

# Nörovasküler Patolojilerde Teşhis ve İşlem Öncesi Görüntüleme

Recep Sade , Akın Levent 

## ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Beyin anevrizmalarında
- Damar diseksiyon ve darlıklarda
- Beyin arteriovenöz malformasyonlarında ve arteriovenöz fistüllerinde
- İnmede ve
- Diğer nörovasküler patolojilerde (Gelişimsel venöz anomali, vaskülit, moya moya vb.) teşhis ve işlem öncesi görüntüleme

Sade R, Levent A. Nörovasküler Patolojilerde Teşhis ve İşlem Öncesi Görüntüleme. Trd Sem 2018; 6: 109-120.

## Beyin Anevrizmaları

Beyin anevrizmaları %0,2-9 oranında görülmektedir, 20'li yaşlara kadar nadir olmakla birlikte 30'lu yaşlardan itibaren artan bir sıklığı sahiptir [1-3]. Otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı ve aile üyelerinde anevrizma olması en önemli iki risk faktörüdür ve bu da anevrizmanın temelinde genetik bir yatkınlık olduğunu düşündürmektedir [1, 3, 4]. Anevrizmaların %90'dan fazlası anterior sistemde yerleşim göstermekte ve %90'dan fazlası 10 mm'den küçük boyuttadır [1]. Rüptür riski posterior sistem anevrizmalarında ve 10 mm'den büyük anevrizmalarda artmaktadır [1, 5]. En önemli komplikasyonu rüptür ve buna bağlı subaraknoid kanama (SAK) olup, ne yazık ki SAK hastalarının yarısı ölmekte ve bunun büyük bir bölümü anevrizmanın tekrar kanamasına bağlı olmaktadır [2, 5]. Tanı radyolojik görüntüleme yöntemleri -bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA), manyetik rezonans anjiyog-

rafi (MRA) ve kateter anjiyografi (dijital substraksiyon anjiyografi-DSA) ile anevrizmanın gösterilmesidir.

Özellikle son yıllarda BT teknolojisindeki gelişmeler sayesinde BTA anevrizma tanısı için hala altın standart olan kateter anjiyografi (DSA) kadar başarılıdır. **Özellikle 3 mm'den büyük anevrizmalarda BTA en az DSA kadar doğru tanı vermektedir.** 3 mm'den küçük anevrizmalarda tanı başarısı düşse de yeni BT teknolojileri sayesinde 3D DSA kadar başarılı olduğunu gösteren yeni çalışmalar mevcuttur [6]. Yeni BT teknolojileri arasında substrakte volüm BT çekimleri ve dual enerji BT (DEBT) çekimleri sayılabilir [6, 7]. Substrakte volüm BT çekimi önce düşük doz kontrastsız volüm BT çekimini takiben kontrastlı volüm BT çekimi yapılması ve kontrastlı volüm BT görüntülerinden kontrastsız volüm BT görüntüleri çıkarılarak substrakte görüntü elde edilmesine dayanır (Resim 1). **DEBT'de ise iyot ve kalsiyum farklı enerji seviyelerindeki X-ışınına farklı davra-**

EĞİTİCİ  
NOKTA

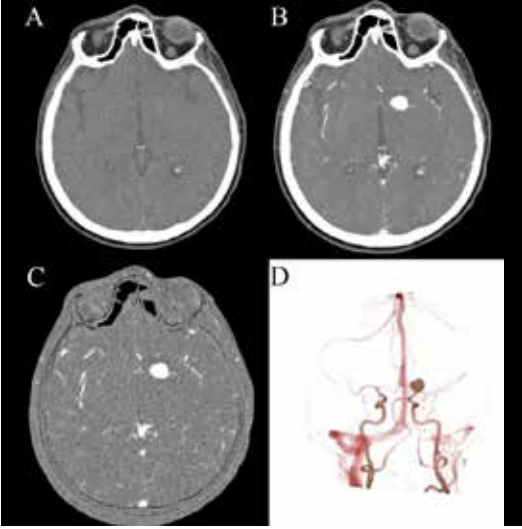
EĞİTİCİ  
NOKTA

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye

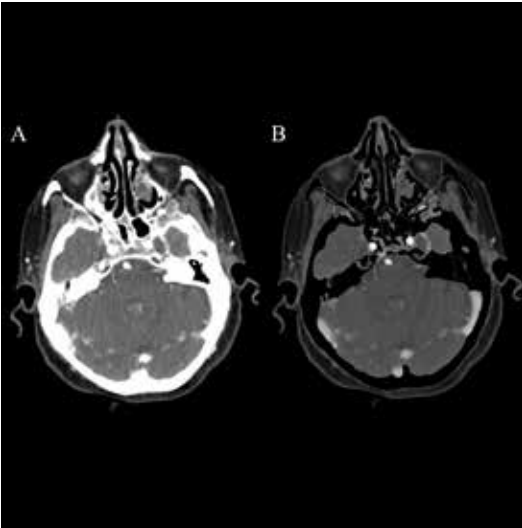
✉ Recep Sade • repectsade@yahoo.com

© 2018 Türk Radyoloji Derneği.  
Tüm hakları saklıdır.

doi: 10.5152/trs.2018.584  
turkadyolojiseminerleri.org



**Resim 1. A-D.** Elli altı yaşındaki kadın hastanın beyin volüm BTA tetkikinde sol ICA bifurkasyonunda anevrizma görülmekte. Volüm BTA incelemesi kontrastsız (A) ve kontrastlı (B) BT incelemesi ve bunların yazılımsal olarak substrakte edilmesi ile ortaya çıkan substrakte görüntü (C) ve 3D görüntü (D) oluşturabilen bir incelemedir. Her iki çekim 0,27 saniye sürmekte ve bekleme süresi olmadığından harekete bağlı artefakt minimum seviyede olmaktadır.



**Resim 2. A, B.** Kırk altı yaşında erkek hastanın dual enerji beyin BTA tetkikinde, dual enerji BTA görüntü (A) ve bunun kemik ve kalsifikasyonların yazılımsal olarak substrakte edilmesi ile oluşturulan substrakte görüntü (B) görülmektedir. Dual enerjide substraksiyon X ışınının farklı kVp değerlerinde iyot ve kalsiyumla olan farklı etkileşimine bağlı oluşur.

