

T(270



T.C.
Akdeniz Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Radyodiagnostik Anabilim Dalı
Başkan : Prof.Dr.Ersin LÜLECİ

T(270 /1-1

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
Merkez Kütüphanesi

SEREBRAL ANEVİZİZMALARIN DEĞERLENDİRİLMESİNDE YENİ BİR YÖNTEM : 3-BOYUTLU BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİK ANGIOGRAFI

Uzmanlık Tezi
Dr.Mehmet DİLEK

Tez Yöneticisi : Doç.Dr.Timur SİNDEL

"Tezimden kaynakça gösterilerek yararlanılabilir"

Antalya, 1997

Araştırma görevliliğim süresince ve tez çalışmalarım boyunca değerli ilgi ve desteğini esirgemeyen hocam Sayın Prof.Dr.Ersin Lülecî'ye, her zaman yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm hocalarım Sayın Doç.Dr.Timur Sindel ve Sayın Doç.Dr.Oğuz Bircan, değerli büyüklerim Doç.Dr.Can Özkaynak ve Doç.Dr.Ali Apaydın'a, Yrd.Doç.Dr.Adnan KABAALİOĞLU'na, Yrd.Doç.Dr.Saim Yılmaz'a, uzman ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Dr.Mehmet Dilek

İÇİNDEKİLER

1 - GİRİŞ	1
2 - GENEL BİLGİLER	
- İntrakranial Arteriyel Anatomi	2 - 9
- İntrakranial Anevrizmalar	
Tarihçe	9
Etyoloji ve insidans	10 - 12
Anevrizmaların klasifikasyonu	12 - 17
Anevrizmalarda klinik bulgular	17 - 19
İntrakraniyal anevrizmaların görüntülenmesi	19 - 25
3 - MATERYAL VE METOD	26 - 28
4 - BULGULAR	29 - 39
5 - TARTIŞMA	40 - 48
6 - SONUÇ	49
7 - ÖZET	50
8 - KAYNAKLAR	51 - 56

GİRİŞ

Serebral anevrizma komplikasyonları ve özellikle subaraknoid kanama yüksek mortalite ve morbidite ile birlikte (1). İyi bir klinik sonuç elde edebilmek için ihtimali anevrizmanın erken ve hızlı teşhisi gereklidir. Bu vakalarda kontrastsız kranial bilgisayarlı tomografi (BT), subaraknoid kanama varlığını saptarsa, anevrizmayı ve non-travmatik subaraknoid kanamanın diğer nedenlerini ayırt etmek için gold standart yöntem olan serebral angiografi yapılır. Teknolojideki son gelişmelerle intraarteriyel digital subtraction angiografi (IA-DSA), serebral anevrizmanın boynunu, eşlik eden perfore arterlerini ve büyük dallarla olan ilişkisini daha iyi demonstre etmesi bakımından gold standart kabul edilmektedir (2). Ancak serebral angiografi genç ve genel durumu iyi vakalarda %0.1 - %2.6 arasında, yaşlı ve genel durumu kötü vakalarda ise daha yüksek oranda santral sinir sistemi komplikasyonu taşımaktadır (3). Ayrıca düşükte olsa belli bir morbidite ve mortaliteye sahip olan serebral angiografi sınırlı projeksiyon sayısına sahiptir (4).

Bu nedenlerle anevrizma tespitinde non-invaziv görüntüleme tekniğine ihtiyaç vardır. Manyetik Rezonans Angiografi (MRA) ve Spiral BT Angiografi (BTA) anevrizma tespitinde uygulanabilecek non-invaziv tetkiklerdir. Biz intrakranial anevrizması olduğu düşünülen hastalarda, anevrizmaların tespit ve lokalizasyonlarının ayırımında yeni bir teknik olan BT angiografiyi DSA ile mukayese edecek bir çalışma yaptık.

GENEL BİLGİLER

Intrakranial arteriyel anatomi

Arkus aortadan üç arter çıkar. Bunlar sırası ile brakiosefalik trunk (Innominat arter), sol ana karotis ve sol subklavian arterdir. Arkus aortadan ayrıldıktan hemen sonra brakiosefalik trunk sağ ana karotis arteri ve sağ subklavian arteri verir. Her iki subklavian arter aynı tarafta sağ ve sol vertebral arteri verirler. Sağ vertebral arter olguların %25'inde, sol vertebral arter ise %50-60'ında dominanttır (5).

Anterior sirkulasyon

Ana karotis arterler 3.-5. servikal vertebra düzeyinde internal ve eksternal olmak üzere iki dala ayrılır.

Eksternal karotis arter: Dalları şunlardır.

- 1-Süperior tiroid arter
- 2-Asendan farengeal arter
- 3-Lingual arter
- 4-Fasial arter
- 5-Oksipital arter
- 6-Posterior aurikular arter
- 7-Süperfisiyal temporal arter
- 8-Maksiller arter

İnternal karotis arter: Segmentlere ayrılarak incelenebilir.

1-Servikal bölüm: Ekstrakranial yerleşimlidir. Dal vermez, daralma ve genişleme göstermeden devam eder. Karotid bulbus, ekstrakranial segmenttir. Bifurkasyondan hemen önceki 2-4 cm'lik dilate bölümdür.

2-Petroz bölüm: İnternal karotis arterin karotid kanala girmesi ile başlar. Temporal kemik içerisindeki trasesi boyunca şu dalları verir.

a.Timpanik arter

b.Vidian arter

c-Kortikotimpanik arter

Petroz segmentte iki önemli anomali olabilir. Bunlar aberrant internal karotis arter ve persistent stapedia arterdir.

3-Kavernöz bölüm: Kavernöz bölüm internal karotis arterin karotis kanaldan çıkması ile başlar ve intrakranial subaraknoid mesafeye girmesi ile biter.Kavernöz bölüm 5 segmente ayrılmıştır.

C5:Asenden kavernöz segment

C4:Arterin dirsek yaptığı segment

C3:Horizontal segment

C2:ön dirsek

C1:ön dirsekten sonraki kavernöz segment

Kavernöz segmentten çıkan arterler şunlardır.

1-Meningohipofizeal arter

2-İnferolateral trunk

3-Kapsüler dallar

4-Supraklinoid bölüm: İnternal karotis arter durayı delerek subaraknoid mesafeye girer. Anterior ve medial bölümlere ayrılmadan önce süperior hipofizeal trunk, oftalmik arter, anterior koroideal arter ve posterior kommünikan arter dallarını verir.

Anterior Serebral Arter

Anterior serebral arter internal serebral arterin küçük dalıdır. A1,A2,A3 olarak üç bölümde incelenebilir. A1(horizontal) bölümü anterior serebral arter başlangıcından, anterior kommünikan artere kadar olan bölüm olup derin perforan dallar ve medial lentikülostriat arterleri verir. A2 bölümü, anterior kommünikan arterden perikallosal ve kallozomarginal arter bifurkasyonuna kadar olan bölümdür. "Heubner'in rekürren arteri" A2 bölümünden çıkar. Orbitofrontal ve frontopolar arterler de A2 bölümünden çıkarlar. A3 bölümü kortikal dallardan meydana gelmiştir (5). Anterior serebral arter dalları şunlardır;

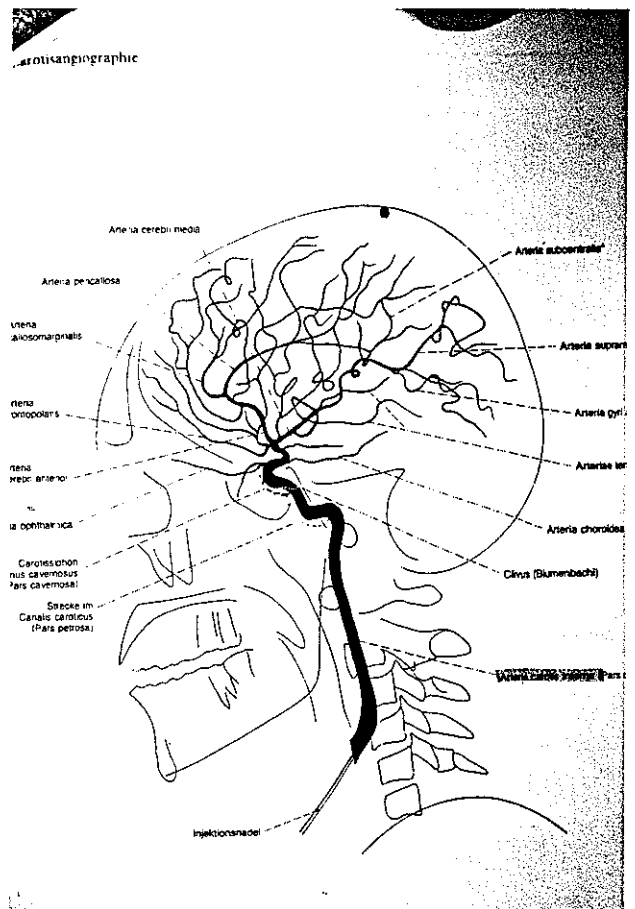
1-Frontopolar arter 2-Orbitofrontal arter, 3-Kallozomarginal arter,
4-Perikallosal arter, 5-Medial lentikülostriat arter

Orta Serebral Arter

İnternal serebral arterin geniş dalıdır. M1, M2, M3 segmentlerine ayrılarak incelenebilir. M1 (Horizontal) segmenti orta serebral arterin başlangıcından bifurkasyona kadar uzanır. Derin perforan dalları ve lentikülostriat arterleri verir. M2 (İnsular) segmenti silvian fissürden çıkana kadar devam eder. M3 (Operkular) segmenti hemisferik yüzeye uzanır. Orta serebral arterin dalları;

1-Posterior temporal arter
2-Posterior parietal arter
3-Angular arter
4-Lentikülostriat arter

b-



Posterior Sirkülasyon

Vertebral arterler: Subklavian arterlerden çıkarlar. Vertebral arterler transvers foramenler içerisinde seyrederek foramen magnumdan beyine girer. Ponsun önünde ilerler ve birleşerek basiler arteri meydana getirirler. Vertebral arterlerin intrakranial bölümünden anterior spinal arter ve posterior inferior serebellar arterler çıkarlar. Her iki vertebral arterin birleşerek oluşturduğu basiler arter şu dalları verir: anterior inferior serebellar arter, superior serebellar arter ve perforan arterler. Basiler arter tepe bölümünde ikiye ayrılır ve posterior serebral arterleri oluşturur

Posterior serebral arter:

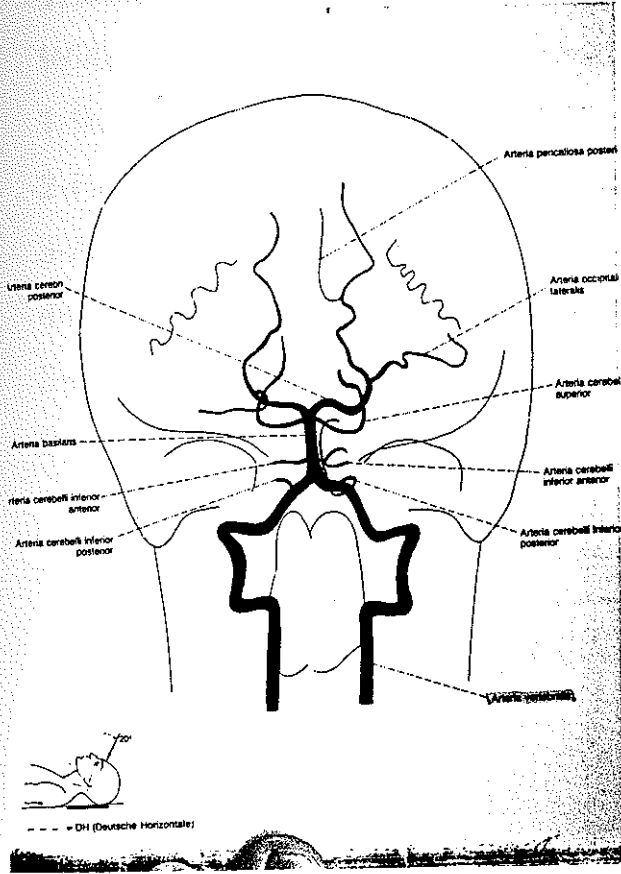
Posterior serebral arter basiler arterden köken alır. Üç segmente ayrılarak incelenebilir.

a.P1 (Prekommünikan) segment: Basiler arter bifurkasyonundan posterior komünikan arter ile birleştiği yere kadar devam eder. Posterior talamoperforan arterleri ve medial posterior koroidal arteri verir.

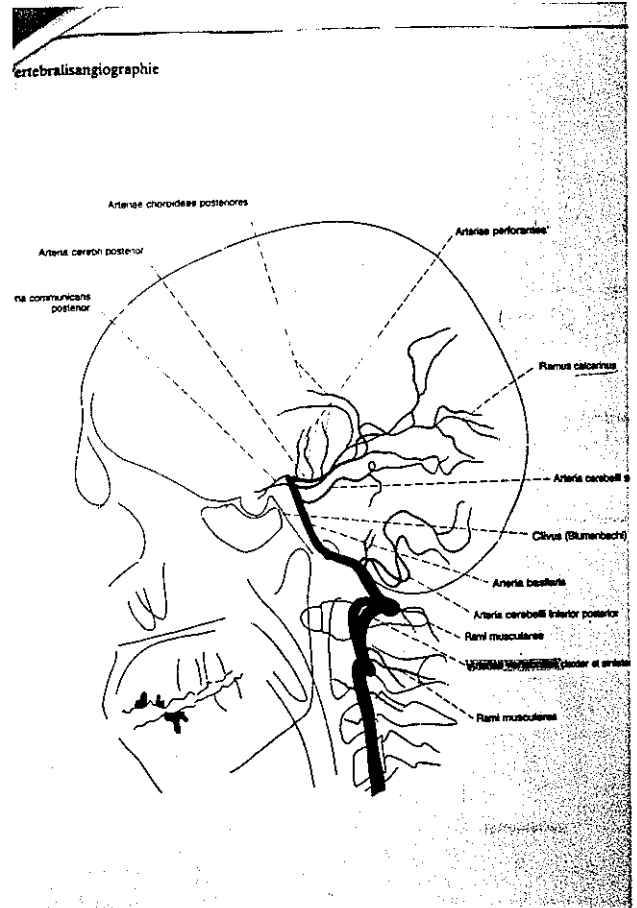
b.P2 (Ambient) segment: Lateral posterior koroidal arteri ve talamo genikulat arterleri verir.

c.P3 (Kuadrogeminal) segment: Inferior temporal arterleri, parietooksipital arteri, kalkarin arteri ve posterior perikallosal arteri verir.

