

Nöroradyolojide İleri BT Teknikleri ve Protokolleri

Serdar Arslan , Osman Kızılkılıç 

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Hızlı inme protokolleri
- İleri bilgisayarlı tomografi anjiyografi teknikleri ve protokolleri
- İleri bilgisayarlı tomografi perfüzyon görüntüleme teknikleri ve protokolleri
- Otomatik intraserebral hematoma hacim hesaplama protokolleri
- İntrakranial anevrizma segmentasyon protokolleri

Arslan S, Kızılkılıç O. Nöroradyolojide İleri BT Teknikleri ve Protokolleri. Trd Sem 2020; 8: 66-79.

GİRİŞ

Bilgisayarlı tomografi (BT), hızlı, kolay erişilebilir ve intrakranial lezyonları doğru tespit edebilmesi nedeni ile nöroradyolojik görüntüleme de gittikçe artan bir öneme ve kullanım alanına sahiptir [1, 2]. Özellikle acil nöroradyolojik görüntüleme gerektiren travma, intrakranial hemoraji ve iskemik inme hastalarında ilk başvuru olan görüntüleme yöntemidir [2, 3]. Gelişen BT teknolojisi ile birlikte uygulamaya giren yeni BT protokolleri ve görüntü işleme teknikleri klinik kullanımda daha da fazla yer almaktadır.

Nöroradyolojik görüntüleme de, özellikle inme gibi acil durumlarda ileri BT görüntüleme metotları hızlı inme protokolleri ile birlikte uygulanmaktadır. Bu hızlı, güvenilir ve çok düşük radyasyon dozları ile uygulanan yeni inme protokolleri sayesinde hastaların tanı ve tedavi sürecinde vakit kaybı yaşanmamaktadır. Aynı-

ca yeni BT görüntü işleme teknikleri sayesinde görüntü değerlendirilmesi ve standardizasyonun sağlanması mümkün olmaktadır. Bu yazıda, nöroradyolojik görüntüleme de yer alan ileri BT tekniklerinin kullanım alanları, uygulama protokolleri ve görüntü sonrası işleme tekniklerinden ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

İNME PROTOKOLLERİ

İnme bütün dünyada yetişkinlerde morbidite ve mortalitenin en önemli sebeplerinden biridir [4]. İskemik inme, sıklıkla embolinin neden olduğu arteriel tıkanıklık veya daha az sıklıkla vasküler tromboza bağlı ortaya çıkan klinik bir sendromdur. İskemik inme tüm inmelerin yaklaşık %80 kadarını oluşturmaktadır. Diğer %2'lik kısmını ise vasküler yapıların rüptürüne bağlı ortaya çıkan hemorajik inmeler oluşturur [4, 5].

Günümüzde akut iskemik inme hastalarında kullanılan tek ilaç intravenöz doku plazmino-

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Nöroradyoloji Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

✉ Osman Kızılkılıç • osmank@istanbul.edu.tr

jen aktivatörüdür (tPA). Ancak intravenöz tPA tedavisinin etkinliği semptomların başlangıcından itibaren vakit kaybedildikçe azalmaktadır [6]. Tedavi uygulanacak doğru hastaların zamanında seçilmesi tedavi etkinliği açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle intravenöz tPA tedavisinin zamanında ve etkin bir biçimde uygulanabilmesi için radyolojik görüntüleme, gerçek inme hastalarını seçebilmek ve intrakranial hemorajisi olan hastaları tespit edebilmek açısından kritik bir role sahiptir [7].

İskemik inme sonucunda hücre ölümüne bağlı infarkt alanı meydana gelir. İnfarkt alanı ise henüz ölmemiş ancak beyin kan akımının belirgin azaldığı penumbra alanı ile çevrilidir. Penumbra alanı tekrar reperfüze edilerek kurtarılabilir beyin dokusunu oluşturmaktadır [8, 9]. Tedavi edilmeyen inme hastalarında penumbra alanındaki kayıp sadece zamana bağlı olmayıp kollateral dolaşımın miktarı ile de ilişkilidir [10, 11]. Büyük damar oklüzyonlarında kollateral akım kaybı olan hastalarda penumbral kayıp 24 ila 48 saat arasında devam edebilmektedir. DAWN (Clinical Mismatch in the Triage of Wake up and Late Presenting Strokes Undergoing Neurointervention with Trevo) ve DEFUSE 3 (Endovascular Therapy Following Imaging Evaluation for Ischemic Stroke 3) çalışmalarında geç dönem hastalarda endovasküler tedavi planlamasında kurtarılabilir alanın değerlendirilmesinde BT perfüzyon (BTP) kullanımının kritik bir öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır [10, 12]. Endovasküler tedavi uygulanacak hastaların seçiminde BTP görüntüleme ve kollateral dolaşımın değerlendirilmesi tedavi başarısı açısından oldukça önemlidir [8].

Inme hastalarında BT kullanımı yeni ve hızlı inme protokolleri ile birlikte gün geçtikçe daha da fazla kullanım alanına sahip olmaktadır. **Artık birçok inme merkezinde infarkt alanını saptamak, vasküler oklüzyonu göstermek, kurtarılabilir doku ve kollateral dolaşımı değerlendirmek amacı ile kontrastsız BT, BT anjiyografi (BTA) ve BTP gibi multimodaliter bir yaklaşım kullanılmaktadır** [13, 14]. Endovasküler tedavi uygulanması düşünülen hastalarda görüntüleme yöntemleri vakit kaybedilmeden uygulanması gerekmektedir. Günümüzde tüm

bu işlemleri çok düşük radyasyon dozları ve 10-15 dakika gibi kısa bir süre içerisinde uygulayabilmek mümkündür.

HIZLI İNME PROTOKOLLERİ

Artık birçok inme merkezinde daha hasta merkeze ulaşmadan önceden hazırlanmış ve hasta merkeze ulaştığında vakit kaybedilmeden uygulanan protokollere “hızlı inme protokolleri” adı verilmektedir. İnme merkezlerinde geçerli olan “zaman beyindir” kuralı hasta daha merkeze gelmeden tüm hazırlıkların önceden yapılması gerektiğinin bir göstergesidir [9]. Bu merkezlerden Jena Üniversitesi'nin kullanmış olduğu ve büyük beşli adı verilen genişletilmiş kardiyo inme protokolü rutin olarak inme hastalarında uygulanmaktadır. İnme hastalarında genellikle altta yatan bir kalp rahatsızlığının da varlığından yola çıkarak hazırlanan bu inme protokolünde beyin dokusu, arkus aorta, beyin arterleri ve beyin perfüzyon görüntülemesine ek olarak kardiyak görüntüleme bu protokole dahil edilmiştir. Hazırlanan bu protokole görüntüleme kontrastsız BT tetkiki ile başlar. Daha sonra multifaz BTA tetkiki ile devam eder. Multifaz BTA görüntülemesinde 50 mL kontrast madde 4 mL/sn hızla uygulanarak arteriel faz görüntüler elde edilir. Arteriel fazda arkus aorta, servikal ve beyin arteriel yapıları görüntüleme alanına dahil edilir. Daha sonra venöz fazda sol atrium ve sol ventrikül görüntü alanına dahil edilerek taranır. En son olarak 40 mL kontrast madde 4 mL/sn hızla uygulanarak beyin BTP tetkiki elde edilerek “büyük beşli” inme protokolü tamamlanır. Ancak büyük beşli gibi kardiyak görüntülemenin de dahil edildiği inme protokolleri bazı merkezlerde uygulanıyor olsa da BT anjiyografinin ekokardiyografi ile kombine edildiği durumlarda yapılmayabilir. Rutin uygulamada birçok merkezde venöz faz görüntüleme sadece beyin vasküler yapılarını içerecek şekilde uygulanmaktadır. Bununla birlikte özellikle acil koşullarda kardiyak incelemenin optimal görüntülenmesinde zorluklar yaşanabilir.

