


İskemik İnme Etiyolojisi Belirlemede US ve Doppler US

Mustafa Seçil 

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Karotid ve vertebral arterlerde ultrasonografi ve Doppler ultrasonografi tekniği
- İnme etiyojisini belirlemede ultrasonografinin rolü
- İnmede ultrasonografi ve Doppler ultrasonografinin görüntüleme bulguları

Seçil M. İskemik İnme Etiyolojisi Belirlemede US ve Doppler US. Trd Sem 2021; 9: 204-217.

GİRİŞ

Ultrasonografi (US) karotid arterlerin yüksek çözünürlükte morfolojik değerlendirmesi için en duyarlı ve en güvenilir yöntemdir [1-5]. Morfolojik bilgiye ek olarak renkli ve spektral Doppler US ile gerçek zamanlı olarak damar lezyonlarının yarattığı akım değişikliklerini gösterme avantajına da sahiptir. Vertebral arterlerin de orijin ve intervertebral foramenler arasındaki seyirleri boyunca US ile değerlendirilmesi ve Doppler US ile hemodinamisi konusunda bilgi edinilmesi mümkündür. Tanımlanan bu yönleriyle US, ateroskleroz açısından risk grubu hastalarında ucuz, zararsız, güvenilir bir tarama testi, semptomatik hastalarda da değerli bir tanı aracıdır. Yöntemin en önemli ve belki de tek sınırlılığı uygulayıcıya bağımlı olması ve uygulamadan kaynaklanan önemli oranda hata riskleri taşımasıdır [6]. Bu makalede iskemik

İNME etiyojisini belirlemede US ve Doppler US'un rolü ele alınacaktır.

TEKNİK

KAROTİD ARTERLER

Hasta pozisyonu sırtüstü, baş hiperekstansiyonda, boyun nötral ya da değerlendirilen tarafın aksi yönüne 30-45° açı verilmiş şekilde olmalıdır. İnceleme için yüksek çözünürlüklü, lineer dizilimli problar kullanılır. İncelemelerin çoğunluğu için frekans aralığı 5-18MHz aralığındaki vasküler amaçlı tasarlanmış lineer problar yeterlidir [6]. Yüksek yerleşimli karotid ayrımı varyasyonu durumunda kafa tabanı tarafının değerlendirilmesinde ve karotid arterlerin aortadan çıkış bölgelerinin görüntülenmesinde daha düşük frekanslı mikrokonveks veya konveks prob ile incelemenin desteklenmesi uygundur. İnceleme 3 basamaktan oluşur: 1.

Gerçek zamanlı B-mod/gri-skala görüntüleme (aksiyal ve longitudinal), 2. Renkli Doppler US (RDUS) (aksiyal ve longitudinal) ve 3. Spektrel Doppler US (longitudinal).

Gri-skala Görüntüleme

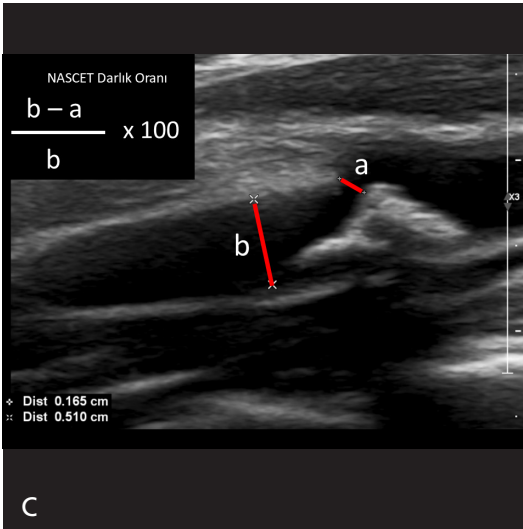
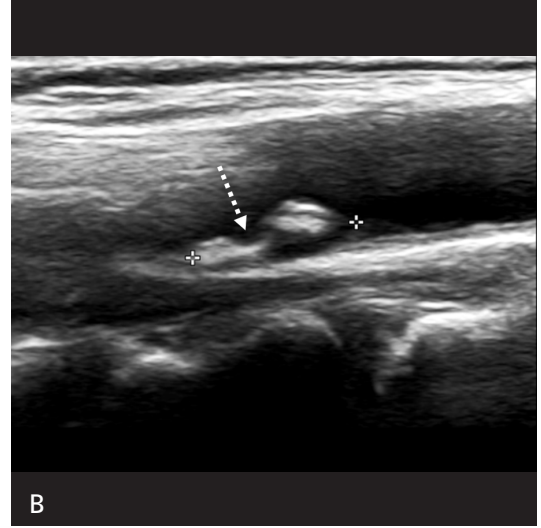
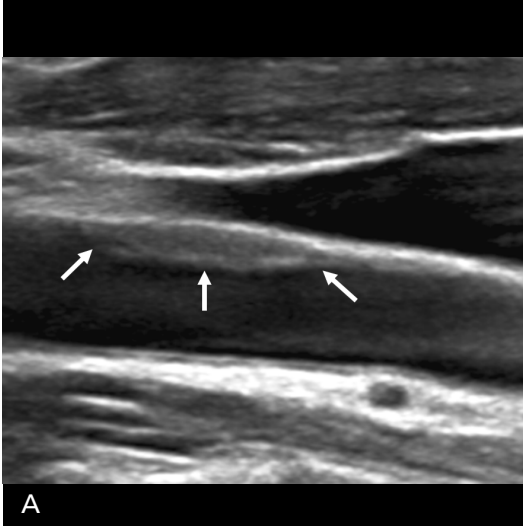
Proben supraklavikuler ve suprasternal boşluğa kaudal açıldırılması ile her iki karotid arterin görülebildiği en proksimal kesimlerinden kranialde karotid ayrılma sonrası izlenebilen kesime dek karotid arter ve dalları, transvers ve longitudinal planda değerlendirilmelidir. Gri-skala inceleme genel morfolojik değerlendirme için kullanılır. Karotid arter intima-media kalınlık (İMK) ölçümü, plak varlığının saptanması ve plak yapısının değerlendirilmesi, yöntemin başlangıç ve yol gösterici basamaklarıdır. Karotid İMK artışı aterosklerozun en erken morfolojik bulgusu olarak kabul edilmektedir [7]. Karotid İMK ölçümü tam longitudinal planda ön ve arka duvarın bir arada görüldüğü, arka duvarda intimaya ait lümenle aradaki hiperekojen yansıma ve media tabakasının derinindeki media-adventisya tarafından oluşturulan hiperekojen yansıma arasındaki katmanlardan yapılmaktadır (Resim 1). Ölçüm, görüntünün olabildiğince büyütülmesi sonrasında tanımlanan bu alanlardan gözün algılayabildiği noktalar arasından gerçekleştirilir. En az üç ölçüm yapılarak ortalaması dikkate alınır. Öte yandan cihazlarda yer alan yazılımlar sayesinde ölçüm otomatik olarak da sağlanabilir. Ölçümler ideal olarak karotid bifurkasyonunun yaklaşık 1 cm proksimalinden ana karotid arterde plak bulunmayan en kalın yerden yapılmalıdır. Karotid İMK normalde 0,8 mm'den küçük olmalıdır. Bu değer aşılması durumunda kardiyovasküler ve serebrovasküler olay riskinin arttığını gösteren çok sayıda çalışma bulunmaktadır [7, 8]. İMK'nın 1,0 mm'yi aşmış olması kesin patolojik olarak kabul edilmektedir. Bölgesel kalınlaşmanın 1,5 mm'nin üzerine çıkması ise plak olarak tanımlanır.