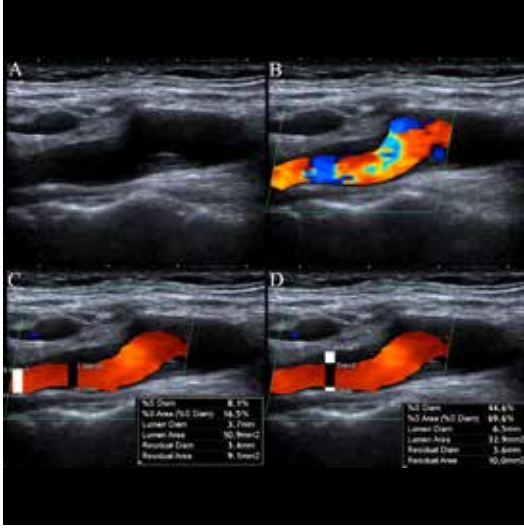
niş sergilemeleri nedeni ile yazılımsal olarak iyot haritaları ve kemik-kalsifikasyon ayrımı yapılmasına olanak sağlar. Sadece iyot içeren vasküler yapılar kemiklerden kolayca ayrılır (Resim 2). Her iki yöntemde de yazılım sonrası oluşturulan görüntülerden faydalanılır. Tanı için BTA DSA kadar başarılı olsa da özellikle komplike anevrizmalarda tedavi planlamada ve kullanılacak malzemelerin belirlenmesinde hala DSA'ya ihtiyaç duyulmaktadır. BTA'nın en önemli avantajları non-invazif olması, hızlı olması ve tanisal duyarlılığının yüksek olmasıdır. Dezavantajları ise kontrast madde gerektirmesi ve iyonize radyasyon içermesidir.

2014 yılında yapılan bir meta analizde MRA'nın anevrizma tanısında sensitivitesinin 13 yıl önce yapılan meta analiz ile karşılaştırıldığında %89'dan %95'e arttığı gözlenmiştir [8]. MRA'da da başarı oranı 3 mm'den küçük anevrizmalarda düşüktür. Bu çalışmada kontrastlı MRA ve 3T ve üzeri manyetik alan gücüne sahip cihazlarda yapılan çalışmaların başarı oranının biraz daha yüksek olduğu gösterilmiştir [8]. Kontrastsız görüntüleme yapılabilmesi ve radyasyon içermemesi MRA'nın en önemli avantajlarıdır. Pahalı olması ve manyetik alan nedeniyle bazı hastalara çekim yapılamaması en önemli dezavantajlarıdır. Özellikle intrakranial stent uygulanan hastaların takibinde TOF MRA stent düzeyinde darlık ya da oklüzyon varmış gibi gösterebilir, BTA ise metalik artefakt nedeni ile doğru sonuç veremeyebilir, kontrastlı MRA daha doğru değerlendirmeye olanak sağlamaktadır, ama hala DSA en güvenilir tanı yöntemi olarak önemini korumaktadır.

Dijital substraksiyon anjiyografi anevrizma tanısı için hala altın standart bir tetkiktir. Dijital substrakte anjiyografi monoplanar (tek tüp ve tek detektör kullanılan) ya da biplanar (aynı anda iki dedektör ve iki tüp kullanılan) özellikte olanları vardır. İnvazif olması, kontrast madde gerektirmesi ve iyonize radyasyon içermesi en önemli dezavantajlarıdır. Tanının kesinleştirilmesi ve tedavinin planlanması için hala önemli bir rol oynamaktadır. İşlem öncesi tedavi yönteminin belirlenmesi ve ona göre endovasküler malzeme seçimi için hala gerekli olan bir inceleme yöntemidir.

## Karotis darlıkları/diseksiyonları

Karotis darlıkları genellikle bifurkasyondan internal karotis arter proksimaline uzanan plaklar tarafından oluşturulur. Tedavi planlaması hastanın yaşı, semptomatik olup olmaması, plağın lümeninde oluşturduğu darlık ve plağın özelliklerine göre belirlenir [9]. Plak özelliklerini ve oluşturduğu darlığı değerlendirmek



**Resim 3.** A-D. Altmış üç yaşında erkek hastanın sağ karotis bifurkasyon düzeyinde internal karotis arterine uzanan plak görülmektedir. Gri skala görüntüde (A) plak distali net değerlendirilemezken, renkli Doppler görüntüde (B) plağın uzanımı net olarak izlenebilmektedir. Plağın oluşturduğu darlık ECST'e göre yapılan ölçümde (C) çapa göre %8 hesaplanırken, NASCET'e göre yapılan ölçümde (D) ise %44 hesaplanmaktadır.

için renkli Doppler US, BTA, MR, MRA ve DSA kullanılır. Gri skala US görüntüleme ile bazen plaklar artefakt nedeni ile olduğundan daha büyük görülebilir. Bu nedenle Doppler mod ile birlikte değerlendirmek gerekir. **RDUS ile plağın uzanımı, lümeninde oluşturduğu darlık ve plağın özellikleri hakkında bilgi veren, kontrast madde gerektirmeyen iyonize radyasyon içermeyen ucuz ve güvenilir bir tetkiktir.** RDUS'nin bu özellikleri nedeniyle karotis plaklarını ve darlıklarını değerlendirmede ilk görüntüleme yöntemi olarak kullanılır [10]. RDUS ile B mod görüntülemeye plağın yerleşim yeri, uzanımı, yüzey özelliği ve ekojenitesi değerlendirilir. Ekojenik, duvarı düzgün ve akustik gölgesi olan plaklar kalsifik plak olarak tanımlanır ve risk oluşturmazlar. Hipoekojen, duvar düzensizliği ve ülserasyon olan plaklar SVO için risk oluşturmaktadır. RDUS de renk modu da kullanılarak darlık seviyesi belirlenir. Bu amaçla yaygın olarak iki farklı hesaplama yöntemi kullanılır. Bunlardan birincisi North America Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET) tarafından uygulanan kriterde darlığın bu seviyedeki damar çapına bölünmesi ile darlık oranı belirlenir. Diğer yöntemde ise European Carotid Surgery Trial (ECST) darlık internal karotis arterde plak olmayan seviyedeki damar çapına bölünerek darlık oranı hesaplanır. Darlık oranı hesaplamasının daha objektif olması gerekmektedir. Bu amaçla spektral Doppler bilgisi çok önemlidir. Yaygın olarak kabul gören kriterler **Tablo 1**'de özetlenmiştir (**Resim 3**) [10, 11]. Ayrıca kontrastlı US, US

