

Derleme

Supraklinoid İnternal Karotid Arter Anevrizmaları'nın Endovasküler Tedavisi

Endovascular Treatment of Supraclinoidal Internal Carotid Artery Aneurysms

Ergün DAĞLIOĞLU¹, Erhan TÜRKOĞLU²¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Numune Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Ankara, Türkiye²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Dışkapı Yıldırım Beyazıt Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Ankara, Türkiye

ÖZ

Supraklinoid anevrizmalar tipik olarak distal dural ringin distalinde kalan internal karotid arter (İKA) segmentinden, ya da kavernöz sinüsün çatısından, karotid bifurkasyona kadar olan İKA'den kaynaklanan intradural anevrizmalardır. Son yıllarda cihaz, teknik ve bilgi birikiminde olan hızlı ilerlemeler sayesinde supraklinoid anevrizmaların tedavisinde endovasküler yaklaşım tercih edilen yöntemlerden biri olmuştur. Balon ya da stent eşliğinde koil embolizasyonu ile son yıllarda akım çeviriciler paraklinoid ve supraklinoid anevrizmaların tedavisinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Makalemizde büyük ya da dev anevrizmaların akım çeviriciler ile tedavisine de ayrıca değinilmiştir. Blister tip anevrizmalar oldukça özellikli intrakranial patolojiler olup, oldukça ince duvar yapılarından dolayı tedavi edilseler bile hasta için oldukça yüksek oranda risk taşırlar. Supraklinoid İKA anevrizmalarının tedavisine karar verirken, beyin cerrahları hastaya ait radyolojik çalışmaları, vasküler anatomiye, hastanın komorbiditelerini, anevrizma boyutu ve morfolojisini oldukça detaylı incelemeli, anevrizmanın kanayıp kanamadığını göz önünde bulundurmalıdır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Supraklinoid, Superior hipofizeal arter, Blister anevrizma, Anterior koroideal arter, Posterior komunikan arter, Oftalmik arter

ABSTRACT

Supraclinoidal aneurysms are typically defined as intradural aneurysms that arise from the internal carotid artery (ICA) distal to the distal dural ring, or the roof of the cavernous sinus, to the carotid terminus. As a result of recent advances in devices, techniques, and knowledge, endovascular management of supraclinoidal aneurysms have come into favor. Endovascular treatment with balloon- or stent-assisted coil embolization and, more recently, flow diversion technology is being used more frequently for the treatment of paraclinoid and supraclinoidal aneurysms. Treatment of large or giant aneurysms with flow diverter technology is also presented. Blister-type aneurysms are a featured intracranial pathology and pose a significant risk to patients even after treatment because of the tenuous wall. When deciding on the treatment of a supraclinoidal ICA aneurysm, neurosurgeons should extensively evaluate radiological studies, vascular anatomy, the patients' co-morbidities, the aneurysm's size and morphology, and ruptured versus unruptured presentation.

KEYWORDS: Supraclinoidal, Superior hypophyseal artery, Blister aneurysm, Anterior choroideal artery, Posterior communicating artery, Ophthalmic artery



Yazışma adresi: Ergün DAĞLIOĞLU

E-posta: edaglioglu@gmail.com

■ GİRİŞ

Supraklinoid anevrizmalar tipik olarak distal dural ringin distalinde kalan internal karotid arter (İKA) segmentinden, ya da kavernöz sinüsün çatısından, karotid bifurkasyona kadar olan İKA'den kaynaklanan intradural anevrizmalardır. İntradural olmalarından dolayı subaraknoid kanama riski taşırlar ki bu nedenle hastanın yaşı, eşlik eden hastalıkları ve anevrizmanın büyüklüğü göz önünde bulundurularak tedavi edilmelidirler. Özellikle paraklinoid bölgenin kompleks osseöz yapısı, dural bağlantılar ve optik sinirlere olan aşırı yakınlık nedeniyle mikrocerrahi yaklaşımla bu bölge anevrizmalarının kliplenmesi oldukça zordur. Balon ya da stent yardımcılığında koil embolizasyon, akım çevirici teknolojisindeki hızlı gelişmeler sayesinde paraklinoid ve supraklinoid anevrizmaların endovasküler yolla tedavileri son yıllarda ilk seçenek olmuştur.

