

Serebrovasküler Olay

Recep Sade, Hayri Oğul

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Serebrovasküler olay
- Hiperakut serebrovasküler olayda görüntüleme
 - Bilgisayarlı tomografi yöntemleri ve görüntüleme bulguları
 - Manyetik rezonans uygulamaları ve görüntüleme bulguları
- Akut-subakut serebrovasküler olayda görüntüleme yöntemleri ve görüntüleme bulguları
- Hemorajik serebrovasküler olayda görüntüleme yöntemleri ve görüntüleme bulguları

Giriş

Serebrovasküler olay (SVO), iskemik ya da hemorajik nedenlere bağlı gelişen nörolojik defisit olarak tanımlanır. SVO, sebepleri ve sonuçları yönünden oldukça heterojen bir hastalıktır. SVO'ların yaklaşık %87'si iskemik (arteriyel ve/veya venöz nedenlere bağlı), %10'u parankimal kanama ve %3'ü ise subaraknoid kanamaya (SAK) sekonder gelişir [1]. Tedavi yöntemleri sebebe göre farklılık gösterir. Hastalar tamamen iyileşebileceği gibi farklı derecelerde nörolojik defisit kalabilir ve hatta ölümler bile sonuçlanabilir. Türkiye'de sosyal güvenlik kurumu verileri baz alınarak yapılan bir çalışmada, 2008-2013 yılları arasında 400 bin kişinin SVO nedeniyle öldüğü ve yaklaşık 1.5 milyon kişinin etkilendiği, prevalansının ise %2,2 olduğu gösterilmiştir [2]. Oldukça çok görülen ve ölümlerle sonuçlanabilecek bu hastalığın erken tanısı oldukça önem taşır. Son 20 yılda tanı ve

tedavi alanındaki gelişmeler sayesinde SVO'ya bağlı ölüm oranlarında belirgin azalma görülmüş olup 2000 yılında %35,8 olan ölüm oranı 2010 yılına gelindiğinde %22,8'lere düşmüştür [1]. Görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler sayesinde tanı ve tedavide daha da ilerleme ve hızlanma olacağı ve bu oranların daha da düşeceğini öngörüyoruz. SVO'da öncelikle iskemik ya da hemorajik ayrımın yapılması, lezyon büyüklüğünün ve yaşının belirlenmesi, vasküler kökenli ise etkilenen damar ya da damarların belirlenmesi, damarın ne kadar etkilendiğinin ve kollateral durumun değerlendirilmesi ve kurtarılabilir parankimin değerlendirilmesi tedavi seçimi açısından önem taşımaktadır. Biz radyologlar serebrovasküler olayda büyük oranda tanı kısmında olsak da endovasküler tedaviler ile hem tanı ve hem tedavi kısmında etkin bir şekilde rol almaktayız. Bu yazımızda SVO'nun tanı ve tedavi yöntemleri hakkında bilgi vereceğiz.

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

✉ Hayri Oğul • drhogul@gmail.com

SEREBROVASKÜLER OLAYDA GÖRÜNTÜLEME

Yeni nörolojik defisit gelişen hastalar, tedaviden dramatik olarak fayda gören hasta grubu olup aynı zamanda acile en sık başvuran hasta grubudur. SVO'da görüntülemeden beklenen SVO'nun iskemik ya da hemorajik ayrımının yapılması, varsa vasküler patolojilerin gösterilmesi ve kurtarılabilir alanın belirlenmesidir. Görüntülemeye tercih edilecek yöntemler bulguların başlangıç zamanından itibaren geçen süreye bağlı olarak değişir. İlk 6 saatte yapılan endovasküler tedaviden hasta çok fayda gördüğü için, görüntüleme bu hasta gruplarında ilk 6 saat ve sonrası diye ikiye ayrılır [3-6]. Büyük damarlardaki tıkaçıcı hastalıklarda mekanik trombektominin IV- tPA tedavisine olan üstünlüğü birçok çalışmada gösterilmiştir [3-6].

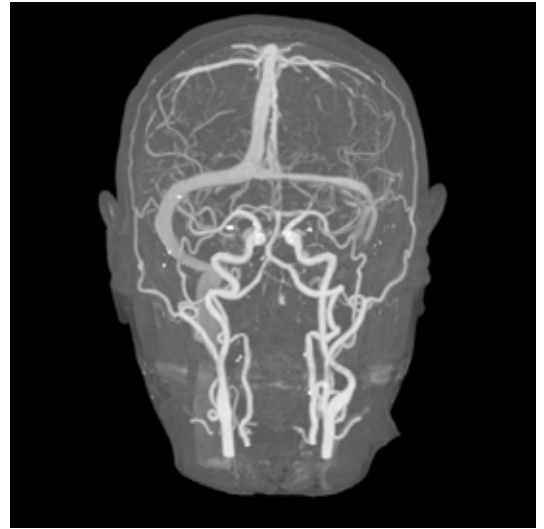
Hiperakut (0-6 saat) SVO'da görüntüleme

İlk 6 saatte başvuran hastalarda, öncelikle hemorajik SVO ekarte edilmeli ve kurtarılabilir alan (penumbra) belirlenmelidir.

Bilgisayarlı Tomografi yöntemleri ve bulguları

Hemorajik SVO ekartasyonu için en etkili ve hızlı yöntem kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT) tetkikidir. BT'deki gelişmeler sayesinde hem çekim süreleri ve radyasyon dozlarında belirgin azalma sağlanmış hem de görüntü kalitesinde artış elde edilmiştir. SVO'da kontrastsız BT ile kanama ekarte edildikten sonra hemen IV- tPA başlanmalıdır. Hızlı görüntü elde edilmesi, hareketten daha az etkilenmesi ve yüksek uzaysal çözünürlük BT'nin avantajlarıdır. Radyasyon içermesi en önemli dezavantajdır. BT'de kanama hiperdens görünür, ancak hemoglobin düzeyi düşük olan hastalarda subdural ve epidural kanamaların izo ya da hipodens görüldüğü unutulmamalıdır. BT sadece kanamayı göstermez, bazı olgularda orta serebral arter (MCA) oklüzyonunda, arter hiperdens görü-

lebilir ki buna dens MCA bulgusu denir. BT tetkikinde kanama yoksa iskemiye neden olan vasküler yapıları değerlendirmek için BT anjiyografi (BTA) veya manyetik rezonans anjiyografi (MRA) tetkiki yapılmalıdır. BTA tetkiki; baş boyun damarlarında stenoza, oklüzyonu, vaskülit, anevrizmaları veya anevrizma dışı vasküler patolojileri göstermede etkili bir yöntemdir. En önemli dezavantajı iyonize radyasyona ek olarak kontrast gerektirmesi ve buna bağlı kontrast nefropatisine neden olabilmesidir. Dual enerji BT (DEBT), iki farklı enerjideki x-ışınlarının kullanıldığı bir görüntüleme yöntemidir. DEBT'de tek bir kontrastlı görüntüden sanal kontrastsız görüntüler elde edilebilmekte ve anjiyografi tetkiklerinde kemik, kalsifikasyon ve kontrast maddenin farklı enerji seviyelerindeki görüntülenme özellikleri sayesinde hızlı bir şekilde kemik çıkarılarak sadece vasküler yapılar görülebilmekte, kalsifikasyonlar kontrasttan kolaylıkla ayırtedilebilmektedir (Şekil 1). DEBT yapılarak tek çekimle sanal kontrastsız BT görüntüleri de elde edildiği için kanama ve vasküler yapılar değerlendirilebilir. Yeni bir teknoloji olan DEBT'nin SVO tanısına katkı sağlayabileceği kanaatindeyiz. Kontrastlı beyin BT tetkiki, MR yapılamayan hastalarda alternatif yöntem olarak kullanılabilir [7]. Perfüzyon



Şekil 1. Altmış bir yaşında erkek hastanın yapılan DEBT tetkikinden elde olunan, kemik çıkartılmış Maximum Intensity Projection (MIP) anjiyografi görüntüsü.