Inme hastalarında en önemli unsur etkili bir görüntülemeyi zaman kaybetmeden uygula-

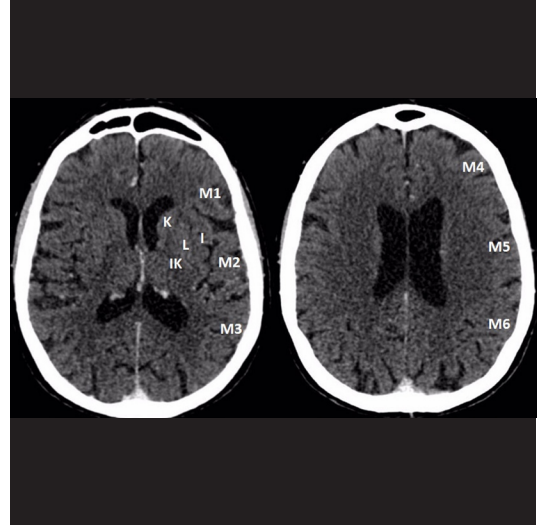
yabilmektir. Hızlı inme protokolü sonucunda elde edilen veriler ışığında endovasküler tedavi planlaması yapılarak gerekli işlemler hastaya vakit kaybedilmeden uygulanır. Radyolojik görüntüleme daha önceden hazırlanmış “hızlı inme protokolleri” adı altında uygulanan protokoller kontrastsız BT, BTA ve BTP görüntüleme yöntemlerinden meydana gelmektedir.

KONTRASTSIZ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFI

Hızlı inme protokolünün ilk basamağını kontrastsız BT tetkiki oluşturur [15]. Tetkik süresi ortalama 1 dakikadır. Bu aşamada hastanın kontrastsız BT görüntülerinden parlak orta serebral arter işareti ve Alberta Stroke Programme Early CT Score (ASPECTS) değerlendirmesi yapılır [16, 17]. ASPECTS skorlamasında, orta serebral arter sulama alanı 10 bölgeye ayrılmıştır ve her bir bölgeye 1 puan verilir. İskemik değişiklik sonucu belirlenen alanlarda fokal şişme veya hipodens görünüm ortaya çıkarsa o alandan 1 puan çıkarılır. Normal BT tetkikinin ASPECTS değeri 10 puandır. ASPECTS değeri 0 ise orta serebral arter sulama alanını difüz olarak etkileyen bir iskeminin varlığından söz edilir (Resim 1). Hastanın aldığı radyasyon dozu yaklaşık 1,25 mSv kadardır.

Kontrastsız BT tetkiki inme hastalarında hızlı inme protokollerinde uygulanması gereken ilk görüntüleme yöntemidir. 2018 Amerikan Kalp Derneği kılavuzu inme tedavisi uygulanacak hastaların en az %50'sine ilk 25 dakika içerisinde kontrastsız BT tetkikinin uygulanmasını önermektedir [18]. Özellikle ilk 4,5 saat içerisinde intravenöz tPA uygulanacak hastalarda kanama ve geniş infarkt alanı gibi intravenöz tPA tedavisine kontrendikasyon oluşturacak durumların tespit edilmesi için hızlı bir görüntüleme yöntemidir [18, 19]. Eğer kontrendikasyon oluşturacak bir durum saptanmaz ise intravenöz tPA tedavisi hastaya hızlıca uygulanır.

Kontrastsız BT tetkiki özellikle intrakranial hemorajinin saptanmasında yüksek sensivite oranlarına sahiptir [20]. Günümüzde gelişen yapay zeka programları ile artık çok küçük miktarda kanamalar bile tespit edilebilmekte



Resim 1. ASPECTS skorlaması; K=Kaudat nükleus, L=Lentiform nükleus, IK=İnternal kapsül, L=İnsular ribbon, M1=Anterior orta serebral arter korteksi, M2=İnsular korteks lateralinde yer alan orta serebral arter korteksi, M3=posterior orta serebral arter korteksi, M4, M5 ve M6=M1, M2 ve M3 bölgelerinin hemen üzerindeki anterior, lateral, and posterior orta serebral arter sulama alanlarını temsil etmektedir.

ve bu oran gittikçe daha da artmaktadır [21]. Ayrıca kontrastsız BT tetkiki ile inme benzeri semptomlara neden olan ve “inme taklitçileri” adı verilen neoplazi, arteriovenöz malformasyonlar gibi patolojiler de tespit edilerek ayırımı yapılabilmektedir.

Hastalarda akut infarktı saptamada BT tetkikinin spesivite ve sensivitesi zamana, infarkt alanının genişliğine ve iskemi derecesine bağlı olarak değişir. Erken dönemde parankimde hiçbir bulgu saptanmaz iken zaman ilerledikçe bulgular daha belirgin hale gelmeye başlar [7]. Özellikle artefaktlar nedeni ile posterior dolaşımdaki infarktlar anterior dolaşımdaki infarktlara göre daha zor saptanır. Ancak ışın sertleşmesi artefaktını azaltan yeni yazılımlar ile birlikte posterior dolaşımdaki infarktların tespit edilmesi daha kolay hale gelmiştir.

Orta serebral arter sulama alanına uyan bazal ganglionlar, kaudat nükleus başı ve insula gibi yapıların dansitelerindeki azalma akut infarktın erken bulgularındandır [22]. Bununla birlikte kontrastsız BT tetkiki infarkt alanını saptamada difüzyon ağırlıklı manyetik rezonans görüntü-

leme (MRG) yöntemine göre daha az duyarlıdır [8]. Ancak BT hızlı ve kolay erişilebilir olması nedeni ile birçok merkezde ilk başvuru görüntüleme yöntemidir.

Damar oklüzyonunun saptanması kontrastsız BT tetkiki ile oldukça zordur. Bununla birlikte parlak damar işaretinin görülmesi orta serebral arter M1 segmentindeki trombüsü göstermede çok yüksek spesivite oranlarına sahiptir [16]. Orta serebral arter M2 segmentinde “nokta” işaretine ise genellikle insular korteksteki gri-beyaz cevher ayırımının kaybolması eşlik etmektedir [23].

BT ANJİYOGRAFI

Hızlı inme protokolünün ikinci basamağını BTA görüntüleme oluşturur. Hastaya kontrastsız BT tetkiki uygulanır uygulanmaz vakit kaybedilmeden kontrastlı multifaz BTA görüntülemesine geçilir. Tetkik süresi ortalama 1-3 dakikadır. Kesit kalınlığı 0,625 mm, rotasyon süresi 0,5 sn, kVp değeri 120, mA değeri 150-200 olarak belirlenir. Hastaya güçlü ve bolus tarzda kontrast madde enjeksiyonu uygulanacağı için hasta çekim odasına gelmeden önce mutlaka 18-20 gauge iğne ile damar yolu açılmış olmalıdır. Damar yolu kullanımı için hastanın sağ kolu tercih edilmelidir. Böylece yoğun kontrast maddenin neden olacağı çizgilenme artefaktlarının orta hattın karşı tarafına geçmesi engellenmiş olur. Hastaya 40 mL kontrast madde intravenöz yol ile 4-5 mL/sn hızla bolus tarzda uygulanır. Multifaz BTA tetkiki arteriel, venöz ve geç venöz faz olmak üzere toplam 3 fazdan oluşmaktadır. Hastanın aldığı toplam radyasyon dozu yaklaşık 1,84 mSv kadardır.

Inme hastalarında BTA tetkikinin en önemli rolü servikal ve intrakranial oklüzyonların gösterilmesi, arteriel diseksiyonun tespiti, kollateral dolaşımın değerlendirilmesi ve aterosklerotik hastalığı karakterize edilmesidir [4]. **DAWN ve DEFUSE 3 çalışmalarına göre, inme başlangıcından 24 saat sonrasına kadar endovasküler trombektominin etkinliğini açısından intrakranial büyük damar oklüzyonlarının hızlı ve doğru bir şekilde gösterilmesi için BTA tetkikinin kullanılması standart bir görüntüleme yöntemi haline gelmiştir [10, 12].**

Inme hastalarında renal fonksiyonlar değerlendirilmeden iyotlu kontrast madde uygulanması kabul edilebilir bir yaklaşımdır. Çünkü inme hastalarında iyotlu kontrast maddeye bağlı nefropatinin görülme olasılığı inmeye bağlı beyin hasarının ortaya çıkmasından çok daha düşüktür [18, 24]. Kontrast madde enjeksiyonunda doğru zamanlama vasküler yapıların değerlendirilmesinde önemli bir paya sahiptir. Gecikmeyi hesaplamak için test bolusu uygulanabilir veya tam doz kontrast madde verildikten sonra yarı otomatik veya otomatik tetikleme yöntemleri kullanılabilir.