Şekil 2. Vertebral arter ve dallarının görünümü (a-Towne, b-lateral projeksiyonda).



a-

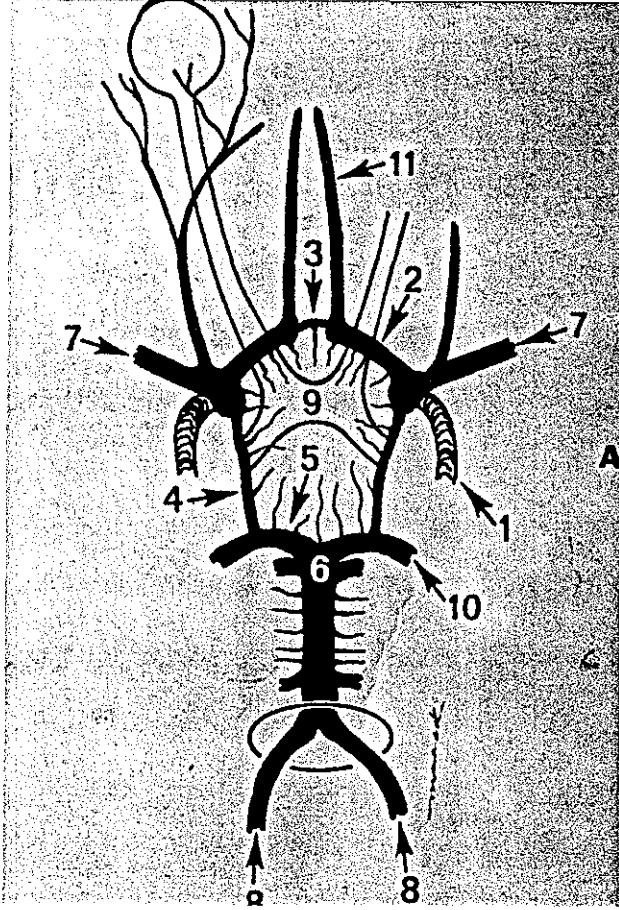


b-

WILLIS POLİGONU

Willis poligonu şu arterlerden meydana gelmiştir:

- 1-İki internal karotis arter
- 2-Her iki anterior serebral arterin horizontal (A1) bölümü
- 3-Anterior kommünikan arter
- 4-Her iki posterior kommünikan arter
- 5-Her iki posterior serebral arterin horizontal (P1) bölümü
- 6-Basiler arter



Şekil:3 Willis poligonunun şematik görünümü.

İnternal serebral arterler, anterior serebral arterler ve anterior kommünikan arter ve orta serebral arter anterior sirkülasyonu, posterior serebral arterler, basiler bifürkasyon ve posterior kommünikan arterler posterior sirkülasyon olarak adlandırılır. Willis poligonunu oluşturan arterlerin tam olarak varlığı olguların ancak %20-25'inde olasıdır. Diğerlerinde sıklıkla varyasyon veya hipoplazi ve aplazi mevcuttur (5).

İNTRAKRANİAL ANEVİZMALAR

Tarihçe: 1761 yılında bir otopsi vakasında Morgagni, intrakranial anevrizmayı ilk tanıyan kişi olmasına rağmen bu konudaki ilk yayın 1763 yılında Biuni tarafından gerçekleştirilmiştir (7). 1872 yılında Bartholew ve 1877 yılında Osler anevrizma ile subaraknoid kanama arasındaki ilişki üzerinde durmuşlardır. Egaz Monis'in 1927 yılında serebral angiografiyi tanı metodu olarak gündeme getirmesiyle intrakranial vasküler lezyonların teşhisinde yeni ufuklar açılmıştır (7).

Etyoloji ve İnsidans: Geçmişte, çoğu intrakranial "berry" anevrizmanın konjenital orijinli olduğu ve media tabakasındaki fokal defektlerden meydana çıktığı biliniyordu. Yıllar içerisinde arteriyel basıncın zayıflattığı bu bölgeden dışarı doğru balonlaşan damar duvarları anevrizmayı oluşturuyor düşüncesi hakimdi (5). Yeni çalışmalar intrakranial anevrizmaların çoğunun kongenital veya arteriyel damar duvarlarının zayıflaması dışında hemodinamiğin sebep olduğu dejeneratif vasküler hasarlardan ortaya çıktığını belirtmektedir (6). Daha az yaygın olan

intrakranial anevrizma nedenleri ise travma, enfeksiyon, tümör, bazı ilaçlar, intravenöz malformasyonlar ve fistüllerdir.

Intrakranial Anevrizmaların Etyolojisi

Yaygın nedenler

Hemodinamik nedene bağlı dejeneratif vasküler hasarlar

Aterosklerozis (tipik olarak fusiform anevrizmalara yol açar)

Vaskülopatilerle birlikte (fibromuskuler displazi)

Yüksek akımla birlikte olan durumlar (arteriovenöz malformasyonlar/ fistül)

Nadir nedenler

Travma

Enfeksiyon

İlaç

Neoplasm (primer veya metastatik)

Intrakranial anevrizmanın gerçek insidansı bilinmemektedir. Locksley 5431 vakayı kapsayan araştırmasında subaraknoid kanamanın; %51 oranında sadece intrakranial anevrizmalara, %15 oranında hipertansiyon ve arteriosklerotik vasküler hastalıklara, %6 oranında sadece arteriovenöz malformasyonlara, %6 oranında çeşitli nedenlere, %22 oranında da bilinmeyen nedenlere bağlı olarak meydana geldiğini ortaya koymuştur (7).

Subaraknoid kanama geçiren vakaların %22'sinde kanamanın orijini ve nedeni anlaşılamamaktadır. Bunların pek çoğu rüptüre olduklarında

kendilerini ortadan kaldıran ince arteriovenöz malformasyonlara ve anevrizmalara bağılı olabilmekte, angiografi veya otopsi çalışmalarında kolayca gözden kaçabilmektedir. Eğer anevrizma boynundan rüptüre olursa, oluşan koagölüm rüptür yerini doldurur, anevrizma boynunu tıkar ve angiografik olarak demonstrasyonu engellenir. Böyle vakalarda ikinci bir rüptür olmadığı takdirde kanamanın nedeni ortaya konulamaz (7).

Hipertansiyon ve ateroskleroz damar duvarını zayıflatarak subaraknoid kanamaya neden olur. Bazen tromboz ve hemorajik enfarkt da subaraknoid kanamaya neden olabilir. Ancak önemli olan nokta, hipertansiyon ve/veya ateroskleroza bağılı subaraknoid kanama teşhisinin, yeterli angiografik çalışmalar tamamlanarak bir anevrizmanın veya arteriovenöz malformasyonun elimine edilmesine kadar konulmamasıdır.

Çeşitli nedenlere bağılı meydana gelen subaraknoid kanama grubu içinde; primer veya metastatik tümörlere bağılı olarak meydana gelen subaraknoid kanama, mikotik anevrizmalara neden olan bakteriyel endokardit ve kan diskrazileri veya antikoagölün ilaçların kullanılması sonucu ortaya çıkan koagölopatiler bulunur.

İntrakranial anevrizma insidansı pek çok otopsi serisinin konusu olmuştur. Genel popölasyonda intrakranial anevrizma insidansı otopsi istatistiklerine göre % 0,2-9 arasında değişmektedir (7).

İntrakranial anevrizmalar en sık 40-60 yaşlar arasında saptanır. Buna bağılı gelişen subaraknoid kanama piki 50-55 yaşlar arasında görölmektedir. 15 yaşın altındaki subaraknoid kanamalarda, anevrizma

insidansı ise %2.5-3 arasında değişir. Pediatrik yaşta meydana gelen anevrizmalar sıklıkla posttravmatik veya mikotiktir. Erkek çocuklarda biraz daha fazla görülür. Çocuklardaki anevrizmalar erişkinde görülen anevrizmalardan daha büyüktür ve yaklaşık 17mm'nin üzerindedir(5). 40-50 yaşlar arasındaki subaraknoid kanamalı hastalarda anevrizma bulunma olasılığı arteriovenöz malformasyona göre 25 misli, diğer nedenlere görede 2 misli fazladır. İntrakranial anevrizmalar kadınlarda biraz daha fazla görülmektedir. İnternal karotid arter anevrizmaları kadınlarda, anterior kominikan arter anevrizmaları ise erkeklerde daha sıktır (7).

ANEVRİZMALARIN KLASİFİKASYONU

İntrakranial anevrizmalar

1-Sakküler anevrizmalar(%99)

a) Kongenital form

b)Kazanılmış degeneratif değişiklikler

1-Travmatik anevrizmalar

2-Mikotik anevrizmalar

3-Onkotik anevrizmalar

4-Sfilitik anevrizmalar

5-Bilinmeyen faktörler

6-İlaçlara bağlı anevrizmalar

2-Fusiform (arteriosklerotik) anevrizmalar (%1)

a)Kongenital faktörler

b) Arterioskleroz

3- Diseksiyon anevrizmaları

Sakküler anevrizmalar: Arteriyel bifurkasyon noktalarından dışarı çıkmış, yuvarlak, yumru şeklinde keselerdir. Sakküler anevrizmalar gerçek anevrizmalardır. Anevrizma kesesi genellikle intima ve adventisiya tabakalarından oluşmuştur. İnternal elastik membran ya küçülmüştür yada yok olmuştur ve media ana damarla anevrizma boynunun bağlantı yerinde sonlanır (5).

Serebral arterlerde sakküler anevrizma formasyonu çok uzun süreden beri tartışılmasına rağmen hala bir sonuç elde edilememiştir. Suzuki ve Ohara ana patolojinin medial defektlere bağlı olduğunu, kan akımı ve yüksek kan basıncının yardımcı faktörler olarak rol oynadıklarını bildirmişlerdir (7). Kan akımının medial defekte uyguladığı sabit gerilim, arter duvarında ince bir çukıntıya neden olmaktadır. Bu safhada anevrizma 3mm den daha küçüktür ve ana arterin adventisiyasına benzer şekilde fibröz dokudan ibarettir. Turbulans ve diğer hemodinamik kuvvetler lezyonun daha fazla büyümesine neden olurken, tamir edici süreçler anevrizma boynunun veya fundusun kalınlığını artırır. Büyümenin devamı ile duvar esas olarak kollagen ile kaplanır, bu arada muhtemel rüptür yerleri olarak ince sahalar gelişir. Ferguson, anevrizma formasyonuna neden olan fiziksel faktörleri araştırmış ve bifurkasyon bölgesinde aksiyel kan akım gücünün başlangıçta internal elastik tabakayı harap ettiğini ve daha sonra anevrizma formasyonuna neden olduğunu bildirmiştir (7).

İntrakranial sakküler anevrizmalara intrakranial damarların kongenital anomalileri yüksek bir insidansla eşlik eder (5). Anevrizmalar polikistik

böbrek hastalığı, aort koarktasyonu, Ehlers-Danlos sendromu, psödoksantoma elastikum, fibromuskuler displazi gibi tanımlanmış bir herediter sendrom ile birlikte olabilir (7).

Sakküler anevrizmalar adı geçen bu hastalıklarda sıklıkla multipl olarak görülürler.

Anevrizmalı olgularda multiplite oranı %15-20'dir. Bu hastaların %75'inde iki, %15'inde üç, %10'unda üç den fazla anevrizma vardır. Multipl anevrizma oranı kadınlarda çok daha fazladır ve bu oran genelde 5:1 dir. Ancak bu oran üçlü anevrizma varlığında 11:1'e kadar yükselir. Multipl anevrizmalar bilateral, simetrik veya asimetrik lokalizasyonda yer alırlar. Nadiren de birden fazla anevrizma aynı arter üzerinde olabilir (5).

Sakküler anevrizmaların %90'ının anterior sirkülasyonda, %10'unun posterior sirkülasyonda bulunduğu bildirilmektedir (8). Anterior sirkülasyonda yer alan anevrizmaların %90'dan fazlası Willis poligonu üzeri ve orta serebral arter bifurkasyonunda yerleşmişlerdir (8). Yaygın anevrizma lokalizasyonları; anterior kommunikan arter (%30-35), internal karotid arterle birlikte posterior kommunikan arter (%30-35) ve orta serebral arter bifurkasyonları (%20) şeklindedir (5).

Sakküler anevrizmaların insidansını izole arterler seviyesine indirgediğimizde, bunların sıklık sırasına göre anterior kominikan arter, posterior kominikan arter origini ve orta serebral arter bifurkasyonunda bulundukları saptanır. Posterior sirkülasyon anevrizmaları içinde basiler tepe anevrizmaları totalin %50-55'ini meydana getirir. Geri kalanları ise

vertebral arter-posterior inferior serebellar arter birleşme yerinde, vertebral arterde veya diğer posterior fossa damarlarında görülür (9).