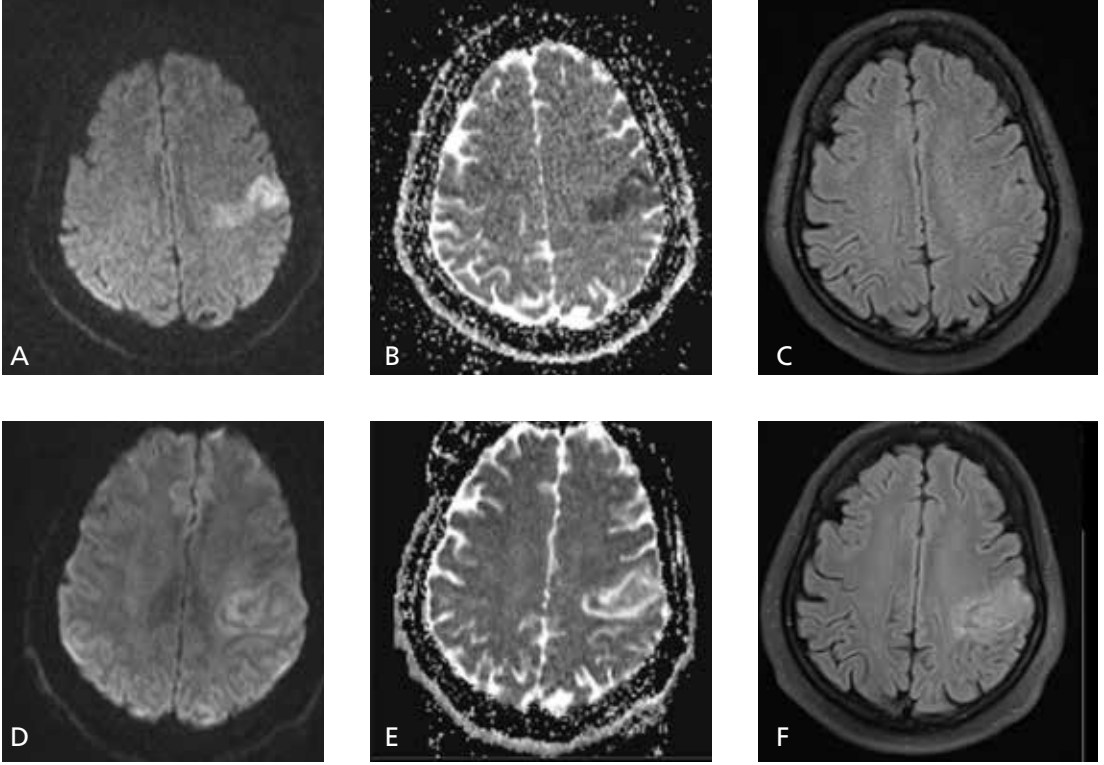
bilgisayarlı tomografi (PBT), serebrovasküler olay sonrası etkilenen ve korunan serebral parankimi göstermede etkili bir yöntemdir. PBT etkilenen ve kurtarılabilir parankimi gösterebilse de hareket artefaktlarının çok olması ve düşük sinyal gürültü oranları nedeniyle kullanılabilirliği halen tartışmalıdır [8-10]. PBT alanında çalışmalar hızla devam etmektedir. Yakın gelecekte bu yeni teknolojinin de SVO tanısında yerini alacağına inancımız tamdır.

Manyetik Rezonans görüntüleme ve bulguları

Manyetik Rezonans (MR) görüntüleme yumuşak dokuda yüksek kontrast çözünürlüğü sebebiyle beyin görüntülemesinde ve SVO tanısında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir [11]. Günümüzde rutin görüntülemede en sık 1,5T ve 3T cihazlar kullanılmaktadır. Tesla gücü arttıkça sinyal gürültü oranı, duyarlılık ve kimyasal kayma artefaktları da artmaktadır. Konvansiyonel MR sekansları özellikle akut SVO'da yetersiz kalmaktadır. MR klastrofobik hastalarda, morbit obezlerde, kalp pili olan hastalarda ve ferromanyetik metal implantı olan hastalarda kullanılamamaktadır.

İlk 6 saatte konvansiyonel MR sekanslarında bulgu olmayabilir. Bu durumda ileri MR görüntüleme sekanslarını kullanmak gerekir. Kanamayı göstermede kan elemanlarının manyetik duyarlılık etkisi oluşturmasından faydalanılır. Bunun için T2* gradient eko (GRE) sekanslar kullanılmaktadır. Farklı MR üreticilerinin farklı isimlerde T2* GRE sekansları mevcuttur. Susceptibility-weighted imaging (SWI) sekansının SAK görüntülenmesinde BT'den üstün olduğu ayrıca parankimal mikrokanamaları göstermede T2*GRE'den daha duyarlı olduğu gösterilmiştir [12, 13]. SWI görüntü kontrastını T1 veya T2 ağırlıklı olarak oluşturmaz. SWI yüksek çözünürlüklü, üç boyutlu faz ve magnifiye bilgi içeren T2* GRE temelli bir sekansdır [14]. Görüntü uzun eko zamanı (echo time, TE) kullanılarak oluşturulan modifiye edilmiş faz imajlardan elde edilir [15]. Faz imajlarda geri plandaki manyetik alan etkisi ve dokuların kimyasal kayma etkilerini içeren bilgiler vardır. MR'da parsiyel deoksijenize venöz kan, pıhtı (para-