Multifaz BTA tetkiki arteriel faz ile başlar. Arteriel fazda arkus aorta ile verteks arasındaki mesafe görüntü alanı içerisine dahil edilmelidir. Böylece arkus aorta ve arkus aortadan çıkan ana vasküler yapıların değerlendirilmesi sağlanmış olur. Daha sonra ekstra bir kontrast madde kullanılmadan yaklaşık 8-10 sn aralıklarla venöz faz ve geç venöz faz görüntüleri elde edilir [25]. Venöz ve geç venöz fazlarda ise sadece beyin vasküler yapıları dahil edilecek şekilde foremen magnum ile verteks arasındaki mesafe görüntü alanına dahil edilir. Elde edilen bu fazlardan otomatik olarak hızlıca MIP (maximum intensity projection) imajlar oluşturulur. Endovasküler tedavi kararında önemli bir role sahip olan kollateral dolaşım değerlendirilir [9].

Inme hastalarında infarkt progresyonunu değerlendirmede kollateral dolaşımın kalitesi önemli bir yere sahiptir [26]. Kollateral dolaşımın değerlendirilmesinde günümüzde yaygın olarak ASPECTS skorlama sistemi kullanılmaktadır [27]. Ancak kollateral dolaşımın optimal değerlendirilmesinde standart bir skorlama sistemi hala mevcut değildir. Endovasküler tedavi uygulanacak hastalarda kollateral dolaşımın miktarı ve kalitesi, hastanın tedaviden sağlayacağı faydayı tahmin etmede önemli bir belirteçtir [27]. Malign kollateral dolaşım, geç faz BTA görüntülerde kontrast maddenin risk altındaki orta serebral arter sulama alanındaki vasküler yapıların %50'sinden fazlasına ulaşamaması ile karakterizedir [28]. İyi bir kollateral dolaşım ise iskemiden etkilenen hemisferdeki kollateral dolaşımın neredeyse karşı etkilenmemiş hemisfer-

deki kollateral dolaşım ile simetrik veya yakın miktarda olmasıdır. Malign kollateral dolaşıma sahip inme hastalarında penumbra alanı hızla geriler ve infarkt alanı hızla büyüme gösterir. İyi bir kollaterale sahip hastada ise bu süreç çok daha yavaş seyir göstermektedir [29, 30].

Multifaz BTA ile kollateral dolaşımın zamansal doluşu gösterilebilir. Yeni geliştirilen bir görüntü işleme programı olan ColorViz gibi uygulamalarla her bir fazda saptanan kollateral dolaşım bir araya getirilerek tek bir görüntü altında toplanabilir. Ayrıca hangi kollateralin hangi fazda doluş gösterdiği böylece kollateral dolaşımın zamansal olarak değerlendirilmesi mümkün hale gelir. Bu yöntem ile arteriel fazda ortaya çıkan kollateraller kırmızı, venöz fazda ortaya çıkan kollateraller yeşil ve geç venöz fazda ortaya çıkan kollateraller ise mavi renk ile kodlanır. Endovasküler tedavi uygulanması planlanan hastalarda, kırmızı ve yeşil kollateral dolaşımın daha fazla sayıda olması hastanın uygulanacak işlemde daha fazla fayda göreceğini öngörmektedir. Bu yöntem ile toplam kollateral dolaşım hakkında bilgi sahibi olunabildiği gibi kollateral dolaşımın zamana göre doluşu hakkında da bilgi sahibi olunabilmektedir (Resim 2).

Yeni gelişen BTA uygulamalarından bir diğeri ise dört boyutlu BTA tetkikidir. Bu yöntem ile arteriel, venöz ve geç venöz fazlardan elde edilen görüntülerden elde edilen verilerin birleştirilmesi ile dinamik imajlar elde edilir. MIP görüntülere kemik çıkarma işlemi uygulanarak DSA (digital subtraction angiography) görüntülerine benzer şekilde zamanla vasküler yapıların doluşu arteriel fazdan venöz faza doğru gösterilebilir. Bu yöntemle aynı zamanda kollateral vasküler yapıların doluşu da gösterilebilir [31]. Bu yöntemin DSA yöntemine göre hem daha hızlı hem de daha noninvaziv olması önemli avantajlarındandır.

Boyun büyük damar stenozlarının değerlendirilmesi endovasküler tedavi uygulanacak hastaların seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. Endovasküler tedavinin planlanmasında kritik stenoz, diseksiyon veya tortiozitenin tespit edilmesi tedavi başarısı açısından oldukça önemlidir. Büyük damar stenozlarının değer-

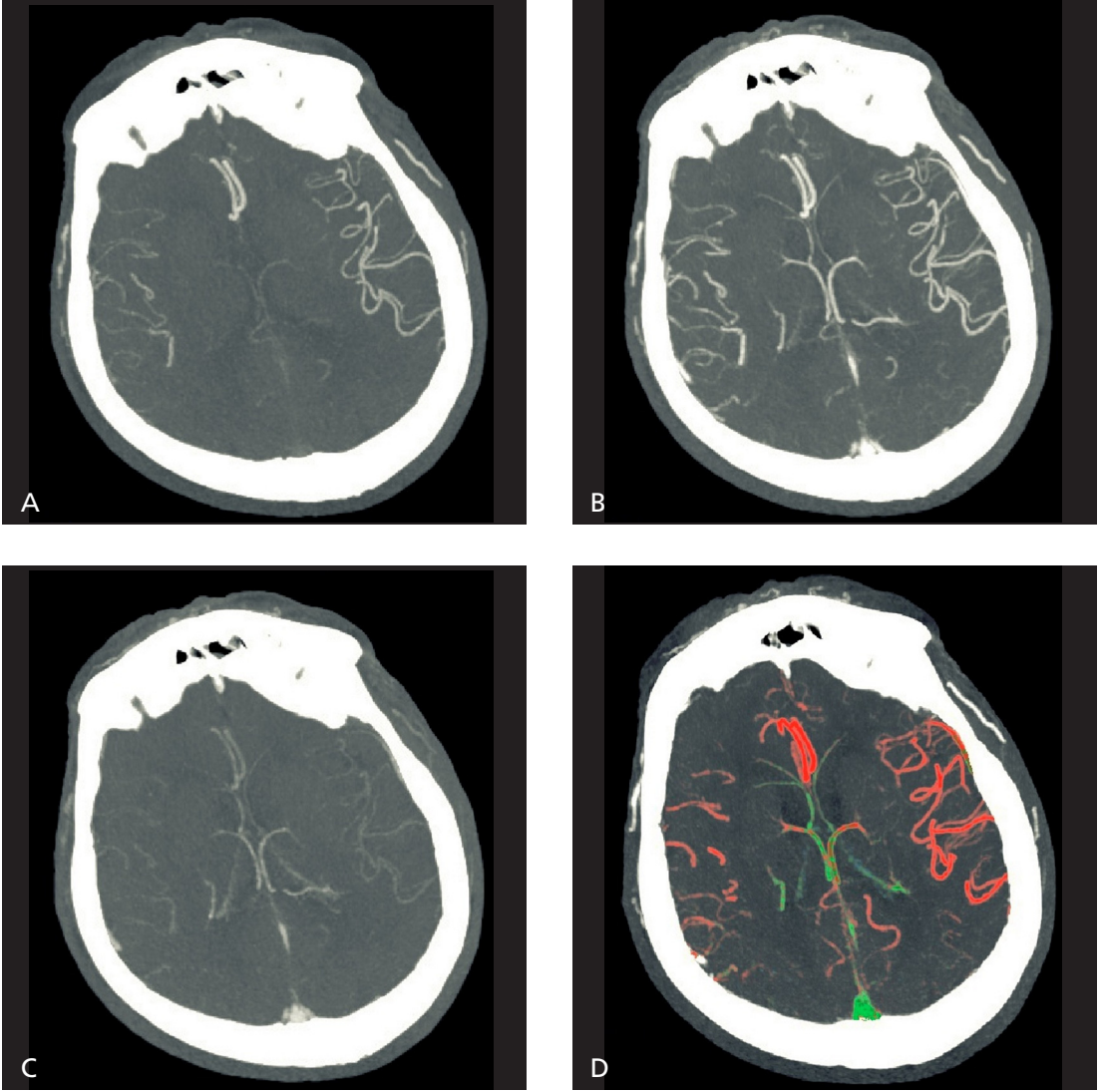
lendirilmesinde günümüzde tercih edilen ve en sık kullanılan skorlama sistemi NASCET (The North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial) skorlama sistemidir [32]. Manuel olarak yapılan bu ölçümün kullanıcı bağımlı olması yöntemin en önemli dezavantajlarındandır. Yeni geliştirilen BTA görüntü işleme yazılımları ile birlikte boyun vasküler yapılarındaki stenozların ölçümü çok hızlı ve standart bir şekilde kolaylıkla yapılabilmektedir. BTA yöntemi ile edilen görüntülerde büyük damar stenozlarının bulunduğu alanın proksimalinden başlayıp distaline kadar çizilen bir trakt ile sadece birkaç saniye içerisinde en dar segmentin sayısal olarak yüzdesi elde edilebilmektedir. Bu yeni yöntem ile büyük damar stenozlarının en optimal düzeyde değerlendirilmesi sadece birkaç saniye içerisinde yapılabilmektedir (Resim 3).