**Tablo 1:** İnternal karotid arter stenozu değerlendirmede doppler hız kriterleri\*

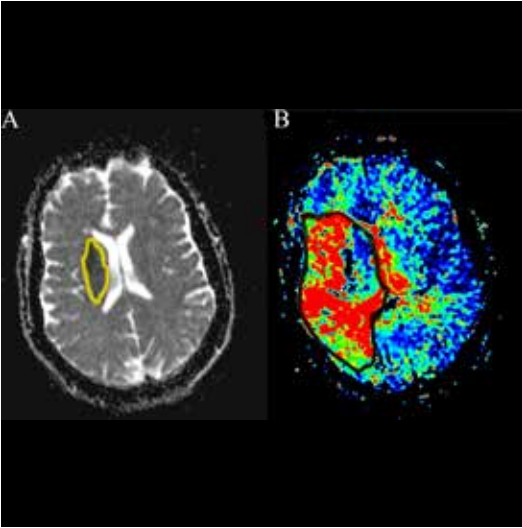
Darlık (%)	İKA PSH (cm/saniye)	İKA EDH (cm/saniye)	İKA/AKA PSH oranı	İKA/AKA EDH oranı
Normal, <50	<125	<40	<2	<8
50-70	125-230	40-100	2-4	8-13
>70	>230	>100	>4	>14
Totale yakın tıkanıklık	Çok az ya da çok yüksek akım	Değişken	Değişken	Değişken
Total tıkanıklık	Akım yok	Akım yok	Akım yok	Akım yok

AKA: ana karotid arter; EDH: end diastolik hız; İKA: internal karotid arter; PSH: pik sistolik hız;  
\*(10, 11) nolu referanslardan faydalanılarak hazırlanmıştır

elastografi ve intravasküler US tetkikleri de karotis plaklarını değerlendirmede kullanılan diğer tetkiklerdir [12, 13].

TOF MRA darlıkları olduğundan fazla göstermektedir. Kontrastlı MRA ise daha doğru sonuçlar vermektedir. BTA DSA'ya en yakın sonuçlar veren görüntüleme yöntemidir. Karotis plaklarını değerlendirmede özellikle plak morfolojisi, içyapısı, duvar ile ilişkisi gibi konularda yeni sekanslar ile birlikte multikontrast MR kullanımının oldukça faydalı olabileceği gösterilmiştir [14].

Karotis diseksiyonlarında intramural hematoma ve intimal flap US ile görüntülenebilir ancak diseksiyonun proksimal ve distal uzanımları uzun segment diseksiyonlarda görüntülenemeyebilir. Bu nedenle BTA ve MRA intrakranial uzanımı gösterebilmeleri nedeni ile diseksiyon değerlendirmede daha üstün görüntüleme teknikleridir. Karotis darlık ve diseksiyonlarını değerlendirmede DSA altın standarttır.



**Resim 4. A, B.** Yetmiş iki yaşında kadın hasta 4 saat önce başlayan hemipleji nedeni ile yapılan difüzyon ve perfüzyon MR tetkiklerinde ADC haritasında (A) difüzyon kısıtlılığı gösteren alan boyutu 5,2 cm<sup>2</sup> ölçülürken, MTT haritasında (B) kan akımında yavaşlamanın olduğu alan 47,6 cm<sup>2</sup> ölçülüyor. Difüzyon ve perfüzyon bulgularında belirgin bir uyumsuzluk görülüyor.

## Intrakranial darlıklar/diseksiyonlar

Intrakranial darlıklar inmelerin ve geçici iskemik atakların %5-30'unun sebebi olarak gösterilmektedir. Risk faktörleri arasında yüksek tansiyon, sigara, diyabet ve hiperlipidemi sayılabilir. Yüksek tansiyon ve kolesterol yüksekliği intrakranial darlığı olan hastalarda serebrovasküler olay için iki önemli risk faktörüdür [15]. Ayrıca darlık oranının %70' den fazla olduğu olgularda SVO riski daha da artmaktadır. Görüntüleme yöntemleri arasında transkranial Doppler ultrasonografi, MRA, BTA ve DSA sayılabilir. BTA'nın özellikle %50' den fazla darlıklarda duyarlılığı ve özgüllüğü oldukça yüksektir. TKD ve MRA yüksek duyarlılığa sahip olsalar da özgüllükleri düşüktür. TOF MRA darlıkları olduğundan fazla göstermektedir [16]. İntrakranial arter diseksiyonları darlıklarından daha nadir görülürler. Genellikle daha genç vakalarda izlenirler. Kesin tanı intimal flep ve/veya çift lümenin görüntüleme yöntemleri ile gösterilmesi ile konur. Görüntülemelerde MR, MRA, BTA ve DSA kullanılır. MR ve MRA'da intimal flep artefakt ile karışabilir. DSA intrakranial darlık/diseksiyon görüntülemesinde hala altın standart görüntüleme yöntemidir.

## İskemik İnme

İnme konusu daha önceki yazımızda ayrıntılı olarak tartışılmıştı [17]. Kritik sürenin 6 saat olduğu ve hastalara temel olarak ilk 6 saatte müdahale edilmesi gerektiği vurgulanmıştı. İntravenöz tPA için üst sınır 4.5 saat iken intraarterial tPA için bu süre 6 saate çıkmakta ve eğer büyük damar tıkanıklığı varsa bu süre endovasküler trombektomi için daha da uzamaktadır. **Son aylarda çıkan iki çok merkezli çalışma endovasküler trombektominin penumbra olan olgularda (klinik ve görüntüleme uyumsuzluğu ya da difüzyon MR ve perfüzyon MR (MRP) uyumsuzluğu) 24 saate kadar fayda sağladığını göstermiştir [18, 19] (Resim 4).** Bu da görüntülemenin özellikle MRP görüntülerinin ne derece önemli olduğunu göstermektedir. BTA ve MRA iskemik