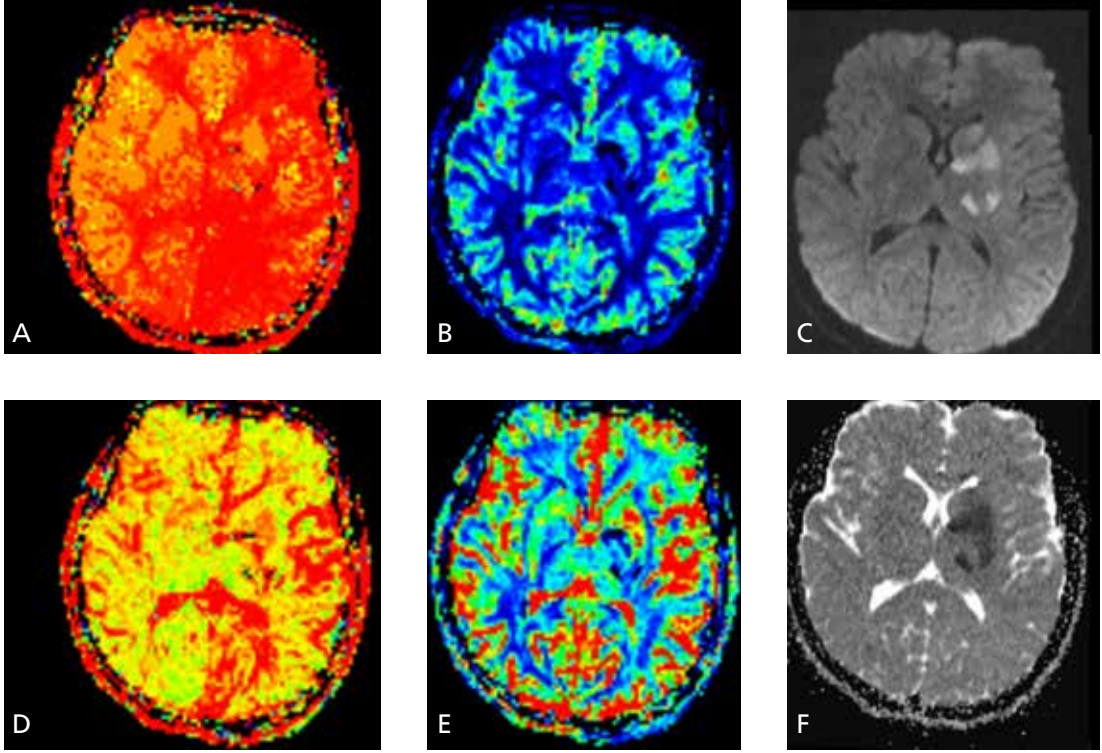
manyetik), kalsiyum (diamanyetik), demir yüklü dokular ve hava/doku arayüzleri temel olarak duyarlılığa neden olan unsurlardır [15]. SWI'da piksel tabanlı faz bilgileri, farklı TE değerleri, farklı faz filtreleme ve faz güçlendirme yöntemleri kullanılarak görüntü elde edilir. Bu işlemler geri planda yapılarak magnifiye, filtrelenmiş faz, SWI ve minIP SWI görüntüler otomatik olarak oluşturulur. Duyarlılık farklılıkları sayesinde özellikle kalsiyum ve demir yüklü dokular filtrelenmiş faz görüntülerde ayırt edilebilmektedir [16]. SWI sekansının faz serilerde oluşan kontrastın büyüklüğü, TE ve manyetik alan gücüne bağlı değiştiği için yüksek tesla cihazlarda daha iyi sonuçlar vermektedir [14]. Bu avantajlarına rağmen SWI sekansı hasta hareketine duyarlı olması nedeniyle öncelikli olarak tercih edilmemektedir. BT yapılamayan hastalarda kanamayı ekarte etmek için SWI veya T2* GRE sekansı kullanılabilir. MR'da difüzyon ağırlıklı görüntüleme (DAG), görünür difüzyon katsayısı (apparent diffusion coefficient, ADC) ve fluid attenuation inversion recovery (FLAIR) sekansları enfarkt değerlendirmede kullanılan temel görüntüleme yöntemleridir [11]. İlk 6 saatte (hiperakut enfarkt) sitotoksik ödem vardır. Bu MR görüntülerine difüzyon kısıtlanması olarak yansır. Bunu DAG serilerinde hiperintens ve ADC haritasında hipointens olarak görürüz. FLAIR ise, sitotoksik ödemi gösteremeyeceğinden bu evrede bulgu olmayabilir (Şekil 2). MRA, BTA'ya alternatif bir yöntem olarak ikinci sırada kullanılabilir. MRA kontrastlı veya kontrastsız olarak beyin damarlarını gösteren birçok tekniğe verilen ortak isimdir. MRA teknikleri arasında time-of-flight MRA (TOF-MRA), phase-contrast MRA (PC-MRA), ve blood oxygenation level-dependent (BOLD) MRA veya SWI sekansları sayılabilir. TOF-MRA ve PC-MRA kontrastlı veya kontrastsız olarak kullanılabilir. TOF-MRA genellikle akut SVO da Willis poligonunu değerlendirmede sıklıkla kullanılan MRA yöntemi olup kan akımının sağladığı kontrast sayesinde damarları gösterebilen bir sekanstır, ancak yavaş ve türbülans akımda T1 zemin baskılanması azalacağından bu durumlarda trombüs değerlendirmesi güçleşecektir. Kontrast madde verilerek bu limitasyonlar



Sekil 2. A-F. Kırk üç yaşında kadın hastanın 2 saat önce başlayan güçsüzlük şikayeti nedeni ile yapılan beyin MR tetkikinde sol presentral girus düzeyinde DAG b1000 görüntüde (A) sinyal artışı ADC haritasında (B) sinyal azalması görülmekte, FLAIR (C) sekansında ise herhangi bir sinyal değişikliği görülmemektedir. Aynı hastanın 17 gün sonra görüntülerinde b 1000 (D), ADC (E) ve FLAIR (F) serilerde aynı alanda sinyal artışı görülmektedir.

ortadan kaldırılabilir. PC-MRA, hareket eden ve duran kanın fazına bağlı görüntü oluşturan ve bu sayede hız ve yön bilgisi veren bir sekansdır. Düşük akımdan etkilenmemesi sayesinde venöz trombus değerlendirmesinde de kullanılabilir. PC-MRA hız ve yön bilgisi vermesi ayrıca yavaş akımdan etkilenmemesi gibi avantajlarına rağmen, uzun sürede elde olunması nedeniyle öncelikli kullanılan bir sekans değildir. **MR perfüzyon (MRP), iskemiden etkilenen ve kurtarılabilir alan belirlenmesinde yeni bir yöntem olarak kullanılır. Yapılan çalışmalarda MRP ve DAG uyumsuzluğu kullanılarak penumbra belirlenebildiği gösterilmiştir [17, 18]. MRP'de DAG'ye göre daha fazla alanın etkilenmesi bu alanda enfarkt riskinin arttığını gösterir [19]. Tersine DAG kısıtlılığı gösteren alanın MRP'de normal olması bu bölgenin kurtarılabilir olduğunun işaretidir [19]. MRP- klinik uyumsuzluk ya da MRP-difüzyon uyumsuzlu-**

ğu tedavi yöntemini belirlemede de önemli bir yer tutmaktadır [20, 21]. MRP'de endojen ya da ekzojen işaretleyici kullanılarak kan işaretlenir ve kanın dokudan geçişi görüntülenmeye çalışılır [22]. 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 hypointens 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 yan-



