

Ekstrakraniyal Karotis ve Vertebral Arter Darlıklarında 64 Kesitli BT Anjiyografi ile DSA Bulgularının Karşılaştırılması

Yüksel Balcı¹, Altan Yıldız¹, Anıl Özgür¹, Arda Yılmaz², Engin Kara¹

¹Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

²Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada ekstrakraniyal karotis ve vertebral arter (VA) darlıklarının tanısında 64 kesitli bilgisayarlı tomografik anjiyografinin (BTA)'nin etkinliği araştırılmıştır.

Hastalar ve Yöntem: Bu prospektif çalışmada merkezimize geçici iskemik atak, inme, hemipleji, baş dönmesi, hareket bozukluğu gibi sebeplerle refer edilen 45 hastaya ana karotid arter (AKA), internal karotid arter (İKA) ve vertebral arterlere yönelik BTA incelemeleri yapıldı. İş istasyonunda gerek aksiyel kesitlerden gerekse de maksimum intensite projeksiyonu (MİP) ile elde edilen görüntüler üzerinden darlık ölçümleri yapıldı. Daha sonra tüm hastalara dijital substraksiyon anjiyografisi (DSA) yapıldı. Olguların karotid ve VA darlıklarının dereceleri NASCET (North American Symptomatic Endarterectomy Trial) kriterlerine göre belirlendi. BTA ile elde edilen sonuçlar DSA bulguları ile istatistiksel olarak karşılaştırıldı.

Bulgular: BTA ile 42'si karotid (5 sol AKA, 18 sağ İKA, 19 sol İKA) ve 41'i VA (18 sağ VA, 23 sol VA) olmak üzere toplam 83 darlık saptandı. DSA ile bu olguların ikisi normal olarak değerlendirildi; 11'i evre 2, 24'ü evre 3, 14'ü evre 4, 15'i evre 5, ve 17'si evre 6 olmak üzere toplam 81 darlık tanısı kondu. DSA ile aksiyel-BTA sonuçları arasında %84, MİP-BTA sonuçları arasında ise %82 oranında uyum saptandı.

Sonuç: 64 kesitli BTA, ekstrakraniyal karotis ve vertebral arter darlıklarının değerlendirilmesinde etkili bir alternatif görüntüleme yöntemidir.

Anahtar sözcükler: bilgisayarlı tomografik anjiyografi, dijital substraksiyon anjiyografisi, karotis darlığı, vertebral arter darlığı

COMPARISON OF 64-DETECTOR-ROW COMPUTED TOMOGRAPHY ANGIOGRAPHY AND DIGITAL SUBTRACTION ANGIOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF CAROTID AND VERTEBRAL ARTERY STENOSIS

ABSTRACT

Purpose: In this study, our aim is to investigate the efficiency of 64-detector-row computed tomography (CT) angiography in the diagnosis of carotid and vertebral artery stenosis.

Patients and Methods: In this prospective study, we evaluated 45 patients who were referred to our department with suspected diagnoses such as transient ischemic attack, stroke, hemiplegia, vertigo using 64-detector-row CT angiography. Measurements of the stenoses were carried out on axial and maximum intensity projection (MIP) images, respectively, on the workstation. Subsequently, all patients were evaluated with digital subtraction angiography (DSA). Grades of the stenoses of carotid and vertebral arteries were determined by using North American Symptomatic Endarterectomy Trial (NASCET) criteria. Results of the 64-detector-row CT angiography were statistically compared with the findings of DSA.

Results: A total of 83 stenosis in 42 carotid arteries (5 left common carotid artery, 18 right internal carotid artery, 19 left internal carotid artery) and 41 vertebral arteries (18 right vertebral artery, 23 left vertebral artery) were found using CT angiography. At DSA; two of these stenosis were evaluated as normal and a total of 81 stenosis (11 grade 2, 24 grade 3, 14 grade 4, 15 grade 5 and 17 grade 6) were detected. Consistency ratio between DSA and axial CT images and between DSA and MIP CT images were 84 % and 82 %, respectively.

Conclusion: 64-detector-row CT angiography is an effective alternative imaging technique in the evaluation of carotid and vertebral artery stenosis.

Key words: computed tomography angiography, digital subtraction angiography, carotid stenosis, vertebral artery stenosis

Ateroskleroza bağlı serebrovasküler patolojiler en sık morbidite ve kardiovasküler hastalıklar ile kanserden sonra üçüncü en sık mortalite nedenidir (1). İnmenin %95'inden serebrovasküler patolojiler sorumlu olup, serebrovasküler patolojilere bağlı inme vakalarının da yaklaşık %80'inin sebebi iskemik inmedir.

Kateter anjiyografi, karotid arterlerin ve vertebrobaziler sistemin değerlendirilmesinde "altın standart" olarak kabul edilmekle birlikte, invaziv, morbiditesi yüksek ve pahalı bir görüntüleme tekniği olması nedeni ile tarama yöntemi olmaktan uzaktır. Bu nedenle ultrasonografi (US), manyetik rezonans anjiyografi (MRA), bilgisayarlı tomografik anjiyografi (BTA) gibi invaziv olmayan ya da minimum invaziv olan tanı araçları tarama yöntemi olarak daha çok seçilmektedir.

Renkli Doppler US (RDUS) ucuz, noninvaziv ve morfolojik-hemodinamik bilgi sağlayan önemli bir tarama testi olarak kullanılmaktadır. Ancak bu görüntüleme yönteminde kullanılan cihazın teknik donanımı, hastaya ait anatomik özellikler ve uygulayıcının deneyimi gibi faktörlerin belirleyici olması, yoğun plak kalsifikasyonu varlığında damar lümeninin görüntülenememesi gibi dezavantajlar mevcuttur. MRA özellikle ileri dereceli darlıklarda güvenilir bir yöntem olmakla birlikte, darlık derecelerini olduğundan fazla gösterme eğilimindedir (2). BTA hızlı, noninvaziv ve nispeten ucuz bir tetkiktir. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) sistemlerinin gelişimi özellikle BTA alanında çığır açmış olup, arkus aortadan intrakraniyal segmentlere dek tüm karotid-vertebral sistem birkaç saniye içerisinde arteriyel fazda görüntülenebilmektedir. BTA günümüzde karotid ve vertebral arter darlıklarının ve intrakraniyal anevrizmaların araştırılmasında digital subtraction anjiyografi (DSA)'ye ek olarak veya alternatif olarak kullanılmaktadır. Ancak kateter anjiyografi, bilinen üstünlükleri dolayısıyla günümüzde halen referans inceleme yöntemi olmayı sürdürmektedir.