Genel değerlendirmede sakküler anevrizmaların çok büyük bölümü internal karotid arter, basiler arter, orta serebral arter veya anterior serebral arter gibi büyük arterlerin son bifurkasyonlarında yada oftalmik arter, posterior kominikan arter, anterior koroideal arter veya posterior inferior serebellar arter gibi ana arterlerden çıkan büyük dalların originlerine yakın 1/3 proksimal kesimlerinde yer aldıkları gözlenmektedir (7).

Sakküler anevrizmalar büyüklüklerine göre, küçük bebek anevrizmalar (2mm'den küçük), küçük anevrizmalar (2-6mm), orta büyüklükteki anevrizmalar (6-15mm), büyük anevrizmalar(15-25mm) ve arasındaki dev anevrizmalar (25-60mm) olmak üzere 5 grub altında toplanırlar (7).

Mikotik anevrizmalar: Mikotik anevrizma terimi, arter duvarında gelişen bir enfeksiyonun sebep olduğu anevrizmalar için kullanılır. Endotelyal yüzeyde başlayan enflamasyon, arter duvarının tahribiyle sonuçlanır. Bu anevrizmalar enfektif embolik materyalin vaso vasorumdan adventisyaya ulaşmasıyla oluşur. Geçmişte mikotik anevrizmaların, tüm intrakranial anevrizmaların %2-5'i kadar olduğu tahmin ediliyordu. Subakut bakteriyel endokardit tedavisinin başlamasından sonra bakteriyel originli serebral anevrizmalar oldukça nadir rastlanılır hale gelmiştir. Bu tip anevrizmalar çoğunlukla çocuklarda görülür ve sıklıkla periferik lokalizasyonları ile sakküler anevrizmalardan farklılık gösterirler. Multipl periferik anevrizmaların

mevcudiyeti çok yüksek bir olasılıkla embolik origini düşündürmelidir (7).

Travmatik anevrizmalar: Bütün anevrizmaların %1'inden azdır. Penetran veya non-penetran travmaya sekonder meydana gelirler. Travmatik anevrizmalar büyük bir sıklıkla kafa kaidesi arterlerinde ve orta meningeal arterde bulunur. Periferik yerleşimliler esas olarak orta serebral ve anterior serebral arter dağılımında görülürler.

Penetran travma sonrası oluşan anevrizmalar, arter duvarını ilgilendiren fraktürler, penetran yabancı cisimler, angiografi veya cerrahi girişim sonucu gelişirler.

BT'de posttravmatik anevrizma, anevrizmaya eşlik eden hemorajik kontüzyon tarafından gizlenerek gözden kaçabilir. Daha sonra periarteriyel hematomun rekanalize olması ile anevrizma görünür hale gelebilir.

Penetran yaralar ekstrakranial arterlerde laserasyon, arteriovenöz fistül, diseksiyon ve psödoanevrizmaya neden olur. Karotid arter en sık etkilenen arterdir. Karotid arter yaralanmasının özel bir şekli intraoral travmayla oluşur. Kalem yaralanması denen bu durum en sık çocuklarda görülür. Ekstrakranial arterlerden en sık etkilenen superfisial temporal arterdir.

Non-penetran yaralanmalardan sonra oluşan intrakranial anevrizmalar genellikle kafa tabanında (internal karotid arterin supraklinoid, kavernöz veya petroz kısımlarında) veya periferik intrakranial damarlar boyunca oluşur.

Fusiform anevrizmalar: Fusiform anevrizmalar aterosklerotik anevrizmalar olarakta bilinir. Arter duvarında ateromatöz dejenerasyon sonucu bir serebral damarın fusiform dilatasyonu mevcuttur. Mediadaki hasar, arteriyel gerilmeyle ve uzamayla sonuçlanır. Fusiform anevrizmalar genellikle yaşlı hastalarda vertebrobasiler sistem içerisinde sıklıkla uzamış, tortuöz arterlerde görülür (5). Hastalar çoğunlukla 40 yaşın üzerinde ve değişik derecede hipertansif olgulardır. Kontrast uygulamanından sonra net bir şekilde ortaya çıkarlar. Kontrastsız BT kesitlerinde ektatik damarlarda ve anevrizma duvarında intraluminal ve mural trombüsler ile tübüler kalsifikasyon izlenebilir.

Fusiform anevrizmalar, komşuluğundaki beyin parankimini baskılayabilir, kranial sinir felçlerine sebep olabilir, bazen de kafatası erozyonuna sebep olabilirler. Ayrıca pituiter disfonksiyon, akuadukt stenozuna bağlı hidrosefali ve psödotümör serebriye ait semptomları meydana getirebilirler. Rüptürleri sonucu subaraknoid kanama nadirdir.

Angiografide, fusiform anevrizmalar sıklıkla tübüler, biçimsiz şekillerde görülür. Intraluminal akım genelde yavaş ve türbülant karakterdedir. Bu anevrizmaların tanımlanabilir tipik bir boynu yoktur. Beyin sapı ve kranial sinirler gibi komşu yapılarla arasındaki ilişkiyi değerlendirmede MRG yardımcıdır (5).

Anevrizmalarda klinik bulgular: Rüptüre oluncaya kadar çoğu anevrizma asemptomatiktir. Rüptüre olursa önemli oranda morbidite ve mortaliteye sahiptir. İntrakranial anevrizmanın en yaygın sonucu subaraknoid kanamadır (SAK). Kuzey Amerika'da travmatik olmayan

SAK'nın %80'i intrakranial anevrizma rüptürüne, %15'i arteriovenöz malformasyon kanamasına, geri kalan %5'i ise karotid arter diseksiyonu gibi diğer lezyonlara bağlıdır (10).

SAK'nın klinik değerlendirilmesinde en çok kullanılan metod Hunt ve Hess skalasıdır.

Status

Belirtiler ve Semptomlar

Grade 1	Asemptomatik veya çok az baş ağrısı olanlar
Grade 2	Orta şiddetli baş ağrısı, ense sertliği, okulomotor sinir felci, normal bilinç seviyesi
Grade 3	Konfüzyon,uyku hali,minör fokal nörolojik defisitler
Grade 4	Stupor veya hemiparezi
Grade 5	Koma veya deserebre postür

Diğer semptomlar: Bazı intrakranial anevrizmalar kraniyal nöropatlilere sebep olurlar. En yaygın örnek posterior kommunikan arter anevrizmasına bağlı olarak gelişen 3'üncü sinir felcidir. Internal karotid arter kavernöz anevrizmaları 3. ve 6'ıncı sinirlere baskı yapabilir. Diğer nadir olan semptomlar epilepsi nöbetleri, baş ağrısı, transient iskemik ataklar veya emboliye sekonder serebral infarktlardır. Çapı 2.5cm'den büyük olan anevrizmalar kitle etkisi nedeniyle semptomatiktirler (5).

Vazospazm, anevrizma rüptürüne bağlı ölüme yol açan ilk sebeptir. Anevrizmal subaraknoid kanamalı tüm hastaların üçte biri ölmektedir.

Yaşayanların büyük bir kısmında önemli derecede nörolojik defisitler kalmaktadır. Rüptüre olmuş anevrizmalarda tekrarlayan kanama oranı ilk gün içerisinde yüksektir. Tedavi edilmezlerse en az %50'si ilk hemorajiden sonraki 6 ay içerisinde tekrar tekrar kanayabilir. Erken teşhis, mümkün olan en erken müdahale ve antiiskemik tedavi yüksek oranda sonucu düzeltir (5).

Intrakranial anevrizmaların görüntülenmesi:

Angiografi: İntrakranial anevrizmaların kesin tanısı ve pre-operatif değerlendirilmeinde angiografi standart tetkiktir. Travmatik olmayan subaraknoid kanamalı hastalarda diagnostik serebral angiografinin rolü, anevrizma varlığını ortaya çıkarmak, bulunan anevrizmanın ana damar ve komşu penetran dallarla ilişkisini tanımlamak ve vazospazmı değerlendirmektir. Teknik olarak standart dört damar angiografi, towne ve lateral projeksiyonlar, multipl oblik ve ek olarak submentoverteks görüntülerle tüm intrakranial sirkülasyonun vizüalizasyonunu içerir.

Angiografik bulgular: Patent bir intrakranial anevrizma arter duvarından yükselmiş kontrast madde ile dolu çıkıntılar olarak görülür. En çok görülen bölgeler Willis çevresi ve orta serebral arter bifurkasyonudur. Tromboze anevrizmaların angiografik görünümleri genellikle negatiftir (5). Anevrizmalar vasküler loop'lardan ve infundibulilerden ayırt edilmelidir. İfundibuliler düzgün huni şeklinde genişlemelerdir. Fetusta damarların tamamlanmamış regresyonlarından kaynaklanırlar. En yaygın bulundukları bölge posterior kommunikan

arter originidir. Infundibuliler 2mm veya daha küçük çapta, düzgün şekillidir ve damarların distal apikal bölgelerinden çıkarlar (5).

Vasküler loop'lar, üç boyutlu damarın iki boyutlu görüntüde birbiri üzerinde gözükmesinden kaynaklanır. Tipik olarak anevrizmadan daha yoğun görünür ve multipl oblik gözlem ile ayırt edilebilir (5).

Serebral angiografi birden fazla anevrizma gösterdiği zaman hangi lezyonun rüptüre olduğunu ayırt etmek önemlidir.

Rüptüre anevrizmada görüntüleme bulguları aşağıdaki gibidir.

Patognomonik bulgu

- Kontrast ekstavazasyonu (nadir)

Yararlı bulgu

- büyüklük (genellikle daha büyük)
- şekil (irregüler,lobüle)

Yardımcı bulgu

- lokalize subaraknoid kanama
- lokalize vasospazm

Angiografi süresince kontrast ekstavazasyonu patognomoniktir, ancak çok nadirdir. Anevrizmayı çevreleyen lokal parankimal veya sisternal hematoma rüptürün belirtisidir. Daha büyük anevrizmalar daha çok rüptüre olmaya müsaittir. Lobulasyon, düzensiz şekil ve lokal vazospazm işe yarar bulgular olup, muhtemelen rüptüre işaret eder (5).

Non-travmatik anevrizmalı hastaların %15'inde kaliteli dört damar angiografiye rağmen hiç anevrizma bulunamayabilir. Bu durumda gizli bir anevrizmayı ortaya çıkarmak için angiografi bir süre sonra tekrar

edilmelidir. Angiografi tekrarı bu hastaların %10-20'sinde bir lezyonu gösterir (5).

Bilgisayarlı Tomografi:

Sakküler anevrizmanın attenüasyon karakteristikleri lezyonun kısmen veya tamamen tromboze olup olmadığına göre değişir. Tromboze olmayan patent anevrizmalar non-kontrast BT'de, iyi sınırlı izodens veya hafif hiperdens görülür. İntravenöz kontrast uygulandıktan sonra genellikle uniform ve ileri derecede enhance olurlar. Tromboze anevrizmalarda, anevrizmanın içinde sıklıkla kısmen kalsifiye olmuş, tabaka şeklinde kalınlaşmış pıhtı ile sarılı duvarı olan belirgin bir lümen vardır. Kontrast uygulandıktan sonra anevrizmanın kalan lümeni ve dış kenarı daha iyi görülebilir. BT kesitlerinde anevrizma kesesi veya duvarındaki aterosklerotik kalıntı nadiren hipodens olarak görülebilir. Tamamen tromboze olmuş anevrizmalar non-kontrast BT'de değişken olarak hiperdenstir ve genellikle kontrast madde uygulaması sonrası attenüasyon artışı göstermez.

Akut dönemdeki rüptüre olmuş anevrizmaya bağlı SAK'nın BT ile tespiti, araştırmalarda %60-100 arasında rapor edilmiştir (5). Akut subaraknoid kanama, subaraknoid sisternlerde yüksek attenüasyon şeklinde görülür. Yine bazı kanama paternleri özel anevrizma lokalizasyonlarıyla birliktedir. Anterior kommunikan arter anevrizmalarında interhemisferik fissür içerisine, orta serebral arter anevrizmalarında ise Sylvian fissür içerisine kanama çok yaygındır. İntraventriküler kan rüptüre anevrizmanın lokalizasyonuna yardımcı

olabilir. Dördüncü ventrikül içine kanama posterior fossa anevrizmalarında yaygındır. Frontal boynuz içerisindeki kan anterior kommunikan arter anevrizmaları için tipiktir.

BT'de kafa kaidesi kemiklerinde erozyon, uzun süreli anevrizmatik lezyonlarda görülebilir.

Serebral vaskülaritenin angiografiye benzer görüntüleri, ince kesitli dinamik BT incelemesinde hızlı kontrast infüzyonu kullanılarak elde edilebilir (31).

BT teknolojisindeki son gelişmeler, Spiral BT kullanımıyla intrakranial arteriyel anatominin 3 boyutlu görüntülerini göstermeye olanak sağlamıştır. Spiral BT, yüksek hızlı volumetrik data almak için kullanılan yeni bir tekniktir (16). Spiral BT'nin slip-ring teknolojik özelliği, x-ışını tüpünün devamlı ve 360 derecelik rotasyonunu, bu sürede de hastanın gantriden devamlı geçişini sağlamaktadır (11).

Spiral BT angiografi zaman ayarlı kontrast maddenin intravenöz uygulanımından sonra arteriyel anatominin vizualizasyonunu sağlar. Spiral BT'nin angiografik görüntü oluşturabilmesindeki temel özelliklerinden birisi, hızlı volüm bilgisi alabilmesi ve bu nedenle arteriel yada venöz safhada vasküler yapıyı görüntüleyebilmesidir.

