

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
MERAM TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
Anabilim Dalı Başkanı
Prof. Dr. Mehmet Emin Sakarya

Travma dışı Subaraknoid Kanamalı Olgularda İntrakraniyal
Anevrizma Araştırılmasında Kemik Baskılı Bilgisayarlı
Tomografik Anjiyografinin Rolü

Dr. Ayşegül Kayhan
UZMANLIK TEZİ

Tez Danışmanı
Yrd. Doç. Osman Koç

KONYA
2010

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	<i>i</i>
KISALTMALAR.....	<i>v</i>
TABLO LİSTESİ.....	<i>vii</i>
ŞEKİL LİSTESİ.....	<i>viii</i>
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2. 1. ARTERİYEL ANATOMİ.....	2
2. 1.1. Arkus Aorta ve Büyük Damarlar	2
2. 1. 2. Karotid arterler	2
2. 1. 2. 1. Eksternal karotid arter (EKA)	3
2. 1. 2. 2. İnternal karotid arter (İKA).....	3
2. 1. 2. 3. Willis poligonu.....	6
2. 1. 2. 3. 1. Anteriyor serebral arter (ASA) ve Anteriyor kommunikan arter (AKoA)....	8
2. 1. 2. 3. 2. Orta serebral arter sistemi (OSA).....	10
2. 1. 2. 3. 3. Arka Serebral Arter (PSA)	10
2. 1. 2. 3. 4. Posteriyor kommunikan arter (PKoA)	11
2. 1. 2. 4. Vertebral arterler (VA).....	11
2. 1. 2. 5. Baziller arter (BA).....	12
2. 2. SUBARAKNOİD KANAMA.....	13
2. 2. 1. Epidemiyoloji.....	13
2. 2. 2. Klinik	14
2. 2. 3. Risk faktörleri.....	15
2. 2. 4. Etyolojik faktörler	16
2. 2. 5. Komplikasyonlar	16
2. 2. 6. Tanı	17
2. 2. 7. Klinik derecelendirme	20

2. 2. 8. Tedavi.....	22
2.3. İNTRAKRANİYAL ANEVİZMALAR.....	24
2. 3. 1. Epidemiyoloji.....	24
2. 3. 2. Patogenez ve etyoloji	24
2. 3. 3. Anevrizmada büyüme	25
2. 3. 4. Anevrizmada kanama.....	25
2. 3. 5. Anevrizmaların trombozu	27
2. 3. 6. Anevrizmaların sınıflandırılması.....	27
2. 3. 7. Multipl anevrizma	31
2. 3. 8. Anevrizmalarda anatomik dağılım.....	32
2. 4. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ	33
2. 4. 1. Temel fizik prensipleri	33
2. 4. 2. Çok kesitli BT (ÇKBT).....	33
2. 4. 3. ÇKBT Fizik Özellikleri.....	34
2. 4. 3. 1. Gantri rotasyon süresi	34
2. 4. 3. 2. Kesit kalınlıkları.....	35
2. 4. 3. 3. Multidedektör.....	35
2. 4. 3. 4. Veri elde etme sistemi (DAS: Data Acquisition System)	35
2. 4. 4. Görüntü rekonstrüksiyonu.....	35
2. 4. 4. 1. Çok noktalı rekonstrüksiyon algoritması ve optimal veri örnekleme.....	35
2. 4. 4. 2. Z-filtre rekonstrüksiyonu	36
2. 4. 5. ÇKBT’ deki yeniliklerin parametrelere yansımaları.....	37
2. 4. 5. 1. Tarama hızında artış.....	37
2. 4. 5. 2. X ışınından yararlanma faktöründe artış	38
2. 4. 5. 3. X ışını tüpü ömründe artış.....	38
2. 4. 6. İmaj işleme (post processing).....	38
2. 4. 6. 1. Pencereleme	38
2. 4. 6. 2. Değişik düzlemlerde yeniden yapma (multiplanar reformasyon-MPR)	39
2. 4. 6. 3. Üç boyutlu gösterim (hacim rekonstrüksiyon teknikleri).....	39

2. 4. 7. Bilgisayarlı tomografik anjiyografi (BTA)	40
2. 4. 7. 1. Kontrast Enjeksiyonu	41
2. 4. 7. 2. BTA’da görüntü işleme yöntemlerinin kullanım alanları	42
2. 4. 7. 2. 1. MİP	42
2. 4. 7. 2. 2. Curved planar reformasyon (CPR).....	43
2. 4. 7. 2. 3. MPR	43
2. 4. 7. 2. 4. SSD	43
2. 4. 7. 2. 5. VRT	44
2. 4. 8. BTA’ da artefaktlar	44
2. 4. 8. 1. Pulsasyon artefaktı	44
2. 4. 8. 2. Solunum artefaktları.....	45
2. 4. 8. 3. Hasta hareketi.....	45
2. 4. 9. Kemik baskılı BTA (KBBTA)	45
2. 5. DİGİTAL SUBTRAKSİYON ANJİYOĞRAFİ (DSA).....	47
2. 5. 1. DSA tarihçesi	47
2. 5. 2. Endikasyonları.....	47
2. 5. 3. DSA.....	47
2. 5. 4. Kontrast madde verilmesi	49
2. 5. 4. 1. İntravenöz DSA.....	49
2. 5. 4. 2. İntraarteriyel DSA.....	49
2. 5. 5. DSA yöntemi.....	49
2. 5. 5. 1. Hasta hazırlığı	49
2. 5. 5. 2. Seldinger yöntemi	49
2. 5. 5. 3. Kateter yöntemi.....	50
2. 5. 5. 4. DSA’ da kontrast dozu	50
2. 5. 6. DSA’ nın değerlendirilmesi	50
2. 5. 6. 1. İntrakraniyal dolaşımın tümüyle değerlendirilmesi	51
2. 5. 6. 2. Anevrizmanın detaylı incelenmesi	51
2. 5. 6. 3. Subtraksiyon tekniklerinin kullanılması.....	51

2. 5. 6. 4. Kollateral dolaşım potansiyelinin değerlendirilmesi.....	51
2. 5. 6. 5. Diğer lezyonların belirlenmesi.....	51
2. 5. 7. Diagnostik güçlükler	52
2. 5. 7. 1. Birden çok anevrizma varlığı.....	52
2. 5. 7. 2. Dev anevrizmalar	52
2. 5. 7. 3. Parsiyel ya da komplet tromboze anevrizma.....	52
2. 5. 7. 4. Anevrizmayı taklit eden durumlar.....	52
2. 5. 7. 5. Negatif anjiyografi	53
2. 5. 5. Komplikasyonları.....	53
3. GEREÇ VE YÖNTEM	54
4. BULGULAR VE VAKA ÖRNEKLERİ.....	59
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	74
6. ÖZET VE ANAHTAR KELİMELER.....	88
7. SUMMARY AND KEY WORDS.....	89
8. TEŞEKKÜR.....	90
9. KAYNAKÇA.....	91

KISALTMALAR:

AKA	: Ana karotid arter
AkoA	: Anteriyor kommunikan arter
AİSA	: Anteriyor inferiyor serebellar arter
AMA	: Arka meningeal arter
ASA	: Anteriyor serebral arter
AVM	: Arteriyovenöz malformasyon
BA	: Baziller arter
BBT	: Bilgisayarlı beyin tomografisi
BOS	: Beyin omurilik sıvısı
BTA	: Bilgisayarlı tomografik anjiyografi
BT	: Bilgisayarlı tomografi
CPR	: Curved planar reformasyon
DAS	: Data aquisition sistemi
DSA	: Dijital substraksiyon anjiyografi
EKA	: Eksternal karotid arter
EVT	: Endovasküler tedavi
FLAIR	: Fluid low attenuasyon inversion recovery
HU	: Hounsfield unit
ILT	: İferolateral trunkus
İKA	: İnternal karotid arter
KBBTA	: Kemik baskılı bilgisayarlı tomografik anjiyografi
LP	: Lomber ponksiyon
LPchA	: Lateral posteriyor koroyidal arter
ÇKBT	: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
MİP	: Azami intensite projeksiyon
MinİP	: Asgari intensite projeksiyon
MPR	: Multiplanar reformasyon
MRA	: Manyetik rezonans anjiyografi
MRG	: Manyetik rezonans görüntüleme
P	: Pitch
PİSA	: Posteriyor inferiyor serebellar arter
PSA	: Posteriyor serebral arter

PStA : Persistan stapediale arter
PHA : Primitif hipoglossal arter
PkoA : Posteriyor kommunikan arter
PTA : Primitif trigeminal arter
POA : Persistan otik arter
ROI : Region of interest
SAK : Subaraknoid kanama
S/G : Sinyal bölü gürültü oranı
SSA : Süperiyor serebellar arter
SSD : Surface Shaded Display
TID : Time interval difference
OSA : Orta serebral arter
VRT : Volüme rendering teknik
VA : Vertebral arter

TABLolar

Tablo 1 : Botterell sınıflaması

Tablo 2 : Hunt- Hess sınıflaması

Tablo 3 : Yaşargil sınıflaması

Tablo 4 : İntrakraniyal anevrizma etyolojileri

Tablo 5 : Yırtılmamış anevrizmaların boyut ve lokalizasyonuna göre 5 yıllık kümülatif kanama oranları

Tablo 6 : Yates sınıflaması

Tablo 7 : Yaşargil sınıflaması

Tablo 8 : Boyutuna göre sınıflama

Tablo 9 : Artmış anevrizma insidansı ile birlikte olan durumlar

Tablo 10: KBBTA ile tesbit edilen anevrizmaların anatomik dağılımı

Tablo 11: Anevrizmaların BTA ve KBBTA' da boyutlarına göre görülebilirlik oranları

Tablo 12: Anevrizmaların lokalizasyonuna göre KBBTA ve BTA ile tespit edilme duyarlılık oranları

Tablo 13: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA' nın değeri (anevrizma sayısı üzerinden)

Tablo 14: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında BTA' nın değeri (anevrizma sayısı üzerinden)

Tablo 15: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA' nın değeri (hasta sayısı üzerinden)

Tablo 16: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA' nın değeri (hasta sayısı üzerinden)

Tablo 17: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA-VRT' nın MPR- MİP ile kombine edildiğinde değeri (anevrizma sayısı üzerinden).

Tablo 18: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında BTA-VRT' nın MPR-MİP ile kombine edildiğinde değeri (anevrizma sayısı üzerinden).

Tablo 19: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA-VRT' nın MPR-MİP ile kombine edildiğinde değeri (hasta sayısı üzerinden).

Tablo 20: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında BTA-VRT' nın MPR-MİP ile kombine edildiğinde değeri (hasta sayısı üzerinden).

Tablo 21: Anevrizmaların boyut, boyun, lokalizasyonları ve görülebilirlikleri.

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1** : İKA' nın 7 segmentini gösteren lateral planda anatomik çizim.
- Şekil 2** : Willis poligonu.
- Şekil 3** : Karotid vertebro baziller anastomozlar.
- Şekil 4** : Subaraknoid kanamaya bağlı pariyeto oksipitalde sulkuslarda kan elemanları.
- Şekil 5** : Beyin ödemi.
- Şekil 6** : Sağ İKA' da dev anevrizma.
- Şekil 7** : Sakküler anevrizma.
- Şekil 8** : Fusiform anevrizma.
- Şekil 9** : Test bolus yöntemi.
- Şekil 10** : SSD ve MİP imajlar.
- Şekil 11** : KBBTA ve BTA' da normal anjiyografi görüntüleri.
- Şekil 12** : Sol İKA oftalmik segmentteki anevrizma.
- Şekil 13** : BTA' da yalancı pozitiflik.
- Şekil 14** : Sağ İKA kavernöz segmentteki dev lobule anevrizma.
- Şekil 15** : Sağ OSA bifurkasyodaki anevrizma.
- Şekil 16** : Sağ VA' deki anevrizma.
- Şekil 17** : Sol İKA oftalmik segmentteki anevrizma.
- Şekil 18** : AKoA lokalizasyonlu lobule anevrizma.
- Şekil 19** : Sağ İKA oftalmik segmentte lobule konturlu anevrizma.
- Şekil 20** : Beş anevrizması olan hastada BTA' da görülemeyen İKA oftalmik ve paraoftalmik yerleşimli anevrizmalar.
- Şekil 21** : AKoA ve sağ İKA lokalizasyonunda anevrizma.
- Şekil 22** : SSA lokalizasyonunda anevrizma.
- Şekil 23** : DSA' da ek çekim gerektiren anevrizma.
- Şekil 24** : DSA' da görülüp KBBTA ve BTA' da görülmeyen anevrizma.
- Şekil 25** : AKoA' de anevrizma.

1. GİRİŞ VE AMAÇ:

Subaraknoid kanama (SAK) ciddi ölüm ve komplikasyon riski olan akut bir patolojidir. Travma dışı oluşan subaraknoid kanamanın en sık nedeni %80 intrakraniyal anevrizmalardır (1). Otopsi serilerinde yapılan çalışmalara göre rüptüre olmamış anevrizma oranı %1.3-7.9 arasında değişmektedir (2). Mortalite ve morbiditenin her geçen gün arttığı bu hastalarda mümkün olan en hızlı şekilde tanı konularak tedavilerinin planlanması büyük önem taşır.

Günümüzde SAK etyolojisindeki anevrizma tanısında altın standart selektif intraarteriyel digital subtraction anjiyografi (DSA)' dir (1, 3, 4, 5, 6, 7). Ancak en önemli dezavantajı deneyimli ellerde dahi genel komplikasyon riskinin %0.07-1 olmasıdır (4, 5, 6, 8, 9). Hastaların % 0.5' inde ise kalıcı nörolojik hasar oluşabilir (9, 6).

Bu sebeplerle serebral anevrizmaların saptanmasında girişimsel olmayan metodların araştırılması ihtiyacı doğmuştur. Kolaylığı ve hızlı olması, girişimsel olmaması, acil hastalarda kolaylıkla kullanılabilir olması nedeniyle SAK ve anevrizma teşhisinde ilk tercih BTA' dur (10). Yapılan değişik çalışmalarda tek dedektörlü BTA' nın intrakraniyal anevrizma tanısında duyarlılığı %77-100, özgüllüğü %86-100 olarak bulunmuştur (11, 12, 13). İntrakraniyal vasküler yapıların BT ile değerlendirilmesinde yüksek çözünürlük, ince kesit kalınlığı ve damarların en iyi şekilde kontrastlanmasının sağlanması büyük önem taşımaktadır. Dedektör teknolojisindeki gelişmelerle gantri rotasyon süresinin kısalması sayesinde ÇKBT ile daha geniş anatomik bölge daha kısa sürede ve daha ince kesitlerle taranabilir olmuştur (14). Bu da anevrizma saptama oranlarında artışa neden olmuştur (8, 15). Ancak BTA ile yapılan çalışmalarda özellikle kafa tabanına yakın, kemik yapılarla daha yakın komşuluktaki vasküler yapıları göstermede yetersiz olduğu vurgulanmıştır (4, 16, 17). BTA' daki bu problemi aşmak için birçok yöntem geliştirilmiştir. Kemik baskılama yöntemi bunlardan biri olup, bu şekilde kafa tabanındaki kemik yapıların çıkarılarak, sadece vasküler yapıları içeren DSA görüntülerine yakın görüntüleri olan bir methoddur. Biz bu çalışmamızda bu yeni görüntüleme metodunun intrakraniyal anevrizmaları saptamada ve karakterizasyonunda tanısal doğruluğunu araştırdık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ARTERİYEL ANATOMİ:

2.1.1. Arkus Aorta ve Büyük Damarlar:

Beyin dokusu, hayati önemi olan ve bol kanlanan bir dokudur. Total kan hacminin %20' sini alır. Kan akımının 10-15 sn kesilmesi bilinç kaybı, 5 dk' dan fazla kesilmesi ise kalıcı beyin hasarına neden olur. Bu nedenle beynin kanlanması çift arter sistemi ve anastomozların olduğu özel ağlarla sağlanmaktadır (18).

Santral sinir sistemine kan, arkus aortadan çıkan büyük damarlardan gelir. Aortik arkus dış kısmında üç ana damar köken alır. Bunlar brakiosefalik (innominate) arter, sol ana karotid arter ve sol subklaviyan arter' dir (19).

Brakiosefalik arter, arkus aortadan ilk ayrılan ve en geniş daldır. Orijinden kısa mesafe sonra sternoklaviküler bileşkenin üst kenarında sağ subklaviyan ve sağ ana karotid arter (AKA)' e ayrılır (19).

Sağ subklaviyan arterin ana dalları; sağ vertebral arter, internal mamarian arter, tiroservikal ve kostoservikal arterlerdir. Aberran sağ subklaviyan arter sık bir ark anomalisidir ve %0.5-1 oranında görülür (19).

Sağ AKA; brakiosefalik arter proksimalinden çıkar. Bazen özellikle de sağ aberran subklaviyan arter varlığında, aortik arktan direk çıkabilir. Orta servikal seviyede, C3-C5 düzeyinde, internal karotid arter (İKA) ve eksternal karotid arter (EKA)' e ayrılır (19, 20).

Sağ vertebral arter; sağ subklaviyan arterden çıkan ilk daldır.

Sol AKA; arkus aortadan çıkan ikinci ana damardır. Bazı durumlarda brakiosefalik kökten çıkabilir. Bazen de bu arter hiç olmayabilir. Bu durumda eksternal ve internal karotid arterler ayrı ayrı arkus aortadan çıkar (19).

Sol subklaviyan arter; arkus aortadan ayrılan son daldır. Sol subklaviyan arterin; sol vertebral arter, tiroservikal ve kostoservikal arter dalları vardır. Sol vertebral arter, sağa göre %50-60 oranında dominanttır. Yüzde 25 oranında her iki vertebral arter eşit çaplardadır. Sol vertebral arter %5 oranında direk olarak arkus aortadan çıkar (19).

2.1.2. Karotid arterler:

2.1.2.1. Eksternal karotid arter (EKA):

Kraniyum dışında kalan baş, boyun ve yüze giden dalları verir. Ana dalları:

1. Süperiyör tiroid arter
2. İnen farengeyal arter: İKA' nın petröz ve kavernöz dalları ve vertebral arterin muskülospinal dalları ile anastomoz yapar.
3. Lingual arter
4. Fasiyal arter: Uç dalları İKA ile anastomoz yapar.
5. Oksipital arter: Vertebral arter ile anastomoz yapar.
6. Posteriyör auriküler arter: İKA ile anastomoz yapar.
7. Süperfisial arter
8. İnternal maksiller arter: Oftalmik arter, inferolateral trunkus, vidian arter ile anastomozları vardır (19).

Karotid bulbus; AKA' in internal ve eksternal olarak ikiye ayrıldığı 2-4 cm' lik alandır. Normale göre geniş görünümde olan bu bölgede aterom plakları çok sık görülür. Bu nedenle prestenotik dilatasyonlar ile karışabilir (19).

2.1.2.2. İnternal karotid arter (İKA):

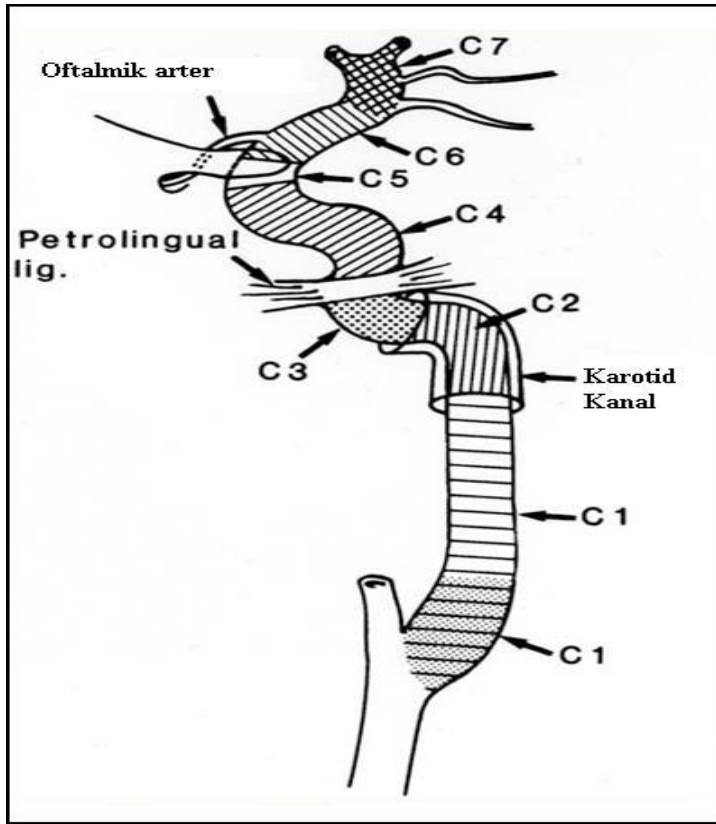
İntrakraniyal dolaşım sistemi bir çift internal karotid arter ve birleşerek baziller arteri oluşturan bir çift vertebral arterden oluşur. Karotid ve vertebrobaziller sistemin birbiriyle bağlantılı olduğu Willis poligonunun yapısında var olan kollateral ağ sayesinde beyin büyük damarların tıkaçıcı hastalığına karşı iyi korunmaktadır (20). Ayrıca İKA seyri sırasında çoğu 90 dereceye yakın kıvrımlar yapmaktadır. Böylece gelen kanın hem basıncını hem de hızını azaltarak ince duvarlı vasküler yapıların zarar görmesini önler (18).

İnternal karotid arter; ayrılma düzeyinden sonra, eksternal karotid arter (EKA)' in arka yan kısmında yer alır. İKA ilerledikçe, EKA arkasından içe doğru uzanır. Yaklaşık %10 hastada İKA ayırım düzeyinden itibaren EKA' nın iç kısmında seyredir (19).

İnternal karotid arterin bölümlerinin sınıflandırılmasında, isimlendirme ve numaralandırılmasında, Bouthillier ve arkadaşlarının yaklaşımı pratik olup; normal kan akımı yönünde numaralandırma yapılarak, İKA bölümlerine komşu yapılar ve içinden geçtikleri kompartmanlar göz önünde bulundurulmuştur. Buna göre 7 ayrı anatomik

bölüm tanımlanmaktadır: C1: Servikal, C2: Petröz, C3: Laserum, C4: Kavernöz, C5: Klinoid, C6: Oftalmik, C7: Kommunikan.

Petröz bölüm, İKA'nın karotid kanala girmesiyle başlar (19). Kohlea ve timpanik kavitenin önünde ilerler ve trigeminal gangliondan ince bir yapı ile ayrılır (21). Petröz bölüm orta kulağa giden timpanik dalları verir. Her zaman olmayan bir dal Vidian arter'dir. Vidian arter (pterygoid kanal arteri), EKA dalları ile anastomoz yapar. Küçük ama önemli bir diğer dalda karotikotimpanik arter'dir. Bu arterde orta ve iç kulağı besler (19). Maksiller arterin ön timpanik dalı ve stilomastoid arter ile anastomoz yapar (21).



Şekil 1: İKA'nın 7 bölümünü gösteren yan planda anatomik çizim. C1: Servikal, C2: Petröz, C3: Laserum, C4: Kavernöz, C5: Klinoid, C6: Oftalmik, C7: Kommunikan (22).

Bazen petröz bölüm, temporal kemik içerisinde öne ve içe seyir yerine arka ve dışa doğru seyreder. Buna aberran petröz İKA denir. Aberran petröz İKA hipotimpaniumu çaprazlar ve pulsatil retrotimpanik kitle olarak kendini gösterebilir. Diğer önemli bir anomali ise; persistan stapedia arter (PStA)'dir. Bu arter petröz İKA'dan köken alır. BBT'de aynı taraf foramen spinosum yokluğu izlenir (19).

Laserum bölümü, petroz karotid kanalının bittiği yerde, foramen laserumun arka dış kenarına yakın başlar. Yukarı kavernöz sinüse doğru döner ve petrolingual bağda son bulur (23).

Kavernöz bölüm, İKA' nın petroz tepeden karotid kanalı terk edip; ön klinoid çıkıntı hizasında intrakraniyal subaraknoid boşluğa geçtiği bölümdür (19). Kavernöz sinüste abduzens sinirine eşlik eder (18). Kavernöz karotid dallarlı şunlardır: 1. inferolateral trunkus, 2. meningohipofiziyel arterler, 3. MC conell' in kapsüller sellar dalları (20). Inferolateral trunkus (ILT); okulomotor, troklear, abduzens kranial sinirleri, trigeminal kranial sinirin gasserian ganglionunu ve kavernöz sinüs durasını besler. ILT, İKA' nın bir dalı olan internal maksiller arter ile anastomoz yapar. Meningohipofiziyel arterler; hipofiz bezi arka kısmını, tentoryumu, kavernöz sinüsü, klival durayı ve bazen 3 (okulomotor) ve 4 (troklear) kranial sinirleri besler. Meningohipofiziyel arterden ayrılan tentorial artere Bernasconi - Cassinari arteri adı verilir (19).

İKA, durayı ön klinoid process komşuluğunda deler (19). İKA, ön serebral ve orta serebral arterlere ayrılmadan önce $4,57\pm 0,46$ mm boyutlarındadır (24). Ön ve orta serebral arter olarak sonlanmadan önce üst hipofiziyel, oftalmik, arka kommunikan ve ön koroidal arterleri verir (19).

Üst hipofiziyel arter, supraklinoid İKA' nın arka iç kısmından çıkar. Kiazma, hipotalamusa ve hipofiz bezine küçük dallar verir. Karşı taraf hipofiziyel arterden çıkan dallarla sayısız anastomozlar yaparak üst hipofiziyel pleksusu oluşturur (19).

Oftalmik arter, İKA' nın ön üst kısmından çıkar (19). Olguların %80-90' ında oftalmik arter duranın içerisinde ön klinoid çıkıntının hemen altında ayrılır (20). Oftalmik arter, dış rektus dışındadır (21). Orbital tepede dışa doğru durayı deler ve orbita iç kısmına geçer (25). Globu beslemek üzere santral retinal ve silier arterleri oluşturur. Oftalmik arter dalları maksiller arter dalları ile anastomoz yaparak; proksimal karotid arter tıkanıklığı durumunda kollateral beslenme için zengin bir ağ oluşturur. Oftalmik arter orbita, göz küresi, frontal saçlı deri, frontal ve etmoid sinuslar ve burnun üst kısmını besler (19).

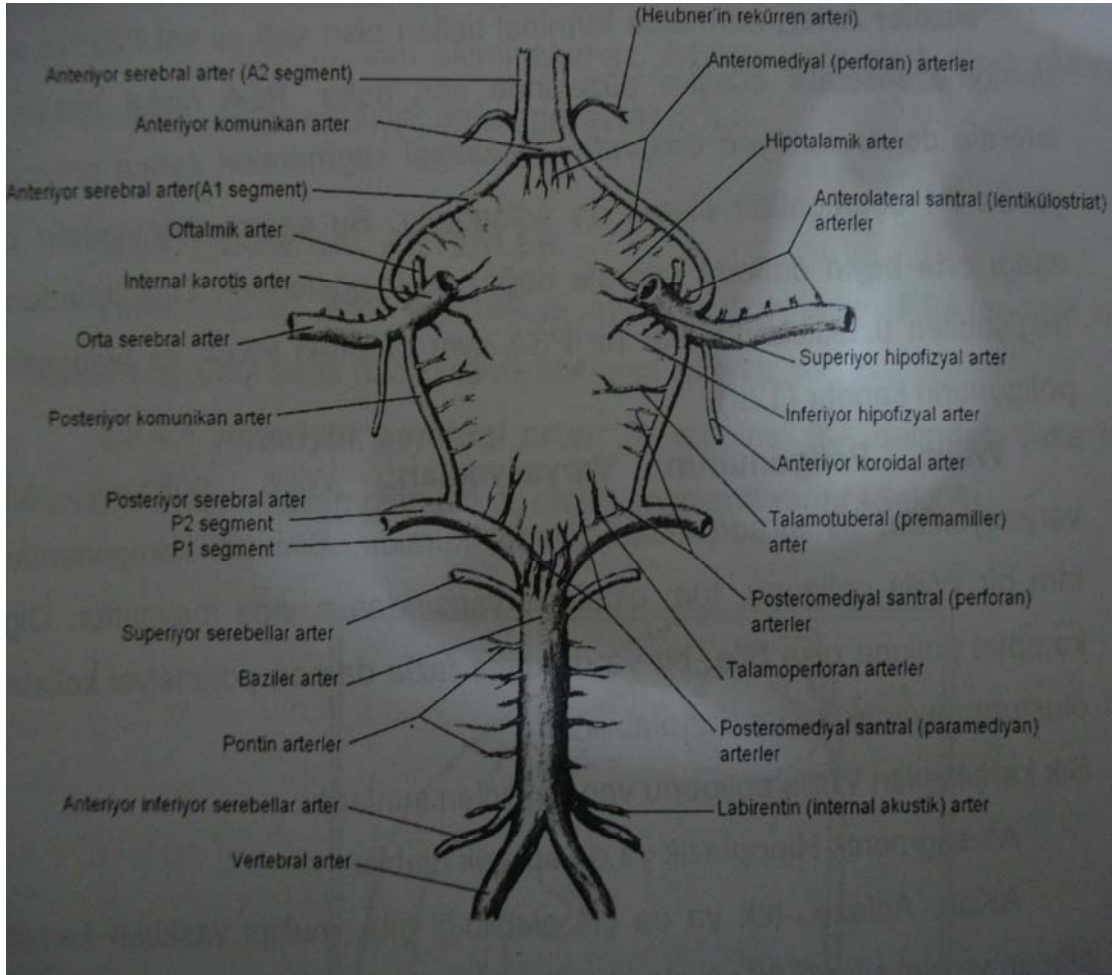
İnternal karotid arterin oftalmik arter distalindeki dalı posteriyor kommunikan arterdir (PKoA) (20). PKoA, arka dışa ilerler ve üçüncü kranial (okulomotor) sinirin üzerinden posteriyor serebral artere (PSA) katılır (19).

Supraklinoid intradural karotid arterin sonraki dalı ön koroidal arterdir (20). PKoA arterin birkaç milimetre üstünden çıkar (19). Ön koroidal arter optik traktusun bazı bölümleri, mediyal temporal lob, uncus, amigdala, hipokampus, internal kapsül ön

baçağı, lateral ventrikül koroid pleksusu, inferiyor globus pallidus, serebral pedinküller ve orta beyin boyunca uzanır ve bu yapıları besler (20). İntraventriküler bölüm, lateral ventrikülün koroyidal pleksusunu besler ancak lateral ventrikül duvarı ön koroyidal arter tarafından beslenmez. Gerçek ön koroidal arter anomalisi nadirdir. %3 oranında hipoplazi ve %2.3 oranında da hiperplazi görülür. Hiperplazik varyantta ön koroyidal arter sulama alanı arka serebral arter sulama alanının bir kısmını kapsar (19).

2.1.2.3.WİLLİS POLİGONU:

Willis poligonu diensefalon ventral yüzünde yerleşen optik sinir ve traktuslara komşu olan arteriyel bağlantı sistemidir.



Şekil 2: Willis poligonu (22).

1. İki İKA
2. İki anterior serebral arter (ASA)

3. Anteriyor kommunikan arter (AKoA)
4. İki posteriyor kommunikan arter (PKoA)
5. İki posteriyor serebral arterler (PSA) tarafından oluşturulur.

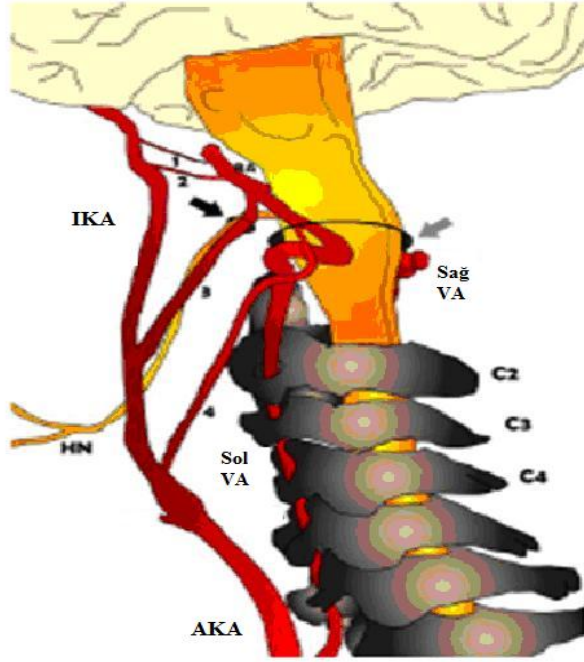
Her iki İKA, her iki ASA ve AKoA ön dolaşım; PKoA ve PSA arka dolaşım olarak adlandırılır. Willis poligonu optik kiazma, optik traktus, infundibulum, hipotalamus ve kafa tabanındaki diğer önemli yapıları besleyen küçük dallar verir. Bu dallar mediyal lentikulostriyat arterler (ASA A1 bölümünden), talamoperforanlar ve talamogenikulatlar (posteriyor kommunikan, baziller tepe, posteriyor serebrallerden) ve perforan dallar (anteriyor kommunikandan)'dır (19).

Varyantlar: Hiçbir segmentinde hipoplazi veya aplazi bulunmayan tam bir willis poligonu vakaların %20-25'inde izlenir. Sık rastlanan anomaliler; tek veya çift taraflı PKoA hipoplazisi (%34), ASA A1 segment yokluğu ya da hipoplazisi, hipoplazik ya da aplazik P1 segmenti ile seyreden PSA'ın İKA'dan fetal orijini (%17)'dir. PKoA orijininde infundibuler dilatasyonlar %10 oranında görülür (19). Kalula N. T. ve arkadaşlarının (26) yaptığı bir çalışmada bu varyasyonlardan özellikle asimetrik ASA ve AKoA anevrizması ile asimetrik PKoA arter ve İKA-PKoA anevrizması arasında anlamlı ilişki olduğunu göstermiştir. Bunu nedenini ise anormal şantlar nedeniyle artan hemodinamik stres olarak göstermiştir.

Anomaliler: Tek veya çift İKA yokluğu nadirdir. Eğer tek İKA yoksa intrasellar internal karotid bağlayıcı arterler sıktır. Bu çok sık bir anomali olmasa da özellikle transsfenoidal cerrahi planlanan hastalar için hayati önem taşımaktadır. Ayrıca İKA yokluğunda anevrizma insidansında da anlamlı artış olduğu gösterilmiştir (19).

Karotid vertebrobaziller anastomozlar embriyonik dolaşımın devam ettiği durumlardır. En sık anomali primitif trigeminal arter (PTA)'dir. %0.1-0.5 oranında görülür. İn utero dönemde trigeminal arter; PKoA ve vertebral arter oluşmadan baziller arteri besler ve bu damarlar oluşunca da yok olur. PTA, İKA'nın karotid kanalı terk edip, kavernoöz sinüse girdiği yerden çıkar. Ve %41 olguda trigeminal sinir boyunca arka dışa ilerler ya da %59 olguda önce dorsum selladan geçerek baziller artere katılır. PTA genellikle küçük PKoA, vertebral arterler ve anastomoz kaudalinde hipoplazik baziller arter ile birlikte (19). Üç tipi vardır: Tip1; iki tarafın ASA'larını besler, Tip2; karşı taraf ASA'ını besler, Tip 3; her iki superior serebellar arteri (SSA) besler (26). PTA artmış anevrizma ve vasküler malformasyon ihtimali taşır (19).

İkinci en sık karotid vertebral anastomoz primitif hipoglossal arter (PHA)'dır. Bu anormal damar hipoglossal kanaldan 7.(fasiyal)'inci kranial sinir seyrine paralel ilerler ve baziller arter ile servikal İKA'ya birleşir. %0.02-0.09 oranında görülür (27). Anevrizma sıklığı hemodinaminin bozulması nedeniyle artmıştır. PHA varlığında beyin sapı ve serebellumu fonksiyonel olarak bu damar besler (19).



Şekil 3: Karotid vertebrobaziller anastomozlar. 1. Trigeminal arter, 2. Otik arter, 3. Persistan hipoglossal arter, 4. Proatlantal tip1 arter. Sol VA: sol vertebral arter, Sağ VA: sağ vertebral arter, AKA: ana karotid arter, İKA: internal karotid arter, BA: baziller arter, HN: hipoglossal sinir, hipoglossal kanal (siyah ok), foramen magnum (gri ok)(27)

Diğer bir karotid vertebral anastomoz persistan otik arter (POA) ve proatlantal intersegmental arter (PIA)'dır. POA çok nadirdir ve petröz segmentten kısa bir dal olarak çıkar. Vertebral arter yokluğu ya da hipoplazisi durumunda baziller arteri besleyen tek arter POA olabilir. PIA ise EKA ya da servikal İKA ile vertebral arter arasındaki suboksipital anastomozdur. PIA tipik olarak C1 arkı ile oksiput arasında yer alır (19). Karotid vertebral anastomoz varlığında baziller arter anormal şekilde opasifiye olur (28).

2.1.2.3.1. Anteriyor serebral arter (ASA) ve Anteriyor kommunikan arter (AKoA):

İnternal karotid arter, anterior ve orta serebral arterler olarak ikiye ayrılarak sonlanır. ASA ilk horizontal bölümüne A1 segmenti adı verilir; korpus kallosum genusu boyunca yukarıya dönerken A2 segmentini oluşturur. A2, daha sonra perikallosal ve kolozomarginal arterler olarak ikiye ayrılır. Aynı taraf A1 ve karşı taraf A1 segmentleri AKoA aracılığı ile birbirine bağlanır. AKoA, maximum uzunluğu 5-6 mm' yi geçmeyen kısa bir arterdir (18). A1 segmenti, kaudat nukleus başı ve internal kapsül ön bacağına besleyen mediyal lentikülostriyat arterleri verir. Heubner' in rekürren dalı, %50 olguda proksimal A2' den çıkan lentikülostriyat arterdir. Bazen (%44 olguda) bu dal A1' den çıkar ya da daha az ihtimalle AKoA' den çıkar (19). Bu dal, kaudat nukleusun başı, internal kapsülün ön alt kısmını, putamen ön kısmını, globus pallidus dış kenarını besler (29). Son çalışmalarda Heubner arterinin ayrıca nukleus Akumbens' i de beslediği gösterilmiştir. Bu nukleus ventral striyatunun major komponenti olup, kaudat nukleus başı ile putamenin devamlılığını sağlar. İnsan davranışları üzerine etkili olan bu nukleusun ana besleyici arteri olması nedeniyle de ASA cerrahisi sırasında dikkat edilmesi gereken bir arterdir (30). A2' nin diğer dalları orbitofrontal ve frontopolar arterlerdir. A2 interhemisferik fissürde yukarı ilerler ve korpus kallozum genu seviyesinde kolozomarjinal ve perikallosal dallarını verir. Kolozomarginal arterden, anteroinferior orbitofrontal ve frontopolar dalları verdikten sonra bir seri internal frontal ve internal pariyetal arter çıkar. Perikallosal ve kolozomarjinal arterler sırasıyla splenial ve kuneal arterler olarak sonlanır. A3 ise ASA' nın kortikal dallarına verilen addır (19).

Anterior kommunikan arter (AKoA); gerçek bir dal değil, Willis poligonunun bir parçasıdır (19). Buradan çıkan küçük perforan arterler, lamina terminalis, hipotalamus, anterior kommissür, fornix, septum pellucidum, paraolfaktör girus, subkallosal alan, singulat girusun anterior parçasını besler (21). ASA-AKoA varyasyonları olguların yaklaşık üçte birinde görülür. Sık rastlanan varyasyonlar A1 segment yokluğu ya da hipoplazisi (%5-18) ve duplike AKoA' dir (%10). Azygous ASA her iki horizontal A1 segmentinin birleşerek çiftleşmemiş tek bir kök olarak uzanmasıdır. Gerçek azygous ASA oldukça nadirdir ve yaklaşık %0.3' ten az görülür (31). Diğer intrakraniyal anomalilerle (lobar holoprosensefali ve saksküler anevrizma gibi) birlikte dir. Sıklıkla bihemisferik ASA karşı hemisfere çok sayıda dal verir. Aynı sağ ve sol ASA' larda biri dominant olur ve karşı tarafa dal verir. Diğer dal ise hipoplazik olup, orbitofrontal ya da frontopolar dal olarak sonlanır. Daha nadir varyantlar; fenestre ASA (%0.14),

duplikasyon, infraoptik orijin' dir. İnfraoptik orijin ve duplikasyon artmış sakküler anevrizma riski taşır (32). Fenestrasyon olduğunda ASA ve tüm Willis bifurkasyon noktalarında artmış anevrizma ihtimali vardır (19, 32).