Karotid arter plaklarının konum ve dağılımının belirlenmesi, yapılarının tanımlanması morfolojik incelemenin ikinci basamağını oluş-



Resim 1. İntima-Media Kalınlık Ölçümü – Arka duvarda en kalın yerden, lümen intima arayüzünün ekojen çizgisiyle media-adventisya arasındaki ekojen arayüz çizgisi arasındaki kalınlık (+ işaretleri).

turur. Plakların en sık yerleşim yeri, klasik olarak karotid bulbus ve bifurkasyon noktasıdır. Başta bu düzeyler olmak üzere karotid sistemde herhangi bir düzeyde plak oluşumu görülebilir. Plakların sınıflanması konusunda değişik görüşler bulunmakla birlikte plaklar yapısal olarak homojen ve heterojen olarak ikiye ayrılabilir. Ancak daha önemli olan inme riski taşıyan kopmaya ya da yırtılmaya aday “vulnerable” (hassas) plağın belirlenmesi, tanısı ve izlemidir [9-13]. Homojen plaklar fibröz (yumuşak) ya da kalsifiye (sert) olabilir, içyapıları homojen, yüzeyleri de düzgündür. Heterojen plaklar ise plak içi kanama ya da değişken miktarda yağ içeriği ve enflamasyon nedeniyle kompleks içyapıda görülür, yüzey kapsülünde devamsızlık olabilir, ülserasyon bulunabilir (Resim 2). Bu tür plaklar küçük parça kopmaları ya da yüzey ülserasyonların yarattığı lokal türbülans nedeniyle önemli tromboemboli kaynaklarıdır. Plak saptanması durumunda Doppler incelemesi ile plağın saptandığı alan ve morfolojik yapısı belirtilmelidir. Saptanan plak görüntülerinin tercihen video ile kaydedilmesi morfolojinin takibi açısından önemlidir. Hassas plak değerlendirmesinde ultrasonografik kontrast madde kullanılmasını öneren çalışmalar vardır [14, 15]. Ancak ülkemizde olmadığından bu konu-



Resim 2. A-C. (A) Ana karotid arter ön duvarında içeriği yumuşak doku ekojenitesinde homojen yüzeyi düzgün plak izleniyor. (B) Internal karotid artere uzanan, arka duvar yerleşimli, kalsifikasyonlar içeren heterojen plak görülüyor. Plakta yer alan ülser alanı noktalı ok ile işaretli. (C) Kuzey Amerika (NASCET) ekolüne göre en dar segmentin distaldeki normal kalibrasyona oranlanması esas alınmaktadır. En dar çap normal çaptan çıkarılır ve fark normal çapa oranlanır. Bu örnekte hesaplanacak olursa darlık oranı : $(0,51 - 0,16) / 0,51 \times 100 = \% 68,6$ olarak hesaplanıyor.

da deneyim bulunmamaktadır. Damar duvar ya da plak sertliğini ölçmek için çalışmalar yapılmaktadır [16], bu alandaki bilgi birikimi henüz genelleştirme yapacak ve gündelik pratiği etkileyecek kadar net değildir.

Renkli Doppler US (RDUS)

Transvers Eksen

Karotid arterler gri-skala incelemede olduğu şekilde RDUS'ta da en proksimalden en distale dek izlenebilen tüm alanlarında öncelikle aksiyal planda değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme birkaç nedenle önemlidir ve asla atlanmamalıdır. Öncelikle karotid arterler ile

internal ve eksternal dallarının açık olup olmadığı ve yönleri değerlendirilir. Karotid ayrılma düzeyi, varsa varyasyonu ya da tortiyözitesi saptanır, internal ve eksternal karotid arterlerin hangileri olduğu belirlenir. İnternal karotid arterin lateralde, eksternal karotid arterin ise medialde seyrettiği klasik bir bilgi olmakla birlikte dallanma varyasyonları hiç de az değildir. İnternal karotid arter, kafa içerisine girmeden önce dal vermediğinden dallanma gösteren arter eksternal karotid arterdir. Bu dallanma en iyi aksiyal RDUS bakışıyla gösterilebilir. Bu çok temel ve pratik yarar yanı sıra aksiyal RDUS bakışıyla doğrudan tanı konabilecek patolojiler de bulunmaktadır. Proksimaldeki kritik düzeyli bir ana karotid arter darlığı ve buna bağlı eks-

ternal-internal karotid arter çalma fenomeni, ana karotid arter diseksiyonu ya da oklüzyonu bunlar arasında sayılabilir.

Longitudinal Eksen (Uzun Eksen)

Longitudinal planda yapılan RDUS bakışı bir sonraki inceleme basamağıdır. Ana karotid arter takip edilir, internal ve eksternal karotid arter dallanması uzun eksen de görüntülenir. En yüksek Doppler sinyali elde edebilmek için renk örnekleme penceresi sağlanabilen en küçük açı ile ayarlanır. En küçük açı ile örnekleme sağlanabilmesi için uygun manipülasyon yanı sıra cihazlarda yer alan “steer” tuşları ile açının yönlendirilmesi gereklidir.

RDUS ile daha önceden saptanmış olan plak düzeyindeki darlıkların “aliasing”e yol açıp açmadığı değerlendirilir. Bu alanlar spektral örnekleme yapılması gereken, akımın en fazla etkilendiği alanlardır. Ayrıca darlık alanlarında doku vibrasyonlarına bağlı damar çevresinde renk artefaktları tanıya yardımcıdır, ancak renk kazanç parametresinin optimal kullanılmakta olduğundan emin olunmalıdır.

Spektral Doppler US

Karotid arter darlığının varlığı ve şiddetinin belirlenmesindeki en önemli ölçüt akım hız değerleridir. Hız değerlerinin açığa bağımlı olması nedeniyle uygun olmayan örnekleme yanlış tanıya götürebilir. O nedenle uygulama tekniğinin optimal olması spektral değerlendirme için çok önemlidir. Akımın spektral örnekleme longitudinal planda lümen merkezine yerleştirilen spektral örnekleme aralığı / penceresi ile gerçekleştirilir. Spektral örnekleme gri-skala görüntü üzerine yerleştirilen pencere ile de yapılabilir ancak renk penceresi içerisine spektral pencere yerleştirilmesi tercih edilen yöntemdir. Spektral örnekleme aralığının maksimum sinyalin alınabilmesi için en düşük açı ile akımı karşıdan görmeyi hedefleyen şekilde yerleştirilmesi gereklidir. Karotid arterleri tam karşıdan ya da tam arkadan örnekleme mümkün olmadığından elde edilen spektrumda mutlaka açı kaynaklı hız hesaplama hatası vardır.