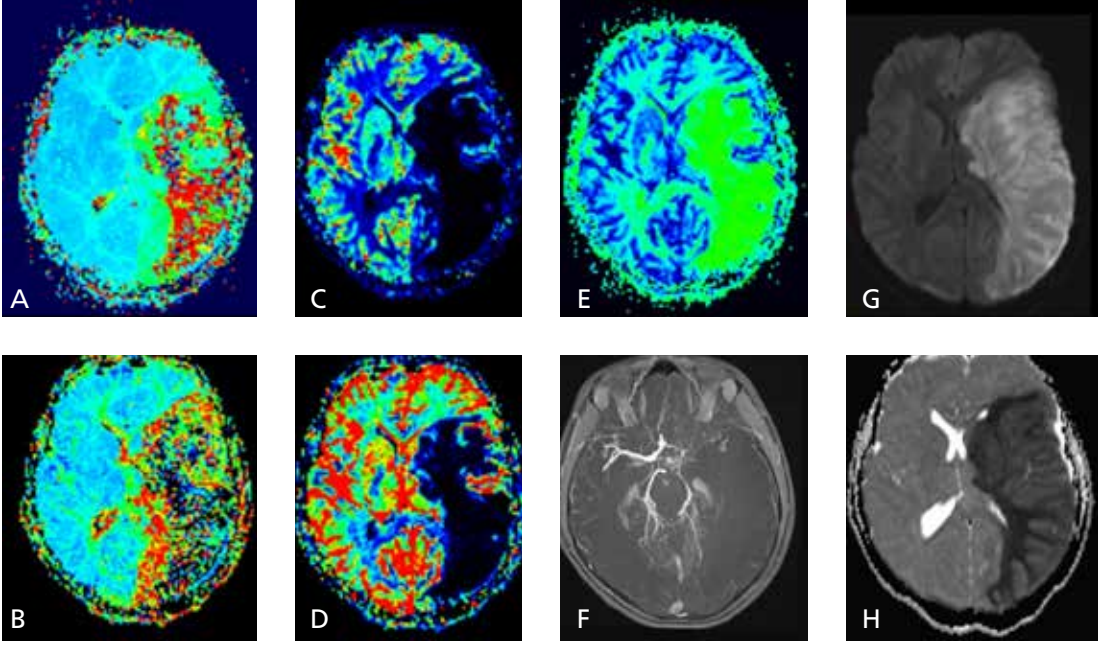
Sekil 3. A-F On üç yaşında kız hastanın yaklaşık 10-12 saat önce başlayan vücudunun sağ tarafında güçsüzlük şikayeti nedeniyle yapılan MRP ve DAG tetkiklerinde: sol globus pallidusta, putamen posterioru ve talamusta iskemik core ile uyumlu TTP (A) ve MTT (B) de uzama, rCBV (C) rCBF (D) de ise belirgin azalma görülmektedir. Sol kaudat nukleus baş kesimi ve putamen anterior kesiminde ise penumbra ile uyumlu TTP (A) ve MTT (B) de normal-hafif uzama rCBV (C) rCBF (D) de ise artış görülmektedir, b1000 (E)'de tüm lezyonlarda sinyal artışı ve ADC (F) sinyal azalması görülmektedir.

sıtamayacağını akılda tutmak gerekir. Perfüzyonda genelde karşılaştırmalı değerlendirme yapılır. Bir hemisfer ya da parankimin 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 kurtarılamayacak ölü dokuyu belirlemede bir çok çalışma CBV değerlerinin daha doğru sonuç verdiğini göstermiştir [23-25]. **Core dokusunda göreceli CBV ve CBF'de azalma olurken MTT ve TTP de uzama olur (Şekil 3, 4). Penumbra da ise otoregulasyona bağlı CBV normal hatta artmış olabilir, CBF'de hafif bir azalma ve MTT ve TTP'de hafif bir uzama olur (Şekil 3).** 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. Bu yöntemin en büyük avantajı kontrast gerektirmemesi iken, kontrast rezolüsyonunun düşük olması ve sadece CBV değerini vermesi ise yöntemin dezavantajlarındandır (Şekil 5).

Endovasküler tedavi kriterleri tam olarak oturmamış ve birçok merkezde farklı uygulamalar olsada kabaca BT'de kanaması olmayan, BTA veya MRA ile arteriyel oklüzyonu gösterilen, MRP ya da PBT'de penumbrası olan hastalar tedaviden en fazla fayda görecektir [20, 21].

İlk 6 saatte kontrastsız BT ilk görüntüleme yöntemi olarak kullanılır. Bununla birlikte ileri nöroradyolojik incelemeler [DAG (ADC haritaları ile birlikte), FLAIR, SWI, T2*, TOF MRA, kontrastlı MRA, BTA] hastanın klinik özelliklerine bağlı kullanılabilir. MRP veya



Sekil 4. A-H. Resim üçteki aynı hastaya IV-tPA tedavisi verilmesine rağmen güç kaybının artması üzerine yapılan MRP, TOF MRA ve DAG tetkiklerinde: Sol MCA sulama alanında TTP (A) ve MTT (B) de belirgin uzama, rCBV (C) rCBF (D) ve PBP (E) de ise belirgin azalma görülmektedir. MIP MRA (F) görüntüsünde ise sol MCA da dolum görülmemekte, b1000 (G)'de bu alanlarda sinyal artışı ve ADC (H) sinyal azalması görülmektedir.

PBT tedavi planında önemli rol oynayacağından tercih edilebilen diğer radyolojik modalitelerdir (Şekil 6) [26].