BT angiografi, kontrastlı Spiral BT kesitlerinden, vasküler yapıların 3 boyutlu (3-D) görüntülerini oluşturan non-invaziv bir tekniktir. BT angiografi yapabilmek için BT cihazı, çok sayıda, ince, üst üste gelen kesiti, intravasküler kontrast enhansmanın yoğun olduğu süre boyunca alabilecek kapasitede olmalıdır. Son zamanlarda geliştirilen BT cihazları bu amaca uygundur. BT görüntüleri alındıktan sonra, vasküler

anatominin 3-D modeli ilgili software sayesinde bilgisayarda oluşturulur.

Spiral BT bilgilerinden vasküler imajlar üretmek için üç farklı değişik görüntüleme tekniği kullanılmaktadır. Bunlar Shaded Surface Display (SSD), Maximum Intensity Projection (MIP) , Multiplanar Reformatting (MPR) ve/veya Curved Planar Reformatting' (CPR) dir (15,21,38). MPR ve CPR ile 2 boyutlu görüntüler oluşturulur (39). MIP ve SSD ise 3-boyutlu görüntüler oluşturmak için kullanılan metodlardır.

BT angiografi vasküler anatomiye herhangi bir projeksiyondan görmek için serbestçe çevrilebilen detaylı 3-D angiogramları sağlar. Aksiyel (kaynak) imajlardan yapılan 3-D rekonstrüksiyonlar multipl açılardan izlenebilir. BT angiografik ilk uygulama 1984 yılında Heinz ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiş olup, karotid aterom ve trombüsün gösterilmesi ile karotid arteri üç boyutlu görüntüleyebilme olanağı sergilenmiştir. Daha sonra araştırmacılar BT angiografiyi abdominal aortada, renal arterlerde, periferik arterlerde de uygulamışlar ve bu vasküler yapıları 3-boyutlu göstermişlerdir (12-14, 28).

Bu çalışmalar, anevrizmaların ve kompleks vasküler lezyonların multipl projeksiyonunu sağlar, aynı zamanda onların komşu yapılarla ilişkilerini değerlendirir.

Özellikle acil cerrahi girişim gereken hastalar düşünüldüğünde BT angiografinin DSA'ya göre çok daha hızlı ve çok daha düşük invaziv tetkik olması oldukça önemlidir (16,36,37). Kısa görüntüleme zamanı (genellikle 30-40 sn), Magnetik Rezonans Angiografi ile karşılaştırıldığında hasta uyumunu artırmaktadır (3,34) .

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG): MR kesitlerinde anevrizma görünümü çok değişkendir ve karmaşık olabilir. Ardışık rutin spin-eko'daki sinyal, anevrizma içerisindeki pıhtı, fibrilleşme ve kalsifikasyon bulunması, akış oranı, akış yönü gibi durumlara bağlıdır. Patent anevrizmalar, kullanılan puls sekanslarına ve akış karakterine göre, rutin spin eko MR çalışmalarında hiper ve hipointens sinyaller üretir. Anevrizmada türbülant akım mevcut ise sinyal heterojen görülür. Akış kompensasyon tekniği kullanılmıyorsa pulsasyon artefaktları yaygındır. Gradient-refokus kesitleri anevrizmanın lümenini değerlendirdiği için akut tromboze anevrizmanın tanımlanmasında oldukça faydalıdır. İntravenöz kontrast, patent anevrizmayı yüksek akım hızlarında enhance etmezse duvar enhancemanı oluşturabilir. Yavaş veya hızlı akımı olan patent anevrizma MR skenlerinde izo veya hiperintens görülür ve kontrast uygulandıktan sonra değişken enhanceman gösterir. Kısmen trombozlaşmış anevrizmalar sıklıkla MR kesitlerinde karmaşık sinyal verirler. İntraluminal akım yavaş veya türbülant ise rezidüel lümen izointens olabilir, eğer kontrast enhancemanı yoksa tespit etmek oldukça zordur. Tamamen trombozlaşmış anevrizmalarda sıklıkla değişen MR bulguları mevcuttur. Subakut tromboz T1 ve T2 ağırlıklı çalışmalarda hiperintensdir. Bazen akut olarak tromboze olmuş anevrizmalar beyin parankimi ile izointens olabilir ve diğer intrakranial kitlelerden ayırmak zordur.

Manyetik Rezonans Angiografi (MRA): Manyetik Rezonans Angiografi intrakranial vasküleritenin görüntülenmesini ve doğru tanımlanmasını

sağlayabilmektedir. Ancak bazı hastalarda bulunan ferromagnetik intrakranial klips ve hareket artefaktı nedeniyle tetkik sınırlı kalmaktadır. Destek dokunun arkaya doğru baskısı ile akan kanın içerisinde hareket eden spinlerin makroskobik hareketleri serebral vaskülarizasyonun görüntülerini ortaya çıkarmada kullanılabilir. MRA için hali hazırda kullanılan iki standart teknik, faz-kontrast (PC) çalışmaları ve time-of-flight (TOF) kazanımlardır. PC, manyetik alan gradientlerinden kanın akışının sebep olduğu faz değişikliklerini tespit etmek için ardışık bipolar puls kullanarak angiografik görüntülerin projeksiyonunu sağlar. PC görüntüleme mükemmel arka plan baskıya sahiptir, bu değişken hızda kodlama yaparak akış yönü hakkında bilgi verir. TOF, angiografik görüntüler sağlamak için, tam manyetize olmuş destek doku üzerindeki spinlerin içeri akışını kullanır. TOF, 2 ve 3 boyutlu görüntüler oluşturur. 3 boyutlu TOF görüntüleri küçük ve orta boy anevrizmaların görüntülenmesinde faydalıdır. Yeni geliştirilmiş çok kesitli 3 boyutlu TOF tekniği (MOTSA), ana arteri detaylı bir şekilde değerlendirir. Anevrizmanın tepe ile boyununun boyutlarını ve oryantasyonunu ortaya koyabilir. MOTSA tekniği akış saturasyonundan az etkilenir ve damarları net bir şekilde görünür hale getirir.

MATERYAL VE METOD

Çalışma Aralık 94 - Haziran 96 tarihleri arasında yapıldı. Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Ana Bilim Dalı Angiografi Ünitesine serebral anevrizma şüphesi nedeniyle gönderilen 11 kadın, 10 erkek toplam 21 olguya DSA ile serebral angiografi tetkiki uygulandı. Ortalama yaş 55 olmak üzere olguların yaşları 35 ile 75 arasındaydı. Tüm olguların serum kreatinin seviyeleri ve BUN değerleri normaldi. Çalışma grubunda serebral angiografi uygulanamıyacak durumda unstable olgu yoktu. Olguların tümünün kontrastsız BT'leri vardı. Subaraknoid kanaması olan 14, baş ağrısı olan 3, bası etkisine bağlı semptomları olan 1, tetraventriküler hemorajisi olan 1, hemiparezisi olan 1 ve polikistik böbrek hastalığı olup serebral anevrizma taraması yapılan 1 olguya (toplam 21 olgu), 4 büyük intraserebral damar angiografisi yapıldı. Angiografi için 1024x1024 matriks (Model DFP-60A, Toshiba Corporation, Kawasaki; Japan) kullanılarak femoral kataterizasyon yoluyla DSA'leri elde edildi. Her angiografide towne ve lateral görüntüler, gerekli olduğunda da oblik ilave görüntüler elde edildi. Tüm olgular işlemi komplikasyonsuz tolere ettiler.

Serebral angiografi uygulanan tüm olgular 24 saat sonra (mevcut anevrizmanın büyüklüğüne yada sayısına bakılmaksızın) Spiral BT angiografi kapsamına alındılar. BT angiografi Toshiba Xpress ile yapıldı. Bilinci açık olgulardan BT esnasında düzenli nefes alıp vermeleri ve hareketsiz durmaları istendi. Bilinci kapalı olgularda hareketi sınırlamak için kafalar sabitlendi. Kontrast uygulaması için 21G no'lu İV katater

antekubital vene yerleştirildi. Kafa tabanının lokalizasyonu için daha sonra kafanın bir topogramı elde edildi. Gantry orbitomeatal çizgiye gönderilerek sella tursikanın tabanında bir başlangıç noktası seçildi. Non-iyonik kontrast madde, otomatik enjeksiyonla 2ml/sn'lik hızla 25 sn verildikten sonra çekime başlandı. Tüm vakalarda 230 mA, 120 kV, 2mm/rotasyon masa hızı kullanıldı. 2mm kolimasyonlu (pitch=1) BT parametreleri ile 2'şer cm'lik 3 adet spiral kesit elde edildi. Toplam 130-150 cc non-iyonik kontrast madde kullanıldı. 6 cm'lik volümetrik data'yı elde etme zamanı 57 sn idi. stste gelen aksial BT görüntüleri 0.5 mm'lik kesitlerle rekonstrükte edildi. Rekonstrüksiyon sonrası aksial görüntü sayısı 120 adetdi. Aksial BT verileriyle her olgu için Willis poligonu ve vertebrobaziler sistemin 3-boyutlu Surface Display (yüzey görüntüleme) BT angiogram modeli oluşturuldu. Görüntüleme matriksi 256x256 idi.

3-D-BTA modelini oluşturmak için 80-90 H'lik minimum yoğunluk eşiği kullanıldı. 3-D modelin değerlendirilmesini kolaylaştırmak için kafa tabanı bölümleri ve uzak yumuşak dokular bilgisayar yardımıyla silindi. Anterior ve posterior klinoid proesler, küçük sfenoid kanadın anterior kesimi, petroz parçalar ve klivusun en st kesimleri aksial imajlardan silindi. BT angiografi modelinin oluşturulması için geçen toplam süre 8-10 dakika kadardı. Oluşturulan angiografi modeli x, y, z eksenlerinin çevresinde dönen projeksiyonların serileri halinde gösterildi. BT angiografi oluşturmak için kullanılan kaynak (aksial) görüntüler ve 3-D görüntüler, 2 radyolog tarafından değerlendirildi. 3-D görüntüleri değerlendiren radyologlar hastanın DSA bulgularından habersizdi.

Anevrizmanın varlığı, boyutu ve lokalizasyonu için DSA sonuçları gold standart kabul edildi. DSA bulguları da, 3-D-BTA sonuçlarından habersiz 2 radyolog tarafından değerlendirildi. Her görüntüleme tekniğiyle tespit edilen her anevrizma için, intraserebral vasküler segmentin orijini ve anevrizmanın tam lokalizasyonu kayıt edildi. DSA'de magnifikasyon için ayarlanmış digital kalibreler kullanılarak her anevrizma en yakın gerçek değerlerde ölçüldü. Her BT angiografiyi oluşturmak için kullanılan aksial BT kesitleride, anevrizma varlığı ve ölçümlerini teyid etmek için gözden geçirildi. DSA ve 3-D-BTA'de ölçülen anevrizma boyutlarının karşılaştırılması için paired t testi kullanıldı.

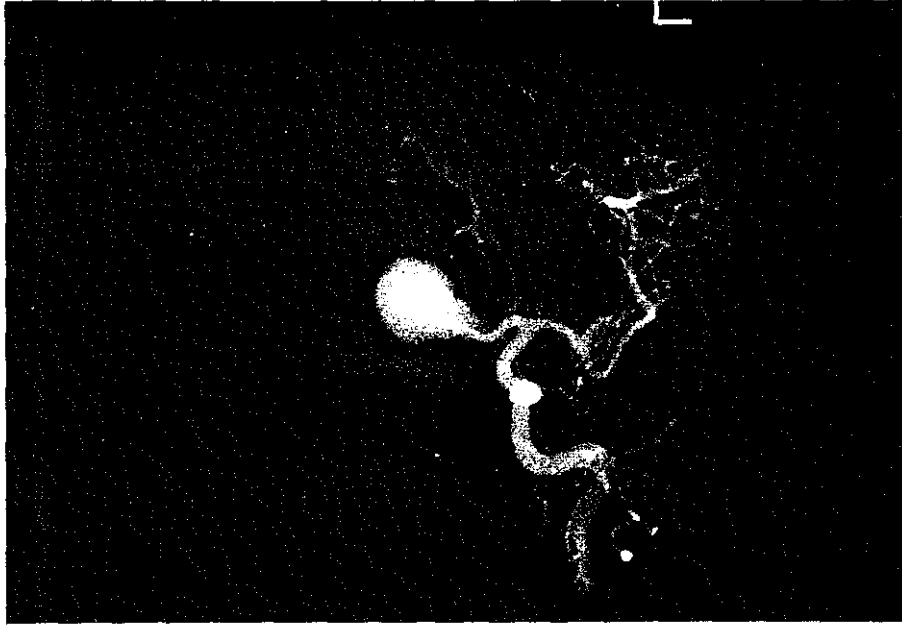
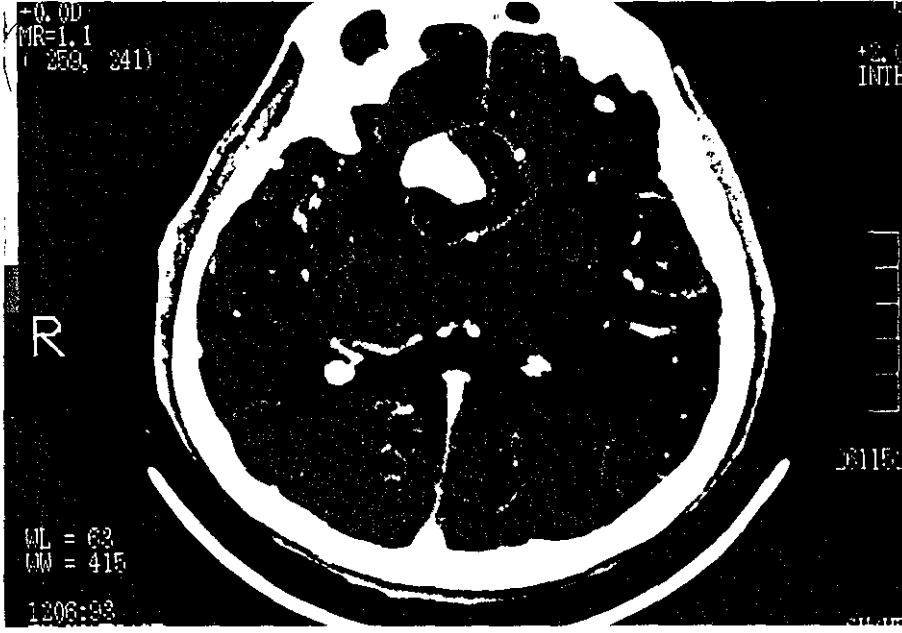
BULGULAR

Çalışma kapsamına alınan 21 olgunun 18'inde DSA ile toplam 21 anevrizma tespit edildi. 3 olguda anevrizma yoktu. 1 olguda 3 anevrizma, 1 olguda 2 anevrizma, diğer 16 olgunun herbirinde 1'er anevrizma vardı. 3 anevrizması olan olguda anevrizmaların hepsi internal karotid arterdeydi. 2 anevrizması olan olguda ise anevrizmaların ikiside aynı tarafta olup, biri internal karotid arter, diğeri posterior kommunikan arterdeydi.