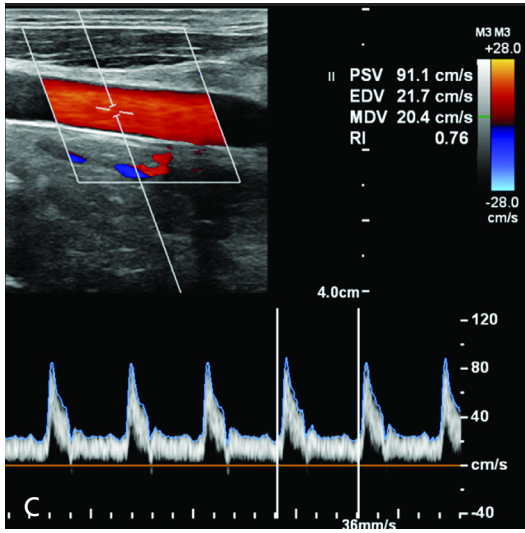
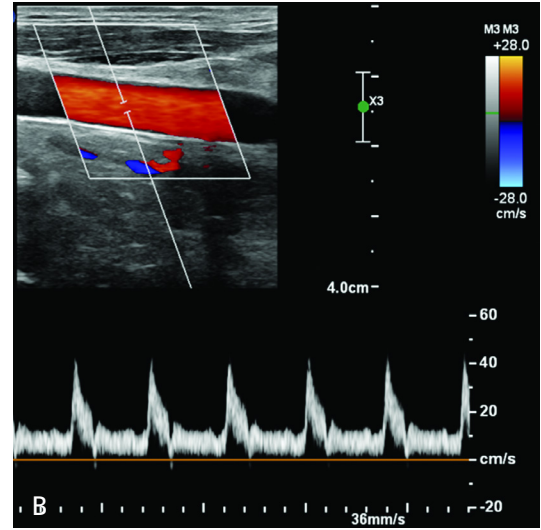
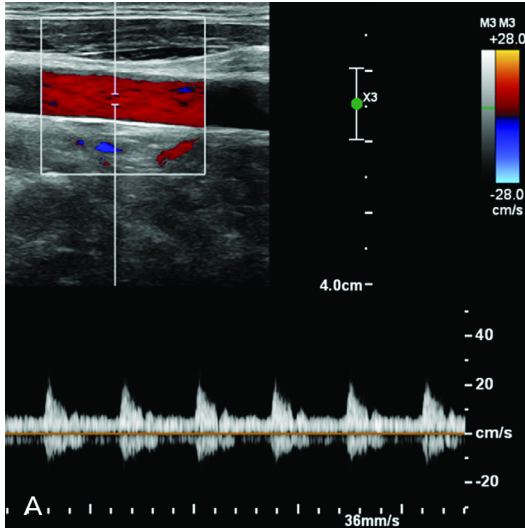
Bu hata, örnekleme penceresi içinde bir çizgi olarak değiştirilebilen açı düzeltme imlecini akıma paralel hale getirilmesi ile ortadan kaldırılır. **Spektral incelemede temel ilke mümkün olan en dar açı ile akımı örnekleme ve açı düzeltme imlecini akıma paralel hale getirmektir.** Örnekleme hatalı ve uygun yöntemi **Resim 3**'te gösterilmektedir.

Karotid arterlerin spektral örneklemesine ana karotid arterden başlamak uygundur. Longitudinal planda lümen orta kesimine yerleştirilen spektral pencere ile akım dalga deseni elde edilir ve bu desen üzerinde pik sistolik hız ve diyastol sonu hız değerleri ölçülür. Ölçüm öncesi örnekleme açısının akıma paralel olduğunun ve uygun açı düzeltmesi yapılmış olduğunun kontrol edilmesi gereklidir. Ana karotid arter hız değerleri inceleme bütünü için referans olarak ele alınmaktadır. Ana karotid arter-internal karotid arter akım hız oranları tanısal değer taşımakta olduğundan doğru ölçümlerin yapılmış olması önemlidir.

Spektral örnekleme ikinci basamağını internal karotid arter akım örnekleme oluşturur. RDUS ile daha önceden konumu ve seyri belirlenmiş olan internal karotid arter, longitudinal planda, hem ön hem de arka duvarının bir arada görüldüğü doğrusal seyirli en uygun pozisyonda görüntülenir. Plak saptanan düzeyde plağın hemen distalinden, jet akım nedeniyle hız değerlerinin en yüksek olması beklenen alanlardan çok sayıda spektral örnekleme yapılır. Akım örneklerinden tepe sistolik hız ve diyastol sonu hız değerleri ölçülür ve eş taraflı ana karotid arterden elde edilen değerlerle oranlanır. Kıvrımlı seyir ve de özellikle plak nedeniyle lümen de oluşan açılanmalarda açı düzeltmesine dikkat edilmesi, açı düzeltme imleci duvara değil akıma ya da lümen e paralel hale getirilmelidir. Eksternal karotid arter darlığının genellikle klinik önemi yoktur ancak oskültasyonla duyulan üfürümü açıklayabileceği için eksternal karotid arterin de örnekleme gereklidir.

Akım Dalga Desenleri

Karotid arterlerde akım tüm kardiyak döngü boyunca ileri doğrudur (antegrad), spektral Doppler'de akım dalga deseni hem sistolde hem



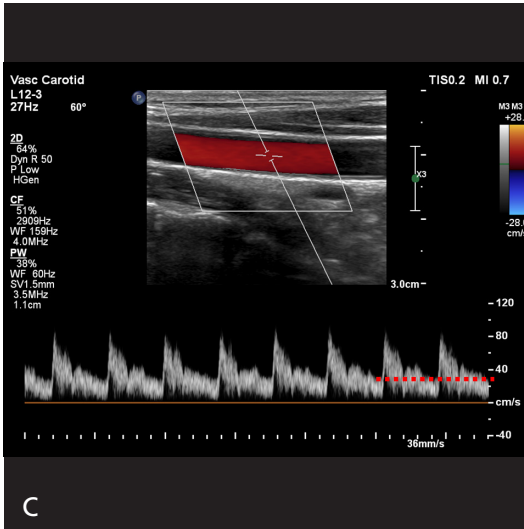
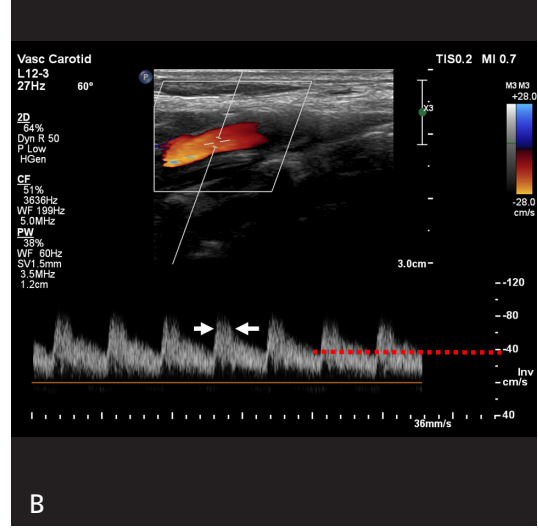
Resim 3. A-C. Spektral Örneklemeler – (A) Akıma dik olarak örneklemeler yapıldığında spektrum yön belirsizliği nedeniyle taban çizgisinin iki tarafında kodlanıyor ve normale göre şiş olarak alınıyor. **(B)** Uygun şekilde dar açı ile örneklemeler yapıldığında temiz, normal bir spektrum elde ediliyor ancak açı düzeltilmesi yapılmadığından hız skalası değerleri doğru değil. **(C)**. İmleç akıma paralel hale getirilmiş durumda ve artık spektrumdan hız ölçümleri doğru şekilde yapılabilir.