2.1.2.3.2. Orta serebral arter sistemi (OSA):

Orta serebral arterin yatay bölümüne M1 segmenti adı verilir. İKA başlangıcından dallanma noktasına kadar olan kesimidir (19). OSA, genellikle başlangıcından 10-12 mm sonra bölünür. Otopsi çalışmalarında OSA' nın %78' i iki dala, %12' si üç dala ayrılırken, %10' u üçten fazla dallara ayrılmaktadır (33). Bu da globus pallidus, putamen ve internal kapsülü besleyen (dış) lentikülostriyat arterleri verir. OSA' nın ön dal, arka dal ve ön temporal dal olarak üçe ayrıldıktan sonraki silviyan bölümüne M2 segmenti adı verilir. OSA' nın uç dalları insula dış komşuluğunda seyreder, sonra frontal operkulum çevresinde halka yaparak kortexin dış yüzünde silviyan üçgenin üçlü kollu şamdan şeklini oluşturur (M3 segmenti). OSA' nın son dalı, anguler girusu besleyen anguler arterdir. Diğer dalları frontal ve pariyetal dalları besler. Ön ve alt temporal dallar temporal lobun büyük bölümünü besler. OSA varyantları oldukça nadirdir. Fenestrasyon, duplikasyon, tek kök, aksesuar arterler %5' ten az görülür (19).

2.1.2.3.3. Arka Serebral Arter (PSA):

Pedinküler (Prekommunikar arter – P1) segment: Baziller arter ayrımından PKoA ile birleşme noktasına kadar olan kısa segmenttir. Üçüncü ventrikül tavanı boyunca öne ve içe uzanır. Tektumu, orta beynin bir kısmını, arka talamusu, pineal bezi, üçüncü ventrikül koroidal pleksusunu besler (19).

Ambient (P2) segment: PSA ve PKoA bileşkesinden başlar. Troklear sinir ve tentoriyal insisurayı geçer. Bu arterin ana dalı lateral posteriyor koroidal arter (LPChA)' dir. LPChA; P2 ya da proksimal kortikal dallardan köken alır. Talamusun pulvinarı üzerinden geçer ve arka talamus ile dördüncü ventrikül koroid pleksusunu besler (19).

Quadrigeminal (P3) segment: Quadrigeminal sisterna içerisinde ilerler. İnferyor temporal arter temporal lobun alt kısmını besler ve OSA' nın temporal dalları ile bağlantısı vardır. Pariyetooksipital arter ise interhemisferik fissür yüzeyinin posteriyor bir bölü üçünü besler. ASA dalları ile anastomoz yapar. Arka dış kortexin bir bölümü PSA dalları ile de beslenir. Kalkarin arter oksipital lob ve visual kortexi besler. Arka

perikollozal (splenial) arterler korpus kallozum spleniumunu besler ve karşı tarafla anastomoz yaparlar. PSA' in, İKA' dan fetal orijini en sık rastlanan anomalidir. %15-20 vakada görülür. Karotid vertebral anastomozlarda görülebilir (en sık PSA' in trigeminal arterden dolması) (19). Anjiyografik inceleme sırasında PSA vakaların sadece %20-30' unda izlenmiştir. Buna karşın bu hastaların %95' inde PKoA arter vardır. Baziller tepe daha az sıklıkla opasifiye olur (%0.4 Krayenbuehl ve yaşargil, %0.24 Saltzman, %0.9 Engeset). Bu da İKA ve vertebrobaziller sistem arasındaki basınç farkına bağlanmıştır (28).

2.1.2.3.4. Posteriyor kommunikan arter (PKoA):

Ön karotid dolaşımını, posteriyor vertebrobaziller arter dolaşıma bağlar. Zaman zaman baziller artere bağlantı olmaz ve o taraftaki PSA' i direk olarak PKoA besler. PKoA; talamusun bir kısmı, hipotalamus, optik kiyazma ve mamiller cismi besler. Adlandırılmış dalları ön talamoperforan damarlardır. Talamusun bir kısmı, internal kapsül ve optik traktusları beslerler. Arka talamoperforan arterler, Persheron arteri ve talamogenikulat dallar; PSA (P1 segmenti)' den ayrılır (20). Ancak PKoA bu alanlara minimal destek verebilir. En sık PKoA anomalisi hipoplazisidir. İkinci en sık anomali embriyonik konfigürasyonun devamıdır ve %20-25 vakada görülür. Birleşim yerinde dilatasyon PKoA orijininde %6 oranında görülür. Duplikasyon gibi diğer anomaliler ise oldukça nadirdir (19).

2.1.2.4. Vertebral arterler (VA):

Vertebral arterler subklaviyan arterden köken alır ve vertebral kanala girmeden önce longus koli ve skalen kasları arasında yukarı doğru seyrederek (V1). Olguların %95' inde arter C6 transvers foramenine girer. Vertebral foramenler içerisinde yukarı doğru devam eder ve C1-2 düzeyinde foramenleri terk eder (V2). Atlas etrafında arkaya kıvrım yapan ve VA üste ve içe doğru ilerler ve foramen magnuma girer. Arka fossada medulla önünde VA' ler birleşerek baziller arteri oluştururlar. Olguların %60' ında sol VA sağdakinden daha geniştir. VA ile EKA arasında musküler, tiroservikal, kostoservikal dallar aracılığıyla anastomozlar vardır. VA' in atlas ile durayı delerek foramen magnum yoluyla intrakraniyal kompartmana girdiği bölümü arasından (V3) arka meningeal (AMA) dallar çıkar. Bazen AMA, EKA' den (sıklıkla oksipital ya da inen farengeal

arterden) köken alabilir. AMA, falx serebelliyi besler ve dural malformasyonlar ya da neoplazmlarda genişler (19). VA' in intrakraniyal alandaki (V4) ilk dalı posteriyor inferiyor serebeller arterdir (PİSA). PİSA, vertebral arterin baziller arteri oluşturmadan önceki 1-2 cm' lik kısmından köken alır. Dışa doğru ilerleyerek 9-10.' uncu kranial sinirleri çaprazlar (18). PİSA, medulla ve tonsil çevresinde halka yapar ve arka dış medulla, inferiyor vermis, dördüncü ventrikül koroid pleksusu ve serebellum alt kesimini besler. PİSA boyutu, anterior inferior serebeller arter (AİSA) ile ters orantılıdır. VA, %5 olguda arkus aortadan orijin alır. Hipoplastik VA %40 oranında görülür (19). Lovrencic-Huzjan ve ark. (27) vertebral arter hipoplazisi tanımını damar çapı 2mm' den küçük ise kullanmıştır. %1 olguda VA, PİSA olarak sonlanır. VA duplikasyonu ya da fenestrasyonu olabilir. PİSA' ya ait anomalilerde özellikle orijinle ilgilidir. En sık rastlanan VA' den ekstrakraniyal alanda orijin alan PİSA' dır. Bu vakalarda PİSA foramen magnumun altından orijin alır (19).

Vertebral arter anevrizmalarının özellikle dominant olan taraf üzerinde görülmesi nedeniyle, vertebral arter çapları önemlidir. Arka dolaşım sistemi anevrizmaları içinde vertebrobaziler bileşke anevrizmaları %6.5 oranında görülme sıklığına sahipken; VA anevrizmalarının en sık rastlanıldığı yer olan PİSA-VA bileşke anevrizmaları ise %12.5 görülmektedir (34).

2.1.2.5. Baziller arter (BA):

Sağ ve sol VA' ler birleşip BA' i oluşturur, yukarı doğru uzanarak pons önünde ilerler ve interpedinküler sisternada PSA' lere ayrılarak sonlanır (19). Baziller arter yaklaşık 3cm uzunluğundadır ve 1.5-4.5 mm genişliktedir. 4.5mm' den geniş çaplar anormal kabul edilebilir. Yaş ilerledikçe BA' in daha kıvrımlı, daha uzun ve ayırım düzeyinde daha yukarıda lokalize hale gelebilir (35). Normal BA, klivus ve dorsum sella tarafından sınırlandırılmış pontin sisternada ilerler. Eğer bu sınırları aşıyorsa, doligoektazi düşünülebilir. BA' in ilk dalı anterior inferiyor serebellar arter (AİSA)' dir. %60-70 olguda AİSA, BA' den tek bir arter olarak çıkar. AİSA, serebellopontin köşe sisternasında posterolaterale ilerler ve iç kulak kanalına girer. Orijinden birkaç milimetre sonra AİSA, N.abdusens tarafından çaprazlanır. İç kulak kanalı girişinde AİSA, fasial ve vestibulokohlear sinirin anteroinferiyorunda yer alır. AİSA; bu sinirleri, alt dış ponsu, orta serebellar pedinkülü, flokkulusu ve serebellar hemisferin ön dış yüzünü besler. Süperiyor serebellar arterler (SSA), BA apexi düzeyinden çıkar. Pons

ve mezensefalon düzeyinde arka dışa dönerek, tentoryumun, üç ve dördüncü kranial sinirlerin altından geçer. SSA, vermisin tüm üst yüzeyini, dentat nükleus ve derin serebellar ak maddeyi besler. Tüm BA boyunca perforan sirkumflex arterler kısa ve uzun dallar olarak çıkar. Ancak üst bölümde daha yoğundurlar. Bu küçük dallar ventral pons ve rostral beyin sapını besler. BA, bir çift PSA' i oluşturarak sonlanır. SSA' ler, PSA ve bazen de İKA' dan orijin alır. Eğer PSA fetal orijinli ise, distal BA hipoplaziktir. Fenestre BA' de görülebilir ve sık anevrizma riski vardır (19).

2.2. SUBARAKNOİD KANAMA

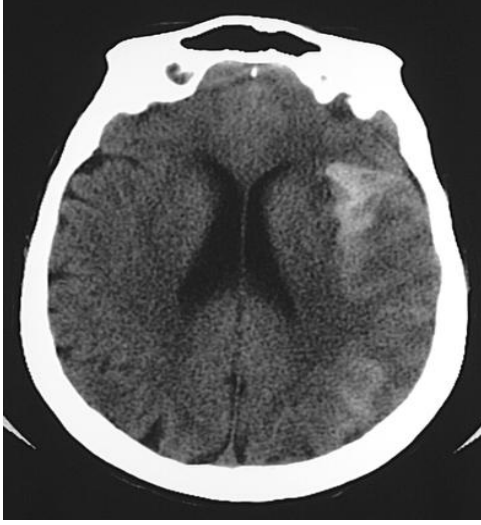
2.2.1. Epidemiyoloji:

Travma dışı subaraknoid kanama (SAK), beyin omurilik sıvısı (BOS) ile çevrili boşluklara kanama olmasıdır. Yüksek ölüm ve komplikasyon riski olan önemli bir tıbbi acildir (4). Tüm serebrovasküler olaylar içinde 4' üncü en sık tiptir ve %1-7 oranında görülür (36, 37). SAK' ı diğer inmelere göre daha önemli kılan, daha genç yaşta ortaya çıkması ve daha kötü seyir izlemesidir (37). SAK insidansı, bölgeden bölgeye anlamlı farklılık gösterir ve 100.000 vakada 6 ile 30 arasında değişir (38). Ortalama kabul edilen değer son 30 yıldır sabit kalmakla birlikte yaklaşık her 100.000 vakada 11' dir (36, 11). En yüksek SAK insidansının Finlandiya' da olduğu rapor edilmiştir (39). İnsidans yaş ile artar ve ortalama 55 yaş civarında sıktır. Yüksek oranda SAK görülen bir başka ülke olan Japonya' da yapılan bir çalışmada erkeklerde 40 yaşından, kadınlarda 60 yaşından sonra yıllık SAK insidansında anlamlı artış saptanmıştır (40). SAK insidansı, erkeklerde daha fazla iken postmenapozal kadınlarda erkeklerden daha fazladır (41). Yine de genel olarak kadın erkek oranı 1.6:1' dir (39). En kritik dönem kanamadan birkaç gün sonraki dönemdir. Bu dönemde; ilk gün içerisinde %25 oranında, ilk beş gün içerisinde de %50 oranında ölüm görülür (36). Ayrıca ilk epizodu atlatan hastalar için tekrar kanama da önemli ölüm nedenlerindedir ve ilk 24-48 saat içerisinde sıktır (40). Sağ kalan hastaların üçte ikisinin yaklaşık yarısında nörolojik defisit ve depresyondan kaynaklanan yetkinlik kaybı görülmektedir (10). SAK öyküsü olan hastaların %16' sında ileriki yaşamlarında yeni anevrizma bulunur (42).

2.2.2. Klinik:

Asıl SAK gelişmeden bir ile üç hafta önce hastaların %34 ile 59' unda uyarıcı belirtiler ortaya çıkar. Bunlar anevrizmanın genişlemesine bağlı; baş ağrısı, kranial sinir tutulumları, görme bozuklukları; sızıntı şeklinde kanamalara bağlı; ani başlayan şiddetli baş ağrısı, bulantı, ense ağrısı, sırt ağrısı, fotofobi, letarji, küçük iskemilere bağlı; geçici iskemik atak, fokal nörolojik belirtiler olarak sayılabilir. Asıl belirtiler ise kanamanın ağırlık ve hızına göre değişir. Baş ağrısı hastaların %85' inde görülen bir bulgudur. Bulantı, kusma, kısa süreli bilinç kaybı, ense sertliği veya ağrısı, hemiparezi, vertigo, konfüzyon, konvüzyon, işitme kaybı, koma, görme kayıpları, diplopi sayılabilir. Ani

ölümler genelde baziller sisternaya toplanmış kanın beyin sapına bastırması veya artmış kafa içi basıncın hızla kan basıncının üzerine çıkması nedeniyledir (1).



Şekil 4: Subaraknoid kanamaya bağlı sol parietookspitalde sulkuslarda kan elemanları (10).

2.2.3. Risk faktörleri:

Travma dışı subaraknoid kanamada genetik faktörlerin önemli olduğu kabul görmüştür. Özellikle anevrizmal SAK' ların %10' unda aile hikayesi olduğu gösterilmiştir. İki kuşak öncesinde SAK oluşu, SAK ihtimalini 4 kat artırır (43). Yapılan çalışmalarda serebrovasküler – kardiovasküler fizyoloji ile ilgili kromozom 19q13.2 geninin etkinliği gösterilmiştir (44). Otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı ve Ehler Danlos hastalığı ile intrakraniyal anevrizma arasında bağlantı olduğu izlenmiştir. Ayrıca sigara, yüksek tansiyon, yoğun kafein ve alkol alımı, hormon replasman tedavisi, siyah ırk, diyabet, kokain, ağır fiziksel aktivite predispozan faktörlerden sayılmıştır (37, 44, 45, 46, 47). Yukarıda sayılan predispozan faktörlerin çoğu hipertansif değişiklikler yaparak; var olan anevrizmada hemodinamiyi bozar ve kanamaya neden olur (44). Norveç' te 22 yıl süren ve 74.977 katılımcıyı kapsayan bir çalışmada (47) sigara, alkol, kahve kullanımı SAK ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Şaşırtıcı olarak bu çalışmada BMI yüksek olan obez hastalarda artmış serum kolesterol düzeyine bağlı olarak azalmış SAK insidansı gösterilmiştir (47). Bir başka çalışmada (46) sigara içenlerde SAK ihtimali sigara içmeyenlere göre iki kat artmış olarak saptanmıştır. Halen sigara içen hastalarda SAK ihtimalinin sigarayı

bırakmış hastalara oranla daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Bu veriler SAK oluşumunu önlemede sigaranın ne kadar önemli yeri olduğunu göstermiştir (44).

2.2.4. Etyolojik faktörler:

Travma dışı subaraknoid kanamaların %80' inde altta yatan anevrizma bulunmaktadır. Daha düşük oranlarda AVM' ler, damarsal anomaliler (kavernöz anjiom, kapiller hemanjiom, kavernöz hemanjiom, AV fistüller, venöz anjiom' lar), primer tümörler (gliom, menenjiom), metastaz (melanom, koryokarsinom, bronşial karsinom), infeksiyonlar (ensefalit, bakteriel menenjit, tbc menenjit), sistemik hastalıklar (vaskülitler, uzun süre uyuşturucu kullanımı, Moya moya, kanama bozukluğu ile seyreden hastalıklar), elektro konvulziv tedavi, valsalva manevrası, preeklamsi, elektrolit bozuklukları neden olarak sayılabilir. %10-20 vakada ise nedeni bilinmeyen perimezensefalik SAK görülür. Bunlar genelde selim bir gidiş gösterir. Kanamanın tekrarı ve mortalite %3' ün altındadır (1). Bunu genelde kapiller ya da venöz kaynaklı bir kanama olduğu kabul edilmiştir (41, 10).

2.2.5. Komplikasyonlar:

En önemli komplikasyon vazospazmdır. Hastaların %40' ında görülür (2). Anevrizma rüptürüne bağlı kanamalarda daha sık görülür. Rüptürü takiben gelişen ve çeşitli derecelerde damar lümeninin daralması ile karakterize mortalitesi ve morbiditesi yüksek fizyopatolojik bir olaydır. Adrenerjik sinir sisteminin nörojenik ve arter duvarının primer miyojenik cevabı ile kandan serbest kalan maddelere karşı damar duvarının farmakolojik reaksiyonu olarak belirtilmiştir. Vazospazmın ilk dönem yanıtları trombositler tarafından dolaşıma verilen serotonin ile sağlanmaktadır. Ayrıca, stres ve korku ile artan sempatik aktivitenin de vazospazma katkısı olduğu bildirilmiştir. Serotoninin etkisi yaklaşık 24-36 saat sonra azalmakta, eritrosit ve hemoglobin yıkım ürünlerinden açığa çıkan spazmojenik proteinler yoluyla vazospazma ve serebral perfüzyon azlığına neden olmaktadır (48). İlk epizottan 4-14 gün sonra sık görülür. 5-7' inci günler arasında pik yaparlar (10). Radyolojik olarak %30-70 oranında görülmesine karşın, klinik belirtiler yalnızca hastaların %20-30' unda gelişir (1). Bu nedenle hastaların tanısı için yapılan dijital subtraksiyon anjiyografi (DSA) tetkiki vazospazmı

da görebilmek için bu günlere uygun biçimde planlanır (9). SAK' ı izleyen 3-4 gün içinde vazospazm gerek klinik, gerekse radyolojik olarak nadir görülür. Erken vazospazm oranı son çalışmalarda %10 olarak belirtilmiştir. Ayrıca erken vazospazm hipertansiyon ya da daha önce SAK geçirme öyküsü olan hastalarda, büyük anevrizması olanlarda, beraberinde intraserebral veya intraventriküler kanaması olanlarda daha sık görülür. Nörolojik gidişi kötü etkilemesi, serebral infarkta neden olması ve sonraki üç ayda prognozu olumsuz etkilemesi nedeniyle erken vazospazm önemlidir (49). Vazospazma bağlı erken dönemde akut iskemik değişikliklere %30 oranında saptanmıştır (48). İlk epizottan 10-12 gün sonra semptom olmayan hastalarda genelde ileriki dönemlerde semptom olmaz. Hastaların nörolojik durumları ağırlaştıkça vazospazm ihtimali de artmaktadır. Ayrıca vazospazm ile ölüm oranları da yakından ilişkilidir. Spazm olmayan hastalarda ölüm oranı %9.2 iken, lokal vazospazmı olanlarda %15.5 ve diffüz olanlarda %22 oranında ortaya çıktığı dikkati çekmiştir (1). Birçok merkezde yapılan çalışmaların ortalama sonuçlarına göre vazospazma bağlı ölüm ve kalıcı sakatlık oranları %7 olarak belirtilmiştir. Vazospazm sonrası gelişen klinik tablo spazmın derecesine, şiddetine, lokalizasyonuna ve yaygınlığına göre değişir. En çok kanama alanı ve çevresindeki damarlarda gelişir (48). Spazm genelde birkaç dalgalanma gösterdikten sonra birkaç gün içerisinde geriler (10).

Diğer komplikasyonlar ise kafa içi basınç artışı, iskemi ve infarktüs gelişimi, hidrosefali olarak sayılabilir (1). Hidrosefali; kanamanın hemen ardından akut olarak ya da 1-3 hafta gibi daha geç dönemde gelişir. Akut hidrosefali gelişimi ventriküllerin içindeki kanın miktarı ile ilişkilidir ve hastaların %15-20' sinde görülür (10). Geç dönemde subaraknoid aralıkta yaptığı yapışıklıklarla BOS dolanımında oluşturduğu blokoja bağlıdır. Yaklaşık %10-20 olguda kommunikan hidrosefali gelişir (10, 50). Diğer komplikasyonlar ise temelde vazospazma sekonder gelişen komplikasyonlardır (1).

Ayrıca hastaların %5-10' unda hastaneye yatış sürecinde, %10' unda ise taburcu olduktan 1 yıl sonra nöbet gelişimi olabilir. Nedeni net açıklanamamakla birlikte kan pıhtılarına sekonder olduğu düşünülmektedir (10).

2.2.6. Tanı:

a-Lomber Ponksiyon (LP) : SAK kliniği olan hastalarda BOS incelemesi, bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT)' nin kullanım alanına girmesine kadar tek tanı

yöntemi olarak kullanılmıştır. Subaraknoid kanamalı hastada BOS rengi akut dönemde kırmızı, birkaç gün sonra ksantokromik görünümündedir. Ksantokromik görünüm; açığa çıkmış hemoglobinin hemolizi ile BOS' a karışan oksihemoglobin nedeni ile oluşur (1). BOS' da kanın veya ksantokrominin görülmesi tanıyı doğrular. Ancak ksantokrominin ortaya çıkması 12 saati bulabilir (10). SAK' lı hastadan alınan hemorajik BOS santrifüj edilecek olursa üstte kalan sıvının ksantokromik olduğu görülür. Travmatik ponksiyonla alınan hemorajik BOS' da ise santrifüj sonrası ksantokromi görülmez. Ayrıca BOS 3 tüpe alındığında travmatik ponksiyonda renk giderek açılır ve sıvı koagülasyon gösterir, oysa spontan SAK' ta sıvı hep aynı renktedir ve koagüle olmaz. Ayrıca BOS' ta kimyasal menenjitte bağlı pleositoz ve düşük glukoz düzeyleri görülebilir (10). BOS' da makroskopik kan 10-14. günlerde, ksantokromi ise 20-30. günlerde kaybolur. Yeniden kanama durumunda BOS' da tekrar taze kan belirir. BOS' un alınması ile subaraknoid aralıkta basınç dinamiklerinin değişmesine bağlı olarak kafa içi basınç dinamikleri de değişime uğrayabilir ve bu durum herniasyona yol açar. Özellikle intraserebral hematomu olan olgularda bu durum ciddi tehlikeler doğurabilir (50).



Şekil 5: Beyin ödemi. SAK sonrası hastanın gri ak madde ayrımı yapılamıyor. Sulkuslar silik, beyin ödemiyle uyumlu görünüm izlenmektedir. 18 gün sonra bunların gerilediği izlenmiştir (10).

b-BBT: Erişilebilirliği ve kolaylığı nedeniyle SAK teşhisinde ilk tercihtir (10). BBT ile sisternalarda kanın varlığı, yeri, yaygınlığı, kanamaya neden olan lezyon, olası komplikasyonlar ayrıntılı bir şekilde gösterilebilir. Kanamanın nerede yoğunlaştığını

belirleyerek olası anevrizma lokalizasyonunu tesbit etmeye yardımcı olur (1). İnterhemisferik fissür ve lateral ventrikülde kan en çok PKoA anevrizması ile uyumludur. Silviyan fissürde kanama en çok OSA; dördüncü ventrikülde kan ise PISA anevrizması ile uyumludur (41). SAK açısından BBT duyarlılığı 24 saat içerisinde %90-95, üç gün içerisinde %80 ve bir haftada %50' dir (10). Herniasyon olan olgularda LP yapılamayacağı için BBT daha da önem kazanır. Kanamayı izleyen birkaç saat içerisinde BBT' de sisternalar içinde kanı görmek mümkündür ve bu kan elemanları genelde ilk haftadan sonra tamamen kaybolur. BT de gösterilen kan miktarıyla (1mm' den kalın kanama) vazospazm arasında anlamlı ilişki olduğu gösterilmiştir (1). SAK' in en önemli nedeni olan anevrizma tanısında da BBT ve bilgisayarlı tomografik anjio (BTA)' nun önemli yeri vardır. BBT ile SAK' a eşlik eden parankimal hematoma da kolaylıkla tanınabilir. Anevrizma kanaması sonrası hematoma %30-40 oranında görülür. PKoA ve OSA anevrizmaları en sık hematoma neden olan anevrizmalardır. Bu nedenle SAK ve hematoma olan hastalarda PKoA ve OSA iyi değerlendirilmelidir. Ayrıca BBT takibi ile, komplikasyonlar yanında yeni kanamalar da saptanabilir (1).

c-serebral anjiyografi (DSA): SAK tanısı BBT ile konulduktan sonra; kanamanın esas nedeninin araştırılması ve tedavinin düzenlenmesinde anjiyografi önemli yer tutar. Anevrizma tanısı için en kesin yöntemdir. Tedavinin planlanmasında, anevrizmanın yeri, büyüklüğü, yönü, boyun-tepe yapısı, çevre damarlarla ilişkisi; AVM' lerde lokalizasyon, kitleye giren besleyici ve boşaltıcı damarı oldukça iyi gösterir. Ayrıca vazospazm gibi komplikasyonlar, kollateral dolaşıma ait görünüm, eşlik eden başka vasküler anomali olup olmaması, rüptüre olmamış ek anevrizma varlığı da anjiyografi ile gösterilebilir (1). Vazospazm, lokal tromboz ya da teknikteki yetersizlik yanlış negatif anjiyogramı neden olabilir (%15) (41). Bu nedenle ilk incelemede anjiyo gramı negatif olan hastalara 1-2 hafta sonra bir takip incelemesi yapılmalıdır. Bu olguların yaklaşık %5' inde anevrizma varlığı ikinci incelemede gösterilebilir (10).

d- MRG: SAK tanısında FLAIR sekanslarda sulkuslarda artmış intensite izlenir. Bunun nedeni BOS' un T2' de sinyalini arttıran kan proteinleridir. Konvansiyonel T1 ve T2' de akut SAK görülmez. MRG ya da MRA' da multipl anevrizma varsa, SAK sonrası hangi anevrizmanın kanadığının belirlenmesinde MRG yardımcı olabilir. Kanamış olan anevrizmanın duvarı ya da çevresinde methemoglobine ait yüksek intensite izlenebilir. Anevrizma ve AVM tanısında da MRG kolaylık sağlar (41). Ancak SAK tanısında kolay erişilebilir ve hızlı olması nedeniyle ilk tercih BBT' dir (1, 10, 41).

2.2.7. Klinik derecelendirme:

Hastaların klinik tabloların derecelendirilmesi amacı ile değişik sınıflamalar yapılmıştır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan derecelendirme sistemleri Botterel (1965); Hunt- Hess (1968) ve M.G. Yaşargil tarafından tanımlanmış sınıflandırmalardır (50).

Tablo 1: Botterell sınıflandırması (1)

- Grade 1:** Bilinci açık, bazen meningeal belirtileri olan hastalar
- Grade 2:** Uykuya eğilimli, nörolojik bozukluğu olan hastalar
- Grade3:** Uykuya eğilimli, nörolojik bozukluğu olan hastalar.
Bazen intraserebral hematom da birlikte bulunur.
- Grade 4:** Bilinci kapalı, nörolojik bozukluğu olan hastalar
- Grade 5:** Derin koma, deserebrasyon rijiditesi olan hastalar

Tablo 2: Hunt-Hess sınıflandırması (1)

- Grade 1:** Asemptomatik veya hafif baş ağrısı ve ense sertliği olan hastalar
- Grade 2:** Ota şiddette baş ağrısı ve ense sertliği olan, fakat kraniyal sinir felci dışında nörolojik bozukluğu olmayan hastalar
- Grade 3:** Uykuya eğilimli, konfüzyon veya orta derecede fokal bozukluk gösteren hastalar
- Grade 4:** Stupor, ortadan aşağıya varabilen hemiparezi, rijidite şeklinde kasılmalar ve vejetatif bozuklukları olan hastalar
- Grade 5:** Derin koma ve deserebrasyon rijiditesi olan hastalar

Tablo 3: Yaşargil sınıflandırması (1)

Grade 0: a.Kanamamış anevrizma

b.Kanamamış anevrizması. Fakat nörolojik defisiti olan hastalar

Grade 1: a.Kanaması olan asemptomatik hastalar

b.Açık ve oryante, meninjizmi olmayan, fokal nörolojik defisit gösteren hastalar

Grade 2: a.Kanama sonrası bilinci açık, meninjizm olan hastalar

b.Yukarıdakilere ek olarak nörolojik defisiti olan hastalar

Grade 3: a.Uykuya eğilimli, konfüzyonda ve dizoryante hastalar

b.Yukarıdakilere ek olarak nörolojik defisiti olan hastalar

Grade 4: Semikomada, ağrıya cevap veren, pupillalarda ışık reaksiyonu olan,

arada ekstansiyon şeklinde kasılmalar gösteren hastalar

Grade 5: Komada, pupilla reaksiyonu olmayan, ekstansör kasılmalar gösteren, ağrıya cevap vermeyen, vital belirtileri bozuk olan hastalar

Tekrar kanama da kliniği ileri derecede bozan bir durumdur. Kanamadan sonraki ilk 24 saat içinde en yüksektir (%4) ve bunu izleyen 4 hafta süresince yüksek seyrederek (günde yaklaşık %1 ile 2). Tedavi edilmeyen hastaların kümülatif tekrar kanama riski 2 haftada %20, bir ayda %30 ve 6 ayda %40' tır (2, 10). Kötü klinik evre ve anevrizma boyutu tekrar kanama açısından önemli risk faktörleridir. Tekrar kanama gözlenen hastaların prognozu kötüdür. Bu hastaların %50' si kısa sürede yaşamını kaybederken, %30' unda ölüm görülen komplikasyonlar sonucudur. Tekrar kanama kontrol edilemeyen hipertansiyon ve yırtılma noktasındaki endojen pıhtı fibrinolizi nedeniyle oluşur (10).

2.2.8. Tedavi:

Subaraknoid kanamalı hastalarda tıbbi ve cerrahi tedavi iç içe girmiş gibidir. Günümüzde cerrahi veya endovasküler tedavide mortalite %5' e kadar inmiştir. Bu nedenle klinik durumu uygun olan cerrahi veya endovasküler girişim için uygun zaman seçilen anevrizmalı hastalarda; girişime kadar geçecek sürede kafa içi basıncını düşürmek, yeni kanamayı önlemek, vazospazmın etkilerini azaltmak için tıbbi tedavi önem kazanmaktadır (1).

Tıbbi tedavi: Yatağın başucu 30° yukarıda olacak şekilde en az üç hafta yatak istirahati verilir. Hastanın gereksinimlerini yatağında görmesi istenir. Konstipasyonu önlemek için medikal tedavi başlanır. Diğer tedavi planları hastanın semptomlarına uygun olarak düzenlenir (antiepileptikler, beyin ödemi tedavileri, gerekirse yoğun bakım takibi) (1, 50).

Endovasküler tedavi (EVT): SAK nedeninin anevrizma ya da AVM olduğu durumlarda planlanır. Mikrokater ve kılavuz teller ile yeni endovasküler oklüzyon sistemlerindeki gelişmeler bazı seçilmiş olgularda endovasküler yaklaşımı tercih edilir hale getirmiştir (1). İlk kez 1974' te latex balonlar ile uygulanmıştır ve 1990' lı yılların başında cerrahi kliplmeye alternatif bir yöntem olarak kabul edilmeye başlanmıştır (10). Günümüzde intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde en sık kullanılan yöntem mikrokoillerdir. Hafızalı sarmallardan oluşan bu sistemde anevrizmanın içerisine mikrokaterlerle girilmekte ardından koiller mekanik olarak ya da elektroliz yardımı ile bırakılmaktadır. Kılavuz tellerin ucuna yerleştirilen koiller ideal pozisyon bulunana kadar ilerletilip, anevrizma içine yerleştirilebilir. Sonrasında bu koiller elektrik akımı kullanılarak trombojenik hale getirilmektedir. Önceleri intraanevrizmal bırakılabilir balonlar tedavide kullanılmışsa da bu yöntem düşük başarı oranı ve yüksek revaskülarizasyon nedeniyle artık terk edilmiştir. Balon oklüzyon yöntemi günümüzde kliplenemeyen dev anevrizmaların tedavisinde komşu arter kapatılmasında kullanılmaktadır (1). EVT, olguların %80-90' ında dar boyunlu anevrizmaların kısa sürede obliterasyonunu sağlamakta ve komplikasyon riski %9 düzeyinde izlenmektedir. Daha geniş boyunlu anevrizmalarda bu yöntem daha az uygulanabilir. Çünkü tam obliterasyon sağlamak zordur ve koiller ya da trombüs hareket ederek infarkta neden olabilir. Geniş boyunlu anevrizmalarda esnek bir stent anevrizmanın köken aldığı damara yerleştirilir, ardından koiller stent içinden anevrizmaya ulaştırılır. EVT, özellikle ilk başvuru anında klinik tablosu ağır hastalarda ve ileri yaştaki hastalarda daha fazla tercih edilmektedir. Çünkü bu hasta grubu kraniyotomiye rahat tolere edemez ve çoğu zaman eşlik eden başka hastalıkları vardır. Endovasküler tedavi hasta için daha az travmatik olmakla birlikte hastaların post operatif iyileşme süresi klasik cerrahi yöntemle

göre oldukça kısadır. Bu nedenle de hastalar hastane enfeksiyonlarından korunabildiği gibi, orta yaşlarda daha sık rastlanan bu hastalığa bağlı iş gücü kaybı da azaltılmış olur. Posteriyor dolaşım anevrizmaları olan hastaların cerrahisi yüksek risk taşıdığından bu hastalarda da EVT tercih edilir (51). Distal anevrizmalarda da cerrahi ulaşılabilirlik az olması nedeniyle EVT tercih edilir (52). EVT işlemi sırasında oluşabilecek komplikasyonlar; anevrizma duvarının tel veya koil tarafından delinmesi, tromboemboli ve spontan kanamadır (1). Trombojenik olayların EVT' de daha fazla olabildiği bildirilmiştir (51). Uluslararası subaraknoid kanama anevrizma çalışmasında (10) 2.134 hastada cerrahi ve EVT tedavi karşılaştırılmış; anevrizmalarda işlem sırasında spontan kanama ihtimalinin EVT' de cerrahi işleme göre daha az olduğu bildirilmiştir. Koil işlemi sırasındaki ortalama komplikasyon riski %2-5 arasındadır (20). EVT' nin dezavantajları; yıllar sonra koilin sıkışmasından ve rezidüel boyun bölgesinde anevrizmanın tekrar gelişmesinden kaynaklanabilecek yeni kanama potansiyeline sahip olmasıdır (21). Koil ile tedavi olmuş hastaların %20' sinde anevrizmanın tekrar vaskülarizasyonu görülebilir. Bu oran özellikle ilk bir yıl içinde en fazladır ve anevrizmanın çapı arttıkça artar (53). Bu nedenle koil ile tedavi edilen hastalara yıllık ya da 6 ayda bir anjiyografi kontrolü yapılır (54).

Cerrahi tedavi: 1938' de ilk cerrahi klip operasyonu uygulanmıştır (55). O zamandan günümüze kraniyotomi ile klip yerleştirilmesi anevrizmanın kesin tedavisi olarak kabul edilmiştir. Ancak son zamanlarda EVT giderek daha popüler hale gelmekte ve cerrahi tedavinin yerini almaya başlamaktadır. Akut anevrizma rüptürü durumunda cerrahi klip uygulaması %5-10 oranında mortalite ve morbiditeye sahiptir. Klip uygulamasından sonra anevrizma tam obstrüksiyon gösteriyorsa tekrar kanama riski son derece düşüktür (10). Bu oran tedavi sonrası 10 yıl içinde yaklaşık %3 olarak ölçülmüştür. Ancak cerrahi sonrası kanamalar genelde ek anevrizmalardan kaynaklanır (54). Cerrahi işlem sonrası epilepsi, enfeksiyon, pulmoner komplikasyonlar daha sıktır (51).

Johnston ve ark. (53)' larını cerrahi ve koil ile tedaviyi karşılaştırmış ve morbidite oranını cerrahi grupta %18.5 koil grubunda %10.6; mortalite oranını cerrahide %0.4, EVT' de %2.3 olarak bildirmiştir.

2.3. İNTRAKRANİYAL ANEVRIZMALAR:

Anevrizma sözcüğünün kökeni Yunanca' dır ve genişleme anlamına gelir. Anevrizmalar, damarlardan gelişen ve daha çok bunların dallanma noktalarında bulunan, balon şeklinde kalıcı dilatasyonlardır. Gerçek anlamda ilk anevrizma tanısı 1765' te Biuni tarafından yapılmıştır. 1814' te Blackall ilk kanamış anevrizmayı bildirmiştir. Anevrizma tanısı anjiyografinin bulunması ile hızlanmıştır ve ilk anjiyografik anevrizma gösterilmesi 1935' te gerçekleşmiştir (1).

2.3.1. Epidemiyoloji:

Otopsi serilerinde yapılan çalışmalara göre rüptüre olmamış anevrizma oranı %1.3-7.9 arasında değişmektedir (2). Ortalama toplumda tanısı konmamış anevrizma oranı ise %4.1' dir. Girişimsel olmayan serebrovasküler görüntüleme metodlarının gelişmesi ile bu oran artmaktadır (56). En sık 40-70 yaşları arasında görülmektedir. Ortalama görülme yaşı ise 50' dir. Ortalama kanama yaşı kadınlarda 54.9, erkeklerde 46.3' tür. 30 yaşın altındaki anevrizmalar daha çok inflamatuvar veya arteriovenöz anevrizmalardır. 80 yaşın üzerinde anevrizmada kanama görülmesi oldukça seyrekir (1).

2.3.2. Patogenez ve etyoloji:

Anevrizmanın nereden kaynaklandığını, nasıl gelişip büyüdüğü ve hangi koşullar altında kanadığı bugün için açıklık kazanmamıştır. Oluş şekli için birleşilen ortak nokta, lezyonun gelişmesinde doğumsal birtakım bozukluklar üzerine eklenen hemodinamik ve dejeneratif faktörlerin beraberce etkin olduğu kabul edilmiştir. Anevrizmalar insan bedeninde en sık beyinde görülmektedir. Ancak yapılan çalışmalar henüz bunun nedenini net olarak açıklayamamıştır. Anevrizma oluşumunda temel neden media tabakasında zayıflık olarak gösterilmektedir (1). Anevrizma duvarında yalnızca intima ve adventisya ile bu tabakalar arasında değişen miktarlarda fibrohiyalin doku bulunur (2, 41). Anevrizmaların bifurkasyonlarda sık olmasının nedeninin de bu alanlarda embriyolojik olarak mediada zayıflık olması ve bu düzeyde maksimum hemodinamik stres olmasıdır (55, 57). Mediada zayıflık yanında, iç elastik laminada da bozukluk olması beklenir. Bu da konjenital ya da dejenerasyona bağlı olabilir. Yine bifurkasyon düzeyleri mikroskopik olarak incelendiğinde bu alanlarda küçük delikler ve %46 oranında kısmen daha büyük delikler saptanmıştır. Anevrizmalar bu deliklerden başlar.