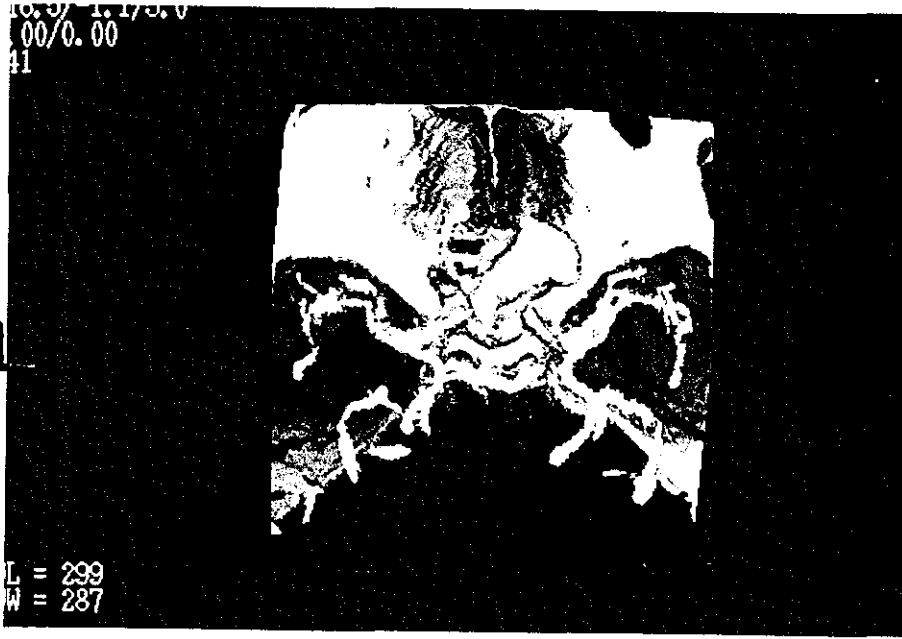
DSA'da saptanan anevrizma dağılımı şu şekildedir.

4 orta serebral arter bifurkasyo düzeyi (%19) , 2 posterior kommünikan arter (%9.5), 5 anterior kommünikan arter (%23.6), 3 basiler arter (%14.2), 7 internal karotid arter (%33.3) anevrizması.

DSA'da ölçülen en küçük anevrizma boyutu 2 mm, en büyük anevrizma boyutu 37 mm idi (ortalama boyut 8.71 mm). 21 anevrizmadan 19'unun boyutu 3 mm veya daha üstündeydi. Toplam iki dev anevrizma (1 ACoA ve 1 basiler) mevcuttu. Multiplite oranı %11 olarak saptandı. Anevrizmaların 19'u sakküler, 2 tanesi fusiform tipteydi. 15 sakküler anevrizma lobuleydi. Anterior kommunikan arterdeki dev anevrizma trombozeydi. Bu anevrizmanın aksial BT görüntülerde toplam boyutu yaklaşık 45 mm olup, 25 mm'lik gerçek lümeni ve çevresinde 20 mm'lik tromboze lümeni vardı. Bu vakaya kitle bulgularından dolayı kontrastsız ve kontrastlı kranial BT tetkiki yapılmış ve tromboze anevrizma olduğu tespit edilmişti. Daha sonra DSA ile serebral angiografi uygulandı. Resim 1:a,b



Resim 1: 65 yaşında, erkek, kitle bulguları nedeniyle kontrastsız ve kontrastlı kranial BT yapılan olguda gerçek boyutu 45 mm olan tromboze dev ACoA anevrizmasının, a)-standart kranial kontrastlı BT b)-DSA ve c)-3-D-BTA'de görünümü.

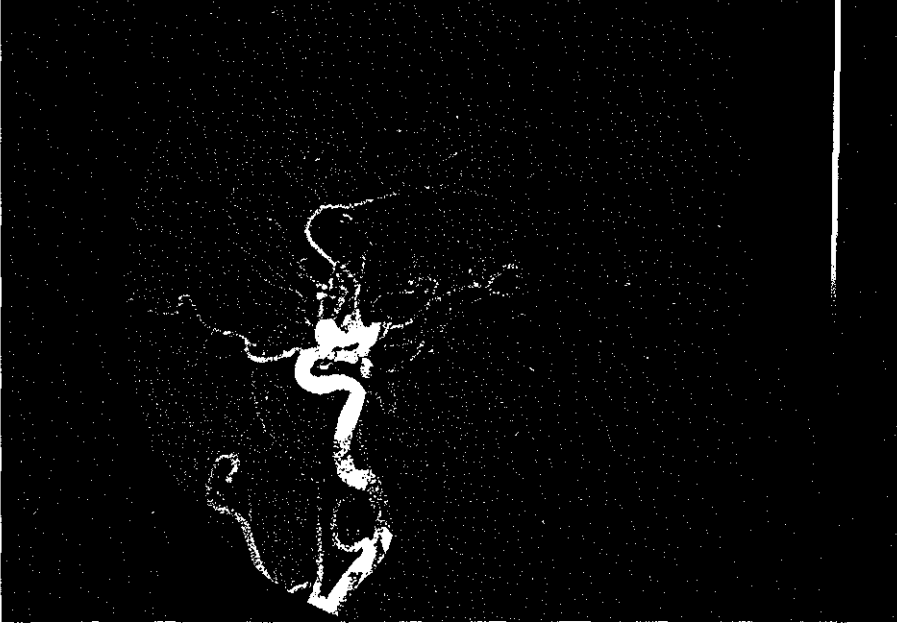


Resim 1-c

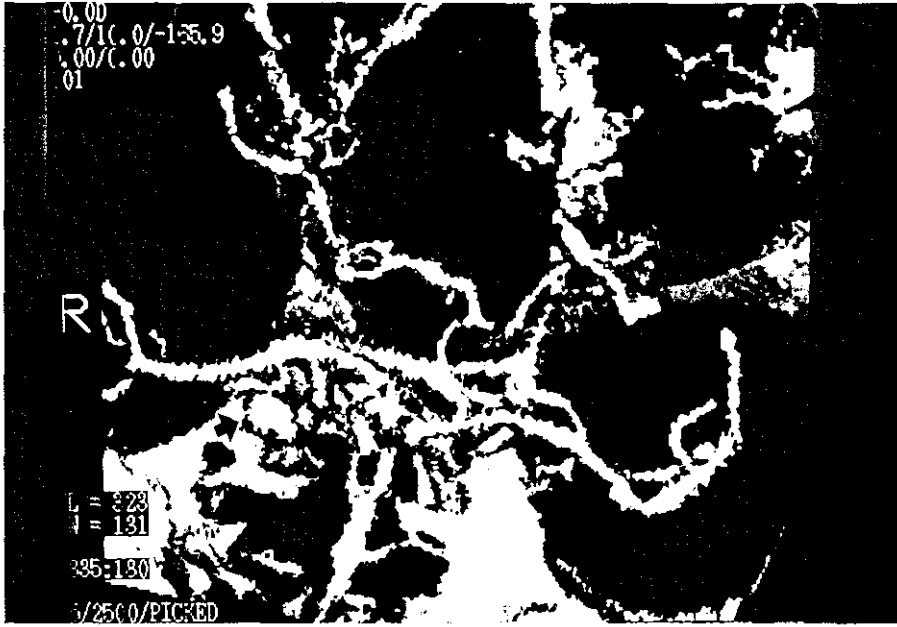
3-D-BTA'de, bütün olgularda Willis poligonu ve onun major dalları, hareket artefaktı olmaksızın görüntülendi. Bulantı-kusma veya diğer önemli komplikasyonlar olmadı. Görüntüleme volümü (longitudinal 6 cm) anevrizmaları görüntülemek için yeterince geniştir.

21 anevrizmanın 19'u (%90.4) 3-D-BTA ile belirlendi. 3 mm veya daha büyük olanların 18'i ve bir tane 2mm'lik anevrizma 3-D-BTA ile tespit edildi. 3mm ve 2mm boyutlu 2 anevrizma 3 boyutlu imajlarda izlenemedi. Bu anevrizmalardan 3mm boyutlu olanı sağ posterior komminikan arter anevrizmasıydı. Kafa tabanına yakın yerleşimli olduğu için çevre kemik yapılardan net sınırlarla ayırt edilemedi. Ayrıca bu olguda aynı tarafta 8 mm boyutlu internal karotis arter anevrizması mevcuttu. Bu anevrizma 3-D-BTA'de tespit edildi.(Resim 2 a, b)

a-

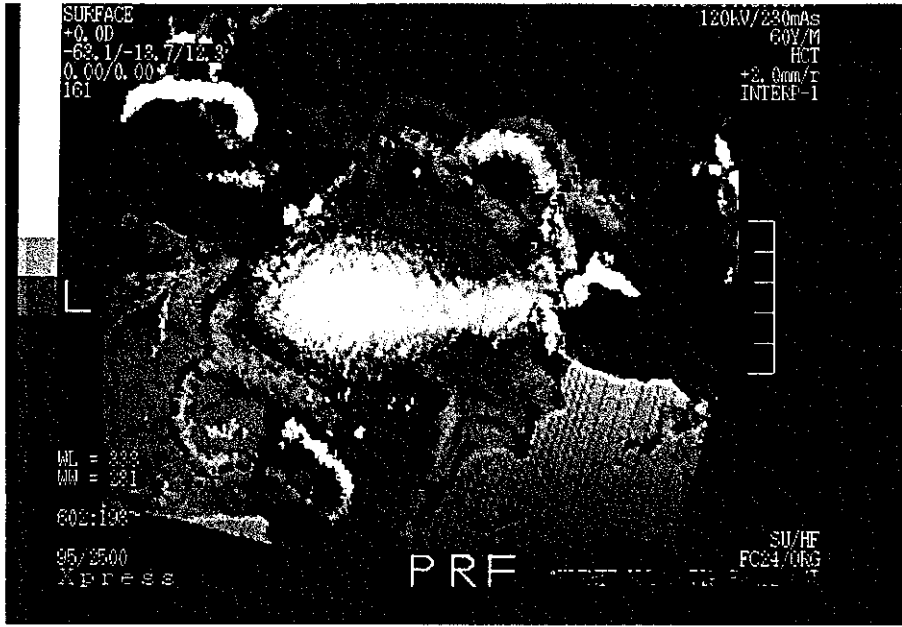


b-



Resim 2: 40 yaşında, erkek, SAK sebebi araştırılan olguda, a)DSA'de sağ PCoA ve İCA anevrizmasının görünümü b) 3-D-BTA'de 8mm çaplı sağ İCA anevrizmasının görünümü. (PCoA anevrizması izlenemiyor)

Saptanamayan diğ er anevrizma 2mm boyutlu orta serebral arter anevrizması olup, anevrizma 3-D-BTA'de arteriyel b k nt  olarak yorumlanmıştır. Bu iki anevrizma cerrahi olarak saptandı ve klipe edildi. DSA'de anevrizma tespit edilmeyen olgularda (n=3), 3-D-BTA'de de anevrizma saptanmadı. DSA ile saptanamayan (3 olgu dışında) fakat 3-D-BTA'de saptanan anevrizma olmadı.



Resim 3: 60 yaşında, erkek, kitle bulguları sonucu standart kranial BT tetkiki yapılan olguda saptanan 37x28 mm boyutlu dev fusiform basiler arter anevrizmasının 3-D-BTA'de g r n m .

Olgu	Lokalizasyon	Boyut (mm)	Biçim	3-D-BTA ile görüntüleme
1	PcoA	3	Lobule	Evet
2	ACoA	10	Lobule	Evet
3	ACoA	3	Lobule	Evet
4	MCA	20	Lobule	Evet
5	ICA	5	Yuvarlak	Evet
6	ICA	3	Lobule	Evet
	ICA	3	Yuvarlak	Evet
	ICA	2	Yuvarlak	Evet
7	ACoA	3	Lobule	Evet
8	ICA	10	Lobule	Evet
9	ICA	7	Lobule	Evet
10	Basiler	16x9	Fusiform	Evet
11	ICA	8	Lobule	Evet
	PCoA	3	Lobule	Hayır
12	ACoA	25x15	Yuvarlak	Evet
13	MCA	3	Lobule	Evet
14	MCA	4	Lobule	Evet
15	MCA	2	Lobule	Hayır
16	Bas.tepe	12	Lobule	Evet
17	ACoA	4	Lobule	Evet
18	Bas	37x28	Fusiform	Evet

Tablo 1, DSA'de anevrizmaların lokalizasyonu, şekli, boyutu , 3-D-BTA ile tespit edilen ve edilemeyenler.