Bu çalışmada ekstrakraniyal karotid ve vertebral arter darlığı mevcut olan 45 hastanın BTA ve DSA tetkiklerini karşılaştırarak BTA'nın ekstrakraniyal vasküler hastalıklarda tanılabilirliğini araştırmayı amaçladık.

Gereç ve yöntem

Bu çalışmaya Mayıs 2009-Kasım 2010 tarihleri arasında, merkezimize geçici iskemik atak (GİA) ve inme öyküsü, denge bozukluğu, baş dönmesi, baş ağrıları, hareket bozukluğu, işitme bozukluğu, görme bozukluğu gibi sebeplerle farklı kliniklerden ve çevre hastanelerden refere

edilen 45 hasta dahil edildi. Çalışma öncesinde kurumumuz Etik Kurulu'na başvurularak etik kurul onayı alındı ve tüm olgular çalışma hakkında bilgilendirildi. Hastaların ana karotid arter (AKA), internal karotid arter (İKA) ve vertebral arter (VA)'leri hem BTA hem de DSA ile incelendi. Olguların 37'si erkek (%82), 8'i kadındı (%18). Yaşları 48 ile 91 arasında değişmekteydi (yaş ortalaması 67.4). Olguların aterosklerotik karotid ve VA darlıklarının dereceleri North American Symptomatic Endarterectomy Trial (NASCET) kriterlerine göre hesaplandı. Karotid ve VA'lerdeki en dar segmentin aksiyel uzunluğu ile darlık distalinde normal kalibredeki karotid ve VA aksiyel uzunluğu oranlanarak darlık hesaplandı. Poststenotik dilate segment hesaplamalarda dikkate alınmayarak, dilatasyonun normale döndüğü lokalizasyondan ölçümler yapıldı.

Ekstrakraniyal karotid ve VA'ların DSA bulguları, aksiyel BTA ve maksimum intensite projeksiyon (MİP) rekonstrüksiyonları ile karşılaştırıldı. BTA ile elde edilen bulgular DSA bulguları ile karşılaştırılarak, BTA'nın bu konudaki tanılabilirliği araştırıldı. DSA ve BTA tetkikleri arasındaki süre 3 gün ile 30 gün arasında değişmekte olup ortalama 16 gündü.

DSA, Axiom Artis MP (Siemens, Erlangen, Germany) cihazı ile gerçekleştirildi. Tetkike ana femoral artere 5F-7F "introducer" yerleştirilerek başlandıktan sonra, arkus aortografi, selektif karotid, vertebral arter ve serebral anjiyografi çekimleri yapıldı. İncelemenin tamamı için gereken kontrast madde miktarı 150 cc'yi aşmadı.

BTA incelemeleri, Toshiba Aquilion 64 dedektörlü BT (Toshiba Medical Systems, Tokyo, Japan) cihazı ile gerçekleştirildi. Hasta sırtüstü pozisyonda yatırıldı ve dental amalgamı olan hastalarda artefaktları önlemek amacıyla baş mümkün olduğunca ekstansiyona getirildi. Hastalara çekim sırasında yutkunmamaları gerektiği, ancak çok yüzeysel nefes alabilecekleri belirtildi. Daha sonra anterior, posterior ve lateral servikal topogram alındı. Kontrastsız inceleme yapılmaksızın doğrudan kontrastlı çekim uygulanması için 95 ml noniyonik kontrast madde, antekübital vene yerleştirilen 20 G kanül yoluyla ve otomatik pompa enjektörü ile 2.5 ml/sn hızla verildi. Kontrast madde vermeye başlandıktan 15 sn sonra, inceleme alanı, kolimasyon 2 mm, masa hızı 4 mm/sn, tüp ayarları 120 kVp, 180 mA olacak şekilde kaudalden kraniale doğru tarandı. Çekim ortalama olarak 30 sn içerisinde sona erdi.

Matriks 512x512 iken, FOV (field of view) 110-190 mm arasında değişmekteydi. Çekim tamamlandıktan sonra kesit

Tablo 1. Aksiyel-BTA ile DSA'da saptanan darlıkların karşılaştırılması.

DSA	AKSİYEL BTA						Toplam
	Evre I	Evre II	Evre III	Evre IV	Evre V	Evre VI	
Evre I	141	2*	1*				144
Evre II		8	2*	1*			11
Evre III	1*		14	7*	2*		24
Evre IV				12	2*		14
Evre V				2*	13		15
Evre VI					1*	16	17
Toplam	142	10	17	22	18	16	225

*DSA ile uyumlu olmayan darlıklar

kalınlığı 0.5 mm olacak şekilde rekonstrüksiyon yapıldı. Görüntülenen alanın uzunluğuna göre kesit sayısı 90-120 arasında değişmekteydi. Aksiyel kesitlerde mural kalsifikasyonların kontrast maddeden ayırdedilebilmesi amacıyla pencere genişliği 500'e, pencere seviyesi ise 225'e ayarlandı.

Elde edilen aksiyel kesitlerden spiral BT cihazının çalışma istasyonunda bulunan MİP programı kullanılarak 3 boyutlu imajlar oluşturuldu.

Tüm hastaların DSA görüntüleri, aksiyel kaynak görüntüleri ve MİP imajları incelendikten sonra, darlık derecesi, NASCET kriterleri göz önüne alınarak ve damar çapı submilimetrik olarak ölçülerek her biri için ayrı ayrı hesaplandı.

