Results of each modality were compared with the corresponding DSA findings and sensitivity, specificity, PPV, NPV of each modality were calculated for the detection of the high grade (70-99%) carotid artery stenosis.

Results: In 37 patients, 74 carotid arteries were evaluated. Bilateral carotid artery stenosis were seen in 15 patients (40%). In 74 carotid arteries, 24 arteries (32%) were normal, 12 arteries (16%) were grade 1 stenosis, 18 arteries (25%) were grade 2 stenosis, 12 arteries (16%) were grade 3 stenosis and 8 arteries (11%) were occluded. Doppler US had a sensitivity, specificity, PPV and NPV of 83.3%, 93.5%, 71.4%, 96.6% respectively for the identification of high grade carotid artery stenosis. Sensitivity, specificity, PPV and NPV of contrast-enhanced MR angiography were 85.7%, 93.9%, 75%, 96.8% respectively. Sensitivity, specificity,

PPV and NPV of 2D TOF MR angiography were 80%, 95.6%, 80%, 95.6% respectively.

Conclusion: Doppler US, 2D TOF MR angiography and contrast-enhanced MR angiography are reliable, noninvasive tools for the detection of high grade carotid artery stenosis with high sensitivity and specificity values.

Key words: Carotid artery stenosis, angiography, magnetic resonance, Doppler ultrasonography



GİRİŞ VE AMAÇ

Akut iskemik inme tüm dünyada ölümlerin en sık ikinci, uzun dönem sakatlıkların ise en önemli nedenidir (1). İskemik beyin felcinin en önemli nedenlerinden biri karotid arterin aterosklerotik patolojileridir. Hastalığın ağır maddi faturası yanında, milyonlarca insanın iş yapabilme yeteneğini kaybetmesine neden olması, tanı ve tedaviye olan ilginin artmasına neden olmuştur. Günümüzde karotid arter darlıkları sonucu oluşan serebrovasküler hastalıkların tedavisinde cerrahi (karotid endarterektomi:CEA) ve girişimsel tedavi yöntemleri (anjyoplasti, endovasküler stentleme) kullanılmaktadır. Antiagregan tedavi ise tedavi seçeneklerinden biri olup 1990'lı yıllara kadar yaygın olarak kullanılmıştır.

NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) ve ECST (European Carotid Surgery Trial) çalışmalarlarıyla %70'in üzerinde internal karotid arter (İCA) darlıklarında CEA'nın iskemik beyin felcinin önlenmesinde tıbbi tedaviye üstünlük gösterdiği kanıtlandıktan sonra, CEA yaygın olarak kullanılmıştır (2, 3). Ayrıca NASCET çalışmasında, %50-69 oranında İCA darlığı olan semptomatik hastalarda da CEA'nın inme azaltıcı faydası olduğu gösterilmiştir (4). Diğer bir çalışma olan ACAS (Asymptomatic carotid atherosclerosis study)'da ise %60'ın üzerindeki asemptomatik İCA darlıklığı olan olgularda, endarterektominin anlamlı fayda sağladığı gösterilmiştir (5). Bu nedenle tedavinin doğru bir şekilde planlanabilmesi için karotid arter darlık

yüzdelerinin görüntüleme yöntemleri ile doğru bir şekilde saptanması büyük önem taşımaktadır.

Karotid arter darlıklarının saptanmasında dijital substraksiyon anjiyografi (DSA), renkli Doppler ultrasonografi (RDUS), manyetik rezonans anjiyografi (MRA), bilgisayarlı tomografik anjiyografi (BTA) gibi tanısal metodlar vardır. Geçmişte bu yöntemlerden sadece konvansiyonel anjiyografiden yararlanılıyordu. Günümüzde konvansiyonel anjiyografi uygulaması tamamen terkedilmiş olup, gelişen kateterizasyon yöntemleri ile DSA etkin bir şekilde kullanılmakta ve karotid arter darlıklarını değerlendirmede altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak DSA'nın minör (kontrast madde allerjisi, giriş yeri hematomu, arteryel diseksiyon, sinir yaralanması, baş ağrısı) ve az da olsa majör (inme, ölüm) komplikasyonları olup tanısal amaçlı kullanımı azalmıştır (6).

Günümüzde MRA, Doppler US ve BTA karotid arter bifurkasyon darlıklarının değerlendirilmesinde kullanılan non-invaziv tanı metodlarıdır. Son zamanlarda karotid hastalıklarının preoperatif değerlendirilmesinde noninvaziv tanı metodlarının etkinliğini araştırmak için, DSA ile karşılaştırılmalı olarak birçok çalışma yapılmıştır (7-10). Modalitelerin güvenilirliği ve doğruluğu konusunda çeşitli tartışmalar vardır. Birçok merkezde RDUS invaziv olmayan tarama metodu olarak kullanılmakla birlikte, cerrahi veya girişimsel tedavi öncesi, sadece RDUS'yi tanı aracı olarak kullanan merkezler de vardır. RDUS, hasta başı uygulanabilen, düşük maliyetli, hastaya belirlenmiş bir zararı olmayan etkin bir yöntemdir (9).

Karotid arter bifurkasyon darlıklarının değerlendirilmesinde MRA kullanışlı ve doğruluk oranı yüksek invaziv olmayan alternatif bir tanı metodu olup, karotid arter darlıklarının incelenmesinde kullanılan, iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) TOF (time of flight) MRA, PC (faz kontrast) MRA ve kontrastlı MRA gibi MRA teknikleri mevcuttur (10).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte invaziv tanı metodlarının tanısal amaçlı kullanımı da azalmıştır. Bu çalışmada da karotid arter stenozunun değerlendirilmesinde noninvaziv tanısal yöntemlerin (Doppler US, 2D TOF MRA ve kontrastlı MRA) etkinliğinin DSA ile karşılaştırılarak belirlenmesi amaçlandı.

GENEL BİLGİLER

ANATOMİ

Beyin karotid arter ve vertebral arter (VA) sistemleri olmak üzere, iki temel arteriyel sistem tarafından beslenir. Karotid arter sistemi boyun ön tarafında seyrederek ve beyin kan akımının %80'ini sağlar. VA'lar boyun arka tarafında uzanıp pons-bulbus bileşkesinde birleşerek baziler arteri oluştururlar ve bu sistem beyin kan akımının %20'sini sağlar. İlk anatomistler karotid arterlerin içindeki gizemli akımın uykuya neden olduklarına inanırlardı (karoum=uyutucu). Harvey 1628'de tüm vücuttaki kan akım mekanizmalarını tanımlamıştır. Daha sonra Willis karotid sistem ile vertebrobaziller sistem arasındaki anastomozları (Willis poligonu) tanımlamıştır (11).

Toraks içinde arkus aorta üç ana dal verir. İlk olarak brakiosefalik arter trunkusu (BSAT), ikinci olarak sol ana karotid arter (CCA), üçüncü olarak da sol subklaviyan arter ana dalını verir (Şekil 1).

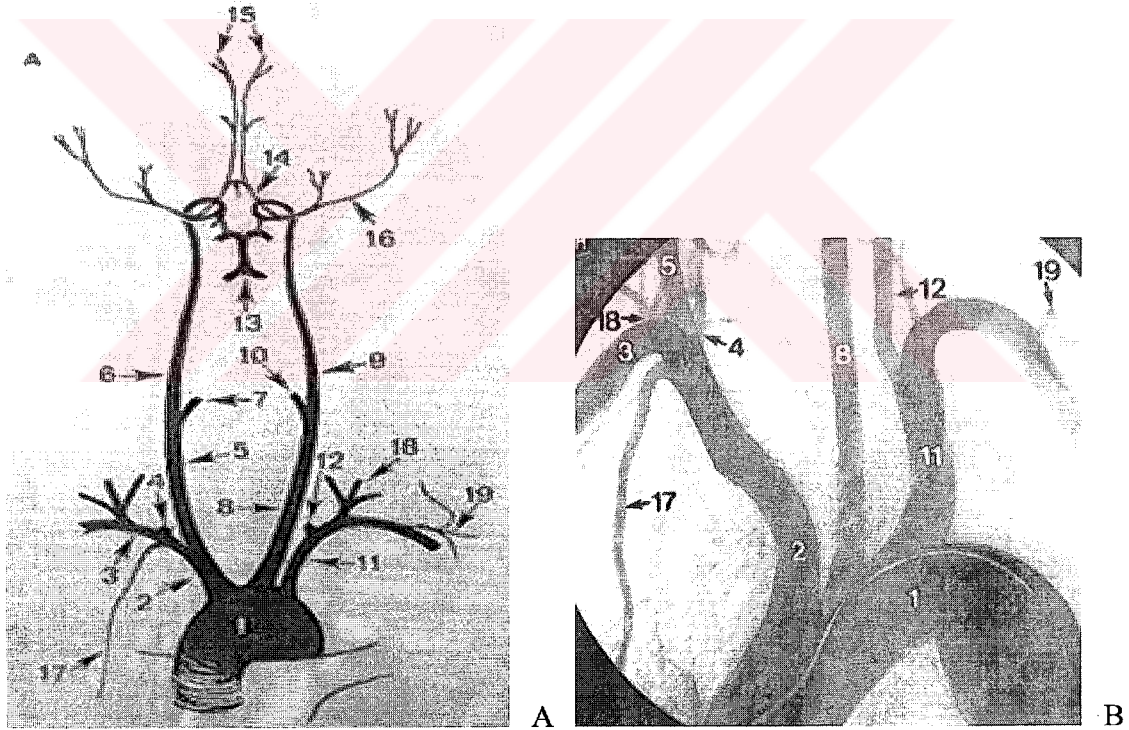
1. Brakiosefalik arter trunkusu

Arkus aortanın birinci ve en geniş dalı olan BSAT 4-5 cm uzunluğundadır. Kısa ve dikey bir seyirden sonra toraksı terk edip boyuna girerek burada sağ subklaviyan arter

ve sağ CCA u dallarını verir. Sağ subklavian arter kostoklavikular alandan (major supraklavikular fossa) ayrılıp üst ekstermiteye doğru ilerler. Sağ CCA ise boyunda dik olarak seyrederek.

2. Ana karotid arterler

Karotid arterler baş ve boyun bölgesinin kanlanmasını sağlayan temel arterlerdir. Her iki CCA juguler ven medialinde ve sternokleidomastoid (SKM) kası posteriyorunda ilerleyerek belirgin kollateral dal vermeden direkt olarak yukarıya doğru uzanıp servikal 3-5. vertebralar hizasında İCA ve eksternal karotid arter (ECA) dallarına ayrılır. Sağ ve sol CCA'nın uzunluk ve orijin bakımından farklılıkları vardır.



Şekil 1. Arkus aortanın ana dalları ve bu dalların majör dalları şematik olarak (A) ve DSA ile (B) gösterilmektedir. 1: Arkus aorta, 2: Brakiyosefalik trunkus, 3: Sağ subklaviyan arter, 4: Sağ VA, 5: Sağ CCA, 6: Sağ İCA, 7: Sağ ECA, 8: Sol CCA, 9: Sol İCA, 10: Sol ECA, 11: Sol subklaviyan arter, 12: Sol VA, 13: VA bileşkesi (Baziler arter), 14: Willis Poligonu, 15: Anteriyor serebral arter, 16: Orta serebral arter, 17: İnternal mamariyan arter, 18: Tiroservikal trunkus, 19: Kostoservikal trunkus (şekillerin alındığı kaynak: 12 no.'lu kaynak).

Karotid bifurkasyon seviyesi genellikle servikal 4. vertebranın üst kenarı hizasındadır. Ancak bazen alışılmış lokalizasyondan daha yukarı veya daha aşağıda olabilir. Ana karotid arterin nadiren yokluğu sözkonusu olabilir. Bu durumda İCA ve ECA genellikle ayrı olarak direkt aortadan köken alır. Ana karotid arter normalde dal vermez. Ancak bifurkasyon seviyesinde varyasyonlara bağlı olarak kollateral arterler izlenebilir (11). Bu kollateral damarlar şunlardır;

- Superiyor tiroideal arter
- Vertebral arter
- İnferyor faringeal arter
- İnferyor tiroideal arter
- Laringeal arter

Sol ana karotid arter: Normalde sol CCA arkus aortanın ikinci ana dalı olarak arkus aortanın en tepesinden çıkar. Sağ CCA'dan daha uzun ve dik bir seyir göstererek servikal 4. vertebra hizasında sol ECA ve İCA olmak üzere iki ana dala ayrılır. Sol CCA'nın uzun seyrinden dolayı hem toraks hemde boyun yapıları ile komşulukları vardır. Toraks içerisindeki komşulukları; önde manibrium sterni, sternohiyoid ve sternotiroid kası, sol brakioyosefalik ven, sol plevra ve akciğerin apeksi bulunur. Arkasında trakea, özefagus, sol rekürren laringeal sinir, ve dukstus torasikus yer alır. Sağında BSAT, trakea, vena tiroidea inferiyor ve timus artıkları, solunda ise nervus vagus, frenik sinir, plevra ve akciğer yer alır.

Sol CCA boyun bölgesinde alt kısımları derinde üst kısımları ise yüzeyselde seyir gösterir. Boyun bölgesinde öndeki komşu yapılar SKM kası, sternohiyoid ve sternotiroid kasları, arka tarafta servikal vertebraların transvers çıkıntıları, longus koli ve longus kapitis kasları, mediyalinde tiroid sol lobu, sol internal jugüler ven, özefagus, trakea, larinks, farinks, inferiyor tiroideal arter, ve rekürren laringeal sinir bulunur. Ana karotid arterin juguler ven ile olan komşuluğunun bilinmesi, juguler vene yapılacak girişimlerde önemlidir. Juguler ven insanların %95'inde CCA'nın mediyalinde, %5'inde ise lateralinde seyir gösterir.

Sağ ana karotid arter: Brakiyosefalik trunkusun proksimalinden köken alıp boyunda trakea, larinks ve farinks sağından dikey olarak yukarıya doğru ilerleyip servikal 3-5. vertebra arasında sağ İCA ve ECA olmak üzere iki dala ayrılır. Nadiren direkt olarak arkus aortadan da çıkabilir. Boyundaki anatomik yapılarla olan komşulukları soldaki gibidir.

3. Eksternal karotid arterler

Eksternal karotid arter, boyun, yüz, kafatası ve duramateri kanlandırır. Her iki ECA, CCA'dan 3-5. servikal vertebra hizasında köken alıp boyunda öne ve içe doğru "S" şeklinde seyir gösterirler. ECA'lar, İCA'lardan daha ince olup genelde internal dalın anteromediyalinde ilerlerler. Mandibular gonion altında İCA ile çaprazlaşır. Seyri boyunca sırasıyla aşağıdaki dalları verir.

- Süperiyor tiroideal arter
- Asendan faringeal arter
- Lingual arter
- Oksipital arter
- Posteriyor auriküler arter
- Fasiyal arter
- Süperfisiyal temporal arter
- İnternal maksiller arter

Ayrıca larinks, farinks ve boyun kasları için aksesuar dallar da bulunabilir. Bu dallar her biri kendi içinde uç dallara ayrılarak devam eder.

4. İnternal karotid arterler

İnternal karotid arter seyri boyunca beş segmente ayrılarak isimlendirilir. Bunlar; karotid bulbus, servikal, intrapetrozal, intrakavernöz ve supraklinoid segmentlerdir. İlk iki segment olan karotid bulbus ve servikal segment ekstrakraniyaldir. Üçüncü segment olan petröz segment intraosseöz olup temporal kemiğin petröz parçası içerisinde seyir gösterir. Distal iki segment ise kavernöz ve supraklinoid (intrakraniyal) segmentlerdir (12).

Karotid bulbus: Ana karotid arterin 2-4 cm distale doğru uzanan daha geniş bölümüne karotid bulbus adı verilir. Bu parçada lokal genişlemeden dolayı karmaşık türbülant akım vardır. Bulbus posteriyor duvarı komşuluğunda lümeninde normalde ters akım izlenir ve bu RDUS ile kolaylıkla saptanabilir. Daha distal segmentlerde ise laminar akım mevcuttur.

Servikal segment. Bulbustan sonra kafa kaidesine kadar olan kısım servikal segmenttir. Bu segmentin kalibrasyonu seyri boyunca sabit olup lokal daralma veya genişleme göstermez. Servikal segment önce ECA'nın posterolateralinde seyrederek daha sonra onu çaprazlayıp mediyale geçer. Ancak %10 oranında bifurkasyondan itibaren mediyalde seyir gösterebilir. Seyri sırasında hemen hemen hiç dal vermez.

Petröz segment: İnternal karotid arter, temporal kemiğin petröz parçasında karotid kanal içerisinde ilerler. Burada kavernöz sinüse bağlanmak için sağa açılarak horizontal bir seyir gösterir. Daha sonra tekrar açılarak kraniyale doğru yönlendirilerek kavernöz sinüse girer. İCA'nın intrapetröz segmentinin orta kulağı kanlandıran timpanik dalları vardır. Bunlardan vidian arter (pterigoid kanal arteri) foremen laserum ve vidian kanaldan uzanarak ECA dalları ile anastomoz yapar. Küçük ama önemli bir dal olan karotikotimpanik arter ise orta ve iç kulağın kanlanmasını sağlar.