de diyastolde taban çizgisinin üzerinde kodlanır. *Eksternal karotid arter* ara dirençli akım formuna tipik bir örnektir. Hem yüksek direnç bulguları hem de düşük direnç bulguları bir arada izlenir. Diyastolik akım antegrad yönde ancak düşük hızlardadır. Erken sistolik tepe sivridir, sistol ortasında derin bir çentik vardır, geç sistolik bileşen daha düşük hızlardadır. Bu görünüm internal ile eksternal karotid arterin birbirinden ayrımı için önemli bir bulgudur. *İnternal karotid arter* ekstrakraniyal bölgede dal vermeden doğrudan beyine ulaştığından akım formu parankimal organ deseninde, düşük dirençlidir. Diğer parankimal akımlarda olduğu gibi diyastol sonu hız değerleri yüksektir. Geç sistolik bileşen şiş değildir, derin çentiklenme ve sistolik tepe

sivrileşme görünümü yoktur, bu nedenle sistolik geniş bir tepe şeklinde izlenir. *Ana karotid arter* hem eksternal hem de internal karotid artere ait bulguları bir arada taşır. Her üç artere ait normal dalga desenleri Resim 4'te gösterilmektedir.

VERTEBRAL ARTERLER

Vertebral arterler subklavian arterlerden orijin aldıktan kısa bir mesafe sonra servikal vertebraların transvers proseslerindeki vertebral foramenler içerisine girerler ve kafa tabanına dek foramenler içerisinde kraniale doğru seyrederek. Kemik yapıların kısıtlanması nedeniyle vertebral arterlerin gösterilmesi karotid arterlere göre biraz daha güçtür. Vertebral arterlerin her hastada su-



Resim 4. A-C. Karotid Arter Akım Desenleri –Karotid arter ve dallarından en dar açı ile örnekleme yapılmış ve düzeltme imleci lümeneye paralel hale getirilmiş olan optimal akım örnekleri. (A) Eksternal karotid arter sistolik sivrileşmesi olan (dolu ok) sistol ortasında derin çentiklenmesi (noktalı ok) bulunan akıma sahiptir, diyastol sonu hız değerleri düşük, akım direnci yüksektir. (B) İnternal karotid arterde geniş sistolik tepe (oklar) vardır derin çentiklenme bulunmaz, diyastol hız değerleri yüksek, direnci düşüktür. (C). Ana karotid arter ikisinin bileşkesi bir akım deseni vardır.

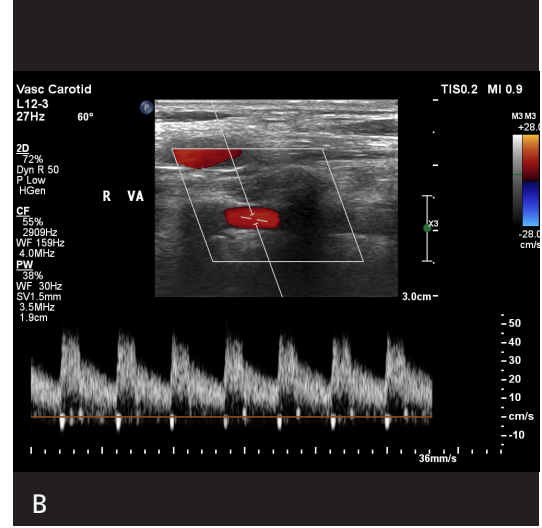
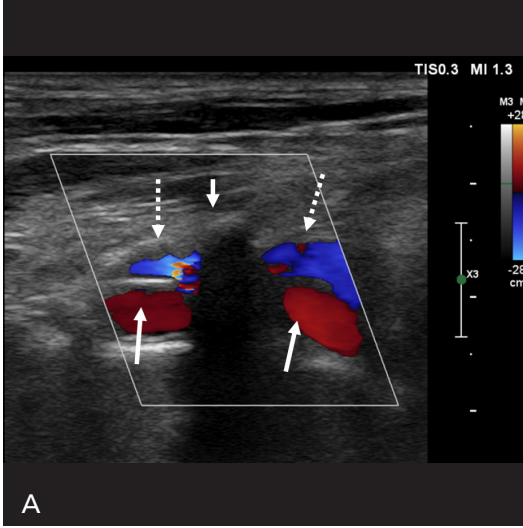
bklavian orijin noktalarında görüntülenmesi önerilen bir yöntemdir ancak her hastada mümkün olmayabilir. Öte yandan orta servikal düzey tüm hastalarda örneklenmesi gereken standart alandır (Resim 5). Orta servikal düzeyde vertebral arterler RDUS ile longitudinal planda karotid arterin izlendiği pozisyonda probun lateral ve posteriora açılarak iki vertebranın transvers proseslerinin izin verdiği aralıktan ortaya konabilir. Servikal vertebralar arasında oluşan osteofitler, vertebral arterlerin görüntülenebildiği ses penceresini daraltabilir ya da ortadan kaldırabilir, bu durumda vertebral arterler kodlanamayabilir. Vertebral venler arterlere eşlik ederler, vertebral venin görüntülenebildiği parametrelerle vertebral arterin görüntülenememesi anormal bir du-

rumdur. Vertebral arter hipoplazisi bu durumun en sık ve basit açıklanabilir nedenidir ancak oklüzyon ve proksimalde yer alan darlığın dışlanması gereklidir. RDUS ile görüntüledikten sonra vertebral arterlerden uzun ekseninde spektral örnekleme yapılmalı ve akım dalga formları ve akım yönleri değerlendirilmelidir. Vertebral arterlerde akım internal karotid artere benzer şekilde düşük dirençli özelliktedir.