■ ANATOMİ ve PATOFİZYOLOJİ

Anterior klinoid proçes (AKP), küçük sfenoid kanadın postero-medial sınırının öne doğru uzantısı olup İKA'nin proksimal kısmının çatısını oluşturur. Optik kanalın çatısı (anterior root) ve optik strut (posterior root) AKP'in medialinde sfenoid kemikle birleşirler. Optik strut AKP'in sfenoid kemiğin cismine doğru olan alt sınırını oluşturur. AKP'e falsiform ligament, tentoriyum anteromedial kısmı, petroklinoit (anterior ve posterior) ligamentler ve interklinoid dural fold yapışır (8).

İKA'nin klinoidal kısmı proksimal ve distal dural halkaların arasında yer alır. Klidial İKA distal dural halkayı geçtikten sonra subaraknoid boşluğa girer. Distal dural ringin lateral kenarı daha kalındır, böylece İKA'nin etrafındaki komşu yapılara sıkıca yapışmasını sağlar. Buna karşın medial kısmı İKA'nin inferior ve medialine bitişik olacak şekilde araknoide ya da karotid kave durasına zayıf olarak tutunur. Proksimal dural halkanın proksimalinde intrakavernöz İKA oluşur. Distal dural halkadan karotid bifurkasyona kadar olan İKA bölümü "supraklinoid İKA" olarak adlandırılır. Supraklinoid İKA optik sinirin altında AKP'in medialinde, optik kiazmanın superior-posteriorundan lateraline doğru seyredir. Silvan fissürün medialinde anterior perforated substansın altında İKA terminusu oluşturur (8,13).

Paraklinoid ve kavernöz anevrizmalar tipik olarak oftalmik arter orijini ile ilişkilerine göre sınıflandırılırlar. Bu ayırım, anevrizmaların subaraknoid kanama (SAK) riskleri, tedavi gerekliliği ya da doğal takip edilebilirliği açısından oldukça önemlidir. Horiuchi ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada intradural ve ekstradural orijinli oftalmik arter prevalansı sırasıyla %85,7 ve %7,6 olarak bildirilmiştir. Aynı çalışma interdural orijin (iki dural halka arası) %6,7 olarak bildirilmiştir (17). Supraklinoid anevrizmalar arasında, oftalmik ve superior hipofizeal anevrizmalar projeksiyonlarına göre ayırt edilirler. Oftalmik anevrizmalar superiora, superior hipofizeal anevrizmalar ise inferior ya da inferomediale projekte olurlar.

Bu derlemenin amacı; oftalmik arter, superior hipofizeal arter, dorsal duvar-blister, posterior komunikan arter (PCoMA), anterior koroidal arter (AChA) ve karotid terminus anevrizmalarının endovasküler yolla tedavileri hakkında bilgi vermektir.

■ DOĞAL SEYİR, KLİNİK PREZANTASYON VE TEDAVİ ENDİKASYONLARI

Kadın cinsiyet, aile öyküsü, sigara kullanımı, aşırı alkol tüketimi, hipertansiyon, iskemik kalp hastalıkları, hiperlipidemi, otozomal dominant polikistik böbrek hastalığı, Tip 4 Ehler-Danlos sendromu, hipofiz tümörü, aort koarktasyonu, Graves hastalığı, Marfan sendromu, nörofibromatozis tip 1, serebral arteriovenöz malformasyon (akımla ilişkili anevrizmalar) ve doğum kontrol hapı kullanımı intrakranial anevrizma gelişiminde yer alan önemli risk faktörleridir (52).

Rüptüre intrakranial anevrizmalar %50-60 mortalite riski taşıdıkları için olabildiğince erken dönemde tedavi edilmelidirler (5). Buna karşın, insidental tanı konmuş, kanamamış anevrizmalarda tedavi kriterleri hâlâ tartışmalı olup, hastanın yaşı, anevrizma'nın büyüklüğü, lokalizasyonu ve morfolojisi göz önünde bulundurularak karar verilmelidir.