Ayrıca anevrizmaların, aterosklerozun en sık olduğu yaşlarda meydana gelmesi patogeneizde aterosklerozun önemli bir yeri olduğunu göstermektedir (1).

Tablo 4: İntrakraniyal anevrizma etyolojileri (55).

<p><u>Sık nedenler:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Hemodinamik nedenlerle oluşan dejeneratif değişiklikler• Ateroskleroz• Vaskülopati (fibromusküler anjiyopati)• Yüksek akımlı olaylar (AVM, fistül) <p><u>Daha nadir nedenler:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Travma• Enfeksiyon• İlaç kullanımı• Neoplazm
--

2.3.3. Anevrizmada büyüme:

İntrakraniyal anevrizmaların zaman içinde büyüdüğü anjiyografik olarak kanıtlanmıştır. Elastik tabakası zayıf, kas tabakası olmayan damar duvarında nabız atımına bağlı basınç artışı gerginlik yaratır ve büyümeye neden olur. Ayrıca kese içindeki türbülant akım ve sistol diyastolde kan akımının yönünün değişmesi büyümede etkilidir (1, 19). Kese duvarı içinde küçük kanamalar duvarı daha da zayıf hale getirir ve anevrizma lobule hale gelir. Anevrizmanın lokalizasyonu da büyüme de etkilidir. Örneğin karotid interna anevrizmaları çevresinde solid beyin dokusu olmaması ve kan akımının doğrudan gelmesi nedeniyle daha hızlı büyür (1). Son çalışmalar anevrizma ve komşu arter arasındaki geometrik ilişkinin de büyümede önemli olduğunu göstermiştir (2, 41, 55).

2.3.4. Anevrizmada kanama:

Anevrizmaların yıllık rüptür oranı %0.5-2 arasında olduğu tahmin edilmektedir (41). Zamana bağlı rüptür oranları ise; ilk 5 yıl için yılda %1.2, 5 ile 10 yıl arası yılda %0.6, 10 yıldan sonra yılda %1.3 olarak raporlanmıştır (58). Anevrizmada kanama, duvarın en zayıf olduğu yerden olur. Bu da %84 olguda fundustandır. Kanamalar %2 boyundan, %14 gövdeden gelişebilir. Aterom olan olgularda kanama bu lezyona yakın yerdendir. Anevrizmaların %25' i hiç kanamaz ve otopsilerde ortaya çıkar (1).

Tablo 5: Yırtılmamış anevrizmaların boyut ve lokalizasyonuna göre 5 yıllık kümülatif kanama oranları (10).

Anevrizma boyutu	7mm'den küçük, önceden SAK yok.	7mm'den küçük, önceden SAK var.	8-12 mm	13-25 mm	25 mm üzeri
Kavernöz Karotid Arter	0	0	0	%3	%6.4
ASA, OSA ve İKA (intrakavernöz değil)	0	%1,5	%2,6	%14,5	%40
PKoA, PSA	%2,5	%3,4	%14,5	%18,5	%50

Kanamamış anevrizmalar genelde 6mm' den daha küçüktür (10). Kanama için kritik büyüklük 4-7 mm' dir (55). Çap arttıkça kanama riski de artmaktadır (59, 60). Ancak 30 mm' nin üstündeki anevrizmaların içinde laminalar şeklinde trombus geliştiğinden kanama olasılığı düşüktür. Bu tür anevrizmalar daha çok kitle etkileri ile kendilerini gösterirler (1, 61). Kanamaların nasıl ve hangi koşullarda ortaya çıktığı tam olarak bilinmemektedir. Ancak anevrizmanın büyüklüğü, yüksek tansiyon ve çevresel

faktörlerin etkili olduğu kabul görmüştür (1). Hastaların %10' unun uyku sırasında, %27' sinin ağır yük kaldırma, %5' inin defekasyon-öksürme, %20' sinin araba kullanma gibi aktiviteler sonrası geliştiği görülmüştür (62). Posteriyor dolaşıma yerleşen anevrizmaların da anterior dolaşıma oranla daha fazla rüptür ihtimali taşıdığı bildirilmiştir (54). 30.204 hastada yapılan bir metaanaliz çalışmasında (63) anterior dolaşımda kanama ihtimali %0.46 iken; posteriyor dolaşımda %1.46 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca hastanın daha önce kanamış anevrizmasının olması tekrar kanama açısından artmış riski gösterir (42). Dar boyunlu anevrizmalarda jet akım daha fazla olduğu için rüptür riski yüksektir (63). Bayan olmak, Japon veya Finlandiya kökenli olmak, ileri yaş, anevrizma boyutu, eski SAK öyküsü rüptür açısından risk faktörleridir (58, 59, 64). Yedi mm' den küçük asemptomatik anevrizmalarda kanama ihtimali oldukça düşüktür (10). Willis poligonunda asimetri ve anomalide karşı tarafta akım paternini bozarak anevrizmaya neden olabilir (32, 33, 64, 65). Eliptikal, multilobule anevrizmalar rüptüre daha meyillidir (64).

2.3.5. Anevrizmaların trombozu:

Anevrizmaların boyun ve fundusunun geometrik özelliğine bağlı olmak üzere, içinde trombus gelişebilir. Kese hacmi ile boyun genişliğinin birbirine oranı önemlidir. Geniş bir kese içine dar bir boyundan kan geliyorsa trombus kaçınılmazdır. Trombus oluşmasında etkili diğer faktörler ise anevrizmanın boyutu, serebral vazospazm ve intimanın yapısıdır. Anevrizma içinde trombus gelişmesi ile lezyonların anjiyografik tetkiklerde kaybolduğu ve bunların bir kısmının zaman içinde rekanalize olarak tekrar görüldükleri bilinmektedir. Bu şekilde ikinci anjiyografide anevrizmanın kaybolma oranının %3 olduğu bildirilmiştir. Anevrizmada trombusün rastlanma oranı otopsi serilerinde %9 -15 arasında değişmektedir. Dev anevrizmalarda ise bu oran %55' e kadar çıkmaktadır. Anevrizma trombozu, kendini embolik infarkt ile gösterebilir. Eğer hastada yeni bir kanama ya da vazospazm yoksa ve infarkt geliştirse; anevrizma içi trombüsten kopan bir embolinin buna neden olması muhtemeldir (1, 57, 60, 61).

2.3.6. Anevrizmaların sınıflandırılması:

İki ayrı sınıflama tanımlanmıştır. Bunlar Yates' in ve Yaşargil' in morfolojik özelliklerine göre yaptığı sınıflamalardır.

Tablo 6: Yates sınıflaması (1)

1. Sakküler (berry) anevrizmaları
2. Aterosklerotik fusiform anevrizmalar
3. Mikotik anevrizmalar
4. Travmatik anevrizmalar
5. Charcot-Bouchard' in mikro anevrizmaları

Tablo 7: Yaşargil sınıflaması (1)

Sakküler anevrizmalar; mikotik, sfilitik, travmatik ve dissekan dahil
Fusiform anevrizmalar

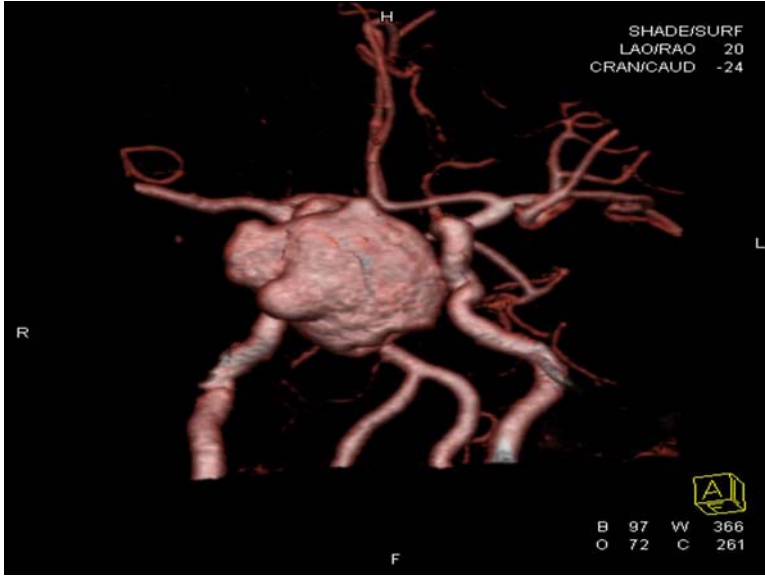
Sakküler anevrizmalar: Bu anevrizma grubu olguların %90' ından fazlasını kapsamaktadır. Arterin bir kenarından kese şeklinde genişleme ile oluşurlar. Arterin bifurkasyon noktasından ya da küçük bir yan dalın çıkma noktasından gelişir. Bu anevrizmalar boyutlarına göre sınıflara ayrılır.

Tablo 8: Boyutuna göre sınıflama (1)

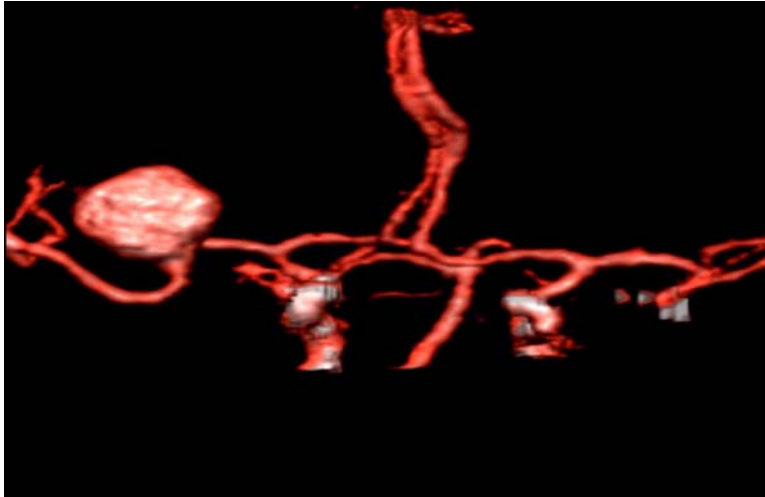
Berry anevrizmalar: 2 mm' den küçük
Küçük anevrizmalar: 2 - 6 mm arası
Orta boy anevrizmalar: 6 - 15 mm arası
Büyük anevrizmalar: 15 - 25 mm arası
Dev anevrizmalar: 25 - 60 mm arası

Morfolojik olarak anevrizmalar bir kese bir boyundan oluşur. Kese kısmı unilobe, bilobe ya da multilobuler şekilde olabilir. Kese duvarında kalınlaşmadan ileri gelen düzensizlikler ve duvar kalınlaşmaları görülebilir. Trombüs, kese içinde ateromatöz

plaklar ve kalsifikasyonlar görülebilir. Boyun kısmı dar veya geniş olabilir. Bazen genişlik o kadar fazladır ki; kese boyun ayrımı net yapılamaz (1). Dev anevrizmalar, tüm intrakraniyal anevrizmaların %5-7' sini oluşturur (2, 61). Bazen bu oran %13' ü bulabilir. Dev anevrizmaların en sık lokalizasyonu İKA' nın intradural kavernöz segmentidir (2). Diğer anevrizmalardan farklı olarak anterior ya da posterior lokalizasyonda olmasına göre kanama riskinde artış izlenmez. Dev anevrizmaların radyolojik olarak boynunun gösterilmesi karotid-oftalmik ve İKA bifurkasyon düzeyinde oldukça zor olabilir (51).



Şekil 6: Sağ İKA' da dev anevrizma



Şekil 7: Sakküler anevrizma

Fusiform anevrizmalar: Tüm anevrizmaların %7 sini oluşturur (2). Karotid interna ve baziller arterin ektazik genişlemeleri, yaygın ateroskleroza olan hastalarda sıklıkla

rastlanan bir olgudur (41). Düzensiz genişlemeler nedeniyle çevre dokular ve sinirler basılabilir (10). Histolojik olarak, elastik membranda hiyalin dejenerasyon ve fibrozis, kolesterol depolanması, seyrek olarak da intima kanaması ve inflamatuvar hücrelerin infiltrasyonları görülebilir (66). Karotis internanın fusiform genişlemesi genelde arterin intrakavernöz bölümünde çıkar ve hemen hemen hiç kanama yapmazlar. Vertebrobasiller sistemden çıkanlarda ise, trombüs gelişebilir. Buna bağlı olarak beyin sapı veya serebellumda akut infarkt görülür (1).



Şekil 8: Baziller arterde fusiform anevrizma

Mikotik anevrizmalar: Bakterilerin çeşitli yollarla bir damarın media tabakasına gelip yerleşmesi ve burada nekroz yapması sonucunda gelişen anevrizmalara denir. Söz konusu lezyonlara daha çok genç yaşlarda rastlanmaktadır. Olguların %90' dan daha fazlası 40 yaşın altındadır. Genelde endokardit gibi kronik enfeksiyonlar, böyle anevrizmaların oluşumunda önemli rol oynamaktadır (1, 10). Bakteriyel endokarditi olan hastalarda %10' unda mikotik anevrizmalar görülür. Ancak anjiyografi rutin olarak uygulanmadığı için insidans olduğundan daha düşük hesaplanmaktadır (10). Bu anevrizmalar en sık orta serebral arterin periferik dallarını tutar (41). Sayısal olarak genelde birden fazladır. Asemptomatik bir gidiş gösteren bu lezyonlar, ancak SAK' a neden olurlarsa fark edilirler. Bu grup anevrizmalarda ön planda streptokok ve stafilokokların etkin olduğu görülmektedir. Ayrıca sfiliz, parazitler gibi nedenlerde etken olabilir. Endokarditi olan hastada distal dallarda anevrizma görülmesi çok yüksek oranda mikotik anevrizmayı akla getirir. Ancak proksimal dallarda anevrizma varsa; berry anevrizmalar ile karışabilir. Mikotik anevrizma klinik gidişi çok değişken olmakla

birlikte genel görüş cerrahi veya endovasküler tedavi denenmeden önce antibiyotik tedavisi uygulanması yönündedir (67)

Travmatik anevrizmalar: Delici bir cismin ya da künt kafa travması sırasında dinamik güçlerin damar duvarını zedelemesiyle gelişir. %0.5 gibi bir sıklıkla gelişirler. Gerçek veya psödoanevrizma şeklinde oluşabilir (1, 41).

Dissekan anevrizmalar: Elastik laminada bir zayıflık sonucu elastik lamina ve media ikiye ayrılır. Bu tip anevrizmalarda SAK nadirdir. Daha çok şiddetli baş ağrısı ve intraparakimal kanamalar görülür (1).

İntraparakimal mikroanevrizmalar: Büyüklükleri 1mm civarında olup, parankim içindeki damarlarda yer alır. İleri yaş hipertansif hastalarda görülür. Çok sayıdadırlar. Elastik ve media tabakalarında gelişimsel bozukluklar mevcuttur (1).

2.3.7. Multipl anevrizma:

Damar duvarını yaygın şekilde bozan kollajen doku hastalığı ve inflamatuvar nedenlere bağlı oluşur. Multipl anevrizma sıklığı yaklaşık %15-20 arasındadır (55). Otopsi çalışmalarında bu oran biraz daha yüksektir (1). %75 olguda iki anevrizma bir aradadır. Üç anevrizmanın bir arada olması %15 ve üçten fazla anevrizma birlikteliği yaklaşık %10 dur (55). Çok sayıda anevrizma bir arada ise altta yatan arterit veya kollajenöz hastalık aranmalıdır. Aynı arterde birden fazla lezyonun birlikte bulunma olasılığı %3 olarak bildirilmiştir (1). Kadınlarda anevrizma daha sıktır. Genel oran 5:1' dir. Bu oran üçten fazla anevrizması olan hastalarda 11:1' e yükselir (55). Bilateral, simetrik yerleşim gösteren lezyonlar ise %9-9 arasındadır (1). Bu anevrizmalara ayna anevrizmaları denir (55). Anevrizmaların %1.1 oranında AVM ile birlikte olduğu bildirilmiştir. Bu durumda anevrizma malformasyonu besleyen ana dal üzerinde oluşur (1).

Tablo 9: Artmış anevrizma insidansı ile birlikte olan durumlar (55)

Damar anomalileri Aort koartasyonu Polikistik böbrek hastalığı	Fibromuskuler displazi Bağ doku hastalıkları (marfan,,ehlerdanlos) Spontan diseksiyon ile birlikte
--	--

2.3.8. Anevrizmalarda anatomik dağılım:

Anevrizmalar, damar bifurkasyonlarına ya da ana damardan ayrılan yan dalın çıkış noktasına yerleşir. Parankimal ya da perforan dallarda anevrizmaya pek sık rastlanmaz. Ayrıca periferik dallarda da anevrizma nadirdir. Anevrizmaların %90' ı anterior dolaşımdan kaynaklanır; %8-10' u ise posterior dolaşımda lokalizedir. Ayrıca anterior dolaşım anevrizmalarının daha çok sağda; posterior dolaşım anevrizmalarının ise daha çok solda yerleştiğine dair yayınlar vardır (1). 1990' da yayınlanan Uluslararası İşbirliği Çalışmasında (41) rüptüre anevrizmaların sıklığı şöyle belirtilmiştir; anterior kommunikan - anterior serebral arter (%39), internal karotid arter (posterior kommunikan, oftalmik segment dahil) (%30), orta serebral arter (%22), vertebrobaziller dolaşım (%8). Multipl anevrizma, olguların %20-30' unda ve genelde orta serebral arter lokalizasyonundadır (55).

2. 4. BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ

2. 4. 1. Temel fizik prensipleri:

BT aygıtında tarayıcı, bilgisayar ve görüntüleme ünitesi olmak üzere üç bölüm vardır. Tarayıcı hasta masası ve gantriden oluşur. Gantri içerisinde tüp ve dedektör sistemi bulunur. Masa gantri boşluğu içerisine girip çıkabilir. Her kesit alma işleminden sonra masa bir miktar hareket ettirilir. Bu şekilde hastanın incelenen bölgesinden ardışık kesitler elde edilebilir. BT kesit alma esasına dayanan bir görüntüleme yöntemi olduğu için istenilen kesit kalınlığına eşit kalınlıkta bir x-ışını demeti yeterli olacaktır. Bu nedenle tüpten çıkan x-ışınları kolime edilerek yelpaze şeklinde bir demet haline getirilir. Işın demetinin kalınlığı operatör tarafından ayarlanır. Hasta vücudundan geçen bu x-ışını demeti karşı taraftaki dedektörler tarafından algılanır. Dedektöre ulaşan x-ışınları hasta vücudundan geçerken vücudun değişik dokularında değişen oranlarda zayıflamaya uğrar. Dedektörde saptanan bu zayıflama miktarı bilgisayarlarla değerlendirilir. Birçok matematiksel işlem içeren karmaşık bir süreç sonucu, x-ışınlarının taradığı alanın her noktasının x-ışını zayıflatma değeri hesaplanır. Gelen radyasyonun yoğunluğu ile orantılı bir elektrik sinyali oluşturulur. Bu sinyal dijitalize edilir. Sonrasında görüntü oluşturulur (68, 69).

Bilgisayar ünitesinde tarayıcı sistemden gelen bilgiler, tarama alanını temsil edecek sayılardan oluşmuş bir haritaya dönüştürülür. Bu işleme yeniden kurma adı verilir. Tariflenen bu haritanın eleman sayısı matris olarak ifade edilir ve cihaz üreticileri tarafından belirlenir. Örneğin 520x520 matrisde 520 satır ve 520 sütün vardır. Bu harita elemanlarının her birine sahip oldukları rakamsal değere bakılarak gri skaladan bir renk kodu verilir. Bilgisayar ekranında gördüğümüz resim aslında renk ile kodlanmış harita elemanlarından meydana gelen birçok noktacıktan oluşmuştur. Bu noktacıklara piksel denir (14, 68).

2. 4. 2. Çok kesitli BT (ÇKBT):

Çok kesitli BT, tüm voksellerinin 3 boyutu birbirine eşit olan izotropik ve yüksek uzaysal rezolüsyonlu hacimsel veriler sağlar. Bu şekilde bu veriler üzerinden reformat görüntüler elde edilebilir. Ayrıca ÇKBT ile hastanın bir nefes tutma süresi olan yaklaşık

25-30 sn içerisinde geniş tarama alanlarında çekim yapılabilir. Bu da solunum ve harekete bağlı artefaktları minimuma indirir (70).

Bilgisayarlı BT fiziğinde çığır açan bir gelişme olan ÇKBT' nin bugünkü durumuna ulaşması BT teknolojisinde bazı öncü gelişmelerle gerçekleşmiştir. Helikal taramanın geliştirildiği 1989 yılından sonra 1992' de 1mm' nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Aynı yıl bugünkü ÇKBT teknolojisinin öncüsü çift dedektörlü helikal BT' de geliştirilmiştir. 1993' te gerçek zamanlı BT' nin kullanıma sokulması ile; BT floroskopi altında biyopsi işlemlerin yapılabilmesi, damar yapıları ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitörizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantri rotasyon zamanının 1 sn' nin altına inmesi 1995' te mümkün olmuştur. 1998' te bu süre şu an hala geçerli minimum süre olan 0.5 sn' ye inmiştir. 1998 yılı sonbaharında 4 kanallı veri toplama sistemleri üretilerek veri toplama süreleri kısaltılmış ve ilk multidedektör sistemleri kullanıma girmiştir (71). 2000'li yıllarda 8, 12, 16, 24, 32 dedektör dizili cihazlar üretilmiştir (72).

2. 4. 3. ÇKBT Fizik Özellikleri:

2. 4. 3. 1. Gantri rotasyon süresi:

Saniyenin altında tarama yapabilmeyi başaran ilk BT tarayıcıları elektron beam tomografi (EBT) cihazları olmuştur. Kısa zaman içinde helikal cihazlarda da rotasyon süresi 1 sn' nin altına indirilmiştir. Bu bağlamda bugün itibariyle ulaşılan en üst nokta 0.42 sn' dir (70). Gantri rotasyon süresinin bu denli kısalması hareket artefaktlarını belirgin olarak azalttığı gibi aynı süre içinde daha geniş anatomik bölgelerin taranabilmesi olanağını doğurmuş ve longitudinal (z eksen) çözünürlüğü de arttırmıştır (14).

Tarama zamanı 1 sn' den 0.5 sn' ye indiğinde gantriye uygulanan merkezkaç kuvvette 4 kat artış oluşmaktadır. Gantrinin bu kuvveti karşılması için yeniden dizayn edilmesi gerekmektedir. Yine tarama zamanı kıaldıkça birim zamanda ölçülen veri miktarı artmaktadır. Bu miktardaki verinin iletimi düşük voltajlı slip ring yönteminden farklı, daha yüksek hacimli ve hızlı veri iletim sistemlerine ihtiyaç doğurmuştur. Tarama zamanının kısalması tüpe uygulanan merkezkaç kuvvetini arttırdığı gibi tüpün ürettiği x-ışını miktarının artmasını ve dolayısıyla tüpün soğutma yeteneğinin iyileştirilmesini gerektirmiştir (14).

2. 4. 3. 2. Kesit kalınlıkları:

ÇKBT cihazları, olağan üstü hızları sayesinde konvansiyonel helikal cihazlardan farklı olarak klasik kesit taramasından çok, bir anlamda hacim taraması yapmaktadır. Yüksek kalitede hacim bilgisi için longitudinal düzlemdeki (z eksenindeki) çözünürlüğün yeterli olması gerekmektedir. Z eksen çözünürlüğünü etkileyen başlıca etken kesit kalınlığıdır. İzotropik dedektörlü sistemlerde, dedektörlerin aktive edilmesi ve edilmemesi sayesinde istenilen kalınlıkta kesitler alınabilir (70). Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı gittikçe düşürülmektedir. Böylece ulaşılan izotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel keskinlikle yapılabilmektedir. Ancak ince kesit kalınlıkları kontrastın azalmasına neden olur, bu nedenle aynı kontrast oranını elde edebilmek için ekspozur faktörlerini (mas) arttırmak gerekir (69).

2. 4. 3. 3. Multidedektör:

ÇKBT teknolojisini özellikli kılan esas faktör dedektör yapısıdır. Konvansiyonel helikal BT' de dedektör tek sıra dizilmiş dedektör elemanlarından oluşan tek boyutlu (transvers planda) bir yapıdır. ÇKBT cihazlarında ise dedektör çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır. Dedektörler hastanın z ekseninde boyunca uzanır. Bu dedektörler simetrik ya da asimetric yerleşebilir. Boyutları eşit (izotropik) ya da farklı (anizotropik) olabilir. Sistemin minimum kesit kalınlığını belirleyen unsur en küçük dedektör elemanının z-eksenindeki genişliğidir. Bu değer bazı sistemlerde 0.5 mm, bazı sistemlerde ise 0.625 mm' dir (69, 70).

2. 4. 3. 4. Veri elde etme sistemi (DAS: Data Acquisition System):

Dedektörlerden gelen veriler, aygıtın yazılımının belirlediği kadar kanaldan DAS' a aktarılır. Dedektörlerden gelen analog veriler dijital verilere dönüştürülür. ÇKBT' de dedektör sayısının artması, DAS sayısının da artmasına neden olmuştur. Bu da elektronik devre miktarının artmasıyla sonuçlanmıştır (69).

2. 4. 4. Görüntü rekonstrüksiyonu:

2. 4. 4. 1. Çok noktalı rekonstrüksiyon algoritması ve optimal veri örnekleme:

Dedektörden elde edilen elektrik sinyallerinin tarama alanını temsil edecek sayılardan oluşmuş haritaya dönüştürme işlemine rekonstrüksiyon denir (73). ÇKBT

cihazında dedektör iki boyutlu olduğundan tüpten çıkan x-ışını hüzmesi de iki boyutludur, yani koni şeklindedir. Konvansiyonel rekonstrüksiyon yöntemlerinin kullanılması durumunda, koni içinde belli bir açıyla dedektör elemanlarına gelen x-ışınları artefaktlara neden olabilir. Bu artefaktların giderilebilmesi için ÇKBT cihazlarında konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan 180° lineer interpolasyon algoritması değil, çok noktalı (multipoint) interpolasyon ile görüntüler rekonstrükte edilmelidir (74). (İnterpolasyon: helikal hareket nedeniyle kesit verileri tam sirküler toplanamaz. Ancak BT cihazı bu hareketi sirküler olarak algılar. Bu uyumsuzluğu düzeltmek için seçilen rekonstrüksiyon planının her iki tarafındaki verilerin ağırlıklı ortalaması alınır. Bu olaya interpolasyon denir (69).) Bu şekilde konvansiyonel helikal tekniğe göre daha yüksek kalitede görüntü kalitesi elde edilmektedir. Çok noktalı rekonstrüksiyon algoritmasında verilerin örnekleme de optimize edilmiştir. Optimize edilmiş örnekleme adı verilen bu yöntemin amacı longitudinal yönde veri örnekleme miktarını arttırmak, yani daha fazla hacim bilgisi elde etmek ve böylece sinyal/gürültü oranını (S/G) arttırmaktır. Dört segmentli bir cihazda helikal pitch 4 olduğunda helikslerin direk verileri ile tamamlayıcı veriler çakışmaktadır. Bu nedenle tamamlayıcı verilerin görüntü kalitesine bir katkısı olamamaktadır. Dolayısıyla böyle bir sistemde helikal pitch faktörü 3.5, 4.5 gibi kesirli sayılardan seçilmelidir. Böylece ortaya paradoksal bir sonuç çıkmaktadır. Konvansiyonel BT cihazlarında pitch faktörü arttıkça S/G oranı azalırken, 4 segmentli multidedektör bir cihazda 4.5 pitch faktörü daha verimli veri örnekleme sağladığından 4 pitch faktörüne oranla S/G oranı bakımından daha kaliteli bir görüntü elde edilmesini sağlayabilmektedir. Konvansiyonel yöntemlere göre daha fazla ölçüm verisi kullanılmasına olanak veren optimal örnekleme yöntemi sayesinde ÇKBT cihazlarında aynı dozun kullanılması durumunda S/G oranı konvansiyonel BT cihazlarına göre %20 nispetinde artmaktadır (74).

2. 4. 4. 2. Z-filtre rekonstrüksiyonu:

ÇKBT’ de görüntü rekonstrüksiyonunda çok noktalı interpolasyon algoritması dışında z filtre rekonstrüksiyon algoritması adı verilen bir teknikte kullanılmaktadır. Z filtre rekonstrüksiyonunda uygun Z kernelleri seçilerek tek bir helikal veri kümesinden farklı kesit kalınlıklarında çok sayıda görüntü serisi oluşturulabilmektedir. Buradaki ilke standart veya akciğer kernelleri ile yapılan görüntü rekonstrüksiyonuna benzemektedir. Nasıl bu kernellerde düzlem içi (in plane) frekans yanıtı değiştirilerek standart veya akciğer algoritmasında görüntüler oluşturuluyorsa, Z kernelleriyle de kabaca benzer bir

biçimde Z eksenindeki frekans yanıtı değiştirilmekte ve bu şekilde farklı kesit kalınlıklarında görüntüler oluşturulabilmektedir (74).

2. 4. 5. ÇKBT' deki yeniliklerin parametrelere yansması:

2. 4. 5. 1. Tarama hızında artış:

ÇKBT sistemlerinde hızın artması esas olarak iki nedene bağlıdır. Gantri rotasyon süresinin kısalması (0.5 sn' ye inmesi) ve pitch faktörünün artması. Bu iki etki birleştirildiğinde, örneğin dört segmentli bir cihaz konvansiyonel helikal cihaza göre 8 kat, 8 segmentli bir cihaz 16 kat hızlı tarama yapabilmektedir. Burada bilinmesi gereken bir nokta daha vardır. Tarama hızındaki bu 8 ya da 16 kat artış her kesit kalınlığı için geçerli değildir. Düşük kesit kalınlıklarında maksimum hız (yani 4 ya da 8 segment tarama) mümkün olmakta, ancak kesit kalınlığı arttıkça bu şans azalmaktadır. ÇKBT cihazlarının kullanıma girmesiyle pitch kavramı iki farklı şekilde tanımlanmıştır. Pitch 360° rotasyon süresince olan masa hareket miktarının tek kesit kalınlığına oranı (P^*) olarak hesaplanabileceği gibi, 360° rotasyon süresince olan masa hareket miktarının toplam ışın demeti genişliğine oranı (P) şeklinde de hesaplanabilir (69). Kısaca pitch veri elde etme sırasında üst üste binmeler veya boşluklar oluşup oluşmadığını gösterir (70). P' nin alabileceği maksimum değer 2' dir. P^* ise dedektör kanal sayısı ile değişebilir. P^* için, 3 ve 6 gibi pitch değerleri kullanılmaktadır (72). Bu sistemde pitch 3 olarak kullanıldığı tarama modları yüksek kalite, 6 olarak kullanıldığı tarama modları hızlı olarak tanımlanmaktadır. Uzaysal çözünürlüğün önemli olduğu klinik durumlarda 3 pitch' in kullanılması önerilmektedir (71, 75). Bazı üreticiler konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılan pitch kavramıyla örtüşmesi amacıyla pitch' i rotasyon süresince olan masa hareketini toplam ışın demeti genişliğine bölerek hesaplamakta ve "beam pitch" olarak adlandırmaktadır. Bu şekilde örneğin 4 segmentli bir cihazda ikinci yöntemin 3 olarak verdiği pitch değeri birinci yöntemde 0.75' tir. Her iki hesaplama yönteminde de varılan sonuç aynı olmakla birlikte hesaplama yöntemlerinin ne olduğunun bilinmesi karşılaştırmalar açısından yararlı olacaktır (70). Dört segmentli bir ÇKBT cihazını; gantri rotasyon süresi aynı ama tek segmentli bir cihazla karşılaştıran bir çalışmada; dört segmentli bir cihazda helikal pitch' i 3 seçerek 3 kat daha hızlı elde olunan görüntülerin tanısal kalitesinin, pitch' in 1 seçildiği tek segmentli cihazla karşılaştırılabilir düzeyde olduğu bulunmuştur. Daha açık ifade

edecek olursak, 4 segmentli cihaz helikal cihaza göre 3 kat daha hızlı tarama yapmakta ve bu artmış hıza rağmen tanısal kalite açısından benzer görüntüler oluşturmaktadır (74).

2. 4. 5. 2. X ışınından yararlanma faktöründe artış:

ÇKBT sistemlerinde x ışını daha ekonomik olarak kullanılmaktadır; bir başka ifadeyle bu sistemlerin x ışını istifade faktörü konvansiyonel helikal cihazlara göre daha yüksektir. Bunun nedeni şöyle açıklanabilir. ÇKBT' de x-ışını demetinin longitudinal yöndeki toplam kalınlığı konvansiyonel helikal cihazlara göre daha fazladır. Böylece konvansiyonel helikal cihazlarda kullanılmayan, bir anlamda ziyan edilen x ışınları multidedektör sistemlerde veri elde edilmesi amacıyla kullanılır. X ışını istifade faktöründeki bu artış tüp yüklenmesini azaltmakta, helikal taramanın tüp soğuması için bekleme süresi olmaksızın daha uzun süreler devam edebilmesine olanak sağlamaktadır (71).

2. 4. 5. 3. X ışını tüpü ömründe artış:

X ışını yararlanma faktörünün artmasıyla tüp ömrü de belirgin artar (71).

2. 4. 6. İmaj işleme (post processing):

Rekonstrüksiyon kapsamında; pencereleme gibi elde edilen görüntünün işlenmesi, hacim verilerden yeni görüntüler oluşturmak veya görüntüleri farklı şekillerde yeniden yapılandırmak şeklinde olabilir (69).

2. 4. 6. 1. Pencereleme:

Tipik bir BT görüntüsü 12 bit (4.096 ton) gri ölçek değerine sahiptir. Tarama sonucunda pikselin aldığı BT numarasının karşılığı bu 4.096 tondan biridir. Sistemimizin Hounsfield ölçeği -1.000 ile +3.095 ise her HU değeri bir gri tona karşılık gelir. İnsan gözü belirli bir ışıkta ve pupillası sabitken 30-90 gri ton ayırt edebilir. Bu değeri 100 kabul ettiğimizde gri cetvelimiz boyunca ardışık 40 değer gözümüz tarafından bir gri ton olarak algılanır. Böylece 40 piksel farklı tonda olmasına rağmen aynı görülür ve birbirinden ayrılmaz. Bu sorunun çözümü için ilgilenilen alan belirlenerek gri tonlarının tümü o bölgede kullanılır. Hounsfield ölçeği üzerinde, gri

ölçeği dağıtmak için seçilen bölgeye pencere, üst ve alt sınırları arasındaki mesafeye pencere genişliği, alanın tam ortasındaki değere de pencere merkezi ya da seviyesi adı verilir. Pencere genişliği daraldıkça, incelenen kesimin kontrastı artar. Görüntünün genel parlaklığı pencere seviyesi ile belirlenir (69).

2. 4. 6. 2. Değişik düzlemlerde yeniden yapma (multiplanar reformasyon-MPR):

Ham görüntülerden farklı iki planda görüntü elde edilmesine denir. İnsan vücudundaki aksiyal düzlemin sağdan sola uzanan aksına x, önden arkaya uzanan aksına y, bu iki aksın yaptığı düzleme dik uzanan aksına da z adı verilir. X-y akslarınca oluşturulan aksiyal kesit voksellerinin x-z akslarınca yeniden düzenlenmesi ile koronal; y-z akslarınca düzenlenmesi edilmesi ile de sagittal kesitler elde edilir. Oblig ya da kavisli düzlemlerde de görüntüler hazırlanabilir. Z-ekseninin çözümlenmesi kesit kalınlığı ile sınırlı olduğu için MPR görüntüsünün uzaysal çözümlenmesi düşüktür. Uzaysal çözümlenmesi yüksek bir reformasyon yapılacaksa z değeri düşürülmelidir (69). Kesit kalınlığının piksel boyutundan fazla olduğu (izotropik olmayan vokseller) durumlarda görüntülerde distorsiyon oluşur (76, 77). Darlık, intimal fleb intralüminal defekt gibi patolojileri diğer yöntemlerden daha iyi gösterir (78).

Kalın MPR; imaj gürültüsünü azaltarak daha kaliteli bir görüntü sağlar. Normal MPR genişliği bir vokseller genişliğine eşittir. Kalın MPR' da ise reformat plana paralel komşu voksellerinde ortalaması alınır. İmaj gürültüsü azalmasına rağmen uzaysal rezolüsyonun korunmuş olması avantajdır. Dezavantajı ise artmış kalınlığa bağlı olarak artmış parsiyel volüm etkisidir (79).

2. 4. 6. 3. Üç boyutlu gösterim (hacim rekonstrüksiyon teknikleri):

Kraniofasial cerrahi, radyoterapi, aortik stentleme gibi işlemlerin planlanmasında kullanılır. İki yöntem vardır: hacim hesaplama (volüm rendering) ve reprojeksiyon. Hacim hesaplama tekniğinde önce görüntüde segmentasyon yapılır. Bunun için ilgilenilen objenin HU numarası belirlenir, voksellerde bu değer varsa 1, yoksa 0 kabul edilir. Böylece elimizde sadece ilgilendiğimiz yapının vokselleri kalır. Çevresiyle kontrast farkı yüksek olan objede bu işlem kolay yapılır. İlgilendiğimiz yapı segmente edildikten sonra bir bilgisayar programı segmente verileri belirlenen açılardan reforme eder. Bu işlem sadece yüzeydeki voksellerde yapılabilir (yüzey hesaplaması- " surface rendering "). Reforme görüntü gölgelenebilir, boyanabilir vb işlemler yapılabilir. BT görüntülerinin S/G' lerinin sınırlı olması nedeniyle bazı segmentasyon işlemlerinde

zaman kaybettirici işlemlere gereksinim duyulur. Bu nedenle yönteme ilgi azalmakta ve daha çok reprojeksiyon tekniği kullanılmaktadır (69).

Reprojeksiyon tekniğinde zaman kaybettirici segmentasyon işlemlerine gerek yoktur. Yöntemde belirlenen bakış açılarından radyografik projeksiyonlara benzer görüntüler elde edilir. Hacim seri setinden bakış açısına göre vokseller seçilir ve o yöndeki tüm voksel değerleri toplanır. Genellikle azami BT numarası görüntülenir. Bu nedenle bu yönteme azami intensite projeksiyon-MİP adı verilir. Benzer şekilde düşük BT numarası taşıyan voksellerde görüntülenebilir (asgari intensite projeksiyon- MinİP). Olay gerçekte bir üç boyutlu görüntüleme değildir; değişik açılardan yapılan görüntüler sine modunda gösterilerek 3 boyutluluk sağlanmış olur (69).

Bu tekniklerin en önemli klinik uygulaması anjiyografidir. BT anjiyografi (BTA)' de kontrastlı damar kesitlerinden MİP yöntemi ile anjiyografik görüntüler elde edilir. Üç boyutlu reformasyonların diğer kullanım alanları kraniyum ve pelvis gibi küresel kemik yapıların kırıklarında deformasyonların gösterilmesi ve sanal endoskopilerdir. MinİP ise daha çok santral trakeobronşial sistemin gösterilmesinde kullanılır (69, 79).

İnce kesit MİP (thin slab MİP): İncelenecek alan hacminin az olması, MİP görüntünün kalitesini artırır. İnce kesit MİP' te ise bu incelenecek hacmin slab adı verilen multipl ince hacimlere bölünmesi ile sağlanır. Her slab için ayrı ayrı MİP görüntüler alınır. Böylece daha büyük hacimlerde kaliteli MİP görüntüler elde edilebilir (79).

2. 4. 7. Bilgisayarlı tomografik anjiyografi (BTA):

ÇKBT' nin kullanıma girmesi ve buna bağlı görüntü işleme yöntemlerindeki gelişmeler sonucu vasküler patolojilerin tanısında DSA' dan daha az girişimsel olan BTA ve manyetik rezonans anjiyografi (MRA) tetkikler kullanılmaya başlanmıştır (80).