BTA görüntülemesinde kullanılan bir diğer önemli uygulama ise kemik çıkarma işlemidir. Temel olarak her vokseldeki kalsiyum ve iyot dansite farklılıklarının ayrılması prensibine dayanmaktadır. Bu yöntem ile kontrastlı boyun ve beyin vasküler yapıların çevresindeki kemik yapılar görüntüden çıkarılabilmektedir. Böylece inceleme alanının daha kolay değerlendirilmesi sağlanır. Kontrast madde verilmesinden sonra elde edilen MIP görüntüler etrafındaki kemik yapılar tek bir tuş ile çıkarılabilmekte ve böylece MR anjiyografi görüntülerine benzer şekilde sadece vasküler yapıların görüntülediği imajlar oluşturulabilir (Resim 4).

Kemik çıkarma işlemi en sık boyun ve beyin vasküler yapılarının değerlendirilmesinde kullanılır. Kafa tabanı kemik yapıları ve servikal transvers foraminaller özellikle MIP imajlarda vasküler yapıların değerlendirilmesinde zorluklara neden olmaktadır. Bu nedenle kemik çıkarma işlemi ile BTA tetkiklerinin değerlendirilmesi daha hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilmektedir [33].

BT PERFÜZYON

Hızlı inme protokolünün en son basamağını BTP tetkiki oluşturmaktadır. BTP görüntüleme tetkik süresi ortalama 2-5 dakikadır.

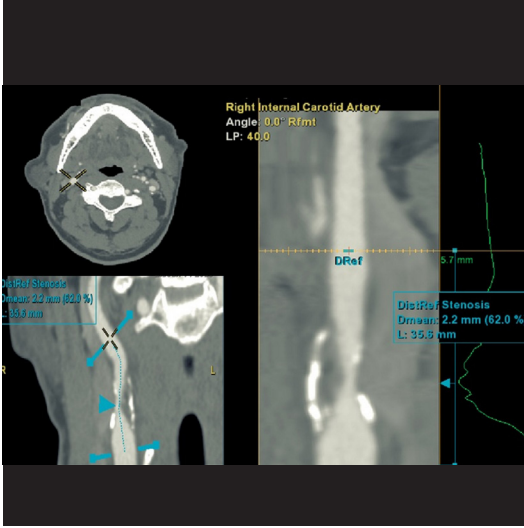


Resim 2. A-D. Sağ MCA üst trunkus infarktı olan hastada multifaz BT anjiyografide karşı hemisfer ile karşılaştırıldığında iyi bir kollateral dolaşıma sahip olduğu anlaşılmaktadır. (A) Arteriel fazda kollateral vasküler yapıların doluşu; (B) venöz fazda kollateral vasküler yapıların doluşu; (C) geç venöz fazda kollateral vasküler yapıların doluşu gösterilmektedir. (D) ColorViz yazılımı ile multifaz görüntüler bir araya getirilerek arteriel faz (kırmızı), venöz faz (yeşil) ve geç venöz faz (mavi) renk ile kodlanmaktadır.

Uygulamada günümüz BT teknolojisi ile birlikte 70-90 kVp ve 150-180 mAs değerleri ile kaliteli bir BTP görüntüleme yapılabilmektedir. Kesit kalınlığı 5 mm, rotasyon hızı 1 sn, tarama süresi 45 sn, tarama gecikme süresi 5 sn olarak BTP görüntüleme inceleme protokolü oluşturulabilir. Ayrıca akıllı kolimasyon uygulaması ile birlikte her hastaya uygun kolimasyon sağlanarak sadece görüntülenecek alan taranır.

Hastalara minimum 40 mL kontrast madde minimum 4 mL/dk hızla uygulanması önerilmektedir [34]. Daha yüksek enjeksiyon oranı daha kuvvetli bir bolus oluşturur. Böylece hemodinamik haritaların iyileştirilmesine yardımcı olabilir. BTP görüntülemeye hastanın aldığı toplam radyasyon dozu yaklaşık 1,88 mSv kadardır.

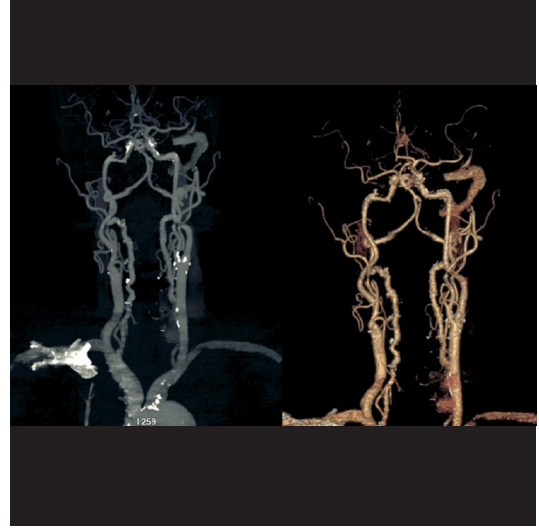
BTP görüntülemeye tek bir bolus kontrast madde uygulaması ile dinamik veya ilk geçiş



Resim 3. BTA otomatik stenoz hesaplama yazılımı ile sağ internal karotid arter bulbusu hemer superiorunda %62 oranında saptanan stenoz gösterilmektedir.

perfüzyon görüntüleri elde edilebilir. BTP görüntüleme ile aynı kesitten sine mod ile multiple görüntüler elde edilerek dokudaki arteriel dolaşımın zamanla değişimi gösterilmektedir. Daha önceki BT teknolojileri ile beyin parankiminde sadece 40 mm kadar dar bir alan taranabilmekte iken günümüzde kullanılan BT cihazları daha geniş helikal çekim kapasitesine sahip olup z aksında daha geniş bir görüntüleme alanına ulaşabilmektedir. Böylece yaklaşık 80 mm ve 120 mm'lik geniş bir alan taranarak tüm beyin dokusunun perfüzyon görüntülemesi yapılabilmektedir. Bu sayede dört boyutlu perfüzyon görüntülemesi adı verilen dinamik görüntüler elde edilebilir ve zaman içerisinde meydana gelen beyin perfüzyon değişiklikleri gösterilebilmektedir. Akıllı dört boyutlu görüntü bastırma algoritması kullanılarak gürültüden arındırılmış görüntü kalitesi yüksek perfüzyon haritaları oluşturulabilir.