Çok sayıda olgudan oluşan geniş serili çalışmalarda intrakranial anevrizmaların kanama riskleri kantitatif olarak bildirilmeye çalışılmıştır. Örneğin, ISUA (international study of unruptured intracranial aneurysms) çalışmasında daha önce SAK geçirmemiş anterior sirkülasyon anevrizmaları için 7 mm'den küçük olanlarda yıllık kanama riski %0, 7-12 mm için %2,6, 13-24 mm için % 14,5 ve 25 mm'den büyük olanlarda %40 olarak bildirilmiştir. PCoMA anevrizmalarının posterior sirkülasyonda sınıflandırıldığı bu çalışmada, kanama riski posterior sirkülasyon anevrizmaları için boyutlarına göre sırasıyla %2,5, %14,5, %18,4 ve %50 olarak bildirilmiştir (49). Rinkel ve ark. tarafından anevrizmanın yıllık kanama riski %1,9 (<10 mm olanlar için %0,7, >10 mm olan için %4) (43). Clarke ve ark. tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında PCoMA anevrizmalarının yıllık kanama risklerinin (%0,46), posterior sirkülasyon anevrizmalarına (%1,9) göre anterior sirkülasyon anevrizmalarına (%0,49) daha yakın olarak bildirilmiştir (4).

Kanamamanın yanı sıra, özellikle supraklinoid ya da paraklinoid bölgelerdeki büyük ya da dev anevrizmalar tedavi edilmelerini gerektiren, görme bozuklukları gibi semptom ve bulgulara neden olan kranial sinir basısına neden olabilirler. Büyük ya da dev anevrizmaların endovasküler koil embolizasyonu ya da son yıllarda gelişen akım çeviriciler ile tedavileriyle anevrizmanın tromboze olması, büzüşmesi ve pulsatil etkinin azalmasıyla kitle etkisi de önemli ölçüde azalarak kranial nöropatilerin düzeldiği gösterilmiştir (41).

PCoMA anevrizmaları bütün intrakranial anevrizmalarının %15-25'ni oluştururlar ve İKA'nin posterolateral duvarından PCoMA'den kaynaklanırlar (14,38). Laterale projekte olan PCoMA anevrizmaları okülomotor siniri superomedial yüzeyinden tentoriyumda sıkıştırarak pupilin korunduğu 3.kranial sinir felcine neden olabilirler (39). PCoMA'den optik kiazma, okülomotor sinir, ventral talamus, mamiller cisimler, tuber sinerium, hipotalamus ve internal kapsülü besleyen perforan dallar çıkar. Bu nedenle tedavi planlaması yapılırken diensefalon hasarına yol açabilecek antegrad akım korunarak iskemik injürden kaçınılmalıdır (14, 16).

AChA anevrizmaları İKA posterolateral duvarında ilişkili damarın orijininin kaynaklanırlar. AChA oldukça ince kalibrasyonda olmasına rağmen, internal kapsül arka bacağının 2/3'si,

optik trakt, serebral pedinkül, unkus, optik radyasyon, lateral genikülat cisim, amigdala, anterior hipokampüs, forniks, pulvinar, ve globus pallidus gibi hayati merkezleri besler. Bazen duplike varyant anatomiye sahip olsalar da AChA'in gerek mikrocerrahi ile kliplene gerekse endovasküler prosedürler sırasında korunması zor, ama çok önemlidir. % 6-33 morbidite, %10-29 mortalite AChA oklüzyonu ile ilgili bildirilmiştir. Morbiditeler AChA sendromu (kontralateral hemipleji, dizartri, letarji ve görme kaybı) kadar ciddi olabilir (3,11,51).

Blister ya da dorsal duvar anevrizmaları supraklinoid İKA'in dal vermeyen kısımlarından kaynaklanan nadir ama oldukça ciddi SAK'a neden olan anevrizmalardır. Bu anevrizmalar çoğunlukla küçük, geniş boyunlu, frajil yapılı ve oldukça ince duvarlıdır. Sakküler anevrizmalardan ziyade psödoanevrizma sınıfında yer alırlar. İnternal elastik lamina ve media tabakasında meydana gelen fokal ülserasyon ve separasyon sonucunda oluşurlar. Oluşan fokal defekt ince fibröz bir tabaka ve pıhtı ile kaplanır, kollajen tabakanın olmaması bu anevrizmaların intraoperatif ve perioperatif kanama ihtimalini artıran en önemli faktörlerden biridir (1, 18).