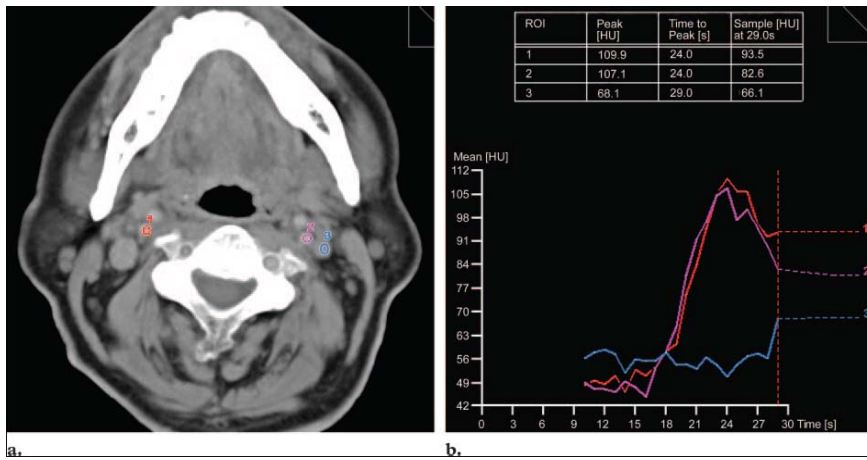
BTA, kontrast madde verilip istenilen bölgede yeterli opasifikasyon sağlandığı dönemde ard arda ince kesitler alınması esasına dayanır (79). ÇKBT teknolojisi büyük hacimlerin daha hızlı taranabilmesine olanak sağladığı için ve yüksek uzaysal rezolüsyonlu görüntüler elde edebildiği için anjiyografi tetkiklerinde oldukça önemlidir (69, 74, 81).

Çokkesitli BT' de inceleme parametrelerinde uygun değişiklikler yapılarak temel olarak yüksek hızlı veya yüksek çözünürlüklü olmak üzere iki çeşit tarama protokolü tanımlanmıştır. Kolimasyon 4x2-2,5 mm, masa hızı 12-16 mm/dönüş olarak ayarlanıp

büyük hacimler kısa zamanda taranabilir. Bunun yanında kolimasyon 4x1-1,25 mm, masa hızı 6-8 mm/dönüş şeklinde düşürülüp yüksek uzaysal çözünürlük sağlanabilir. Ayrıca bazı firmaların cihazlarında kolimasyon 0,5 mm düzeyine kadar düşürülerek çok yüksek uzaysal çözünürlükte görüntüler elde edilebilmesi sağlanmıştır. Yüksek hızlı protokolün avantajı büyük hacimlerin örneğin tüm aortanın çok kısa zamanda taranabilmesidir. Bir dönüşü 0.5 saniyede tamamlayan tarayıcılar ile bu protokol kullanılarak saniyede 3 cm uzunluğundaki bir segment taranabilir. Bu protokole kontrast madde kullanımı da büyük ölçüde azaltılabilir. Çünkü kontrast maddenin damarlar içinde bulunduğu kısa süre içerisinde inceleme tamamlanabilmektedir. Yüksek uzaysal çözünürlükteki protokolün avantajı ise çok ince vasküler yapıların bile görüntülenebilmesidir. Ancak bu protokole inceleme zamanı uzamakta ve tek dedektörlü konvansiyonel spiral BT sistemlerine yakın olmaktadır. İnceleme zamanı uzadığı için vasküler yapıların görüntülenmesinde yüksek hızlı protokole göre daha yüksek dozlarda kontrast madde kullanılması gerekmektedir (80).

2. 4. 7. 1. Kontrast Enjeksiyonu:

Kontrast maddenin 3-5 ml/sn hızında verilmesi önerilmektedir (82). Yüksek çözünürlüklü düşük hızlı protokole 100-150 ml arasında kontrast madde kullanılması gerekirken, yüksek hızlı protokole bu miktar 40-75 ml düzeyine kadar düşürülebilir. Kontrast madde verilmesinden sonra intravenöz bağlantı hattının ve periferal venlerin yıkanması için 40-70 ml serum fizyolojik solüsyonu kullanılmalıdır. Bu sayede kontrast madde konsantrasyonunun platosu 8 saniye kadar uzatılabilmektedir (80).



Şekil 9 : Test bolus yöntemi. (a) Aksiyal imajlarda sağ İKA (1), sol İKA (2), sol internal juguler ven. (b) Sağ- sol İKA' da ve sol internal juguler ven' de 10 ml kontrast

madde ardından serum fizyolojik bolusu sonrasında kontrastlama eğrisini gösteren diyagram(80).

BTA' da en önemli noktalardan biride kontrast maddenin vasküler yapılar içindeki en yüksek konsantrasyonu sırasında taramanın gerçekleştirilmesidir. Kontrast maddenin incelenecek vasküler yapılarda en üst konsantrasyona ulaşması hastanın kardiyovasküler durumuna bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. BTA' da, özellikle çok kesitli BT cihazları kullanıldığında inceleme süresinin çok kısa olması nedeniyle uygun gecikme zamanının ayarlanması çok önemlidir (80).

Kontrast madde verilmesinde iki yöntem kabul edilmiştir. Birincisi test bolus yöntemi; ikincisi ise bolus tetikleme yöntemidir. Test bolus yönteminde; hastaya manuel olarak 10-20 ml ya da otomatik enjektörle 4-5 ml\sn kontrast madde verilir. Ardından tarama alanına yakın seçilen bir referans seviyeden düşük dozda çok sayıda görüntü alınır. Bu alanda yeterli opasifikasyon elde edilince tarama başlatılır (79). Bu yöntemle hastanın arteriyel ve venöz kontrastlanma zamanı tahmin edilebilir. Uygun masa ve hasta konumu önceden belirlenebilir. Bu yöntemin dezavantajı ise; hastaya ek kontrast madde ve radyasyon dozu verilmesidir (82).

Bolus tetikleme yöntemi ise test bolus yöntemine göre daha sade bir yöntemdir. Kontrast madde verilmesi ile birlikte tarama başlar. Üretici firmalar cihazlara bolus tetikleme için gerekli parametreleri (tetikleme alanı ve ROİ) çoğu zaman yüklemiş olurlar. ROİ içerisinde yeterli kontrastlanma eşik değerine (threshold değeri) ulaşıldığında masa tarama alanı başlangıcına hareket eder (79). Bu yöntem daha kolay ve basittir. Tek kontrast enjeksiyonu kullanılır. Dezavantajları ise ROİ' yi koymak için kısmen büyük hedef alan gerekmesi, masa ve hasta konumunun ayarlanması için ek süre gerekmesidir (82). Yarı otomatik tetikleme yönteminde ise vasküler yapılar içerisinde kontrast madde görüldüğü anda tarama manuel olarak başlatılır (80).

2.4.7.2. BTA' da görüntü işleme yöntemlerinin kullanım alanları:

BTA' da vasküler yapıların ideal şekilde görüntülenmesi için birçok görüntü işleme yöntemi kullanılır. Bunlar arasında MPR, MIP, SSD ve VRT gibi klasik yöntemlerin yanında bazı özel yöntemler kullanılmaktadır (82). Bu yöntemlerde görüntü kalitesini arttırmak için bazı önemli noktalar aşağıda vurgulanmıştır.

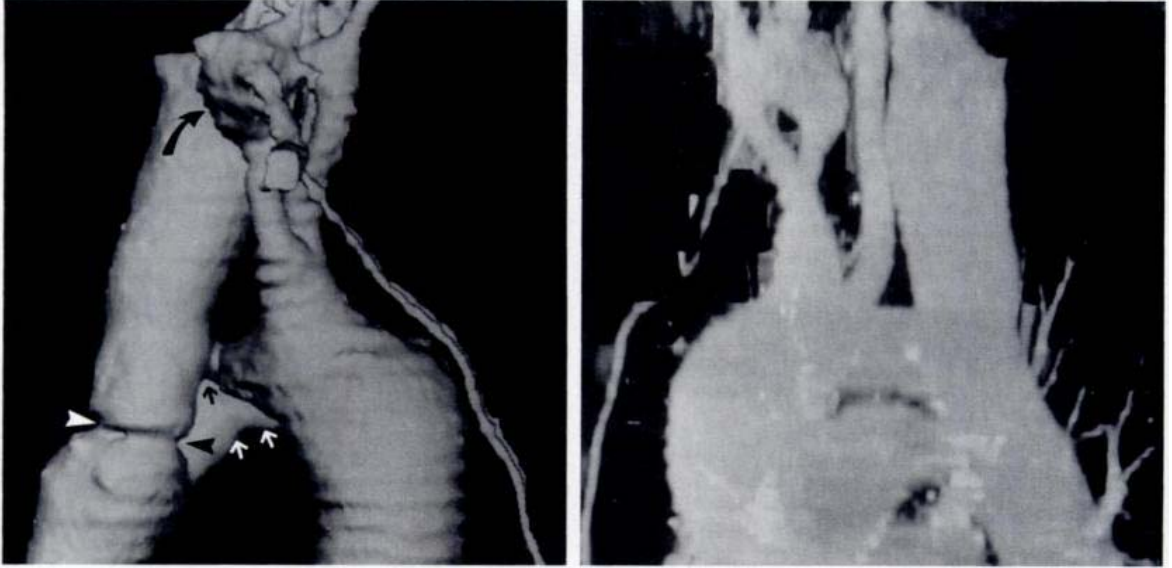
2. 4. 7. 2. 1. MİP: En yüksek BT numaralarının alması nedeniyle kontrastlanmış vasküler yapı yerine kemik dokuları öncelikle alır. Bu nedenle BTA için öncelikle kemik yapılar ortadan kaldırılmalıdır. Küçük vasküler yapıları iyi gösterir. MİP daha çok basit vasküler anatomiye göstermede yararlıdır. Kompleks anatomilerde diğer yöntemler tercih edilmelidir (81). MİP imajlar özellikle konkav kenarlı yapıları göstermede çevre voksellerden etkilenecekleri için yeterli olmayabilir. Ayrıca vasküler yapılarda üst üste binmenin sık olduğu kıvrımlı alanlarda da kullanımı önerilmez. Vasküler kalsifikasyonları en iyi gösteren yöntemlerdendir. Trombüs, emboli, diseksiyon, küçük anevrizma tanısında MİP imajlar yeterli olmayabilir. MİP imajlarda, tarama düzlemi vasküler yapı seyrine paralel ise parsiyel volum etkisi nedeniyle damarın kontrastı normale göre düşerken; çapı normalden hafif artmış gibi görünür. Bazen de inceleme alanı hacmi büyüklüğüne (VOİ) bağlı damar çapını normalden daha düşük gösterebilir. Bu nedenle darlık ve tam tıkanma tanısında yanıltıcı olabilir. Bu nedenlerden dolayı MİP imajlarda ölçüm yapılması sağlıklı değildir (81). 2B görüntüleme metodudur. İmajlarda derinliğe ait bilgi yoktur. Herhangi bir yapının önünde veya arkasında olduğunu göstermez (77, 81).

2. 4. 7. 2. 2. Curved planar reformasyon (CPR): Sıklıkla BTA' da kullanılan bir yöntemdir. 2B görüntü sağlar. Kıvrımlı vasküler yapıların incelenmesinde MPR' dan daha iyi sonuçlar verir. CPR' da belirlenen noktanın vasküler yapının santriline gelmesi önemlidir. Bunun sağlanamadığı durumlarda stenozu taklit eden görüntüler olabilir (69). Özellikle stentlerin ve yoğun duvar kalsifikasyonlarının olduğu durumlarda yapılması tavsiye edilir (72). Ancak bu yöntemle anatomik yapı ve yapıların uzaysal ilişkileri net değerlendirilemez (7).

2. 4. 7. 2. 3. MPR: Longitudinal kesitler vasküler lezyonun boyut ve şeklini göstermede üstün iken; vasküler yapıya paralel görüntüler gerçek lezyon çapı ve varsa darlığın çapının belirlenmesinde daha iyidir (79). Kesit kalınlığı ne kadar ince ise rezolüsyon o kadar yüksek olur. Vasküler yapının seyri ve ölçümün nereden yapılacağına diğer yöntemlerle karar verildiği durumlarda MPR, ölçüm yapmak için güvenlidir (82).

2. 4. 7. 2. 4. SSD: Belli bir dansite eşik değeri olarak seçilir ve bu değere sahip kontrast madde sütunu yüzey olarak görüntülenir. 3B görüntüleme metodudur yani

derinlik bilgisi içerir. Bu teknik ile küçük çaplı damarların görüntülenmesinde problem olabilir. Yalancı darlık veya tıkanıklık gibi durumlar ortaya çıkabilir (14). Yani seçilecek eşik değere göre görüntü değişebilir. Kompleks anatomik yapıların gösteriminde yararlıdır. VRT' den farkı tüm yapılar aynı tonda gösterilir. Yani dansite farkı hakkında bilgi vermez. Bu da kalsifikasyonları atlamasına neden olur (77).



Şekil 10 : SSD (a) ve MİP (b) imajlarda aortanın kompleks anatomisi gösterilmektedir. SSD imajlarda hipoplazik aortik ark açıkça görülmektedir (siyah ok). Beraberinde aort koarktasyonu (ok işaretleri), bilateral subklavian anevrizmalar (kıvrımlı ok), anatomik olmayan aortik by pass grefti (beyaz ok) mevcuttur. MİP imajlar karmaşık olan bu anatomiyi göstermede yetersiz kalmıştır (81).

2. 4. 7. 2. 5.VRT: En son geliştirilen ve en popüler 3B görüntüleme modalitesidir. Bu yöntem diğer modalitelere göre üstün kabul edilip, standart bir yöntem haline gelmektedir. Ancak diğer yöntemlere oranla daha komplikedir. Bu yöntemle vasküler yapılar ve çevre dokular semitransparan halde izlenir. Değişik dansite değerlerine sahip yapılara farklı renk kodları verilerek birbirinden farklı dokular farklı renklerde görüntülenebilir veya aynı rengin değişik tonları kullanılarak imajlar elde edilebilir. Bu imajların yüksek tanı değerleri yanında klinisyenleri de cezbeden bir yanı vardır (80). Dansite değerleri seçilirken uygun değer alınmazsa damar çapı olduğundan daha dar gösterilebilir ve ya küçük anevrizmalar atlanabilir (82)

2. 4. 8. BTA' da artefaktlar:

2. 4. 8. 1. Pulsasyon artefaktı: Masa hareketi ve puls frekansına bağı damar konturunda ondulasyon görülür. Tüm damar boyunca olması tanıyı kolaylaştırır. Özellikle renal arterlerde darlığı taklit edebilir. 180° interpolasyon yerine 360° interpolasyon kullanılması bu artefaktı azaltır (81).

2. 4. 8. 2. Solunum artefaktları: Tarama alanına oblig seyreden küçük damarlarda görülür. Hastanın nefes tutması için, gerekirse çekim öncesi nefes tutma egzersizleri yaptırılması ile önlenir. Darlık ve anevrizmayı taklit edebilirler. Organ ve deri konturlarının, aynı kesitteki diğer vasküler yapıların dikkatli değerlendirilmesi ve onlarda da aynı seviyelerde benzer artefaktlar görülmesi ile tanı konulabilir. Sagittal ve koranal imajlarda solunum artefaktına bağı değişikliklerin saptanması, aksiyal imajlardan daha kolaydır (81).

2. 4. 8. 3. Hasta hareketi: Basamak benzeri artefakta ya da vasküler seyirde kopma şeklinde kendini gösterir ve tanısı kolaydır (81).

Bunların dışında klasik BT incelemelerde görülen ışın sertleşmesi, halka artefaktı, parsiyel volum etkisi, streak artefaktı gibi artefaktlar da görülebilir (72).

2. 4. 9. Kemik baskılı BTA (KBBTA):

BTA' da kemik yapılar ve kalsifikasyonlar ciddi problem oluşturmaktadır. Bunu aşabilmek için hacim çıkarma, segmentasyon, kemik çıkarma gibi birçok yöntem denenmiştir. Ancak bunlar çok zaman alıcı olmalarına rağmen yeterli sonucu da sağlayamamıştır (81). Özellikle kafa tabanı gibi kemik yapıların yoğun olduğu ve benzer dansite değerlerine sahip damarlarla kemiklerin çok yakın ilişkide olduğu alanlarda yeterli görüntüleme kalitesi sağlanamamıştır. Özellikle intrakavernöz, supraklinoid ve petröz karotid arterde görüntüleme bu nedenlerle sıkıntılıdır (83). KBBTA' de ise kemik yapılar özel bir yazılımla otomatik olarak çıkarıldığı için başarı oranı daha yüksektir (77).

KBBTA' da önce kontrastsız daha sonra da kontrastlı BBT çekilir. Kontrastsız BT, düşük dozda yapılır. Kanama, iskemi gibi durumları dışlama ve çıkarma amaçlıdır. Her

iki inceleme yüklenince kullanıcının başka bir işlem yapmasına gerek kalmadan sistem otomatik olarak çıkarma işlemini yapar. Kemik yapılar çıkarılır; yumuşak doku ve kontrastlı vasküler yapılara ait imajlar kalır. Kontrastsız BT' de kemik yapılar için bir eşik değeri seçilir ve bu değere göre kontrastlı incelemede çıkarma işlemi yapılır. Kontrastlı BT' den kontrastsız BT çıkarıldığı için hastanın iki çekim esnasında hareket etmemesi çok önemlidir. Hastanın hareket etmesi durumunda yetersiz çıkarma ve kemik artıkları görüntü kalitesini düşürür. Bazı durumlarda iş istasyonlarında ek işlemlerle az miktarda kaymalar düzeltilebilmekle birlikte; bu her zaman mümkün olmamaktadır. Çıkarma işlemi sonrasında her iki incelemedeki verilerin kullanıldığı, kemik doku içermeyen görüntüler elde edilir. Bu görüntülerden reformatlar elde edilebilir (77). Kemik çıkarma ve segmentasyonla da kemik yapılar çıkarılabilir ancak bu işlemlerin oldukça zaman alıcı olması nedeniyle acil hastalarda kullanılabilirliği azdır ve kullanıcının bilgi ve becerisine bağlıdır. Çoğu zaman da kemik-kontrast madde ayrımı yaparken teknik hatalar ortaya çıkmaktadır (7).

BTA, özellikle de KBBTA, son zamanlarda DSA' ya alternatif olarak düşünülmekte ve endovasküler veya cerrahi tedavi öncesi yapılması önerilmektedir. Halen DSA özellikle anevrizma tanısında altın standart olarak sayılmaktadır. Ancak girişimsel bir işlem olması düşükte olsa nörolojik komplikasyon riski taşıması ve uzun süre takibi gereken hastalarda sık aralıklarla yapılmasının zor olması nedeniyle KBBTA daha cazib gelmektedir (7).

2. 5. DİJİTAL SUBTRAKSİYON ANJİOGRAFİ (DSA):

2. 5. 1. DSA tarihçesi:

Serebral anjiyografi ilk kez Egas Moniz adlı Portekizli bir doktor tarafından uygulanmıştır (84). O dönemlerde anjiyografi karotid artere cerrahi operasyonla boyundan girdikten sonra kan dolaşımını durdurarak yapılmakta idi. 1936' da anjiyografi ilk kez perkütan yapılmaya başlandı (1). Seldinger' in ponksiyon işlemine kazandırdığı yenilik ve floroskopi teknolojisindeki görüntü güçlendiricilerin geliştirilmesi ile 1970' li yıllardan itibaren anjiyografi ivme kazanmıştır. Radyolojide bilgisayarlı sistemlerin ve dijital teknolojilerin kullanılmaya başlanması, dijital röntgen ve floroskopinin rutine girmesi; bunların anjiyografiye uygulanmasını sağlamış, incelemeler dijital subtraksiyon anjiyografisi (DSA) adı verilen yöntemle gerçekleştirilir olmuştur (85).

2. 5. 2. Endikasyonları:

Anjiyografi ile SAK tanısı konulmaz. SAK nedeni olan lezyonlar ve bunlara ait tedaviye yönelik özellikler gösterilebilir. Bu hali ile anjiyografi endikasyonları şöyle özetlenebilir: öncelikle SAK' a neden olan lezyonun ortaya konması, yani anevrizma veya AVM gibi kanama yapan patolojik oluşumların gösterilmesi; tedaviye yön verilmesi açısından bunların; örneğin anevrizmada yerleşim yeri büyüklük, yön, boyun tepe yapısı ve çevre damarlarla olan ilişkisi, AVM' lerde lokalizasyon ve kitleye giren besleyicilerle kitleden çıkan boşaltıcıların ortaya konması gibi anatomik özelliklerin belirlenmesi; kanama ile birlikte ortaya çıkan, örneğin vazospazm gibi bazı komplikasyonların gösterilmesi; kollateral dolaşım ve diğer dolaşım anomalilerinin gösterilmesi; anevrizma vakalarında birden fazla anevrizma olup olmadığı ve bunlardan hangisinin kanadığının saptanmasında, ameliyat sonrası kontrollerde kullanılabilir (1).

2. 5. 3. DSA:

DSA; görüntülerin dijitalize edildiği, görüntülerin bir kez elde edildikten sonra rekonstrüksiyona tabi tutulabildiği, imajların çıkarma işlemi sonucunda sadece incelenecek bölgedeki damarların kontrastlı görüntüsünden ibaret olduğu bir

incelemedir. Substraksiyon teknolojisi ile kullanılan film ve kontrast madde yönlerinden azami tasarruf sağlanmaktadır (85).

X ışını tüpü, monoplan ya da biplan incelemeye olanak tanıyacak şekilde dizayn edilmiştir. Biplan tüp donanımlı cihazlar aynı kontrast enjeksiyonu esnasında, birbirine dik iki düzlemden seri imjalar alabilmekte, alınan bu imajlardan özel bir yazılım yardımıyla 3 boyutlu görüntüler oluşturulabilmektedir. X ışını tüpü, çekimi yapılacak obje etrafında geniş bir dönüş yapabilecek kapasitede tasarlanmıştır. Bunun için C veya G kollu aparatlara monte edilmiştir (85).

Substraksiyon kelime anlamı olarak çıkarmak demektir. İncelenecek bölgede görüntülenecek damar dışında, başta kemik olmak üzere tüm üst üste binmeleri ortadan kaldırmak için uygulanan çıkarma yöntemidir. Çıkarma; fotografik ve elektronik olmak üzere iki teknikte gerçekleştirilmektedir (85).

Fotografik çıkarmada; aynı anatomik yapıların negatif-pozitif fotoğraf tekniği ile birbirinin imajını sildiği bir grafi elde edilmiş olur. Elektronik çıkarma; görüntülerin analog olarak değil, dijitalize edildikten sonra birbirinden çıkarıldığı tekniktir. Geçici, enerji ve hibrit çıkarma olarak alt grupları vardır. Bunlardan da en yaygın kullanılanı geçici elektronik çıkarma tekniğidir ve mask-mod ile time interval difference (TID) olarak iki çeşidi vardır. Mask mod; damar içine kontrast madde verilmeden önce, incelenecek olan bölgenin görüntüsü elde olunarak bilgisayara kaydedilir. Daha sonra incelenecek damara belirli bir hızda kontrast madde gönderilirken ilgili bölgenin çok kısa zaman aralıklarında (1/2 sn gibi) imajları alınarak bilgisayarda toplanır. Daha sonra yine bilgisayar aracılığı ile arka arkaya toplanan görüntülerden her biri (frame) ilk olarak kaydedilen mask görüntüden çıkarılır. Böylece imajlarda sadece içi değişik derecelerde kontrast ile dolu damar görüntüleri kalır. Her bir imaj yaklaşık 33 milisaniye x-ışını pulsu ile gerçekleştirilmektedir. Ancak mask imajdan sonra elde edilmeye başlanan imajlar sırasında hasta hareketinden kaynaklanan artefaktlar oluşabilmektedir. Bu problem damar içine kontrast madde verimi bittikten sonra tekrarı ile aşılmaya çalışılmaktadır. Time interval difference (TID); çok sayıda imajın elde olunmasına imkan veren bir tekniktir. Kısa bir sürede elde edilen çok sayıdaki imajların her bir frame' i ayrı bir hafıza adresine kaydedilir. Kaydedilen imajlar tek tek veya ikili üçlü gruplar halinde bir önceki imajdan çıkarılarak görüntüler oluşturulur. Bu yöntem hareket artefaktlarının önüne geçmek için özellikle kalp gibi hareketli oluşumların ve kardiyak damarların kullanılmasında kullanılmaktadır (85).

2. 5. 4. Kontrast madde verilmesi:

2. 5. 4. 1. İntravenöz DSA: Ana ve büyük damarların görüntülenmesinde tercih edilir. Uygulanması kolaydır. Sefalik ve bazilik venden yapılan ve süperior vena kavaya kadar ilerletilen kateterizasyon yeterlidir. Tetkik öncesi incelenecek bölgenin kontrast madde verilmeden önceki görüntüsü (mask) elde edilir. Bunun ardından 30-50 ml kadar kontrast madde 10-20 ml\sn' de gidecek şekilde otomatik enjektör ile verilir. Uygulamanın başlangıcı ile birlikte 1\2-1sn aralıklarla incelenecek bölgenin görüntüleri alınır. Alınan görüntüler dijital çıkarma kullanılarak mask imajdan çıkarılır ve üzerinde sadece ilgili bölgedeki damarların kontrastlı görüntüsünün yer aldığı imaj oluşturulur (85).

Yöntemin pratikliği ve kısa zamanda gerçekleştirilmesine karşın damar üst üste binmesinin engellenememesi, küçük çaptaki arterin görüntülenmesindeki yetersizlik ve kullanılan kontrast maddenin periferik alanlara ulaşmıca kadar yaklaşık 10 -20 kez dilüe olması gibi dezavantajları bulunmaktadır (76). Venöz DSA' da suboptimal tetkik oranı %15-30 arasında değıştiği bildirilmektedir (1).

2. 5. 4. 2. İntraarteriyel DSA: Bu teknikte selektif kateterizasyonun yapılması nedeniyle periferik küçük arterlerin seçilebilmesi mümkün olmaktadır. Yine selektif kateterizasyon nedeniyle kullanılacak kontrast madde miktarı, intravenöz anjiyografiye oranla 1\4 azalır. Maliyet film sarfiyatı olmadığı için daha ucuzdur (85).

2. 5. 5. DSA yöntemi:

2. 5. 5. 1. Hasta hazırlığı: Hastalardan işlemden 12 saat öncesinden itibaren katı gıda almamaları istenir. Ancak 4 saat öncesine kadar sıvı alınabilir. Hastaların iyi hidrate olmaları istenilen bir özelliktir. İşlem öncesi uygun dozda sedatif ilaçlar verilebilir. Genelde lokal anestezi kullanılır ancak çocuk ve hareketsiz duramayacak bilinci kapalı hastalara genel anestezi ile de yapılabilir. Girilecek yüzeyin sterilizasyonu sağlanır (86).

2. 5. 5. 2. Seldinger yöntemi: Damara torakar dışında künt keskin uçlu bir kanülü bulunan iğne ile girmek, daha sonra torakarı çekip kanül içerisinden bir klavuz tel sokarak kanülü çıkarıp yerine telin üzerinden ilerletilen kateteri yerleştirmektedir. Genelde

femoral arterden girilir (87). Femoral yolun tercih edilmesinin nedeni damar çapının geniş olması, diğer arterlere oranla daha fiske olması, tek bir giriş noktasından birçok damara ulaşılabilir olması, bölgenin manüplasyona elverişli olması, işlemden sonra hemostazı durdurmak açısından kompresyonun kolay olması, giriş yerini belirlemenin daha kolay olmasıdır (86, 87).

2. 5. 5. 3. Kateter yöntemi: Standart femoral arter girişinde iğne damara femur başının ortasına gelen kesimden girmeli, deri giriş yeri ise femur başının alt giriş seviyesinden olmalıdır. Bu durumda giriş çizgisi damarın uzun aksı ile yaklaşık 45-60° lik açı yapmış olur. İnguinal ligamanın 3-4 cm altından femoral arter palpe edilir. Buradan damara girmek için 18G seldinger iğnesi kullanılır (86). İğne hızla itilerek femoral arterin ön arka duvarı geçilir. Bu yönteme ‘çift duvar tekniği’ adı verilir. İğne yerinde iken serbest bırakılan ucunun nabızla birlikte hareket etmesi damara girildiğini gösteren bir işarettir. İçteki iğne çıkarılarak kanül yavaş yavaş geriye doğru çekilir. Daha sonra klavuz tel sokularak damar içerisinde ilerletilir. Klavuz telin hiçbir dirençle karşılaşmadan ilerlemesi gerekir. Telin ilerletilmesi daima floroskopi eşliğinde yapılmalıdır. Telin floroskopik inceleme ile yeteri kadar ilerlediği belirlendikten sonra kanül çıkarılır. Kateter sokulmadan önce tel üzerinden sokulacak dilatörle dışındaki kılıftan oluşan vasküler kılıf (sheat) yerleştirilir. Kılıf işlem boyunca damarın zarar görmesini engeller, kateter manüplasyonlarını kolaylaştırır (87). İşlem sırasında kullanılacak tüm malzemeler özellikle kateterler heparinli solüsyonlarla yıkanmalıdır. Kateter ilerletilerek istenilen damara hızlı kontrast madde enjeksiyonlarıyla seri grafiler alınır (86).

2. 5. 5. 4. DSA’ da kontrast dozu: Tanısal internal karotid arter anjiyografisi için doz 4-7 ml\sn arasında değişmektedir. Bu da yaklaşık 8-12 ml kadardır. Uygulayıcının tecrübesine, kontrast madde çeşidine göre bu oran değişir. Artmış enjeksiyon oranlarında (6 sn’ den fazla 3-5 ml\sn) kontrast madde verilmesi komplikasyon gelişmeden gayet iyi tolere edilmektedir. Geçmişte İKA’ e verilecek kontrast madde miktarı ağrı ve nörotoksisite nedeniyle daha sınırlıydı. Günümüzde modern non iyonik düşük osmolariteli kontrast maddelerin üretilmesi ile nörotoksisite azalmış ve daha yüksek dozlar daha güvenle kullanılabilir olmuştur (88).

2. 5. 6. DSA’ nın değerlendirilmesi:

2. 5. 6. 1. İntrakraniyal dolaşımın tümüyle değerlendirilmesi: Sakküler anevrizmaların çoğu Willis poligonunda ve OSA bifurkasyonunda yer alır. Willis poligonunun tümüyle değerlendirilmesi, varyasyonlar nedeniyle pek mümkün değildir. En azından AP, lateral ve 30° transorbital oblik görüntülerin yanında, gerekirse ek projeksiyonlarda çekim yapılmalıdır. AKoA anevrizmaların sıklıkla bulunduğu bir yer olduğundan, kendiliğinden doluş göstermezse karşı taraf AKA' e geçici kompresyon esnasında kontrast enjeksiyonu yapılmalıdır. PSA orijinleri ve seyirleri izlenmelidir. Dominant vertebral arterden karşı vertebral artere PSA orijinine kadar kontrast reflüsü gerçekleşmezse, dominant damarın ayrıca kateterize edilmesi gerekir (55, 41).

2. 5. 6. 2. Anevrizmanın detaylı incelenmesi: Patent bir arteriyel anevrizma, arteriyel duvar ya da bifurkasyon yerinden dışarıya uzanan, kontrastla boyanan kese şeklinde izlenir. Tromboze anevrizmalarda normal anjiyografik görünüm olabileceği gibi, dev tromboze anevrizmalar avasküler kitle etkisi gösterebilir. Anevrizma boynunun belirlenmesi ve anevrizma tepesinden çıkabilen perforan dalların ortaya konması preoperatif ve uygun tedavi planlanması açısından önemlidir. Tedavi yöntemi olarak endovasküler oklüzyon düşünülürse, intraanevrizmal akım paterninin değerlendirilmesi önem taşır (55). Ayrıca tedavi öncesi anevrizmanın boynu diğer vasküler yapılarla süperpozisyon olmadan gösterilmeli, çevre yapılarla ilişkisi ortaya konmalıdır. Anevrizmanın lobule olup, çevrede vazospazm olup olmaması önemlidir (88).

2. 5. 6. 3. Subtraksiyon tekniklerinin kullanılması: Anevrizmaların büyük çoğunluğu kafa kaidesine yakın damarlardan orijin aldığı için; tüm olgularda dijital ya da film çıkarma yöntemi kullanılmalıdır (55).

2. 5. 6. 4. Kollateral dolaşım potansiyelinin değerlendirilmesi: Özellikle cerrahi esnasında ana damarın geçişi oklüzyonu gerekiyorsa, her iki karotid arter arasında ve ayrıca karotid ve vertebrobaziller dolaşım arasında geçiş olup olmadığı belirlenmelidir (55).

2. 5. 6. 5. Diğer lezyonların belirlenmesi: Anevrizma rüptürünün komplikasyonları arasında vazokonstrüksiyon, infarkt ve iskemi, kitle etkisi ve kontrast ekstrevasyonu

sayılabilir. SAK sonrası akut vazokonstriksiyon direk olarak iskemik beyin hasarına katkıda bulunur. Kontrast ekstravazasyonu nadirdir; ancak anjiyografi esnasında aktif kanama olursa görülür (55).

2. 5. 7. Diyagnostik güçlükler:

2. 5. 7. 1. Birden çok anevrizma varlığı: Multipl anevrizmalarda SAK kaynağını belirlemek tedavi planlanmasında önem taşır. Bu yönden patognomonik bulgu, anjiyografi esnasında kontrast ekstravazasyonu ile aktif kanamadır. Diğer yardımcı bulgular: 1- boyut (daha büyük olan anevrizmanın kanamış olma ihtimali daha yüksektir), 2- düzensizlik (mutilobulasyon), c- fokal kitle etkisi (anevrizmal hematom) ile lokal vazospazm olarak sıralanabilir (41, 55).

2. 5. 7. 2. Dev anevrizmalar: Tanım olarak 25 mm ve daha büyük boyutlardaki anevrizmalara dev anevrizmalar adı verilmektedir. Bu lezyonlar genellikle multilobuledir ve tabakalar halinde organize trombüs içerir. Tam olarak orijinlerini ve boyutlarını tesbit etmek güçtür (1, 55).

2. 5. 7. 3. Parsiyel ya da komplet tromboze anevrizma: Anevrizmada parsiyel tromboz söz konusu ise, lezyonun kendisi, anjiyografide gösterilen patent lümeden çok daha büyük olabilir. Patent lümeni çevreleyen kitle etkisi, komşu damarlardaki itilme ve yayılma ile kendini gösterir. Tamamen tromboze küçük sakküler anevrizmalarda, anjiyografi normal olabilir (1, 55). Bazen de anevrizmanın lokalizasyonu ve boynu dolumda etkili olabilir. Örneğin dar boyunlu lateral sakküler anevrizmanın dolumunu sağlamak bazen mümkün olmayabilir. Ya da yetersiz kontrast madde uygulanması veya anevrizma içinde koil olması nedeniyle anevrizma dolumu sağlanamayabilir (89).

2. 5. 7. 4. Anevrizmayı taklit eden durumlar: Anevrizmalar vasküler kıvrım ve infundibulumlardan ayırt edilmelidir. İfundibulumlar, gelişen fetusta mevcut bir damarın inkomplet regresyonu sonucu kalan, düzgün yüzeyli ve huni şeklinde dilatasyonlardır. En sık görüldüğü yer, PKoA orijinidir. Daha nadir olarak, AKoA orijininde bulunur. Anjiyografide, infundibulumlar, 3 mm' den küçük yuvarlak ya da koni şeklinde dilatasyonlardır ve distal PKoA infundibulumun apexinden çıkar. Boynu yoktur (41, 90). Anevrizmalar ise genellikle 3mm' den daha büyük ve genellikle lobule

konturludur. Distal PKoA eksantrik çıkış gösteriyorsa, boyutu ne olursa olsun lezyon anevrizmadır. Vasküler kıvrımlar üç boyutlu damarın iki boyutlu görüntü üzerinde üst üste binen kısımları nedeniyle oluşur. Tipik olarak anevrizmalardan daha dens görünümüne sahiptirler ve multipl oblik görüntülerde açılırlar (55). Anevrizmanın kontrast dansitesi ana damardan az veya eşittir. Kontrast doluş ve boşalması ana damar ile aynıdır. Anevrizmalarda ana damara göre boşalmada gecikme izlenir (41)

2. 5. 7. 5. Negatif anjiyografi: SAK' ların %18-27' sinde anjiyografi negatiftir. Tetkikin negatif çıkmasında, gösterilemeyen anevrizma başta gelmektedir. Ayrıca radyolojik tetkikin teknik olarak yetersiz yapılması da etkin bir rol oynamaktadır. Bunlar arasında örneğin yetersiz projeksiyonun %40, kötü kalite filmlerin %20 gibi oranlarda sonucu etkilediği bildirilmiştir (1).

2. 5. 5. Komplikasyonları:

Genel komplikasyon riski %0.07-1 olarak bildirilmiştir (8, 6). En sık görülen komplikasyon embolik olayların ortaya çıkmasıdır. İşlem sırasında kateterin bir aterom plağına rastlaması veya kateter içinde yerleşmiş olan kan pıhtısının beyin damarlarına gitmesi sonucu emboliler oluşabilir. Damar duvarında zedelenmeye bağlı diseksiyonlar, ponksiyon yerinde kanama ve hematoma, lokal arter spazmları, infeksiyon ve kontrast maddeye ait alerjik reaksiyonlar sayabileceğimiz diğer komplikasyonlardandır. Anevrizması olan SAK' lı hastalarda anjiyografi sırasında tekrar kanama oldukça az görülmektedir ancak buna ait net veriler yoktur. 5.500 hastada yapılan bir çalışmada sadece 7 hastada tekrar kanama rapor edilmiştir. Tekrar kanamanın nedeninin, kontrast madde enjeksiyonu sırasında damar içi basınç artışına bağlı olduğu görüşü yaygın olarak kabul edilmiştir (1, 86). Sayılan bu komplikasyonlar dışında anjiyografi sırasında hastalarda başağrısı da olabilir. Bayanlarda, daha öncesinde migreni veya yılda 4' ten fazla başağrısı olanlarda yapılan endovasküler işlem tipine göre başağrısı sıklığı artmaktadır. Patogeneizde balon veya kontrast madde enjeksiyonu sonrası vasküler damar çapında basınç artışı ve kantrast maddeye bağlı damar duvarında geçici inflamasyon oluşumu ile kemoreseptörlerin uyarılması sayılabilir (84).

3. GEREÇ VE YÖNTEM:

Hasta popülasyonu:

Çalışmaya Haziran 2009 ile Mayıs 2010 tarihleri arasında, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi ve Konya Numune Hastanesi Acil Anabilim Dalına başvurarak, radyolojik veya klinik olarak spontan, travma dışı SAK tanısı alan DSA (Digital Subtraction Anjiyografi) ve KBBTA (Kemik Baskılı Bilgisayarlı Tomografik Anjiyografik) için başvuran 60 hasta dahil edildi.

SAK tanısı, radyoloji bölümünde çekilen kontrastsız beyin BT incelemelerinde subaraknoid aralıklarda kan dansitesi bulunması veya acil serviste yapılan lomber ponksiyonda BOS' ta ksantokromi görülmesi ile konuldu.

Travma nedeniyle SAK tanısı konulan ve klinik durumu yapılan incelemeleri kaldıramayacak kadar ağır olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Ayrıca vasküler yapılarında yoğun kalsifikasyonları olan hastalar, KBBTA sırasında uygunsuz çıkarma işlemine sebep olması nedeniyle çalışmaya dahil edilmedi. Girişimsel bir işlem olan DSA incelemeyi kabul etmeyen, ilaç alerjisi olan veya serum kreatin seviyesi 1.5 mg/dl' nin üzerinde olan hastalar da çalışma kapsamına alınmadı.

Çalışmaya katılan hastaların 29' u erkek, 31' i kadın olup, yaşları 16 ile 84 arasında değişmektedir (yaş ortalaması 50.6).

Hastaların tümü yapılacak işlemler ve komplikasyonları hakkında bilgilendirildi ve onayları alındı. Bilinci açık olmayan hastaların ise yakın akrabalarının onayı alındı.