Kavernöz segment: İnternal karotid arter petröz apekte karotid kanaldan çıktığında kavernöz segment başlar ve anterior klinoid çıkıntı komşuluğunda subaraknoid mesafeye girdiğinde sonlanır. Seyri sırasında kavernöz sinüsün mediyal duvarı komşuluğunda horizontal bir seyir gösterdikten sonra kavernöz sinüsten çıkmadan önce tekrar dikey bir seyir gösterir. İCA'nın petröz ve kavernöz segmentlerinin bu şekilde dolambaçlı seyir göstermesi Moniz tarafından "karotid sifon" olarak adlandırılmıştır. Kavernöz segmentten köken alan meningohipofizeal arter (posteriyor trunkus) nörohipofizi (inferiyor hipofizeal dal), tentoryumu (marjinal tentoryal dal), kavernöz sinüsü ve klival durayı besleyen dallar verir. İnterolateral trunkus kavernöz İCA'dan köken alıp 3, 4, 6. kraniyal sinirleri ve gasser ganglionunu besler. İnterolateral trunkus, internal maksiler arter dalları ile anastomoz yaparak İCA-ECA arasında kollateral dolaşım sağlar. Kavernöz İCA'dan köken alan küçük kapsüller dallar ise adenohipofiz bezini besler.

Supraklinoid segment: İnternal karotid arterin kavernöz sinüsten çıktıktan sonraki segmentidir. Bu segment anterior klinoid çıkıntının inferomediyalinden geçtikten sonra intradural olur. Buradan sonra arter genelde dallarını vermeden önce posteriyora ve yukarıya doğru bir seyir gösterir. Ancak öne ve yukarıya veya sadece yukarıya doğru da seyir gösterebilir. İCA'nın majör dalları kafa tabanının orta kesiminde supraklinoid segmentten, minör dalları ise intrapetrozal ve intrakavernozal segmentlerden köken alır (12, 13).

İCA'nın majör dalları:

- Oftalmik arter
- Anterior serebral arter
 1. Anterior kominikan arter
 2. Perikallosal arter
- Orta serebral arter
- Anterior koroidal arter
- Posterior kominikan arter

İCA'nın minör dalları:

- İnapetrozal dalları
 1. Karotid kanalda osteal dal
 2. Karotikotimpanik dal
 3. Vidian arter
- İntrakavernöz dalları
 1. Meningeal dallar
 2. Hipofizyel arterler
 3. İnteriyor kavernöz arter
 4. Kapsüler arter

Vertebral arter anatomisi

Vertebral arter sağda her zaman, solda ise çoğunlukla subklaviyan arterden köken alır. İnsanların %6'sında sol VA direkt olarak arkus aortadan köken alır. Boyun bölgesinde servikal 6. vertebra hizasından itibaren vertebraların transvers çıkıntılarında

yer alan transvers foraminalarda seyretmektedir. Servikal 2. vertebra hizasında foramen magnum yoluyla kraniyuma girer. Sağ ve sol VA'lar bulbus sağında ve solunda seyrederek bulbus-pons bileşkesinde birleşerek baziler arter adını alır. Baziler arterden ayrılan posteriyor serebral arter, posteriyor kominikan arter aracılığı ile Willis poligonuna katılır. VA'ların çapları değişkenlik göstermekte olup insanların %42'sinde sol VA, %32'sinde sağ VA dominant olmakta, %26 oranında ise VA çapları eşit olmaktadır (12, 14).

Karotid arter sistemindeki varyasyonlar

Karotid arter sisteminde %6 oranıyla en sık karşılaşılan varyasyon sol İCA'nın brakiyosefalik trunkustan köken almasıdır. Bunun dışında sağ subklaviyan arterin arkus aortanın dördüncü ana dalı gibi çıkması, sağ CCA'nın aortadan direkt olarak köken alması gibi varyasyonlar da vardır. Nadiren İCA'nın konjenital yokluğu görülebilir. Karşı taraf İCA transvers kollateraller aracılığı ile diğer taraf İCA'dan kanlanma sağlayabilir.

İnternal karotid arterin kavernöz ve petröz segmentlerini ilgilendiren iki önemli varyantı vardır. Birincisi; İCA petröz kemikteki karotid kanala girdiği zaman anteriyora ve mediyale doğru yönelir. Bu nokta timpanik kavitenin inferiyor kenarına çok yakındır ve timpanik kaviteden ince bir kemik yapı ile ayrılır. Bazen bu kemik yapı inkomplet olur ve İCA orta kulak kavitesine doğru protrüzyon gösterir ve pulsatil tümör kitlesi ile karışabilir. Ayırımında anjiyografik inceleme faydalıdır. İkinci önemli varyant; İCA'nın intrakavernöz parçası normalden daha fazla mediale eğim gösterirse sella tursikadaki karotid oluşunda genişlemeye ve derinlik artımına neden olmakta ve optik sinir üzerine bası oluşturabilmektedir (15).

Embriyolojik gelişim sürecinden sonra persistan kalan arterler sonucu üç seviyede karotid arter ile baziller sistem arasında anastomozlar oluşur. Bunlardan en sık görüleni *persistan trigeminal arter* olup İCA'nın intrakavernöz segmenti ile baziler arter arasında uzanır. Beyin anjiyogramlarının yaklaşık %0.1-0.6'sında izlenirler. Çoğunlukla tek taraflı olup nadiren bilateral olarak izlenebilirler. Bu anomaliye bazen sakküler anevrizma eşlik edebilir. İkinci anastomoz *persistan hipoglossal arter* olup hipoglossal

sinir ile birlikte seyrederek. Beyin anjiyografi incelemelerinin yaklaşık %0.027-0.26'sında izlenir. Bu arter İCA'nın servikal parçasından köken alıp hipoglossal kanal aracılığı ile kraniyuma girer ve baziler arter ile anastomoz oluşturur. Daha nadir olarak görülen üçüncü anastomoz ise *persistan otik arter* olup İCA'nın intrapetrozal segmenti ile baziler arter arasında uzanır. Ana karotid arterden bifurkasyon seviyesinde varyatif olarak süperiyor tiroideal arter, inferiyor tiroideal arter, VA, laringeal arter ve inferiyor faringeal arterler köken alabilir (11, 12, 15).

RADYOLOJİK İNCELEME YÖNTEMLERİ

Karotid arter darlıklarının doğru ve güvenilir bir görüntüleme yöntemiyle değerlendirilmesi tedavinin planlanması açısından oldukça önemlidir. Günümüzde karotid arter darlıklarının değerlendirilmesinde gri skala US, RDUS, BTA, MRA ve DSA gibi direkt görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır (7-10). Ayrıca günümüzde terk edilmiş olan oküler pletismografi ve pratikte kullanılmayan transorbital ve transkraniyal Doppler US incelemeleri gibi indirekt yöntemler de mevcuttur. Bu yöntemler içerisinde invaziv bir yöntem olan DSA karotid arter darlıklarını değerlendirmede altın standart olarak kabul edilmektedir. Diğer yöntemler ise minimal invaziv (kontrastlı MRA, BTA) veya non-invaziv (RDUS, TOF MRA) yöntemlerdir. Her görüntüleme yönteminin avantajları, limitasyonları ve dezavantajları vardır.

Gri skala US

Gri skala US, RDUS incelemesinin bir parçasıdır ve RDUS öncesi gri skala US ile değerlendirme yapılmalıdır. İnceleme hasta sırtüstü pozisyonda iken boyun altına bir yastık konularak yapılır. Baş incelenecek tarafın tersine döndürülür. İncelemede sıklıkla 7.5 MHz'lik yüzeysel problar kullanılır. Ancak boynu kısa olan, karotid bifurkasyon seviyesi yüksek olan olgularda ve arkus aortanın ana dallarını değerlendirmek amacıyla daha düşük frekanslı (3.5 MHz) derin problar da kullanılabilir. Karotid arterler transvers ve longitudinal planlarda incelenir. Klavikülalar düzeyinden başlanarak CCA, bifurkasyon, İCA ve ECA incelenir. Arterlerin çapı, duvar yapısı, plak varlığı ve lokalizasyonu araştırılır. Lokalizasyonun yanısıra plağın boyutu, plak tipi ve yüzey

karakteri (ülser olup olmadığı) araştırılır. Gri skala US incelemede karotid arter duvarı iki paralel ekojen çizgi arasında mediya tabakasını temsil eden hipoekoik alan şeklinde izlenir. İçteki ekojen çizgi intimayı, dıştaki ekojen çizgi ise adventisyayı temsil eder. Karotid arter lümeni ise tamamen anekoik olup herhangi bir ekojenite içermemelidir (16).

Karotid arter incelemesinden sonra VA sistemi incelenmelidir. VA'lar servikal 2-6. vertebralar arasında transvers foramenlerden izlenir. VA'da intimal yansıma olmadığı için iki ekojenik duvar arasında anekoik lümen şeklinde izlenir. Plaklar karotid arter sisteminden daha az oranda izlenir ve çoğunlukla subklaviyan arterden çıkış noktasında lokalize olurlar. Plakların morfolojik özellikleri karotid sistemdekine benzerler (17).

RDUS ve spektral inceleme

Doppler US, karotid arterleri farklı planlarda değerlendirme olanağı sağlayan ucuz, kolay elde edilebilir, tekrarlanabilir, taşınabilir, güvenli ve noninvaziv bir tanı metodudur. Bu nedenlerden dolayı karotid arter sisteminin değerlendirilmesinde ilk seçilmesi gereken modalitedir (3-6). Gri skala US incelemeden sonra RDUS incelemeye geçilir. Klavikuladan distale doğru izlenebilen tüm segmentler transvers ve longitudinal planlarda incelenir. Normalde karotid arterlerde laminar akım desenine sahip homojen dolun izlenir. İCA'nın başlangıcındaki bulbusta lokal genişlemeye bağlı türbülans oluşur ve buna bağlı ters akım gözlenir (18). Bu fenomen normal olguların %99'unda izlenir. İzlenmemesi hemodinamik bir bozukluğa işaret eder. Renkli Doppler US incelemede plak yüzeylerindeki ülserasyonlar ve stenotik segmentlerde dolun defektleri izlenir. Şiddetli darlık bölgesinde ise dolun defekti ile birlikte perivasküler saçılma izlenir.

Spektral inceleme damar içerisinde akan kanın hızı, yönü, tipi ve hemodinamisi hakkında bilgi verir. Damarların ve hemodinaminin yorumu için İCA ve ECA ayırımı şarttır. ECA genelde İCA'nın anteromediyalinde seyir gösterip, bifurkasyondan itibaren dallar veren ve İCA'ya göre çapı daha küçük olan bir arterdir. Eksternal karotid arterde yüksek dirençli dikrotik çentiği bulunan akım paterni izlenir. Bu akım paterni ECA'nın

yüz ve boyun bölgesindeki oluşumları beslemesine bağlıdır. İnternal karotid arter, ECA'nın posterolateralinde seyredip kafa tabanına kadar dal vermez. İnternal karotid arter başlangıcında bulbus adı verilen daha geniş ve türbülant akımın izlendiği bir segment vardır. İnternal karotid arterde, devamlı, düşük dirençli, dikrotik çentiğin bulunmadığı akım mevcuttur. İnceleme esnasında İCA-ECA ayırımı yapılamazsa yüzeysel temporal artere parmakla vurulduğu (temporal tapping) esnada karotid arterlerde inceleme yapılır. Eğer incelenen damar İCA ise akım paterninde değişiklik olmaz. Ancak incelenen damar ECA ise akımda dalgalanma oluşur.

Doppler US incelemenin çeşitli avantajları ve dezavantajları vardır (19-23).

Doppler US'nin avantajları:

- Kolay uygulanabilir, tekrar edilebilir.
- Ucuzdur, yan etkisi yoktur.
- Damar lümeni ile birlikte damar duvarı değerlendirilebilir.
- Hemodinamik değişiklikler hakkında bilgi edinilebilir.
- Damarda darlığa yol açan plağın tipi ve morfolojisi saptanabilir.
- Boyunda karotid arter dışındaki komşu yapılar da değerlendirilebilir.

Doppler US'nin dezavantajları:

- Kullanıcı bağımlı olması ve seçilen parametrelerin farklı olması nedeniyle farklı sonuçlar elde edilebilir
- Yaşlı olgularda damar tortiyozitesi nedeni ile uygun açı verilemeyebilir.
- Boynu kısa olan ve yüksek yerleşimli bifurkasyonu olan olgularda değerlendirme zorluğu vardır.
- Ön duvarda yerleşmiş kalsifiye plakların neden olduğu, posteriyor akustik gölgelenme nedeniyle damar lümeni direkt olarak değerlendirilememektedir.
- Karotid arterin distal segmentleri direkt olarak değerlendirilememektedir.
- Kalp ve dolaşım bozukluğu olan hastalara spektral incelemeye dayalı olarak stenoz oranlarını saptamak yanıltıcı olabilir.
- %50'nin altındaki darlıkları spektral bulgulara dayalı olarak saptamak olanaksızdır.
- İleri derecedeki stenozları oklüzyondan ayırmak zordur.

Manyetik rezonans anjiyografi

Manyetik rezonans anjiyografi son on yıl içerisinde karotid arterlerin değerlendirilmesinde DSA'ya alternatif olarak büyük ilgi gören invaziv olmayan bir tanı metodudur. Manyetik rezonans anjiyografi incelemede, her birinin kendine özgü avantajları, limitasyonları ve dezavantajları bulunan aşağıda belirtildiği gibi temel olarak üç teknik kullanılmaktadır (24, 25).

MRA teknikleri;

- TOF MRA
 - 2D TOF
 - 3D TOF
- PC MRA
 - 2D PC
 - 3D PC
- Kontrastlı MRA

İki boyutlu (2D) TOF MRA

TOF MRA'da tekniğin temelini, sabit ve hareketli spinler arasındaki longitudinal manyetizasyon farkı nedeni ile oluşan sinyal yoğunluğundaki değişiklik oluşturmaktadır. Gradyent eko (GRE) sekansında kısa TR değeri seçerek RF pulsusu uygulandığında, inceleme alanına giren tüm protonların longitudinal manyetizasyonu azalır ve satüre olur. İnceleme alanındaki vasküler yapılar içerisindeki protonlar da satüre olur. Ancak damar içindeki akım nedeni ile inceleme alanına henüz uyarılmamış ve satüre olmamış yeni protonlar girer. Bu protonlar nedeni ile vasküler yapıdan yüksek sinyal, çevre yumuşak dokulardan ise düşük sinyal elde edilir. Böylece anjiyografik görüntülerin temeli oluşturulur. Bu teknikte (GRE) sekansı kullanılarak aksiyel planda birbirinden bağımsız ardışık kesitler alınır. Elde olunan aksiyel görüntüler maksimum intensite projeksiyon (MIP) uygulaması ile üst üste toplanıp anjiyografik görüntüler elde edilir (24, 26).

2D TOF MRA'da önemli noktalar:

- 2D TOF MRA'da venöz yapılardan kaynaklanan sinyalleri baskılamak amacı ile arteriyel akımın tersi yönünde "presaturasyon pulsu" konulur.
- 2D TOF MRA'da damar ile çevre yapılar arasındaki keskinliği artırmak amacıyla RF pulse sayısını artırmak ve ince kesitler kullanmak gerekir.
- Sapma açısı (flip angle: FA) görüntü kalitesini etkileyen bir faktördür. Bu açı 30°-60° arasında olmalıdır. Sapma açısı düşük olduğunda vasküler yapı etrafındaki sabit yumuşak dokuların saturasyonu azalır, yüksek olduğunda ise vasküler yapılar satüre olmaya başlar.
- Damarın kesit planına oryantasyonu önemlidir. Kesit planına dik olarak seyreden damardan en yüksek sinyal elde edilir. Oblik veya paralel seyirli damarlarda sinyal azalması veya sinyal kaybı oluşur.

2D TOF MRA'nın avantajları:

- Kısa sürede elde edilir (5-6 dk).
- Düşük hızdaki akımlara duyarlı olduğu için venöz anjiyografide kullanışlıdır.
- Normal akım hızlarında saturasyon (sinyal kaybı) azdır.

2D TOF MRA'nın dezavantajları:

- Hareket artefaktlarına duyarlıdır.
- Poststenotik bölgede türbülans nedeniyle oluşan defazing sonucu darlığı olduğundan fazla gösterme sözkonusudur.
- Kesitler kalındır.
- Kesit planına paralel seyreden damar içerisindeki kan akımına duyarsızlık vardır.
- Zemin süpresyonu yeterli değildir.
- Trombüs, subakut kanama ve yağ gibi T1 süreleri kısa olduğu için parlak izlenen patolojiler normal akan kan ile karışabilmektedir.

Üç boyutlu (3D) TOF MRA

3D TOF tekniği klinik uygulamaya ilk giren MRA tekniğidir. Bu teknikte daha ince (volümetrik) kesitler elde etme imkanı olduğundan 2D tekniğine göre birtakım avantajları vardır. Ancak yutkunma ve solunum hareketlerine duyarlılığı nedeni ile

boyunda kullanımı sınırlıdır. 3D TOF MRA'da görüntü kalitesini etkileyen faktörler; akım hızı, görüntülenecek alanın büyüklüğü, FA, damarın oryantasyonu ve kesit kalınlığıdır.