Darlıkların sınıflandırılmasında altı derece kullanıldı:

Evre I: Normal

Evre II: Hafif derecede darlık (%1-29)

Evre III: Orta derecede darlık (%30-50)

Evre IV: Orta derecede darlık (%50-69)

Evre V: İleri derecede darlık(70-99)

Evre VI: Oklüzyon

Her olguda darlığın en belirgin olduğu projeksiyon kullanıldı. Ovoid biçimli darlıklarda arterin kısa çapı esas alındı. NASCET çalışması temel alınarak, darlığın en fazla olduğu yerden ölçülen rezidüel lümen genişliği aynı tarafta bulbus distalindeki servikal İKA'nın normal çapına bölündü. Bu değer 1'den çıkarılıp 100 ile çarpıldı ve darlığın yüzdesi elde edildi.

İstatistiksel analizde aksiyel BTA, MİP rekonstrüksiyonu ve DSA'nın darlık kategorileri ile ilgili sonuçları arasındaki uyumun ortaya koyulması için kappa testi uygulandı. Testlerin diagnostik performanslarında DSA test ölçümleri

altın standart olarak kabul edilerek testlerin diagnostik test istatistikleri evrelere göre hesaplandı. Hesaplamalarda SPSS 11.5 ve MedCalc®v11.0.1 paket programı kullanıldı.

Bulgular

BTA ile 45 olguya ait 225 damarın (45 sol AKA, 90 İKA, 90 VA) incelenmesi sonucu 42'si karotid (5 sol AKA, 18 sağ İKA, 19 sol İKA) ve 41'i VA darlığı (18 sağ VA, 23 sol VA) olmak üzere değişik evrelerde toplam 83 darlık saptandı. DSA'da bu darlıklardan ikisi normal olarak değerlendirildi ve toplam darlık sayısı 81 olarak belirlendi. Aksiyel BTA ile DSA bulguları Tablo 1'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Tablo 1). MİP-BTA ve DSA'da saptanan darlıklar ise Tablo 2'de karşılaştırılmıştır (Tablo 2).

Evre II hafif derecede darlık (%1-29): Aksiyel-BTA 8 olguda, MİP-BTA ise 9 olguda DSA ile uyumlu bulundu. Sağ İKA ve sağ VA'da aksiyel ve MİP-BTA ile evre II darlık olarak değerlendirilen iki olguda DSA ile anlamlı darlık izlenmedi. DSA ile sağ VA'da evre II darlık olarak değerlendirilen bir olgu aksiyel-BTA ile evre IV, MİP-BTA ile ise evre V darlık olarak değerlendirildi. Sol AKA'da DSA ve Aksiyel-BTA ile evre II darlık bulunan bir olgu ise MİP-BTA ile evre III olarak değerlendirildi.

Evre III orta derecede darlık (%30-49): Aksiyel BTA 14 olguda, MİP-BTA ise 11 olguda DSA ile uyumlu bulundu. (Tablo 17). DSA ile evre III darlık saptanan 7 olgu (6 sağ VA, 1 sol VA) aksiyel-BTA ile evre IV darlık olarak değerlendirildi. Sağ VA'da DSA ile evre III darlık saptanan 2 olguda ise aksiyel ve MİP-BTA görüntüleri evre V olarak değerlendirildi (Tablo 14). DSA ile evre III darlık saptanan 4 olguda (3 VA, 1 İKA) kalsifiye plaklar nedeniyle MİP imajlar ile darlık ölçümü yapılamadı. Bu olgulardan 3 tanesinde aksiyel-BTA sonuçları DSA ile uyumlu bulundu. Sağ VA darlığı bulunan diğer bir olgu ise aksiyel BTA'da evre IV olarak değerlendirildi.

Tablo 2. MİP-BTA ile DSA'da saptanan darlıkların karşılaştırılması.

DSA	MİP-BTA						Φ	Toplam
	Evre I	Evre II	Evre III	Evre IV	Evre V	Evre VI		
Evre I	141	2*	1*					144
Evre II		9	1*		1*			11
Evre III			11	7*	2*		4*	24
Evre IV			1*	7	4*		2*	14
Evre V			1*	1*	12		1*	15
Evre VI					1*	16		17
Toplam	141	11	15	15	20	16	7	225

*DSA ile uyumlu olmayan darlıklar

Φ: Kalsifiye plak ve yetersiz lümenal kontrastlanma nedeni ile MİP-BTA ile darlık ölçümü yapılamayanlar.

Evre IV Orta derecede darlık (%50-69): 14 olgunun aksiyel BTA imajları DSA ile uyumlu bulundu. MİP-BTA ise, 9 hastada DSA ile uyumlu idi. DSA ve aksiyel-BTA ile evre 4 olarak değerlendirilen 2 olgu (1 sağ VA, 1 sol VA) MİP-BTA'da evre V olarak, diğer bir olgu ise (sol VA) evre III olarak değerlendirildi. İki olguda tetkikten kaynaklanan yetersiz lümenal kontrastlanmaya bağlı olarak MİP-BTA yöntemi ile darlık ölçümü yapılamadı. MİP-BTA ile ölçüm yapılamayan bu 2 olguda da aksiyel BTA sonuçları DSA ile uyumlu bulundu. DSA'da evre IV darlık bulunan 2 hastada (1 sol İKA, 1 sol VA) ise hem aksiyel hem de MİP-BTA ile evre V darlık saptandı.