Altmış hastanın tümüne kanamanın etyolojisini belirlemek için ilk 24 ile 72 saat içinde DSA ve serebral KBBTA tetkiki yapıldı. Hastaların KBBTA tetkiki, mümkün olduğunca DSA işlemi öncesi yapılmaya çalışıldı ve iki tetkik arasında kontrast yüklemesini önlemek için 12-24 saat ara olmasına dikkat edildi. DSA incelemesi normal olan ancak KBBTA' sı hareket artefaktları nedeniyle sağlıklı değerlendirilemeyen iki hastaya 15 gün sonra KBBTA ve DSA tekrarı yapıldı.

KBBTA sırasında elde edilen imajlar kullanılarak klasik 3D BTA imajları elde edildi. Kateter anjiyogramlar, KBBTA ve BTA incelemeleri, iki ayrı radyolog tarafından prospektif şekilde bağımsız ve kör olarak elde edilip değerlendirildi. Tartışmalı vakalarda ortak kararlar alındı.

KBBTA protokolü:

Tetkik 64 dedektörlü BT cihazı (Somatom Sensation 64, Siemens Medical Systems, Forcheim, Almanya) ile yapıldı. Hastalar supin pozisyonda, gantrinin santraline gelecek şekilde yatırıldı. Ön arka projeksiyonda alınan skenogram üzerinden lokalizasyon belirlenerek, orbitomeatal hatta paralel olacak şekilde C2 vertebra düzeyinden başlanarak vertex düzeyine kadar kaudokraniyal yönde kesitler alındı. KBBTA tetkiki; kolimasyon 0.6 mm, kesit kalınlığı 0.6 mm, pitch 1.2, tarama süresi 4.07 sn, KV 100, mAs 160, FOV 212 mm seçilerek yapıldı. Subtraksiyon işlemi sırasında hastanın hareket etmemiş olması çok önemli olduğu için hastalar hareket etmemeleri açısından özellikle uyarıldı ve bilinci kapalı, stabil olmayan hastaların kafası masaya bant ile sabitlendi.

İşleme öncelikle otomatik çıkarma işlemi için baz oluşturmak amacıyla kontrastsız BT tetkiki yapılmasıyla başlandı. Çıkarma işlemi sırasında kontrastsız BT' de alınan kemik dansite değeri, kontrastlı BT' de eşik değer olarak kullanılarak çıkarma gerçekleştirildi. Böylece yumuşak doku ve vasküler yapılar korunarak sadece kemik yapılara yönelik çıkarma yapıldı ve özellikle kafa tabanındaki arteriyel yapılar daha iyi görünür hale gelmiş oldu. Daha sonra hastaya hiç pozisyonunu bozmaması söylenerek; 100 ml iyonik olmayan kontrast madde (Visipaque 320 mg ioksidanol/ml; Opakim, Almanya) 20 gauge kelebek set iğne ile antekübital venden otomatik pompa (Ulrich, Medizintechnik, Almanya) yardımıyla saniyede 4 ml gidecek şekilde verildi. Kontrast madde verilmeden önce setten 21 ml NaCL verildi, kontrast madde bittikten sonra da 21 ml NaCL ile set içindeki kontrast madde yıkandı. Kontrast verildikten sonra 5 sn bekleme süresi bırakıldı. İntrakraniyal arterlerde optimal kontrastlanma sağlanması için aksiyel görüntü üzerinden kafa tabanı seviyesinde düşük dozlu (20mAs) tarama yapıldı. İnternal karotid arterlerde kontrast görüldüğü anda taramaya başlandı (yarı otomatik tetikleme). KBBTA tetkiki yaklaşık 1.55 sn sürede tamamlandı. KBBTA, klasik BTA' dan farklı olarak kontrastsız görüntüler alındığı için 15 sn daha uzundu. Hiçbir olguda BT tetkikine bağlı komplikasyon gelişmedi. BT imajları 0.75 mm kalınlığında ve 0.75 mm' lik rekonstrüksiyon intervali ile rekonstrükte edildi. Toplam elde edilen kesit sayısı kontrastlı ve kontrastsız incelemeler için yaklaşık 240-250 arasında değişmekte idi. Elde edilen veriler iş istasyonuna (Leonardo, Siemens, Erlangen, Almanya) gönderildi. Önce kontrastlı kesitler ardından da kontrastsız kesitler Neuro DSA programına yüklendi. Aksiyal, koronal, sagittal multiplanar reformat görüntülerle birlikte ekran dört kadrana

bölünerek multiview görüntüler hazırlandı. Yazılım otomatik olarak kontrastlı kesitlerden kontrastsız kesitleri çıkardı ve “Neuro DSA slim” adında kemik yapıların çıkarıldığı ham görüntüler elde edildi. Bu görüntülerden volüm rendering yöntemi ile üç boyutlu görüntüler elde edildi. Değişik açı ve düzlemlerde uygun renk, parlaklık ve opasite değerleri ile kodlanarak iki bağımsız radyolog tarafından değerlendirildi. Üç boyutlu KBBTA-VRT görüntülerini oluşturmak ortalama 1 dk (ilk çıkarma 0.78 sn, ikinci kontrol çıkartma 0.20 sn), görüntülerin değerlendirilmesi ise ortalama 3.10 dakikada tamamlandı (toplam 4.10). BTA-VRT görüntüleri ise yeterli görüntü kalitesinin sağlanabilmesi amacıyla kemiklerin çıkarılması için 5.10 dk ve görüntülerin değerlendirilmesi için ise ortalama 4.35 dk’ da tamamlandı (toplam 9.45dk).

Bunun yanında aynı çekimden elde edilen klasik BTA kesitleri direk 3D multiplanar reformat (MPR), maximum intensite projeksiyon (MIP) ve kemik yapıların çıkarılmadığı VRT imajlar yapılarakta değerlendirildi.

Kateter anjiyografi:

Kateter anjiyografi, monoplan DSA cihazında (GE Advantix LCA, USA), seldinger tekniği ile lokal anestezi yardımıyla perkütan femoral kateterizasyon yoluyla yapıldı. Kateter anjiyografi tetkiki için KV 80, mAs 400, matrix 1012X1012, FOV 32 cm seçildi. Uygulama esnasında pig tail kateter kullanıldı. Kontrast madde otomatik enjektör (MarkVProVis, Medrad, USA) ile ortalama 100-150 cc dozda (Ultravisit 300/100 mg iodin/ml, Schering, Almanya) verildi. Karşı taraf vertebral artere yeterli kontrast reflüsü görüldüğü durumlarda (PİSA orijin görüntülenmesi) 3 damar (sağ, sol internal karotid arter ve sol vertebral arter), reflü olmayan olgularda (PİSA orijininin görüntülenememesi) ise 4 damar (sağ, sol internal karotid arter ve her iki vertebral arter) selektif serebral anjiyografi yapıldı. Rutinde optimal anjiyografik demonstrasyon için gerekli olan anterior dolaşımı gösteren towne, lateral, oblig; posterior dolaşımı göstermek için anteroposterior, lateral projeksiyonlarda görüntüler alındı. Şüpheli anevrizma görünümü durumunda veya anevrizma boynunun net gösterilemediği standart projeksiyonlar yetersiz kaldığı durumlarda tüpe kraniokaudal ve mediolateral yönlerde çeşitli açılar verilerek değişik açılarda ek projeksiyonlar alındı. DSA tetkiki sırasında hiçbir hastada komplikasyon gelişmedi.

DSA ve KBBTA incelemelerinin değerlendirilmesi:

İnceleme sırasında hasta hareketleri stabilize edilmeyen olgularda çıkarma işlemi sırasında kemik yapılar tam üst üste çakışmadığı için kemik kalıntıları oluşmaktaydı. Hasta tek yöne 30 dereceden az hareket ettiyse iş istasyonunda açı düzeltilerek çıkarma işlemi yapıldı. Bizde çalışmamızda iki hastada bu yöntemi kullanarak görüntü kalitesini arttırmaya çalıştık. Tüm bu işlemlere rağmen bazı hastalarda yeterli kalite sağlanamadı. Bu nedenle KBBTA kalitesi belirlenmesi için kemik kalıntıları olması ve oftalmik arter ile intrakavernöz İKA' nın VRT imajlarda görülebilirliğine bakılarak sınıflama yapıldı (4, 7, 84). Bunlara dayanarak mükemmel, iyi, orta, yetersiz kalite belirlendi.

Mükemmel kalite, hiç artefakt ve kemik kalıntısı olmayan, oftalmik arterin orijinden itibaren izlenebildiği, kavernöz segmente ait kalıntıların VRT imajlarda görülmediği incelemeler;

İyi kalite, vasküler görüntülemeye engel olmayan küçük kemik kalıntıları olan, kavernöz segmentte VRT imajlarda görüntülemeye engel olmayan küçük artıklar olan incelemeler;

Orta kalite, vasküler yapı değerlendirilmesini kısmen kötü etkileyen büyük kemik kalıntıları olan, oftalmik arterin kesik kesik görüldüğü ya da en azından orijinin küçük bir parçasının görüldüğü, kavernöz sinüs kontrastlanmasına sekonder intrakavernöz İKA' nın görülemediği incelemeler;

Yetersiz incelemede, oftalmik arterin hiçbir bölümü görülmeyen ve vasküler görüntülemeyi ciddi oranda etkileyen büyük kemik kalıntıları olan incelemeler olarak sınıflandırıldı.

Değerlendirmeye sadece mükemmel ve iyi kalitede olan 50 hasta alındı. Görüntüleri orta ve yetersiz kalitede olan 10 hasta çalışmaya dahil edilmedi (ortalama %84.4).

Bazı çekimler sırasında kontrast zamanlamasının iyi yapılamaması nedeniyle venöz kontaminasyon meydana geldi. Bunun görüntü kalitesini düşürmemesi için venöz sinusler görüntüden kesilerek çıkartıldı.

KBBTA DSA ve KBBTA görüntülerinde anevrizma varlığı, izlenen anevrizmanın lokalizasyonu, boyutu, boynu ve anevrizma boynunun parent arter ile ilişkisi belirlendi. Anevrizma boyutları DSA' da, normalde supraklinoid İKA' nın 5mm proximalinde yaklaşık 4-5 mm çapa sahip olduğu göz önünde bulundurularak ve orantılama yapılarak subjektif yolla ölçüldü. Literatürde şu ana kadar boyut olarak BTA' nın gösterebildiği eşik değer için 3 mm baz alınmış olması nedeniyle bizde bu değeri çalışmamızda eşik değer olarak kullandık. Buna göre anevrizmaları 3mm' den küçük, 3-5mm, 5-15mm ve 15-25mm olarak sınıfladık. Yine Yaşargil sınıflaması kullanılarak sakküler veya

fusiform olarak sınıflara ayrıldı. Anevrizma boynu, anevrizma transvers çapı/anevrizma boynu oranı 2'den büyükse dar; 2'den küçükse geniş olarak değerlendirildi. Anevrizma lokalizasyonu ön ve arka dolaşım olarak ayrıldıktan sonra ön dolaşım, internal karotid arter, anterior kommunikan arter, anterior serebral arter, orta serebral arter olarak; arka dolaşım arterleri ise baziller arter, baziller tepe, vertebral arter olarak sınıflandırıldı. Ancak istatistik analizleri sırasında bu gruplar üçe indirildi (1. grup: ASA- AKoA, 2. grup İKA, 3. grup: diğerleri) ve anevrizmaların lokalizasyonuna göre yüzde hesaplandı. Bir hastada birden fazla anevrizma varsa işlemler her anevrizma için ayrı ayrı hesaplandı. Bununla birlikte bir hastada birden fazla anevrizma görülme yüzdesi de hesaplandı. Ayrıca her iki yöntemde de vasospazm ve vasküler yapılarda yaylanma, kesilme gibi bulgularla anevrizma dışındaki diğer vasküler malformasyonlar yönünden de değerlendirme yapıldı.

Sonuç olarak her iki inceleme metodundan elde edilen veriler karşılaştırıldı. Referans standart olarak intrakraniyal anevrizmaların tanısında yüksek uzaysal rezolüsyon ve geniş görüntü alanı nedeniyle altın standart kabul edilen DSA kullanıldı.

İstatistiksel analiz:

İstatistiksel analizde tamamlayıcı istatistikler için SPSS 16.0 versiyonu kullanılmış; anevrizma başına ve hasta başına her iki teknik için ayrı ayrı;

Duyarlılık: Tetkikin gerçek hastalar içinde hastaları saptayabilme yüzdesi,

Özgüllük: Tetkikin gerçek sağlamlar inde sağlamları saptayabilme yüzdesi,

Olumlu öngörü: Tetkikin saptadığı hastalar içinde gerçek hastaların yüzdesi,

Olumsuz öngörü: Tetkikin saptadığı sağlamlar içinde gerçek sağlamların yüzdesi olarak hesaplandı.

Ayrıca lokalizasyona ve boyuta göre KBBTA' da ve BTA' da duyarlılık hesaplandı. Ve Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testleri değerlendirildi.

4. BULGULAR:

Çalışmaya travma dışı nedenlere bağlı SAK tanısı almış ve anevrizma açısından KBBTA ve DSA yapılan 60 hasta dahil edildi. Çalışmaya katılan hastaların 29' i erkek, 31' i kadındı. Çalışmaya dahil edilen 60 hastanın yaşları 16 ile 84 arasında değişmektedir (yaş ortalaması 50.6).

KBBTA görüntülerinin elde edilmesi için her hastaya çıkarma işlemi yapıldı. Hastaların 10 tanesinde KBBTA işlemi sırasında yoğun vazospazm ve hasta hareketleri nedeni ile görüntü kalitesi orta ve alt seviyelerde kaldı ve bu hastalar çalışmaya alınmadı (%16.6). Bu durumda çalışmaya 60 hastadan 50' si dahil edildi (%84.4). Bu hastalardan da 43 hastada çıkarma işlemi mükemmeldi. Yedi hastada ise iyi kalitedeydi. Çıkarma işlemi iyi kalitede olan hastalardan birinde (olgu 13) yoğun vasospazm nedeniyle damarsal yapıların değerlendirilmesi özellikle ince dallarda suboptimaldi. Diğer bir hastada (olgu 8) da daha önce yapılan operasyona sekonder sağ OSA' da klip mevcuttu. Ancak bu hastanın anevrizması baziller tepe lokalizasyonlu olduğu için bizim görüntülememize olumsuz bir etkisi olmadı.

Hastaların 11 tanesinde herhangi bir anevrizma saptanmadı. Bunların 6 tanesinde perimezensefalik SAK, 3 tanesinde de parankimal hemoraji saptandığı ve klinik durumları düzeldiği için ek tetkik yapılmadı.

Anevrizma saptanmayan hastaların 2 tanesinde ilk DSA ve KBBTA sırasında yoğun vazospazm mevcuttu ve DSA' larında anevrizma saptanmadı. Bu nedenle bu hastalara 15 gün sonra DSA ve KBBTA yapıldı ve bu hastaların birinde (olgu 24) sağ ASA-A1 segmentte 4,2x4 mm, diğerinde (olgu 13) ise sağ SSA orijininde 3,9x2,7 mm' lik anevrizma saptandı. Olgu 24' ün tekrarlanan KBBTA' sında anevrizma net olarak izlenirken; olgu 13' ün SSA orijinindeki milimetrik anevrizması; lokalizasyonu ve önceki çekimine oranla bu çekimde daha az miktarda da olsa vazospazmın devam etmesi nedeniyle kemik baskılı ve baskısız VRT imajlarda net olarak izlenemedi. Ancak MPR görüntülerde anevrizma daha belirgin olarak izlendi. Hastanın MPR görüntüleri ve DSA' sı göz önüne alınarak KBBTA ve kemik baskısız BTA görüntüleri tekrar değerlendirildiğinde SSA orijinindeki anevrizmanın izlendiğine karar verildi.

Geriye kalan 39 hastada 51 anevrizma saptandı. Dört hastada ikişer, iki hastada üçer, bir hastada beş anevrizma saptandı. Multipl anevrizma saptanan hastaların 3 tanesi erkek, 4 tanesi kadındı. Çalışmamızda erkek hastalarımızda 2 tane ikili, bir tane üçlü anevrizma

saptarken, bayan hastalarımızda 2 tane ikili, bir tane üçlü, bir tane de beşli anevrizma saptadık.

DSA ve KBBTA' da saptanan anevrizmaların toplam 42 tanesi ön dolaşımında; 6 tanesi arka dolaşımdaydı. İKA lokalizasyonunda 17 tane anevrizma saptadık. Bunların da 6 tanesi oftalmik, 1 tanesi paraoftalmik, 7 tanesi kommunikan, 1 tanesi kavernöz ve 2 tanesi İKA tepe lokalizasyonundaydı. Diğer anevrizmaların dağılımı ve yüzdeleri tablo 10' da verilmiştir.

Tablo 10: KBBTA ile tesbit edilen anevrizmaların anatomik dağılımı.

	Anevrizma sayısı	Oran (%)
Karotis interna	17	%33.3
ACoA/ ASA	15	%29.4
OSA	13	%25.4
VA	2	%3.9
Baziller arter	3	%5.8
PCA ve diğerleri	1	%2

Elli bir anevrizmanın 2 tanesi fusiform özellik göstermekteydi. Geri kalanlar sakküler özellikteydi. Tepe boyun oranı 2 olarak kabul edildiğinde saptanan anevrizmaların 24 tanesi dar, 25 tanesi geniş boyunlu olarak tespit edildi. Saptanan anevrizmaların 22 tanesi lobule konturluydu (Tablo 19).

Literatürde şu ana kadar BTA' nın gösterebildiği eşik değer için 3 mm baz alınmış olması nedeniyle bizde bu değeri çalışmamızda kullandık. Çalışmamızda saptanan toplam 51 anevrizmanın 14 tanesi 3 mm' den küçük; 10 tanesi 3-6 mm, 25 tanesi 6-15 mm boyutlarında saptanmıştır. Ayrıca 2 tanede 25 mm' yi geçen dev anevrizma tespit ettik. Boyutu 15-25 mm arasında olan anevrizma saptamadık. Çalışmamızda KBBTA ile saptadığımız en küçük anevrizma 1.5 mm, en büyük ise 36 mm' dir. Anevrizmaların boyutlarının BTA ve KBBTA' da görülebilirliğe etkisini duyarlılık açısından tablo 11' de gösterdik.

Çalışmamızda KBBTA-VRT ile yaptığımız serimizde 48 gerçek pozitif ve 3 yanlış negatif sonuç elde ettik. Yanlış negatif sonuç elde ettiğimiz 3 hastada da çıkarma işlemi iyi kalitedeydi. Hastaların birinde vazospazm nedeniyle ince vasküler yapılar zor

değerlendirilmekteydi. Diğer iki hastada ise DSA ile saptanan anevrizmalar 2 mm' nin altındaydı.

Tablo 11: Anevrizmaların BTA-VRT ve KBBTA-VRT' de boyutlarına göre görülebilirlik oranları.

	KBBTA	KBBTA	BTA	BTA
	<3mm	>3mm	<3mm	>3mm
Görülebilir anevrizma	13	37	8	36
Görülemez anevrizma	1	0	6	1
Duyarlılık (%)	93	100	57	97

Çalışmamızda BTA-VRT ile yapılan değerlendirmede 45 gerçek pozitif, 6 yanlış negatif sonuç bulunmaktadır. Yanlış negatif sonuç elde ettiğimiz anevrizmaların 4 tanesi İKA oftalmik, paraoftalmik ve kommunikan gibi kemik yapılara oldukça yakın lokalizasyondaydı. Bu nedenle BTA-VRT görüntülerde kemik yapılar nedeniyle net değerlendirme yapılamadı. İki anevrizma ise AKoA lokalizasyonundaydı ve iki anevrizma da 1,5 mm civarındaydı. Bu anevrizmalarda biri KBBTA' da da görülmemiştir. Bunların yanında BTA ile parsiyel izlenebilen 5 İKA anevrizması vardı. Bunlardan da 4 tanesinde anevrizmanın boynu kemik yapıların altında kaldığı için değerlendirilememekteydi. Aynı hastaların yapılan KBBTA' sında ise tüm anevrizmaların boynu net bir şekilde değerlendirilebildi. VRT imajlar çeşitli açılardan incelenerek anevrizma boyununun geniş ve ya dar olduğu tedavi öncesi ortaya konuldu. Ayrıca İKA lokalizasyonlu anevrizmaların gösterilmesinde duyarlılık hesapladığımızda da KBBTA' nun BTA' dan daha iyi olduğunu saptadık (tablo 12).

Tablo 12: Anevrizmaların lokalizasyonuna göre KBBTA-VRT ve BTA-VRT ile tespit edilme duyarlılık oranları.

	Anevrizma	KBBTA(%)	BTA(%)
AKoA	11	100	81.8
İKA	17	94.4	76
DİĞER	23	100	100

Yine bir hastada (olgu 7) İKA mediyal kesimden kaynaklı yaklaşık 8x25 mm ebatlarında bir anevrizmanın kemik baskılaması olmadan yapılan BTA da her iki İKA ile de temas halinde olduğunu gördük ve orijinin sağ veya sol İKA' dan olduğuna karar veremedik. Aynı hastanın yapılan KBBTA' sında tariflenen anevrizmanın sol İKA oftalmik segmente ait olduğu çok net bir şekilde görülmekteydi.

Kemik baskılaması olmadan yapılan BTA-VRT ile bir hastada (olgu 11) yanlış pozitiflik saptadık. Sağ PSA' da kemik yapıdan net ayrımı yapılamayan anevrizmatik oluşum saptadık. Ancak hastanın çekilen KBBTA' sında bu alanın anevrizmaya ait değil; klinoid process' in bir varyasyonu olduğunu gördük.

Bir hastada sol VA' de anevrizma saptadık. Yapılan DSA görüntülemeye anevrizma içerisinden PISA' nın çıktığını ve hastanın vazospazmı olduğunu gördük. Ancak hastanın kemik baskılı ve baskısız BTA tetkiklerinde PISA' nın anevrizmadan çıktığını net olarak gösteremedik. Bunda hastanın vazospazmının da etkili olduğunu düşünmekteyiz. Diğer hastalarda anevrizmadan çıkan damarları KBBTA ile DSA kadar iyi gösterebildik.

Bir hastada da sol İKA tepe lokalizasyonundaki bir anevrizmanın DSA' da standart projeksiyonlarla gösterilemediğini ve ek projeksiyona ihtiyaç duyulduğunu gördük.

KBBTA ve BTA' nın gösteremeyip DSA' nın gösterdiği üç anevrizma saptadık. Bu anevrizmaların 2 tanesi (SSA ve sağ İKA kommunikan) DSA görüntülerine bakıldıktan sonra BTA ve KBBTA tekrar değerlendirildiğinde görülebiliyordu. Diğer anevrizma ise çok küçük olduğu için net seçilememekteydi.

Sonuç olarak; tüm bu bulgulara dayanarak intrakraniyal anevrizmaların saptanmasında KBBTA-VRT ve BTA-VRT' nin DSA ile karşılaştırmaları anevrizma sayısı üzerinden ve hasta sayısı üzerinden hesaplanmıştır (tablo 13, 14 ve tablo 15, 16). Buna ek olarak KBBTA ve BTA imajların MPR ve MİP imajlarla kombine edildiğinde anevrizma sayısı ve hasta sayısı üzerinden duyarlılık hesaplanmıştır (tablo 17, 18). Buna göre KBBTA' nın anevrizma saptamada duyarlılığı anevrizma sayısı üzerinden hesaplandığında %98 iken; BTA' nın duyarlılığı %88.2 olarak hesaplanmıştır. Duyarlılık MPR ve MİP imajlarında değerlendirilmeye katılması ile KBBTA için %100, BTA için %98' e çıkmıştır.

Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi ile KBBTA-VRT ve DSA arasında anevrizma saptanması açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($z = -1.732$, $p = 0.083$). BTA-VRT ve DSA arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark mevcuttur ($z = -2.646$, $p = 0.008$). Yani KBBTA ile elde edilen sonuçlar DSA' ya BTA' dan daha yakındır. BTA-VRT ve BTA kombine (MIP, MPR, VRT) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($z = -2.449$, $p = 0.014$).

Tablo 13: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA-VRT' nin değeri (anevrizma sayısı üzerinden).

	Tüm anevrizmalar	Oran(%)
Duyarlılık	50/51	98
Özgüllük	11/11	100
Olumlu öngörü	50/50	100
Olumsuz öngörü	11/12	91.2

Tablo 14: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında BTA-VRT' nin değeri (anevrizma sayısı üzerinden).

	Tüm anevrizmalar	Oran(%)
Duyarlılık	45/51	88.2
Özgüllük	11/12	91.6
Olumlu öngörü	45/46	97.8
Olumsuz öngörü	11/17	64.75

Tablo 15: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA-VRT' nin değeri (hasta sayısı üzerinden).

	Tüm anevrizmalar	Oran(%)
Duyarlılık	38/39	97.4
Özgüllük	11/11	100
Olumlu öngörü	38/38	100
Olumsuz öngörü	11/12	91.6

Tablo 16: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında BTA-VRT' nin değeri (hasta sayısı üzerinden).

	Tüm anevrizmalar	Oran(%)
Duyarlılık	36/39	92.3
Özgüllük	11/12	91.6
Olumlu öngörü	36/37	97.2
Olumsuz öngörü	11/14	78.5

Tablo 17: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA-VRT' nin MPR- MİP ile kombine edildiğinde değeri (anevrizma sayısı üzerinden).

	Tüm anevrizmalar	Oran(%)
Duyarlılık	51/51	100
Özgüllük	11/11	100
Olumlu öngörü	51/51	100
Olumsuz öngörü	11/11	100

Tablo 18: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında BTA-VRT' nin MPR-MİP ile kombine edildiğinde değeri (anevrizma sayısı üzerinden).

	Tüm anevrizmalar	Oran(%)
Duyarlılık	50/51	98
Özgüllük	11/11	100
Olumlu öngörü	50/50	100
Olumsuz öngörü	11/12	91.6

Tablo 19: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında KBBTA-VRT' nin MPR-MİP ile kombine edildiğinde değeri (hasta sayısı üzerinden).

	Tüm anevrizmalar	Oran(%)
Duyarlılık	39/39	100
Özgüllük	11/11	100
Olumlu öngörü	39/39	100
Olumsuz öngörü	11/11	100

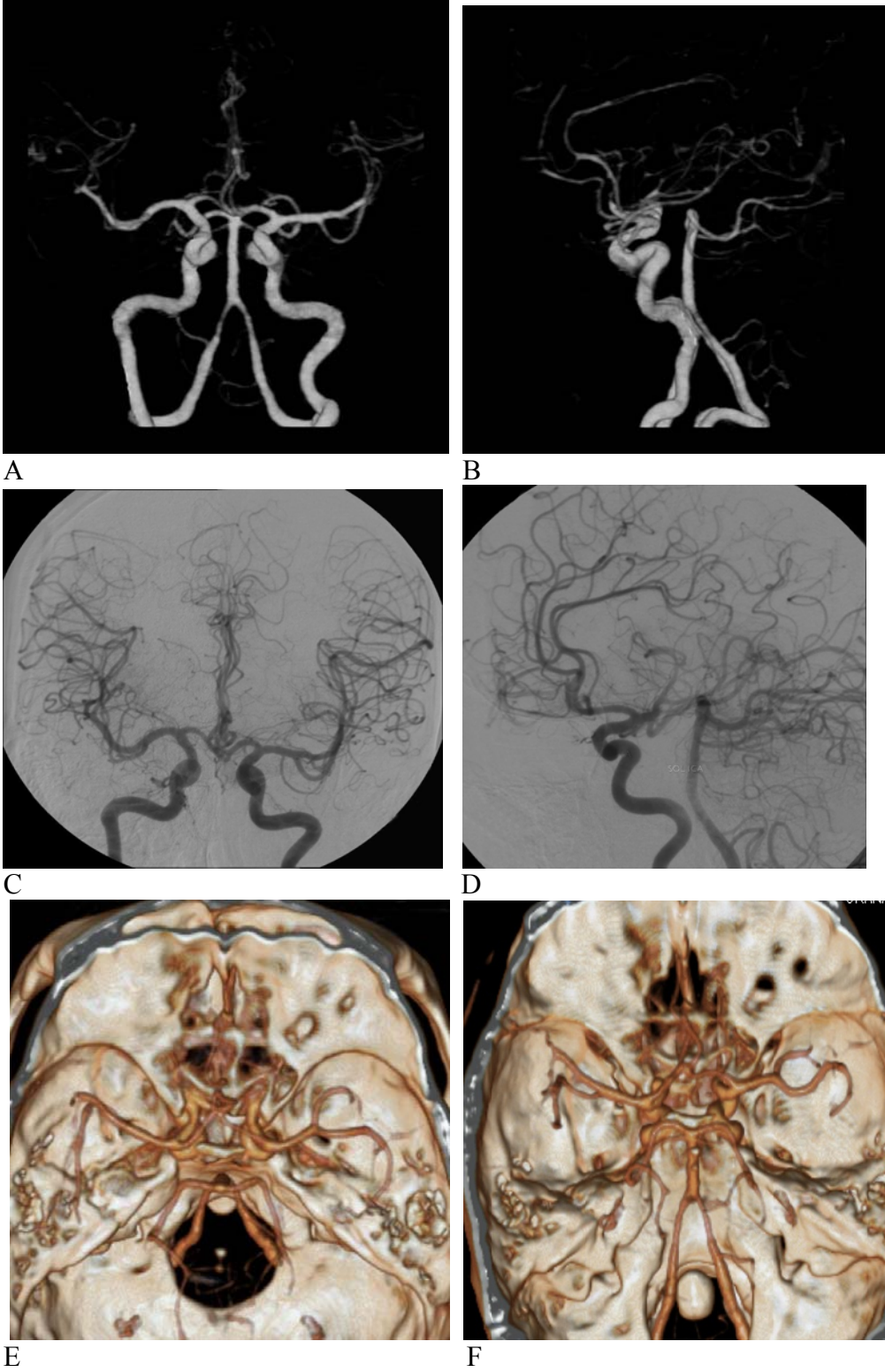
Tablo 20: İntrakraniyal anevrizma saptanmasında BTA-VRT' nin MPR-MİP ile kombine edildiğinde değeri (hasta sayısı üzerinden).

	Tüm anevrizmalar	Oran(%)
Duyarlılık	38/39	97.4
Özgüllük	11/11	100
Olumlu öngörü	38/39	97.4
Olumsuz öngörü	11/12	91.6

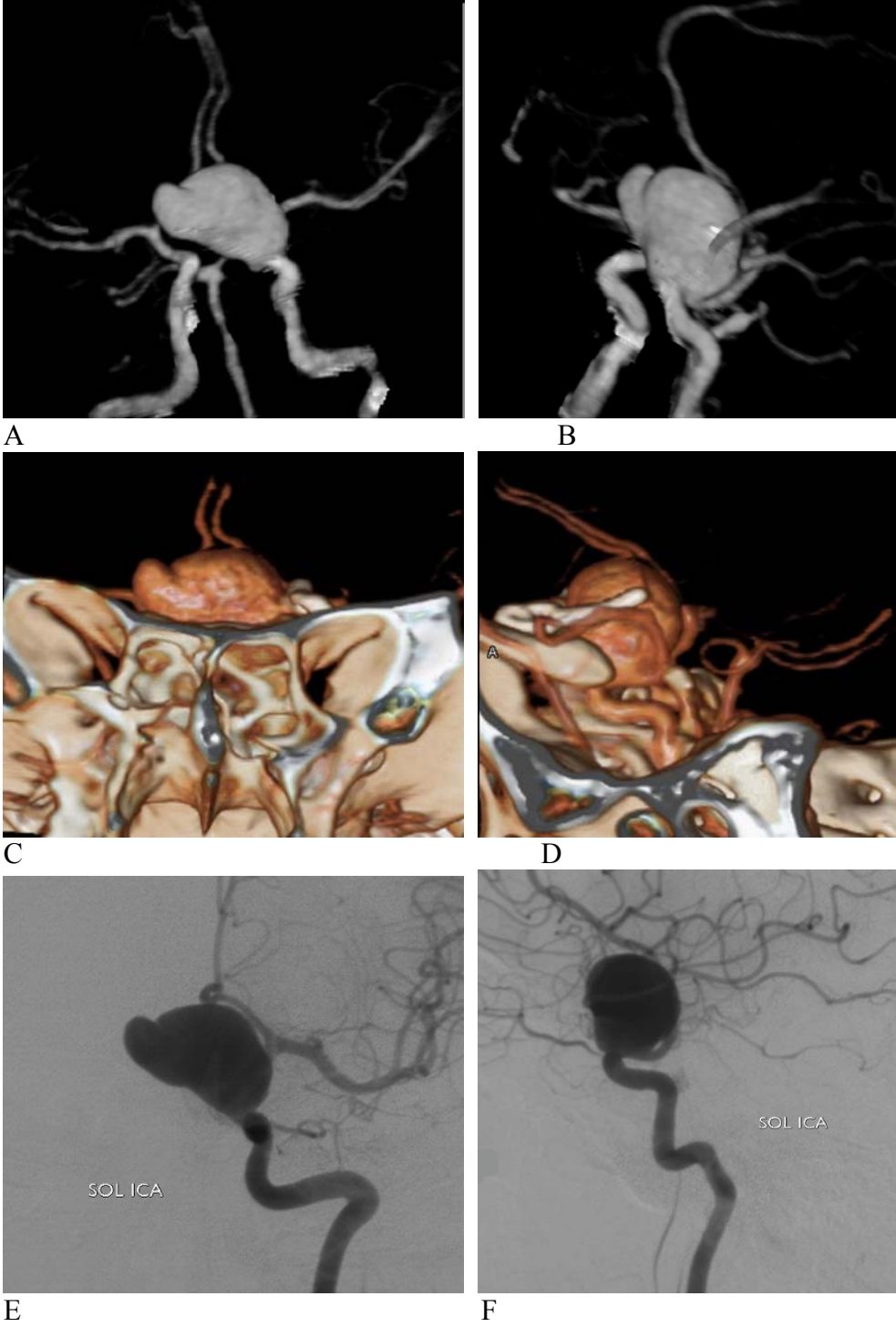
Tablo 21: Anevrizmaların boyut, boyun, lokalizasyonları ve görülebilirlikleri.

no	Yaş	An. sayısı	An.loka lizasyonu	An. Boyutu (txap) mm	An. tipi	An Boynu	An. şekli	DSA	Kb bta	Bta	Evt	Kalite
1	56	1	Sol İKA komm	3.8x7.5	Sakkuler	Dar	Lobule	+	+	+		M
2	54	1	Sağ A2	5.2x6.9	Sakkuler	Dar	Lobule	+	+	+		M
3	68	1	AKoA	3.7x4.7	Sakkuler	Dar	Lobule	+	+	+	+	M
4	39	1	Sol İKA oftalmik	13x10	Sakkuler	Geniş	Lobule	+	+	+	+	M
5	50	1	AKoA	1x4	Sakkuler	Dar	Düz	+	+	+	+	İ
6	39	1	Sol İKA komm	6x8	Sakkuler	Dar	Lobule	+	+	P	+	M
7	52	1	Sol İKA oftalmik	8x25	Sakkuler	Geniş	lobule	+	+	P	+	M
8	30	1	Baziller tepe	2.8x8	Sakkuler	Geniş	Lobule	+	+	+		İ
9	48	1	Sağ M2	5x13	Sakkuler	Geniş	Lobule	+	+	+		M
10	64	1	Sağ İKA komm	2.3x3.5	Sakkuler	Geniş	Düz	+	+	+		M
			Sol İKA tepe	2x2	Sakkuler	geniş	Düz	+	+	+		M
			Sol İKA komm	2x4	Sakkuler	geniş	Düz	+	+	+		M
11	50	0								YP		M
12	59	1	Sağ M2	10X8	Sakkuler	Geniş	Düz	+	+	+		M
13	30	1	SSA	4X3	Sakkuler	Dar	Düz	+	-	-		İ
14	68	1	Sağ M2	7X5	Sakkuler	Geniş	Düz	+	+	+	+D	M
15	57	1	AKoA	15X6	Sakkuler	Dar	Düz	+	+	+	+	M
16	52	1	AKoA	3X3.6	Sakkuler	Dar	Düz	+	+	+		M
17	48	1	Sol İKA komm	5X5.2	Sakkuler	Dar	Düz	+	+	+		M
18	56	1	Sol VA pisa orij.	6X8	Fusiform		Lobule	+	+	+		M
19	84	1	Baziller arter	11X9	Sakkuler	Geniş	Düz	+	+	+		M
20	46	1	Sağ İKA komm	12X7	Sakkuler	Geniş	Lobule	+	+	P	+	M
21	49	0										M
22	54	1	Sağ İKAoftal	7.8X7.7	Sakkuler	Geniş	Lobule	+	+	+	+D	M
23	46	1	Sağ M2	8X8	Sakkuler	Geniş	Düz	+	+	+		M
24	16	1	Sağ İKA tepe	5.5x6.5	Sakkuler	Dar	Düz	+	+	+	+	M
25	60	3	Sağ M1	4.1X6.2	Sakkuler	Dar	Lobule	+	+	+		M
			Sol M1	7.7X4.8	Sakkuler	Dar	Lobule	+	+	+		M
			Sağ A2	2.7X3.9	Sakkuler	Dar	Lobule	+	+	+		M
26	55	1	Sol İKA	9.7x8	Sakkuler	Geniş	Düz	+	+	P	+	M

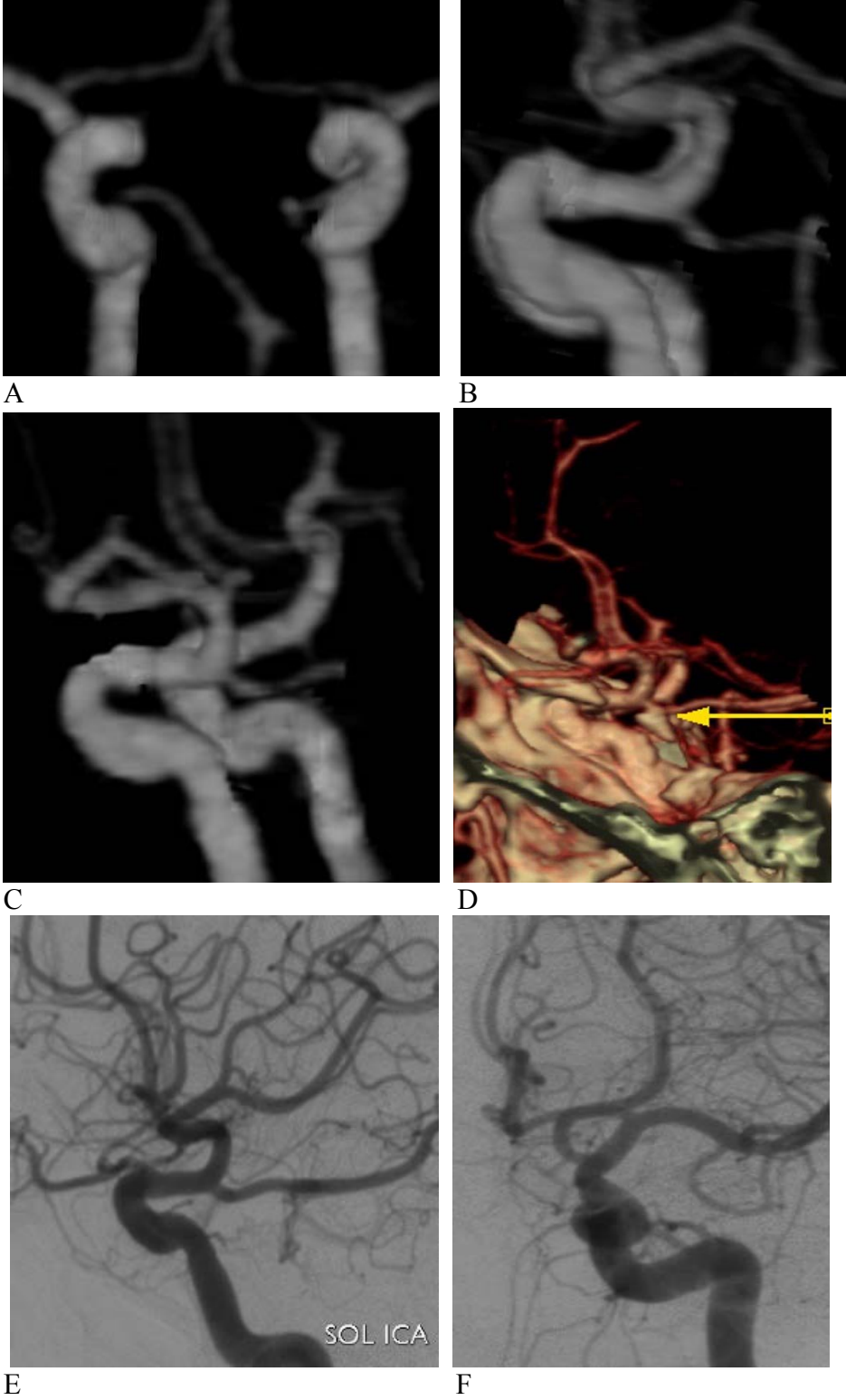
4. 1. Vaka örnekleri:



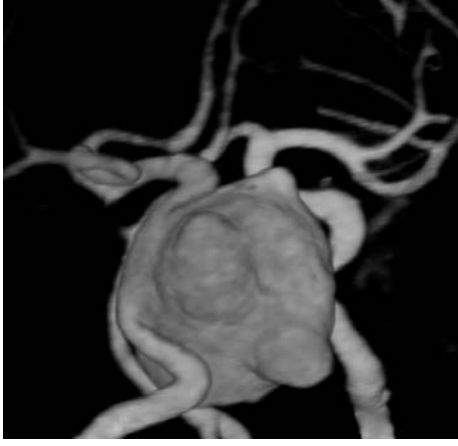
Şekil 10: 49 yaşında erkek hasta (olgu no 41). A ve B) KBBTA-VRT' de normal anjiyografi görüntüleri, C ve D) DSA görüntüleri, E ve F) BTA-VRT' de normal anjiyografi görüntüleri.