inme tanısında tıkalı damarları göstermede oldukça etkili yöntemlerdir. BTA'nın hızlı olması ve birçok merkezde kullanılıyor olması en önemli avantajları iken kontrast madde kullanılması ve radyasyon içermesi en önemli dezavantajlarıdır. MRA ise BTA'ya göre daha yavaş ve her merkezde bulunmasa da kontrast madde gerektirmemesi ve radyasyon içermemesi en önemli avantajlarıdır. Büyük damar tıkanıklıklarında DSA ile karşılaştırıldığında her iki tetkikinde başarı oranı %100'dür. MRP'de endojen ya da ekzojen işaretleyici kullanılarak kan işaretlenir ve kanın dokudan geçişi görüntülenmeye çalışılır [20]. Ekzojen işaretleyici olarak gadolinyum tabanlı kontrast maddeler kullanılırken, endojen işaretleyici olarak kanın kendisi kullanılır. Dolayısıyla MRP kontrastlı ya da kontrastsız gerçekleştirilebilir. Kontrastlı MRP'de kontrast maddenin neden olduğu manyetik duyarlılıktan faydalanılarak hızlı T2 spin eko veya T2 GRE tabanlı eko planar görüntüleme (EPI) sekansları kullanılır. EPI sekanslarında kontrast madde geçişi sırasında manyetik duyarlılığa bağlı hipointens görüntü oluşur. Elde olunan çok sayıda sekanslar yazılım aracılığı ile işlenerek perfüzyon bilgileri elde edilir. Perfüzyon kan hacmi, kan basıncı, kan volümü, damar direnci ve daha birçok parametreye bağlı olduğundan elde olunan bilgilerin gerçeği tam olarak yansıtamayacağını akıldta tutmak gerekir. Perfüzyonda genelde karşılaştırmalı değerlendirme yapılır. Bir hemisfer ya da paran-

kimin perfüzyon değerlerinin karşı tarafa göre göreceli artış ya da azalışından bahsedilir. Beyin kan hacmi (cerebral blood volume-CBV), beyin kan akımı (cerebral blood flow-CBF), pik zamanı (Time to peak-TTP) ve ortalama geçiş zamanı (mean transit time-MTT) bilgileri elde edilir. İskemide core yani kırtarılamayacak ölü dokuyu belirlemede birçok çalışma CBV değerlerinin daha doğru sonuç verdiğini göstermiştir [21-23]. Diğer bir MRP yöntemi olan arterial spin labeling (ASL)'te ise kan endojen işaretleyici olarak kullanılır. Boyun bölgesinde kan radyofrekans dalgaları ile işaretlenerek beyin parankimindeki hareketleri değerlendirilir.

### Arteriovenöz malformasyonlar ve arteriovenöz fistüller

Arteriovenöz malformasyonlar (AVM) konjenital, kapiller ağın gelişim problem nedeni ile arterial ve venöz sistemdeki direk bağlantılara denir. En sık görülen semptomları kanama ve nöbetlerdir [24]. Görüntüleme işlemlerinin artması ile rastlantısal olarak tanı alan vaka sayısı artmaktadır. Hasta durumu ve AVM özelliklerine göre radyoterapi, cerrahi ve endovasküler embolizasyon ile tedavi edilebilir. AVM sınıflamasında genellikle Spetzler-Martin skalası kullanılır (Tablo 2). Genellikle birden fazla besleyici arteri ve birden fazla drenaj veni bulunur.

Herhangi bir tetkik ile AVM tespit edilen olgularda vasküler yapıları daha iyi değeren-

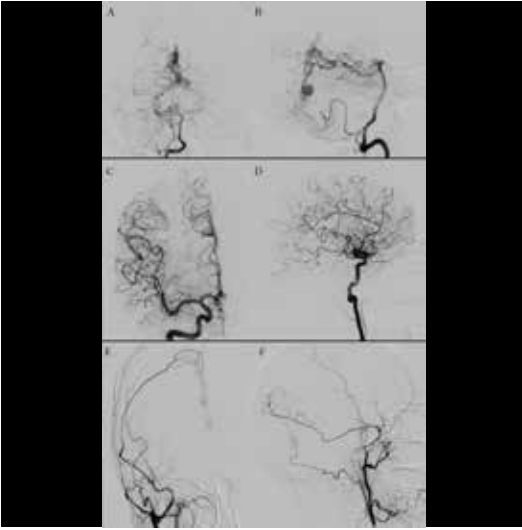
**Tablo 2: Beyin AVM'leri için Spetzler-Martin skalası**

AVM özellikleri		Puan
Boyutu	Küçük (<3 cm)	1
	Orta (3-6 cm)	2
	Büyük (>6 cm)	3
Yerleşim yeri	Motor, işitsel, görsel ya da konuşma merkezlerinden herhangi birini etkilemeyen	0
	Motor, işitsel, görsel ya da konuşma merkezlerinden herhangi birini etkileyen	1
Drenaj veni	Yüzeyel	0
	Derin	1



dirmek için anjiyografi tetkikler gerekir. BT tetkikinde vasküler yapılar daha iyi değerlendirilir. MR' da ise komşu serebral parankim, eski kanamalar ve nidus daha iyi görülebilir. BTA ve MRA'da arterial fazda venlerin dolması ile AVM tanısı konulur. Besleyici arterde kan volümünün artışına bağlı çapta genişleme olur. BT'de yeni geniş dedektör teknolojisi sayesinde, yaklaşık 16 cm'lik dedektör uzunluğu sayesinde beyin parankimi tek dönüş ile taranabilmekte, bu da AVM'lerde kan akımını daha doğru değerlendirmeye olanak sağlamaktadır (Video) [25]. Ancak birden çok besleyici arteri olabildiği için tedavi planlaması için selektif DSA gerekir (Resim 5).

Serebral arteriovenöz fistüller (AVF), serebral arterial ve venöz sistem arasında anormal direk bağlantılardır ve serebral vasküler malformasyon olabildikleri gibi özellikle travma sonrası da görülebilirler. Temel olarak dural AVF, pial AVF ve galen veni anevrizmal malformasyonu olarak sınıflandırılabilir.



**Resim 5.** A-F. Otuz yedi yaşında kadın hasta MR tetkikinde AVM görülmesi üzerine DSA tetkiki yapıyor. Vertebral arter enjeksiyonunda Town (A) ve lateral (B) planda alınan görüntülerde bilateral PCA ile beslenen AVM görülüyor. Sağ ICA enjeksiyonunda Town (C) ve lateral (D) planda alınan görüntülerde herhangi bir besleyici arter görülmezken, sağ ECA enjeksiyonunda Town (E) ve lateral (F) planda orta menenjial arterin AVM'yi beslediği görülmektedir.