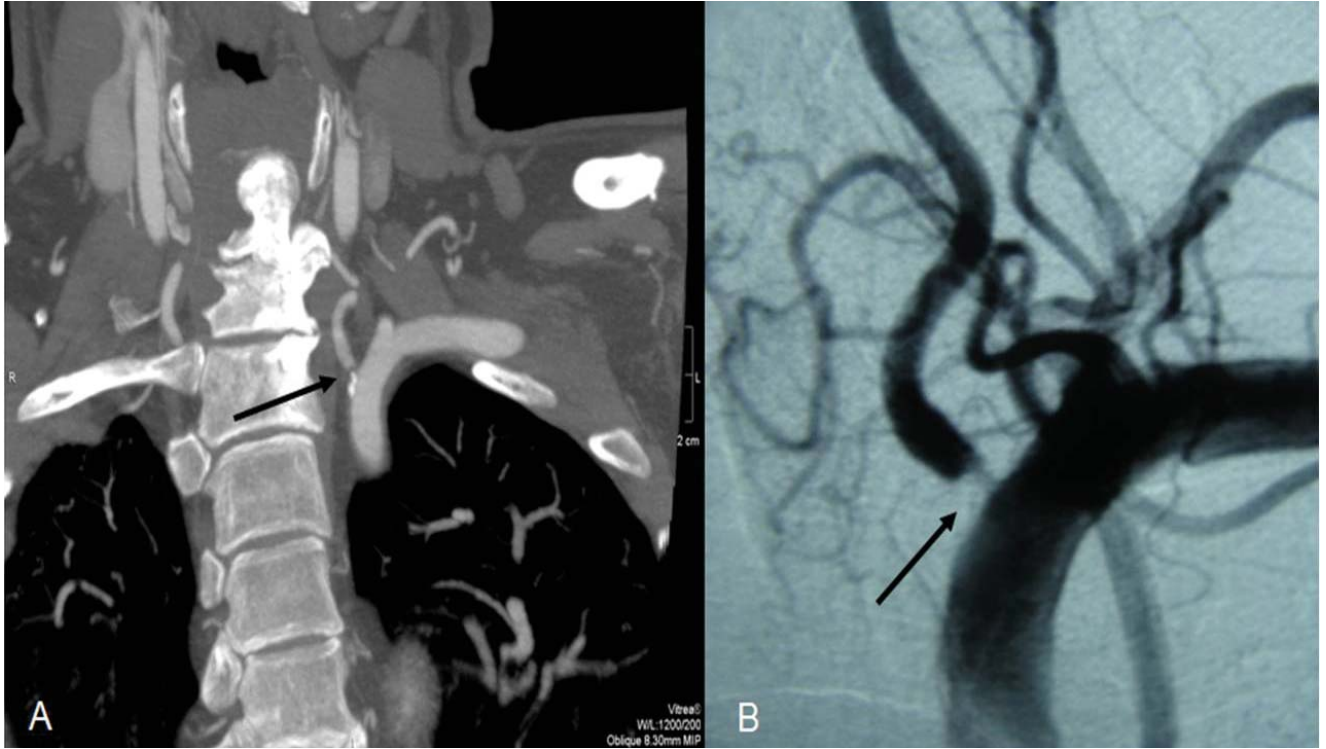
Evre V ileri derecede darlık (%70-99): Aksiyel-BTA 13 olguda ve MİP-BTA ise 12 olguda DSA ile uyumlu bulundu

(Şekil 1), (Şekil 2). DSA ile toplam 15 hastada ileri dereceli darlık saptandı. Sol VA darlığı olan ve DSA ile evre V olarak değerlendirilen bir olgu aksiyel ve MİP-BTA yöntemi ile evre IV olarak ölçüldü. Sol AKA'da DSA ile evre V darlık saptanan bir olguda yetersiz lümenal kontrastlanmaya bağlı olarak MİP-BTA yöntemi ile darlık ölçümü yapılamadı. Bu olguda aksiyel-BTA sonucu DSA ile uyumlu bulundu.

Evre VI (oklüzyon): DSA ile 8 karotid arter (7 sağ İKA, 1 sol AKA) ve 9 VA'da arterde (7 sol VA, 2 sağ VA) oklüzyon saptandı (Şekil 3). DSA ile sol VA'da oklüzyon saptanan bir olgu, aksiyel ve MİP-BTA imajları ile preoklüziv darlık (evre V) olarak değerlendirildi.



Şekil 1. Sagittal MİP-BTA (A) ve DSA (B) sol İKA proksimalinde evre 5 darlığa neden olan düzensiz plak (ok) oluşumunu gösteriyor. Darlığın her iki incelemede de benzer görünümde olduğu dikkat çekmektedir.



Şekil 2. Koronal MİP-BTA (A) ve DSA (B) sol vertebral arter orifisindeki preklüziv (evre 5) darlığı (ok) gösteriyor.



Şekil 3. Koronal oblik MİP-BTA (A) ve DSA (B) ile sağ İKA'da oklüzyon saptanıyor. Sağ EKA'nın (ok) normal olarak şekillendiği dikkati çekmektedir.

Çalışmamızda BTA ile en güvenilir sonuçlar aksiyel kesitlerden elde edilerek DSA ile 0.84 oranında uyum saptandı. Yetersiz lüminal kontrastlanmaya bağlı MİP-BTA ölçümü gerçekleştirilemeyen ve sadece aksiyel-BTA ile değerlendirilebilen 3 olgunun DSA bulguları BTA sonuçlarıyla %100 uyumlu idi. DSA ile MİP-BTA sonuçları arasında ise 0.82 oranında uyum belirlendi.

Tartışma

NASCET ve ECST (European Carotid Surgery Trial) yöntemlerinde, karotid ve VA orijin darlığının tanısında DSA altın standart olarak kabul edilmektedir (3). ECST yönteminde darlık derecesinin belirlenmesinde distal İKA yerine, tahmini olarak belirlenen bulbus çapı dikkate alındığı için darlıklar, NASCET'teki darlıklarla karşılaştırıldığında daha abartılıdır. İki farklı yaklaşım ile elde edilen darlık dereceleri birbiri ile karşılaştırıldığında; ECST yöntemindeki %80 lümen daralması, NASCET yöntemindeki %60 lümen daralmasına karşılık gelmektedir (3). Bununla birlikte ECST'de darlık dereceleri NASCET'te kullanılan yöntemle belirlendiğinde bu iki çalışmanın sonuçları birbiri ile uyumluluk göstermektedir (3).