BTP görüntüleme, uygulayıcı teknisyenin tecrübeli olması ve görüntüleme parametrelerinin optimize edilmesi önemli bir rol oynamaktadır. Arteriel akım yönüne yerleştirilecek "region of interest" (ROI) kürsörünün seçiminde genellikle anterior serebral arter A2 segmenti veya orta serebral arter M2 segmenti kullanılmalıdır [35]. Venöz akım yönü-

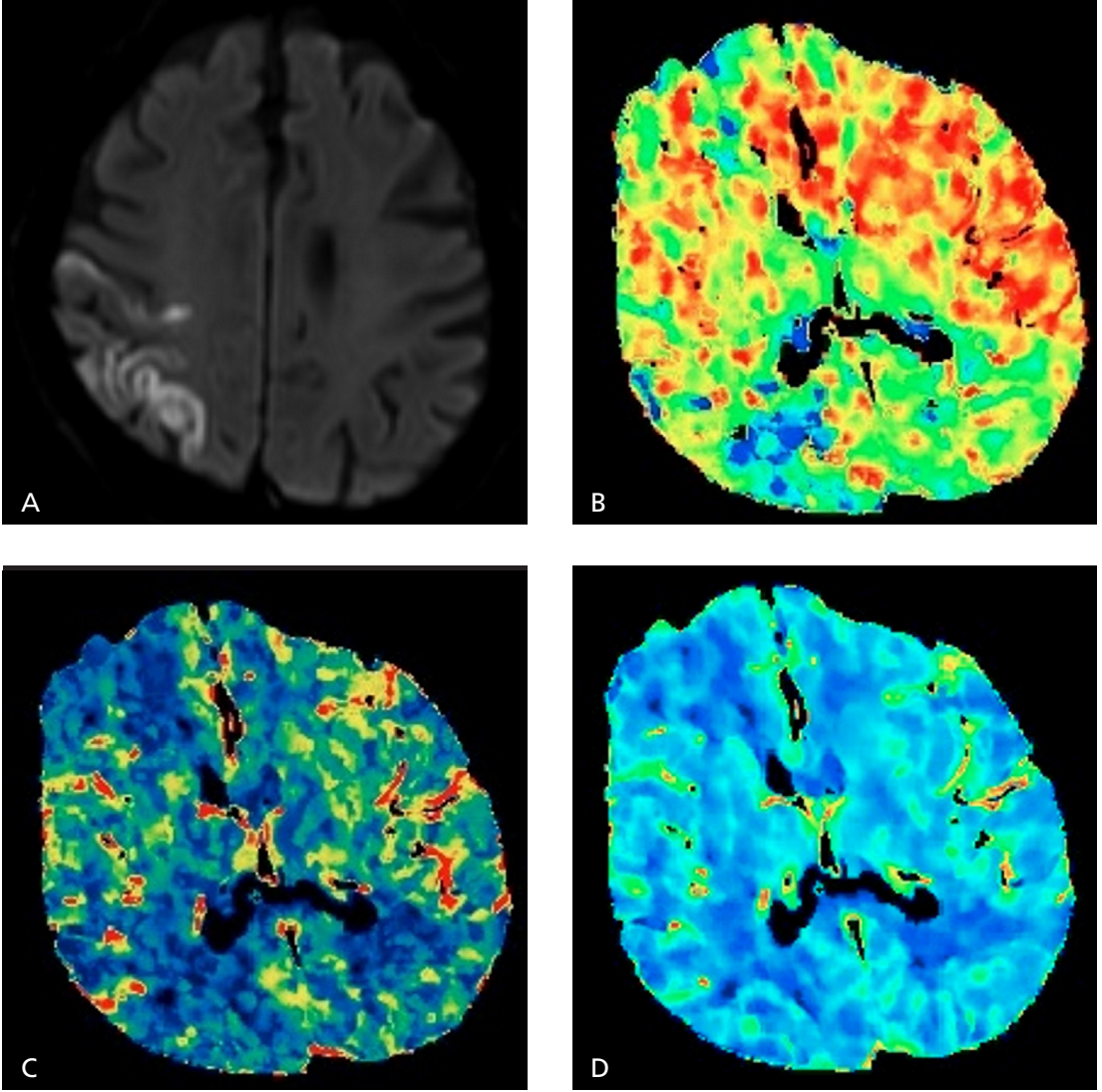


Resim 4. Boyun vasküler yapılarının kontrastlı imajlarından oluşturulan 3 boyutlu MIP görüntülerinin kemik çıkarma işlemi uygulandıktan sonra elde edilen görüntüleri gösterilmektedir.

ne yerleştirilecek ROI ise genellikle torkular herophiliye yerleştirilmelidir. ROI yerleştirilmesindeki ufak farklılıklar perfüzyon haritalarında önemli değişikliklere yol açacağından görüntülerin kalitesi açısından dikkat edilmesi gereklidir [34].

Serebral kan hacmi (CBV), serebral kan akımı (CBF) ve ortalama geçiş zamanı (MTT) haritaları BTP görüntüleme ile elde edilebilmektedir [34, 36]. Bu parametrelerin ölçümü $CBF=CBV/MTT$ denkleminde dayanmaktadır. MTT, dekonvolüsyon adı verilen bir matematiksel teknik ile her pikselin zaman-atenüasyon eğrisinde meydana gelen değişiklikleri hesaplayarak oluşturulur. MTT beyin parankiminde meydana gelen hemodinamik değişikliklere en duyarlı parametre olduğu için inme hastalarında öncelikle değerlendirilmesi gereken haritalardır [24].

İnfarkt ve penumbra alanını birbirinden ayrılabilirlik için BTP yöntemi kullanılarak otomatik haritalar oluşturulmaktadır. Penumbra alanında azalmış CBF ve erken evrede ortaya çıkan oteregülasyon mekanizmalarına bağlı normal veya hafif artmış CBV ile artmış MTT saptanır. Ancak infarkt alanında belirgin azalmış CBF ve artmış MTT ile belirgin azalmış CBV izlenir [37, 38]. DAWN ve DEFUSE 3



Resim 5. A-D. (A) Akut inme kliniği ile başvuran sağ MCA üst trunkus infarktı olan 67 yaşında erkek hastanın difüzyon MR incelemesinde sağ parietal lobda akut infarkt alanı gösterilmektedir. (B) BT perfüzyon incelemesinde Tmax süresinde artış ve (C) CBF oranlarında azalma izlenmiştir. (D) CBV oranlarında farklılık izlenmemektedir.

çalışmalarında akut inmenin değerlendirilmesinde CBF ve maksimum kontrastlanma zamanı (Tmax) parametrelerinin en doğru değerleri sağladığı gösterilmiştir. **BTP haritalarında tahmini infarkt alanı CBF eşik değerinin %30'dan daha az olduğu alanları temsil etmektedir. Penumbra ise Tmax eşik değerinin 6 saniyeden daha uzun olduğu alanları göstermektedir** [10, 12]. BTP dataları ile oluşturulan haritalarda, infarkt hacmi, penumbra hacmi ve aralarındaki hacim farkı otomatik olarak hesaplanmaktadır (Resim 5).

Difüzyon ağırlıklı görüntüler ile karşılaştırıldığında, BTP ile 100 mL'den büyük geniş infarkt alanları ile 50-70 mL'den küçük infarkt alanlarının ayırımı doğru bir şekilde yapılabilmektedir [34]. DAWN ve DEFUSE 3 çalışmalarında geç dönem endovasküler tedavi uygulanacak inme hastalarının seçiminde BTP yönteminin kullanılması gerektiği vurgulanmıştır [10, 12].

Hasta hareketleri BTP görüntülemeye görüntü kalitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Görüntülemeye çekim süreleri çok kısa

olsa dahi özellikle kontrast maddenin dokuda zamanla değişen atenüasyonunu değerlendirmek için hareket artefaktlarından etkilenmemesi gerekir [39]. Bu nedenle inme hastalarında hareket artefaktlarını azaltmak için hasta immobilizasyonu sağlanmalıdır.

Güncellenmiş 2018 Amerikan Kalp Derneği-Amerikan İnme Derneği kılavuzlarında akut iskemik inme hastalarının erken yönetimi için MRG ile birlikte gruplandırılmıştır. **Anterior dolaşımda büyük damar oklüzyonu olan 6-24 saat süresi içerisindeki inme hastalarında, mekanik trombektomi için hasta seçiminde BTP, difüzyon ağırlıklı MR ve MR perfüzyon tetkiklerinin karar vermede başvurulması gereken görüntüleme yöntemleri olduğu vurgulanmaktadır** [18]. Bununla birlikte geç dönemde endovasküler tedavi uygulanacak hastaların seçiminde hangi yöntemin uygulanacağı konusunda henüz bir konsensus oluşmuş değildir. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme, BTA ile kollateral damarların değerlendirilmesi veya BTP ile infarkt ve penumbra alanlarının belirlenmesi gibi farklı görüntüleme metodları farklı merkezlerde kendine özgü protokoller ile kullanılarak endovasküler tedavi uygulanacak hastaların seçiminde karar verilmektedir [10, 12].