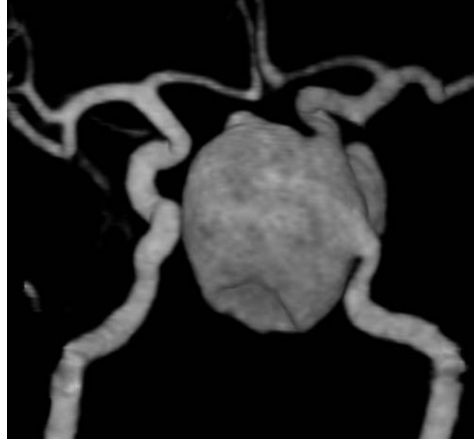
Şekil 12: 52 yaşında bayan hasta (olgu no 7). A) KBBTA anteroposteriyor görüntü, B) KBBTA sol obliq görüntü, C) BTA anteroposteriyor görüntü, D) BTA sol lateral görüntü, E) DSA anteroposteriyor görüntü, F) DSA sol lateral görüntü. Sol İKA oftalmik segmentteki anevrizmanın boynu ve lokalizasyonu KBBTA görüntülerde daha net olarak izlenmektedir.



Şekil 13: 50 yaşında erkek hasta (olgu 11). A) KBBTA anteroposteriyor, B) KBBTA sol lateral, C) KBBTA sol oblig, D) BTA sol oblig, E) DSA sol lateral, F) DSA anteroposteriyor görüntüler. Klinoid proces BTA' da yalancı pozitifliğe neden oluyor, KBBTA ve DSA' da bu alanda hiçbir patoloji saptanmadı ve anevrizma olmadığı DSA ile doğrulandı.



A



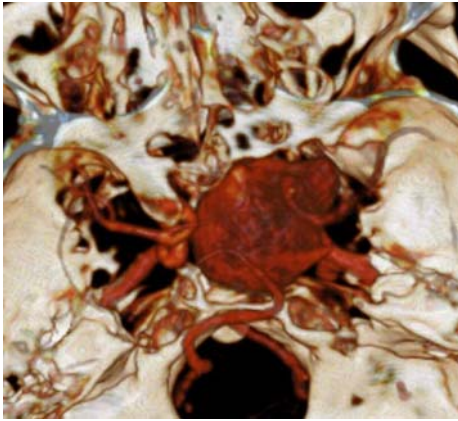
B



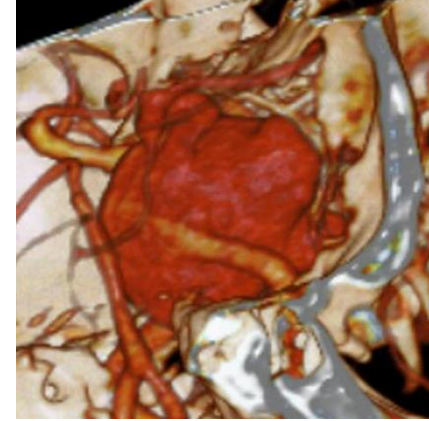
C



D

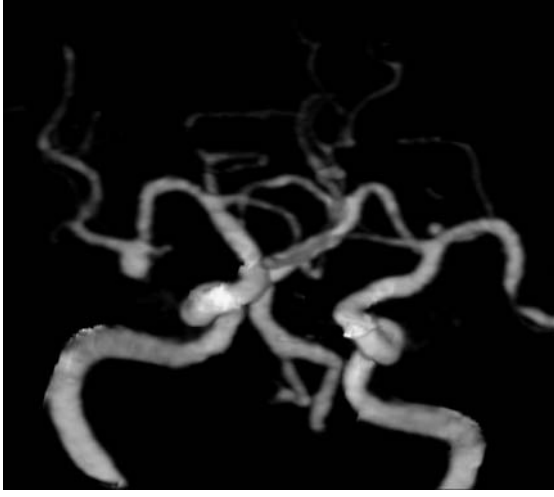


E

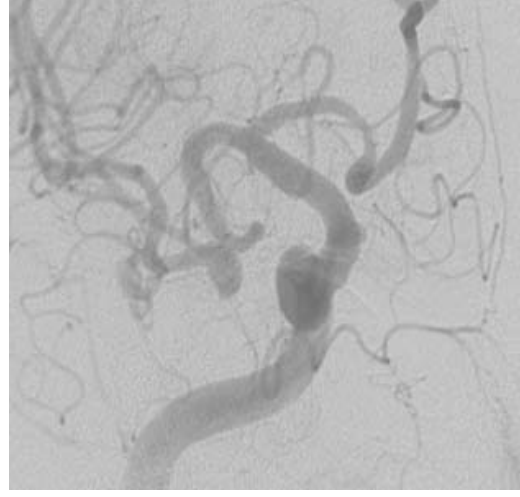


F

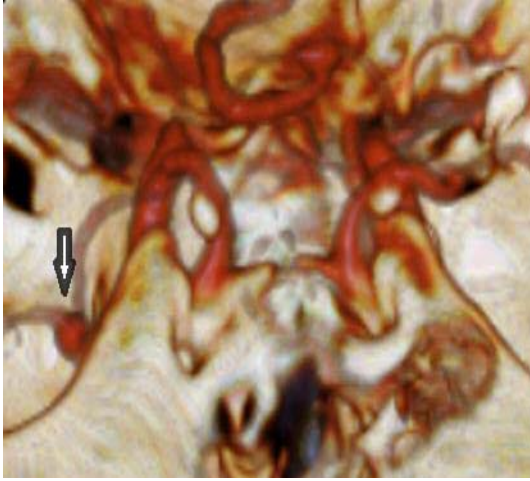
Şekil 14: 65 yaşında erkek hasta (olgu 34). A) KBBTA anteroposteriyor, B) KBBTA lateral oblig, C ve D) DSA' da sağ İKA anevrizması, E) BTA süperoinferiyor, F) BTA sol oblig görüntüler. Sağ İKA kavernöz segmentteki dev lobule anevrizmanın BTA' da parsiyel izlendiği görülüyor. BTA' da anevrizma boynu net seçilemiyor.



A



B

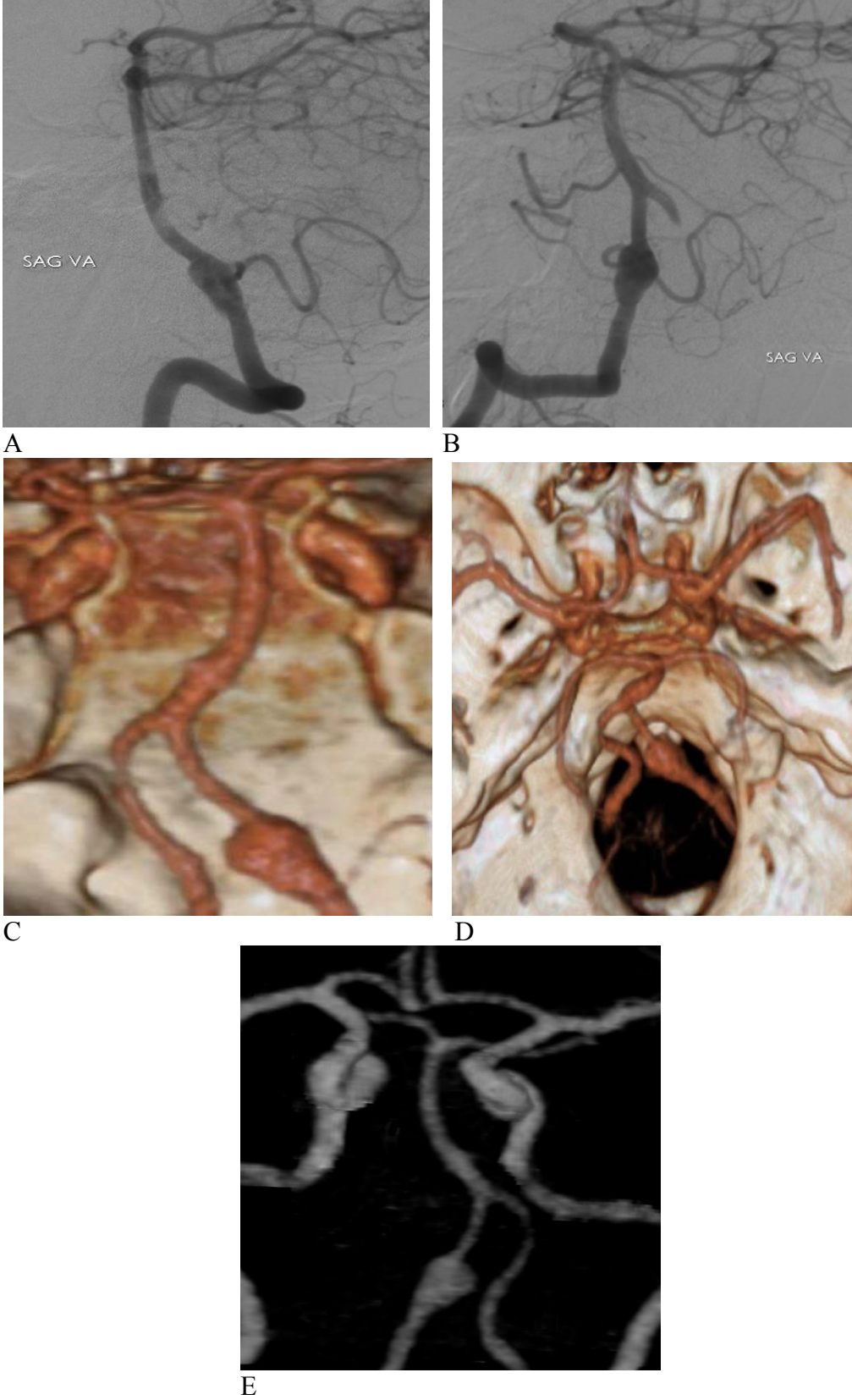


C

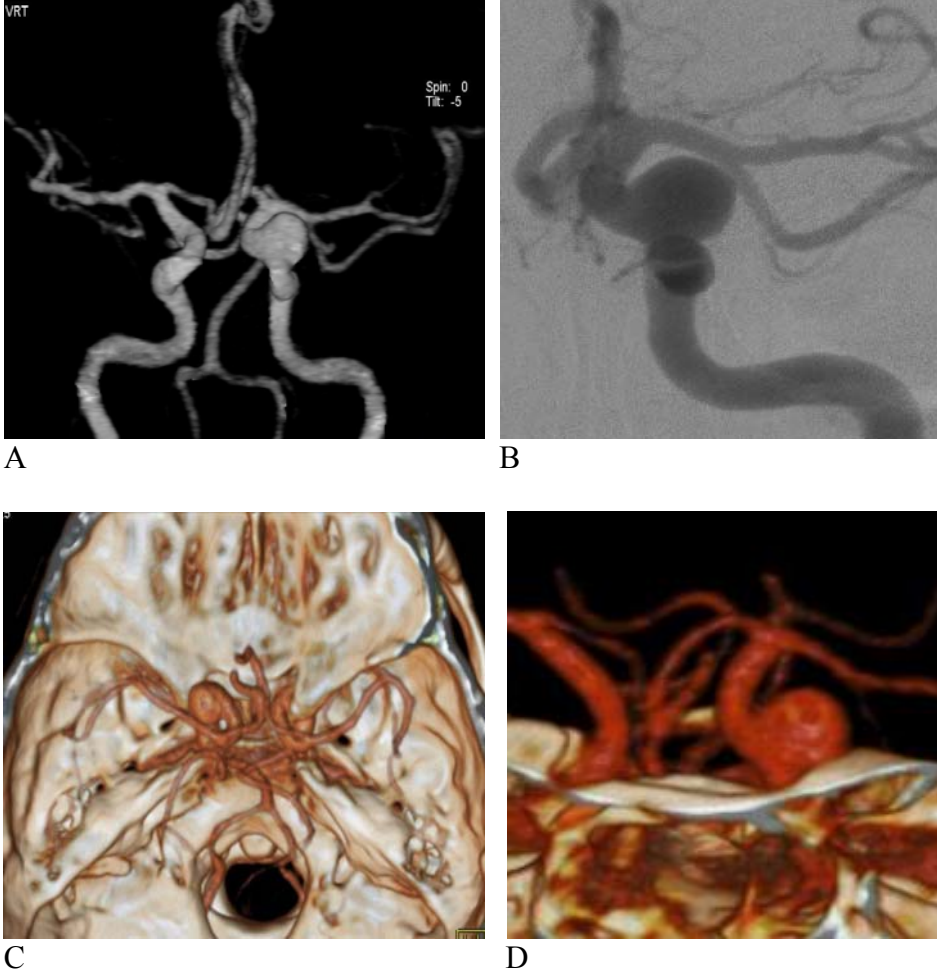


D

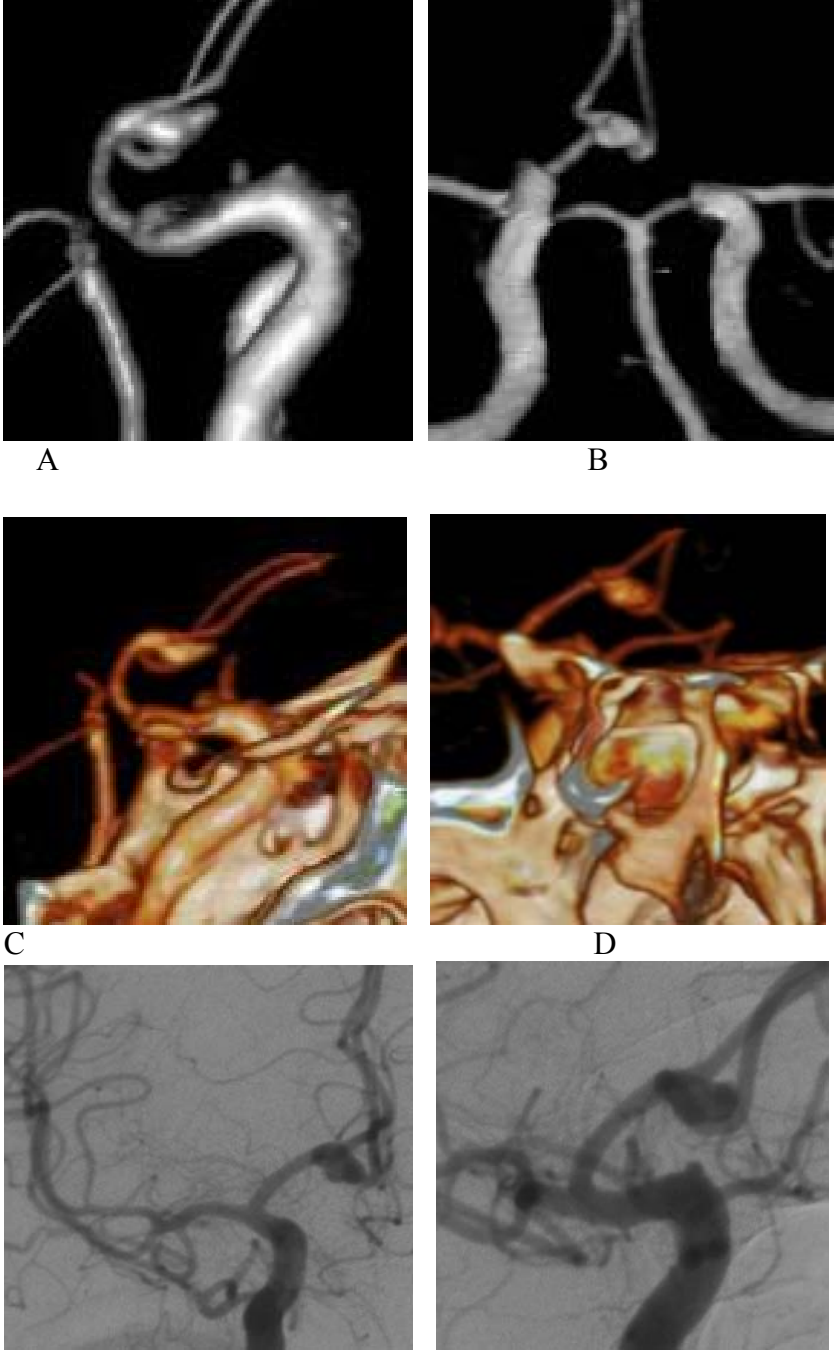
Şekil 15: 53 yaşında bayan hasta (olgu 44). A) KBBTA anteroposteriyor, B) DSA anteroposteriyor C) BTA süperoinferiyor, D) BTA posteroanteriyor. Sağ ASA bifurkasyodaki anevrizmanın BTA' da parsiyel izlendiği görülüyor.



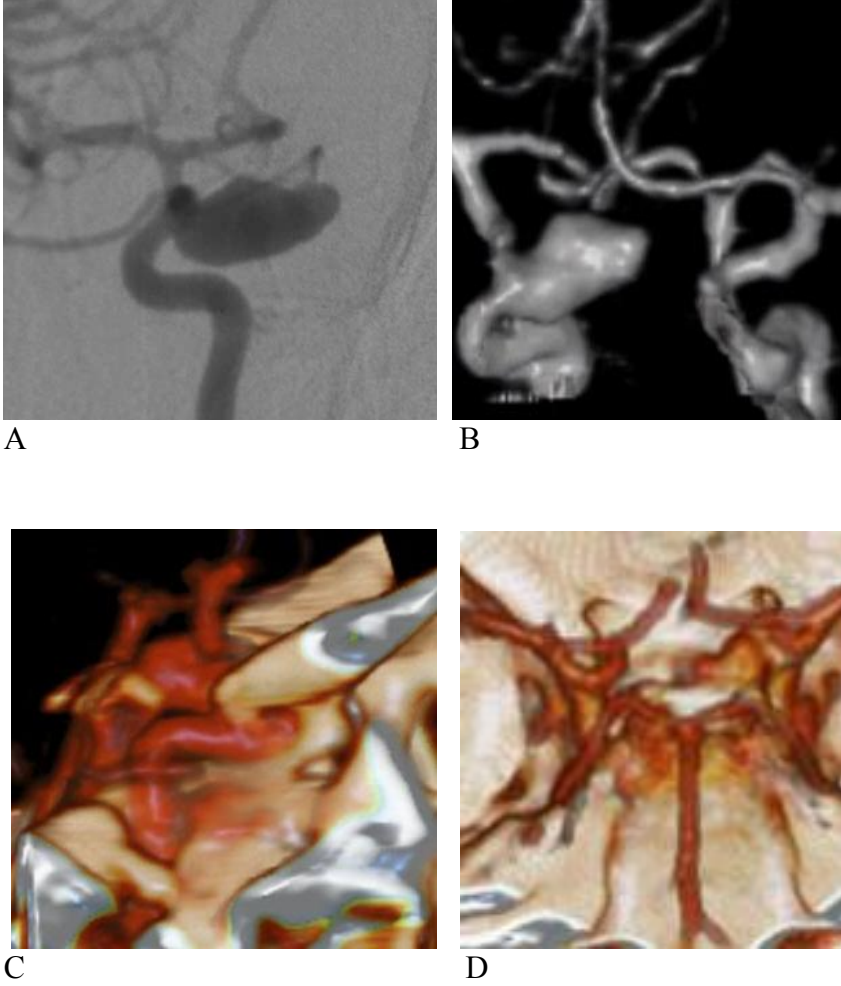
Şekil 16: 49 yaşında erkek hasta (olgu no 48). A) DSA sağ VA lateral, B) DSA Sağ VA towne, C) BTA posteroanteriyor, D) BTA süperoinferiyor, E) KBBTA anteroposteriyor. Sağ VA' deki anevrizma KBBTA ve BTA ile görülebiliyor ancak anevrizma içinden çıkan PİSA sadece DSA görüntülerde seçilebiliyor.



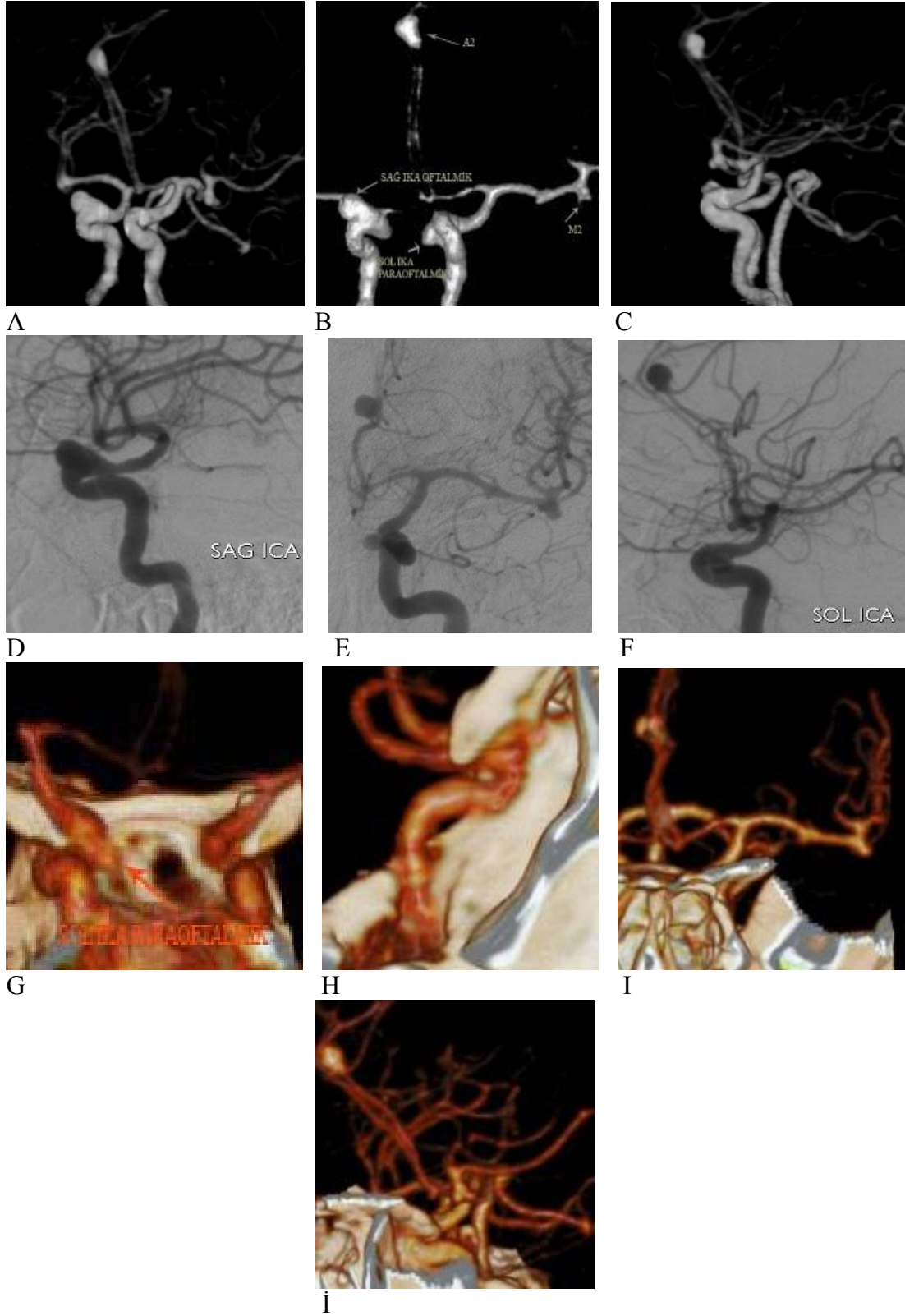
Şekil 17: 55 yaşında bayan hasta (olgu 26). A) KBBTA anteroposteriyor, B)KBBTA sol oblig, C) DSA lateral, D) DSA anteroposteriyor, E) KBBTA süperoinferiyor, E) BTA anteroposteriyor görüntüler. Sol İKA oftalmik segmentteki anevrizmanın BTA görüntülerde parsiyel izlenirken; KBBTA' da çok net şekilde izlendiği görülüyor.



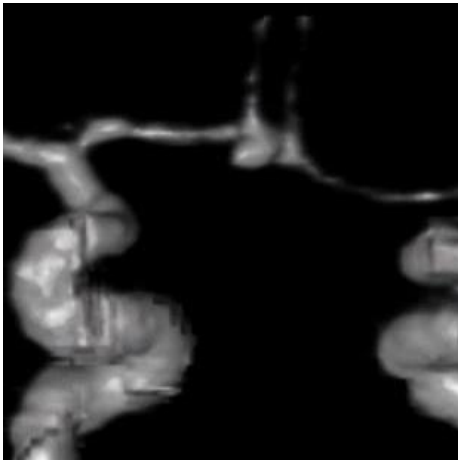
Şekil 18: 45 yaşında erkek hasta (olgu no 37). A) KBBTA sağ lateral, B) KBBTA anteroposteriyor, C) BTA sağ lateral, D) BTA anteroposteriyor, E) DSA anteroposteriyor, F) DSA sağ lateral. AKoA lokalizasyonlu lobule anevrizma KBBTA ve BTA ile görülebiliyor.



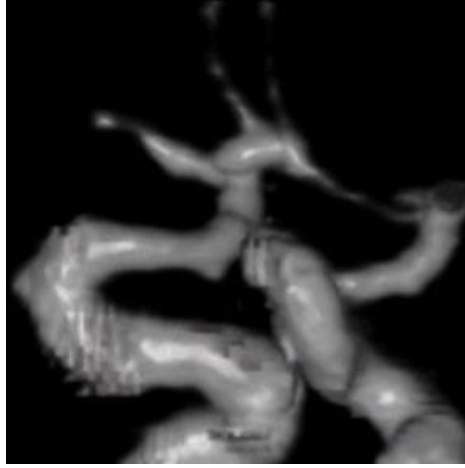
Şekil 19: 46 yaşında bayan hasta (Olgu no 20). A) DSA anteroposteriyor, B) KBBTA anteroposteriyor, C) BTA sol oblig, D) BTA posteroanterior. Sağ İKA oftalmik segmentte lobule konturlu anevrizma BTA' da kemik yapılar nedeniyle net görülemiyor.



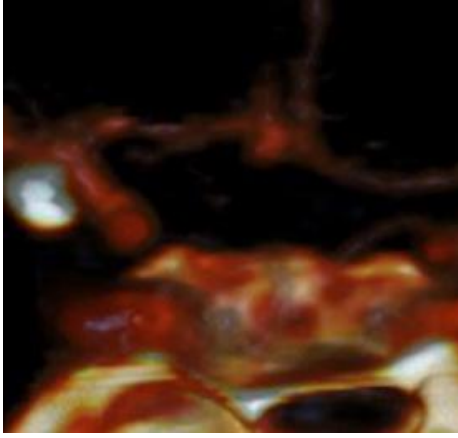
Şekil 20: 43 yaşında 5 anevrizması olan bayan hasta (olgu no 49). A) KBBTA sağ obliğ, B) KBBTA anteroposteriyor, C) KBBTA sol lateral, D) DSA sağ lateral, E) DSA anteroposteriyor, F) DSA sol obliğ, G) BTA poseroanteriyor, H) BTA sağ obliğ, I) BTA anteroposteriyor, J) BTA sol obliğ. M2 ve A2 lokalizasyonlu anevrizmalar KBBTA ve BTA’ da görülüyor. Ancak sağ İKA oftalmik yerleşimli anevrizma ve çok küçük olan AKoA anevrizması BTA’ da kemik yapılar nedeniyle net değerlendirilemiyor. Sol İKA paraoftalmik yerleşimli anevrizma ise BTA’ da parsiyel olarak izlenebiliyor.



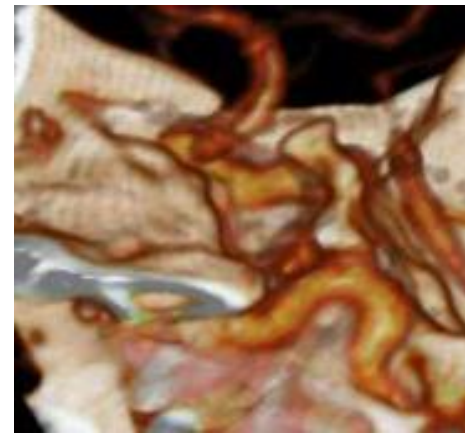
A



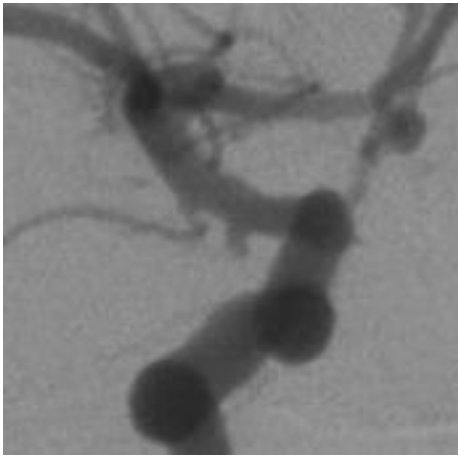
B



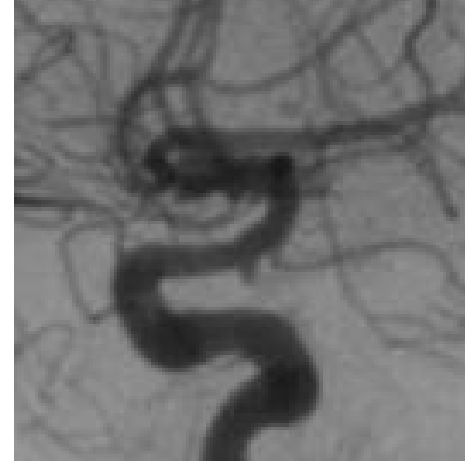
C



D

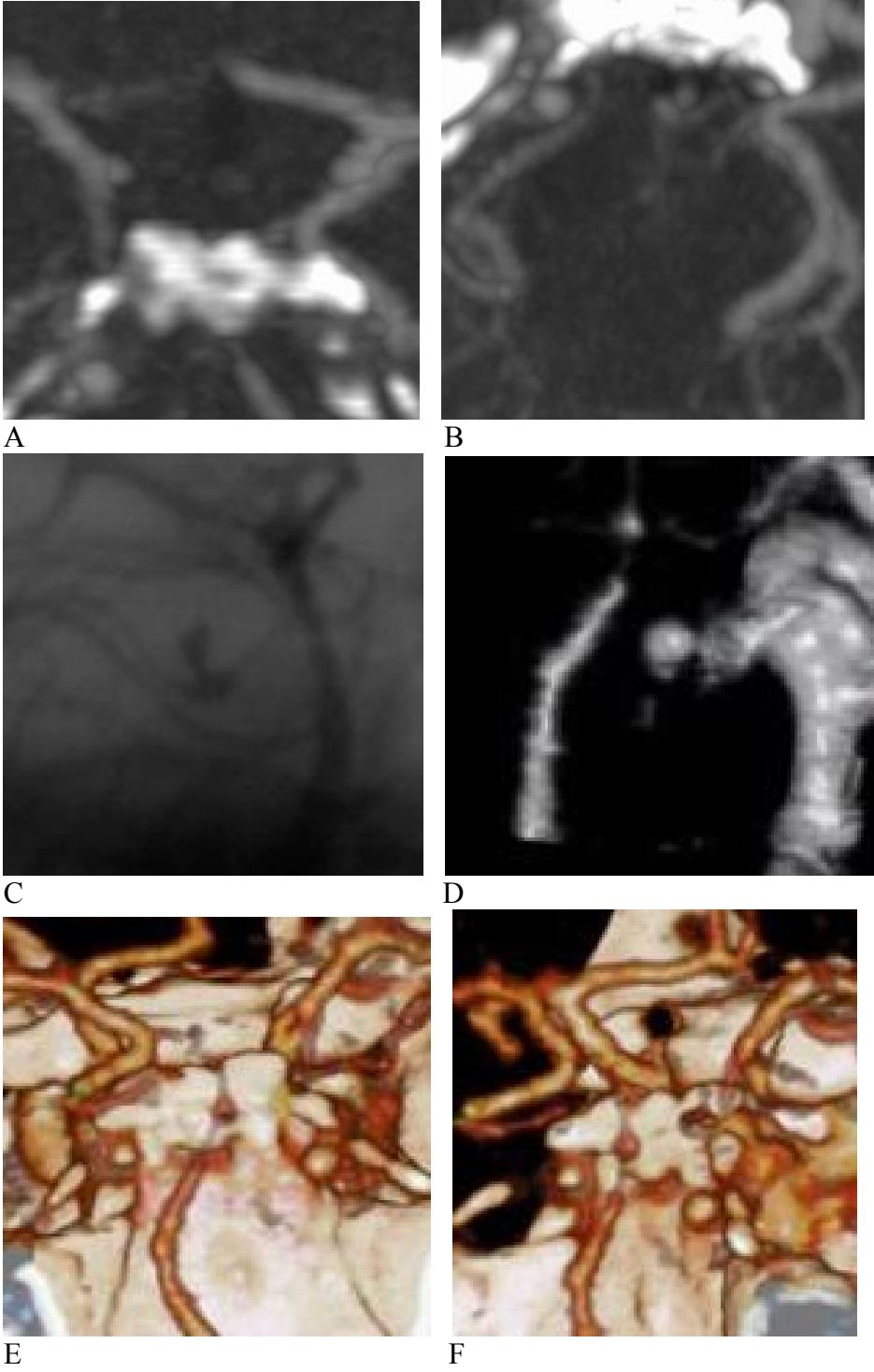


E

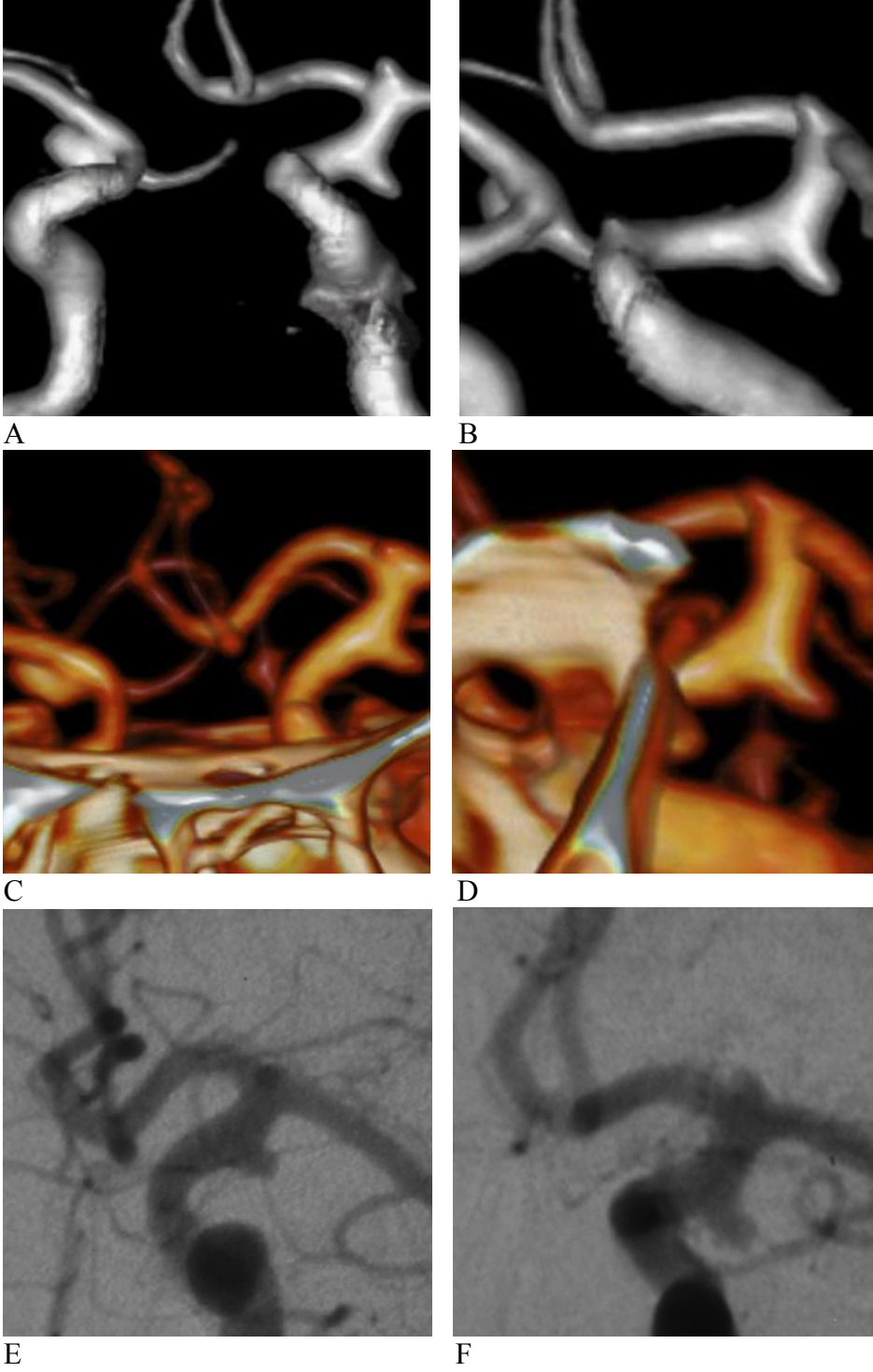


F

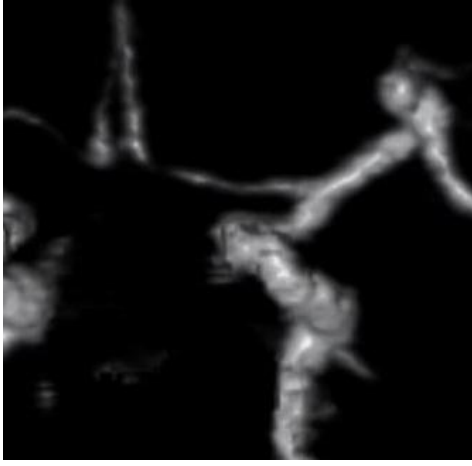
Şekil 21: 39 yaşında erkek hasta (olgu no 30). A) KBBTA anteroposteriyor, B) KBBTA sağ obliq, C) BTA anteroposteriyor, D) BTA sağ obliq, E) DSA anteroposteriyor, F) DSA sağ lateral. Her üç incelemede de AKoA' deki anevrizma seçilirken sağ İKA komm.' daki milimetrik anevrizma BTA' da seçilememektedir.