Anevrizmanın büyüklüğü tedavisinde en önemli parametrelerden biri olsa da, boyun-dom oranı, eşlik eden niple varlığı, psikososyal faktörler de tedavi seçeneğini etkileyen diğer önemli parametrelerdir. Ayrıca cerrahın kişisel tercihi ve deneyimi de karar-uygulama aşamasında oldukça etkilidir.

■ TANI VE TEDAVİ PLANLAMASI

Kompleks anatomisinden dolayı, Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA) ya da Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (BTA) gibi kesitsel görüntüleme yöntemleri özellikle de büyük ya da dev anevrizmaların değerlendirilmesinde ve klasifikasyonunda çoğunlukla yetersiz kalır. Dijital Subtraksiyon Anjiyografi (DSA) ve 3 boyutlu (3D) rotasyonel dual volüm anjiyografi standart modalite olup anevrizmanın boyutu, morfolojisi ve kemikle olan ilişkisi yanı sıra intradural-ekstradural oluşu hakkında önemli detaylar sunmaktadır. İntraoperatif detektör BT kullanılan cihazların anatomisi ve komşu vasküler yapılar ile olan ilişkisini göstermede faydalı olabilir.

3D rekonstrüksiyon yapılmış BTA kafa tabanı ile anevrizmanın ilişkisinin gösterilmesinde, anevrizmanın ve parent arterin ölçümlerinin doğru yapılmasında, endovasküler rotayı değerlendirmede ve anevrizmanın morfolojisini anlamada oldukça faydalı veriler sunar. MRA anevrizmaya bağlı komşu nöral dokularda kitle etkisini değerlendirmede, anevrizmanın tromboze kısmının saptanmasında ve duvar kalsifikasyonu olup olmadığının değerlendirilmesinde çok faydalıdır. Manyetik rezonans görüntüleme ayrıca stent ya da akım çevirici ile tedavi edilecek ve dual antiplatelet tedavi gerektiren olgularda, transependimal beyin-omurilik sıvısı (BOS) kaçağının eşlik ettiği hidrosefalinin değerlendirilmesinde oldukça etkilidir.

■ İKA ANEVİRİZMA KLASİFİKASYONU

Supraklinoid/paraklinoid anevrizmalar için çok farklı şekilde sınıflandırılırsalar da en basit klasifikasyon şekli anevrizmanın ilişkili olduğu damara göre (örneğin; oftalmik, superior hipofizeal, posterior komunikan, anterior koroidal ve karotid

terminus) sınıflandırılmasıdır (19). Ayrıca, supraklinoid bölgede nadir olsa da dal vermeyen İKA dorsal ya da anterior duvarından çıkan blister anevrizmalar da dikkate alınmalıdır.

■ ENDOVASKÜLER YAKLAŞIM

Supraklinoid/paraklinoid bölgelerdeki intrakranial anevrizmaların tedavi stratejilerindeki ilerlemelere kadar mikrocerrahi yöntem en geçerli tedavi seçeneği idi. Hastanın yaşı, anevrizma lokalizasyonu, büyüklüğü ve morfolojisi göz önünde bulundurulduğunda hâlâ primer tedavi seçeneğidir. Paraklinoid İKA'in kompleks anatomik yapısı, anterior klinoid çıkıntıyı drillleme gerekliliği, proksimal kontrolün zorluğu bu bölgedeki anevrizmaların mikrocerrahi tedavisini zorlaştıran en önemli faktörlerdir. Daha yumuşak koiller, stent teknolojisindeki ilerlemeler, parent artere konulan akım çeviricilerdeki yenilikler, endosakküler akım çeviricilerdeki yenilikler, zor arkus tipleri-tortüöz damarlar-İKA'nın servikal segmentindeki tonsiller loop gibi zor damarlar için kateter teknolojisindeki hızlı teknolojik ilerlemeler son yıllarda endovasküler tedaviyi etkin kılmıştır (Şekil 1A-F; 2A-D).