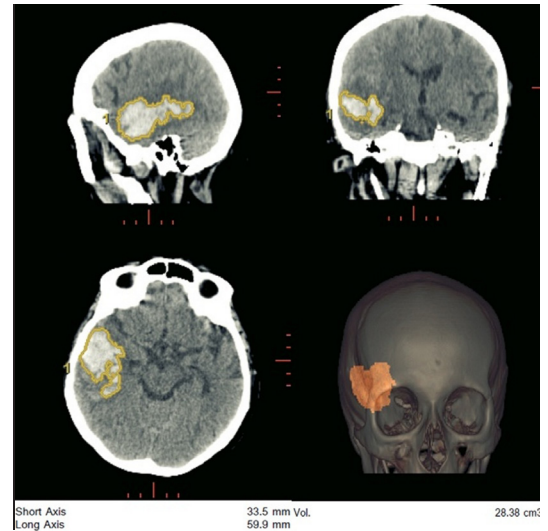
İNTRASEREBRAL HEMATOM HACİM HESAPLAMA

İntraserebral hematoma (İSH) yaşamı tehdit eden ve kalıcı nörolojik defisitlere yol açabilen en önemli serebrovasküler hastalıklardan biridir. Ani başlangıçlı olması, hızlı ilerlemesi ve yüksek mortalite riski nedeni ile radyolojik görüntülemeye önemli bir yere sahiptir. İSH şüphesi olan olgularda ilk tercih edilen görüntüleme yöntemi kontrastsız BT tetkikidir. İSH büyümesi genellikle ilk 6 saatte meydana gelmektedir [40]. Hematomun büyümesi primer odağın kanamasının devam etmesinden kaynaklandığı gibi aynı zamanda sekunder vasküler hasar sonucunda diğer vasküler yapıların kanamaya eşlik etmesiyle de görülebilir [41]. Bazı çalışmalara göre kanamanın saatte 10,2 mL'den fazla büyümesi kanama

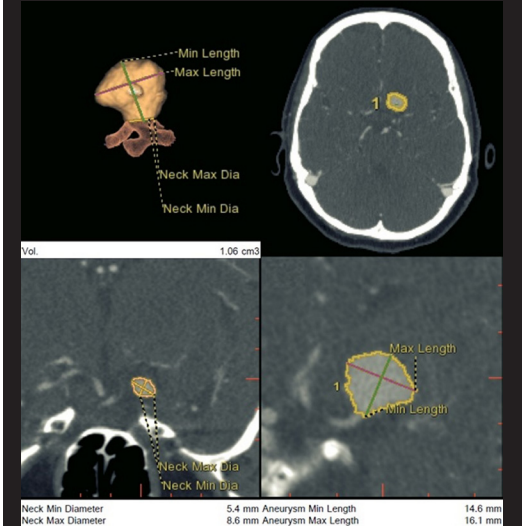
hacminin artacağını göstermede en kuvvetli faktör olduğu rapor edilmektedir [40].

Hasta prognozunun tahmin edilmesinde en güvenilir görüntüleme metodu hematoma hacminin hesaplanmasıdır [42]. **Hematoma zamanla büyümesi hasta kliniğinin kötü sonuçlanacağını göstermekte olup bu nedenle hematoma hacim takibinin doğru ve düzenli yapılması hayati önem taşımaktadır.** Hematom hacim ölçümünde en sık kullanılan yöntem ABC/2 metodudur [43]. Bu yöntem kullanıcı bağımlı olup kişiden kişiye farklılıklar gösterebilir. Bu nedenle takip edilen bir hematomun boyutlarındaki farklılıklar yanlış hesaplanabilir [43].

Hematom hacminin güvenilir ve doğru bir şekilde hesaplanması, takiplerde standardizasyonun sağlanması için yeni BT ölçüm metodları kullanılmaktadır. Bu yeni yöntem ile birlikte kontrastsız BT tetkikinde hematoma alanı ve çevresindeki beyin parankimi arasındaki farklı HU değerleri otomatik olarak bilgisayar tarafından ayırt edilebilir. Böylece ölçülmek istenen hematoma pikseli seçilerek birkaç saniye içerisinde toplam hematoma hacmi hesaplanmaktadır. Hematom takibinde bu yöntem sayesinde standardizasyon sağlanmakta ve hematomun zamanla değişimi en optimal şekilde ölçülmektedir (Resim 6).



Resim 6. Sağ temporal lobda saptanan parankimal hematomun otomatik volüm hesaplama yöntemi ile 3 boyutlu hacim hesaplaması gösterilmektedir.



Resim 7. Sol MCA M1 orijini düzeyinde saptanan sakküler tipte anevrizmanın segmentasyonu gösterilmektedir.

ANEVRİZMA SEGMENTASYONU

Intrakranial anevrizmaların toplumda görülme sıklığı farklı çalışmalarda %3,7-6 arasında bildirilmiştir. Anevrizmaların büyük bir kısmı Willis poligonunda ortaya çıkmakta olup %30 hastada multiple anevrizmalar görülebilmektedir [44]. İntrakranial arteriel yapılar ekstrakranial arteriel yapılardan daha zayıf bir tunica media tabakasına sahiptir. Bu nedenle anevrizma gelişimi açısından intrakranial vasküler yapılar daha hassastır.

Anevrizma rüptürü subaraknoid kanamaya neden olur ve yüksek mortalite oranlarına sahiptir [45]. Hipertansiyon, sigara ve alkol tüketimi gibi çevresel faktörlerin anevrizma rüptüründe risk faktörü olabileceği gibi anevrizma boyutu ve şekli gibi faktörler de anevrizma rüptürüne neden olan önemli risk faktörleridir [45]. Rüptüre olmamış bir anevrizma ise genellikle semptomatik değildir ve tespit edilmesi daha zordur.

Intrakranial anevrizma lokalizasyonlarının doğru tespiti nörocerrahi ve endovasküler girişimsel yöntemler için oldukça önemlidir. BTA anevrizmaların tespitinde ve değerlendirilmesinde önemli bir görüntüleme yöntemidir [46]. Anevrizma hacminin ve şeklinin doğru bir şekilde tespit edilmesi tedavi öncesi planlamada

kritik bir role sahiptir. Anevrizma hacmi ve şekli ile ilgili parametrelerin otomatik ve objektif olarak hesaplanması, rüptür riskini tahmin etme ve rüptüre olmamış anevrizmaların takiplerindeki küçük değişiklikleri değerlendirebilme açısından oldukça önemlidir.

Yarı otomatik teknik kullanılarak, BTA tetkikinde intrakranial anevrizmaların segmentasyonu yapılabilmektedir. BTA tetkiki ile saptanan anevrizmanın boyun, proksimal ve distal segmentleri belirlenerek bu noktalara yerleştirilen bir kursör yardımı ile anevrizma sınırları çizilir. Daha sonra sınırları belirlenen anevrizmanın segmentasyonu bilgisayar tarafından otomatik olarak oluşturulur. Anevrizmanın iki veya üç boyutlu görüntüleri sanal olarak gösterilebilir. Anevrizma boyun genişliği ve uzunluğu, anevrizma hacmi ve kontur yapısı bu yöntem sayesinde kolaylıkla değerlendirilebilir (Resim 7).

SONUÇ

İleri BT görüntüleme yöntemleri hızlı, pratik ve güvenilir olması nedeni ile nöroradyolojik görüntülemelerde günlük uygulamalarda daha fazla yer almaktadır. Radyasyon dozlarının azalması ve kısa çekim süreleri ile özellikle inme gibi acil müdahale gerektiren durumlarda ilk başvuru görüntüleme yöntemi haline gelmiştir. Geliştirilen görüntü işleme programlarının sunduğu yenilikler ile optimal değerlendirmeler çok kısa süreler içerisinde yapılabilmektedir. Bu teknoloji, doğru ve güvenilir tanıların konulması için yeni fırsatlar sunmaktadır.