Dural AVF'ler dural vasküler yapılardaki arteriovenöz şantlardır. Serebral vasküler malformasyonların yaklaşık %10'unu oluşturur. Genellikle infratentorial yerleşimlidir. Klinik olarak çınlama, kranial sinir etkilenenimleri ve venöz sistemdeki basınç artışına sekonder fokal nörolojik defisit ve kafa içi basınç artışı bulguları görülebilir. En önemli komplikasyonları kanamalar olup, parankimal, subaraknoid ya da subdural kanama görülebilir. En sık transvers/sigmoid sinüs ile ilişkili olarak görülür. Kontrastsız BT'de eğer vasküler yapılar çok geniş değilse fark edilemez. Kontrastlı BT ve MR da ise etkilenen vasküler yapılarda genişleme, ilişkili venlerde dilatasyon ve tortuözite ve erken fazda kontrastlanan venöz yapı şeklinde görülür [26].

Karotikokavernöz fistüller (KKF) karotis ile kavernöz sinüs arasındaki anormal bağlantılardır. Etiyolojileri yönünden direk ve indirek olarak ikiye ayrılırlar. Direk KKF'ler genellikle travma sonrası genç erkek hastalarda görülür ve bulgular akut başlangıçlı ve hızlı ilerler. İndirek KKF'ler ise sıklıkla ileri yaş kadın hastalarda görülür ve bulguları yavaş ve sessizdir. KKF'ler en sık pulsatile eksoftalmus, ilerleyen görme kaybı, çınlama, proptosis ve 3, 4, 5 ve 6. sinir felçleri şeklinde görülür. BT bulguları arasında proptosis, genişlemiş süperior oftalmik ven görülebilir. DSA'da ICA'dan kavernöz sinüse hızlı geçiş ve şant görülür [26].

Pial AVF'ler daha nadir görülürler, pial arterler ile venöz sistem arasında anormal bağlantılardır. Dural AVF'lerin aksine %80 oranında suptentoriyal ve genellikle ventriküler epandim komşuluğunda ya da beyin yüzeyi altında yerleşirler [26].

Galen veni anevrizmal malformasyonları diğer adıyla median porenselalik arteriovenöz fistüller, nadir görülen intrakranial bir anomali olup sıklıkla antenatal US ile tanı konmaktadır. Antenatal tanı alamayan hastalarda yüksek debili şantlar ve buna bağlı bulgular görülür. Galen veni öncülü olan median proensefalik venin (MPV) AVF'si olup MPV regrese olmamasına bağlı anevrizmatik dilatasyon gelişmektedir gerçekte bir galen veni oluşumu yoktur. Antenatal US'de orta hat posteriorunda dilate vasküler yapının görülmesi ve Doppler US ile

akım dinamiklerinin gösterilmesi ile tanı konur. BT ve MR da MPV'nin genişlemesi ve arterial besleyicilerde belirginleşme görülür (Resim 6).

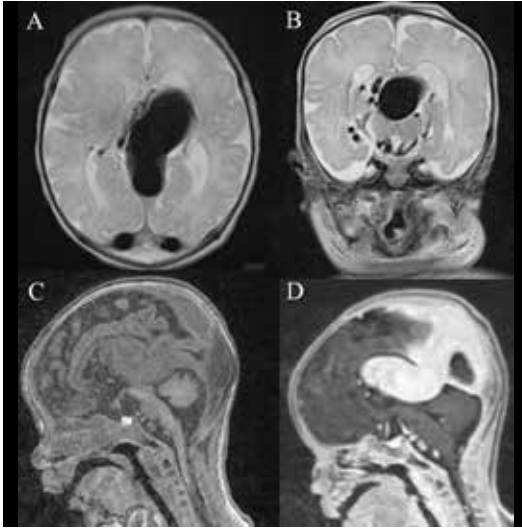
DSA tüm AVF türelerinde tanı için halen altın standart tetkiktir. Etkilenen arterin net olarak anlaşılabilmesi için süper selektif kateterizasyon gerekebilir.

## Diğer Nörovasküler Patolojiler

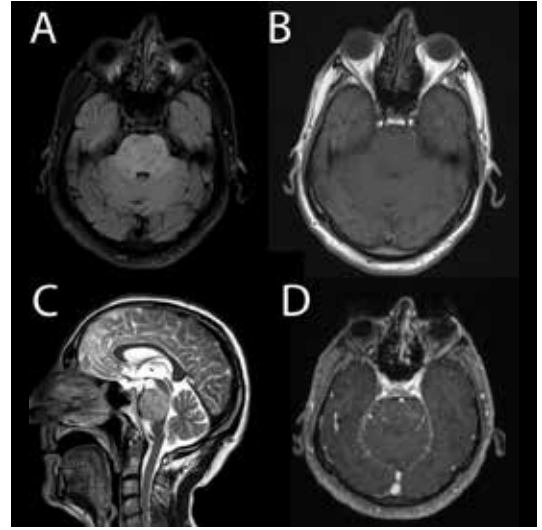
### Vaskülitler

Serebral vaskülitler oldukça heterojen bir hastalık grubuna bağlı olabilir. Beyin damarlarını etkileyen vaskülitlerin arasında Takayasu arteriti, dev hücreli arterit, Behçet hastalığı vb. sayılabilir ve bu vaskülitlerin klinik ve görüntüleme bulguları Tablo 3'te özetlenmiştir (Resim 7) (Tablo 3). Sistemik hastalıklarda sistemik lupus eritematosus, sjögren sendromu, romatoid artrit, APLa sendromu ve sklerodemada santral sinir sistemi vaskülitine neden olabilirler. Ayrıca akut septik menenjitlere bağlı vaskülitler, tü-

berküloz vaskülit, nörosifiliz vaskülit, varisella-zoster virüs vaskülit, HIV ilişkili vaskülit, mantar vaskülit, sistiserkoz vaskülit, maligniteye bağlı vaskülitler, ilaca bağlı vaskülitler ve radyasyona bağlı vaskülitlerde akılda tutulması gereken sebepler arasındadır [27]. Damarlar duvarlarında enflamasyona sekonder lümen- de daralma/oklüzyon gelişir ayrıca sitokinlere bağlı koagülasyonda artış ve damar tonusunda değişkenlikler de görülebilir. Bunun sonucu etkilenen damara ve şiddetine bağlı nörolojik semptom oluşur. Klinik bulgular, hasta hikâyesi ve laboratuvar bulgularının yanında görüntüleme bulguları da tanı için önemlidir [27]. Görüntüleme sıklıkla MR kullanılır. T2 ve FLAIR serilerde iskemik/gliotik değişiklikler tespit edilir. Difüzyon MR da akut kronik iskemi ayrımı yapılabilir. Kontrastlı T1A görüntülerde leptomenjial kontrastlanma, parankimal lezyonlar ve büyük damar duvarlarındaki enflamasyona bağlı kontrastlanma görülebilir. TOF MRA, BTA, kontrastlı MRA ve DSA'da etkilenen damardaki daralma/oklüzyon gösterilebilir [27].