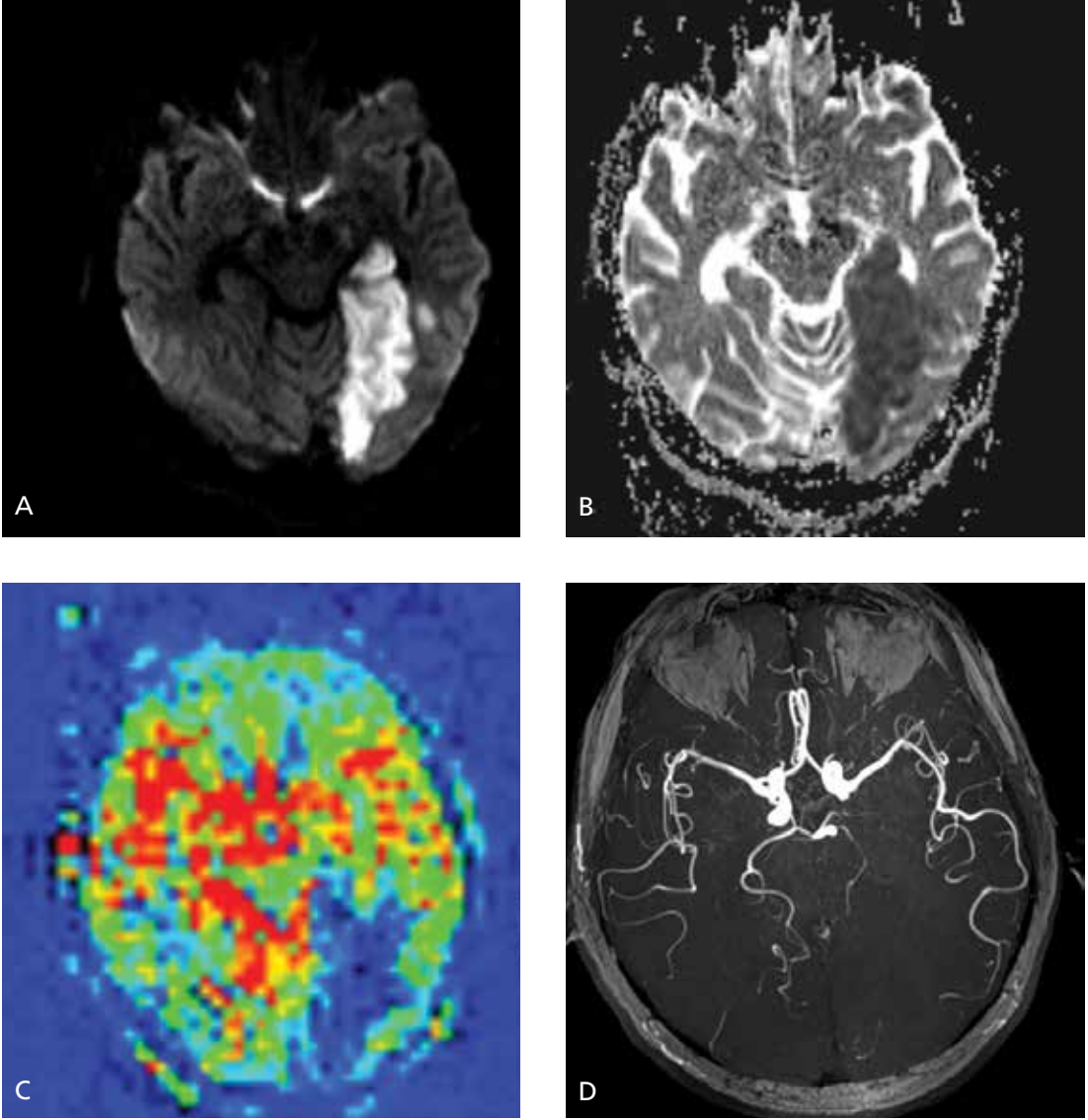
Akut-Subakut SVO'da görüntüleme

Altı saati geçmiş vakalarda endovasküler tedavi etkinliği oldukça düşük olduğundan hastanın görüntülenmesine ilk olarak daha fazla bilgi alabileceğimiz MR sekansları ile başlamak daha uygundur. Konvansiyonel ve ileri MR sekansları bu amaç için kullanılabilir. İlk 6 saatte (hiperakut enfarkt) sitotoksik ödemi nedeniyle FLAIR/T2 görüntülerde bulgu olmayabilir, 6-36 saat arasında (akut enfarkt) vazojenik ödem nedeniyle FLAIR/T2 görüntülerde hiperintens görünür. 3-14 gün arasında (subakut enfarkt) giral kontrastlanma ve hemorajik transformasyonlar görülebilir. Bu evredeki enfarklar heterojen kontrast tutmaları, vazojenik ödem oluşturmaları ve kitle etkileri nedeniyle konvansiyonel sekanslarla kitlelerden ayırt edilemeyebilirler [27]. Kitle ayırıcı tanısına yönelik MRP ve MR spektroskopi (MRS) oldukça faydalıdır. MRP'de kontrast tutan alanlarda CBV

ve CBF'de azalma olur. MRS'de ise kolin/kreatin oranlarında belirgin artış olmaz, kolin/NAA oranında NAA'daki azalmaya bağlı artış olur, laktat piki SVO zamanına göre görülebilir [28, 29]. Ancak bizim tecrübemize göre, nadir de olsa subakut enfarklarda da kolin/kreatinin oranında artış görmekteyiz, bu yüzden böyle bir artışı direkt kitleye bağlamamak gerekir. Bu durumda takip MRG ve hastanın kliniği ile kesin tanıya gidilmelidir (Şekil 7). İki haftadan sonra (kronik enfarkt) nöron ölümü-kaybına bağlı hacim azalması, gliosis ve kistik ensefalomazi görülmektedir. Bu bağlamda MR bulguları ile SVO'nun tahmini zamanını belirlemede mümkündür (Tablo 1) [30]. SVO'da MRP ve PBT'yi konu alan bazı çalışmalarda, 24 saate kadar perfüzyon difüzyon uyumsuzluğu olabileceği ve eğer proksimalde bir tıkanıklık var ise endovasküler tedaviden bu hasta grubunun fayda görebileceği vurgulanmıştır [31].

Hemorajik SVO'da görüntüleme

Kontrastsız BT tetkikinde veya MR sekanslarında (SWI, FLAIR veya T2*) SAK saptanan



Resim 5. A-D. Kırk yedi yaşındaki erkek hastanın ani başlayan görme bozukluğu nedeniyle yapılan MR tetkikinde: sol PCA sulama alanına uyan temporal ve oksipital serebral parankimde b1000 (A) de sinyal artışı, ADC (B) sinyal azalması ve ASL (C) perfüzyon haritasında rCBV de belirgin azalma görülmektedir ayrıca TOF MRA MIP (D) görüntüde PCA görülmemektedir.

hastalarda ya da lomber ponksiyonda SAK olan hastalarda serebral anevrizma araştırmak gerekir. Travma dışı SAK'ların %80-90'ını anevrizma rüptürleri oluşturmaktadır [32]. BTA invaziv olmaması ve %85-95 başarı oranı sayesinde ilk görüntüleme yöntemi olarak kullanılır, ancak 3 mm'nin altındaki anevrizmalarda ve difüz SAK vakalarında başarı oranı %55'lere kadar düşmektedir [33-35]. MRA radyasyon içermemesi ve kontrastsız elde edilebilmesi sayesinde BTA'ya alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir. Dijital

subtraction anjiyografi (DSA) altın standart görüntüleme yöntemi olup tanının her aşamasında kullanılabilir. SAK vakalarının %10-20'sinde ilk görüntüleme bulgu olmayabilir [36]. İki hafta içerisinde takip görüntüleme yöntemleri (BTA, MRA veya DSA) yapılmalıdır [37]. Bu hastalar endovasküler koil embolizasyonu ile oldukça başarılı şekilde tedavi edilebilmektedir.