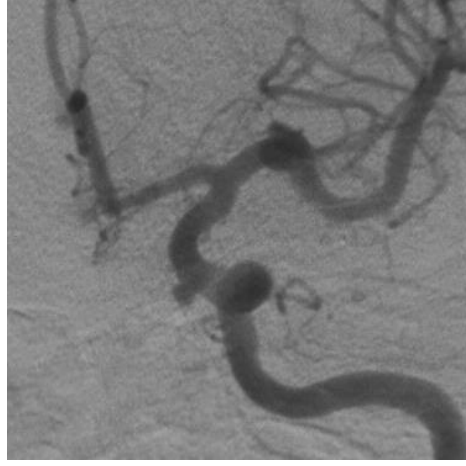
Şekil 22: 30 yaşında erkek hasta (olgu no13). A) Koronal MİP görüntüleri, B) Axiyal MİP görüntüleri, C) DSA lateral, D) KBBTA sol oblig, E) BTA posteroanterior, F) BTA sol oblig. SSA lokalizasyonundaki milimetrik anevrizma KBBTA ve BTA' da ancak MİP imajlar sonrasında görülebildi.



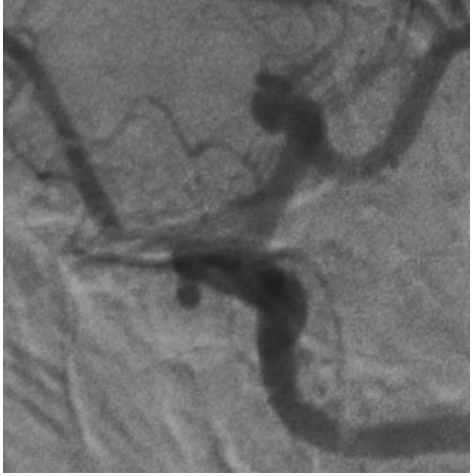
Şekil 23: 64 yaşında bayan hasta (Olgu 10). A) KBBTA anteroposteriyor, B) KBBTA sağ obliq, C) BTA anteroposteriyor, D) BTA sağ obliq, E) DSA town projeksiyon, F) DSA town beraberinde sol obliq. Sağ İKA komm., sol İKA komm. ve tepe lokalizasyonlu üç anevrizması olan hastanın sol İKA tepe lokalizasyonlu anevrizması DSA' da standart projeksiyonda görülemedi ve ek projeksiyon alındı.



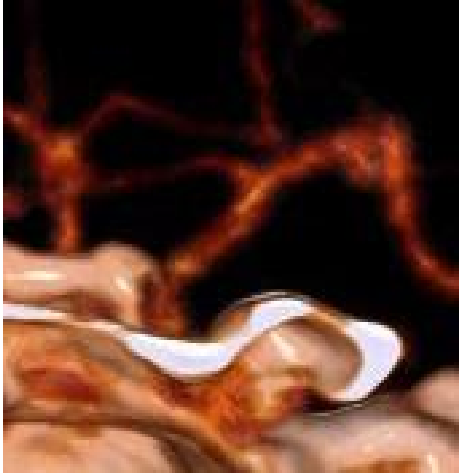
A



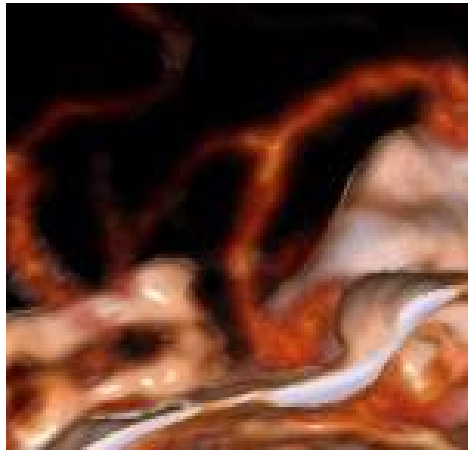
B



C

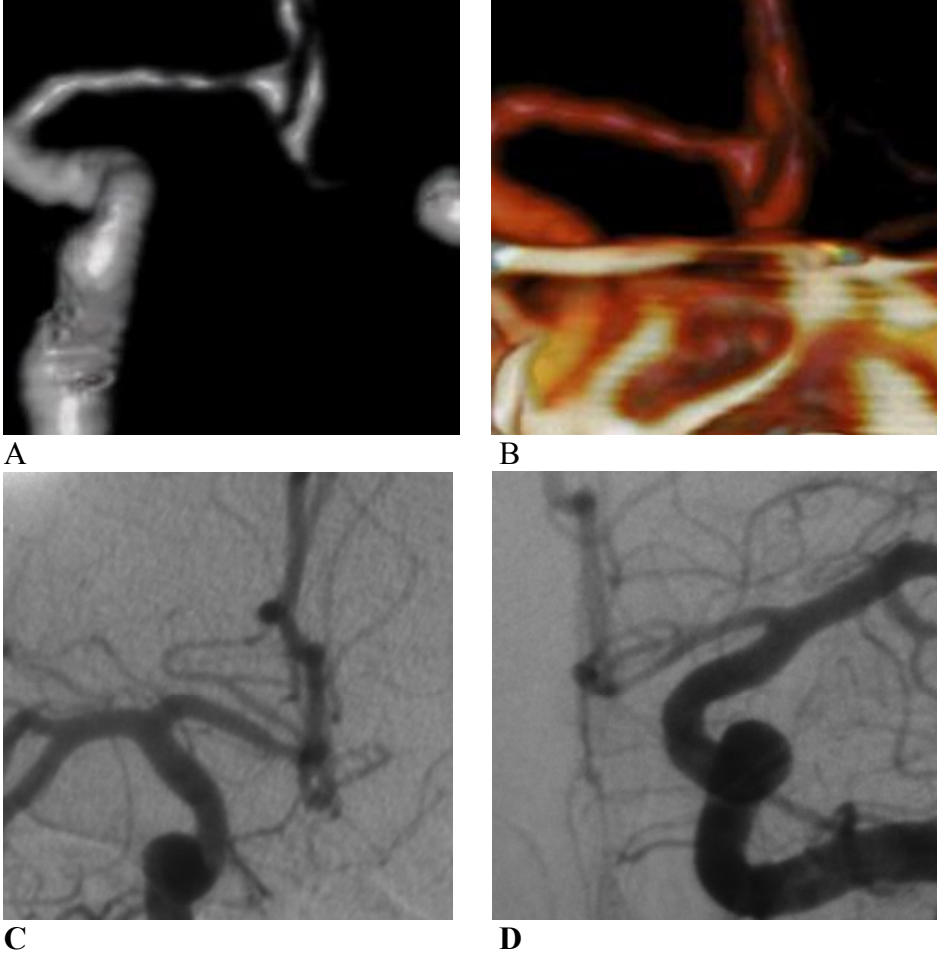


D



E

Şekil 24: 55 yaşında bayan hasta (olgu 39). A) KBBTA anteroposterior, B) DSA anteroposterior, C) DSA lateral, D) BTA' da anteroposterior, E) BTA' da sağ obliq. Sol İKA oftalmik yerleşimli milimetrik anevrizma KBBTA ve BTA' da görülmüyor. Sadece DSA' da görülebiliyor.



Şekil 25: 76 yaşında bayan hasta (olgu no 44). A) KBBTA anteroposteriyor, B) BTA anteroposteriyor, C ve D) DSA sağ sol İKA anteroposteriyor. Her üç incelemede de AKoA anevrizması izleniyor.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ:

Subaraknoid kanama (SAK) ciddi ölüm ve komplikasyon riski olan akut bir patolojidir. Travma dışı oluşan subaraknoid kanamanın en sık nedeni %80 intrakraniyal anevrizmalardır (1). Otopsi serilerinde yapılan çalışmalara göre rüptüre olmamış anevrizma oranı %1.3-7.9 arasında değişmektedir (2). En sık 40-70 yaşları arasında görülmektedir. Ortalama görülme yaşı ise 50' dir. Ortalama kanama yaşı kadınlarda 54.9, erkeklerde 46.3' tür (1). Anevrizmaların yıllık rüptür oranı %0.5-2 arasında olduğu tahmin edilmektedir (41). Zamana bağlı rüptür oranları ise; ilk 5 yıl için yılda %1.2, 5 ile 10 yıl arası yılda %0.6, 10 yıldan sonra yılda %1.3 olarak raporlanmıştır (58). Anevrizmaların %25' i hiç kanamaz ve otopsilerde ortaya çıkar (1). Kanama için kritik büyüklük 4-7 mm' dir (55). Çap arttıkça kanama riski de artmaktadır (59, 60). Kanamaların nasıl ve hangi koşullarda ortaya çıktığı tam olarak bilinmemektedir. Arka dolaşıma yerleşen anevrizmalar, eliptik-multilobule anevrizmalar, dar boyunlu anevrizmalar, büyük boyutlu anevrizmalar kanamaya daha meyillidir. Ayrıca hastanın bayan olması, daha önce SAK geçirmesi, ileri yaşta olması, etnik kökeni de kanama ihtimali üzerine etkilidir (58, 59, 64).

SAK' ta en kritik dönem kanamadan birkaç gün sonraki dönemdir. Bu dönemde; ilk gün içerisinde %25 oranında, ilk beş gün içerisinde de %50 oranında ölüm görülür (36). Ayrıca ilk epizotu atlaman hastalar için tekrar kanama da önemli ölüm nedenlerindedir ve ilk 24-48 saat içerisinde sıktır (40). Sağ kalan hastaların üçte ikisinin yaklaşık yarısında nörolojik defisit ve depresyondan kaynaklanan yetkinlik kaybı görülmektedir (10).

Kanamadan sonraki ilk 24 saat içinde tekrar kanama olabilir ve risk bu dönemde en yüksektir (%4). Bunu izleyen 4 hafta süresince yüksek seyredir (günde yaklaşık %1 ile 2). Tedavi edilmeyen hastaların kümülatif tekrar kanama riski 2 haftada %20, bir ayda %30 ve 6 ayda %40' tır (2, 10). Tekrar kanama gözlenen hastaların prognozu kötüdür. Bu hastaların %50' si kısa sürede yaşamını kaybederken, %30' unda ölüm görülen komplikasyonlar sonucudur. Mortalite ve morbiditenin her geçen gün arttığı bu hastalarda mümkün olan en hızlı şekilde tanı konularak tedavilerinin planlanması büyük önem taşır.

Günümüzde SAK etyolojisindeki anevrizma tanısında altın standart selektif intraarteriyel digital subtraction anjiyografi (DSA)' dir (1, 3, 4, 5, 6, 7). DSA' daki

görüntü çıkarma işlemi nedeniyle sadece görüntülenmek istenen yapılara yönelik inceleme yapılabilir ve dokuların üst üste binmesi önlenerek vasküler yapıların daha iyi değerlendirilmesine olanak sağlar. En önemli avantajı yüksek rezolüsyonudur (1024x1024 matrix) ki; iki mm altındaki anevrizmaların gösterilmesinde de oldukça başarılıdır (1, 6).

DSA' nın dezavantajları ise girişimsel ve zaman alıcı olması, yetişmiş eleman gerektirmesi, tromboze anevrizmalarda yanlış boyut ölçümüne neden olması, anevrizma içerisinde kalsifik plağı göstermede yetersiz olması, görüntülerin tekrar işleme ihtimali olmaması, bazen yetersiz projeksiyon nedeniyle yanlış negatifliğe yol açabilmesidir ki; bizde bir hastada sol İKA tepe lokalizasyonundaki bir anevrizmanın DSA' da standart projeksiyonlarla gösterilemediğini ve ek projeksiyona ihtiyaç duyulduğunu gördük. Eğer çekim sırasında bu alandan şüphelenilirse ve ek projeksiyon alınmadan hasta masadan kaldırılırsa bu anevrizmanın DSA ile atlanması mümkündür. Bunların yanında DSA' nın deneyimli ellerde dahi genel komplikasyon riski %0.07-1' dir (4, 5, 6, 7, 8). Hastaların % 0.5' inde ise kalıcı nörolojik hasar oluşabilir (6, 9). En sık görülen komplikasyon embolik olayların ortaya çıkmasıdır. Damar duvarında zedelenmeye bağlı diseksiyonlar, ponksiyon yerinde kanama ve hematoma, lokal arter spazmları, infeksiyon sayabileceğimiz diğer komplikasyonlardandır (1, 6). Ayrıca kanamadan sonra ilk 6 saat içerisinde yapılan DSA tekrar kanamaya neden olabilir. Hastaların %5-8' inde akut allerjik reaksiyonlar saptanır. Tedavi gerektiren reaksiyonlar %1-2 hastada görülür. Hayatı tehdit eden ciddi reaksiyonlar ise hastaların %0,05-0,1 inde görülür. 1/10.000-1/69000 civarında allerjik reaksiyona bağlı mortalite rapor edilmiştir. Bu oranlar düşük osmolaliteli kontrast maddelerle daha azalmıştır (88).

DSA halen altın standart olarak kabul edilse de erişilebilirliği, kolaylığı ve girişimsel olmaması nedeniyle anevrizma teşhisinde BTA giderek önem kazanmaktadır (7, 91, 92). SAK' lı hastalarda BTA' nın yeri ÇKBT teknolojisinin geliştirilmesi ile daha önem kazanmıştır. Gantri rotasyon süresinin kısalması hareket artefaktlarını belirgin olarak azalttığı gibi aynı süre içinde daha geniş anatomik bölgelerin taranabilmesi olanağını doğurmuş ve longitudinal (z eksen) çözünürlüğünü de arttırmıştır (14). Ayrıca yine ÇKBT teknolojisi sonrasında gelişen imaj işleme yöntemleri de ham verilerden yüksek kaliteli yeni imajlar oluşturulmasına olanak sağlayarak DSA kalitesine yakın görüntüler elde edilmeye başlanmıştır. Bu gelişmeler; ÇKBT cihazları ile yapılan anjiyografi tetkiklerini daha popüler hale gelmiştir.

BTA' nın avantajları; uygulamasının kolay ve hızlı olması, girişimsel olmayan bir yöntem olması, kontrast madde alerjisi dışında belirgin komplikasyonunun olmaması, acil şartlarda uygulanabilir olması, anjiyografi görüntülerinin istenilen düzlemde 360° döndürülerek anevrizmaların, özellikle boyun kesimlerinin değişik açılardan görülebilir olması olarak sayılabilir (4, 13). Ayrıca ham görüntülerin her zaman hazır olması nedeniyle istenildiği zaman değişik açılarla tekrar değerlendirme yapılabilir (7). Mural kalsifikasyonları ve trombozu BTA daha iyi gösterir (93). Özellikle anevrizma boynundaki kalsifikasyon tedavide klip yerleştirilmesi açısından büyük önem taşır. Bu nedenle bu bilgi çok önemlidir. Ayrıca anevrizmanın anatomik komşuluklarını göstererek cerrahi olarak en kolay yaklaşım tekniğinin belirlenmesinde etkindir (61, 89, 94). DSA ile karşılaştırıldığında bir diğer avantajı ise kullanıcı bağımlılığı DSA' dan daha azdır. İyi eğitilmiş bir teknisyenin başarıyla uygulayabileceği bir işlemdir. Takip gereken hastalarda da, daha yüksek dozda kontrast madde ve radyasyon kullanılan DSA ile kıyaslandığında daha iyi bir seçenek olduğu düşünülebilir. Bir diğer avantajı ise daha önceki yayınlarda vurgulandığı gibi BTA' nın özellikle hipolazik A1 segmentini DSA' dan daha iyi göstermesidir (95).

BTA, kontrastlı BT tetkiklerinin genel risklerini taşır. İyotlu kontrast maddeler zayıf renal fonksiyon veya kontrast maddeye aşırı duyarlılık gibi ciddi risk faktörleri olan olgularda dikkatli kullanılmalıdır. BTA' da alınan radyasyon dozu rutin kraniyal BT' den daha fazladır, ancak DSA' dan anlamlı derecede azdır. Kullanılan kontrast miktarıda dört damar DSA' ya oranla üç kat azdır (95).

Biz bu çalışmamızda yeni bir radyolojik tanı metodu olan KBBTA tekniğini kullandık. Bu tekniğin özelliği önce kontrastsız, daha sonra kontrastlı olmak üzere iki çekim yapılarak çıkarma işlemi uygulanmasıdır. Böylece elimizde kemik yapıların olmadığı, sadece parankim ve vasküler yapılardan oluşan bir görüntü kalır. Görüntünün dansite ayarları değiştirilerek sadece vasküler yapılara yönelik bir inceleme mümkün olur. Daha önceleri kullanılan BTA yöntemlerinde kafa tabanında ilerleyen damar yapılar kemiklerden kaynaklanan artefaktlar ve dansitelerinin birbirine yakın olması nedeniyle net görülememekteydi (4, 7, 11, 21, 26, 27, 30, 31, 96). KBBTA ile özellikle kafa tabanı gibi kemik yapıların yoğun olduğu ve benzer dansite değerlerine sahip damarlarla kemiklerin çok yakın ilişkide olduğu alanlarda yeterli görüntüleme kalitesi sağlanmış (özellikle intrakavernöz, supraklinoid ve petröz karotid arterde) ve işlenmiş imajlarda süperpozisyon en aza indirilmiştir (83). Bu tekniğin dezavantajları ise; görüntü çıkarma işlemi nedeniyle harekete çok duyarlı olması ve anjiyografi öncesi

kontrastsız bir baz görüntü alınması nedeniyle alınan toplam radyasyon dozunda hafif artış olması sayılabilir. Bir diğer dezavantajı ise çıkarma işlemini dansite değerlerine göre yapması nedeniyle yoğun kalsifiye plaklar, klipler ve stentlerde de yanlış çıkarma işlemine neden olabilir (7, 95). Bu gibi durumlarda ince MİP veya MPR görüntüleriyle birlikte değerlendirilmesi gereklidir (7).

Çalışmamızda 60 hastanın 10' unda KBBTA kalitesi yetersizdi (%84.4). Kalan 50 hastanın 11 tanesinde DSA ve KBBTA anevrizma saptanmazken, kalan 39 hastada 51 anevrizma saptandı. Saptanan anevrizmalardan sadece 2 tanesi VA lokalizasyonunda fusiform özellik gösterirken; geri kalan anevrizmaların tümü sakküler özellikteydi. Schwartz ve arkadaşları yaptıkları çalışmada 21 hastada ortaya koydukları 30 anevrizmadan sadece bir tanesinin fusiform olduğunu görmüşler ve bu anevrizmanın İKA lokalizasyonunda olduğu tespit etmişlerdir (97).

Sakküler anevrizmalar sıklıkla Willis poligonu proksimalindeki arterlerin ayırım noktalarından gelişmektedir. Bu anevrizmalar %90 oranında ön dolaşımda, %8-10 arka dolaşımda bulunurlar. Bizim olgularımızda ise ön dolaşımdaki anevrizma oranı %88, arka dolaşımda anevrizma oranı %12 idi.

Anevrizmaların lokalizasyonlarına göre dağılımı hakkında kaynaklarda farklı oranlar verilse de; en geniş kapsamlı çalışma olan Uluslararası İşbirliği Çalışmasına göre rüptüre anevrizmaların sıklığı şöyle belirtilmiştir; anterior kommunikan - anterior serebral arter (%39), internal karotid arter (posterior kommunikan, oftalmik segment dahil) (%30), orta serebral arter (%22), vertebobaziller dolaşım (%8) (55, 69). Bizim olgularımızda anevrizmaların dağılımı anterior kommunikan - anterior serebral arter (%29.4), internal karotid arter (posterior kommunikan, oftalmik segment dahil) (%33.3), orta serebral arter (%25.4), vertebobaziller dolaşım (%9.7) olarak hesaplanmıştır. Bu oranlar genel olarak literatürle uyumludur. Eski çalışmalarla karşılaştırdığımızda anterior kommunikan - anterior serebral arter lokalizasyonlu anevrizma sayımız daha az, internal karotid arter lokalizasyonlu anevrizma sayımız ise daha fazladır ki bu bizim çalışmamızda özellikle kafa tabanına yakın anevrizmaların gösterilmesinde KBBTA ve BTA' yı karşılaştıracığımız için bizim için daha değerlidir.

Multipl anevrizmaların oranları çeşitli çalışmalarda farklı bildirilmiş olmakla birlikte bu sayı %15-20 arasında değişmektedir (55). Yapılan çalışmalarda multipl anevrizmalı olguların %75' inde anevrizma 2 adet iken, %15' inde 3 adet, %10' unda ise 3' ten fazla sayıda saptanmıştır (7, 86, 98). Biz 7 hastamızda multipl anevrizma saptadık (%14). Bunlarında %57' si iki anevrizma, %28 üç adet, %14 üçten fazla sayıda olduğunu

hesapladık. Brisman ve arkadaşları (98) multipl anevrizmalarda kadın erkek oranını 5:1 olarak belirtmiştir. Bizim çalışmamızda ise multipl anevrizması olan hastalarımızın 3' ü erkek, 4' ü bayandı. Bizim çalışmamızdaki kadın erkek oranları literatürle kıyaslandığında daha yüksekti ancak toplam anevrizma sayılarına baktığımızda multipl anevrizması olan kadınların anevrizma sayısının daha fazla olduğunu gördük. Çalışmamızda erkek hastaların 2 tanesinde ikili, 1 tanesinde üçlü anevrizma saptarken, bayan hastalarımızın 2 tanesinde ikili, 1 tanesinde üçlü, 1 tanesinde beşli anevrizma saptadık.

Anevrizmalar kadınlarda daha sık görülmektedir. Kooperatif çalışmada(29) göre kadınlarda görülme oranı %59 olarak verilmiştir. Bizim çalışmamızda kadınlarda görülme oranı %50 olarak saptadık.

Anevrizmalara, en çok 40-70 yaşları arasında rastlanmaktadır. Ortalama görülme yaşı ise 50' dir. Kooperatif çalışmada(99) göre ilk anevrizma kanaması kadınlarda 50 yaşının üstünde, erkeklerde ise bunun altındadır. Erkeklerde ortalama yaş 46.3, kadınlarda ise 54.9' dur. Bizim serimizde erkeklerde ortalama yaş 50.6, kadınlarda ki ortalama yaş 49.6 olarak saptandı. Kadınlarda saptanan yaş ortalamasının önceki çalışmalara oranla düşük çıkmasında iki tane 16 yaşında olgumuzun olmasının etkili olduğunu düşünüyoruz.

Schwartz ve arkadaşları 29 sakküler anevrizmadan 9' unun lobule olduğunu, 20' sinin ise düzgün konturlu olduğunu bildirmişlerdir(100). Bizim olgularımızda ise 51 anevrizmadan 22 tanesi lobule, 29 tanesi ise düzgün konturluydu.

SAK' ların %18-27' sinde anjiyografi negatiftir (1). Bizim çalışmamızda bu oran %22 çıkmıştır. Tetkikin negatif çıkmasında, vazospazm, lokal tromboz nedeni ile gösterilemeyen anevrizma başta gelmektedir. Bu nedenle tekrar edilen DSA' larda anevrizma saptanma oranı Topçuoğlu ve arkadaşlarının 770 hastalık serisinde %4, Du Mesnil DeRochemont' un 430 hastalık serisinde ise %8.8 olarak saptanmıştır (15). Bizim çalışmamızda da 2 hastada ilk DSA negatif olmasına rağmen, on ve onbeş gün sonra yapılan kontrol DSA' larında anevrizma saptandı. Böylece bizim çalışmamızdaki kontrol DSA' da anevrizma saptama oranı % 4 olarak hesaplandı ve literatürle uyumlu bulundu. Bu olgularda anevrizmayı gösteremememizi yaygın vazospazma bağladık ki hastaların kontrol DSA' ların da bile bir miktar vazospazm mevcuttu.

Yapılan değişik çalışmalarda tek dedektörlü BTA' nın intrakraniyal anevrizma tanısında duyarlılığı %77-100, özgülüğü %86-100 olarak bulunmuştur (11, 12, 13). Tek dedektörlü BTA' nın 3 mm üzerindeki anevrizmaları saptama duyarlılığı ise % 67-100,

özgüllüğü ise % 92-100 olarak raporlanmıştır (13, 101, 102, 103). Tek dedektörlü BTA 3 mm altında ise düşük duyarlılık ve özgüllüğe sahiptir. Spiral BT ile yapılan anjiyografilerde ise Young N. ve arkadaşları 200 hastalık seride %97 duyarlılık, %86 özgüllük; Villablanca J.P. ve arkadaşları 45 hastalık seride %98 duyarlılık bildirmişti (93).

ÇKBT ile yapılan anjiyografi incelemelerinde ise Yoon ve ark %92.5 duyarlılık ve %93.5 özgüllük (5), Wintermark ve arkadaşları (8, 103) %95 duyarlılık, %95 özgüllük bildirirken; Jayaraman ve arkadaşları (104) daha yüksek duyarlılık ve özgüllük bildirmiştir. Üç mm üzeri anevrizmalarda ise bu oran birçok çalışmada daha yüksek olarak raporlanmıştır. Bizim çalışmamızda ise ÇKBTA duyarlılığı %88.2, özgüllüğü %91.6 olarak hesaplandı. Bu oran yukarıda belirttiğimiz yayınlara göre kısmen daha düşük bir orandı. Bunda bizim çalışmamızda sadece VRT imajları kullanarak bu hesaplamayı yapmış olmamızın etkili olduğunu düşündük. MPR ve MIP imajlarında değerlendirilmeye katarak tekrar duyarlılık hesapladığımızda ise KBBTA için %100, BTA için %98 duyarlılığa ulaştık. Bunun yanında literatürde ÇKBTA ile %81 duyarlılık, % 93 özgüllük bildiren yayınlarında olması (91), bize bu oranların biraz da saptanan anevrizmaların lokalizasyonuna bağlı olduğunu düşündürdü. Çünkü daha önce KBBTA ile yapılan çalışmaların çoğunda da BTA ile saptanamayan anevrizmaların kafa tabanına yakın yerleşimli küçük anevrizmalar olduğu vurgulanmıştır (8, 91, 103, 104, 105).

Bu problemi çözmek için BTA ile DSA görüntülerine yakın görüntüler elde edebilmek için çeşitli çıkarma işlemleri geliştirilmeye çalışılmıştır (106, 107, 108). Kemik yapıların manuel olarak çıkarılmaya çalışılması oldukça zaman alıcı ve kullanıcıya bağımlı bir yöntemdir. Bu nedenle rutin kullanıma uygun değildir. Bu işlemi daha hızlı ve kullanıcıdan bağımsız yapılabilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (15, 105). 30 hastalık bir çalışmada Jayakrishnan ve ark (107) kafa kemiklerini sınırlamaya yarayan bir alet ve görüntü işlemede birkaç değişiklik yapan özel bir yazılım kullanarak kemik yapıları çıkarmayı denedi. Kontrastlı görüntülerden kontrastsız görüntüleri çıkarma fikri ilk kez 1994 yılında Gorzer (17) tarafından yayınlanmış. Ancak bu çalışmada da kesitler birbirinden çıkarıldığı için harekete çok duyarlı veriler elde edilmiştir. Otuzaltı hastalık başka bir çalışmada Imakita ve ark (106) “controlled-orbit helikal taramalı çıkartma” tekniği ile yapılan BTA’ nın konvansiyonel BTA’ dan kafa tabanına yakın anevrizma saptamada daha yararlı olduğunu göstermiştir. Şu an bizim kullandığımız kemik baskılama yöntemine en yakın metod Venema ve ark (83) tarafından uygulanmıştır. Bu çalışmada “matched mask bone elimination (MMBE)” adı

verilen, kontrastlı ve kontrastsız verilerin eşleştirilip seçilmesine dayanan bir yöntemdir ve bu yöntemle daha iyi sonuçlar elde ettiklerini raporlamışlardır. Bu yöntemin en önemli dezavantajı görüntü işleme süreci yaklaşık 1 saat olması ve son çalışmalarda en az 15 dk' ya indirilebilmesidir. (83, 109). Bizim çalışmamızda bu süre sadece 1 dk idi. MMBE' nin bizim çalışmamızda kullandığımız kemik çıkarma yönteminden üstünlüğü ise görüntü kalitesinin kısmen daha iyi olması, hasta hareketinden daha az etkilenmesi ve kontrastsız incelemede gerçek dozun dörtte birinin yeterli olmasıdır (105, 110). Görüntü kalitesinin bizim uyguladığımız teknikte, MMBE ile yapılan çıkarma işlemine oranla daha düşük olması; Venema ve arkadaşlarının (83) yaptığı çalışmada çıkarma işlemi sırasında her iki görüntünün de gürültüsünün çıkarılmış imaja yansımaya bağlanmıştır. Birçok çalışmada MMBE' nin KBBTA' ya üstün olduğu ve gelecekte çıkarma için kullanılacak esas yöntem olduğu vurgulansa da (111); Fazio ve arkadaşları (110), MMBE ve KBBTA arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptamamıştır.

Bunlardan başka “dual energy bone removal” tekniği (112) ve son olarak ta bizim çalışmamızda olduğu gibi “tam otomatik kemik çıkarma” tekniği de (113) kullanılan diğer teknikler arasındadır. Dual energy ile yapılan çıkarma işleminde, farklı voltajla çalışan iki ayrı x-ışını tüpü kullanılır. Aynı anda farklı iki voltajla üretilen x-ışını tarama yapar. Kontrast madde de bu iki farklı ışına farklı cevap verir böylece kemik, kalsifik plak, yumuşak doku ayrımı kolaylıkla yapılır (105). ÇKBT ile yapılan oranla bu yöntem daha az radyasyon içermekte ve hasta hareketlerine bağlı artefaktlar çekim tekniği nedeniyle daha az görülmektedir (110). Ancak her merkezde bulunmayan bir cihaz olması nedeniyle kullanılabilirliği sınırlıdır.

Çıkarmalı BTA' nun anevrizma tespitindeki etkinliğinin araştırıldığı çalışmalarda; Sakamoto ve ark (114)' nin yaptığı 29 İKA anevrizmasından oluşan bir seride KBBTA ile DSA' da saptanan anevrizmaların tamamını gösterebildiklerini bildirmiş ve KBBTA' nun kafa tabanına yakın anevrizmaların preoperatif değerlendirmesinde DSA' ya alternatif olabileceğini vurgulamıştır. İmakita ve arkadaşlarının (115) yaptığı başka bir 49 anevrizmalık seride ve Abrahams ve arkadaşlarının (114) yaptığı 8 anevrizmalık bir seride de KBBTA, anevrizma göstermede DSA kadar etkin olduğunu göstermişlerdir. Yine Romijin ve arkadaşları (92) MMBE tekniği ile yaptıkları çıkarmalı BTA' nin duyarlılığını 3 mm üzeri anevrizmalar için %99 olarak göstermiş. Ve sadece SAK olduğu kesinleşmiş ve BTA' sının kalitesi yetersiz olan hastalarda DSA önerilebileceğini belirtmiştir. Bizim çalışmamızda da 51 anevrizmadan 17 tanesi İKA lokalizasyonundaydı. KBBTA ile bunlardan sadece 1 tane İKA oftalmik segmentteki 2

mm altındaki bir anevrizmayı saptanamadı. Bunda da anevrizma boyutunun çok küçük olması ve görüntülerde küçük kemik artıklarının olmasının etkili olduğunu düşünüyoruz.

Tomandl ve arkadaşları (16), 29 anevrizmadan 4 intrakavernöz ve 3 paraklinoid anevrizmanın BTA da ya hiç görülmemiş ya da kısmen izlenebilmiş olduğunu belirtmiş. KBBTA' da ise bu lezyonların optimal şekilde izlendiğini vurgulamıştır. Sakamoto ve arkadaşları (108) ise, kavernöz sinüsteki bir anevrizmanın çıkarmalı BTA da görülmesine rağmen konvansiyonel BTA' da görülmediğini bildirmiştir. Qi Li ve arkadaşları (4), 64 dedektörlü ÇKBT ile yapılan KBBTA ve klasik BTA' yı karşılaştırdıkları çalışmada, her iki metodun da ASA, OSA ve AKoA lokalizasyonundaki anevrizmaları DSA' daki kadar iyi gösterebildiği ancak İKA lokalizasyonundaki anevrizmaların tespitinde klasik BTA' nın anlamlı derecede düşük duyarlılığa sahip olduğunu belirtmiştir. ÇKBT teknolojisindeki en son gelişmelere rağmen kemik yapıya yakın komşuluk gösteren vasküler yapıların ve karmaşık vasküler anatomisi olan hastaların tanısında yetersiz kaldığını vurgulamıştır (4). Bizim çalışmamızda da İKA lokalizasyonundaki anevrizmaların tespitinde KBBTA-VRT' nin duyarlılığı %94.4 iken; BTA-VRT' nin duyarlılığı %76 olarak saptandı. AKoA lokalizasyonunda da bizim çalışmamızda BTA-VRT' nin duyarlılığı daha düşük çıktı ancak bunda tesbit edilemeyen AKoA anevrizmasının 2 mm' den küçük olmasının payı olduğunu düşünüyoruz. Diğer lokalizasyonlarda anlamlı farklılık bizim çalışmamızda da yoktu.

BTA ve KBBTA hakkında bir diğer merak konusu da çok küçük anevrizmaları ne oranda gösterebildiğidir. Yapılan ilk çalışmalarda; 3 mm altındaki anevrizmaları göstermede BTA' nın yeterli olmadığı düşünülmekteydi. 1994' te yayınlanan makalelerinde Schwartz ve arkadaşları (97), BTA ile 3 mm altındaki anevrizmaları gösteremediklerini bildirmektedir. Ogawa ve arkadaşları (116), 1996' da yaptıkları çalışmalarında 5 mm' den küçük anevrizmalarda BTA duyarlılığını %24 olarak bildirmişlerdir. Matsumoto ve arkadaşları (13), 2001 yılında yaptığı çalışmada en küçüğü 0.8 mm olan 3 mm' den küçük 27 anevrizmanın tamamını BTA ile izleyebildiğini ve BTA' nın duyarlılığının %100 olduğunu belirtmişlerdir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda ise Mckinney ve arkadaşları (8), ÇKBT ile yaptıkları çalışmalarında 4 mm ve üzeri anevrizmalarda %100 duyarlılık bildirirken; 4 mm altında bu oranı %92.6 olarak raporlamışlardır. Ancak bu çalışmadaki yüksek oranlar eşik değerinin 3 mm değil de, 4 mm olarak alınmasına ve tüm görüntü işleme yöntemlerinin (MİP, MPR, VRT) kombine olarak kullanılmış olmasına bağlı olabilir. Villablanca ve

arkadaşları (6) ise; 4 mm' den küçük 33 ve 3 mm' den küçük 15 anevrizmayı kapsayan çalışmalarında BTA' nın duyarlılığının %98 ile %100 arasında göstermişlerdir. Buradaki yüksek oranları da daha önceki çalışmalardan farklı olarak yüksek rezolüsyon sağlayan çekim parametrelerine bağlamışlardır. Tüm bu verilerin yanında Romijin ve arkadaşlarının (92), MMBE kullanarak yaptığı çalışmada 3 mm' den küçük anevrizmalar için duyarlılık %38 olarak raporlamışlardır. Bu oranın diğer çalışmalara oranla çok daha düşük olmasını da gerçek klinik kullanıma benzemesi açısından düşük kalitedeki görüntüleride çalışmaya dahil etmelerine ve DSA işlemlerini genel anestezi altında, yüksek rezolüsyon sağlayan parametrelerle yapmış olmalarına bağlamışlardır. Bizim çalışmamızda; KBBTA' da eşik değeri 3 mm olarak kullandığımızda 3 mm' den küçük anevrizmalar için duyarlılık %93, 3 mm' den büyük anevrizmalar için duyarlılık %100 olarak saptandı. BTA' da ise 3 mm' den küçük anevrizmalar için duyarlılık %57, 3 mm' den büyük anevrizmalar için duyarlılık %97 idi.

BTA' nın hastanın tedavisini planlamada (endovasküler-cerrahi) yeri konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde ise; bazı çalışmalar hasta EVT ile tedavi edilecekse BTA' nın gereksiz bir basamak olduğunu vurgulamış (8); bazı yayınlar ise BTA negatifse mutlaka DSA yapılması gerektiği; BTA pozitif ise DSA' ya gerek olmadığını belirtmiştir (113). Bazı yayınlarda ise DSA ve BTA standart prosedür olarak kullanılması savunulmuştur (8). BTA görüntülerinin tedavi planlamada yeterliliği konusunda yapılan çalışmalarda ise; Villablanca ve arkadaşları (116) 242 hastada yaptıkları değerlendirmede BTA' nın hastaların tedavi yöntemini kararlaştırmada DSA kadar etkin olduğunu göstermiştir. Hoh ve arkadaşlarının(110) yaptığı başka bir çalışmada BTA ile doğru tedavi yöntemi kararının %96 oranında verilebildiği gösterilmiştir. Darder ve arkadaşları (8) ise, 44 hastayı yalnız BTA bulguları ile opere etmişler ve rüptüre anevrizmalarda bu oranın %100, tüm anevrizmalarda ise %90.4 olduğunu raporlamıştır. Bizim çalışmamızda tedavi yöntemi kararı 22 hastada KBBTA' ya göre verilmiştir.

Ayrıca bizim çalışmamızda da Qi Li ve arkadaşlarının (108) bildirdiği gibi VRT görüntülerle kombine edilen KBBTA' nun, 2D görüntü sağlayabilen DSA' ya oranla istenilen açıdan görüntü sağlayabilmesi nedeniyle damarsal yapıların birbiriyle uzaysal ilişkilerini anlamada daha faydalı olduğunu gördük. KBBTA ile elde edilen VRT görüntülerde literatürle uyumlu olarak anevrizma boynunu ve anevrizmadan çıkan arterleri gösteren en iyi açıyı saptayarak değerlendirmenin daha kolay ve güvenilir şekilde yapılabileceğini gösterdik (108, 114, 117). KBBTA ile oluşturulan VRT

imajların yorumunun da daha kolay olduğu ve daha az zaman aldığını saptadık ki daha önce de Morhard ve arkadaşları da (113) okuma süresinin 4.60 sn' den; 3.49 sn' ye indiğini raporlamıştı. Bizim çalışmamızda da KBBTA-VRT için bu süre çıkarma işlemi ve okuma süresi birlikte 4.10 dk olarak hesaplandı. Buna karşın BTA-VRT görüntülerde kemikle yakın komşuluktaki İKA segmentlerinin kemik parçalarının temizlenmesi yaklaşık 5.10 dk sürdü. Buna rağmen görüntülerde yine de kemik kalıntıları kalması nedeniyle değerlendirme zorlaştı ve toplam okuma süresi 9.45 dk' ya çıktı. Bu nedenle biz KBBTA-VRT görüntülerin, BTA-VRT görüntülere oranla daha kolay, daha hızlı okunabileceğini, hatta deneyimi az radyologların bile kolaylıkla kullanabileceği bir yöntem olduğunu düşünüyoruz. Yine daha önce Darder ve arkadaşları (8) ve Kouskauras ve arkadaşlarının (93) yaptığı çalışmalarda olduğu gibi bizde AkoA lokalizasyonundaki anevrizmalarda KBBTA' nun çok önemli (A1 hipoplazisi, aplazisi gibi) anatomik detay verdiğini düşünmekteyiz.