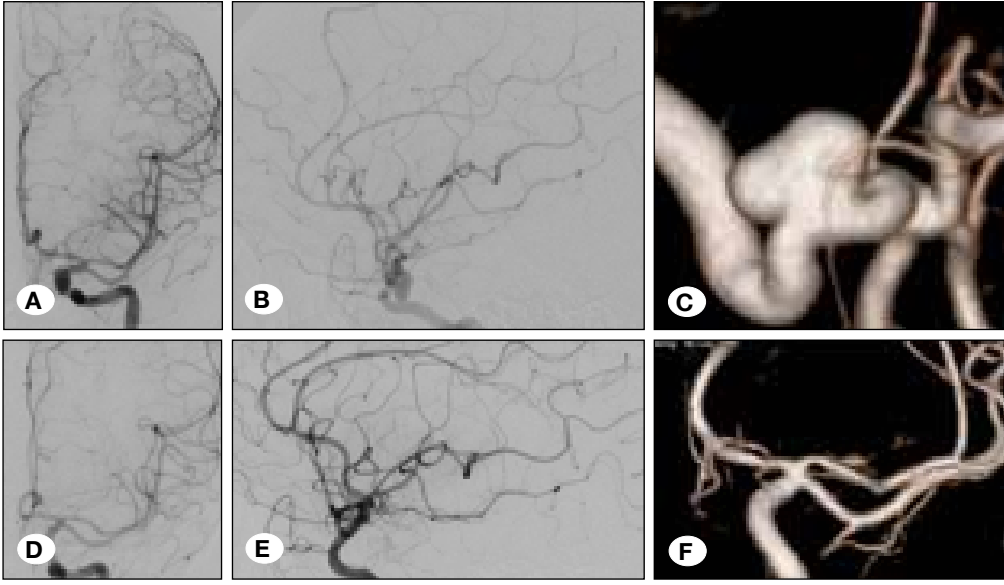
ISAT (International Subarachnoid Aneurysm Trial) mikrocerrahi kliplene ile endovasküler koilleme'nin karşılaştırıldığı ilk prospektif randomize çalışmada 1.yılda ölüm ve yatağa bağımlılık endovasküler grupta %23,7, cerrahi yapılan grupta ise %30,6, kesin ve rölatif risk redüksiyonu %22,6 ve %6,9 olarak bildirilmiştir (37).

ISUA çalışmasında 1 yıllık morbidite ve mortalite, kanamamış anevrizma grubunda endovasküler tedavi edilenlerde %9,8, cerrahi olarak tedavi edilenlerde %12,6, rölatif risk redüksiyonu %22,3 olarak bildirilirken, Chen ve ark. tarafından yapılan çalışmada daha önce kanamış anevrizma grubunda sırasıyla %7,1, %10,1 ve rölatif risk redüksiyonu %29,7 olarak bildirilmiştir (5).