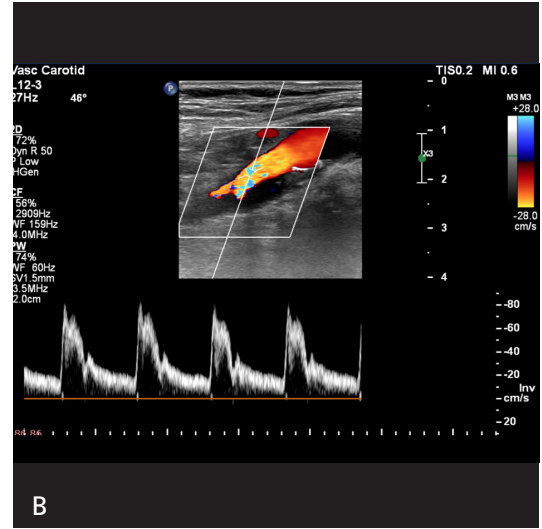
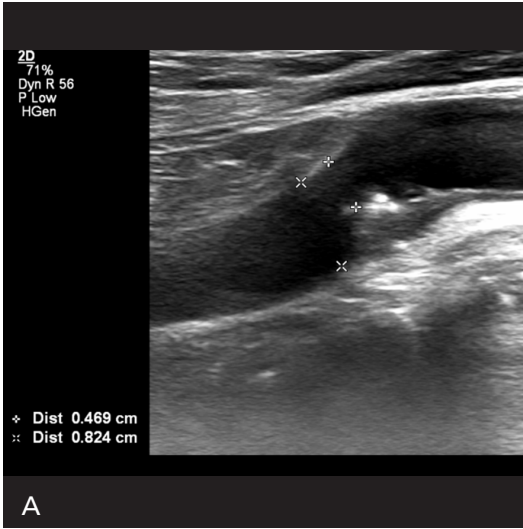
KAROTİD ARTER PATOLOJİLERİ

DARLIK VE TIKANMA

Darlık miktarının sonografik olarak belirlenmesi için çap ya da alan ölçümlerine dayalı



Resim 5. A, B. Vertebral Arter – (A) Orta servikal düzeyde servikal vertebra transvers prosesi (kısa ok) gölgesi dışındaki alanlarda vertebral arter (oklar) ve vertebral ven (noktalı oklar) değerlendirilebilir. Burada da yine örneklemin en dar açılı yapılarak optimal görüntünün elde edilmesi gerek. (B) Vertebral arterde parankimal akım tipinde, internal karotid artere benzeyen düşük dirençli akım deseni görülür.



Resim 6. A, B. Internal Karotid Arterde %50'den az darlık – (A) Arka duvarda kalsifik inhomojen düzensiz yüzeyle plak lümeni daraltmış. Darlık (0,82-0,46) / 0,82 x 100 = % 44 düzeyinde. (B) Doppler incelemesinde spektrumda kirlenme yok, pik sistolik ve diyastolik akım hız değerlerinde artış bulunmuyor.

farklı yöntemler kullanılabilir ancak anjiyografi ile karşılaştırma sağlayabilecek yöntemler tercih edilmektedir. **Karotid arter daralmasının derecesini Doppler US ile doğru ve tutarlı şekilde belirlemek için 2003 yılında yayınlanmış olan konsensüs parametreleri kullanılmakta ve halen güncelliğini korumaktadır [17]. Bu sınıflamaya göre darlık düzeyi %50 altı (Resim 6), %50-69 arası (Resim 7), %70 üzeri (Resim 8),**

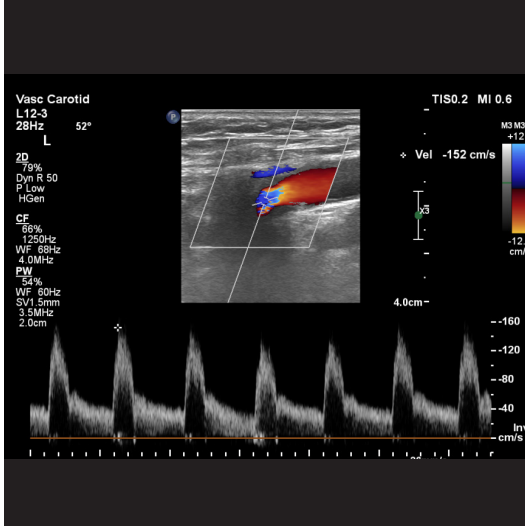
tıkanma öncesi ve tam tıkanma olarak ayrılmaktadır.

Darlık - Gri-skala incelemede daralma miktarını oransal olarak belirlemede anjiyografi için tanımlanmış olmakla birlikte artık günümüzde US için de genel kabul görmüş olan NASCET (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) tarafından

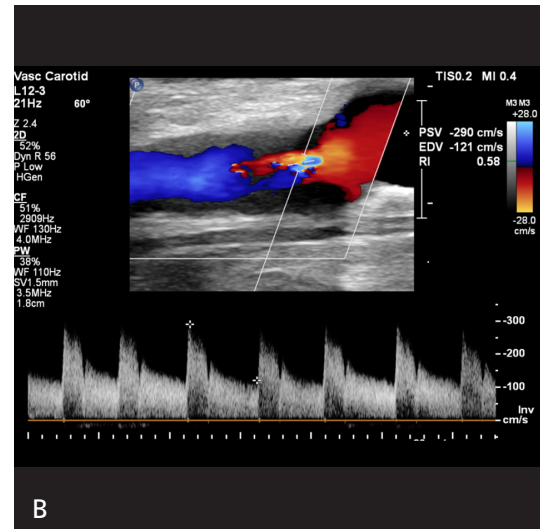
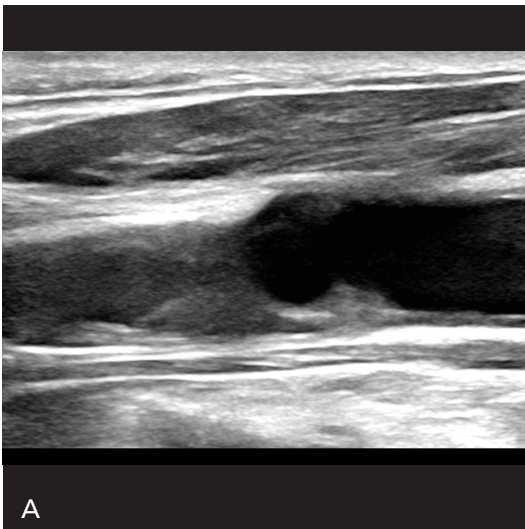
önerilen yöntem kullanılmaktadır [13]. Bu yöntemde longitudinal planda en dar yerdeki çap distaldeki normal olan arter çapından çıkarılarak fark normal çapa oranlanmaktadır. Renkli Doppler incelemesinde darlık lümende aliasing varlığı ile kendini gösterir. Yüksek dereceli darlıklarda arter çevresinde

titreşimlere bağlı renk artefaktları da görülür. Spektral örneklemelerde darlık bölgesinde akımda türbülansa bağlı spektral aliasing ve kirlenme oluşur. Darlık için kullanılmakta olan ölçütler **Tablo 1**'de verilmektedir. Bu ölçütlerden darlığa en sık işaret eden bulgu internal karotid arter pik sistolik hız değerlerindeki artıştır. Ana karotid arterde hız değerlerinin 100cm/sn üzerinde veya 60 cm/sn altında olduğu uç değerlerde internal karotid-ana karotid akım hız oranları özellik kazanır ve daha değerlidir.