Kaynaklar

- [1]. Phan CM, Yoo AJ, Hirsch JA, Nogueira RG, Gupta R. Differentiation of hemorrhage from iodinated contrast in different intracranial compartments using dual-energy head CT. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012; 33: 1088-94. [\[Crossref\]](#)
- [2]. Tomandl BF, Klotz E, Handschu R, Stemper B, Reinhardt F, Huk WJ, et al. Comprehensive imaging of ischemic stroke with multisection CT. *Radiographics* 2003; 23: 565-92. [\[Crossref\]](#)
- [3]. Dippel DW, Du Ry van Beest Holle M, van Kooten F, Koudstaal PJ. The validity and reliability of signs

- of early infarction on CT in acute ischaemic stroke. *Neuroradiology* 2000; 42: 629-33. [\[Crossref\]](#)
- [4]. de Lucas EM, Sanchez E, Gutierrez A, Mandly AG, Ruiz E, Florez AF, et al. CT protocol for acute stroke: Tips and tricks for general radiologists. *Radiographics* 2008; 28: 1673-87. [\[Crossref\]](#)
 - [5]. Hacke W, Albers G, Al-Rawi Y, Bogousslavsky J, Davalos A, Eliasziw M, et al. The desmoteplase in acute ischemic stroke trial (DIAS): A phase II MRI-based 9-hour window acute stroke thrombolysis trial with intravenous desmoteplase. *Stroke* 2005; 36: 66-73. [\[Crossref\]](#)
 - [6]. Hacke W, Donnan G, Fieschi C, Kaste M, von Kummer R, Broderick JP, et al. Association of outcome with early stroke treatment: Pooled analysis of ATLANTIS, ECASS, and NINDS rt-PA stroke trials. *Lancet* 2004; 363: 768-74. [\[Crossref\]](#)
 - [7]. Srinivasan A, Goyal M, Al Azri F, Lum C. State-of-the-art imaging of acute stroke. *Radiographics* 2006; 26 Suppl 1: S75-95. [\[Crossref\]](#)
 - [8]. Kanekar SG, Zacharia T, Roller R. Imaging of stroke: Part 2, pathophysiology at the molecular and cellular levels and corresponding imaging changes. *AJR Am J Roentgenol* 2012; 198: 63-74. [\[Crossref\]](#)
 - [9]. Gonzalez RG. Imaging-guided acute ischemic stroke therapy: From "time is brain" to "physiology is brain". *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; 27: 728-735.
 - [10]. 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. [\[Crossref\]](#)
 - [11]. Sims JR, Gharai LR, Schaefer PW, Vangel M, Rosenthal ES, Lev MH, et al. ABC/2 for rapid clinical estimate of infarct, perfusion, and mismatch volumes. *Neurology* 2009; 72: 2104-10. [\[Crossref\]](#)
 - [12]. 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. [\[Crossref\]](#)
 - [13]. Wintermark M, Flanders AE, Velthuis B, Meuli R, van Leeuwen M, Goldsher D, et al. Perfusion-CT assessment of infarct core and penumbra: Receiver operating characteristic curve analysis in 130 patients suspected of acute hemispheric stroke. *Stroke* 2006; 37: 979-85. [\[Crossref\]](#)
 - [14]. Ezzeddine MA, Lev MH, McDonald CT, Rordorf G, Oliveira-Filho J, Aksoy FG, et al. CT angiography with whole brain perfused blood volume imaging: Added clinical value in the assessment of acute stroke. *Stroke* 2002; 33: 959-66. [\[Crossref\]](#)
 - [15]. Wardlaw JM, Seymour J, Cairns J, Keir S, Lewis S, Sandercock P. Immediate computed tomography scanning of acute stroke is cost-effective and improves quality of life. *Stroke* 2004; 35: 2477-83. [\[Crossref\]](#)
 - [16]. Mair G, Boyd EV, Chappell FM, von Kummer R, Lindley RI, Sandercock P, et al. Sensitivity and specificity of the hyperdense artery sign for arterial obstruction in acute ischemic stroke. *Stroke* 2015; 46: 102-7. [\[Crossref\]](#)
 - [17]. Barber PA, Demchuk AM, Zhang J, Buchan AM. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. Aspects study group. *Alberta stroke programme early CT score. Lancet* 2000; 355: 1670-4. [\[Crossref\]](#)
 - [18]. Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, Adeoye OM, Bambakidis NC, Becker K, et al. 2018 guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: A guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2018; 49: e46-110. [\[Crossref\]](#)
 - [19]. Kelly AG, Hellkamp AS, Olson D, Smith EE, Schwamm LH. Predictors of rapid brain imaging in acute stroke: Analysis of the get with the guidelines-stroke program. *Stroke* 2012; 43: 1279-84. [\[Crossref\]](#)
 - [20]. Perry JJ, Stiell IG, Sivilotti ML, Bullard MJ, Emond M, Symington C, et al. Sensitivity of computed tomography performed within six hours of onset of headache for diagnosis of subarachnoid haemorrhage: Prospective cohort study. *BMJ* 2011; 343: d4277. [\[Crossref\]](#)
 - [21]. Lee H, Yune S, Mansouri M, Kim M, Tajmir SH, Guerrier CE, et al. An explainable deep-learning algorithm for the detection of acute intracranial haemorrhage from small datasets. *Nat Biomed Eng* 2019; 3: 173-82. [\[Crossref\]](#)
 - [22]. Kamalian S, Kemmling A, Borgie RC, Morais LT, Payabvash S, Franceschi AM, et al. Admission insular infarction >25% is the strongest predictor of large mismatch loss in proximal middle cerebral artery stroke. *Stroke* 2013; 44: 3084-9. [\[Crossref\]](#)
 - [23]. Barber PA, Demchuk AM, Hudon ME, Pexman JH, Hill MD, Buchan AM. Hyperdense sylvian fissure MCA dot" sign: A CT marker of acute ischemia. *Stroke* 2001; 32: 84-8. [\[Crossref\]](#)
 - [24]. Dittrich R, Akdeniz S, Kloska SP, Fischer T, Ritter MA, Seidensticker P, et al. Low rate of contrast-induced nephropathy after CT perfusion and CT angiography in acute stroke patients. *J Neurol* 2007; 254: 1491-7. [\[Crossref\]](#)
 - [25]. Menon BK, d'Esterre CD, Qazi EM, Almekhlafi M, Hahn L, Demchuk AM, et al. Multiphase CT angiography: A new tool for the imaging triage of patients with acute ischemic stroke. *Radiology* 2015; 275: 510-20. [\[Crossref\]](#)
 - [26]. Yeo LL, Paliwal P, Teoh HL, Seet RC, Chan BP, Ting E, et al. Assessment of intracranial collaterals on CT angiography in anterior circulation acute ischemic stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015; 36: 289-94. [\[Crossref\]](#)
 - [27]. Maas MB, Lev MH, Ay H, Singhal AB, Greer DM, Smith WS, et al. Collateral vessels on CT angiography