3D TOF MRA'nın avantajları:

- İnce kesitlerden dolayı defazing daha azdır.
- Damarlardan daha yüksek sinyal elde edilir.
- Multiplanar rekonstrüksiyon yaparak damarı daha iyi değerlendirme imkanı sağlar.
- Uzaysal rezolüsyonu yüksektir.

3D TOF MRA'nın dezavantajları:

- Hareket artefaktlarına 2D TOF MRA'dan daha fazla duyarlıdır.
- Zemin süpresyonu iyi değildir .
- Yavaş akımlara duyarlılığı azdır.
- Venöz anjiyografilerde kontrast madde kullanımı gerektirir.

Faz kontrast MRA

Bu tekniğin temelini, damar içerisindeki protonların sahip olduğu faz farklılığı oluşturmaktadır. Bu teknikte iki yöntemle anjiyografik görüntüler elde olunabilir

1. Substraksiyon anjiyografi: İçerisinde vasküler yapının bulunduğu görüntüden vasküler yapının bulunmadığı görüntünün çıkarılması ile elde edilir. Bunun için iki görüntü elde olunur. Birinci görüntüde GRE sekansı ile akan kan defazinge uğrattılır. Yani sinyali baskılanır. İkinci görüntüde ise birden fazla gradiyent inversiyonu uygulanarak akan kanın defazingi engellenir. Bu iki görüntünün birbirinden çıkarılması ile anjiyografik görüntü elde edilir.

2. Bipolar gradiyentler: Pozitif ve negatif yönde eş amplitüdümlü iki gradiyent kullanılır. Bunun sonucunda sabit dokularda faz farklılığı sıfır olacağından sabit dokulardan gelen sinyaller silinir. Damar içerisinde ise akan kan nedeni ile manyetik alan yönünde faz farklılığı oluşur ve damardan parlak sinyaller elde edilerek anjiyografik görüntüler elde edilir.

Faz kontrast MRA'da elde edilen sinyal yoğunluğu akan kanın hızına bağlıdır. İncelenecek hacim içerisindeki maksimum hız cm/s olarak tahmin edilip, buna göre program yapılır ve belirlenen maksimum hız değerlerindeki kandan en yüksek sinyaller elde edilir. Bu özellik nedeni ile venöz ve arteryel yapılar ayrı ayrı görüntülenebilmektedir.

Faz kontrast MR anjiyografinin avantajları:

- Zemin süpresyonu mükemmeldir.
- Bu nedenle küçük vasküler yapılar daha iyi görüntülenebilmektedir.
- Zemindeki subakut hematoma ve yağ gibi oluşumların neden olduğu yüksek sinyallere bağlı yanılgılar ortadan kalkmaktadır.
- Akım yönü ve hızı hakkında bilgi verebilmektedir.

Faz kontrast MR anjiyografinin dezavantajları:

- Tetkik süresi TOF MRA'ya göre daha uzundur.
- 3D PC MRA, 2D PC MRA'ya göre daha uzun sürede elde edilir.
- 3D PC MRA'da hareket artefaktlarına duyarlılık fazladır.
- Poststenotik türbülans varlığında TOF MRA'dan daha kötü defazing oluşur.

Kontrastlı MRA

Kontrastlı MRA son yıllarda geleneksel TOF MRA, PC MRA ve DSA'ya alternatif olarak geliştirilen önemli bir tekniktir. Kontrast madde kullanımı yüksek kalitede görüntü elde edilmesini sağlamış, hareket ve defazing artefaktını engellemiştir (27). Bu nedenle klinik kullanımda büyük ilgi uyandırmıştır. Ancak DSA'nın yerini alınamayacağı konusunda çelişkili sonuçlar mevcuttur. Kontrastlı MRA'da düşük TR/TE (5-6 ms/2 ms) değerleri ile inceleme süresi kısalmış ve buna bağlı solunum ve hareket artefaktları engellenmiştir. Ayrıca bu yöntemde arkus aortadan Willis poligonuna kadar geniş bir alanı değerlendirmek mümkün olmuştur.

Bu teknikte temel olarak koronal planda 3D GRE sekansı kullanılmaktadır. Kontrast madde enjeksiyonundan sonra sekansın özelliğinden dolayı sabit dokulardan net bir sinyal elde edilmezken, damar içerisinde yüksek sinyal elde edilir. Kontrast maddenin incelenecek vasküler yapıdan geçiş zamanının belirlenmesi venöz yapıların

süperpozisyonun engellenmesi açısından çok önemlidir ve bu amaçla iki yöntem kullanılır;

1. Test bolus tekniği: Bu teknikte 1-2 ml test dozu verilerek incelenecek bölgeden 1 sn aralıklarla tek kesitler alınır. Kontrast maddenin ilgili damara ulaştığı an hesaplanarak kontrastlı MRA çekimine geçilir.
2. MR floroskopi tekniği: Kontrast maddenin ilgili damara ulaştığı an 2D GRE sekansı kullanılarak takip edilir ve devamında cihaz otomatik olarak kontrastlı MRA çekimine devam eder. Enjekte edilen kontrast madde 2 mmol/kg dozunda 2 ml/sn hız ile 50-60 ml serum fizyolojik içerisinde otomatik enjektör ile veya elle verilir.

Kontrastlı MRA'nın avantajları:

- Tetkik süresi kısalmıştır (30 sn).
- Hareket artefaktları engellenmiştir.
- Arkus aortadan Willis poligonuna kadar geniş bir alanı inceleme imkanı vardır.
- Stenozları değerlendirmede diğer yöntemlere göre daha iyidir.

Kontrastlı MRA'nın dezavantajları:

- Minimal invazivdir.
- Venöz kontaminasyon değerlendirmeyi zorlaştırabilir veya imkansız kılabilir.
- Kontrast madde maliyeti vardır.

Bilgisayarlı Tomografik Anjiyografi

Bilgisayarlı tomografik anjiyografi, karotid arter stenozlarını değerlendirmede doğruluk oranı yüksek olan bir tekniktir. Ancak iyonizan radyasyon içermesi ve iyotlu kontrast madde kullanımını gerektirmesi bu tekniğin kullanımını sınırlandırmaktadır. BTA'da, kalsifiye plaklardan dolayı oluşan parsiyel volüm etkisi nedeni ile stenozlar olduğundan daha az değerlendirilebilmektedir. Ancak değerlendirmenin aksiyel ham görüntülerle birlikte yapılması, bu yanılgıyı büyük ölçüde ortadan kaldırabilir. BTA, MRA'nın kontrendike olduğu durumlarda ve DSA'nın yapılamadığı durumlarda kullanılabilecek güvenilir alternatif bir görüntüleme yöntemidir (28, 29).

Dijital substraksiyon anjiyografi

Dijital substraksiyon anjiyografi karotid arter darlıklarının değerlendirilmesinde günümüzde halen altın standart olarak kabul edilen bir görüntüleme yöntemidir (2-5, 7-10, 19). Ancak DSA'nın karotid arter stenozlarının tanısında altın standart olarak kabul edilmesine rağmen bu incelemede görüntüler genelde sadece üç planda (ön-arka, lateral, oblik) alındığı için bu yöntemin de zaman zaman darlığı olduğundan daha az gösterebileceği ve rotasyonel olarak yapılan DSA'nın bu konuda daha etkin olduğu belirtilmektedir (30). Rotasyonel anjiyografi, anjiyografi cihazında bulunan bir bilgisayar programı sayesinde yapılan bir DSA incelemesidir. Bu teknikte tüp incelenecek bölge etrafında iki kez 180°'lik dönüş yaparak görüntüler alır. İçerisinde kontrast maddenin olduğu görüntüden kontrast maddenin olmadığı görüntünün çıkarılması ile sonuçta sadece kontrast maddenin olduğu anjiyografik görüntüler elde edilir. Bu teknikte damarı 0-180° arasında istenen açıdan değerlendirebilme avantajı vardır.

DSA, bir ekip (doktor, hemşire, teknisyen) gerektiren ve maliyeti diğer yöntemlere göre daha yüksek olan bir inceleme yöntemidir. DSA rölatif olarak morbidite ve mortalite riskleri taşımaktadır. %0.5 inme, %0.4 oranında geçici iskemik atak (TİA: transient ischemic attack) gibi komplikasyon oranları bildirilmiştir. Nadir de olsa ölüme neden olabilmektedir. Ayrıca DSA'nın, giriş yeri hematomu, arteriyel diseksiyon, sinir yaralanması, kontrast madde alerjisi ve baş ağrısı gibi minör komplikasyonları da mevcuttur (31, 32). Teknolojinin gelişmesi ile birlikte DSA'nın tanısal amaçlı kullanımı azalmış olup endovasküler stentleme ve anjiyoplasti gibi tedavi edici yöntemlerde kullanılmaktadır. Ancak diğer görüntüleme yöntemleri ile tanıda yetersizlik söz konusu olduğunda sadece tanısal amaçlı da kullanılmaktadır.

STENOZ ORANLARININ BELİRLENMESİ

RDUS'de stenoz oranlarının belirlenmesi

Doppler US incelemesinde stenoz oranlarının saptanmasında çeşitli parametreler kullanılmaktadır. Spektral incelemede stenoz oranı hız değişikliklerine bağlı olarak veya stenoz bölgesinde normal lümen çapının veya alanının, rezidü lümen çapı veya alanına oranlanması ile hesaplanabilir. Spektral incelemede kullanılan parametreler (33):

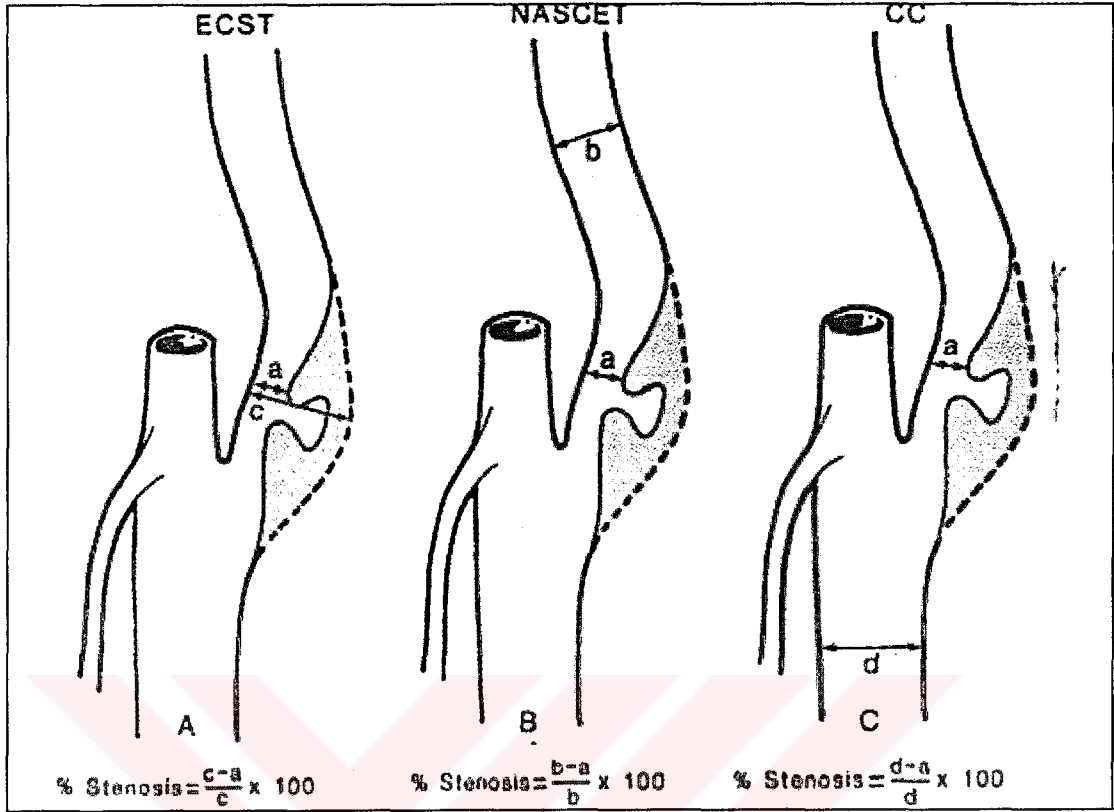
- Maksimum sistolik hız (peak systolic velocity: PSV): Damar çapındaki darlık %50'nin üzerine çıktığında yükselmeye başlar, rezidü lümen 1.5 mm oluncaya kadar artış gösterir daha sonra da giderek azalır.
- Diastol sonu hız (end diastolic velocity: EDV): Genellikle %60'ın üzerindeki darlıklarda yükselmeye başlar. EDV, özellikle ileri dereceli stenozlarda PSV'nin çok yükselmesine bağlı olarak aliasing artefaktı oluştuğunda kullanılan önemli bir parametredir.
- Sistolik hız oranı (SHO) ve diastolik hız oranı (DHO): Stenotik İCA'daki sistolik ve diastolik hız oranlarının normal proksimal CCA'daki sistolik ve diastolik hızlara oranlanması ile elde edilir. Hız ölçümleri darlığın en şiddetli olduğu lokalizasyondan yapılmalıdır. Klasik olarak PSV, EDV, sistolik ve diastolik hız oranlarına göre belirlenen stenoz oranları tablo 1'de gösterilmektedir.
- Spektral genişleme: Stenoz olan bölgede ve poststenotik 2 cm'lik segmentte izlenir.
- Stenoz distalinde akselasyonu uzamış, sistolik ve diastolik hızları azalmış "bastırılmış akım formu" izlenebilir.
- Stenoz proksimalinde, distaldeki artmış dirence bağlı olarak düşük dirençli monofazik akım formu bozulup, yüksek dirençli bifazik veya trifazik akım formu oluşabilir.
- Renkli incelemede lümen ile izoekoik olan plakların neden olduğu dolmuş defektleri saptanarak alan veya çap ölçümleri yapılarak stenoz yüzdesi saptanabilir.

Tablo 1. PSV, EDV, SHO ve DHO'ya göre stenoz oranlarının belirlenmesi (33).

Stenoz derecesi (%)	PSV (cm/sn)	EDV (cm/sn)	SHO (ICA/CCA)	DHO (ICA/CCA)
1-39	< 110	< 40	< 1.8	< 2.4
40-59	< 130	< 40	< 1.8	< 2.4
60-79	> 130	> 40	> 1.8	> 2.4
80-99	> 250	> 100	> 3.7	> 5.5

DSA ve MRA'da stenoz oranlarının belirlenmesi

Anjiyografik görüntülerde karotid arter stenozlarını değerlendirmede kullanılan NASCET, ECST ve CCA yöntemi olmak üzere üç değişik metod vardır (Şekil 2). NASCET yöntemine dayalı olarak yapılan %70'lik bir darlık oranı, ECST ve CCA yönteminde yaklaşık %80'lik bir orana karşı gelmektedir. Bu farklılık nedeniyle Doppler US incelemede seçilecek PSV ve EDV eşik değerleri de değişkenlik göstermektedir. Ayrıca tablo 1'de verilen klasik derecelendirme NASCET derecelendirmesine uygun düşmemektedir. NASCET kriterleri kullanıldığında %70'in üzerindeki darlıklar için PSV 210-270 cm/sn, EDV 70-110 cm/sn olarak seçilmesi önerilmektedir (19, 34, 35).



Şekil 2. Karotid arter stenozlarını hesaplamada kullanılan yöntemler. A) ECST yöntemi, B) NASCET yöntemi, C) CC (ana karotid arter) yöntemi.

KAROTİD ARTER PATOLOJİLERİ

Karotid arter sisteminin en sık görülen patolojisi aterosklerotik hastalıktır. Bunun dışında fibromusküler displazi, Takayasu arteriti, travmaya bağlı psödoanevrizma, diseksiyon, arteriyovenöz fistül, genetik anomalilere bağlı patolojiler ve tümöral lezyonlar (kemodektoma) görülebilmektedir. Bu tür çeşitli patolojileri değerlendirmek amacıyla invaziv ve invaziv olmayan tanısal yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin birçoğu günümüzde karotid arter ve dallarının patolojisinin tanısında etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

Karotid arterlerde ateroskleroz

Karotid arterlerde aterosklerotik lezyonlar beyin iskemisinin ve TIA'nın en önemli nedenidir. Ancak şiddetli lezyonlarda bile olgular semptomsuz olabilir. Lezyonlar akım dinamiğine bağlı olarak stresin en çok olduğu damar bifurkasyonlarının lateral duvarlarında oluşur. Bu lokalizasyonlarda akım girdaplı olduğu için damar duvarı daha çok aşınmaya maruz kalır. Bu nedenle karotid sistemde aterosklerotik lezyonlar en çok CCA'nın İCA ve ECA'ya ayrıldığı bölgelerde görülür. Aterosklerotik lezyon zamanla büyüyerek kalınlaşır ve sıklıkla da komplike olarak damar lümeninde daralmaya neden olur. Özellikle ülser ve tromboze plaklar santral tromboembolik olaylara neden olarak önemli klinik problemler doğurur. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda karotid arterden cerrahi olarak çıkarılan plaklarda serolojik testlerin negatif olmasına karşın Clamidy pnömoni tespit edilmiştir. Ancak bu ilişki tartışmalıdır (36). Ayrıca başka bir çalışmada doğum ağırlığı 6.5 kg ve üzerinde olan olgularda karotid arter darlığı ve kalp hastalıkları arasında anlamlı ilişki bulunmuştur (37).