Kateter anjiyografi, cerrahi girişimden sağlanan klinik fayda ile spesifik olarak korelasyon gösteren tek tanı yöntemidir. Aynı seansta hem ekstrakraniyal hem de intrakraniyal karotid ve vertebral arteriyel sistemi değerlendirmeye olanak sağlar. Ayrıca plak hakkında morfolojik bilgiler vererek cerrahi risk ve hastanın prognozu açısından önemli olabilecek mural tombüs ya da ülserasyonların saptanmasını sağlayabilir (4).

Kateter anjiyografi invaziv bir tetkik olup DSA yapılan olgulara ait çalışmalarda %0.1'in altında ölüm oranları bildirilmiştir (5). Buna ek olarak DSA'da iyonize radyasyon riski, hastanede kalma gerekliliği, kontrast madde alerjisi ve nefropati riskleri de mevcuttur. Femoral arter girişilerindeki tüm komplikasyon oranları yaklaşık %8.5'tir (6). En önemlisi inme olmak üzere kalıcı komplikasyon oranı %0.1-0.33 arasında değişmektedir. Geçici komplikasyon oranı %2.6 iken, lokal komplikasyon oranı %4.9'dur (6). Bununla birlikte kateter anjiyografi tecrübeli bir radyolog tarafından yapılırsa nörolojik morbidite riski azalmaktadır (7).

DSA'da nadir de olsa kalıcı sakatlık ve ölüm riski olması nedeniyle karotid ve VA darlıklarının saptanmasında yeni noninvaziv tanı araçlarına ihtiyaç bulunmaktadır. Bu araçlar başlıca RDUS, MRA ve BTA olup, geçtiğimiz 10-15

yıl boyunca bu araçların karotid ve VA darlıklarındaki tanı değerini araştıran birçok çalışma yapılmıştır.

Günümüzde, ülkemizde ve dünyada birçok merkezde karotid-vertebral arter darlıklarında sık rastlanan bir uygulama RDUS ve MRA'yı birlikte kullanmak ve bu test sonuçları arasında uyumsuzluk olduğu takdirde DSA'ya başvurmadır.

RDUS incelemede VA'ların büyük bölümleri renkli inceleme ile kolaylıkla görüntülenebilir. Ancak VA'lardaki anatomik varyasyonların sıklığı, nispeten ince çapta olmaları, derin lokalizasyonları ve vertebra transvers proseslerinin oluşturduğu teknik sınırlamalar nedeni ile RDUS inceleme VA değerlendirilmesinde karotid arterler kadar kolay olmamaktadır. VA orijini olguların %60-80'inde ortaya konulabilmektedir (8). VA darlıklarının büyük bir kesimi çıkımı düzeyindeki aterosklerotik plaklara bağlıdır. Bu düzeydeki damarın görüntülenmesindeki teknik zorluklar yanısıra uygun açılarda değerlendirme yapabilmek de çoğu kez olanaksızdır. Ayrıca VA hız ölçümleri her zaman güvenilir bilgiler sağlamaz. Kontralateral VA'nın ince olması ya da kollateral akımın devreye girmesi durumunda VA'larda darlık olmadığı halde yüksek hızlar saptanabilir. 100 cm/sn'in üzerindeki hızlarda darlık yönünden dikkatli değerlendirme yapılmalıdır. VA agenezisi/hipoplazisi durumlarında oklüzyon tanısında önemli güçlükler ortaya çıkmaktadır. RDUS incelemede VA darlıklarının değerlendirilmesinde mevcut olan bu zorluklar MRA ve BTA gibi alternatif yöntemlerin arayışını doğurmuştur.

RDUS'nin önemli bir dezavantajı da, total oklüzyonu subtotal oklüzyondan ayırtmada her zaman yeterli olmayışındır. Darlık oklüzyona doğru yaklaştıkça, akım hızı pek çok Doppler sistemiyle saptamanın mümkün olmadığı 2 cm/sn'in altına düşer.

RDUS ile anlamlı (>%50) darlık saptanan olgular iki grupta değerlendirilmektedir. Kritik darlığı olanlara (>%70) cerrahi ya da stentleme öncesi anjiyografi yapılmakta, %50-70 oranındaki darlıklara ise genellikle medikal olarak tedavi uygulanmakta ve RDUS ile takip edilmektedir (9). İleri evre darlığı olanlar dışında, kalsifiye plaklar, kısa boyunlu hastalar, bifürkasyonun çok düşük ya da yüksek konumlu olması gibi RDUS'nin yetersiz kaldığı durumlarda ya da oklüzyon gibi yapılacak tedaviyi etkileyecek durumlarda kesin tanı için anjiyografik inceleme gerekmektedir.

Son yıllarda, özellikle kontrastlı 3 boyutlu MRA ve çok kesitli BTA, karotid ve VA darlıklarının noninvaziv tanısına

büyük katkılarda bulunmuştur. MRA yavaş ya da kompleks akımı durağan dokuları ayırtmada yetersiz kaldığından darlık derecelerini olduğundan fazla gösterme eğilimindedir. Hatta normal olan arterleri bile MRA ile belirgin derecede daralmış gibi görmek mümkündür. Bunun nedeni karotid bulbusundaki laminer olmayan kan akımıdır. Kompleks akıma yol açan düzensiz darlıklarda bu abartılı görünüm daha da belirgindir. Ayrıca darlığın proksimalindeki ya da distalindeki kompleks akım dar segmentin uzunluğunun gerçek uzunluğundan fazla görünmesine neden olur. Dolayısıyla MRA'nın karotid arter darlıklarını saptamadaki duyarlılığı özgünlüğünden daha yüksektir (10). Özellikle 2 boyutlu (2D) time of flight (TOF) yöntemi akım ve saturasyon artefaktlarından dolayı darlık oranlarını olduğundan daha abartılı gösterme eğilimindedir (11).