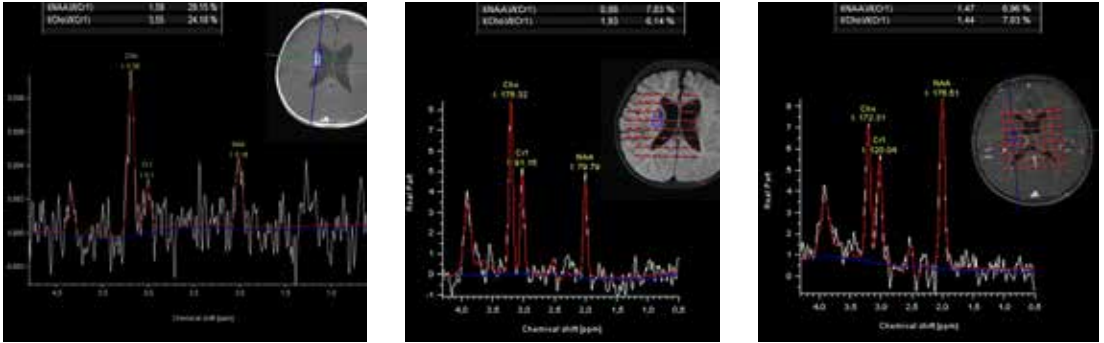
Kontrastsız BT tetkikinde veya MR sekanslarında parankimal kanama saptanan hastalarda etiolojide yer alabilecek hipertansiyon, amilo-

AKUT SVO'DA GÖRÜNTÜLEME YAKLAŞIMI

[26 numaralı referans kullanılarak hazırlanmıştır]



Resim 6. Akut SVO'da görüntüleme yaklaşımı (26 numaralı referans kullanılarak hazırlanmıştır).



Resim 7. A-C. Bir yaşında erkek bebekte afebril nöbet olması nedeniyle yapılan MR tetkikinde; sağ kaudat nukleus gövde kesiminde homojen yoğun kontrastlanan lezyondan elde olunan single voksel MRS (A) kolin kreatinin oranında 4 kata yakın, kolin NAA oranında ise 2,5 kata yakın artış izlenmekte. On gün sonra yapılan kontrol tetkikinde multivoksel MRS (B)'de kolin/kreatinin ve kolin/NAA oranlarında bir önceki tetkike göre azalma mevcut, FLAIR görüntüde ise lezyon santralinde kistik değişiklikler mevcut. Bir yıl sonra yapılan multivoksel MRS (C)'de kontrast tutulumunun tamamen kaybolduğu kolin ve NAA in normal sınırlarda olduğu görülmekte, konvansiyonel sekanslarda bu alanda atrofik gliotik değişiklikler mevcuttur.

id anjiopati, koagülasyon bozuklukları, arteriovenöz malformasyonlar, kavernöz malformasyonlar, neoplaziler, dural sinüs trombozları ve dural arteriovenöz fistüller tanılarına yönelik ileri MR sekansları kullanmak gerekebilir.

Sinüs ven trombüslerinde görüntüleme

Sinüs ven trombüsleri (SVT) nadir olarak SVO etiolojisinde rol alsada iskemik ya da he-

morajik enfarkt bulguları ile görülmeleri ve çok farklı görüntüleme bulguları vermeleri nedeniyle akılda tutulması gereken bir problemdir [38]. Kontrastsız BT'de sadece hastaların %30'unda bulgu vardır [38]. Bu yüzden SVT'den kuşku edilen ya da risk faktörü olan hastalarda BT venografi (BTV) veya MR ve MR venografi (MRV) ile tanı doğrulanmalı ya da ekarte edilmelidir. BTV'de kontrast gerekli olduğu ve radyasyon içerdiği için öncelikle tercih edilmez. TOF-MRV ve PC-MRV sekansları kont-

Tablo 1: SVO'da zamana göre MR sekanslarındaki sinyal değişiklikleri [30]

MR sekansı	0-6 saat	6-24 saat	1-7 gün	1-3 hafta	>3hafta
T1A	izointens	16 saatten sonra hipointens	Hipointens, kortikal nekroz-hemorajiye bağlı 3-5 gün sonra hiper olabilir	Hipointens, kortikal nekroza bağlı hiper olabilir	Hipointens, kortikal nekroza bağlı hiper olabilir
T2A	İzointens	Değişken, genellikle 8 saatten sonra hiperintens	hiperintens	Hiperintens, 2-3. haftalarda bulanıklaşma olabilir	hiperintens
DAG	Sinyal artışı	Sinyal artışı	Sinyal artışı	10-14 güne kadar hiperintens, daha sonra izo-hipo-hiper olabilir	Değişken İzointens, kistik ensefalomalazi gelişmişse hipointens, T2 parlamasına bağlı hiperintens olabilir
ADC	Sinyal azalması	Sinyal azalması	Sinyal azalması	7-10 güne kadar düşük sinyal, 10-15. Günlerde yalancı normal görünüm ve daha sonra hiperintens	Hiperintens
FLAIR	İzointens, etkilenen Damarlarda sinyal artışı	Genellikle hiperintens	hiperintens	hiperintens	Hiperintens ancak kistik ensefalomalazi gelişirse hipointens
SWI/T2* GRE	Genellikle normal ancak hemorajik transformasyon görülebilir	Genellikle normal ancak hemorajik transformasyon görülebilir	2-5 günlerde hemorajik transformasyona bağlı hipointens	1 haftadan sonra hemorajik transformasyon beklenmez	Mikrokanamalar olabilir
Kontrastlı T1	0-2 saat sonra arteryal kontrastlanma olabilir, inkomplet enfarktlarda 2-4 saat sonra kortikal kontrastlanma olabilir	Arteryal, kortikal ve menengial kontrastlanma görülebilir	Arteryal, kortikal ve menengial kontrastlanma görülebilir	1-8. haftalarda parankimal kontrastlanma görülebilir	Parankimal kontrastlanma 4 aya kadar devam edebilir

rast gerektirmeden venöz sistemi gösterebilirler. 2D ve 3D TOF-MRV başlıca limitasyonu T1 hiperintens trombüslerin normal akım gibi görünmeleridir. Ayrıca 3D TOF-MRV yavaş ve türbülant akımları trombüs gibi gösterebilir.

Kontrast verilerek bu limitasyonlar giderilebilir. PC-MRV'de bu limitasyonlar yoktur, ancak çekim süresi TOF'a göre daha fazladır. Yapılan yeni bir çalışmada SVT tanısında normal MR sekanslarından en duyarlı olanının kontrastlı T1

3D GRE olduğu, ancak onun da kontrastlı MRV kadar başarılı olmadığını gösterilmiştir [39]. Diğer sekanslarla SVT tanısı net dışlanamıyorsa kontrastlı MRV yapmak gerekir.

SVO etiyojisine ve tanı zamanına bağlı olarak farklı radyolojik görüntüler ortaya koyabilir. Bazen konvansiyonel MR sekansları ve BT görüntüleri tanı koymada yetersiz kalabilir. Bu durumlarda ileri nöroradyolojik incelemeleri kullanmak gerekir. Radyolog, SVO'nun başta kitle olmak üzere başka hastalıkları taklit edebileceğini ve altında diseksiyon ve anevrizma gibi vasküler patolojilerin bulunabileceğini aklında tutmalı ve hangi durumda hangi sekansı kullanacağını çok iyi bilmelidir. Görüntüleme parametrelerini nerde ve nasıl kullanabileceğini iyi bilen bir radyolog elindeki verileri de doğru yorumlayarak serebral enfarkt ve ilişkili patolojileri doğru ve eksiksiz tanımlamalıdır. Bu sayede zamanında ve uygun tedavi yaklaşımı ile morbidite ve mortalite oranı önemli ölçüde azaltılabilir.