Villablanca ve arkadaşlarının (11), 2D ve 3D imajlar kullanarak anevrizmanın karakteri ve saptanma oranları üzerine yaptığı çalışmada; 3D görüntülerin tek başına kullanılarak değerlendirme yapılmasıyla anevrizmaların %10' unun atlandığını bildirmişlerdir. Sakamoto ve arkadaşlarının (108) yaptığı çalışmada ise kafa tabanına yakın yerleşimli anevrizmaların konvansiyonel BTA' larının, 2D-MPR ile değerlendirilmesi çıkarmalı BTA kadar etkin sonuç verdiği raporlanmış. Biz bu çalışmada sadece VRT imajlara göre değerlendirme yaptık. Buna göre KBBTA-VRT' nin anevrizma saptamada duyarlılığı anevrizma sayısı üzerinden hesaplandığında %98 iken; BTA' nun duyarlılığı %88.2 olarak hesaplanmıştır. Duyarlılık MPR ve MİP imajlarında değerlendirilmeye katılması ile KBBTA için %100, BTA için %98' e çıkmıştır.

BTA' da en önemli noktalardan biri de kontrast maddenin vasküler yapılar içindeki en yüksek konsantrasyonu sırasında taramanın gerçekleşmesidir. Kontrast madde enjeksiyonu tahmini bir gecikme zamanı hesaplanarak verilebilir. Bu kolay uygulanabilir bir yöntem olmakla birlikte her zaman iyi sonuçlar vermemektedir. Diğer sık kullanılan bir yöntem test bolus yöntemidir, ancak test bolus yönteminin dezavantajları hem toplam inceleme süresinin uzaması, hem de kullanılan kontrast madde miktarının artmasıdır (79, 82). Bu yöntemlerin dışında kullanılan kontrast maddenin varışını otomatik veya yarı otomatik olarak saptayan ve taramayı buna göre başlatan "bolus tracking" adı verilen yöntem vardır (79, 80, 82). Çalışmamızda "manuel süre start" yarı otomatik tetikleme yöntemini kullanarak intrakraniyal vasküler yapılarda optimum kontrastlanmayı

sağladık. İnternal karotid artere ROİ yerleştirmenin daha zor olması nedeniyle bolus tracking yerine bu yöntemi tercih ettik ki bunun da görüntü kalitemizi arttırdığını düşünmekteyiz.

KBBTA görüntülerini "volume rendering" yöntemini kullanarak oluşturduk. Çalışmamızda duyarlılık ve özgüllüğümüzün yüksek olmasında ve 3 mm' nin altındaki anevrizmaları tanımlayabilmemizde kullandığımız ÇKBT ve kemik baskılama teknolojisi ile birlikte bu faktörlerin de rol oynadığını düşünmekteyiz. Bir çok çalışmada 3B BT anjiyografi görüntüleri "maksimum intensite projeksiyon (MİP)" ya da "surface shaded display (SSD)" yöntemi kullanılarak yapılmıştır. 3B BT anjiyografi oluşturmakta kullanılan diğer bir yöntem "volume rendering" yöntemidir. "Volume rendering" yöntemi ham verilerdeki tüm bilgileri kullanarak 3 boyutlu görüntü oluşturmaktadır (81). SSD' de ise seçilmiş eşik değerine göre ilgilenilen voksel bilgilerini değerlendirerek objenin yüzeyi tanımlanır. Hacim bilgisinin yüzey bilgisine çevrilmesi sonucunda bilgi kaybı olmaktadır (14, 72). MİP' te ise bir hat boyunca ilgilenilen kesimdeki tüm vokseller değerlendirilir ve karşılığı görüntüdeki piksel değerini ise seçilen kesimdeki en yüksek voksel değerini seçerek gösterir. Bu teknikte üç boyutlu ortamda komşu yapılar ile ilişki net olarak ortaya konulamaz (82).

Bizim çalışmamızdaki önemli sınırlayıcı özelliklerden ilki; çıkarma işlemi için alınan kontrastsız kesitler nedeniyle radyasyon dozunun artmasıdır. Ancak KBBTA ile alınan toplam doz yinede DSA sırasında alınan dozdan daha azdır. Tomandl ve arkadaşları (16), sadece kafa tabanı ve Willis poligonunu içine alan klasik BTA incelemesinde alınan dozun 1.0 mSv olduğunu, yine aynı lokalizasyonu kapsayan kontrastsız düşük dozlu çekimle eklenen radyasyon dozunun ise 0.25 mSv olduğunu belirtmiştir.

MRG radyasyon olmaması ve girişimsel işlem içermemesi nedeniyle KBBTA' ya alternatif olarak düşünülebilir. Üç boyutlu TOF-MRA' nın serebral anevrizmaları saptamadaki duyarlılığı ve özgüllüğü oldukça yüksektir. 2-3 mm çapındaki anevrizmaların ve 1 mm çapındaki küçük damarların görüntülenmesinin mümkün olduğunu belirten yayınlar bulunmaktadır (118, 119, 120). Ancak SAK olgularının yaşam destek ve takip cihazlarına bağlı olabilmeleri, MR ile uyumlu olmayan klips ve kalp pili gibi ferromanyetik maddelerin bulunması, tetkikin uzun sürmesi nedeniyle hareket artefaktlarının ortaya çıkabilmesi ve bazı olgularda klostrofobi MRA kullanımını kısıtlamaktadır. Bazı anevrizmalarda akım yavaşladığı, bazı anevrizmalarda

ise türbülant akım nedeniyle MRA' da anevrizmanın gösterilmesi mümkün olmayabilir (99, 121, 122).

Diğer bir sınırlayıcı özellik ise bu çalışmada KBBTA' yu 2D DSA ile karşılaştırmış olmamızdır. Anevrizma karakterizasyonunda 3D DSA çok daha güçlü ve etkili bir methodur. Ancak her merkezde bulunması zor ve pahalı bir yöntem olması da dezavantajıdır (7, 8, 15, 123). Bunların yanında diğer BTA ile yapılan çalışmalarda olduğu gibi BTA' da uzaysal çözünürlüğün düşük olması nedeniyle, cerrahi yaklaşımda önem taşıyan anteriyör koroyidal arter veya talamoperforan arterler gibi ince kalibrasyondaki (<1mm) arterler her zaman izlenememektedir. BTA, kollateral akımı DSA kadar net gösterememektedir. Ve son olarak dolaşıma ait sadece bir faz görüntü elde ediliyor olması serebral kan akımı değişikliklerinin yeterince gösterilememesine neden olmaktadır (11, 13).

Başka bir sınırlayıcı özellik ise; KBBTA çekiminin hareket artefaktları nedeniyle her hastada yeterli kaliteye ulaşamamasıdır ki bizim çalışmamızda 60 hastanın 10 tanesinde KBBTA kalitesi iyi olmadığı için çalışmaya dahil edilmedi.

Sonuç olarak; KBBTA, SAK' lı olgularda kafa tabanındaki kemik yapılara yakın anevrizmaların bile yüksek duyarlılıkla saptanabildiği girişimsel olmayan bir methodur. Tüm saydığımız avantajlar sayesinde KBBTA, kanamış anevrizmaların tanısında ve operasyon öncesi değerlendirilmesinde hızlı, güvenli, acil şartlarda kolayca uygulanabilen bir görüntüleme methodudur. KBBTA, SAK' lı hastalarda birinci basamak tanı methodu olarak kullanılabilir.

KBBTA' da hastada anevrizma saptandıysa, hastaya EVT yapılacaksa ekstra DSA' ya gerek yoktur. Anevrizma KBBTA görüntüleri ile değerlendirilip EVT-cerrahi kararı verilir.

Hastaya cerrahi planlanıyorsa ve hastanın non-perimezensefalik kanaması varsa DSA ve KBBTA' dan oluşan kombine method daha uygun olacaktır. Çünkü anevrizmanın anatomik komşuluklarını, değişik açılardan anevrizmanın görüntülenmesi, anevrizma boynuna lokalize kalsifiye plak KBBTA ile daha kolay tanınabilir (94).

ÖZET

Travma Dışı Subaraknoid Kanamalı Olgularda İntrakraniyal Anevrizma Araştırılmasında Kemik Baskılı Bilgisayarlı Tomografik Anjiyografinin Rolü

Bu çalışmanın amacı intrakraniyal anevrizmaların saptanmasında ve karakterizasyonunda girişimsel olmayan bir görüntüleme yöntemi olan KBBTA' nın rolünü değerlendirmektir.

Bu amaçla, radyolojik olarak veya lomber ponksiyonla travma dışı SAK tanısı alan 60 hastaya intrakraniyal arteriyel yapılara yönelik KBBTA ve DSA incelemesi yapıldı. On hastada KBBTA kalitesi yeterli değildi. Bu nedenle çalışmaya sadece 50 hasta dahil edildi (%84.4). KBBTA' dan elde edilen ham görüntülerden kemik baskılı ve baskısız VRT imajlar elde edildi. Her üç tetkik; anevrizma varlığı, sayısı, lokalizasyonu, boyutu, boynu ve uzanımı yanında varsa tromboz ve kalsifikasyon gibi morfolojik özellikleri yönünden incelendi. Elde edilen veriler DSA sonuçları altın standart kabul edilerek değerlendirildi.

Elli hastanın 11' inde KBBTA ve DSA ile intrakraniyal anevrizma saptanmadı. Geri kalan 39 hastada, 51 anevrizma saptandı. KBBTA ile gösterilen kemik yapılara yakın lokalizasyonlu 6 anevrizma, baskılama işlemi olmadan yapılan BTA ile gösterilemedi, 5 anevrizma ise BTA' da kısmen izlenebildi. Bu veriler ışığında anevrizma saptamada KBBTA' nın duyarlılığının %98, özgüllüğünün %100; BTA' nın duyarlılığının ise %88.2, özgüllüğünün %91.6 olduğunu saptadık. Duyarlılık MPR ve MİP imajlarında değerlendirilmeye katılması ile KBBTA için %100, BTA için %98 olarak tesbit edilmiştir. Anevrizmaların morfolojik özelliklerini göstermede KBBTA, DSA ile uyumlu sonuçlar verdi.

Bu bulgularla intrakraniyal anevrizmaların saptanmasında ve karakterizasyonunda, KBBTA, kafa tabandaki kemik yapılara yakın anevrizmaların bile BTA' ya oranla daha yüksek duyarlılıkla saptayabilmektedir. KBBTA' nın duyarlılığının DSA' ya çok yakın olması yanında girişimsel olmayan bir metod olması en büyük avantajıdır. KBBTA, kanamış anevrizmaların tanısında ve operasyon öncesi değerlendirilmesinde hızlı, güvenli, acil şartlarda kolayca uygulanabilen bir görüntüleme metodudur. KBBTA, SAK' lı hastalarda birinci basamak tanı metodu olarak kullanılabilir.

Anahtar sözcükler: İntrakraniyal anevrizma, Kemik baskılı bilgisayarlı tomografik anjiyografi, Kemik çıkarma tekniği, Travma dışı subaraknoid kanama.

SUMMARY

The role of Bone Subtraction CT Angiography in Determining of Intracranial Aneurysms In Nontraumatik Subarachnoid Hemorrhage

The aim of this study was to assess the role of BSCTA which is a noninvasive imaging method in determining and characterization of intracranial aneurysms.

BSCTA examination was performed to demonstrate intracranial arterial structures in 60 Patients who had the diagnosis of spontaneous subarachnoid hemorrhage determined on radiological and LP results. Total of these 60 patients underwent both BSCTA and DSA. The quality of BSCTA is insufficient in 10 patients. So that only 50 patients were included in the study (%84.4). Data obtained from BSCTA, were used to form bone subtracted and non subtracted VRT images. Both two technique findings were assessed according to the presence of aneurysm, its number, site, size, the neck and its extension, and if present, its morphological features like thrombosis and calcification. Data obtained from BSCTA, was compared with DSA as a gold standard technique.

No aneurysm was detected by BSCTA and DSA in 11 of 50 patients. In the remaining 39 patients, 51 aneurysms were detected by DSA or/and BSCTA. Six ICA aneurysms were not visible and 5 ICA aneurysms were partially visible on conventional CTA-VRT because of bony structures, whereas they could be optimally visualized with BSCTA-VRT. According to these results, the overall sensitivity and specificity of BSCTA-VRT for detecting aneurysms were %98 and %100; while sensitivity and specificity of CTA-VRT %88.2 and %91.6, respectively. Sensitivity was increased to %100 for BSCTA and %98 for CTA by using MIP and MPR images. Furthermore morphological features of aneurysms were verified by DSA

Our results indicate that BSCTA is a minimal invasive imaging method that can replace catheter angiography which has been considered the gold standard in detecting and characterizing intracranial aneurysms.

Key Words: Intracranial aneurysms, Bone subtracted computed tomographic angiography, Subtraction technique, Nontraumatic subarachnoid hemorrhage.

TEŞEKKÜR

Danışmanım Yrd. Doç. Dr. Osman Koç' a tez boyunca yaptığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Çalışma boyunca bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren tüm hocalarıma ve sabır gösteren tüm çalışma arkadaşlarıma müteşekkirim.

Tezin BT ve DSA çekimleri sırasında emeği geçen tüm teknisyen arkadaşlarımda gösterdikleri ilgiden dolayı teşekkür ederim.

Her konuda sabırla yardımcı olan eşim ve aileme desteklerinden dolayı sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

6. KAYNAKLAR:

1. Sarioğlu A.Ç. Subaraknoid Kanama. 1. baskı. İstanbul: Logos Yayıncılık, 1997; 49-110.
2. Edelman RR, Hesselink RJ, Zlatkin BM, Cruess VJ. Clinical magnetic resonance imaging. Philadelphia: Saunders elsevier Inc, 2006; 1414-32.
3. Lubicz B, Levivier M, François O, Thoma P, Sadeghi N, Collignon L et al. Sixty four multisection CT angiograph for detection and evaluation of ruptured intracranial aneurysms: interobserver and intertechnique reproducibility. AJNR. 2007; 28:1949-55.
4. Li Q, Lv F, Li Y, Li K, Luo T, Xie P. Subtraction CT angiography for evaluation of intrakranial aneurysms: comparison with conventional CT angiography. Eur Radiol. 2009; 19:2261-67.
5. Yoon DY, Lim KJ, Choi CS, Cho BM, Oh SM, Chang SK. Detection and Characterization of Intracranial Aneurysms with 16-Channel Multidetector Row CT Angiography: A Prospective Comparison of Volume-Rendered Images and Digital Subtraction Angiography. AJNR. 2007; 28:60-7.
6. Villablanca PJ, Jahan R, Hooshi P, Silvester L, Duckwiler G, Patel A et al. Detection and characterization of very small cerebral aneurysms by using 2D ve 3D helical CT angiography. AJNR. 2002; 23:1187-98.
7. Lell MM, Ruehm SG, Krammer M, Panknin C, Habibi R, Klotz E et al. Cranial Computed Tomography Angiography With Automated Bone Subtraction: A Feasibility Study. Invest Radiol. 2009; 44:38-43.
8. Teksam M, McKinney A, Casey S, Asis M, Kieffer S, Truwit CL. Multi-Section CT Angiography for Detection of Cerebral Aneurysms. AJNR. 2004, 25:1485-92.
9. Anderson GB, Ashforth R, Steinke DE, Findlay JM. CT angiography for detection of cerebral vasospasm in patients with acute subarachnoid hemorrhage. AJNR. 2000; 21:1011-15.
10. Rowland P.L. Merritt's Neurology. 11 th ed. New York. Lippincott Williams & Wilkins 2008; 328-37.
11. El Khaldi, P. Pernter, F. Ferro, A. Alfieri, N. Decaminada, L. Naibo et al. Detection of cerebral aneurysms in nontravmatik subarachnoid haemorrhage: role of multislice CT angiography in 130 consecutive patients. Radiol med. 2007; 112:123-37.
12. Vieco PT, Shuman WP, Alsofrom GF, Gross CE. Detection of circle of willis aneurysm in patients with subarachnoid hemorrhage. A comparison of CT angiography and DSA. AJR. 1995; 165:425-30.
13. Matsumoto M, Sato M, Nakano M et al. Three dimensional computerized tomography angiography- guided surgery of acutely ruptured cerebral aneurysms. J Neurosurg. 2001; 94:718-27
14. Atasoy Ç. Multislice BT: Genel ilkeler ve yararlılıkları. XXIII. Ulusal radyoloji kongresi. 5 - 8 kasım 2002 Antalya \ Türkiye.

15. Rooij WJ, Peluso JP, Sluzewski M, Beute GN. Additional value of 3D rotational angiography in angiographically negative aneurysmal subarachnoid hemorrhage: How negative is negative? *AJNR*. 2008; 29:962-66.
16. Tomandl BF, Hammen T, Klotz E, Ditt H, Stemper B, Lell M. Bone subtraction CT angiography for the evaluation of intracranial aneurysms. *AJNR*. 2006; 27:55-9.
17. Gorzer H, Heimberger K, Schindler E. Spiral CT angiography with digital subtraction of extra and intracranial vessels. *J Comput asist tomogr*. 1994; 18:839-41.
18. Crossman AR, Neary D. *Neuroanatomy*. 3rd ed. New York: Churchill Livingstone; 2006; 100-12.
19. Wayne LD, Jacobs J. Cerebral vasculature: normal anatomy and pathology. In: Osborn AG, Tong KA. *Diagnostic neuroradiology*. Philadelphia: Amazon; 1994; 117-45.
20. Yousem D. Cranial anatomy. In: Yousem D, Grossman IR. *Neuroradiology*. 2nd ed. Boston: Mosby an affiliate of elsevier, 2003; 84-89.
21. Peter L, William S, Lawrence HB, Martin MB. *Gray's anatomy*. 38th ed. New York: ELBS with Churchill Livingstone; 1995; 1524-28.
22. Aneurysms of the Petrous Internal Carotid Artery: Anatomy, Origins, and Treatment <http://www.medscape.com> (son erişim tarihi: 15.12.2009).
23. Bouthiller A, Van Loveren HR, Keller JT. Segments of internal karotid artery: a new classification. *Neurosurgery*. 1996; 38:425-33.
24. Moran CJ, Kido DK, Cross DT. Cerebral vaskuler angyography. İndications, tecnique and normal anatomy of the head. In: Baum S, ed. *Abrams' Angiography; Vasküler and Interventional Radiology*. 4 th ed. Boston: Little Brown and Company, 1997; 254-281.
25. Valvassori GE, Mafee MF, Carter BL. *Imagining of head and neck*. 2 nd ed. New york: Thieme Medical Pubshers Inc, 1995:158-215.
26. Kayembe KN, Sasahara M, Hazama F. Cerebral aneurysms and variations in the circle of Willis. *Stroke*. 1984;15:846-50.
27. Wismer GL. Circle of Willis variant analogous to fetal type primitive trigeminal Artery. *Neuroradiology*. 1989; 31:366-68.
28. Andre's R., Gutenberg G. Fetal carotid-vertebrobasilar anastomoses: persistent hypoglossal artery associated with further variations of the circle of Willis. *Surg Radiol Anat*. 2009; 31:311-15.
29. Wollschlaegeil PB, Wollschlaeger G, Lopez VF, Mathews CL, Holly JJ, Black SPW. The Reflux from Internal Carotid Artery to Posterior Circulation: Variation of Anatomy Versus Pathology. *Neuroradiology*. 1971; 2:65-75.
30. İzci Y, Seçkin H, Medow J, Turnquist C, Baokaya MK. Sulcal and gyral anatomy of the orbitofrontal cortex in relation to the recurrent artery of Heubner: an anatomical study. *Surg Radiol Anat*. 2009; 31:439-45.

31. Mavridis I, Anagnostopoulou S. Comment on the brain areas whose blood supply is provided by the recurrent artery of Heubner. *Surg Radiol Anat.* 2009. [Epub ahead of print].
32. Hussain Z, Corkill RA, Kuker W, Byrne JV. Distal aneurysms of the unpaired ACA: embryologic and therapeutic aspects. *Neuroradiology.* 2005; 47:209–214.
33. Evans LA, Corkill AR, Wenderoth JD. Ruptured fusiform aneurysm of fenestrated A1 segment of the anterior cerebral artery. *Neuroradiology.* 2006; 48:196–99.
34. Sarioğlu AÇ. Orta Serebral Arter Anevrizmaları. III. Kranial Vasküler Hastalıklar; In: Aksoy K (ed) *Temel Nöroşirurji*, 1. Cilt 1. Baskı. Ankara: Türk Nöroşirurji Derneği Yayınları. 2005; 479-85.
35. Dilbaz S. Kadavrada Baziller Arter ve Perforanlarının Mikroanatomik Yapısı. (Uzmanlık tezi). İstanbul: Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi. 2007; 49-50.
36. Zarrelli N, Paziienza L, Maggialezzi N, Schiavariello M, Mariano M, Stranieri A. CT use in subarachnoid haemorrhage. *Emergency Neuroradiology.* 2006; 16:49-61.
37. Valery L, Gabriel J.E, Carlene M.M, Algra A, Derrick A, Gijn JV. Risk Factors for Subarachnoid Hemorrhage: An Updated Systematic Review of Epidemiological Studies. *Stroke.* 2005; 36:2773-80.
38. Truelsen T, Bonita R, Duncan J, Anderson NE, Mee E. Changes in Subarachnoid Hemorrhage Mortality, Incidence, and Case Fatality in New Zealand Between 1981–1983 and 1991–1993. *Stroke.* 1998; 29:2298-303.
39. Tsutsumi K, Ueki K, Usui M, Kwak S, Kirino U. Risk of Subarachnoid Hemorrhage After Surgical Treatment of Unruptured Cerebral Aneurysms. 1999; 30:1181-184.
40. Velthuis KB, Rinkel JEG, Ramos L, Witkamp TD, Berkelbach JW, Vandertop PE. Subarachnoid haemorrhage: aneurysm detection and preoperative evaluation with CT angiography. *Radiology.* 1998; 208:423-430
41. Yousem D. Vasculer disease of brain. In: Yousem D, Grossman IR. *Neuroradiology.* 2nd ed. Boston: Mosby an affiliate of elsevier, 2003; 224-31.
42. Wermer PH, Greebe P, Algra A, Rinkel REG. Incidence of Recurrent Subarachnoid Hemorrhage After Clipping for Ruptured Intracranial Aneurysms. *Stroke.* 2005; 36:2394-99.
- Ronkainen A, Niskanen M, Piironen P, Hernesniemi J. Familial Subarachnoid Hemorrhage: Outcome Study. *Stroke.* 1999; 30:1099-102.
43. Ronkainen A, Niskanen M, Piironen P, Hernesniemi J. Familial Subarachnoid Hemorrhage : Outcome Study. *Stroke.* 1999; 30:1099-102.
44. Joseph P, Catherine M, Brott T, Kernan WN, Brass ML, Feldmann E et al. Major Risk Factors for Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage in the Young Are Modifiable. *Stroke* 2003; 34:1375-81.
45. Kissela MB, Sauerbeck L, Woo D, Khoury D, Carrozzella J, Pancioli A et al. Subarachnoid Hemorrhage: A Preventable Disease With a Heritable Component. *Stroke.* 2002; 33: 1321-26.

46. Anderson C, Mhurchu CI, Scott D, Bennett D, Jamrozik K, Hankey G. Triggers of Subarachnoid Hemorrhage: Role of Physical Exertion, Smoking, and Alcohol in the Australasian Cooperative Research on Subarachnoid Hemorrhage Study (ACROSS). *Stroke*. 2003; 34:1771-76.
47. Sandvei MS, Romundstad PR, Müller TB, Vatten L, Vik A. Risk Factors for Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage in a Prospective Population Study: The HUNT Study in Norway. *Stroke*. 2009; 40:1958-62.
48. Çomoğlu S, Erdemoğlu AK. Subaraknoid Kanama ve Vazospazm. *Van Tıp Dergisi*: 1998; 5:111-13.
49. Baldwin ME, Macdonald RL, Huo D, Novakovic RL, Goldenberg, FD, Frank JI et al. Early Vasospasm on Admission Angiography in Patients with Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage Is a Predictor for In-Hospital Complications and Poor Outcome. *Stroke*. 2004; 35:2506-511.
50. Yılmaz DM. Spontan Subaraknoid Kanama Ve Sonrası Gelişen Vazospazm Ve Geç İskemik Defisitte Serum Ve Beyin Omurilik Sıvısında Sitokin Düzeylerinin Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji Anabilim Dalı (Uzmanlık Tezi). 2005; 30-45.
51. Ryttefors M, Enblad P, Kerr RSC, Molyneux AJ. International Subarachnoid Aneurysm Trial of Neurosurgical Clipping Versus Endovascular Coiling: Subgroup Analysis of 278 Elderly Patients. *Stroke*. 2008; 39:2720-26.
52. Mitsos A.P, Corkill RA, Lalloo S, Kuker W, Byrne JV. Idiopathic aneurysms of distal cerebellar arteries: endovascular treatment after rupture. *Neuroradiology*. 2008; 50:161-70.
53. Terada T, Tsura M, Matsumoto H, Masuo H, Tsumoto T, Yamaga H, Itakura T. Endovascular treatment of unruptured cerebral aneurysms. *Acta Neurochir* 2005; 94: 87-91.
54. Schaafsma JD, Sprengers ME, Rooij MJ, Sluzewski M, Majoie C, Marieke J.H et al. Long-Term Recurrent Subarachnoid Hemorrhage After Adequate Coiling Versus Clipping of Ruptured Intracranial Aneurysms. *Stroke* 2009; 40:1758-63.
55. Osborn AG. Intracranial aneurysms In: Osborn AG, Tong KA. *Handbook of neuroradiology brain and skull*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1996; 117-45.
56. Boussel L, Rayz V, McCulloch C, Martin A, Acevedo-Bolton G, Lawton G et al. Aneurysm Growth Occurs at Region of Low Wall Shear Stress: Patient-Specific Correlation of Hemodynamics and Growth in a Longitudinal Study. *Stroke*. 2008;39:2997-3002.
57. Mulder G, Bogaerds A, Rongen P, Vosse VF. On automated analysis of flowpatterns in cerebral aneurysms based on vortex identification. *J Eng Math*. 2009; 64:391-401.
58. Wermer M, Schaaf I, Algra A, Rinkel G. Risk of Rupture of Unruptured Intracranial Aneurysms in Relation to Patient and Aneurysm Characteristics: An Updated Meta-Analysis. *Stroke*. 2007; 38:1404-410.
59. Juvela S. Risk Factors for Multiple Intracranial Aneurysms. *Stroke*. 2000; 31:392-97.
60. Juvela S, Poussa K, Porras M. Factors Affecting Formation and Growth of Intracranial Aneurysms: A Long-Term Follow-Up Study. *Stroke*. 2001; 32: 485-91

61. Vifuella F, Fox A, Chang JK, Drake CG, Peerless SJ. Clinico-radiological spectrum of giant supraclinoid internal carotid artery aneurysms. *Neuroradiology*. 1984; 26:93-99
62. Roux DLP, Winn RH, Newell WD. Management Of Cerebral Aneurizms. Pennsylvania, Philedalphia. Saunders (ELsevier) 2004; 199.
63. Burns JD, Brown RD. Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms: Surgery, Coiling, or Nothing? *Current Neurology and Neuroscience Reports*. 2009, 9:6–12.
64. Rooij N, Velthuis B, Algra A, Rinkel G. Configuration of the circle of Willis, direction of flow, and shape of the aneurysm as risk factors for rupture of intracranial aneurysms. *J Neurol*. 2009; 256:45–50.
65. Ishibashi R, Murayama Y, Urashima M, Saguchi T, Ebara M, Arakawa H. Unruptured Intracranial Aneurysms: Incidence of Rupture and Risk Factors. *Stroke*. 2009; 40:313-16.
66. Nakatomi H, Segawa H, Kurata H, Shiokawa Y, Nagata K, Kamiyama K et all. Clinicopathological Study of Intracranial Fusiform and Dolichoectatic Aneurysms: Insight on the Mechanism of Growth. *Stroke*. 2000; 31:896-900.
67. Chapot R, Houdart E, Saint-Maurice JP, Aymard A, Mounayer C, Lot G. Endovascular Treatment of Cerebral Mycotic Aneurysms. *Radiology*. 2002; 222:389–96.
68. Adapınar B. Temel radyoloji tekniği.3. baskı. Bursa: Güneş-nobel; 1997; 316-72
69. Tuncel E. Bilgisayarlı tomografi. In: Tuncel E. Klinik radyoloji. 2. baskı. Bursa: Nobel & güneş tıp kitap evi. 2008; 1:78-103.
70. Flohr TG, Schaller S, Stierstorfer K, Bruder H, Ohnesorge BM, Schoepf UJ. Multi–Detector Row CT Systems and Image Reconstruction Techniques. *Radiology*. 2005; 235:756–73.
71. Rydberg J, Buckwalter KA, Caldemeyer KS, Phillips MD, Conces DJ, Aisen MA et all. Multisec- tion CT: Scaning Techniques and Clinical Applications. *RadioGraphics* 2000; 20:1787–806.
72. Baykal B, Oyar O. Bilgisayarlı tomografi fiziği in: Oyar O, Gülsoy KU, Yeşildağ A, Yıldız M, Baykal B, Köroğlu Mert. *Tibbi görüntüleme fiziği*. Ankara: S.D.Ü Tıp Fakültesi yayınları; 2003; 4:231-50.
73. Savaş R. Bilgisayarlı tomografide terminoloji, tarihçe, görüntü oluşum süreci. In: Balcı P, Pabuşçu Y. *Temel radyoloji fiziği*. 2nd ed. Ankara: TRD yayınları; Temal radyoloji fiziği 2008; 2:42-43
74. Hu H, He DH, Foley DF, Fox SH. Four Multidetector-Row Helical CT: Image Quality and Volume Coverage Speed. *Radiology*. 2000; 215:55–62.
75. Mahesh M, Search for isotropic rezolution in CT from conventional through multipl row dedector. *Radiographics*. 2002; 22:949-62.
76. Karabulut N. Helikal BT. Çok kesitli BT ve elektron demeti BT. In: Balcı P, Pabuşçu Y. *Temel radyoloji fiziği*. 2nd ed. Ankara: TRD yayınları; Temel radyoloji fiziği. 2008; 2:42-43

77. Tomandl FB, Köstner CN, Schempershofe M, Huk W, Strauss C, Anker L et all. CT Angiography of Intracranial aneurysms: A Focus on Postprocessing. *Radiographics*. 2004; 24:637–55.
78. Takhtani D. CT neuroangiography. Aglancr at the common pitfalls and their prevention. *AJR*. 2005; 185:772-83.
79. Prokop M, Galanski MG, Molen A, Prokop C. Spiral and multislice computed tomography of the body. New York: Thime medical publications. 2003; 45-83.
80. Akın O, Coşkun M. Multidedektör BT anjiyografi: teknik ve klinik uygulamalar. *Tanısal ve Girişimsel Radyoloji*. 2003; 9:139-45.
81. Prokop M, Shin OH, Schanz A, Schafer MC. Use of maximum intensity projeksions in CT angio grapy: a basic review. *Radiogarphtics*. 1997; 17:433-51.
82. Lell MM, Anders K, Uder M, Klotz E, Ditt H, Vega F et all. New techniques in CT angiograph. *RadioGraphics*. 2006; 26:45–62.
83. Venema HW, Hulsmans FJ, Heeten GJ. CT Angiography of the Circle of Willis and Intracranial Internal Carotid Arteries Maximum Intensity Projection with Matched Mask Bone Elimination—Feasibility Study. *Radiology*. 2001; 218:893–98.
84. Gouveia GR, Sousa RF, Lopes L, Compos J, Martins IP. Headaches during angiography and endovasküler procedures. *Neurol*. 2007; 254:591–96.
85. Oyar O, Gülsoy KU. Radyolojide özel incelemeler In: Oyar O, Gülsoy KU, Yeşildağ A, Yıldız M, Baykal B, Köroğlu Mert. *Tıbbi görüntüleme fiziği*. Ankara: S.D.Ü Tıp Fakültesi yayınları; 2003; 7:419-24.
86. Krayenbül H, Yaşargil MG, Huber P. *Cerebral anjiyografi*. New York: Thime medical publishers, Inc; 1982; 5-32.
87. Tuncel E. Perkütan biyopsi ve tedavi girişimleri. In: Tuncel E. *Klinik radyoloji*. 2. baskı. Bursa: Nobel & güneş tıp kitap evi. 2008; 1:195-213.
88. Tu KR, Cohen W, Maravilla KR, Bush WH, Patel NH, Eskridge J. Digital Subtraction Rotational Angiography for Aneurysms of the Intracranial Anterior Circulation: Injection Method and Optimization. *AJNR*. 1996, 17:1127–36
89. Jou LD, Mohammed A, Lee DH, Mawad ME. 3D Rotational Digital Subtraction Angiography May Underestimate Intracranial Aneurysms: Findings from Two Basilar Aneurysms. *AJNR*. 2007; 28:1690–92.
90. Satoh T, Omi M, Ohsako C, Fujiwara K, Tsuno K, Sasahara W. Differential diagnosis of the infundibular dilation and aneurysm of internal karotid artery: assesment with fusion imaging of 3D MR cisternography/ angiography. *AJNR*. 2006; 27:306 –12
91. Agid R, Lee SK, Willinsky RA. Acute subarachnoid hemorrhage using 64 slice multidedektör CT angiography to “triage” patients’ treatment. *Neuroradiology*. 2006; 48:78794.

92. Romijin M, Gratama HAF, Walderveen MA, Sprengers ME, Rijn JC, Rooij WJ. Diagnostik accuracy of CT angiography with matched mask bone elimination for detection of intracranial aneurysms: comparison with digital subtraction angiography and 3D rotational angiography. *AJNR*. 2008; 29:134-39.
93. Kouskouras C, Charitanti A, Giavroglou C, Foroglou N, Selviaridis P, Kontopoulos V et al. Intracranial aneurysms: evaluation using CTA and MRA. Correlation with DSA and intraoperative findings. *Neuroradiology*. 2004; 04:1259-2000.
94. Pechlivanis I, Schmieder K, Scholz M, König M, Heuser L, Harders A. 3-Dimensional computed tomographic angiography for use of surgery planning in patients with intracranial aneurysms. *Acta Neurochir*. 2005; 147: 1045–53.
95. Velthuis BK, Rinkel GJE. Surgical anatomy of the cerebral arteries in patients with subarachnoid hemorrhage: comparison of computerized tomography angiography and digital subtraction angiography. *J Neurosurg*. 2001; 95:206-12.
96. Chen W, Yang Y, Xing W, Qiu J, Peng Y. Sixteen-row multislice computed tomography angiography in the diagnosis and characterization of intracranial aneurysms: comparison with conventional angiography and intraoperative findings. *J Neurosurg*. 2008; 108:1184–91.
97. Schwartz RB, Tice HM, Hooten SM. Evaluation of cerebral aneurysms with helical CT: correlation with conventional angiography and MR angiography. *Radiology*. 1994; 192:717-22.
98. Brisman JL, Song JK, Newell DW. Cerebral aneurysms. *N Engl J Med*. 2006;355(9):928-39.
99. Huston J III, Nichols DA, Leutmer PH. Blinded prospective evaluation of sensitivity of MR angiography to detect intracranial aneurysm: importance of aneurysm size. *AJNR*. 1994; 15:481-87.
100. Jager HR, Ellamushi H, Moore EA. Contrast enhanced MR angiography of intracranial giant aneurysms. *AJNR*. 2000, 21: 1900-07.
101. Karamessini MT, Kagadis GC, Petsas T. CT angiography with three dimensional techniques for early diagnosis of intracranial aneurysms. Comparison with intraarterial DSA and the surgical findings. *Eur Radiol*. 2004, 49:212-23.
102. White PM, Wardlaw JM, Easton V. Can noninvasive imaging accurately depict intracranial aneurysms? A systematic review. *Radiology*. 2000; 217:361-70.
103. Wintermark M, Uske A, Chalaron M. Multislice computed tomography angiography in evaluation intracranial aneurysms: a comparison with intraarterial DSA. *Neurosurg*. 2003, 98:828-36.
104. Jayaraman MV, Mayo smith WW, Tung GA. Detection of intracranial aneurysms: multidetector row CT angiography compared with DSA. *Radiology*. 2004; 230:510-18.
105. McKinney AM, Palmer C.S, Truwit C.L, Karagulle A, Teksam M. Detection of aneurysms by 64-section multidetector CT angiography in patients acutely suspected of having an intracranial

- aneurysm and comparison with digital subtraction and 3D rotational angiography. *AJNR*. 2008; 29:594–602.
106. Imakita S, Onisahi Y, Hasimoto T. Subtraction CT angiography with controlled orbit helical scanning for detection of intracranial aneurysms. *AJNR*. 1998; 19:291-95.
107. Jayakrishan VK, White PM, Aiten D. Subtraction helical CT angiography of intra and extracranial vessels: technical considerations and preliminary experience. *AJNR*. 2003; 24:451-55.
108. Sakamoto S, Kiura Y, Ohba S, Shibukawa M, Arita K, Ishifuro M, Kurisu K. Volume subtraction three dimensional CT angiography for cerebrovascular disease: report of two cases. *Hiroshima J Med Sci*. 2005; 54:83-6.
109. Majoie CB, Van Straten M, Venema HW. Multisection CT venography of the dural sinuses and cerebral veins by using matched mask bone elimination. *AJNR*. 2004; 25:787-91.
110. Fazio A, Subramanyan K, Lin ZM, Ciancibello L, Straten MV, Pholman S. Evaluation of neuro bone removal algorithms for CT angiography. *International Congress Series*. 2004; 1268:37-42.
111. Romijin M, Gratama HAF, Walderveen MA, Sprengers ME, Rijn JC, Rooij WJ. Diagnostic accuracy of CT angiography with matched mask bone elimination for detection of intracranial aneurysms: comparison with digital subtraction angiography and 3D rotational angiography. *AJNR*. 2008; 29:134-39.
112. Wantanabe Y, Uotani K, Nakazawa T. Dual energy direct bone removal CT angiography for evaluation of intracranial aneurysm or stenosis: comparison with conventional digital subtraction angiography. *Eur Radiol*. 2009; 19:1019–24.
113. Morhard D, Fink C, Becker C, Reisser FM, Nikalaou K. Value of automatic bone subtraction in cranial CT angiography: comparison of bone-subtracted vs. standard CT angiography in 100 patients. *Eur Radiol*. 2008; 18:974-82.
114. Sakamoto S, Kiura Y, Ohba S, Arita K, Kurisu K. Subtracted 3D CT Angiography for Evaluation of Internal Carotid Artery Aneurysms: Comparison with Conventional Digital Subtraction Angiography *AJNR*. 2006; 1332-37.
115. Imakita S, Onisahi Y, Hasimoto T. Subtraction CT angiography with controlled orbit helical scanning for detection of intracranial aneurysms. *AJNR*. 1998; 19:291-95.
116. Villablanca JP, Achiriolaie A, Hooshi P. Aneurysms of the posterior circulation: detection and treatment planning using volume-rendered three-dimensional helical computerized tomography angiography. *J Neurosurg* 2005; 103:1018–29.
117. . Lell M, Anders K, Klotz E. Clinical evaluation of bone subtraction CT angiography (BSCTA) in head and neck imaging. *Eur radiol*. 2006; 16:889-97.
118. Adams WM, Laitt RD, Jackson A. The role of MR angiography in the pretreatment assessment of intracranial aneurysms: a cooperative study. *AJNR*. 2000; 21:1618-28.

119. Derdeyn CP, Graves VP, Turski PA, Masaryk AM, Strother CM. MR angiography of saccular aneurysms after treatment with Guglielmi detachable coils: preliminary experience. *AJNR*. 1997; 18:279-86.
120. Jager HR, Ellamushi H, Moore EA. Contrast enhanced MR angiography of intracranial giant aneurysms. *AJNR*. 2000; 21:1900-07.
121. Gradin C, Mathurin P, Dubrez T. Diagnosis of intracranial aneurysms: accuracy of MR angiography at 0.5 T. *AJNR*. 1998; 19:245-52.
122. Anzalone N, Triulzi F, Scotti G. Acute subarachnoid haemorrhage: 3Dtime-of-flight MR angiography versus intraarteriel digital angiography. *Neuroradiol*. 1995; 37:257-61.
123. Hochmuth A, Spetzger U, Schumacher M. Comparison of Three-Dimensional Rotational Angiography with Digital Subtraction Angiography in the Assessment of Ruptured Cerebral Aneurysms. *AJNR*. 2002; 23:1199–205.