Son yıllarda, iv. kontrast madde kullanılarak time to echo (TE) süresi çok kısa tutularak gerçekleştirilen kontrastlı, 3 boyutlu (3D) MRA, konvansiyonel MRA'daki temporal rezolüsyonun yeterli olmaması, yavaş ya da bulbusta kompleks akımdan kaynaklanan sinyal kaybına bağlı olarak darlık derecesinin ve dar segmentin uzunluğunun olduğundan fazla görülmesi gibi sınırlamaları ortadan kaldıran bir yöntem olarak uygulanmaya başlanmıştır. 3D MRA'da kontrast maddenin enjeksiyonu ile oluşan görüntü DSA'daki lüminogramın analogudur. 3D MRA ile istenilen projeksiyonda görüntüler rekonstrükte edilebilmektedir. 3D TOF MRA rezolüsyonunun daha yüksek olması nedeniyle ülserasyonun saptanmasında 2D TOF MRA'ya göre daha başarılıdır. Bununla birlikte MRA'nın ülserasyonun saptanması konusundaki duyarlılığı %27-71 arasında değişmektedir (12). Hareket görüntü kalitesini bozduğu için hastalar uyumlu olmalıdır.

Çok kesitli BTA, operatöre bağımlı olmayan, hızlı uygulanabilir bir görüntüleme yöntemi olup karotid arter darlığı tanısında yüksek duyarlılık ve özgünlük değerlerine sahiptir (13). Aksiyel kesitlerle, uygun pencere genişliği ve düzeyi sağlandığı takdirde, mural kalsifikasyon ve kontrast madde ayırımı kolaylıkla yapılabilmektedir. MİP ve Shaded surface display (SSD) imajlarında, lümeni çevreleyerek değerlendirmeyi imkansız kılan kalsifikasyonların varlığında bile rezidüel lümen rahatlıkla seçilebilmektedir. Aksiyel kesitlerde darlık derecesi çekim yüzeyi damara kabaca dik olduğu durumlarda doğru bir şekilde saptanabilmektedir. Ancak damar kıvrımlı ise görüntüleme düzlemi arter lümenine dik değil ise darlığı yanlış olarak ölçülebilir.

Karotid darlıklarında, şimdiye kadar gerçekleştirilen araştırmalar özellikle komplike yapıda, ülsere plakların emboli ve iskemik inme insidansını arttırdığını göstermektedir. Bu nedenle karotidin aterosklerotik tutulumunda, darlık oranı yanında plak karakterizasyonunun da önemli olduğu ortaya konmuş ve bu alanda hangi tetkikin başarılı olduğu araştırılmıştır. BTA'nın şimdiye dek yapılan çalışmalarda kalsifik, yağlı veya komplike yapıdaki plakları göstermede son derece başarılı olduğu ve küçük ülserasyonları bile ortaya koyabildiği saptanmıştır. DSA ülserasyona duyarlı bir tetkik olmakla beraber plak karakterizasyonunda başarılı değildir.

BTA arterlerin 3 boyutlu görüntülenmesinde çeşitli "post-processing" teknikleri sunmaktadır. Her tekniğin kendine özgü üstünlük ve sınırlamaları vardır. SSD rekonstrüksiyonlarında damar çapı seçilen eşik değerine göre değişiklikler gösterir. Eşik değeri seçilirken dikkatli olunmalıdır. Eşik değerinin yüksek seçildiği durumlarda, özellikle yüksek dereceli darlıklarda damar devamlılığı seçilemeyip yanlış oklüzyon tanıları konulabilir. Bu tekniğin bir diğer dezavantajı mural kalsifikasyon ile lümenal kontrast madde ayırımına olanak vermemesi, dolayısıyla darlık derecesini olduğundan daha az göstermesidir. Bu nedenle SSD metodunun tek başına kullanımı önerilmemektedir. MİP görüntülerde eşik değer seçilmediğinden damar devamlılığı gösterilebilmektedir. Ancak çevresel kalsifiye plaklar lümen kontrastını örtterek değerlendirmeyi güçleştirebilir. MİP tekniğinde, o anda inceleme alanındaki en yüksek piksel baz alınarak diğer tüm pikseller bu yüksek değer üzerinden değerlendirilir. Anjiyografiye en çok benzeyen görüntüler bu teknikte oluşturulur. Damar duvarındaki kalsifikasyonu lümendeki kontrast maddeden en iyi ayıran teknik budur. Volüm rendering tekniği (VRT) ile vasküler yapılar 3 boyutlu olarak ortaya konabilmekte ve darlıklar doğru olarak saptanabilmektedir. VRT'nin SSD ve MİP tekniklerine olan avantajı özellikle damar duvar kalsifikasyonlarından etkilenmemesidir.

Alvarez-Linera J. ve ark. kalsifiye plakların BTA için bir sınırlama olduğunu öne sürmektedir (14). Ancak çalışmamızdaki deneyimlerimize göre uygun "postprocessing" teknikleri ile bunun üstesinden gelinebilmektedir. Örneğin, uygun "software" ile kalsifikasyonların uzaklaştırılması darlığı abartma riski taşıdığından ve fazla zaman gerektirdiğinden uygun bir teknik olamaz. Ancak, MPR ile özellikle "curved" reformatlarla tüm trase net şekilde izlenebilir. Maksimal darlığın olduğu düzeyde çepeçevre kalsifik plak olsa dahi bu bölgeye yönelik "curved" reformatlar ile değerlendirme yapılabilir. Bu olanaklar yoksa, transvers oblik rekonstrüksiyonlar da kullanılabilir. Kontrast madde ve

mural kalsifikasyonların atenüasyon değerleri farklı olduğundan uygun pencere ayarları ile bu imajlardan rahatlıkla rezidiv lümen çapı ölçümü yapılabilir.

ÇKBT cihazlarının gelişmesi ile arkus aortadan itibaren intrakraniyal kesim dahil tüm karotid sistem 10 sn gibi kısa bir sürede arteriyel fazda taranabilmektedir. Böylece yaygın aterosklerotik hastalığı olan olgularda birden fazla seviyedeki darlık tek bir çalışmada gösterilebilmektedir. BTA'nın Doppler US ile saptanamayan çok sayıda lezyonu gösterilebildiği ortaya konmuştur. (15).