**Resim 6.** A-D. Bir günlük bebeğin beyin MR tetkikinde aksiyel (A) ve koronal (B) T2A görüntülerde anevrizmatik genişlemiş median proensefalik ven orta hatta sinyal void özellikle görülmekte, aynı görüntülerde besleyici arterlerde de genişleme dikkati çekmekte. Kontrastsız (C) ve kontrastlı (D) T1A görüntülerde median proensefalik venin erken fazda dolduğu ve sinüslere boşaldığı görülmektedir.



**Resim 7.** A-D. Elli beş yaşında erkek hasta Behçet hastalığı nedeni ile takip edilmekte bilateral alt ekstremite güçsüzlüğü nedeni ile yapılan kontrastlı beyin MR tetkikinde ponsun tamamını etkileyen FLAIR (A)'de hiperintens, T1AG'de (B) hafif hipointens, T2AD'de (C) hiperintens içerisinden yamasal tarzda hipointens alanlar barındıran, kontrastlı görüntüde (D) yamasal kontrastlanma gösteren Behçet hastalığına bağlı vaskülit tutulumu görülüyor.

**Tablo 3: Vaskülitlerin klinik/görüntüleme bulguları\***

Takayasu arteriti	Ana karotid arterlerde duvar kalınlık artışları ve dilatasyonlar ve aortada darlık alanları
Dev hücreli arteriti	Temporal arter duvarında kalınlaşma ve kontrast tutulumu
Poliarteritis nodosa	İnternal karotid arterlerde anevrizma ve darlık/oklüzyonlar
Kawasaki hastalığı	Çocuklarda sık, nonspesifik subdural efüzyonlar, serebral enfark alanları, atrofi, geçici korpus kallozum hiperintens lezyonları
Ig A vaskülit	4-7 yaş arası çocuklarda sık, fokal iskemi ve kanamalı lezyonların eşlik ettiği hipertansif ensefalopati
Mikroskopik polianjit	Serebral kanamalar, pakimenejit, serebral enfakt alanları ve değişken derece küçük damar hastalıkları
Granulomatözis ve polianjitis (Wegener granulomatözis)	Burunda nasal septumu ve konkayı destrükte eden yumuşak doku kitlesi ve leptomenenjal kontrastlanma
Özonofilik granulomatözis ve polianjitis (Churg-Strauss sendromu)	Mikro ya da makro kanama ve enfark alanları, optik nöropati
Behçet hastalığı	Parankimal formu (%80) özellikle beyin sapı ve bazal ganglionlarda yamalı içiçe geçmiş alanlar Nonparankimal formu (%20) özellikle kavernoöz sinüste trombüs
Cogan sendromu	Nonspesifik iskemik değişiklikler, vestibuler labirintinde bozulma ve daralma
Santral sinir sisteminin primer anjiti	MR: Birbirinden ayrı veya yaygın supra ve infra tentorial lezyonlar, enfakt ve kanama alanları DSA: Fokal veya multifokal segmentel darlık/oklüzyonlar veya küçük ve orta büyüklükteki damarlarda düzensizlikler

\*(27) nolu referanstan faydalanılarak hazırlanmıştır

### Gelişimsel venöz anomaliler

Gelişimsel venöz anomaliler (GVA) genellikle asemptomatikler ancak toplayıcı veni geniş olan vakalarda şant etkisine bağlı iskemik bulgular görülebilir. GVA'ların embriyolojik gelişim sırasında yüzeysel veya derin venlerdeki oklüzyon veya anormalliklerine sekonder gelişmiş bir durum olduğu varsayılmaktadır [26].

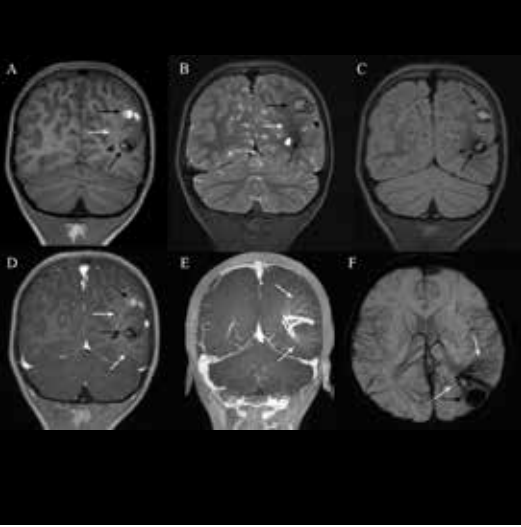
Küçük GVA'lar konvansiyonel sekanslarda gözden kaçabilirler de özellikle venöz yapılarla duyarlı SWI ve T2\* sekanslarda rahatlıkla görülebilirler. BT ve MR görüntüleme düz veya eğimli geniş venöz toplayıcı damara drenen olan çok sayıda küçük venler olarak görülür ve bu da klasik "medusa başı" görünümünü

ortaya çıkarır. Bu görünüm özellikle kontrastlı serilerde daha rahat gözlemlenebilir. Nadir olarak kanarlar. Eğer parankimal kanama ile tanı almışlarsa mutlaka kavernomalara birliği araştırılmalı ve bu amaçla kanamaya duyarlı sekanslar görüntülemeye mutlaka eklenmelidir (Resim 8).