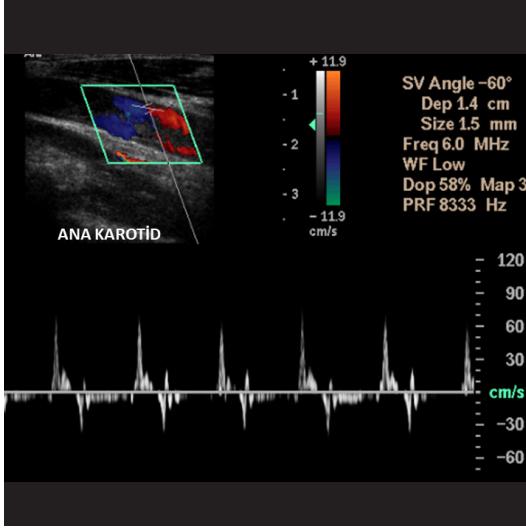
Tam tıkanıklık ve tıkanıklık öncesi (“near-occlusion”) – Uygun teknik parametrelerle dikkatli yapılmış bir değerlendirmede tam tıkanıklık için yalancı pozitif tanı oranı düşürülebilirse de tümüyle ortadan kaldırılamaz. Düşük PRF ve yüksek renk kazancı ayarlarıyla RDUS ile akım varlığı araştırılmalıdır. Akıma daha duyarlı olan power Doppler yöntemi bazı olgularda akım varlığını göstermede yararlı olabilmektedir. Spektral örnekler hız açısından tanınasal değerini yitirmektedir. Tıkanma öncesi durumda internal karotid arter segmentinde ileri-geri (to-and-fro) akım deseni görülür (**Resim 9**). Distaldeki tam tıkanıklık durumunda çok düşük amplitüde diyastolik akımı olmayan,



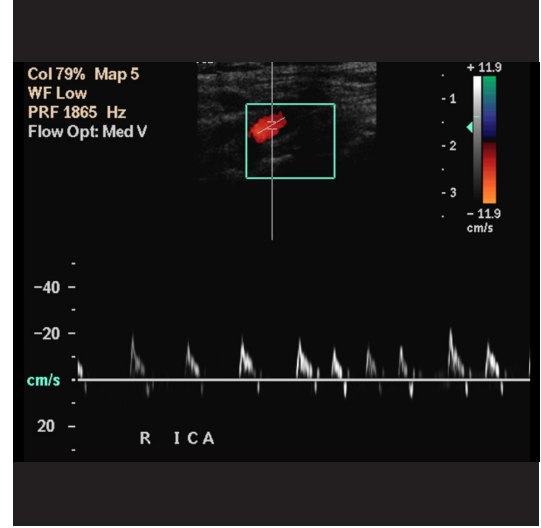
Resim 7. Internal Karotid Arterde %50-69 Arası Darlık – Plak bulunan bölgede sistolik tepe hızı 125 cm/sn sınır değeri aşmış durumda ancak 230 cm/sn'nin altında ölçülüyor. Bu nedenle darlık %50-69 arası kategoride.



Resim 8. A, B. Internal Karotid Arterde %70 Üzeri Darlık – (A) Lümeni çepeçevre sarmış yumuşak doku ekojenitesinde plak var. (B) Doppler incelemesinde akımda spektral kirlenme ve türbülans görülüyor. Pik sistolik hız 290 cm/sn, diyastol sonu hız 121 cm/sn ile belirgin artmış olarak ölçülüyor. Darlık kriterlerine göre %70 üzerinde.



Resim 9. "Near-occlusion" / Tıkanıklık Öncesi – Sistolde ileri diastolde geri yönde amplitüdü oldukça düşük ileri geri yönde ("to-and-fro") hareket gösteren akım deseni.



Resim 10. Oklüzyon – Distalin tam tıkalı olduğu durumlarda proksimalden alınan duvara çarpıp gelen 'vuru' akım deseni

Tablo 1: Karotid Darlık Kriterleri

Darlık derecesi (%)	İnternal karotid arter pik sistolik hız değeri (cm/sn)	Plağın yarattığı darlık (%)	İnternal karotid arter ana karotid arter pik sistolik hız oranı	İnternal karotid arter end-diyastolik hız değeri (cm/sn)
Normal	<125	Yok	<2	<40
<50	<125	<50	<2	<40
50-69	125-230	≥50	2-4	40-100
>70	>230	≥50	>4	>100
Tam tıkanıklık öncesi (near occlusion)	Değişken (yüksek, düşük ya da akım yokluğu)	Belirgin	Değişken	Değişken
Tam tıkanıklık	Akım yok	Belirgin; Lümen izlenemez	Alınamaz	Alınamaz

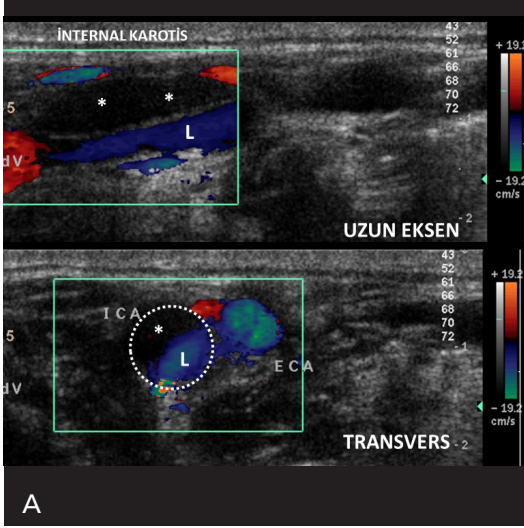
vuru şeklindeki akım formları tanısaldır (Resim 10).

KAROTİD ARTER DİSEKSİYONU

Diseksiyon damar duvarında herhangi bir nedenle oluşan intimal yırtık sonucu akımın subintimal olarak media ya da adventisya katmanlarına ulaşması olarak tanımlanır. Yırtılma bu katmanlarla sınırlanıp subintimal hematoma dönüşebileceği gibi lümenle bağlantılı yalancı bir

lümen de oluşabilir. Boyundaki diseksiyonların %75'i internal karotid arterde, %15'i vertebral arterde geri kalanı da ana karotid arterdedir. Diseksiyonların en sık nedeni travmalardır, bunun dışında spontan ya da hipertansiyon nedeniyle ya da aort diseksiyonunun devamı olarak görülebilir. Ehler-Danlos sendromu, Marfan sendromu, fibromusküler displazi ve kistik medial nekroz birlikte bulunabildiği hastalıklardır [1].