Johnson ve arkadaşları (16) pencere genişliğini daraltarak görüntü netliğini arttırmaya çalışmışlardır. İKA darlığının yüzdesinin değerlendirilmesi DSA ile yaklaşık aynı doğrulukta olmuştur. Ancak tama yakın darlığı olan 3 vakada darlık bölgesindeki rezidüel lümen saptanamamış, bu da gri alanın azalmasına neden olan trapezoid eğimindeki artışa bağlanmıştır.

Vertebral arterlerin değerlendirilmesinde de BTA oldukça etkindir. Farres ve arkadaşları vertebral arter çıkımındaki lezyonları saptamada DSA ile BTA'yı karşılaştırdıkları çalışmalarında DSA'da darlık saptanan tüm olgularda BTA ile darlığı gösterebilmişlerdir (17). Buna ek olarak DSA'nın darlığı göstermede yetersiz kaldığı 4 olguda darlık BTA ile gösterilebilmiştir. Çok kesitli BTA ile VA değerlendirilmesi oldukça başarılı olabilmekte, özellikle "postprocessing" programları ile anjiyografiye benzer kaliteli görüntüler elde edilebilmektedir.

BTA'da aksiyel kesitler sayesinde, hangi açıdan bakıldığında darlığın en belirgin olduğu açık bir şekilde ortaya konulabilmektedir. Aksiyel-BTA ile MİP-BTA tekniğinin özellikle ileri derecedeki darlıkları saptamada yüksek duyarlılık ve özgünlük değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Yapılmış olan pek çok çalışmada da benzer sonuçların olduğu bildirilmektedir (17-21).

Yapmış olduğumuz bu çalışmada DSA ile en yüksek uyumluluk gösteren sonuçlar aksiyel imajlardan elde edilmiştir. DSA ile aksiyel-BTA'nın uyumluluk oranı 0.84 olarak bulunmuştur. MİP-BTA ile DSA sonuçları arasında ise 0.82 oranında uyum saptanmıştır. Çalışmamızda MİP-BTA ile darlık ölçümü yapılamayan 7 lezyon mevcuttur. Bu bulgular literatürdeki çalışmalar ile uyumlu olup pek çok araştırma aksiyel-BTA'nın karotid arter darlıklarının değerlendirilmesinde MİP-BTA'dan daha güvenilir olduğunu ortaya koymuştur (1). Bu durum, arter duvarındaki halkasal

kalsifikasyonların MİP görüntülerde lümeni tamamen kapatmasına bağlanmaktadır (1).

Karotid ve vertebral arterlerin preoklüziv darlıklarında endarterektomi ya da stent uygulanmaktadır. Ancak oklüzyonda sadece medikal tedavi yöntemleri kullanılmaktadır. Bu nedenle preoklüziv darlığın oklüzyondan ayrımı oldukça önemlidir. Literatürdeki yapılan BTA çalışmalarının birçoğunda ileri derecedeki darlık ve oklüzyon ayrımının %100 doğrulukla yapılabildiği bildirilmektedir (20). Bizim çalışmamızda sol vertebral arteri oklüde olan bir olgu hem aksiyel-BTA hem de MİP-BTA imajları ile preoklüziv olarak değerlendirilmiş olup, bu yanlış değerlendirmenin öncelikle solunum artefaktına bağlı olduğu düşünülmüştür

Plak morfolojisinin hastada tercih edilecek tedavi yöntemi açısından önemi büyüktür. Plaktaki ülserasyon ve düzensizliklerin inme riskini arttırdığı bilinmektedir. Bazı araştırmacılara göre ülserasyon içeren plaklar perkütan translüminal anjioplasti (PTA) ve stent için kontraendikasyon oluşturmaktadır (22). DSA plak ülserasyonlarını saptamakta oldukça yetersizdir (23). BT kalsifikasyonun gösterilmesinde diğer modalitelerden üstün olup çok ince kalsifikasyonları bile gösterebilmektedir. Özellikle aksiyel kesitlerle mural kalsifikasyonu kontrast maddeden ayırt etmek, hem damar duvarını hem de lümenini ayrıntılı olarak incelemek mümkündür. Ancak yoğun ve lümeni çepeçevre saran mural kalsifikasyonların, ışın sertleşmesi artefaktına yol açarak lüminal opasiteyi azaltabileceği unutulmamalıdır.

Çok kesitli BTA'nın diğer bir avantajı kemik yapıları göstermedeki üstünlüğüdür. Bu özelliği sayesinde spinal kanal ve kemik yapısı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Vasküler patolojilere eşlik eden kemik ve/veya parankimal lezyonlar tespit edilebilir. Bununla birlikte özellikle kafa tabanındaki kemiklere komşu vasküler yapıların BTA ile değerlendirilmesinde zorluklar yaşanabilmektedir (24). Sayısal çıkarım yaparak arka plandaki kemik yapıları baskılayan BTA teknikleri ile bu zorlukların üstesinden gelinse de, bu tekniklerin özellikle kalsifiye darlıkları olduğundan abartılı gösterdiği ortaya konmuştur (24, 25).

İyonizan radyasyon içermesi ve nefrotoksik kontrast madde kullanımı gerektirmesi BTA'nın dezavantajlarıdır. Kontrast madde kullanımı, özellikle böbrek ve kalp yetmezliği olan hastalarda yöntemin uygulanmasını sınırlamaktadır. Çok kesitli BTA yüksek duyarlılık ve özgünlük değerleri ile karotid ve vertebral arterlerin tıkaçıcı hastalıklarında RDUS, MRA ve DSA'nın yerini alabilecek etkin ve noninvaziv bir yöntemdir.

Yapmış olduğumuz çalışmada karotid ve vertebral arter darlıklarının karakterizasyonunda en güvenilir sonuçlar aksiyel BTA imajlarından sağlanmış olup, MİP-BTA tekniği ile ileri derece darlıklarda ve oklüzyonda başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları BTA ile bu konuda yapılmış olan daha önceki çalışmalarla uyumludur (17-21).