Künt karotid arter travması

Künt karotid arter travması nadir olup genellikle nörolojik semptomlar çıkana kadar uzun dönem asemptomatik seyrederek. Nörolojik semptomlar çıktığında ise genellikle travma unutulmuştur. Bu nedenle gerçek insidansı bilinmemektedir. Travmatik lezyon sıklıkla tek taraflı, nadiren bilateraldir ve genellikle motorsiklet kazaları ve spor aktiviteleri sonucu oluşur. En sık etkilenen arter CCA ve İCA'nın servikal segmentidir. Ana lezyon karotid arter duvar rüptürüdür. Diseksiyon, psödoanevrizma ve paryetal hematoma gibi lezyonlar da oluşabilir. Lümen içi akut trombüse veya duvar hematoma bağlı olarak parsiyel veya tam akut damar lümen tıkanıklığı ve buna bağlı semptomlar görülebilir (38).

Karotid arterlerin genetik anomalileri

Kalp ve damar sisteminin birçok nedene bağılı olarak çok çeşitli doğumsal anomalileri görülür. Bağ dokusundaki anomaliler en önemli nedendir. Örneğin Marfan sendromunda aorta ve ana dallarındaki anomalilere bağılı olarak çeşitli nörolojik problemler ortaya çıkabilmektedir. Genetik olarak kan damarlarının etkilendiği iki önemli sendrom olan supravalyüler aortik darlık sendromu ve Williams-Beuren sendromunda aorta ve dalları ile pulmoner arterler etkilenmektedir. Karotid arterlerde aortaya benzer şekilde intimal proliferasyon ve fibrozis ile ilişkili olarak mediya tabakasında kalınlaşma vardır. Bunun sonucunda damar lümenindeki daralmalara bağılı olarak nörolojik defisitler ortaya çıkmaktadır (39).

Di George sendromunda da sağ arkus aorta ve servikal arkus aorta gibi arkus anomalileri ve bunlarla ilişkili olarak karotid arter ve dallarında anomaliler görülebilmektedir (40). Down sendromlu olguların %40'ında kalp ve damar sisteminde patolojiler vardır. Servikal bölgedeki kemik anomalilerine (servikal vertebralarda segmentasyon anomalileri, nazal ve oksipital kemik hipoplazisi-agenezisi vb.) bağılı olarak damar anomalileri de gelişebilmektedir. Bu olgularda karotid arterlerde intimal proliferasyon ve kalınlaşmaya bağılı olarak damar lümeninde tam veya parsiyel tıkanıklık oluşabilmektedir. Bu lezyonlara bağılı olarak Moyamoya hastalığı gelişebilmektedir (41).

Karotid arter tümörleri

Karotid cisim tümörleri, kemodektoma veya glomus tümörü olarak da bilinirler. Karotid bifurkasyonundaki kemoreseptör hücrelerden köken alan oldukça vasküler tümörlerdir. Çoğunlukla yavaş seyir gösteren benign tümörler olup 50-60 yaş arasında görülürler. Üst boyun lateral kesimde ağrısız pulsatil kitle olarak ele gelirler. Olguların çoğu semptomsuzdur. Tanıda RDUS son derece faydalı ve ilk yapılması gereken tetkiktir. RDUS incelemede, karotid bifurkasyon seviyesinde hipervasküler solid kitle şeklinde izlenir. Kitle içi düşük dirençli arteryel akımın izlenmesi, diğer tümörlerden ayırımında önemlidir. İnternal ve eksternal karotid arterde invazyon olmaksızın

yalınmanın olması tanı koydurucudur. Büyük boyutlu kitlelerde bile İCA veya ECA'da darlık gelişmemektedir (42, 43). Primer karotid arter tümörleri ise oldukça nadirdir. Mikami ve arkadaşları karotid arterin intramural sarkomunu rapor etmişlerdir (44).

Fibromüsküler displazi

Etyolojisi bilinmeyen, aterosklerotik olmayan vasküler bir patolojidir. Kadınlarda daha sık olup, sıklıkla orta yaşta izlenir. Mediyal fibrodisplazi (fibromüsküler hiperplazi), intimal fibroplazi ve subadventisyal hiperplazi olmak üzere 3 patolojik tipi vardır. En sık (%80) fibromüsküler hiperplazi görülmekte olup bu hastalıkta karakteristik boncuk dizisi şeklinde görünüme neden olan segmental daralmalar mevcuttur. En sık İCA'nın servikal ve intrakraniyal bölümlerinde tutulum vardır. Klinik olarak baş ağrısı ve baş dönmesi gibi spesifik olmayan semptomların görülebileceği gibi TİA ve iskemik inmeye de neden olabilir. US incelemede diffüz duvar kalınlaşması şeklinde homojen ekoda plak yapıları izlenir. Plaklar genellikle düzgün yüzeyle olup kalsifikasyon nadirdir. Anjiyografik incelemede erken evrede hastalık için tipik olan boncuk dizisi şeklinde daralmalar izlenir. Daha sonra takip anjiyogramlarında bu paternin düz tübüler forma dönüşebilir. Tutulum olan bölgeye bağlı olarak nörolojik semptomlar izlenebilir (45, 46).

Takayasu hastalığı

Baş, boyun ve üst ekstremitelerine tutan otoimmün bir hastalıktır. Sıklıkla brakiosefalik arter, subklaviyan arterler ve CCA'ların distal bölümleri tutulur. İCA ve ECA'ların çıkış yerleri de tutulabilir. Etkilenen arterlerde genelde uzun segmentleri tutan darlık veya tam oklüzyon izlenir. US incelemede diffüz duvar kalınlaşması şeklinde homojen, kalsifikasyon göstermeyen plaklar izlenir. Aktif hastalık durumunda tutulan duvarda tam kat ekojenite artışı gözlenebilir. Doppler US incelemede dar segmentlere bağlı akım değişiklikleri veya oklüzyon saptanabilir. Doppler US inceleme özellikle tanı almış hastaların tedavisini izlemede faydalıdır (47).

Anevrizma ve psödoanevrizma

Ekstrakraniyal arter sisteminde anevrizma ve psödoanevrizma gelişmesi oldukça nadirdir. Genellikle ateroskleroz, travma, cerrahi işlem ve mikotik enfeksiyonlar sonucu oluşmaktadır. Anevrizmalar fuziform veya sakküler tipte olabilir. Sakküler anevrizmalar karotid arterin distal segmentlerinde ve çoğunlukla İCA'da izlenir. Fuziform anevrizmalar ise daha çok bifurkasyon seviyesinde izlenirler. Psödoanevrizmalar ise endarterektomi gibi cerrahi işlemlerden sonra veya travma sonucu gelişir. Anevrizma ve psödoanevrizmanın en önemli komplikasyonu rüptürdür. Hemodinamik olarak vücudun diğer kesimlerindeki anevrizmalarla benzer özellik gösterirler. Tedavisinde cerrahi veya endovasküler tedavi yöntemleri kullanılmaktadır (48).

Diseksiyon

Karotid arter diseksiyonları çoğunlukla genç bireylerde ve travmaya bağlı olarak gelişir. Ayrıca etyolojide kistik mediyal nekroz, fibromüsküler displazi, spontan oluşum veya iyatrojenik (örnek; kateter anjiyografisine bağlı) sebeplerde rol oynayabilir. İntima tabasındaki hasar sonucu intima-mediya tabakası arasına kan girmesiyle gerçek lümende daralma olur. Gri skala US incelemede gerçek lümen ile yalancı lümen arasındaki intimal flep hareketli ekojen bir bant biçiminde izlenebilir. Renk modu incelemesinde çift lümen izlenir. Gerçek lümende kraniyale doğru türbülans gösteren yüksek hızlı bir akım, yalancı lümende ise tersi yönde düşük amplitüdümlü bir akım izlenir. Etkilenmiş olgularda baş ağrısı, inme ve TİA bulguları izlenebilir. Tedavisinde endovasküler stentleme uygulanmaktadır (49).

OLGULAR VE YÖNTEM

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik kurulunun (Kayseri) onayı ile gerçekleştirildi (karar no: 04/158).

OLGULARIN SEÇİMİ

İleriye dönük olarak Eylül 2003-Ocak 2005 tarihleri arasında Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalına diğer klinik bölümler tarafından gönderilen karotid arter darlığı şüphesi olan olgular çalışma kapsamına alındı. Tüm olgular ilgili klinisyen doktor tarafından muayene edildikten sonra karotid arter darlığı şüphesi ile radyoloji bölümü ultrasonografi departmanına sevk edildi. Doppler US incelemesini takiben olgulara sırasıyla 2D TOF MRA, kontrastlı MRA ve DSA tetkikleri yapıldı. Belirli bir yaş sınırlaması yapılmadı. Ancak kontrast madde allerjisi ve klostrorofobi (kapalı ortandan korkma) bulunan olgular ile vücuduna cerrahi olarak ferromanyetik etki oluşturan metaller (kalp pili, eklem protezi, kalp kapakçığı değişimi vb.) yerleştirilmiş olan olgular çalışmaya alınmadı. Çalışmaya toplam 37 olgu dahil edildi. Olguların tamamına DSA ve RDUS incelemeleri yapıldı. 2D TOF MRA incelemesi 32 olguda ve kontrastlı MRA incelemesi 20 olguda yapılabildi. Bir olguda Parkinson hastalığı nedeni ile, bir olguda metalik kalça protezi olduğu için ve üç olgunun da kendi isteği olmadığı için MRA tetkikleri yapılamadı. TOF MRA yapıp kontrastlı MRA yapılamayan 12 olguda,

kontrastlı MRA yapılamamasının sebebi çalışmanın başlangıcında ünitemizde kontrastlı MRA tetkikinin yapılabileceği MRG cihazının bulunmamasıydı. Bütün tetkikler en geç beş gün içerisinde elde olundu.

Olguların 25'i erkek 12'si kadın olup, yaşları 36-85 arasında (ortalama $60,51 \pm 11,19$) değişmekteydi. Tüm olgulara uygulanacak tanı yöntemleri (Doppler US, MRA, DSA) hakkında bilgi verilerek onayları alındı.

TEKNİK

Doppler US incelemesi Toshiba PoverVision 6000 Doppler cihazının 7.5 MHz'lik lineer probu ile yapıldı. İncelemeler longitudinal ve transvers planlarda yapıldı. Önce gri skala incelemede CCA, bifurkasyon, İCA ve ECA incelenerek arterlerin duvar yapısı plak varlığı ve plak morfolojisi (yumuşak, ülsere, kalsifiye vb.) değerlendirildi. Daha sonra RDUS incelemesine geçildi. Proba yaklaşan akımlar kırmızı, probdan uzaklaşan akımlar mavi renkte kodlandı. RDUS incelemede her iki CCA, İCA ve ECA'da lüminal daralma, heterojen renk paterni varlığı araştırıldı. Daha sonra adı geçen arterlerde spektral inceleme yapılarak akım formları değerlendirildi. CCA'da spektral inceleme bifurkasyonun yaklaşık olarak 2 cm proksimalinde ve damarın merkezinden elde edildi. İCA'da spektral inceleme bulbus genişlemesinin hemen distalinden elde edildi. Darlık saptanan İCA'larda sistolik ve diyastolik akım hızları en dar olan segmentten standart 50 derece açı ile ölçüldü. Ayrıca normal olan CCA'dan da sistolik ve diyastolik hız ölçümleri yapıldı. Bu değerler üzerinden SHO ve DHO'ları belirlendi. Stenoz ölçümleri PSV, EDV, SHO ve DHO değerlerine dayanılarak hesaplandı. %70'in üzerindeki stenozlar için minimum hız eşik değerleri PSV: 210 cm/s, EDV: 70 cm/s, SHO: 3, DHO: 3.3 olarak kabul edildi (19). Belirgin hız artışı olmayan %50'nin altındaki darlıkların hesaplaması alan ve çap ölçümlerine dayanılarak yapıldı.

Kontrastlı MRA'ların tamamı ve TOF MRA'ların 20 tanesi Gyroscan Intera 1.5 T model cihaz (Philips, Medical Systems, The Best, Netherlands) ile ve TOF MRA'ların 12 tanesi ise Gyroscan NT 1.5 T model cihaz ile boyun sargısı kullanılarak yapıldı. İlk önce 2D TOF MRA tetkiki yapıldı. Bu tetkikteki parametrelerimiz TR/TE 30 ms/4.9ms, sapma açısı 60°, kesit kalınlığı 1.5 mm, matrix 256x128, FOV 24 cm, inceleme süresi 5-

6 dk idi. Bu teknikte temel olarak aksiyel planda GRE sekansı kullanıldı. Kranial taraftan gelen venöz dönüşün neden olacağı artefaktı engellemek için presaturasyon pulsusu kullanıldı. Bu incelemenin hemen ardından kontrastlı MRA incelemesine geçildi.

Kontrastlı MRA tetkikinde koronal planda 3D GRE sekansı kullanıldı. Bu tetkikte parametrelerimiz TR/TE: 5 ms/1.9 ms, sapma açısı 30°, kesit kalınlığı 1.8 mm, matrix 256x128, FOV 30 cm, inceleme süresi 30 s idi. Kontrast madde olarak 0.2 mmol/kg dozunda (ortalama 20-25 ml) Gd-DTPA (Omniscan, Nycomed) 50-60 ml serum fizyolojik içerisinde 2 ml/sn hızında gidecek şekilde kullanıldı. Toplam enjeksiyon süresi 8-10 sn idi. Kontrast madde antekübital vene yerleştirilen 18-20 gauge intravenöz kanülden otomatik enjektör (Spectris MR Injector, USA) aracılığı ile verildi. Kontrast madde verildikten sonra 2D GRE sekansı kullanılarak kontrast maddenin karotid arterlere ulaştığı an görüldü ve hemen sonra cihaz otomatik olarak 3D GRE sekansı ile MRA çekimine devam etti. İnceleme esnasında hastalar hareketsiz kalmaları konusunda uyarıldı. Ham görüntüler elde edildikten sonra hem TOF hem de kontrastlı MRA için MIP algoritması kullanılarak z aksında -45° ile + 45° arasında 15°'lik aralıklarla karotid arterlerin görüntüleri elde edildi. Darlık saptanan karotid arterde darlık yüzdesi NASCET çalışma metodolojisi kullanılarak hesaplandı (%stenoz = $[\text{Distal İCA normal lümen çapı} - \text{minimal rezidüel lümen çapı}] / \text{Distal İCA normal lümen çapı} \times 100$). 2D TOF MRA ve kontrastlı MRA'da toplam inceleme süresi MIP algoritmasının uygulanıp filmlerin basımı da dahil her hasta için yaklaşık 20 dakika sürdü.

DSA tetkiki için Philips İntegris CV "Netherlands, the best" cihazı kullanıldı. İşlem esnasında sedatizasyon uygulaması yapılmadı. Tüm olgular monitorize edilerek kalp ve solunum fonksiyonları açısından takip edildi. DSA tetkiki için femoral arter giriş yolu kullanıldı. Povidin iyot ile lokal saha temizliği yapıldıktan sonra hastanın üzeri steril bir şekilde kapatıldı. 5-10 ml (100-200 mg) lokal anestezi madde (prilokain hidroklorür) ile femoral bölgede cilt ve ciltaltı dokuların anestezisi sağlandı. Daha sonra Seldinger yöntemi kullanılarak femoral arter içine 6 french (F) kılıf yerleştirildi. Kılıf içinden 4 veya 5F pigtail anjiyografi kateteri (Cordis, Amersfoort, Hollanda) girilerek arkus aorta ve supraaortik damarlar ön-arka pozisyonda görüntülendi. Bu görüntülerde karotid arter pozisyonları belirlendikten sonra pigtail kateter, 5F head-hunter veya 5F

Simmons Sidewinder (Cordis, Amersfoort, Hollanda) kateteri ile değiştirilerek her iki CCA selektif olarak kateterize edildi. Görüntülerin elde edilmesi sırasında hasta hareketsiz kalması konusunda uyarıldı. Anjiyografik görüntüler bütün olgularda karotid arter bifurkasyon seviyesinde ön-arka, yan ve 45° oblik pozisyonlarda standart olarak elde edildi. Gerekli görüldüğü takdirde değişik açılarda ilave görüntüler de elde edildi. Ayrıca karotid arterlerin intrakraniyal dallarını değerlendirmek amacıyla kraniyo-kaudal planda da (Towne pozisyonu) anjiyografik görüntüler elde olundu. Arkus aorta görüntülenmesinde 30 ml, her bir selektif karotid arter projeksiyonunda ise 6 ml olmak üzere toplamda yaklaşık 100 ml kontrast madde kullanıldı. Kontrast madde olarak Iopromid (Ultravist 300mg/100 ml; Schering, Berlin, Almanya) kullanıldı. Kontrast madde kullanılırken %50 oranında sulandırıldı. DSA incelemede karotid arter stenozu NASCET çalışma metodolojisi kullanılarak belirlendi (% stenoz = [Distal İCA normal lümen çapı- minimal rezidüel lümen çapı]/ Distal İCA normal lümen çapı)x100). İnceleme süresi filmlerin basılması dahil olmak üzere her hasta için ortalama 40-50 dakika sürdü.

Değerlendirme Kriterleri

RDUS, 2D TOF MRA, kontrastlı MRA ve DSA'da saptanan darlık yüzdeleri NASCET kriterlerine uygun olarak grade 0: Normal, grade 1: %0-29, grade 2: %30-69, grade 3: %70-99, grade 4: %100 (oklüde) şeklinde derecelendirildi.