Kaynaklar

- [1]. Writing Group M, Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2016 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation* 2016; 133: e38-60. [\[CrossRef\]](#)
- [2]. Ozturk Y, Demir C, Gursoy K, Koselerli R. What Factors Influence Survival In Stroke: Turkey Case. *Value Health* 2015; 18: A401-2. [\[CrossRef\]](#)
- [3]. Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, Dewey HM, Churilov L, Yassi N, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med* 2015; 372: 1009-18. [\[CrossRef\]](#)
- [4]. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, Eesa M, Rempel JL, Thornton J, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 1019-30. [\[CrossRef\]](#)
- [5]. Berkhemer OA, Fransen PS, Beumer D, van den Berg LA, Lingsma HF, Yoo AJ, et al. A randomized trial of intraarterial treatment for acute ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 11-20. [\[CrossRef\]](#)
- [6]. Saver JL, Goyal M, Bonafe A, Diener HC, Levy EI, Pereira VM, et al. Stent-retriever thrombectomy after intravenous t-PA vs. t-PA alone in stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2285-95. [\[CrossRef\]](#)
- [7]. ACR Appropriateness Criteria® Cerebrovascular Disease Available at <https://acsearch.acr.org/docs/69478/Narrative/> American College of Radiology. [database on the Internet]2016 [cited 07.2016].
- [8]. Gonzalez RG. Low signal, high noise and large uncertainty make CT perfusion unsuitable for acute ischemic stroke patient selection for endovascular therapy. *J Neurointerv Surg* 2012; 4: 242-5. [\[CrossRef\]](#)
- [9]. Fahmi F, Marquering HA, Streekstra GJ, Beenen LF, Velthuis BK, VanBavel E, et al. Differences in CT perfusion summary maps for patients with acute ischemic stroke generated by 2 software packages. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012; 33: 2074-80. [\[CrossRef\]](#)
- [10]. Dani KA, Thomas RG, Chappell FM, Shuler K, MacLeod MJ, Muir KW, et al. Computed tomography and magnetic resonance perfusion imaging in ischemic stroke: definitions and thresholds. *Ann Neurol* 2011; 70: 384-401. [\[CrossRef\]](#)
- [11]. DeLaPaz RL, Wippold FJ, 2nd, Cornelius RS, Amin-Hanjani S, Angtuaco EJ, Broderick DF, et al. ACR Appropriateness Criteria(R) on cerebrovascular disease. *J Am Coll Radiol* 2011; 8: 532-8. [\[CrossRef\]](#)
- [12]. Verma RK, Kottke R, Andereggen L, Weisstanner C, Zubler C, Gralla J, et al. Detecting subarachnoid hemorrhage: comparison of combined FLAIR/SWI versus CT. *Eur J Radiol* 2013; 82: 1539-45. [\[CrossRef\]](#)
- [13]. Cheng AL, Batool S, McCreary CR, Lauzon ML, Frayne R, Goyal M, et al. Susceptibility-weighted imaging is more reliable than T2*-weighted gradient-recalled echo MRI for detecting microbleeds. *Stroke* 2013; 44: 2782-6. [\[CrossRef\]](#)
- [14]. Deistung A, Rauscher A, Sedlacik J, Stadler J, Witoszynski S, Reichenbach JR. Susceptibility weighted imaging at ultra high magnetic field strengths: theoretical considerations and experimental results. *Magn Reson Med* 2008; 60: 1155-68. [\[CrossRef\]](#)
- [15]. Haacke EM, Xu Y, Cheng YC, Reichenbach JR. Susceptibility weighted imaging (SWI). *Magn Reson Med* 2004; 52: 612-8. [\[CrossRef\]](#)
- [16]. Tong KA, Ashwal S, Obenaus A, Nickerson JP, Kido D, Haacke EM. Susceptibility-weighted MR imaging: a review of clinical applications in children. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008; 29: 9-17. [\[CrossRef\]](#)
- [17]. Lansberg MG, Straka M, Kemp S, Mlynash M, Wechsler LR, Jovin TG, et al. MRI profile and response to endovascular reperfusion after stroke (DEFUSE 2): a prospective cohort study. *Lancet Neurol* 2012; 11: 860-7. [\[CrossRef\]](#)
- [18]. Furlan AJ, Eyding D, Albers GW, Al-Rawi Y, Lees KR, Rowley HA, et al. Dose Escalation of Desmoteplase for Acute Ischemic Stroke (DEDAS): evidence of safety and efficacy 3 to 9 hours after stroke onset. *Stroke* 2006; 37: 1227-31. [\[CrossRef\]](#)
- [19]. Butcher KS, Parsons M, MacGregor L, Barber PA, Chalk J, Bladin C, et al. Refining the perfusion-diffusion mismatch hypothesis. *Stroke* 2005; 36: 1153-9. [\[CrossRef\]](#)
- [20]. Gonzalez RG, Copen WA, Schaefer PW, Lev MH, Pomerantz SR, Rapalino O, et al. The Massachusetts General Hospital acute stroke imaging algorithm: an