Kaynaklar

1. Silvennoinen HM, Ikonen S, Soenne L, Railo M, Valanne L. CT angiographic analysis of carotid artery stenosis: comparison of manual assessment, semiautomatic vessel analysis, and digital subtraction angiography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2007; 28: 97-103.
2. Masaryk TJ, Obuchowski NA. Noninvasive carotid imaging: caveat emptor. *Radiology* 1993; 186:325-31.
3. Barnett HJ, Taylor DW, Eliasziw M, Fox AJ, Ferguson GG, Haynes RB. et al. Benefit of carotid endarterectomy in patients with symptomatic moderate or severe stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *N Eng J Med* 1998; 339:1415-25.
4. Wolpert SM, Caplan LR. Current role of cerebral angiography in the diagnosis of cerebrovascular diseases. *AJR* 1992; 159:191-7.
5. Davies KN, Humphrey PR. Complications of cerebral angiography in patients with symptomatic carotid territory ischemia screened by carotid ultrasound. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993; 56: 967-72.
6. Grossman RI, Yousem DM. *Neuroradiology: the requisites. Cranial Anatomy.* 2nd edition. Pennsylvania: Elsevier Inc (ABD) 2003; 88.
7. McLvor J, Steiner TJ, Perkin GD, Greenhalgh RM, Rose FC. Neurological morbidity of arch and carotid arteriography in cerebrovascular disease. The influence of contrast medium and radiologist. *BJR* 1987; 60:117-22.
8. Chen CJ, Lee TH, Hsu HL, Tseng YC, Lin SK, Wang LJ, et al. Multislice CT angiography in diagnosing total versus near occlusions of the internal carotid artery: comparison with catheter angiography. *Stroke* 2004; 35: 83-5.
9. Robinson ML, Sacks D, Perlmutter GS, Marinelli DL. Diagnostic criteria for carotid duplex sonography. *AJR* 1988; 151:1045-9.
10. Gil-Peralta A, Mayol A, Marcos JR, Gonzalez A, Ruano J, Boza F, et al. Percutaneous transluminal angioplasty of symptomatic atherosclerotic carotid arteries: results, complications, and follow-up. *Stroke* 1996; 27: 2271-3.
11. Bhadelia RA, Bengoa F, Gesner L, Patel SK, Uzun G, Wolpert SM, et al. Efficacy of MR angiography in the detection and characterization of occlusive disease in the vertebrobasilar system. *J Comput Assist Tomogr* 2001; 25:458-65.
12. Aschenbach R, Eger C, Basche S, Vogl TJ. Grading of carotid artery stenosis using high resolution dynamic magnetic resonance angiography in comparison to intraarterial digital subtraction angiography. Are stenosis over 70% reliably detectable? *Rofo.* 2004; 176: 357-62.
13. Rubin GD, Shiau MC, Schmidt AJ, Fleischmann D, Logan L, Leung AN, et al. Computed tomographic angiography: historical perspective and new state-of-the-art using multi detector-row helical computed tomography. *J Comput Assist Tomogr* 1999; 23: 83-90.
14. Alvarez-Linera J, Benito-Leon J, Escibano 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. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2003; 24: 1012-9.
15. Oliver TB, Lammie OA, Wright AR, Wardlaw J, Patel SG, Peek R, et al. Atherosclerotic plaque at the carotid bifurcation: CT angiographic appearance with histopathologic correlation. *AJNR* 1999; 20:897-901.
16. Johnson PT, Heath DG, Bliss DF, Cabral B, Fishman EK. et al. Three-dimensional CT: real-time interactive. *AJR* 1996; 167:581-3.
17. Farres MT, Grabenwoger F, Magometschnig H, Trattinig S, Heimberger K, Lammer J. et al. Spiral CT angiography: study of stenoses and calcification at the origin of the vertebral artery. *Neuroradiology* 1996; 38:738-43.
18. Willinsky RA, Taylor SM, TerBrugge K, Farb RI, Tomlinson G, Montanera W. Neurologic complications of cerebral angiography: prospective analysis of 2,899 procedures and review of the literature. *Radiology* 2003; 227(2): 522-8.
19. Napoli A, Fleischmann D, Chan FP, Catalano C, Hellinger JC, Passariello R, et al. Computed tomography angiography: state-of-the-art imaging using multidetector-row technology. *J Comput Assist Tomogr.* 2004; 28(suppl 1): 32-45.
20. Chen CJ, Lee TH, Hsu HL, Tseng YC, Lin SK, Wang LJ, et al. Multislice CT angiography in diagnosing total versus near occlusions of the internal carotid artery: comparison with catheter angiography. *Stroke* 2004; 35: 83-5.
21. Bartlett ES, Walters TD, Symons S, Fox AJ. Quantification of carotid stenosis on CT angiography. *AJNR* 2006; 27: 13-9.
22. Moore WS, Krupski WC. Indications, surgical technique and results for repair of extracranial occlusive lesions. In Rutherford RB ed: *Vascular Surgery*, ed 5. Philadelphia, WB Saunders, 2000:1789-822.
23. Streifler JY, Eliasziw M, Fox AJ, Benavente OR, Hachinski VC, Ferguson GG, et al. Angiographic detection of carotid plaque ulceration. Comparison with surgical observations in a multicenter study. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. *Stroke* 1994; 25: 1130-2.
24. Buerke B, Puesken M, Wittkamp G, Stehling C, Ditt H, Seidensticker P, et al. Bone subtraction CTA for transcranial arteries: intra-individual comparison with standard CTA without bone subtraction and TOF-MRA. *Clin Radiol* 2010; 65(6):440-6.
25. Buerke B, Wittkamp G, Seifarth H, Heindel W, Kloska SP. Dual-energy CTA with bone removal for transcranial arteries: intraindividual comparison with standard CTA without bone removal and TOF-MRA. *Acad Radiol* 2009; 16(11):1348-55

Gerek çalışmamız gerekse literatürdeki bilgiler, ekstrakranial karotid ve vertebral arter darlıklarının değerlendirilmesinde BTA'nın kateter anjiyografinin yerini alma potansiyeline sahip bir modalite olduğunu göstermektedir. Bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi ile BT cihazlarının kullanım alanlarının ve tanı yeteneklerinin daha da artacağı mutlaklıdır.