Karotid arter darlığının saptanmasında altın standart yöntem DSA olarak kabul edildi. Doppler US, MRA ve DSA tetkikleri birbirinden haberdar olmayan üç deneyimli radyolog tarafından değerlendirilerek Doppler US, 2D TOF MRA ve kontrastlı MRA'nın grade 3 karotid arter darlıklarını saptamadaki sensitivite, spesifisite, pozitif perdiktif değer (PPD), negatif prediktif değerleri (NPD) ve DSA ile olan uyumlulukları hesaplandı.

İstatiksel değerlendirmede SPSS For Windows (versiyon 9) yazılım programı kullanıldı.

BULGULAR

İncelenen 37 olgunun 4'ünde (%11) TİA, 12'sinde (%32) iskemik inme, 2'sinde (%5) amarozis fugaks, 1'inde (%3) Takayasu hastalığı, 1'inde (%3) glomus karotikum tümörü ve 17'sinde de (%46) koroner by-pass ameliyatı öncesinde karotid arter darlığı şüphesi ile DSA tetkiki yapıldı. Hastaların 21'inde (%56) sigara içimi, 15'inde (%40) diabetes mellitus ve 23'ünde de (%62) hipertansiyon hastalığı mevcuttu. İncelenen 37 olgunun tamamında DSA ve RDUS tetkikleri mevcuttu. TOF MRA tetkiki olguların 32'sinde, kontrastlı MRA tetkiki ise 20'sinde mevcuttu. TOF MRA'lardan 4 tanesinde arterfaktlar nedeni ile değerlendirme yapılamadığı için değerlendirme dışında tutuldu. Tüm DSA incelemeleri optimal kalitedeydi ve tanı için yeterliydi.

Otuziki TOF MRA tetkikinin 13 tanesinde (%40) hareket arterfaktı mevcuttu. Ancak bunların sadece 4'ü (%10) değerlendirmeye alınmadı. Diğerlerindeki artefaktlar tanı koymayı engellemekteydi. Sonuçta 28 TOF MRA tetkiki değerlendirmeye tabi tutuldu.

Yirmi tane kontrastlı MRA tetkikinin 7'sinde (%35) venöz kontaminasyon vardı. Ancak venöz kontaminasyonlar arteryel yapıları değerlendirmeyi engellemediği için tetkiklerin tamamı değerlendirmeye alındı.

DSA incelemede 37 olgunun (74 karotid arter) 15'inde (%40) bilateral karotid arter stenozu vardı. Yetmişdört karotid arterden 24'ü (%32) normal, 12'si (%16) grade 1 stenoz, 18'i (%25) grade 2 stenoz, 12'si (%16) grade 3 stenoz, 8'i de (%11) oklüdeydi.

DSA tetkikinde komplikasyon olarak 1 olguda (%2.7) giriş esnasında iliak arterde subintimal diseksiyon, 1 olguda (%2.7) tetkikten 2 saat sonra intrakraniyal kanama ve 2 olguda da (%5.4) hafif allerjik reaksiyonlar (bulantı, terleme) görüldü. İntrakraniyal kanama gelişen olgu takipte iyileşme gösterdi. Subintimal diseksiyon oluşan olguda da karşı taraf femoral arterden ikinci bir giriş yapılarak tetkik tamamlandı. Kontrastlı MRA tetkiklerinde komplikasyon görülmedi.

Doppler US ile DSA'nın karşılaştırılması:

RDUS ve DSA ile 74 karotid arter değerlendirildi. DSA incelemede arterlerin 24'ünde (%32) normal bulgular, 12'sinde (%16) grade 1 stenoz (Şekil 3), 18'inde (%25) grade 2 stenoz, 12'sinde (%16) grade 3 stenoz ve 8'inde de (%11) tam oklüzyon vardı. Sekiz tam oklüde damarın 7'si (%87), 12 grade 3 stenozun 10'u (%83.3), 18 grade 2 stenozun 15'i (%83.3), 12 grade 1 stenozun 8'i (%66) Doppler US'de doğru bir şekilde değerlendirildi. Doppler US ile 10 damarda (%13.5) stenoz derecesinde yanlış değerlendirme yapıldı. Yedi damarda (%9.5) darlık olduğundan fazla ve 3 damarda da (%4) olduğundan az değerlendirildi. Darlığın olduğundan fazla değerlendirildiği 7 damardan 4'ünde grade 1 stenoz grade 2 olarak ve 3'ünde de grade 2 stenoz grade 3 olarak değerlendirildi. Darlığın olduğundan az değerlendirildiği 3 damarın 1'inde tam oklüzyon grade 3 stenoz olarak, 2'sinde ise grade 3 stenoz normal olarak değerlendirildi. Grade 3 stenoz olarak değerlendirilen damarda DSA incelemede İCA'da bifurkasyondan sonra 4-5 cm'lik segmentte %98-99 stenoz ve sonrasında tam oklüzyon mevcuttu. Normal olarak değerlendirilen 2 damarın birinde DSA tetkikinde İCA'da bifurkasyondan 4-5 cm sonra %75 oranında stenoz mevcuttu. Diğer hastada ise DSA'da bifurkasyon normal izlenirken İCA'nın petroz ve kavernöz segmentlerinde %70 oranında stenoz vardı (Tablo 2).

Doppler US'nin grade 3 stenozu saptamadaki gerçek pozitif sayısı 10, yalancı pozitif sayısı 4, gerçek negatif sayısı 58 ve yalancı negatif sayısı ise 2 idi. Bu değerlere göre RDUS'nin grade 3 stenozu saptamadaki sensitivitesi %83.3, spesifisitesi %93.5, PPD %71.4, NPD %96.6, DSA ile olan uyumluluğu ise %91.8'di. RDUS ile DSA

arasındaki uyumluluk normal arteri değerlendirmede %97.2, grade 1 stenozlarda %94.5, grade 2 stenozlarda %90 ve tam oklüzyonlarda ise %87.5 idi (Tablo 3).

Tablo 2. Karotid arter stenozlarını değerlendirmede RDUS ile DSA'nın karşılaştırılması.

RDUS Bulguları	DSA Bulguları					Toplam
	Normal	%0-29	%30-69	%70-99	%100	
Normal	24	-	-	2	-	26
%0-29	-	8	-	-	-	8
%30-69	-	4	15	-	-	19
%70-99	-	-	3	10	1	14
%100	-	-	-	-	7	7
Toplam	24	12	18	12	8	74

Tablo 3. Stenoz derecelerine göre DSA ile Doppler US'nin uyumluluk oranları

	DSA	Doppler US	Uyumluluk (%)
Normal	24	26	97.2
%0-29	12	8	94.5
%30-69	18	19	90
%70-99	12	14	91.8
%100	8	7	87.5
Toplam	74	74	

TOF MRA ile DSA'nın karşılaştırılması:

TOF MRA ve DSA ile değerlendirilen 56 karotid arterin 18'inde (%32) normal bulgular, 9'unda (%16) grade 1 stenoz, 11'inde (%20) grade 2 stenoz, 10'unda (%18) grade 3 stenoz ve 8'inde (%14) tam oklüzyon vardı. TOF MRA ile tam oklüzyon saptanan 8 arterin tamamı (%100) oklüzyon olarak, 10 tane grade 3 stenozun 8'i (%80) grade 3 stenoz olarak, 11 tane grade 2 stenozun 7'si (%63.6) grade 2 stenoz olarak (Şekil 4), 9 tane grade 1 stenozun 8'i (%88) grade 1 stenoz olarak değerlendirildi. TOF MRA ile 7 damarda (%12.5) stenoz derecesinde yanlış değerlendirme yapıldı. İki arterde (%3.5) darlık olduğundan fazla ve 5 arterde de (%9) darlık olduğundan az değerlendirildi. Darlığı olduğundan fazla değerlendirilen 2 arter, grade 2 stenoz iken grade 3 olarak değerlendirildi. Darlığı olduğundan az değerlendirilen 2 arterde, grade 2 stenoz grade 1 olarak, 1 arterde grade 1 stenoz normal olarak ve 2 arterde de grade 3 stenoz normal olarak değerlendirildi (Tablo 4).

TOF MRA'nın grade 3 stenozu değerlendirmedeki gerçek pozitif sayısı 8, yalancı pozitif sayısı 2, gerçek negatif sayısı 44 ve yalancı negatif sayısı ise 2 idi. Bu değerlere göre TOF MRA'nın grade 3 stenozu saptamadaki sensitivitesi %80, spesifisitesi %95.6, PPD %80, NPD %95.6 ve DSA ile olan uyumluluğu ise %92.8 idi (Şekil 5, 6). TOF MRA ile DSA'nın uyumluluğu normal damarda ve grade 1 stenozlarda %94.6, grade 2 ve grade 3 stenozlarda %92.8, tam oklüzyonlarda ise %100'dü (Tablo 5, Şekil 7).

Tablo 4. Karotid arter stenozlarını değerlendirmede TOF MRA ile DSA'nın karşılaştırılması.

TOF MRA bulguları	DSA bulguları					
	Normal	%0-29	%30-69	%70-99	%100	Toplam
Normal	18	1	-	2	-	21
%0-29	-	8	2	-	-	10
%30-69	-	-	7	-	-	7
%70-99	-	-	2	8	-	10
%100	-	-	-	-	8	8
Toplam	18	9	11	10	8	56

Tablo 5. Stenoz derecelerine göre DSA ile TOF MRA'nın uyumluluk oranları.

	DSA	TOF MRA	Uyumluluk (%)
Normal	18	21	94,6
%0-29	9	10	94,6
%30-69	11	7	92,8
%70-99	10	10	92,8
%100	8	8	100
Toplam	56	56	

Kontrastlı MRA ile DSA'nın karşılaştırılması

DSA ve kontrastlı MRA ile değerlendirilen 40 arterin 12'sinde (%30) normal bulgular, 7'sinde (%17.5) grade 1 stenoz, 9'unda (%22.5) grade 2 stenoz, 7'sinde (%17.5) grade 3 stenoz (Şekil 5, 6) ve 5'inde de (%12.5) tam oklüzyon vardı. Kontrastlı MRA'da tam oklüzyon bulunan 5 damarın tamamı (%100) oklüzyon olarak (Şekil 8), 7 tane grade 3 stenozun 6'sı (%85) grade 3 stenoz olarak, 9 tane grade 2 stenozun 7'si (%77.7) grade 2 stenoz olarak, 7 tane grade 1 stenozun 5'i (%71) grade 1 stenoz olarak

değerlendirildi. Kontrastlı MRA ile 5 damarda (%12.5) stenoz derecesi yanlış olarak değerlendirildi. Üç arterde (%7.5) stenoz olduğundan fazla, 2 arterde (%5) ise olduğundan az değerlendirildi. Stenoz derecesi olduğundan fazla değerlendirilen 2 arterde, grade 2 stenoz grade 3 olarak, 1 tanesinde ise grade 1 stenoz grade 2 olarak değerlendirildi. Stenoz derecesi olduğundan az değerlendirilen 1 arterde grade 3 stenoz varken grade 2 olarak ve 1 arterde ise grade 1 stenoz normal olarak değerlendirildi (Tablo 6).

Kontrastlı MRA'nın grade 3 stenozu değerlendirmedeki gerçek pozitif sayısı 6, yalancı pozitif sayısı 2, gerçek negatif sayısı 31 ve yalancı negatif sayısı ise 1'di. Bu değerlere göre kontrastlı MRA'nın sensitivitesi %85.7, spesifitesi %93.9, PPD %75, NPD %96.8 ve DSA ile olan uyumluluğu ise %92.5 idi. Kontrastlı MRA'nın DSA ile olan uyumluluğu normal damarları saptamada %97.5, grade 1 stenozlarda %95, grade 2 stenozlarda %90, grade 3 stenozlarda %92.5 ve tam oklüzyonlarda %100'dü (Tablo 7).

RDUS, 2D TOF MRA ve kontrastlı MRA'nın %70-99 karotid arter stenozlarını saptamadaki sensitivite, spesifite PPD, NPD ve DSA ile olan uyumlulukları tablo 8'de gösterilmiştir.

Olguların tamamındaki genel bulgular tablo 9'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Karotid arter darlıklarını değerlendirmede kontrastlı MRA ile DSA'nın karşılaştırılması.

Kontrastlı MRA bulguları	DSA bulguları					
	Normal	%0-29	%30-69	%70-99	%100	Toplam
Normal	12	1	-	-	-	13
%0-29	-	5	-	-	-	5
%30-69	-	1	7	1	-	9
%70-99	-	-	2	6	-	8
%100	-	-	-	-	5	5
Toplam	12	7	9	7	5	40

Tablo 7. Stenoz derecelerine göre DSA ile kontrastlı MRA'nın uyumluluk oranları.

	DSA	Kontrastlı MRA	Uyumluluk (%)
Normal	12	13	97,5
%0-29	7	5	95
%30-69	9	9	90
%70-99	7	8	92,5
%100	5	5	100
Toplam	40	40	

Tablo 8. DUS, TOF MRA ve kontrastlı MRA'nın %70-99 karotid arter stenozlarını tesbit etmedeki sensitivite, spesifisite, PPD ve NPD oranları.

	n	Sensitivite (%)	Spesifisite (%)	PPD (%)	NPD (%)	Uyumluluk (%)
DUS	74	83.3	93.5	71.4	96.6	91.8
TOF MRA	56	80	95.6	80	95.6	92.8
Kontrastlı MRA	40	85.7	93.9	75	96.8	92.5

Kısaltmalar: DUS: Doppler US; PPD: Pozitif prediktif değer; NPD: negatif prediktif

değer, n: İncelenen arter sayısı

Tablo 9. Genel Bulgular

Hasta no	Yaş	Cinsiyet	DSA Stenoz Derecesi		RDUS Stenoz Derecesi		TOP MRA Stenoz Derecesi		Kontrastlı MRA Stenoz Derecesi		Tetiklik istem sebebi
			Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	
1	55	E	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	-	-	Serebrovasküler hadise
2	62	E	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	-	-	-	-	Koronar by-pass öncesi
3	36	K	Grade 1	Normal	Grade 1	Normal	Grade 1	Normal	-	-	Takayasu Hastalığı
4	50	E	Grade 1	Normal	Grade 1	Normal	Grade 1	Normal	Grade 1	Normal	Koronar by-pass öncesi
5	56	E	Grade 2	Normal	Grade 2	Normal	ND	ND	Grade 2	Normal	Koronar by-pass öncesi
6	36	E	Normal	Grade 3	Normal	Normal	Normal	Grade 3	-	-	Serebrovasküler hadise
7	75	E	Grade 2	Grade 2	Grade 2	Grade 2	ND	ND	-	-	Koronar by-pass öncesi
8	40	K	Grade 2	Normal	Grade 2	Normal	Grade 2	Normal	-	-	Serebrovasküler hadise
9	65	E	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Koronar by-pass öncesi
10	50	K	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Geçici iskemik atak
11	65	K	Normal	Grade 2	Normal	Grade 2	Normal	Grade 2	Normal	Grade 3	Serebrovasküler hadise
12	65	K	Grade 1	Oklüde	Grade 2	Grade 3	Grade 1	Oklüde	Grade 2	Oklüde	Koronar by-pass öncesi
13	85	E	Grade 3	Grade 3	Grade 3	Grade 3	Grade 3	Grade 3	Grade 3	Grade 3	Koronar by-pass öncesi
14	68	E	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Grade 3	Grade 1	Grade 3	Koronar by-pass öncesi
15	66	E	Grade 2	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Normal	-	-	Koronar by-pass öncesi
16	44	E	Grade 2	Grade 2	Grade 3	Grade 2	ND	ND	Grade 2	Grade 2	Geçici iskemik atak
17	70	E	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Serebrovasküler hadise
18	62	K	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	ND	ND	Normal	Grade 3	Koronar by-pass öncesi
19	61	E	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Normal	Grade 2	Serebrovasküler hadise
20	77	E	Grade 2	Normal	Grade 2	Normal	Grade 1	Normal	Grade 2	Normal	Serebrovasküler hadise
21	68	E	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Amarozis Fugaks
22	60	E	Grade 3	Grade 2	Grade 3	Grade 2	Normal	Grade 1	-	-	Koronar by-pass öncesi
23	67	K	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	-	-	Serebrovasküler hadise
24	70	E	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Grade 1	-	-	Koronar by-pass öncesi
25	66	K	Normal	Grade 3	Normal	Normal	Normal	Normal	-	-	Koronar by-pass öncesi
26	50	E	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	-	-	Serebrovasküler hadise