Abreviyasyonlar: ACoA: Anterior kominikan arter, PCoA:Posterior kominikan arter, MCA: Orta serebral arter, Bas: Basiler arter, ICA: İnternal karotid arter

Venöz yapılarda 3-D-BT angiografik görüntülerde demostre edildiler ancak herhangi bir anevrizmanın vizualizasyonuna engel olmadılar. DSA'de izlenemeyen trombüs (anterior kommünikan arterdeki dev anevrizmada) 3-D-BTA'yi oluşturmak için kullanılan aksiyel kesitlerde net olarak gözlendi.(Resim1-a)

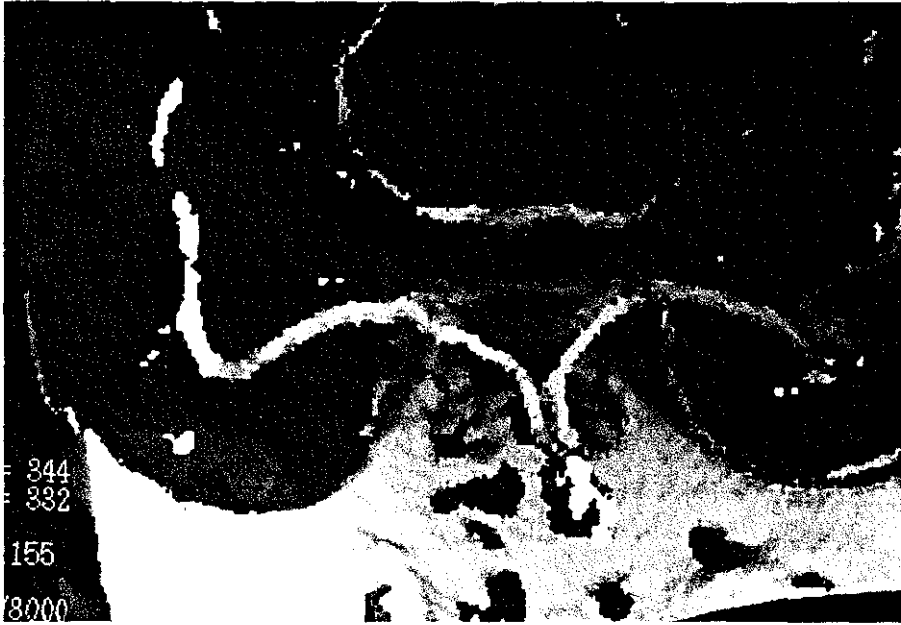
DSA'de 2 hastada sol orta serebral ve anterior serebral arter sağ karotid sistemden dolmaktaydı. Sol internal karotid arter ekstakranial bölümde oklüzeydi. Bu bulgu 3-D-BTA'de sol internal karotid arterde enhansman izlenmemesi şeklinde görüldü.

Sadece 3-D-BTA ile değerlendirmede, sensitivite %90.4, spesifite %100, pozitif prediktif değer %100, negatif prediktif değer ise %60 olarak belirlendi. Ancak 3-D-BTA görüntüleri, aksiyel kaynak görüntülerle birlikte değerlendirilince 21 anevrizmanın tümü tespit edildi. Bu durumda sensitivite, spesifite, pozitif prediktif değer ve negatif prediktif değer %100 'dü.

21 anevrizmadan 15'i BTA ve DSA 'de aynı boyutlarda ölçüldü. 4 anevrizmada BTA ölçümü DSA'dan, 1 anevrizmada ise DSA ölçümü BTA ölçümünden 1 mm büyük olmak üzere farklılık gösteriyordu. 1 anevrizma BTA'de DSA ölçümünden 2 mm büyüktü. Bu ölçümlere göre iki yöntem arasında oldukça anlamlı bir korelasyon mevcuttur. İki yöntem arasındaki boyut farklılıkları "bağımlı örneklerde iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testine" göre ($p=0.096$) anlamsız bulunmuştur.

DSA'da saptanan 18 anevrizmanın lokalizasyonu cerrahi olarak desteklendi ve 18 anevrizmanın hepsi (r  pt  re olanlar ve olmayanlar dahil) cerrahlar tarafından klipe edildi. 2 fusiform anevrizma opere edilmeyip klinik takibe alındı. (Resim 3 ve 5 a,b)

Bir hastada ameliyatı kabul etmeyip hastaneden ayrıldı. Multipl anevrizmalı hastada r  pt  re anevrizma cerrahi bulgularına g  re anevrizmaların en b  y  ğ  yd  . Anevrizma boyutlarının direk   l  m   intraoperatif olarak elde edilemedi ancak BTA ve DSA bulgularıyla uyuşuyordu. Opere edilen vakalara klip kontrol   i  in 7-10 g  n sonra serebral angiografi uygulandı. Klipe edilememiş anevrizma saptanmadı.

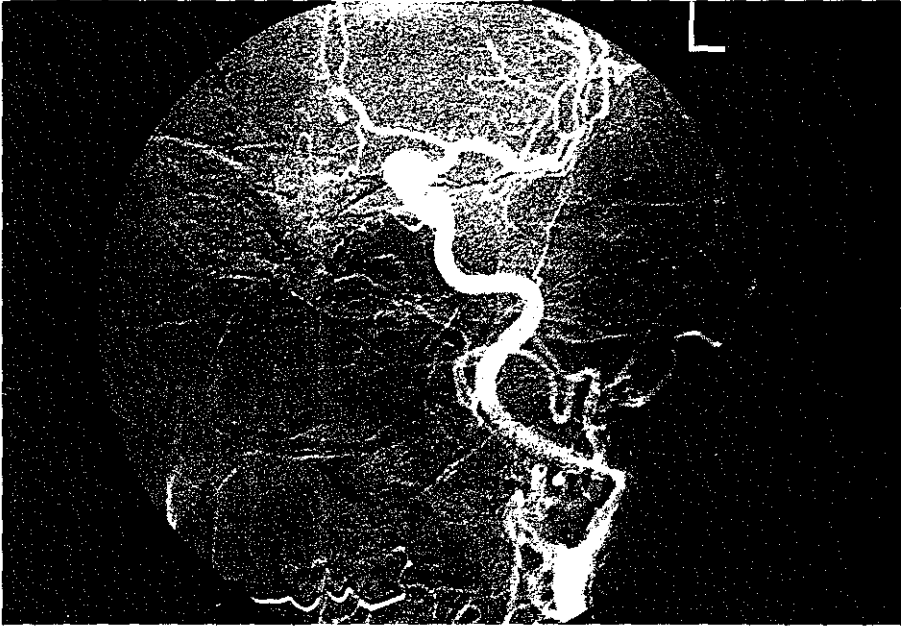


Resim 4: 75 yaşımda erkek, SAK bulguları sonucu tetkik edilen olguda 3-D-BTA'de sol orta serebral arter bifurkasyoda 4 mm   aplı anevrizmanın g  r  n  m  .

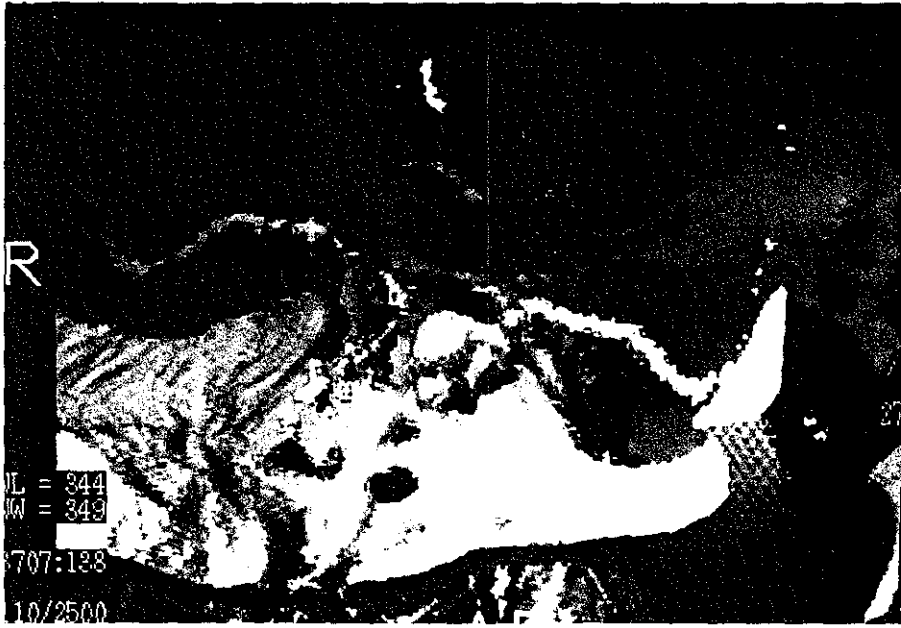


Resim 5: Başağrısı etyolojisi araştırılan 60 yaşında erkek olgunun kranial BT'sinde saptanan basiler arter fusiform anevrizmasının a)-DSA, b) 3-D-BTA'de görünümü.

a-

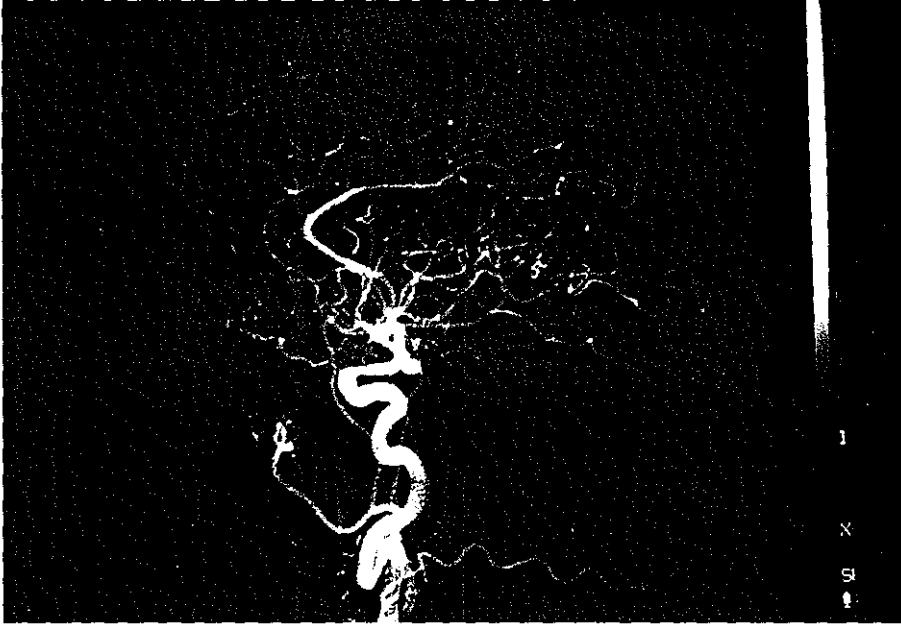


b-



Resim 6: SAK etyolojisi araştırılan 56 yaşında kadın olguda, sol İCA supraklinoid segmentte tespit edilen 8 mm çaplı anevrizmanın; a) DSA, b) 3-D-BT angiografik görüntüleri.

a-



b-



Resim 7: SAK etyolojisi araştırılan 65 yaşında kadın olgunun, 3 mm çaplı, lobüle konturlu sol PCoA anevrizmasının; a) DSA, b) 3-D-BTA'de görünümü.

TARTIŞMA

Intrakranial anevrizmalar subaraknoid kanamanın en sık görülen nedenidir. Ayrıca intrakranial anevrizmalar tedavi edilebilir epileptik olguların önemli bir kısmını oluştururlar (5).

Otopsi çalışmalarında anevrizma inidansı %5 dir (22). ABD'de SAK sıklığı 11/100000 kişi kadardır. Kuzey Amerika'da her yıl yaklaşık 28000 kişi anevrizma rüptürü sonucu SAK geçirmektedir. Anevrizma cerrahisi zamanlaması hakkındaki uluslararası çalışmalara göre Nöroşirurji merkezlerine başvuran hastaların (SAK'nın 3.gününe kadar) sadece %58'i tam olarak iyileşmekte, %26'sı ölmektedir (22).

Anevrizma ve SAK tedavisindeki son gelişmelere rağmen, kanamadan sonraki ilk ay içerisinde mortalite oranı oldukça yüksek olup, %50-60'lar düzeyindedir. Bu yüksek mortalite oranının nedenlerinden biri, anevrizmaya bağlı SAK'ı olan hastaların yarısının aşırı beyin hasarı nedeni ile opere edilememesidir. Kanamamış anevrizmalar cerrahi olarak tedavi edildiğinde mortalite oranı %1-3 arasındadır. Mortalite oranını düşürmenin yolu, anevrizmalar rüptüre olmadan önce tanı koymaktır.

Intrakranial anevrizmaların tanısında konvansiyonel angiografi, BT ve DSA yaygın kullanılan yöntemlerdir. Angiografi intrakranial anevrizmaların değerlendirilmesinde gold standart olma özelliğini korumaktadır. DSA günümüzde uygulama kolaylığı, bilgi depolaması ve "post processing" işlemlere olanak tanınması gibi üstünlükleri nedeni ile birçok merkezde konvansiyonel angiografinin yerini almıştır. Bununla

birlikte DSA çeşitli sınırlamaları ve komplikasyonları olan invaziv bir tekniktir (25).