- experience and evidence based approach. *J Neurointerv Surg* 2013; 5(Suppl 1): i7-12. [\[CrossRef\]](#)
- [21]. Gonzalez RG. Current state of acute stroke imaging. *Stroke* 2013; 44: 3260-4. [\[CrossRef\]](#)
- [22]. Petrella JR, Provenzale JM. MR perfusion imaging of the brain: techniques and applications. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175: 207-19. [\[CrossRef\]](#)
- [23]. 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. [\[CrossRef\]](#)
- [24]. Schramm P, Schellinger PD, Klotz E, Kallenberg K, Fiebich 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. [\[CrossRef\]](#)
- [25]. Albers GW, Thijs VN, Wechsler L, Kemp S, Schlaug G, Skalabrin E, 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. [\[CrossRef\]](#)
- [26]. Wintermark M, Sanelli PC, Albers GW, Bello J, Derdeyn C, Hetts SW, et al. Imaging recommendations for acute stroke and transient ischemic attack patients: A joint statement by the American Society of Neuroradiology, the American College of Radiology, and the Society of NeuroInterventional Surgery. *AJNR Am J Neuroradiol* 2013; 34: E117-27. [\[CrossRef\]](#)
- [27]. Huisman TA. Tumor-like lesions of the brain. *Cancer Imaging* 2009; 9: S10-3. [\[CrossRef\]](#)
- [28]. Liu YJ, Chen CY, Chung HW, Huang IJ, Lee CS, Chin SC, et al. Neuronal damage after ischemic injury in the middle cerebral arterial territory: deep watershed versus territorial infarction at MR perfusion and spectroscopic imaging. *Radiology* 2003; 229: 366-74. [\[CrossRef\]](#)
- [29]. Lin AQ, Shou JX, Li XY, Ma L, Zhu XH. Metabolic changes in acute cerebral infarction: Findings from proton magnetic resonance spectroscopic imaging. *Exp Ther Med* 2014; 7: 451-5.
- [30]. Allen LM, Hasso AN, Handwerker J, Farid H. Sequence-specific MR imaging findings that are useful in dating ischemic stroke. *Radiographics* 2012; 32: 1285-97. [\[CrossRef\]](#)
- [31]. Copen WA, Rezai Gharai L, Barak ER, Schwamm LH, Wu O, Kamalian S, et al. Existence of the diffusion-perfusion mismatch within 24 hours after onset of acute stroke: dependence on proximal arterial occlusion. *Radiology* 2009; 250: 878-86. [\[CrossRef\]](#)
- [32]. Westerlaan HE, van Dijk JM, Jansen-van der Weide MC, de Groot JC, Groen RJ, Mooij JJ, et al. Intracranial aneurysms in patients with subarachnoid hemorrhage: CT angiography as a primary examination tool for diagnosis--systematic review and meta-analysis. *Radiology* 2011; 258: 134-45. [\[CrossRef\]](#)
- [33]. Jayaraman MV, Mayo-Smith WW, Tung GA, Haas RA, Rogg JM, Mehta NR, et al. Detection of intracranial aneurysms: multi-detector row CT angiography compared with DSA. *Radiology* 2004; 230: 510-8. [\[CrossRef\]](#)
- [34]. Dammert S, Krings T, Moller-Hartmann W, Ueffing E, Hans FJ, Willmes K, et al. Detection of intracranial aneurysms with multislice CT: comparison with conventional angiography. *Neuroradiology* 2004; 46: 427-34. [\[CrossRef\]](#)
- [35]. Donmez H, Serifov E, Kahriman G, Mavili E, Durak AC, Menku A. Comparison of 16-row multislice CT angiography with conventional angiography for detection and evaluation of intracranial aneurysms. *Eur J Radiol* 2011; 80: 455-61. [\[CrossRef\]](#)
- [36]. Bakker NA, Groen RJ, Foumani M, Uyttenboogaart M, Eshghi OS, Metzemaekers JD, et al. Repeat digital subtraction angiography after a negative baseline assessment in nonperimesencephalic subarachnoid hemorrhage: a pooled data meta-analysis. *J Neurosurg* 2014; 120: 99-103. [\[CrossRef\]](#)
- [37]. Delgado Almandoz JE, Jagadeesan BD, Refai D, Moran CJ, Cross DT, 3rd, Chicoine MR, et al. Diagnostic yield of computed tomography angiography and magnetic resonance angiography in patients with catheter angiography-negative subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 2012; 117: 309-15. [\[CrossRef\]](#)
- [38]. Saposnik G, Barinagarrementeria F, Brown RD, Jr., Bushnell CD, Cucchiara B, Cushman M, et al. Diagnosis and management of cerebral venous thrombosis: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2011; 42: 1158-92. [\[CrossRef\]](#)
- [39]. Sadigh G, Mullins ME, Saindane AM. Diagnostic Performance of MRI Sequences for Evaluation of Dural Venous Sinus Thrombosis. *AJR Am J Roentgenol* 2016; 206: 1298-306. [\[CrossRef\]](#)

Serebrovasküler Olay

Recep Sade, Hayri Oğul

Sayfa 199

SVO'nun iskemik ya da hemorajik ayrımının yapılması, varsa vasküler patolojilerin gösterilmesi ve kurtarılabilir alanın belirlenmesidir. Görüntülemeye tercih edilecek yöntemler bulguların başlangıç zamanından itibaren geçen süreye bağlı olarak değişir.

Sayfa 201

MR perfüzyon (MRP), iskemiden etkilenen ve kurtarılabilir alan belirlenmesinde yeni bir yöntem olarak kullanılır. Yapılan çalışmalarda MRP ve DAG uyumsuzluğu kullanılarak penumbra belirlenebildiği gösterilmiştir. MRP'de DAG'ye göre daha fazla alanın etkilenmesi bu alanda enfarkt riskinin arttığını gösterir. Tersine DAG kısıtlılığı gösteren alanın MRP'de normal olması bu bölgenin kurtarılabilir olduğunun işaretidir.

Sayfa 202

Core dokusunda göreceli CBV ve CBF'de azalma olurken MTT ve TTP'de uzama olur. Penumbra ise otoregulasyona bağlı CBV normal hatta artmış olabilir, CBF'de hafif bir azalma ve MTT ve TTP'de hafif bir uzama olur.

Sayfa 202

İlk 6 saatte kontrastsız BT ilk görüntüleme yöntemi olarak kullanılmakla birlikte ileri nöroradyolojik incelemeler [DAG (ADC haritaları ile birlikte), FLAIR, SWI, T2*, TOF MRA, kontrastlı MRA, BTA] hastanın klinik özelliklerine bağlı kullanılabilir. MRP veya PBT tedavi planında önemli rol oynayacağından tercih edilebilen diğer radyolojik modalitelerdir.

Sayfa 203

İlk 6 saatte (hiperakut enfarkt) sitotoksik ödemi nedeniyle FLAIR/T2 görüntülerde bulgu olmayabilir. 6-36 saat arasında (akut enfarkt) vazojenik ödem nedeniyle FLAIR/T2 görüntülerde hiperintens görünür. 3-14 gün arasında (subakut enfarkt) giral kontrastlanma ve hemorajik transformasyonlar görülebilir. Bu evredeki enfarklar heterojen kontrast tutmaları, vazojenik ödem oluşturmaları ve kitle etkileri nedeniyle konvansiyonel sekanslarla kitlelerden ayırt edilemeyebilirler. Kitle ayırıcı tanısına yönelik MRP ve MR spektroskopisi (MRS) oldukça faydalıdır. MRP'de kontrast tutan alanlarda CBV ve CBF'de azalma olur. MRS'de ise kolin/kreatin oranlarında belirgin artış olmaz, kolin/NAA oranında NAA'deki azalmaya bağlı artış olur ve laktat piki SVO zamanına göre görülebilir.

Serebrovasküler Olay

Recep Sade, Hayri Oğul

1. Serebrovasküler olayda tercih edilecek ilk görüntüleme yöntemi hangisidir?
 - a. Kontrastsız beyin BT
 - b. Beyin BT anjiyografi
 - c. Konvansiyonel beyin MRG
 - d. Beyin difüzyon ağırlıklı görüntüleme
2. MR perfüzyon görüntülemeye iskemik çekirdekte (core) aşağıdaki değişikliklerden hangisi beklenmez?
 - a. TTP'de uzama
 - b. rCBV de artış
 - c. MTT'de uzama
 - d. rCBF'de azalma
3. MRA teknikleri için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
 - a. TOF MRA, PC MRA göre daha hızlı bir sekanstır
 - b. PC MRA görüntüleri hız ve yön bilgisi içerirler
 - c. PC MRA'da yavaş ve türbülans akımda artefakt oluşur
 - d. Kontrast madde verilmesi yavaş akım ve türbülans akım artefaktlarını ortadan kaldırır
4. ADC haritasında yalancı normallik ne zaman görülür?
 - a. 0-6 saat arasında
 - b. 1-7 gün arasında
 - c. 10-15 gün arasında
 - d. 15-20 gün arasında
5. Beyin parankimal mikrokanamaları en iyi gösterebilen MR sekansı hangisidir?
 - a. T2* GRE
 - b. FLAIR
 - c. MRP
 - d. SWI