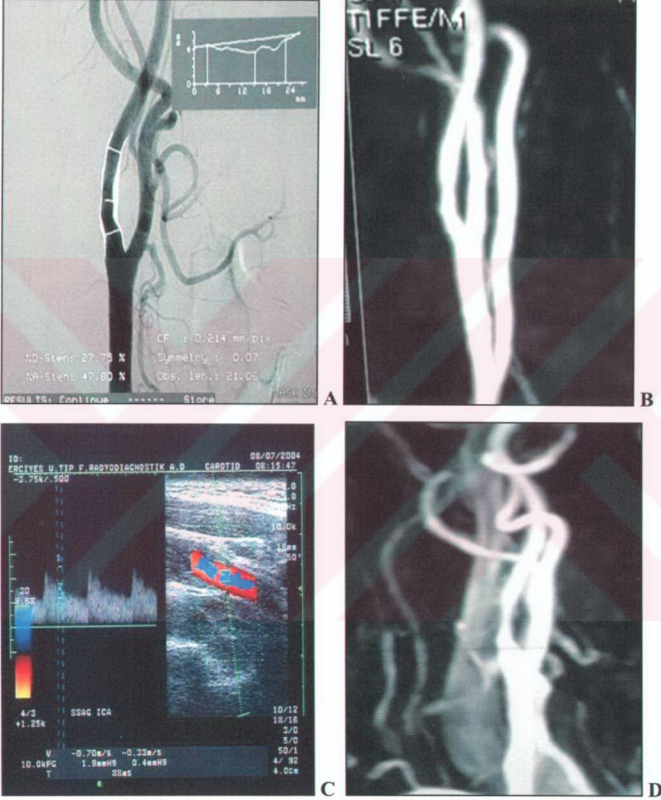
Kısaltmalar: ND: Non-diagnostik, (-): tetiklik yapılamadı, E: erkek, K: Kadın

Tablo 9. Genel Bulgular (Devam)

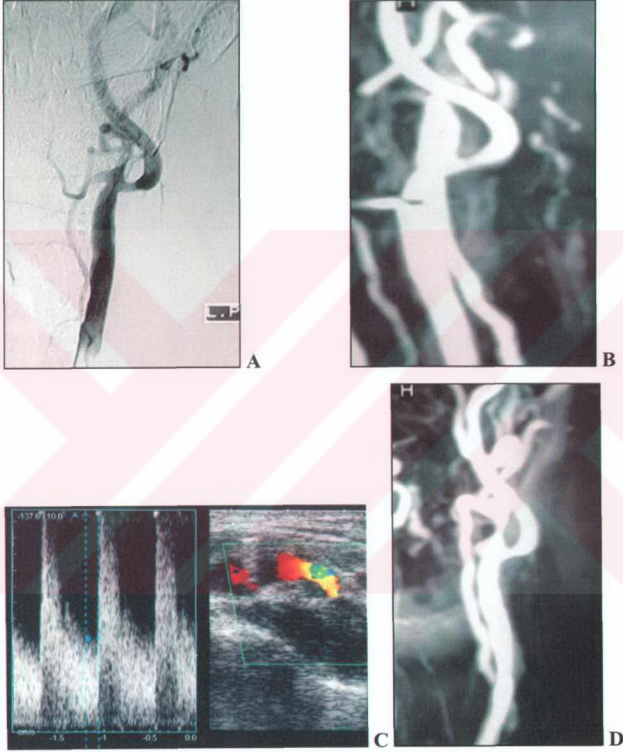
Hasta no	Yaş	Cinsiyet	DSA		RDUS		TOP MRA		Kontrastli MRA		Tetiklik isteme sebebi
			Sağ	sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	
27	46	E	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Grade 1	Grade 2	Koroner by-pass öncesi
28	56	K	Normal	Grade 2	Normal	Grade 2	Normal	Grade 2	Normal	Grade 2	Koroner by-pass öncesi
29	50	E	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Normal	Grade 3	Amarozis Fugaks
30	70	E	Grade 1	Normal	Grade 2	Normal	-	-	-	-	Serebrovasküler hadise
31	68	E	Grade 1	Grade 3	Grade 1	Grade 3	Normal	Grade 3	Grade 1	Grade 3	Koroner by-pass öncesi
32	55	K	Grade 1	Grade 1	Grade 2	Grade 1	-	-	-	-	Serebrovasküler hadise
33	60	K	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Normal	Oklüde	Koroner by-pass öncesi
34	70	E	Oklüde	Grade 1	Oklüde	Grade 2	Oklüde	Grade 1	Oklüde	Normal	Geçici iskemik atak
35	64	K	Normal	Grade 2	Normal	Grade 2	-	-	-	-	Geçici iskemik atak
36	65	E	Oklüde	Grade 2	Oklüde	Grade 2	Oklüde	Grade 2	-	-	Serebrovasküler hadise
37	68	E	Grade 2	Normal	Grade 3	Normal	-	-	-	-	Glomus karotikum tümörü.

Kısaltmalar: ND: Non-diagnostik, (-): tetkik yapılamadı, E: Erkek, K: Kadın

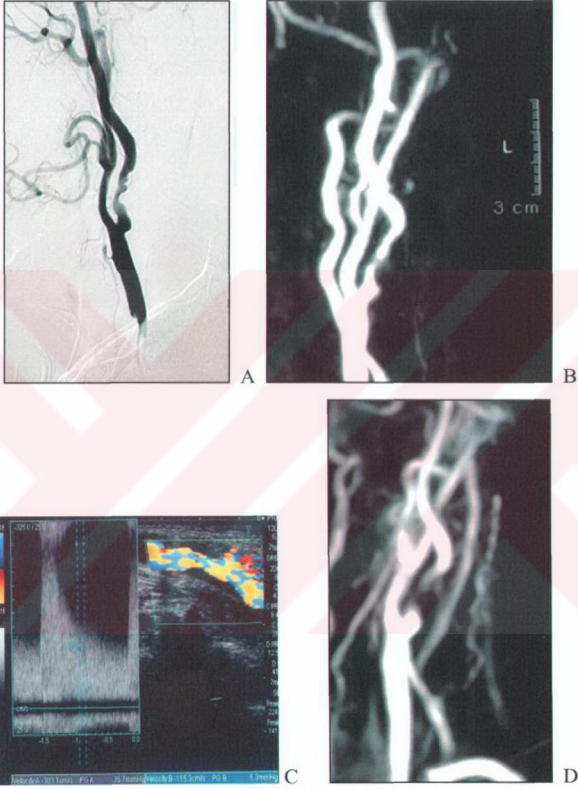
OLGU ÖRNEKLERİ



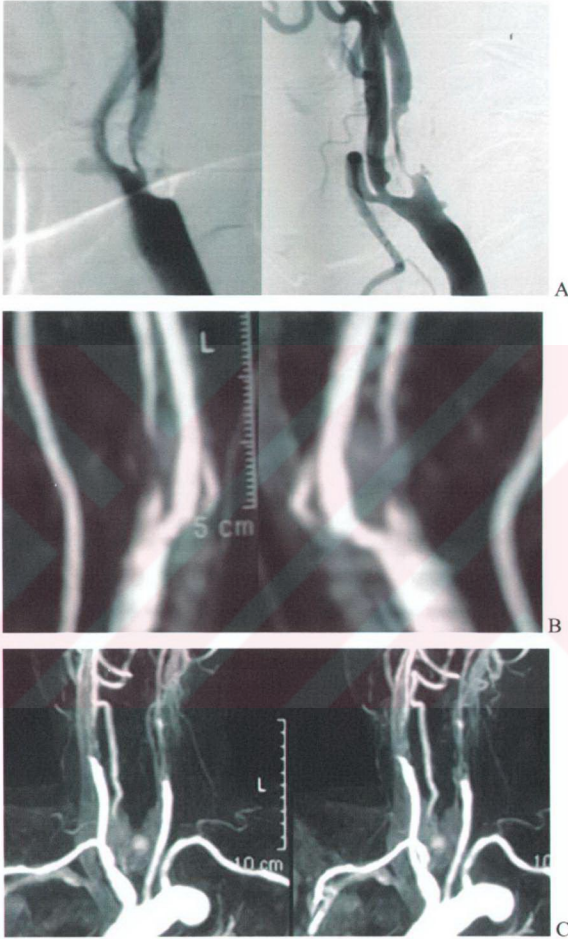
Şekil 3. A) DSA incelemede grade 1 (%27) stenoz izlenmektedir. TOF MRA (B), RDUS (C) ve kontrastlı MRA'da (D) DSA ile uyumlu olarak grade 1 stenoz saptanmıştır. RDUS incelemede (C) belirgin bir hız artışı izlenmeden (PSV/EDV: 70/33 cm/s), İCA lümeninde %20-30 darlığa neden olan plak izlenmektedir (altı numaralı olgu).



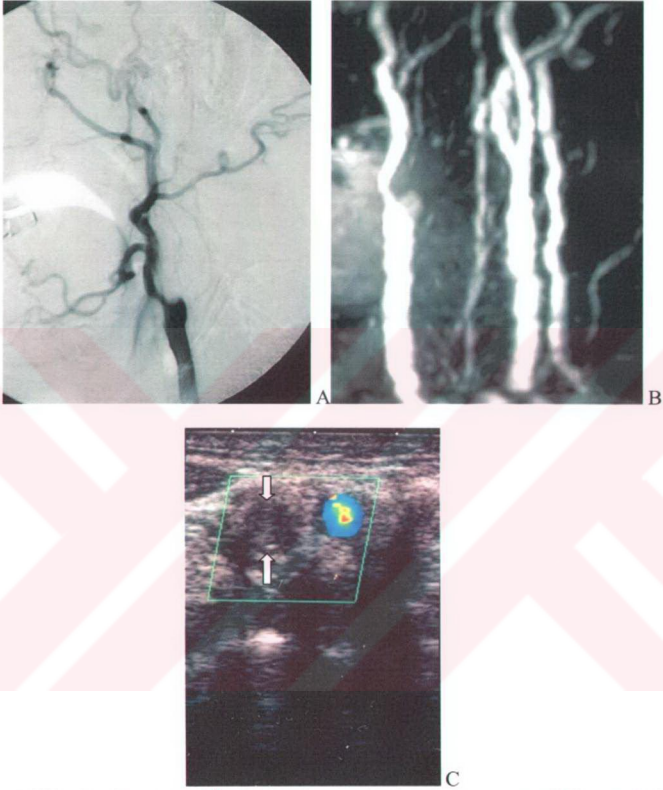
Şekil 4. A) DSA incelemede grade 2 (%40) stenoz izlenmektedir. TOF MRA (B), RDUS (C) (PSV/EDV: 137/57 cm/s) ve kontrastlı MRA'da (D) DSA ile uyumlu olarak grade 2 stenoz izlenmektedir (otuz numaralı olgu).



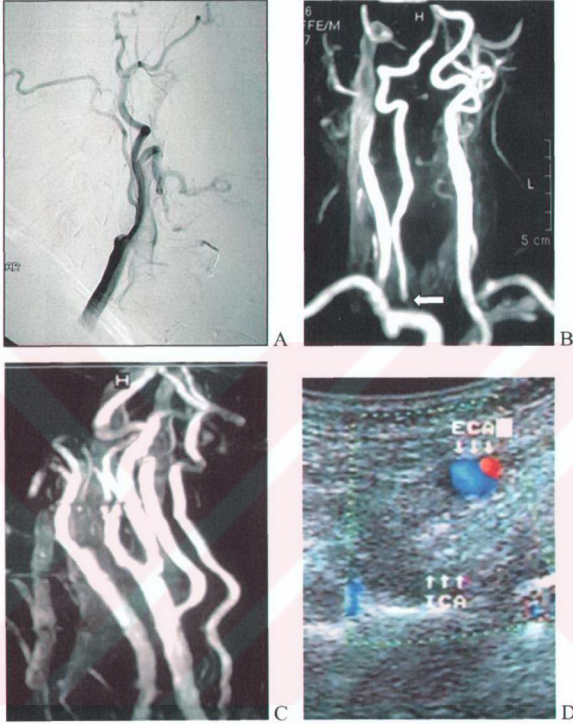
Şekil 5. A) DSA tetkikinde sol İCA'da grade 3 (%75) stenoz izlenmektedir. TOF MRA (B), RDUS (C) ve kontrastlı MRA (D) incelemelerinde de DSA ile uyumlu olarak sol İCA'da grade 3 stenoz tesbit edilmiştir. Doppler US incelemede PSV/EDV: 303/115 cm/s'dir (otuzüç numaralı olgu).



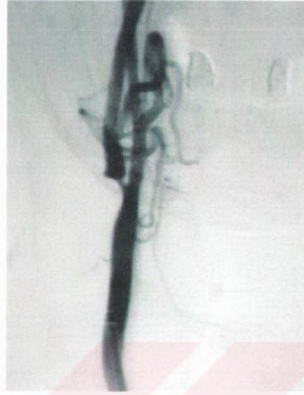
Şekil 6 A) DSA incelemede bilateral grade 3 (%90-95) İCA stenozu izlenmektedir B) TOF MRA'da DSA ile uyumlu olarak her iki İCA'da grade 3 stenozu temsil eden sinyal void izleniyor. C) Kontrastlı MRA tetkikinde ise İCA'lardaki yüksek dereceli stenozlar nedeni ile kontrast maddenin proksimal damarlarda birikmesine bağlı artmış intensite izlenmektedir (onbeş numaralı olgu).



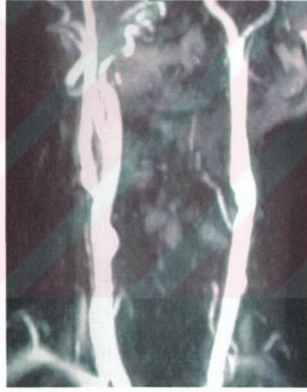
Şekil 7. A) DSA incelemede sol İCA bifurkasyondan hemen sonra tam oklüzyona bağlı izlenmemektedir. B) TOF MRA tetkikinde DSA ile uyumlu olarak sol İCA'da tam oklüzyon tesbit edilmiştir. C) RDUS incelemede ECA açık olarak izlenirken İCA'da tam oklüzyon mevcut olup akım saptanmamıştır (oklar) (yirmisekiz numaralı olgu).



Şekil 8. A) DSA tetkikinde sağ İCA bifurkasyondan itibaren izlenmemektedir (oklüde). B) Kontrastlı MRA tetkikinde de sağ İCA izlenmemiştir. Ayrıca DSA'da da tesbit edilen sağ vertebral arter çıkışındaki darlık izlenmektedir (ok). C) TOF MRA tetkikinde de DSA ile uyumlu olarak sağ İCA oklüzyonu tesbit edilmiştir. D) RDUS incelemesinde sağ ECA açık olarak izlenirken İCA lümeni ekojen trombüsle dolu olup lümen içerisinde akım saptanmamıştır (otuzaltı numaralı olgu).

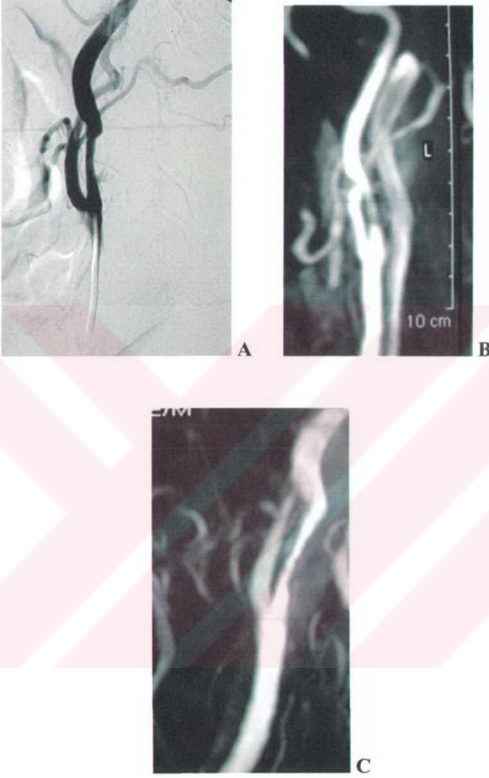


A



B

Şekil 9. DSA incelemede sağ İCA'da 5-6 mm'lik kısa bir segmentte grade 3 (%85) stenoz izlenmektedir. B) TOF MRA tetkikinde ise bu darlık gösterilememiştir. Bifurkasyon normal görünümde izlenmektedir (yirmidört numaralı olgu).



Şekil 10. A) DSA incelemede sol İCA'da grade 2 (%65) stenoz izlenmektedir. Kontrastlı MRA (B) ve TOF MRA (C) tetkikinde ise darlık olduğundan fazla (%75) değerlendirilerek grade 3 stenoz kategorisine dahil edilmiştir (onaltı numaralı olgu).

TARTIŞMA

Çok merkezli yapılan birçok çalışmada yüksek grade'li (%70-99) semptomatik karotid arter darlığı olan olgularda yapılan CEA'nın inme riskini anlamlı olarak azalttığı bildirilmiştir (3, 4). Ayrıca diğer bir çalışmada CEA'nın asemptomatik olgularda da inme riskini azaltarak fayda sağladığı bildirilmiştir (5). Bu çalışmalar karotid arter stenozlarının non-invaziv tanı yöntemleriyle belirlenmesi konusunda büyük ilgi uyandırmıştır (19-22, 27, 33, 50). Karotid arter darlığı %70'in altında olduğunda ise takip veya antiagregan ilaçlarla tıbbi tedavi CEA'ya tercih edilmektedir. Günümüzde kabul gören yaklaşım %70 ve üzerinde darlığı bulunan semptomatik olgularda CEA'nın yapılmasıdır. Diğer bir tedavi yöntemi olan "karotid anjiyoplasti ve stentleme", ekstrakraniyal karotid arter stenozlarının tedavisinde son on yıldır kullanılan, CEA'ya alternatif olan girişimsel tedavi yöntemi olup klinik sonuçları CEA ile karşılaştırılabilir düzeydedir (51).