Akut subaraknoid kanama beklenen serebral anevrizmalı hastalarda cerrahi tedavi bazen zamana bağımlı olabilir (37). Çoğu vakada erken girişim tercih edilebilir. Subaraknoid kanama kliniği mevcut ise ilk başvurulacak görüntüleme yöntemi BT'dir. BT'de subaraknoid kanama saptanırsa ve anevrizma düşünülüyorsa, 3-D-BTA, kontrastsız BT'den hemen sonra yapılabilecek hızlı bir diagnostik tetkiktir (4,16,37). Ayrıca BTA, intrakranial vasküleritenin görüntülenmesinde, non-invaziv bir tarama yöntemi olarak kullanılabilir (4,16). Seçilmiş olgularda BTA, preoperatif serebral angiografi ihtiyacının eliminasyonunu sağlar ve cerrahi planlama için yeterli bilgileri verebilir (30,41).

Araştırmalar multipl anevrizmaların %15-20 oranında görülebileceğini belirtmektedir (5). Biz çalışmamızda 2 vakada (%11) multipl anevrizma tespit ettik. Bu bulgu literatürde belirtilen oranla uyumludur. Ayrıca araştırmacılar multipl anevrizmaların aynı arterde lokalizasyonunu nadir olarak belirtmelerine rağmen, bizim çalışmamızda multipl anevrizması olan 1 olguda (%5.5), anevrizmalar aynı arterde (internal karotid arter) lokalizeydi (5).

DSA'de tespit edilemeyen anevrizmaların 3-D-BTA'de tespit edildiği belirtiliyorsa da, bizim böyle bir olgumuz olmadı (1).

Literatürde bir kısım araştırmacılar 3-D-BTA ile 3mm ve daha büyük anevrizmaları tespit edilebildiklerini, daha küçük anevrizmaların görüntülenemediğini belirtmektedirler (1,2,3,4,17,19,22,23,29,30). Ancak Eisen Y. Lang ve arkadaşları çalışmalarında 3mm'den küçük 3

anevrizmayı 3-D-BTA ile tespit edebildiklerini belirtmişlerdir (20). Ayrıca anevrizmanın tespitinde ve tromboz varlığını değerlendirmede aksial kaynak görüntülerden yararlandıklarını belirtmektedirler (20). Bizde çalışmamızda 3-D-BTA ile 3mm'den küçük 1 anevrizmayı, ayrıca aksial BT görüntülerle birlikte değerlendirerek bir tanesi 3mm diğeri 2mm olan 2 anevrizmayı tespit ettik. Bu bulgu önemli bir diagnostik kriterdir. Çünkü rüptür riski anevrizma boyutu ile artar. 191 anevrizmalık bir otopsi çalışmasında, anevrizmaların yarısından çoğu 5 mm veya daha küçük olduğu halde, anevrizmal rüptürlerde bunların oranı sadece %3 olarak hesaplanmıştır (3). Bir diğer otopsi çalışması anevrizmal rüptürler için kritik boyutu 4 mm olarak göstermiştir. Wichers ve arkadaşları ortalama 8.3 yıl 161 rüptüre olmamış anevrizmalı 130 hastayı takip etmişler ve sonuç olarak bu periyotta sadece 1 cm'den daha büyük anevrizmaların rüptüre olduğunu belirtmişlerdir (3). Yine de yaygın kanı küçük anevrizmaların doğal gelişimde büyüdükleri ve sonunda rüptüre olduklarıdır. Sonuç olarak küçük anevrizmalar önemli bir risk yaratmadan önce onları belirlemek ve tedavi etmek için non-invaziv tekniklerin rezolüsyonunu arttırmak gereklidir (3).

Nicholas W.C. Dorsch ve arkadaşları çalışmalarında BTA'nin şu vakalarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir (1).

1-Konvansiyonel BT kesitlerinde anevrizma şüphesi

2-Cerrahi planlanmayan hastada anevrizmanın takibi

3-Rüptüre anevrizmanın tespiti. Angiografide tespit edilememiş küçük anevrizma veya angiografide şüpheli anevrizma bulguları olan vakalarda 3D-BT angiografi yararlıdır.

4-Anevrizma saptanan kişilerin yakınlarının araştırılması

5-Klipe edilmiş anevrizma kalıntılarının takibi

Dorsch ve arkadaşları tedavi edilmiş anevrizmaların klinik takibinde metalik anevrizma kliplerinin artefakt problemlerine yol açmayacağını rapor etmişlerdir (1). Ancak biz klipe edilmiş anevrizmalı hastaların kontrol aksial BT'lerinde kliplerin yoğun artefakt oluşturduğunu gözlediğimizden, anevrizma kalıntılarının takibinde BTA uygulamadık ve bu vakalarda kullanılmasını önermemekteyiz.

Schwartz ve arkadaşları serilerinde 3 mm'den küçük anevrizmaların BTA ve MRA ile tespit edemediklerini belirtmişlerdir (3). Lang ve arkadaşları ise 3mm'den küçük anevrizmalarıda tespit edebildiklerini belirtmişler ve bu sensitivite artışını kullanılan tekniklerdeki farklılıklara bağlamışlardır (20). Schwartz ve arkadaşları sadece 75 ml Omnipaque 240'ı (18gr İyot), Eisen Y. Lang ve arkadaşları ise 135ml Omnipaque 300'ü (40.5gr İyot) kontrast madde olarak kullanmışlardır. Bizde tekniğimizde 100 ml'sinde 37gr İyot bulunduran 130-150 ml non-iyonik kontrast madde (toplam 49-56gr İyot) kullanarak arteriyel enhansmanı kuvvetlendirdik. Bu enhansman artışı çalışmamızda küçük anevrizmaların tespitindeki artmış sensitiviteyi açıklayabilir.

Araştırmacılar Spiral BT'de vasküler rezolüsyonunun kalitesini, görüntüleme esnasında intravasküler kontrastın yüksek konsantrasyonda olmasına ve kesit kalınlığının inceltirilerek parsiyel volüm artefaktlarının azaltılmasına bağlamışlardır (11,14,27,32).

Ekspojur faktörleride, görüntü kalitesini ve dolayısıyla küçük anevrizmaların tespitinde sensitiviteyi etkileyebilir (20).

Schwartz ve arkadaşları 6.4 cm'lik longitudinal volümü 32 saniyede elde etmek için, 165mA, 2mm kolimasyon ve 2 mm/sn masa hızı olan BT parametreleri kullanmışlar, 2 mm'lik kesitleri, 1 mm'lik intervallerle rekonstrükte etmişlerdir (3). Lang ve arkadaşları ise 9.5 cm'lik volüm için, yüksek amperaj (250-280 mA) ve 1 mm'lik kolimasyon kullanmışlardır (20).

Biz tekniğimizde 230 mA, 120 kV, 2 mm kolimasyon ve 2 mm/sn masa hızı kullandık. Daha sonra 2mm'lik aksial kesitler 0.5 mm'lik kesit kalınlığında rekonstrükte edildi. Çalışmamızda 6 cm'lik beyin kesiti görüntülendi. Basiler arterin tümü ve vertebral sistemin distali BTA'ye dahil edildi. Görüntülenen bu 6 cm'lik alan intravasküler bölgelerin çoğunu kapsamaktadır. Ancak küçük distal anevrizmalar bu teknikle kaçırılabilir. Örneğin PICA anevrizması, bu teknikte, vertebrobasiler bileşkeye özel bir dikkat harcanmazsa görülmeyebilir. Sadece Willis poligonu anevrizması şüphesi varsa, bizim tekniğimize göre 2'şer cm'lik 2 spiral kesit yeterli olmaktadır.

DSA'da olduğu gibi BTA'de de sadece kontrast dolu damar lümeni ve anevrizma görüntülenir. Anevrizmanın tromboze parçası ve kalsifikasyonlar rekonstrükte 3-D imajlarda görülmez. Tromboze kısım görülemediği için anevrizmanın boyutları küçük ölçülebilir (20). Anevrizmanın tromboze parçasının tespitinde aksial kaynak imajların değerlendirilmesi daha önemlidir (3,20). Özellikle dev anevrizmaların değerlendirilmesinde, anevrizma etrafındaki arterleri ve komşu kemik yapılar arasındaki ilişkileri 3-D-BTA çok iyi gösterir, bu da büyük

anevrizmaların preoperatif değerlendirilmesinde özellikle faydalıdır (3,22).

Biz alışmamızda 3-D görüntüleri oluşturmak için, yüzey görüntüleme (SD) metodunu kullandık. Yüzey bilgisi sadece 3 boyutlu yüzey görüntülemede (SD) mevcut olup, bu metod görüntüleri çevirmek için MIP imajlarından daha hızlıdır. Yani anevrizmaları bulmak ve değerlendirmek için gerekli zamanı azaltmaktadır (20). Ayrıca SD'nin avantajı, anevrizmanın longitudinal uzanımının ve boynunun görüntülenmesinde değerlidir (33). MIP yönteminin ise anevrizmanın boynu ve duvarındaki kalsifikasyonları gösterme avantajı vardır (21,33).

Çalışmamızda Spiral BT oluşturmak için geçen süre 57 sn'dir. Anevrizmalar bu kısa süre içinde hareket artefaktı olmaksızın görüntülenebilir. Bu zellik MRA 'deki bazı sınırlamalara karşı oldukça önemlidir. Uzun süre hareketsiz duramayanlar, anksiete içinde bulunanlar, ferromanyetik klip ve implante cihaz taşıyanlar, klostrofobi olanlar MRA kapsamına alınamazlar (1,3,17,22,34). Bazı anevrizmalar da türbülan veya yavaş akım nedeniyle MRA ile iyi gösterilemezler.

3-D-BTA, büyük anevrizmalar kadar 3mm ve daha kk anevrizmaları akımın türbülan veya yavaş olup olmadığına bakmaksızın gösterebilir, yani akıma bağlı artefakt oluşmaz (19). Bu zellik sayesinde 3-D-BTA, büyük anevrizmaların görüntülenmesinde MRA'den daha iyi görüntü sağlar. Ancak özellikle kemik yapıları yakın kk anevrizmalar (rneğin oftalmik arterden kaynaklananlar gibi) 3-D-BTA ile tespit edilemeyebilir (3,4,22).

İnternal karotis arterlerin 3-D-BTA ile değeriendirilmesi kemik ve diğeri dansitelerin komşuluğundan dolayı kafa kaidesi düzeyinde tatmin edici değildir (3). İnternal karotis arterin intrakavernöz kısmının da 3-D-BTA ile görüntülenmesi kavernöz sinüsün kontrast enhansmanı nedeniyle tam olmayabilir (4,16,40). Deneyimlerimize göre posterior komminikan arter ve intrakavernöz anevrizma gibi kafa tabanına yakın anevrizmaların BTA ile güvenli şekilde değeriendirilebilmeleri zordur. 90-100 HÜ'lik eşikli rekonstrüksiyon algoritmi kullanıldığı için kemik, vasküler yapılar, kalsifikasyonlar ve fizyolojik enhansman 3-D modelde benzer yüzeyler olarak belirirler. İnttrakavernöz karotid arter anevrizması, kavernöz sinüsteki opaklaşmış kan ile gizlenebilir. Benzer şekilde posterior komminikan arter anevrizması, kafa tabanı ve kavernöz sinüsle karışabilir. 3-D modelde orta serebral arter bifurkasyosundaki küçük anevrizmalar, dallanma nedeniyle gözden kaçabilir. Tespit edilemeyen anevrizmaların bir nedeni de damar büküntüleri ile olan karışmalardır (4).

Yeni oluşan pıhtıyla birlikte anevrizmanın ayırt edilebilirliğide 3-D-BTA'nın limitasyonu içerisinde dir. Yüksek dansitesi nedeniyle pıhtıyı, kontrast madde içeren anevrizma veya vasküler malformasyondan ayırmak güç olabilir (3,19). Bu nedenle büyük intraparaknimal hematom veya kalın subaraknoid pıhtısı olanları çalışma grubumuz içerisine almadık.

Spiral BTA, kontrastla zenginleştirilmiş BT tetkiklerinin genel riskleriyle beraberdir. Standart kranial BT'de kullanılan doza göre daha düşük dozlarla Willis poligonunun mükemmel görüntülenmesine rağmen,

kontrast madde ihtiyacı, zayıf renal fonksiyonlu hastaların değerlendirilmesinde problem yaratabilir. Ayrıca iyodlu kontrast maddeye karşı ciddi anafilaktik risk her zaman vardır. Diğer önemli bir konuda alınan radyasyon dozudur. Fakat her saniye için rölatif olarak daha düşük miliamperaj, Spiral BT'de standart BT'ye göre daha düşük radyasyona maruz kalınmasını sağlar (3). Schwartz ve arkadaşları, 5 mm kesit kalınlıklı çalışmada, kesit başına cilt yüzeyine rutin kranial BT'de 4.6 cGry, Spiral BT'de 4.2 cGry doz düştüğünü belirtmişlerdir. Lens, kemik iliği ve derin yapılar için dozların her iki teknikde eşit olduğu belirtilmiştir (3). Ogawa ve arkadaşları ise 3-D-BTA metodunda cilt yüzeyine düşen radyasyon dozunu 2.4-18.5 cGry olarak belirtmektedirler (22).

Çalışmalara göre 3-D-BTA'nin major avantajı büyük ve dev anevrizmaların preoperatif değerlendirilmesidir (2,3,22,). Böylesi olgularda DSA ile anevrizma boynunu veya bitişik arterlerle ilişkisini göstermek sıklıkla zordur. Tromboze anevrizmalarda, aktif olarak dolan ve tromboze olan kısımların daha detaylı incelenebilmesi, anevrizmanın çevre yapılar ve arteriyel dallarla ilişkisinin daha detaylı gösterilmesi 3-D-BTA'nin DSA ve MRA'ye olan üstünlüğüdür(2,34).