Gri-skala incelemede intimanın devamlılığı takip edilerek subintimal hematoma ya da oluş-



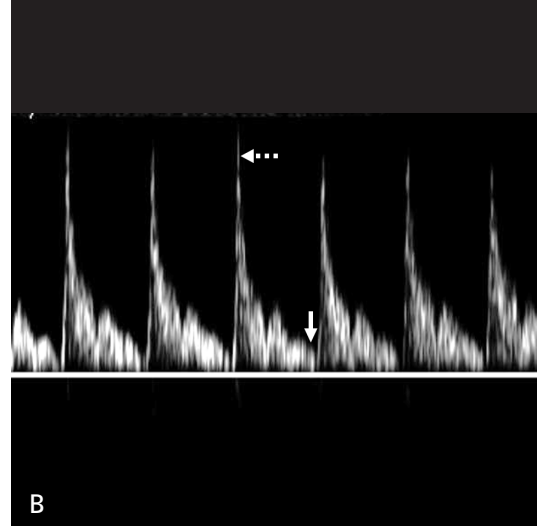
Resim 11. A, B. Diseksiyon – (A) Flep (kırmızı oklar) ile ikiye bölünmüş internal karotid arter izleniyor, yalancı lümenin (*) tromboze olduğu, iç yapısında akım kodlanmadığı dikkati çekiyor. Gerçek lümen açık (L). (ICA= İnternal karotid arter, ECA= Eksternal karotid arter). (B) Spektral örneklemede olağan internal karotid akım biçiminin kaybolmuş olduğu görülüyor. Açık olsa da lümen baskı altında olduğu ve duvarın olağan kompliansı bozulduğu için internal karotid arterde normalde hiç görülmeyen şekilde sistolik tepe sivrileşmesi (noktalı ok), diyastol sonu hız değerinde belirgin düşüklük (dolu ok) gibi artmış direnc bulguları var.

muşsa yalancı lümeni ayıran flap gösterilebilir. Renkli Doppler US ile diseksiyonun lümenle bağlantısı yani yalancı lümen varlığı ve yalancı lümendeki akım varlığı saptanabilir (Resim 11). Spektral örneklemede lümenin amplitüdü azalmış, hematoma nedeniyle duvar kompliansı azaldığından direnci yükselmiş akım formları görülür.

VERTEBRAL ARTERLERDE DARLIK ve TIKANMA

Vertebral arter daralmaları subklavian arterlerden orijin aldıkları noktalardan öncelikle başlamakla birlikte herhangi bir düzeyde olabilir. Çoğunlukla yaygın ateroskleroz durumlarında ve karotid arterlerdeki plaklarla bir arada görülürler. Subklavian ve brakiosefalik trunkus darlıklarının da dikkate alınması gereklidir.

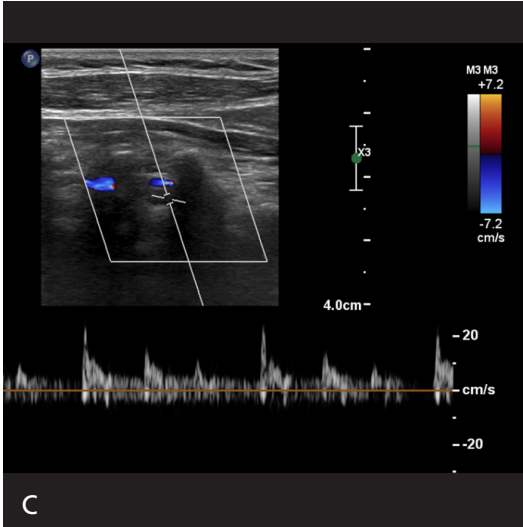
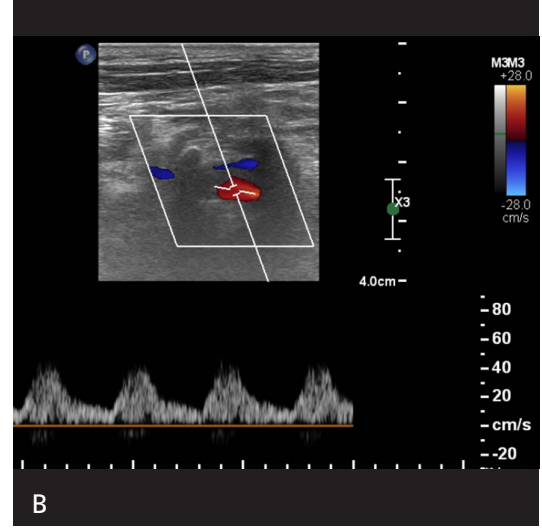
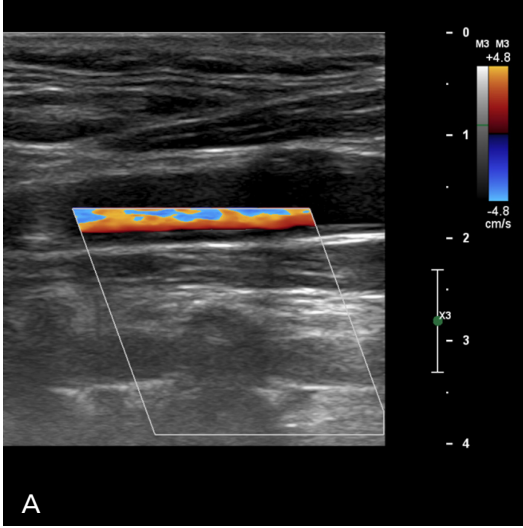
Darlık düzeyinde türbülans gösteren spektrumu genişlemiş hız değerleri artmış bir akım, darlığın distalinde ise akselerasyon zamanı uzamış, parvus tardus akım formu görülür. Vertebral arterde parvus tardus deseni saptandığında darlık vertebral arter orijininde değil-



se daha proksimalde aranmalıdır. Subklavian arterlerin ve sağ taraf için ek olarak brakiosefalik trunkusun aortadan çıkışının değerlendirilmesi gereklidir. Bunun için konveks ya da mikrokonveks problar kullanılır. Ayrıca aynı taraf ekstremitelerinde akselerasyon uzaması ve distale gittikçe belirginleşen parvus tardus akım deseni subklavian darlığı tanısını indirekt olarak destekler. Vertebral arterlerin distal kesiminde kritik darlık ya da oklüzyon varlığında örneklenen proksimaldeki segmentlerde düşük amplitüdü diyastolik bileşeni olmayan ya da ters yönde ‘vuru’ şeklinde akım alınır. Vertebral arter örnekleri Resim 12’de sunulmaktadır.

SONUÇ

İskemik inme etiyolojisinin değerlendirilmesine ultrasonografi morfolojik ve hemodinamik değerlendirmeye olanak sağlayan tutarlı ve güvenilir bir yöntemdir. Yöntemin uygulayıcıya bağımlı olması nedeniyle teknik kaynaklı hata risklerinin dikkate alınması önem taşımaktadır.



Resim 12. A-C. Vertebral Arter Patolojileri – (A) İnme hastasında vertebral arter düşük akım parametrelerinde dahi kodlanmıyor (B) Proksimalde darlığa işaret eden parvus tardus akım deseni (C) Distal oklüzyonu işaret eden vuru akım deseni