Müdahale (CEA, anjiyoplasti, stentleme) yapılacak ve yapılmayacak olguların ayırımının yapılabilmesi için darlık oranının doğru bir biçimde ortaya konması gerekmektedir. Darlığın olduğundan fazla değerlendirilmesi gereksiz cerrahi müdahalelere, darlığın olduğundan az değerlendirilmesi ise cerrahi yapılması gereken bir olgunun ihmal edilmesine neden olacaktır. Ayrıca preoklüzif stenozları (%99) tam oklüzyondan ayırmak da önemlidir. Çünkü tam oklüzyonda cerrahi işlem yapılmamaktadır. Karotid endarterektomi öncesi yapılan tanısal inceleme yönteminin

komplikasyonsuz olması olguya yapılacak cerrahi işlemin faydasını artıracaktır. Bu nedenle karotid arter stenozlarını değerlendirmede en iyi görüntüleme yöntemi stenoz derecesini yüksek doğrulukla ortaya koyan ve komplikasyonu en az olan yöntemdir.

Karotid arter stenozlarını değerlendirmede altın standart olarak kabul edilen yöntem DSA'dır (2-4). Ancak DSA'nın çeşitli limitasyonları ve komplikasyonları vardır. İşlem sonrasında iskemik inme gelişme sıklığı %0.4-%1.5 arasında değişmektedir (4, 5, 31, 32). Majör komplikasyonlar yanında olguyu rahatsız edici baş ağrısı, bulantı, kusma ve işlem sonrası uzun süre hareketsiz kalma zorunluluğu gibi istenmeyen durumlar da mevcuttur.

Dijital substraksiyon anjiyografi, zaman alıcı ve ekip gerektiren pahalı bir yöntemdir. Bu teknikte karotid arterlerin kateterizasyonu özellikle tortiyoz damarı bulunan yaşlı olgularda zor olabilmektedir. Ayrıca DSA'da darlığa neden olan patolojinin morfolojik özellikleri belirlenememektedir. Bu çalışma grubunda DSA incelemesi yapılan 37 olgudan 1'inde (%2.7) iliak arterde subintimal diseksiyon, 1'inde (%2.7) tetkik sonrasında intrakraniyal kanama ve 2'sinde (%5.4) de hafif allerjik reaksiyonlar görüldü.

Bu gibi olumsuzluklar nedeniyle karotid arter patolojilerinin incelenmesinde DSA'nın tanısal amaçlı kullanımı azalmış, non-invaziv yöntemler olan RDUS, MRA ve BTA tetkiklerinin kullanımı ise artmıştır. Bu yöntemlerin her birinin kendisine has avantajları, dezavantajları ve limitasyonları mevcuttur (19-22, 27-29, 33-35).

Bu çalışmada genel olarak Doppler US ve kontrastlı MRA darlıkları olduğundan fazla gösterme eğilimindeydi. TOF MRA'da ise darlığı olduğundan az gösterme eğilimi daha fazlaydı (Şekil 9, 10).

Doppler US, sıklıkla karotid arter patolojisinden şüphelenilen olgularda tarama yöntemi olarak kullanılan, invaziv olmayan, düşük maliyetli ve kolay ulaşılabilir bir görüntüleme yöntemidir (3-6, 52). Bazı çalışmalarda CEA öncesinde tek başına kullanılabilceği belirtilmektedir (53-55). Bununla birlikte bu yöntemin birtakım limitasyonları mevcuttur. Optimal bir tanı kriterinin olmaması ve kullanıcı bağımlı olması en önemlileridir (56). Birçok çalışmada %70'in üzerindeki darlıklar için farklı PSV ve EDV eşik değerleri belirlenmiştir. Örneğin %70'in üzerindeki darlıklar için minimum PSV eşik değeri 130 cm/s ile 270 cm/s arasında değişmektedir (19, 50, 57,

58). Geleneksel olarak yapılan duplex derecelendirmesi (%50-79, %80-99) NASCET derecelendirmesine uygun düşmemektedir. NASCET'i esas alan bir çalışmada önemli olan müdahale yapılacak %70'in üzerindeki stenozlarla, müdahale yapılmayacak %70'in altındaki stenozları ayırt edebilmektedir.

Carpenter ve ark.'nın (19) 110 olguluk çalışmalarında %70-99 oranındaki karotid arter darlıklarında kullanılmak üzere NASCET derecelendirmesine uygun minimum PSV, EDV, SHO, DHO değerleri ve bu değerlere göre sensitivite, spesifisite, PPD ve NPD'leri belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre PSV değeri 210 cm/s (sensitivite %94, spesifisite %77, PPD %68, NPD %96, doğruluk %83), EDV değeri >70 cm/s (sensitivite %92, spesifisite %60, PPD %73, NPD %86, doğruluk %77), SHO değeri >3.0 (sensitivite %91, spesifisite %78, PPD %70, NPD %94, doğruluk %83), DHO değeri >3.3 (sensitivite %100, spesifisite %65, PPD %65, NPD %100, doğruluk %79)'dir. Çeşitli çalışmalarda ise her merkezin kendi Doppler US spektral kriterlerini belirlemesi önerilmektedir (19, 50, 58).

Bu çalışmada Doppler US'nin %70-99 oranındaki stenozları saptamadaki sensitivitesi %83.3, spesifisitesi %93.5, PPD %71.4, NPD %96.6, doğruluk oranı ise %91.8 olarak bulundu. Spesifisite değerlerinin yüksek çıkmasının sebebi çalışmaya normal damarlarında dahil edilmesi olabilir. Doğruluk oranının Carpenter ve ark.'ın bulduğu değere göre yüksek çıkmasının sebebi, bu çalışmada PSV, EDV, SHO ve DHO parametrelerinin birlikte göz önünde bulundurulması olabilir. Tek başına PSV değeri göz önünde bulundurulduğunda, kardiyovasküler yetmezliği olan hastalarda sistolik hız yüksek dereceli darlığa rağmen yeterince artamayacağı için darlığın olduğundan az değerlendirilmesi sözkonusu olacaktır. Bu durumda SHO ve DHO'lar önem kazanmaktadır. Bu çalışmada sensitivitenin düşük olmasının sebebi ise olgu sayısının az olmasına bağlı olabilir.

Johnson ve ark.'nın (59) yapmış olduğu 40 olguluk çalışmada ise Doppler US'nin sensitivitesi %65, spesifisitesi %95 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada %50'nin altındaki darlıklar çalışmaya dahil edilmemiştir. Doppler US'nin sensitivite değerlerini Johnson ve ark.'ninkine benzer şekilde düşük (50, 59, 60) ve daha yüksek bulan (19, 61) çalışmalar da vardır. Bu tür farklılıklar sıklıkla Doppler US'nin kullanıcı bağımlı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmadaki sensitivite ve spesifisite değerleri

Doppler US'nin karotid arter stenozunun tanısında güvenilir bir test olduğunu göstermektedir. Endarterektomi kararı vermede kullanılacak tetkiğin yüksek spesifisite ve PPD'ye, tarama amaçlı kullanılacak tetkiğin ise yüksek sensitivite ve NPD'ye sahip olması aranır (19).

Bu çalışmada RDUS ile normal olarak değerlendirilen 2 damardan birinde DSA'da distal darlık (kavernöz ve petröz segmentlerde) tespit edildi. Bu olguda stenozun Doppler US ile direkt olarak görüntülenememesine rağmen proksimal İCA'daki normalde olması gereken monofazik düşük dirençli akımın yerini yüksek dirençli trifazik akımın alması distal darlık açısından uyarıcıydı ve bu nedenle ileri tetkik önerisi yapıldı. Diğer olguda solda karotid bifurkasyondan 4-5 cm distalde 4 cm uzunluğunda %75 stenoz tespit edildi. Bu olguda retrospektif bakıda stenozun yumuşak plaklara bağlı olduğu görüldü. Bu olgudaki yanlış inceleme distale doğru yeterince yapmaktan kaynaklanmaktaydı.

Doppler ultrasonografide darlığın olduğundan fazla değerlendirilmesi aretriyoventöz malformasyonlarda, karotid arterin tortiyoz olması durumunda, karotid cisim tümörlerinde ve karşı taraf damarda oklüzyon veya stenoz durumlarında sözkonusu olabilir. Bu çalışmada RDUS ile darlığı olduğundan fazla değerlendirilen 4 arterden 2'sinde karşı tarafta tam oklüzyon, birinde karşı tarafta eşlik eden grade 2 stenoz ve birinde de karşı tarafta karotid cisim tümörü vardı. Üç arterde ise darlığı olduğundan fazla değerlendirmeyi açıklayacak bir bulgu yoktu. Borisch ve ark.'nın (62) yaptığı 39 olguluk çalışmada Doppler US'de darlığı olduğundan fazla değerlendirme %15.5, olduğundan az değerlendirme ise %6.3 oranında izlenmiştir. Bu çalışmada ise RDUS'de darlığı olduğundan fazla değerlendirme %9.5, darlığı olduğundan az değerlendirme ise %4 oranında izlendi.

Kardiyak aritmilerde, aort kapak yetmezliğinde, karotid dilatasyonunda ve yakın zamanda geçirilmiş hemisferik inmelerde, Doppler US ile karotid arter darlığı olduğundan daha az değerlendirilebilir. Preoklüziv stenozların Doppler US ile değerlendirilmesi halen problemidir. Çünkü rezidü lümende çok yavaş akım olduğu için Doppler US ile tesbit edilemeyebilir. Bu durumda tam oklüzyon olarak değerlendirilebilir. Bu yanlışlığı azaltmak için akım alınamayan damarlarda PRF değerini düşürerek yavaş akımın varlığı dikkatlice araştırılmalıdır. Nicolaides ve ark.'nın

çalışmasında (63) Doppler US'de oklüzyon bulguları veya preoklüziv stenoz bulguları saptanan olgularda DSA yapılması gerektiği belirtilmiştir. Çünkü %99 oranındaki stenoz oklüzyon olarak değerlendirilebileceği gibi, kollateral küçük damarlar nedeni ile tam oklüzyon %99 darlık gibi de değerlendirilebilir. Bu çalışmada RDUS ile darlığı olduğundan az değerlendirilen 3 damardan birinde tam oklüzyon grade 3 stenoz olarak değerlendirildi. Bu hastada DSA incelemede İCA'da bifurkasyondan sonra 4-5 cm'lik segmentte %98-99 stenoz ve sonrasında tam oklüzyon mevcuttu. Bu olgudaki yanılığın İCA'yı distale doğru yeterince takip etmemekten kaynaklanmaktaydı. Bu durumlarda düşük frekanslı konveks prob kullanımı yardımcı olabilir. Karotid endarterektomi girişimi sadece Doppler US incelemesine göre yapılacaksa yanılığın neden olabileceği bu tür durumlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Manyetik rezonans anjiyografi karotid arter stenozlarının tanısında son on yıldır kullanılan ve kullanımı gittikçe artan non-invaziv tanı metodudur (7-10, 25-30). Manyetik rezonans anjiyografi, Doppler US'den farklı olarak kullanıcı bağımlı değildir. TOF MRA, ilk kullanılan MRA tekniklerinden olup günümüzde de halen yaygın olarak kullanılmaktadır. TOF MRA'nın intravoksel saturasyon etkisi nedeni ile oluşan sinyal kayıpları sonucu darlığı olduğundan fazla göstermesi yaygın ve önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır (59, 64). Bu durumun TOF MRA'da poststenotik türbülans nedeni ile oluşan saturasyon etkisine bağlı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kesit planına paralel seyir gösteren damarlarda da saturasyon etkisi nedeni ile sinyal kaybı oluşabilmektedir. MRA'da görüntüler DSA'dan farklı olarak 12 değişik açıdan değerlendirilmekte ve DSA'da saptanamayan stenozun en fazla olduğu plan MRA'da saptanabilmektedir. Bu görüşlere rağmen MRA'nın darlığı olduğundan fazla göstermesinin sebebi tam olarak açık değildir.

Bu çalışmada TOF MRA'da darlığı olduğundan fazla değerlendirilen 2 arterde grade 2 stenoz grade 3 olarak değerlendirildi. Yani sadece TOF MRA tetkikine dayalı cerrahi girişim yapılmış olsaydı 2 olguya gereksiz cerrahi işlem yapılmış olacaktı. Darlığı olduğundan az değerlendirilen 2 arterde ise grade 2 darlık grade 1 olarak değerlendirildi. Bu yanlış değerlendirme ise olgunun tedavisinin yönlendirilmesinde olumsuz bir etkiye neden olmamaktadır.

TOF MRA'da normal olarak değerlendirilen iki arterden birinde distal İCA'da grade 3 stenoz vardı ve bu stenoz TOF MRA'da görüntüleme alanı dışında kaldığı için saptanamadı. Bu hastada Doppler US'de stenoz direkt görüntülenememiş ancak distal stenoz şüphesi uyandıran indirekt bulgular izlenmişti. Bu olguda kontrastlı MRA tetkiki yapılmış olsaydı geniş FOV nedeni ile darlıkların tesbiti mümkün olabilirdi. Diğer olguda ise DSA'da sağ İCA başlangıcında 5-6 mm'lik kısa bir segmentte %90 stenoz varken TOF MRA'da bu stenoz saptanamadı (Şekil 9). Bu yanlıgı muhtemelen stenotik segmentin çok kısa olmasına bağlıdır. Bu olguda Doppler US ile stenoz grade 3 olarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada TOF MRA'nın grade 3 stenozu saptamadaki sensitivitesi %80, spesifisitesi %95.6, PPD %80, NPĐ %95.6 ve DSA ile olan uyumluluğu ise %92.8'di. 2D TOF MRA'nın %70-99 stenozu saptamadaki bildirilmiş sensitivite değerleri %75-100 ve spesifisite değerleri ise %59-99 arasında değişmektedir (64-68). Bu çalışmanın TOF MRA ile ilgili sonuçları Scarabino ve ark.'nın (64), Pavone ve ark.'nın (67) ve Laster ve ark.'nın (68) yapmış olduğu çalışmalardaki sonuçlar ile benzerdir. TOF MRA'nın tam oklüzyonları saptamadaki DSA ile olan uyumluluğu literatür ile benzerdir (9, 64-68).

Özellikle son yıllarda geleneksel TOF MRA ve DSA'ya alternatif olarak geliştirilen kontrastlı MRA, MRA'da önemli ilerlemelere neden olmuştur. Kontrastlı MRA ile TOF tekniğindeki hareket artefaktları ve sinyal kayıpları önemli ölçüde önlenmiştir. Ayrıca bu teknik arkus aortadan Willis poligonuna kadar geniş bir alanı kısa bir sürede inceleme imkanı sağlamıştır (8-10, 28, 29). Bu çalışmada kontrastlı MRA da geniş FOV nedeni ile bir hastada subklavian arter çıkışındaki stenoz saptanabildi (Şekil 8).

Kontrastlı MRA tetkikinde venöz kontaminasyon değerlendirmeyi olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktördür (8, 10, 27-30). Bu çalışmada venöz kontaminasyon 7 olguda (%35) izlendi. Ancak venöz kontaminasyonlar arteryel yapıları değerlendirmeyi engellemekteydi. Bu çalışmada %70-99 oranındaki karotid arter stenozlarını saptamadaki kontrastlı MRA'nın sensitivitesi %85.7, spesifisitesi %93.9, PPD %75, NPĐ %96.8 ve DSA ile olan uyumluluğu ise %92.5 idi. Literatürde kontrastlı MRA'nın %70'in üzerindeki darlıkları saptamadaki sensitivitesi %93-100, spesifisitesi

%85-100 arasında değişmektedir (28, 64, 69, 70). King ve ark.'nın (69) yaptığı 167 olguluk çalışmada sensitivite %93, spesifisite %81 ve Linera ve ark.'nın çalışmasında (28) sensitivite %97.1, spesifisite %95.2 olarak bulunmuştur. King ve ark.'ı çalışmaya %50'nin altındaki darlıkları dahil etmemiştir. Bu çalışmada ise normal olan karotid arterler de çalışmaya dahil edildi. Spesifisite değerinin yüksek olmasının sebebi gerçek negatif sayısının fazla olmasına bağlı olabilir. Sensitivite ise King ve ark.'nın çalışmasına göre daha düşük değerdedir. Ancak bu çalışmada kontrastlı MRA yapılan olgu sayısının az olması çalışmanın en önemli limitasyonudur.

Kontrastlı MRA'da da stenozun olduğundan fazla değerlendirilmesi bir problemdir. King ve ark.'nın (69) çalışmasında kontrastlı MRA'da stenozun olduğundan fazla değerlendirilmesi %3.8 oranında izlenmiştir. Townsend ve ark.'nın (71) çalışmasında ise kontrastlı MRA'nın stenozları olduğundan fazla gösterme oranının TOF MRA'dan daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bunun nedeninin yüksek akım hızlarında oluşan sinyal kaybına bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle karotid arterlere yönelik kontrastlı MRA tetkiki yapılacaksa bunun yanında TOF MRA'nında elde edilmesi önerilmektedir. Bu çalışmada ise kontrastlı MRA'da 3 arterde (%7.5) stenoz olduğundan fazla (Şekil 10), 2 arterde (%5) ise olduğundan az değerlendirildi. Darlığı olduğundan fazla gösterme eğilimi kontrastlı MRA'da TOF MRA'dan daha fazlaydı. Kontrastlı MRA'da tam oklüzyon bulunan 5 damarın tamamı (%100) oklüzyon olarak değerlendirildi. Tam oklüzyonu saptamadaki kontrastlı MRA'nın DSA ile olan uyumluluğu literatürde de teyit edilmiştir (28, 69, 72).