3-D-BTA'nin DSA'ye avantajları, daha kısa tetkik zamanı, selektif arteriyel kataterizasyonun risklerinin önlenmesi, anatomik algılamının doğru değerlendirilmesi ve herhangi bir damarın en iyi görüntüsünü elde etmek için herhangi bir düzlemde rekonstrükte görüntülerin 360 derece çevrilebilme yeteneğidir. BTA, standart BT'de tespit edilen SAK'dan hemen sonra yapılabilir. Konfuze, irritabl ve ankopere hastalar

kısa etkili (birkaç dakikalık) sedasyonla BTA kapsamına alınıp, sorunsuz sonuçlandırılabilir. BTA'nın 3-boyutlu özelliği ve kaynak imajlarda anevrizmanın tromboze parçasını demonstre edebilme yeteneği cerrahi planlama için faydalı bilgiler sağlar (1,2,26,36). Literatürde acil durumlarda serebral angiografi yapmadan anevrizmanın tespiti ve operasyonunun planlanması için sadece 3-D-BTA'nın yeterli olduğu belirtilmektedir (37).

BTA'nın dezavantajları damarların iyi görüntülenmesi için fazla miktarda kontrast madde gereksinimi, kontrast maddenin kullanım zamanının iyi seçilememesi, 3-D-BTA imajların kalitesinin tecrübe ve beceriye bağımlı olması ve 3-D rekonstrüksiyon işlemi için geçen zamanı içerir.

Sonuç olarak 3-D-BTA, anevrizmaların karakterizasyonunda ve cerrahi tedavinin planlanmasında DSA'ye eşdeğer olabilecek, ümit verici bir görüntüleme tekniğidir (4).

SONUÇLAR

Anevrizmaların tanısında DSA gold standart olma özelliğini korumaktadır. 3mm'den büyük anevrizmaların tanısında 3-D-BTA, DSA kadar başarılıdır. BTA 3mm'den küçük anevrizmalarda ise kaynak görüntülerle birlikte değerlendirilirse DSA'ya eşdeğerdir. Tromboze anevrizmaların saptanmasında DSA'den daha üstün bir görüntüleme yöntemidir. BTA non-invaziv ve kısa sürede yapılabilecek bir yöntem olup, anevrizmaların tespitinde kontrastsız kranial BT'den hemen sonra yapılabilecek bir görüntüleme tekniğidir. 3-D-BTA anevrizmalarda tarama testi olarak kullanılabileceği gibi, operasyon öncesi anevrizmanın çevre yapılarla ilişkisini ve anevrizmanın karakterizasyonunu belirlemede yeterli bir yöntemdir. Sonuç olarak biz Spiral BTA'nin intrakranial anevrizmaların non-invaziv görüntüleme tekniğiyle değerlendirilmesi konusunda önemli bir rolü olduğunu öngörmekteyiz.

ÖZET

Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik Ana Bilim Dalında, yaşları 35 ve 75 arasında değişen, serebral anevrizma şüphesi olan 21 olguya önce DSA ile serebral angiografi, daha sonra kranial Spiral BTA uygulandı. DSA'da anevrizma saptanan 18 olgunun sonuçları 3-D-BTA bulguları ile karşılaştırıldı. DSA'de 18 vakada 21 anevrizma, 3-D-BTA'de ise 19 anevrizma tespit edildi. 3-D-BTA kaynak görüntülerle birlikte değerlendirilince tüm anevrizmalar tespit edildi. Sadece 3-D-BTA bulgularına göre sensitivite %90.4, spesifite %100 olarak bulundu. 3-D-BTA görüntüleri kaynak görüntülerle birlikte değerlendirilince, sensitivite ve spesifite %100 olarak belirlendi. Ayrıca tromboze anevrizmalarda BTA'nin DSA'den daha üstün bir görüntüleme yöntemi olduğu belirlendi.

Anevrizmaların preoperatif değerlendirilmesinde 3-D görüntüler cerrahlara detaylı ve yeterli bilgiler verebilmektedir.

KAYNAKLAR

1-Dorsch NWC, Young N, Kingston RJ, Compton JS. Early Experience with Spiral CT in the Diagnosis of Intracranial Aneurysms. **Neurosurgery** 1995;36:230-238

2-Tampieri D, Leblanc R, Oleszek J, Pokrupa R, Melançon D. Three-dimensional Computed Tomographic Angiography of Cerebral Aneurysms. **Neurosurgery** 1995;36:749-755

3-Schwartz RB, Tice HM, Hooten SM, Hsu L, Stieg P. Evaluation of Cerebral Aneurysms with Helical CT: Correlation with Conventional Angiography and MR Angiography. **Radiology** 1994;192:717-722

4-Vieco PT, Shuman WP, Alsofrom GF, Gross CE. Detection of Circle of Willis Aneurysms in Patients with Acute Subarachnoid Hemorrhage: A Comparison of CT Angiography and Digital Subtraction Angiography. **AJR** 1995;165:425-430

5-Osborn AG, Davis LW, Jacobs J. Cerebral vasculature: Normal anatomy and Pathology. In: Osborn AG. **Diagnostic neuroradiology** 1994, Mosby-Year Book, Inc. Missouri. 117-400

6-Stehbens WE, Phil D. Etiology of intracranial berry aneurysms. **J.Neurosurgery** 1989;70:823-831

7-Gökalp HZ, Erongun E. Spontan Subaraknoid Kanamalar ve İntrakranial Anevrizmalar. **Nöroşirürji Ders Kitabı**;1988:7-28

8-Atkinson JLD, Sundt TM, Houser OW, Whisnant JP. Angiographic frequency of anterior circulation intracranial aneurysms. **J.Neurosurgery** 1989;70:551-555

- 9-Andoh T, Shirakami S, Nakashima T. Clinical analysis of a series of vertebral aneurysm cases. **Neurosurgery** 1992;**31**:987-993
- 10-Suzuki S, Kayama T, Sakurai Y. Subarachnoid hemorrhage of unknown origin, **Neurosurgery** 1987;**21**:310-313
- 11-Kalendar WA, Seisler W, Klotz E, Vock P. Spiral Volumetric CT with single breath-hold technique, continuous transport, and continuous scanner rotation. **Radiology** 1990;**176**:181-183
- 12-Galanski M, Prokop M, Chavan A, Schaefer CM, Jandeleit K, Nischelsky JE. Renal Arterial Stenoses: Spiral CT Angiography. **Radiology** 1993;**189**:185-192
- 13-Schwartz RB, Jones KM, Chernoff DM, Mukherji SK, Khorasani R, Tice HM, Kikinis R, Hooton SM, Stieg PE, Polak JF. Common Carotid Artery Bifurcation: Evaluation with Spiral CT. **Radiology** 1992;**185**:513-519
- 14-Rubin CD, Dake MD, Napel SA, Mc Donnell CH, Jeffrey RB. Three-dimensional Spiral CT Angiography of the Abdomen: Initial Clinical Experience, **Radiology** 1993;**186**:147-152
- 15-Dillon EH, van Leeuwen MS, Fernandez MA, Mali WPTM. Spiral CT angiography. **AJR** 1993;**160**:1273-1278
- 16-Pozzi Mucelli R, Shariat Razavi I, Tarjan Z, Pozzi Mucelli F, Magnaldi S. Tridimensional reconstructions of intra-and extracranial arteries using computerized tomography. **Radiol-Med-Torino**. 1995;**89**(3):237-244 (Abstr)

17-Katz DA, Marks MP, Napel SA, Bracci PM, Roberts SL. Circle of Willis: Evaluation with Spiral CT Angiography, MR Angiography, and Conventional Angiography. *Radiology* 1995;195:445-449

18-Newell DW, Leroux PD, Dacey RG, Stimac GK, Winn HR. CT infusion scanning for the detection of cerebral aneurysms. *J.Neurosurgery* 1989;71:175-179

19-Harbaugh RE, Schlusberg DS, Jeffery R, Hayden S, Cromwell LD, Pluta D. Three-dimensional computerized tomography angiography in the diagnosis of cerebrovascular disease. *J.Neurosurgery* 1992;76:408-414

20- Liang EY, Chan M, Hsiang JHK, Walkden SB, Poon WS, Lam WWM, Metreweli C. Detection and Assessment of Intracranial Aneurysms: Value of CT Angiography with Shaded-Surface Display. *AJR* 1995;165:1497-1502

21-Napel S, Marks MP, Rubin GD, Dake MD, McDonnell CH, Song SM, Enzmann DR, Jeffrey RB. CT Angiography with Spiral CT and Maximum Intensity Projection. *Radiology* 1992;185:607-610

22-Ogawa T, Okudera T, Noguchi K, Sasaki N, Inugami A, Uemura K, and Yasui N. Cerebral Aneurysms: Evaluation with Three-dimensional CT Angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996;17:447-454

23-Aoki S, Sasaki Y, Machida T, Ohkubo T, Minami M. Cerebral aneurysm: detection and delineation using 3-D-CT angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 1992;13:1115-1120

- 24-Korogi Y, Takahashi M, Mabuchi N, et al. Intracranial aneurysms:diagnostic accuracy of three-dimensional, Fourier transform, time-of-flight MR angiography. **Radiology** 1994;193:181-186
- 25-Earnest F IV, Forbes G, Sandok BA, et al. Complications of cerebral angiography: prospective assesment of risk. **AJNR Am J Neuroradiol** 1983;4:1191-1197
- 26-Kato Y, Sano H, Katada K, Ogura Y, Kiya N, Kanaoka N, Kanno I. Usefulness of simulation of surgical approaches to cerebral aneurysms by helical scanning CT (HES-CT). **Minim-Invasive-Neurosurg.** 1995;38(3):99-104 (Abstr)
- 27-Kallmes DF, Evans AJ, Woodcock RJ, Omary RA, Dix JE, McNulty BC, Holder CA, Dion JE. Optimization of parameters for the Detection of Cerebral Aneurysms: CT Angiography of a Model. **Radiology** 1996;200:403-405
- 28- Özkaynak C, Apaydın A, Yılmaz S, Sindel T, Lülecı E. Helikal BT angiografi: Vasküler patolojilerde yeni bir yöntem. **Tıbbi Görüntüleme ve Girişimsel Radyoloji**, 1994, cilt 1, sayı 1, 57-60
- 29-Hope JKA, Wilson JL, Thomson FJ. Three-dimensional CT Angiography in the Detection and Characterization of Intracranial Berry Aneurysms. **AJNR Am J Neuroradiol** 1996;17:439-445
- 30-Alberico RA, Patel M, Casey S, Jacobs B, Maguire W, Decker H. Evaluation of the circle of Willis with three-dimensional CT angiography in patients with suspected intracranial aneurysms. **AJNR Am J Neuroradiol.** 1995;16(8):1571-1578

- 31-Von Hoe L, Gryspeerdt S, Marchal G, Baert AL. Spiral CT Angiography. **J-Belge-Radiol. 1995;78(2):114-117 (Abstr.)**
- 32-Brink JA. Technical aspects of helical (spiral) CT. **Radiol-Clin-North-Am. 1995;33(5):825-841 (Abstr.)**
- 33-Squillaci E, Ferreri G, Carpanese L, Pocek M, Ippoliti A, Squillaci S, Simonetti G. Aneurysmal disease. Initial clinical experience with spiral computerized tomography angiography. **Radiol-Med-Torino 1995;89(5):628-636 (Abstr)**
- 34-Wilms G, Gryspeerdt S, Bosmans H, Boulanger T, Van-Hoe L, Marchal G, Baert AL. Spiral CT of cerebral aneurysms. **J-Belge-Radiol 1995;78(2):75-78 (Abstr)**
- 35-Okuno T, Moriwaki H, Miyamoto K, Terada T, Nishiguchi T, Itakura T, Hayashi S, Komai N. Usefulness of CT angiography for demonstrating cerebral aneurysms. **No-Shinkei-Geka. 1988;16(3):249-257 (Abstr.)**
- 36-Harbaugh RE, Schlusberg DS, Jeffery R et al. Three-dimensional Computed Tomographic Angiography in the Preoperative Evaluation of Cerebrovascular Lesions. **Neurosurgery 1995;36(2):320-327**
- 37-Hsiang JNK, Liang EY, Lam JMK, Zhu XL, Poon WS. The Role of Computed Tomographic Angiography in the Diagnosis of Intracranial Aneurysms and Emergent Aneurysm Clipping. **Neurosurgery 1996;38(3):481-487**
- 38-Squillaci E, Ferreri G, Capanese L, Salvolini L, Ciolfi MG, Squillaci S, Simonetti G. Angiography with spiral computed tomography. The

- basic principles and clinical potentials. **Radiol-Med-Torino.** 1995;89(4):430-439 (Abstr.)
- 39-Ogura Y, Katada K, Sano H, Kato Y, Kanno T, Takeshita G, Koga S. Detectability of cerebral aneurysms and surrounding vessels by three-dimensional evaluation using helical scanning CT (HES-CT). **Nippon-Igaku-Hoshasen-Gakkai-Zasshi.** 1994;54(10):965-974 (Abstr.)
- 40-Dietrich J, Gunther L, Fried H. 3-dimensional computerized tomography in diagnosis and surgical planning of intracranial aneurysms. **Zentralbl-Neurochir.** 1995;56(1):34-39 (Abstr.)
- 41-Klein HM, Bertalanffy H, Mayfrank L, Thron A, Gunther RW, Gilsbach JM. Three-dimensional Spiral CT for neurosurgical planning. **Neuroradiology.** 1994;36(6):435-439 (Abstr.)
- 42-Shmid UD, Steiger HJ, Huber P, Reulen HJ. High resolution CT angiography in the direct diagnosis of cerebral aneurysms. **Acta-Radiol-Suppl-Stockh.** 1986;369:90-92 (Abstr.)

UNIVERSITÄT
MÜNCHEN