### Moya moya hastalığı

Moyamoya (Japonca "sigara dumanı") hastalığı nadir görülen sebebi bilinmeyen erken evrelerde posterior sirkülasyonun göreceli olarak korunduğu supraklinoid internal karotid arterlerin oklüzyonu ile karakterize bir hastalıktır. Moyamoya hastalığı altta yatan başka bir hastalık/neden (ateroskleroz, Down Sendromu,





**Resim 8. A-F.** On bir yaşında erkek hastanın baş ağrısı nedeni ile yapılan beyin MR incelemesinde T1AG' de (A) belirgin hiperintens ve hipointens ağırlıklı heterojen intensitede iki adet kavernöz malformasyon (siyah oklar) görülmekte. Kavernöz malformasyonlarda T2AG (B) ve FLAIR (C) görüntüde hemosiderine ait hipointens rim görülmekte, santral kesimleri her iki incelemede de hiperintens. Kontrastlı seride (D) kavernöz malformasyonda kontrast tutulumu görülmemekte ancak hastada kavernöz malformasyon komşuluklarında lineer kontrastlanmalar (beyaz oklar) mevcut bu görünüm T1AG (A) ve T2AG' de (B) sinyal void olarak izlenmektedir. Kontrastlı MIP (E) ve SWI MIP (F) görüntülerde bu yapıların gelişimsel venöz anomaliyi oluşturan damarlar olduğu anlaşılmaktadır ve MIP görüntülerde GVA için tipik görüntü olan medusa başı net olarak görülmektedir. SWI MIP görüntüde (F) kavernöz malformasyon (siyah ok) içindeki kana bağlı olarak hipointens şekilde görülmektedir.

orak hücreli anemi vb.) ortaya konmadığı durumlarıdır. Genellikle bazal kollateral vasküler yapılar gelişir ve bu da DSA'daki sigara dumanı görünümünü oluşturur [26]. Klinik olarak geçici iskemik ataklar veya infarkt alanları şeklinde görülebilir. BT ve MR görüntüleme bazal sisternalar düzeyinde ve bazen bazal ganglionlar ve talamusa uzanan sinyal kaybı gösteren ince vasküler yapılar şeklinde görülmürler. BTA ve MRA'da bilateral supraklinoid İKA'lerde stenoz ve oklüzyon vardır. Yetişkin formunda EKA ile MCA arasında anastomozlar görülmürler [26].

## Kavernöz malformasyonlar

Kavernöz malformasyonlar (serebral kavernöz venöz malformasyon, kavernöz hemanjiom, kavernoma) yavaş akımlı venöz malformasyonlardır. Genellikle tek olup 40-60'lı yaşlarda semptomatik olurlar. Multiple olanlarında 'ailesel multiple kavernöz malformasyon sendromu' na yönelik aile üyelerinin de araştırılması gerekir. Serebral radyoterapiye sekonder de gelişebilirler. Histolojik olarak dut benzeri hiyalinize genişlemiş kılcal damar kümelerinin hemosiderin ile çevrelenmesi şeklinde görülmürler. BT'de büyük boyutlara ulaşana kadar güçlükle görülebilirler. MR'da patlamış mısır veya dut benzeri görünüm ve etrafındaki hemosiderine bağlı çevresel sinyal kaybı şeklinde görülmürler. T1 ve T2 sinyali içerisindeki kan elemanlarının yaşına bağlı olarak değişir. GRE T2\* ve SWI sekansları hemosiderini ve kan elemanlarını göstermede oldukça başarılıdır (Resim 8). DSA'da görüntülenemezler.

## Serebral kapiller telanjiektaziler

Serebral kapiller telanjiektaziler asemptomatik olup genellikle başka bir amaçla yapılan görüntüleme rastlantısal olarak tanı alır. BT ve DSA'da görülmezler. MR'da T1A serilerde parankime göre düşük sinyalli, T2 ve FLAIR'de normal veya hafif artmış sinyal özelliği gösterir, SWI ve T2\* düşük sinyal intensitesinde görülmürler. Kontrastlı serilerde noktalı kontrastlanma şeklinde görülmürler.

**Video:** On sekiz yaşında erkek hastanın dinamik volüm BT incelemesinde yüksek akımlı AVM' si izlenmektedir.

## Kaynaklar

1. Rinkel GJ, Djibuti M, Algra A, van Gijn J. Prevalence and risk of rupture of intracranial aneurysms: a systematic review. *Stroke* 1998; 29: 251-6. [CrossRef]
2. van Gijn J, Kerr RS, Rinkel GJ. Subarachnoid haemorrhage. *Lancet* 2007; 369: 306-18. [CrossRef]
3. Vlak MH, Algra A, Brandenburg R, Rinkel GJ. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time