SONUÇLAR

1. Doppler US karotid arter stenozlarını değerlendirmede ilk seçilmesi gereken yüksek doğruluk oranına sahip güvenilir non-invaziv bir tanı yöntemidir.
2. Doppler US'de tespit edilen tam oklüzyon veya preoklüzif stenozlarda (%99) ileri tetkik olarak DSA yerine noninvaziv olan MRA yapılabilir.
3. Karotid arter bifurkasyon seviyesi Doppler US ile normal olarak değerlendirilse bile yüksek dirençli akım varlığının tesbiti, muhtemel distal segmetlerdeki bir stenoz açısından uyarıcı olmalı ve ileri tetkik önerilmelidir.
4. Doppler US incelemesinde yanılığlara neden olabilecek patolojiler (karşı tarafta eşlik eden stenoz, glomus karotikum tümörü, kardiyovasküler yetmezlik vb.) göz önünde bulundurulmalıdır.
5. Hem kontrastlı MRA, hemde TOF MRA tam oklüzyonu saptamada Doppler US'den üstündür.
6. Karotid arterin tam oklüzyonlarında MRA tanı için yeterlidir. Ek DSA tetkikine gerek yoktur.
7. Grade 3 (%70-99) karotid arter stenozlarını saptamada MRA ve RDUS doğruluk oranları yüksek non-invaziv tanı yöntemleridir.
8. MRA ve Doppler US'nin kombine kullanımı, bu tetkiklerin karotid arter stenozlarını saptamadaki doğruluk oranını artırabilir.

KAYNAKLAR

1. Bonita R. Epidemiology of stroke. *Lancet* 1992; 8: 342-344.
2. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 1991; 325: 445-453.
3. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. MRC European Carotid Surgery Trial: Interim results for symptomatic patients with severe (70-99%) or mild (0-29%) carotid stenosis. *Lancet* 1991; 337: 1235-1243.
4. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. *N Engl J Med* 1998 12; 339: 1415-1425.
5. Executive Committee for the Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study. Endarterectomy for asymptomatic carotid artery stenosis. *JAMA* 1995; 273: 1421-1428.
6. Johnston DC, Chapman KM, Goldstein LB. Low rate of complications of cerebral angiography in routine clinical practice. *Neurology* 2001; 57: 2012-2014.
7. Modaresi KB, Cox TC, Summers PE, et al. Comparison of intra-arterial digital subtraction angiography, magnetic resonance angiography and duplex ultrasonography for measuring carotid artery stenosis. *Br J Surg* 1999; 86: 1422-1426.

8. Saloner D. Preoperative evaluation of carotid artery stenosis: comparison of contrast-enhanced MR angiography and duplex ultrasonography with digital subtraction angiography. *Am J Neuroradiol* 2003; 24: 1034-1035.
9. Nederkoorn PJ, Mali WP, Eikelboom BC, et al. Preoperative diagnosis of carotid artery stenosis: accuracy of noninvasive testing. *Stroke* 2002; 33: 2003-2008.
10. Jager HR, Moore EA, Bynevelt M, et al. Contrast-enhanced MR angiography in patients with carotid artery stenosis: comparison of two different techniques with an unenhanced 2D time-of-flight sequence. *Neuroradiology* 2000; 42: 240-248.
11. Buniet JM, Voiglio EJ, Amicabile C. Anatomy of the carotid arteries In: Henry M, Amor M, Theron J, Roubin GS (eds), *Carotid Angioplasty And Stenting*, Groupe Composer, France 1998, pp 19-37.
12. Davis WL, Jacobs J. Normal Vascular Anatomy. In: Anne G. Osborn (ed), *Diagnostic Neuroradiology*, Mosby, Philadelphia 1994, pp 117-153.
13. Taveras JM, Wood EH. *Diagnostic neuroradiology. (2 nd edition)*. Wiliams & Wilkins Company, Baltimore 1976; Volume 2, pp 576-615.
14. Taveras JM, Wood EH. *Diagnostic neuroradiology. (2 nd edition)*. Wiliams & Wilkins Company, Baltimore 1976; Volume 2, pp 778-805.
15. Taveras JM, Wood EH. *Diagnostic neuroradiology. (2 nd edition)*. Wiliams & Wilkins Company, Baltimore 1976; Volume 2, pp 515-516.
16. Merritt CR, Bluth EI. The future of carotid sonography. *Am J Roentgenol* 1992; 158: 37-39.
17. Ackerstaff RG, Grosveld WJ, Eikelboom BC, Ludwig JW. Ultrasonic duplex scanning of the prevertebral segment of the vertebral artery in patients with cerebral atherosclerosis. *Eur J Vasc Surg* 1988; 2: 387-393.

18. Middleton WD, Foley WD, Lawson TL. Flow reversal in the normal carotid bifurcation: color Doppler flow imaging analysis. *Radiology* 1988; 167: 207-210.
19. Carpenter JP, Lexa FJ, Davis JT. Determination of duplex Doppler ultrasound criteria appropriate to the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. *Stroke* 1996; 27: 695-699.
20. Alexandrov AV, Bladin CF, Maggisano R, Norris JW. Measuring carotid stenosis. Time for a reappraisal. *Stroke* 1993; 24: 1292-1296.
21. Carroll BA. Carotid sonography. *Radiology* 1991; 178: 303-313.
22. Taylor DC, Strandness DE Jr. Carotid artery duplex scanning. *J Clin Ultrasound* 1987; 15: 635-644.
23. Droste DW, Jurgens R, Nabavi DG, Schuierer G, Weber S, Ringelstein EB. Echocontrast-enhanced ultrasound of extracranial internal carotid artery high-grade stenosis and occlusion. *Stroke* 1999; 30: 2302-2306.
24. Luccichenti G, Cademartiri F, Lucidi V, Marchesi G, Ugolotti U, Pavone P. MR angiography of the carotid arteries: parameters affecting image quality. *Acad Radiol* 2003; 10: 520-526.
25. Edelman RR, Mattle HP, Atkinson DJ, Hoogewoud HM. MR angiography. *Am J Roentgenol* 1990; 154: 937-946.
26. Gullberg GT, Wehrli FW, Shimakawa A, Simons MA. MR vascular imaging with a fast gradient refocusing pulse sequence and reformatted images from transaxial sections. *Radiology* 1987; 165: 241-246.
27. Cloft HJ, Murphy KJ, Prince MR, Brunberg JA. 3D gadolinium-enhanced MR angiography of the carotid arteries. *Magn Reson Imaging* 1996; 14: 593-600.

28. Linera AJ, Benito-Leon J, Escribano J, Campollo J, Gesto R. Prospective evaluation of carotid artery stenosis: elliptic centric contrast-enhanced MR angiography and spiral CT angiography compared with digital subtraction angiography. *Am J Neuroradiol* 2003; 24: 1012-1019.
29. Randoux B, Marro B, Koskas F, et al. Carotid artery stenosis: prospective comparison of CT, three-dimensional gadolinium-enhanced MR, and conventional angiography. *Radiology* 2001; 220: 179-85.
30. Elgersma OE, Buijs PC, Wust AF, van der Graaf Y, Eikelboom BC, Mali WP. Maximum internal carotid arterial stenosis: assessment with rotational angiography versus conventional intraarterial digital subtraction angiography. *Radiology* 1999; 213: 777-783.
31. Hankey GJ, Warlow CP, Molyneux AJ. Complications of cerebral angiography for patients with mild carotid territory ischaemia being considered for carotid endarterectomy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1990; 53: 542-548.
32. Davies KN, Humphrey PR. Complications of cerebral angiography in patients with symptomatic carotid territory ischaemia screened by carotid ultrasound. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993; 56: 967-972.
33. Moneta GL, Edwards JM, Chitwood RW, et al. Correlation of North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) angiographic definition of 70% to 99% internal carotid artery stenosis with duplex scanning. *J Vasc Surg* 1993; 17: 152-157.
34. Fox AJ. How to measure carotid stenosis. *Radiology* 1993; 186: 316-318.
35. Rothwell PM, Gibson RJ, Slattery J, Warlow CP. Prognostic value and reproducibility of measurements of carotid stenosis. A comparison of three methods on 1001 angiograms. European Carotid Surgery Trialists' Collaborative Group. *Stroke* 1994; 25: 2440-2444.

36. Grayston JT, Kuo CC, Coulson AS, et al. Chlamydia pneumoniae (TWAR) in atherosclerosis of the carotid artery. *Circulation* 1995; 2: 3397-3400.
37. Martyn CN, Gale CR, Jespersen S, Sherriff SB. Impaired fetal growth and atherosclerosis of carotid and peripheral arteries. *Lancet* 1998; 352: 173-178.
38. Laitt RD, Lewis TT, Bradshaw JR. Blunt carotid arterial trauma. *Clin Radiol* 1996; 51: 117-122.
39. Kaplan P, Levinson M, Kaplan BS. Cerebral artery stenoses in Williams syndrome cause strokes in childhood. *J Pediatr* 1995; 126: 943-945.
40. Radford DJ, Perkins L, Lachman R, Thong YH. Spectrum of Di George syndrome in patients with truncus arteriosus: expanded Di George syndrome. *Pediatr Cardiol* 1988; 9: 95-101.
41. Nagasaka T, Shiozawa Z, Kobayashi M, Shindo K, Tsunoda S, Amino A. Autopsy findings in Down's syndrome with cerebrovascular disorder. *Clin Neuropathol* 1996; 15: 145-149.
42. Stoeckli SJ, Schuknecht B, Alkadhi H, Fisch U. Evaluation of paragangliomas presenting as a cervical mass on color-coded Doppler sonography. *Laryngoscope* 2002; 112: 143-146.
43. Arslan H, Unal O, Kutluhan A, Sakarya ME. Power Doppler scanning in the diagnosis of carotid body tumors. *J Ultrasound Med* 2000; 19: 367-370.
44. Mikami Y, Manabe T, Lie JT, Sakurai T, Endo K. Intramural sarcoma of the carotid artery with adventitial inflammation and fibrosis resembling inflammatory aneurysm. *Pathol Int* 1997; 47: 569-574.
45. Sell JJ, Seigel RS, Orrison WW, Roberts WS. Angiographic pattern change in fibromuscular dysplasia. A case report. *Angiology* 1995; 46: 165-168.

46. Ooba H, Takeda Y, Kato Y, Maruiwa H, Kobayashi H. Intracranial atypical fibromuscular dysplasia with ruptured aneurysm case report. *Neurol Med Chir* 2004; 44: 540-543.
47. Park SH, Chung JW, Lee JW, Han MH, Park JH. Carotid artery involvement in Takayasu's arteritis: evaluation of the activity by ultrasonography. *J Ultrasound Med* 2001; 20: 371-378.
48. Yasuda H, Kuroda S, Ushikoshi S, et al. Combined surgical and endovascular treatment of infected pseudoaneurysm after carotid endarterectomy. *Neurol Med Chir* 2005; 45: 37-40.
49. Adel MM, Randall TH, Constantine CP, et al. Endovascular management of extracranial carotid artery dissection achieved using stent angioplasty. *Am J Neuroradiol* 2000; 21: 1280-1292.
50. Faught WE, Mattos MA, van Bemmelen PS, et al. Color-flow duplex scanning of carotid arteries: new velocity criteria based on receiver operator characteristic analysis for threshold stenoses used in the symptomatic and asymptomatic carotid trials. *J Vasc Surg* 1994; 19: 818-827.
51. Gray WA. Endovascular treatment of extra-cranial carotid artery bifurcation disease. *Minerva Cardioangiol.* 2005; 53:69-77.
52. Eliasziw M, Rankin RN, Fox AJ, Haynes RB, Barnett HJ. Accuracy and prognostic consequences of ultrasonography in identifying severe carotid artery stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) Group. *Stroke* 1995; 26: 1747-1752.
53. Jackson MR, Chang AS, Robles HA, et al. Determination of 60% or greater carotid stenosis: a prospective comparison of magnetic resonance angiography and duplex ultrasound with conventional angiography. *Ann Vasc Surg* 1998; 12: 236-243.

54. AbuRahma AF, Robinson PA, Strickler DL, Alberts S, Young L. Proposed new duplex classification for threshold stenoses used in various symptomatic and asymptomatic carotid endarterectomy trials. *Ann Vasc Surg* 1998; 12: 349-358.

55. Hansen F, Bergqvist D, Lindblad B, Lindh M, Matzsch T, Lanne T. Accuracy of duplex sonography before carotid endarterectomy a comparison with angiography. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996; 12: 331-336.

56. Elgersma OE, van Leersum M, Buijs PC, et al. Changes over time in optimal duplex threshold for the identification of patients eligible for carotid endarterectomy. *Stroke* 1998; 29: 2352-2356.

57. Neale ML, Chambers JL, Kelly AT, et al. Reappraisal of duplex criteria to assess significant carotid stenosis with special reference to reports from the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial and the European Carotid Surgery Trial. *J Vasc Surg* 1994; 20: 642-649.

58. Yurdakul M, Tola M, Ozdemir E, Isiksalan, Ozbulbul N, Cumhuri T. Center specific duplex Doppler threshold values in carotid artery stenosis. *Tani Girisim Radyol* 2004; 10: 167-172.

59. Johnson MB, Wilkinson ID, Wattam J, Venables GS, Griffiths PD. Comparison of Doppler ultrasound, magnetic resonance angiographic techniques and catheter angiography in evaluation of carotid stenosis. *Clin Radiol* 2000; 55: 912-920.

60. Worthy SA, Henderson J, Griffiths PD, Oates CP, Gholkar A. The role of duplex sonography and angiography in the investigation of carotid artery disease. *Neuroradiology* 1997; 39: 122-126.

61. Young GR, Humphrey PR, Shaw MD, Nixon TE, Smith ET. Comparison of magnetic resonance angiography, duplex ultrasound, and digital subtraction angiography in assessment of extracranial internal carotid artery stenosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1994; 57: 1466-1478.

62. Borisch I, Horn M, Butz B, et al. Preoperative evaluation of carotid artery stenosis: comparison of contrast-enhanced MR angiography and duplex sonography with digital subtraction angiography. *Am J Neuroradiol* 2003; 24: 1117-1122.
63. Nicolaides AN, Shifrin EG, Bradbury, et al. Angiographic and duplex grading of internal carotid stenosis: can we overcome the confusion? *J Endovasc Surg* 1996; 3: 158-165.
64. Scarabino T, Carriero A, Magarelli N, et al. MR angiography in carotid stenosis: a comparison of three techniques. *Eur J Radiol* 1998; 28: 117-125.
65. Litt AW, Eidelman EM, Pinto RS, et al. Diagnosis of carotid artery stenosis: comparison of 2DFT time-of-flight MR angiography with contrast angiography in 50 patients. *Am J Neuroradiol* 1991; 12: 149-154.
66. Kido DK, Panzer RJ, Szumowski J, et al. Clinical evaluation of stenosis of the carotid bifurcation with magnetic resonance angiographic techniques. *Arch Neurol* 1991; 48: 484-489.
67. Pavone P, Marsili L, Catalano C, et al. Carotid arteries: evaluation with low-field-strength MR angiography. *Radiology* 1992;184: 401-404.
68. Laster RE Jr, Acker JD, Halford HH 3rd, Nauert TC. Assessment of MR angiography versus arteriography for evaluation of cervical carotid bifurcation disease. *Am J Neuroradiol* 1993;14: 681-688.
69. U-King-Im JM, Trivedi RA, Graves MJ, et al. Contrast-enhanced MR angiography for carotid disease: diagnostic and potential clinical impact. *Neurology* 2004; 62: 1282-1290.
70. Huston J 3rd, Fain SB, Wald JT, et al. Carotid artery: elliptic centric contrast-enhanced MR angiography compared with conventional angiography. *Radiology* 2001; 218: 138-143.

71. Townsend TC, Saloner D, Pan XM, Rapp JH. Contrast material-enhanced MRA overestimates severity of carotid stenosis, compared with 3D time-of-flight MRA. *J Vasc Surg* 2003; 38: 36-40.

72. Remonda L, Heid O, Schroth G. Carotid artery stenosis, occlusion, and pseudo-occlusion: first-pass, gadolinium-enhanced, three-dimensional MR angiography preliminary study. *Radiology* 1998; 209: 95-102.

TC.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI'NA

Güven Kahrıman'a ait "Karotid Arter Stenozlarının İncelenmesinde, Renkli Doppler Ultrasonografi ve Manyetik Rezonans Anjiyografinin Dijital Substraksiyon Anjiyografi İle Karşılaştırılması" adlı çalışma, aşağıdaki jüri tarafından 14 NİSAN 2005 tarihinde Radyodiagnostik Anabilim Dalı'nda oy birliği ile Tıpta Uzmanlık Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tarih : 27/04/2005

Başkan: Prof. Dr. Nevzat Özcan (Tez danışmanı) İmza

Üye: Prof. Dr. Mustafa Altınbaş İmza

Üye: Prof. Dr. Ali Ünal İmza

Üye: Doç. Dr. Ahmet Candan Durak İmza

Üye: Doç. Dr. Mustafa Öztürk İmza