Kaynaklar

1. Scoutt LM, Gunabushanam G. Carotid Ultrasound. Radiol Clin North Am 2019; 57: 501-18. [Crossref]
2. Mortimer R, Nachiappan S, Howlett DC. Carotid artery stenosis screening: where are we now? Br J Radiol 2018; 91: 20170380. [Crossref]
3. Zierler RE Carotid duplex criteria: What have we learned in 40 years? Semin Vasc Surg 2020; 33: 36-46. [Crossref]
4. Murray CSG, Nahar T, Kalashyan H, Becher H, Nanda NC. Ultrasound assessment of carotid arteries: Current concepts, methodologies, diagnostic criteria, and technological advancements. Echocardiography 2018; 35: 2079-91. [Crossref]
5. Psychogios K, Magoufis G, Kargiotis O, Safouris A, Bakola E, Chondrogianni M, et al. Ultrasound assessment of extracranial carotids and vertebral arteries in acute cerebral ischemia. Medicina (Kaunas) 2020; 56: 711. [Crossref]
6. AIUM practice parameter for the performance of an ultrasound examination of the extracranial cerebrovascular system. 2016. Available at: <https://www.aium.org/resources/guidelines/extracranial.pdf>. Accessed May 9, 2021.
7. Den Ruijter HM, Peters SA, Anderson TJ, Britton AR, Dekker JM, Eijkemans MJ, et al. Common carotid intima-media thickness measurements in cardiovascular risk prediction: a meta-analysis. JAMA 2012; 308: 796-803. [Crossref]
8. van den Oord SCH, Sijbrands EJG, Gerrit L, van Klaveren D, van Domburg RT, van der Steen AFW, et al. Carotid intima-media thickness for cardiovascular risk assessment: systemic review and meta-analysis. Atherosclerosis 2013; 228: 1-11. [Crossref]

9. Cires-Drouet RS, Mozafarian M, Ali A, Sikdar S, Lal BK. Imaging of high-risk carotid plaques: ultrasound. *Semin Vasc Surg* 2017; 30: 44-53. [\[Crossref\]](#)
10. Gupta A, Kesavabhotla K, Baradaran H, Kamel H, Pandya A, Giambrone AE, et al. Plaque echolucency and stroke risk in asymptomatic carotid stenosis: a systemic review and meta-analysis. *Stroke* 2015; 46: 91-7. [\[Crossref\]](#)
11. Bonati LH, Nederkoom PJ. Clinical perspective of carotid plaque imaging. *Neuroimaging Clin N Am* 2016; 26: 175-82. [\[Crossref\]](#)
12. Zavodni AEH, Wasserman BA, McClelland RL, Gomes AS, Folsom AR, Polak JF, et al. Carotid artery plaque morphology and composition in relation to incident cardiovascular events: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Radiology* 2014; 271: 381-9. [\[Crossref\]](#)
13. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators (NASCET), Barnett HJM, Taylor DW, Haynes RB, Sackett DL, Peerless SJ, et al. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. *N Engl J Med* 1991; 325: 445-53. [\[Crossref\]](#)
14. Feinstein SB. Contrast ultrasound imaging of the carotid artery vasa vasorum and atherosclerotic plaque neovascularization. *J Am Coll Cardiol* 2006; 48: 236-43. [\[Crossref\]](#)
15. Owen DR, Shalhoub J, Miller S, Gauthier T, Doryforou O, Davies AH, et al. Inflammation within carotid atherosclerotic plaque: assessment with late-phase contrast-enhanced US. *Radiology* 2010; 255:638-44. [\[Crossref\]](#)
16. Cerit MN, Şendur HN, Bolayır B, Cerit ET, Cindil E, Yasim Akturk M, et al. Evaluation of common carotid artery in type 1 diabetes mellitus patients through speckle tracking carotid strain ultrasonography. *Diagn Interv Radiol* 2021; 27: 195-205. [\[Crossref\]](#)
17. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid artery stenosis: gray-scale and Doppler US diagnosis-Society of Radiologists in Ultrasound consensus conference. *Radiology* 2003; 229: 340-6. [\[Crossref\]](#)

İskemik İnme Etiyolojisi Belirlemede US ve Doppler US

Mustafa Seçil

Sayfa 207

Spektral incelemede temel ilke mümkün olan en dar açđ ile akımı örnelemek ve açđ düzeltme imlecini akıma paralel hale getirmektir.

Sayfa 208

Eksternal karotid arter ara dirençli akım formuna tipik bir örnektir. Hem yüksek direnç bulguları hem de düşük direnç bulguları bir arada izlenir. Diyastolik akım antegrad yönde ancak düşük hızlardadır. Erken sistolik tepe sivridir, sistol ortasında derin bir çentik vardır, geç sistolik bileşen daha düşük hızlardadır. Bu görünüm internal ile eksternal karotid arterin birbirinden ayrımı için önemli bir bulgudur. *İnternal karotid arter* ekstrakraniyal bölgede dal vermeden doğrudan beyine ulaştığından akım formu parankimal organ deseninde, düşük dirençlidir. Diğer parankimal akımlarda olduğu gibi diyastol sonu hız değerleri yüksektir. Geç sistolik bileşen sığ değildir, derin çentiklenme ve sistolik tepe sivrileşme görünümü yoktur, bu nedenle sistol geniş bir tepe şeklinde izlenir. *Ana karotid arter* hem eksternal hem de internal karotid artere ait bulguları bir arada taşır.

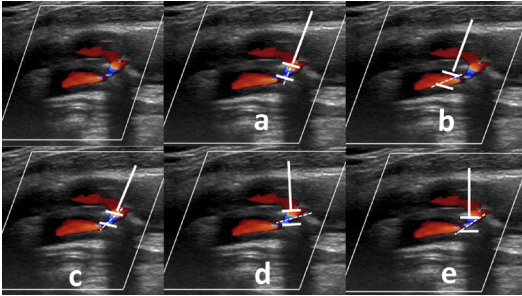
Sayfa 210

Karotid arter daralmasının derecesini Doppler US ile doğru ve tutarlı şekilde belirlemek için 2003 yılında yayınlanmış olan konsensüs parametreleri kullanılmakta ve halen güncelliğini korumaktadır. Bu sınıflamaya göre darlık düzeyi %50 altı, %50-69 arası, %70 üzeri, tıkanma öncesi ve tam tıkanma olarak ayrılmaktadır.

İskemik İnme Etiyolojisi Belirlemede US ve Doppler US

Mustafa Seçil

- Ana karotid arter örneklemesinde aşağıdaki açılardan hangisinde alınan sinyal en yüksektir?
 - 30
 - 45
 - 60
 - 89
 - 90
- Renkli Doppler görüntüsü sol üstte verilen hastada hangi spektral örnekleme penceresi ve açısı düzeltmesi doğrudur?



- İnternal karotid arterde plak düzeyinde yapılan akım örneklemesinde türbülans bulunan pik sistolik hız değeri 200 cm/sn, diyastol sonu hız değeri 40cm/sn, ana karotid arterde pik sistolik hız değeri 70 cm/sn olan hastada tanı nedir?
 - Normal
 - <%50 darlık
 - %50-69 darlık
 - >%70 darlık
 - Near occlusion
- Hangi iki arterde akım birbirine en benzer özelliklerdedir?
 - İnternal karotid - Ana karotid
 - İnternal karotid - Vertebral arter
 - Eksternal karotid - Ana karotid
 - Vertebral arter - Eksternal karotid
 - İnternal karotid - Eksternal karotid
- Bilateral vertebral arterlerde sistolik hız değerleri çok düşük, diyastolik hız değeri sıfır düzeyinde örneklenen bir hastada tanı hangisi olabilir?
 - Aort yetmezliği
 - Bilateral subklavian arter çalma fenomeni
 - Bilateral vertebral arterlerde proksimallerde darlık
 - Baziler arter trombozu
 - Karotid-vertebral arası fistül