- period: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Neurol* 2011; 10: 626-36. [\[CrossRef\]](#)
4. Cagnazzo F, Gambacciani C, Morganti R, Perrini P. Intracranial aneurysms in patients with autosomal dominant polycystic kidney disease: prevalence, risk of rupture, and management. A systematic review. *Acta Neurochir* 2017; 159: 811-21. [\[CrossRef\]](#)
  5. Long B, Koyfman A, Runyon MS. Subarachnoid Hemorrhage: Updates in Diagnosis and Management. *Emerg Med Clin North Am* 2017; 35: 803-24. [\[CrossRef\]](#)
  6. Chen W, Xing W, He Z, Peng Y, Wang C, Wang Q. Accuracy of 320-detector row nonsubtracted and subtracted volume CT angiography in evaluating small cerebral aneurysms. *J Neurosurg* 2017; 127: 725-31. [\[CrossRef\]](#)
  7. Feng TY, Han XF, Lang R, Wang F, Wu Q. Subtraction CT angiography for the detection of intracranial aneurysms: A meta-analysis. *Exp Ther Med* 2016; 11: 1930-6. [\[CrossRef\]](#)
  8. Sailer AM, Wagemans BA, Nelemans PJ, de Graaf R, van Zwam WH. Diagnosing intracranial aneurysms with MR angiography: systematic review and meta-analysis. *Stroke* 2014; 45: 119-26. [\[CrossRef\]](#)
  9. Bonati LH, Nederkoorn PJ. Clinical Perspective of Carotid Plaque Imaging. *Neuroimaging Clin N Am* 2016; 26: 175-82. [\[CrossRef\]](#)
  10. Kargiotis O, Safouris A, Magoufis G, Georgala M, Roussopoulou A, Stamboulis E, et al. The Role of Neurosonology in the Diagnosis and Management of Patients with Carotid Artery Disease: A Review. *J Neuroimaging* 2018; 28: 239-51. [\[CrossRef\]](#)
  11. 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. [\[CrossRef\]](#)
  12. Rafailidis V, Charitanti A, Tegos T, Destanis E, Chrysosgonidis I. Contrast-enhanced ultrasound of the carotid system: a review of the current literature. *J Ultrasound* 2017; 20: 97-109. [\[CrossRef\]](#)
  13. 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. [\[CrossRef\]](#)
  14. Chen H, Zhang Q, Kerwin W. Analysis of Multicenter Contrast Carotid Plaque MR Imaging. *Neuroimaging Clin N Am* 2016; 26: 13-28. [\[CrossRef\]](#)
  15. Holmstedt CA, Turan TN, Chimowitz MI. Atherosclerotic intracranial arterial stenosis: risk factors, diagnosis, and treatment. *Lancet Neurol* 2013; 12: 1106-14. [\[CrossRef\]](#)
  16. Reith W, Berkefeld J, Dietrich P, Fiehler J, Jansen O. Diagnosis and Treatment of Intracranial Stenoses. *Clin Neuroradiol* 2015; 25: 307-16. [\[CrossRef\]](#)
  17. Sade R, Ogul H. Serebrovasküler Olay. *Trd Sem* 2016; 4: 198-210. [\[CrossRef\]](#)
  18. Nogueira RG, Jadhav AP, Haussen DC, Bonafe A, Budzik RF, Bhuva P, et al. Thrombectomy 6 to 24 Hours after Stroke with a Mismatch between Deficit and Infarct. *N Engl J Med* 2018; 378: 11-21. [\[CrossRef\]](#)
  19. Albers GW, Marks MP, Kemp S, Christensen S, Tsai JP, Ortega-Gutierrez S, et al. Thrombectomy for Stroke at 6 to 16 Hours with Selection by Perfusion Imaging. *N Engl J Med* 2018; 378: 708-18. [\[CrossRef\]](#)
  20. Petrella JR, Provenzale JM. MR perfusion imaging of the brain: techniques and applications. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 207-19. [\[CrossRef\]](#)
  21. Arakawa S, Wright PM, Koga M, Phan TG, Reutens DC, Lim I, et al. Ischemic thresholds for gray and white matter: a diffusion and perfusion magnetic resonance study. *Stroke* 2006; 37: 1211-6. [\[CrossRef\]](#)
  22. Schramm P, Schellinger PD, Klotz E, Kallenberg K, Fiebach JB, Kulkens S, et al. Comparison of perfusion computed tomography and computed tomography angiography source images with perfusion-weighted imaging and diffusion-weighted imaging in patients with acute stroke of less than 6 hours' duration. *Stroke* 2004; 35: 1652-8. [\[CrossRef\]](#)
  23. Albers GW, Thijs VN, Wechsler L, et al. Magnetic resonance imaging profiles predict clinical response to early reperfusion: the diffusion and perfusion imaging evaluation for understanding stroke evolution (DEFUSE) study. *Ann Neurol* 2006; 60: 508-17. [\[CrossRef\]](#)
  24. Solomon RA, Connolly ES Jr. Arteriovenous Malformations of the Brain. *New Engl J Med* 2017; 376: 1859-66. [\[CrossRef\]](#)
  25. Mokin M, Dumont TM, Levy EI. Novel multimodality imaging techniques for diagnosis and evaluation of arteriovenous malformations. *Neurol Clin* 2014; 32: 225-36. [\[CrossRef\]](#)
  26. Geibprasert S, Pongpech S, Jiarakongmun P, Shroff MM, Armstrong DC, Krings T. Radiologic assessment of brain arteriovenous malformations: what clinicians need to know. *Radiographics* 2010; 30: 483-501. [\[CrossRef\]](#)
  27. Abdel Razek AA, Alvarez H, Bagg S, Refaat S, Castillo M. Imaging spectrum of CNS vasculitis. *Radiographics* 2014; 34: 873-94. [\[CrossRef\]](#)

## Nörovasküler Patolojilerde Teşhis ve İşlem Öncesi Görüntüleme

Recep Sade, Akın Levent

### Sayfa 109

Özellikle 3 mm'den büyük anevrizmalarda BTA en az DSA kadar doğru tanı vermektedir.

### Sayfa 109

DEBT'de ise iyot ve kalsiyum farklı enerji seviyelerindeki X-ışınına farklı davranış sergilemeleri nedeni ile yazılımsal olarak iyot haritaları ve kemik-kalsifikasyon ayrımı yapılmasına olanak sağlar.

### Sayfa 111

RDUS ile plağın uzanımı, lümeninde oluşturduğu darlık ve plağın özellikleri hakkında bilgi veren, kontrast madde gerektirmeyen iyonize radyasyon içermeyen ucuz ve güvenilir bir tetkiktir.

### Sayfa 112

Son aylarda çıkan iki çok merkezli çalışma endovasküler trombektominin penumbra olan olgularda (klinik ve görüntüleme uyumsuzluğu ya da difüzyon MR ve perfüzyon MR (MRP) uyumsuzluğu) 24 saate kadar fayda sağladığını göstermiştir.

## Nörovasküler Patolojilerde Teşhis ve İşlem Öncesi Görüntüleme

Recep Sade, Akın Levent

1. Karotis darlıklarını değerlendirmede tercih edilecek ilk görüntüleme yöntemi hangisidir?
  - a. Renkli Doppler US
  - b. Beyin BT anjiyografi
  - c. Konvansiyonel beyin MRG
  - d. Beyin difüzyon ağırlıklı görüntüleme
2. Altı saati geçen iskemik inme vakalarında tedavi uygunluğu için hangi görüntüleme yönteminin önemi büyüktür?
  - a. Kontrastsız beyin BT
  - b. MR Perfüzyon
  - c. Renkli Doppler US
  - d. SWI
3. Aşağıdaki anjiyografik görüntüleme yöntemlerinden hangisi darlıkları olduğundan daha fazla gösterir?
  - a. BTA
  - b. Kontrastlı MRA
  - c. TOF MRA
  - d. DSA
4. Aşağıdaki anevrizma türlerinden hangisinde BTA ve MRA duyarlılığı en düşüktür?
  - a. Posterior sistem anevrizmaları
  - b. Şekilsiz anevrizmalar
  - c. Kanamış anevrizmalar
  - d. 3 mm'den küçük anevrizmalar
5. Beyin AVM'lerinde besleyici arteri en iyi gösterebilen görüntüleme yöntemi hangisidir?
  - a. BTA
  - b. MRA
  - c. DSA
  - d. SWI