- hy predict outcome in acute ischemic stroke. *Stroke* 2009; 40: 3001-5. [\[Crossref\]](#)
- [28]. Souza LC, Yoo AJ, Chaudhry ZA, Payabvash S, Kemmling A, Schaefer PW, et al. Malignant CTA collateral profile is highly specific for large admission DWI infarct core and poor outcome in acute stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 2012; 33: 1331-6. [\[Crossref\]](#)
- [29]. Rocha M, Jovin TG. Fast versus slow progressors of infarct growth in large vessel occlusion stroke: Clinical and research implications. *Stroke* 2017; 48: 2621-7. [\[Crossref\]](#)
- [30]. Goyal M, Menon BK, Almekhlafi MA, Demchuk A, Hill MD. The need for better data on patients with acute stroke who are not treated because of unfavorable imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2017; 38: 424-5. [\[Crossref\]](#)
- [31]. Kortman HG, Smit EJ, Oei MT, Manniesing R, Prokop M, Meijer FJ. 4D-CTA in neurovascular disease: A review. *AJNR Am J Neuroradiol* 2015; 36: 1026-33. [\[Crossref\]](#)
- [32]. Saba L, Mallarini G. A comparison between NAS-CET and ECST methods in the study of carotids: Evaluation using multi-detector-row CT angiography. *Eur J Radiol* 2010; 76: 42-7. [\[Crossref\]](#)
- [33]. Morhard D, Fink C, Graser A, Reiser MF, Becker C, Johnson TR. Cervical and cranial computed tomographic angiography with automated bone removal: Dual energy computed tomography versus standard computed tomography. *Invest Radiol* 2009; 44: 293-7. [\[Crossref\]](#)
- [34]. Hoeffner EG, Case I, Jain R, Gujar SK, Shah GV, Deveikis JP, et al. Cerebral perfusion CT: Technique and clinical applications. *Radiology* 2004; 231: 632-44. [\[Crossref\]](#)
- [35]. Wintermark M, Lau BC, Chien J, Arora S. The anterior cerebral artery is an appropriate arterial input function for perfusion-CT processing in patients with acute stroke. *Neuroradiology* 2008; 50: 227-36. [\[Crossref\]](#)
- [36]. Eastwood JD, Lev MH, Provenzale JM. Perfusion CT with iodinated contrast material. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180: 3-12. [\[Crossref\]](#)
- [37]. Wintermark M, Meuli R, Browaeys P, Reichhart M, Bogousslavsky J, Schnyder P, et al. Comparison of CT perfusion and angiography and MRI in selecting stroke patients for acute treatment. *Neurology* 2007; 68: 694-7. [\[Crossref\]](#)
- [38]. Lev MH, Segal AZ, Farkas J, Hossain ST, Putman C, Hunter GJ, et al. Utility of perfusion-weighted CT imaging in acute middle cerebral artery stroke treated with intra-arterial thrombolysis: Prediction of final infarct volume and clinical outcome. *Stroke* 2001; 32: 2021-8. [\[Crossref\]](#)
- [39]. Buerke B, Puesken M, Wittkamp G, Stehling C, Ditt H, Seidensticker P, et al. Bone subtraction CTA for transcranial arteries: Intra-individual comparison with standard CTA without bone subtraction and TOF-MRA. *Clin Radiol* 2010; 65: 440-6. [\[Crossref\]](#)
- [40]. Rodriguez-Luna D, Rubiera M, Ribo M, Coscojuela P, Pineiro S, Pagola J, et al. Ultraearly hematoma growth predicts poor outcome after acute intracerebral hemorrhage. *Neurology* 2011; 77: 1599-1604. [\[Crossref\]](#)
- [41]. Qureshi AI, Tuhirum S, Broderick JP, Batjer HH, Hondo H, Hanley DF. Spontaneous intracerebral hemorrhage. *N Engl J Med* 2001; 344: 1450-60. [\[Crossref\]](#)
- [42]. Demchuk AM, Dowlatshahi D, Rodriguez-Luna D, Molina CA, Blas YS, Dzialowski I, et al. Prediction of haematoma growth and outcome in patients with intracerebral haemorrhage using the CT-angiography spot sign (predict): A prospective observational study. *Lancet Neurol* 2012; 11: 307-14. [\[Crossref\]](#)
- [43]. Kosior JC, Idris S, Dowlatshahi D, Alzawahmah M, Eesa M, Sharma P, et al. Quantomo: Validation of a computer-assisted methodology for the volumetric analysis of intracerebral haemorrhage. *Int J Stroke* 2011; 6: 302-5. [\[Crossref\]](#)
- [44]. Keedy A. An overview of intracranial aneurysms. *Mcgill J Med* 2006; 9: 141-6.
- [45]. Brisman JL, Song JK, Newell DW. Cerebral aneurysms. *N Engl J Med* 2006; 355: 928-39. [\[Crossref\]](#)
- [46]. Hoh BL, Cheung AC, Rabinov JD, Pryor JC, Carter BS, Ogilvy CS. Results of a prospective protocol of computed tomographic angiography in place of catheter angiography as the only diagnostic and pretreatment planning study for cerebral aneurysms by a combined neurovascular team. *Neurosurgery* 2004; 54: 1329-40; discussion 1340-1322. [\[Crossref\]](#)

Nöroradyolojide İleri BT Teknikleri ve Protokolleri

Serdar Arslan, Osman Kızılkılıç

Sayfa 67

Artık birçok inme merkezinde infarkt alanını saptamak, vasküler oklüzyonu göstermek, kurtarılabılır doku ve kollateral dolaşımı değerlendirmek amacı ile kontrastsız BT, BT anjiyografi (BTA) ve BTP gibi multimodaliter bir yaklaşım kullanılmaktadır

Sayfa 69

DAWN ve DEFUSE 3 çalışmalarına göre, inme başlangıcından 24 saat sonrasına kadar endovasküler trombektominin etkinliğini açısından intrakranial büyük damar oklüzyonlarının hızlı ve doğru bir şekilde gösterilmesi için BTA tetkikinin kullanılması standart bir görüntüleme yöntemi haline gelmiştir.

Sayfa 73

BTP haritalarında tahmini infarkt alanı CBF eşik değerinin %30'dan daha az olduğu alanları temsil etmektedir. Penumbra ise Tmax eşik değerinin 6 saniyeden daha uzun olduğu alanları göstermektedir.

Sayfa 74

Anterior dolaşımında büyük damar oklüzyonu olan 6-24 saat süresi içerisindeki inme hastalarında, mekanik trombektomi için hasta seçiminde BTP, difüzyon ağırlıklı MR ve MR perfüzyon tetkiklerinin karar vermede başvurulması gereken görüntüleme yöntemleri olduğu vurgulanmaktadır.

Sayfa 74

Hematomun zamanla büyümesi hasta kliniğinin kötü sonuçlanacağını göstermekte olup bu nedenle hematom hacim takibinin doğru ve düzenli yapılması hayati önem taşımaktadır.

Nöroradyolojide İleri BT Teknikleri ve Protokolleri

Serdar Arslan, Osman Kızılkılıç

1. Aşağıdaki görüntüleme yöntemlerinden hangisi hızlı inme protokolleri arasında yer almaz?
 - a. Kontrastsız bilgisayarlı tomografi
 - b. Bilgisayarlı tomografi anjiyografi-arteriel faz
 - c. Bilgisayarlı tomografi anjiyografi-geç arteriel faz
 - d. Bilgisayarlı tomografi anjiyografi-venöz faz
 - e. Bilgisayarlı tomografi perfüzyon
2. Aşağıdakilerden hangisi Jena Üniversitesi'nin kullanmış olduğu "büyük beşli" adı verilen inme protokolünde yer almaz?
 - a. Kontrastsız beyin bilgisayarlı tomografi
 - b. Boyun ve beyin bilgisayarlı tomografi anjiyografi
 - c. Kardiyak bilgisayarlı tomografi anjiyografi
 - d. Renal arter bilgisayarlı tomografi anjiyografi
 - e. Bilgisayarlı tomografi perfüzyon
3. Aşağıdakilerden hangisi DAWN ve DEFUSE 3 çalışmalarına göre inme hastalarında ilk 24 saat içerisinde büyük damar oklüzyonlarının hızlı ve doğru bir şekilde gösterilmesi için gerekli görüntüleme yöntemidir?
 - a. Bilgisayarlı tomografi perfüzyon
 - b. Manyetik rezonans perfüzyon
 - c. Manyetik rezonans anjiyografi
 - d. Bilgisayarlı tomografi anjiyografi
 - e. Difüzyon ağırlıklı görüntüleme
4. Aşağıdakilerden hangisi bilgisayarlı tomografi perfüzyon haritalarında infarkt alanını saptamada kullanılan parametredir?
 - a. Serebral kan hacmi (CBV)
 - b. Serebral kan akımı (CBF)
 - c. Maksimum kontrastlanma zamanı (Tmax)
 - d. Ortalama geçiş zamanı (MTT)
 - e. Hepsi
5. İleri bilgisayarlı tomografi görüntüleme yöntemleri ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?
 - a. Kontrastsız bilgisayarlı tomografi intravenöz tPA uygulanacak hastalarda kanama ve geniş infarkt alanını tespit etmek için hızlı bir görüntüleme yöntemidir.
 - b. Geç faz BTA görüntülerinde kontrast maddenin risk altındaki orta serebral arter sulama alanındaki vaskülerin yapıların %50'sinden fazlasına ulaşamamasına malign kollateral dolaşım denir.
 - c. Kemik çıkarma işlemi ile kafa tabanı ve servikal transvers foraminaller gibi görüntülemeyi zorlaştıran kemik yapılar ortadan kaldırabilir.
 - d. İntraserebral hematomu olan hastalarda hasta prognozunun tahmin edilmesinde en güvenilir görüntüleme metodu hematom volumununun hesaplanmasıdır.
 - e. Anevrizma lokalizasyonu, hacmi ve şeklinin doğru bir şekilde tespit edilmesinin tedavi öncesi planlamada yeri yoktur.