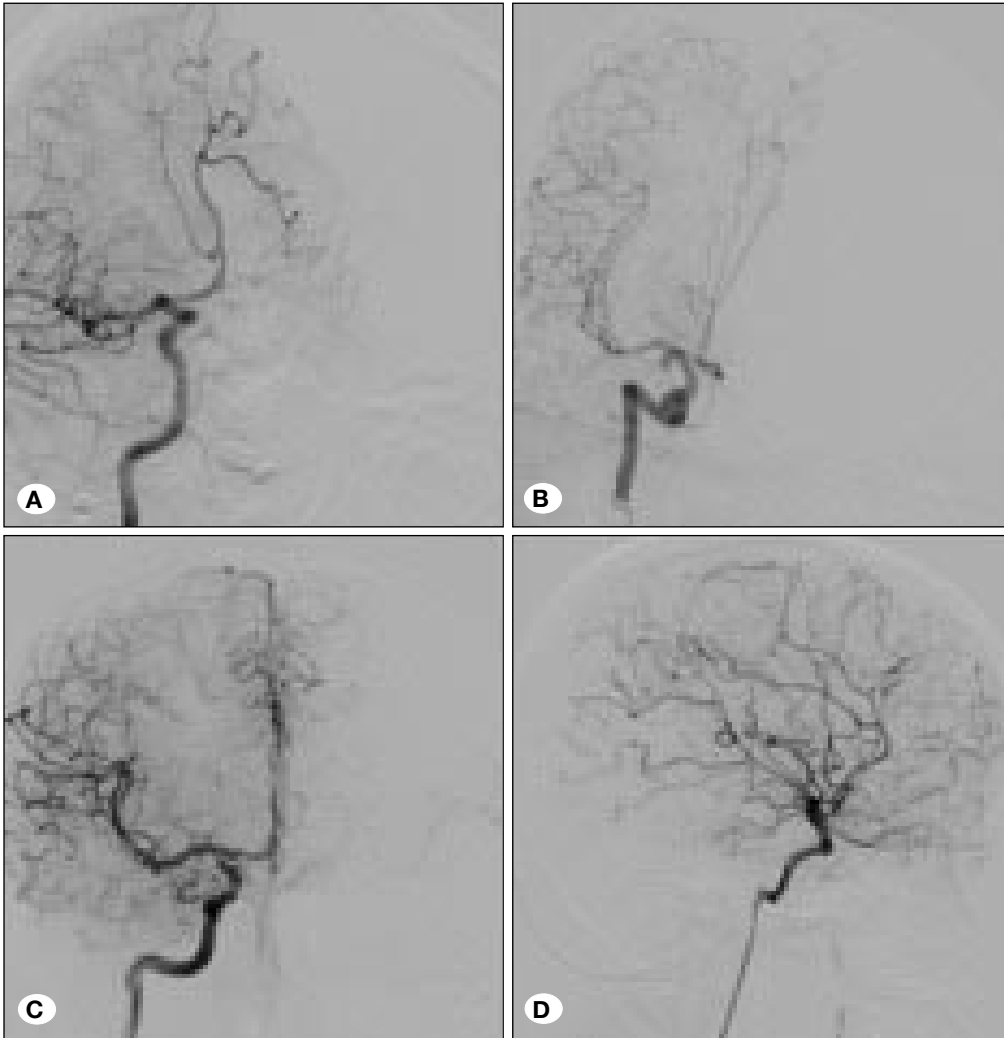
■ OFTALMİK İKA/ SUPERİOR HİPOFİZEAL ARTER ANEVİRİZMALARI

Daha önce de bahsedildiği gibi, kompleks intrakraniyal lokalizasyonlarından dolayı paraklinoid anevrizmalar çoğunlukla endovasküler olarak tedavi edilirler. Paraklinoid bölgede İKA'in tortüöz ve kıvrımlı seyretmesi oftalmik İKA ve superior hipofizeal anevrizmaların endovasküler yolla tedavilerini güçleştiren önemli faktörlerden biridir. Bu tip anevrizmaların mikrokate-rizasyonları İKA anterior genu civarında anevrizma boynuna doğru keskin bir dönüş gerektirir. Benzer nedenlerden dolayı, bu segmentte stentleme de teknik olarak oldukça zordur ve dönüşün olduğu kısımlarda stentin aşırı bükülmesi (kink) ile sonuçlanabilir. Günümüzde, endovasküler teknolojilerdeki gelişmeler sayesinde bu zorluklar önemli ölçüde aşılmıştır.

Koil embolizasyonun önemli dezavantajlarından birisi, anevrizmanın yetersiz doldurulması nedeniyle cerrahi kliplemeye oranla rekürrens oranının yüksek olmasıdır. Balon ya da stent gibi yardımcı adjuvan teknikler sayesinde rekürrens oranları önemli ölçüde azaltılmıştır (41). SAK varlığında eksternal ventriküler drenaj gerekebileceği için, birçok olguda dual antiplatelet tedavi gerekliliğinden dolayı stent kullanımından mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.



Şekil 1: Selektif sol İKA enjeksiyonunda anteroposterior (A), lateral (B) projeksiyonlarında ve 3D rekonstrüksiyon (C) görüntüde, sol İKA paraklinoid yerleşimli, dar boyunlu, sakküler vasıfta anevrizma izlendi. Akım çevirici stent ile tedaviden 6 ay sonra yapılan selektif sol İKA enjeksiyonunda anteroposterior (D), lateral (E) projeksiyonlarında ve 3D rekonstrüksiyon (F) görüntüde anevrizmanın tamamen oblitere olduğu görülmektedir.



Şekil 2: Selektif sağ İKA enjeksiyonunda anteroposterior (A), sol oblik (B) projeksiyonlarında distal İKA yerleşimli, dar boyunlu, İKA laterali ve posterioruna projekte, sakküler vasıfta anevrizma izlenmektedir. Anevrizmanın primer koil embolizasyon ile tedavisini takiben hemen sonra yapılan selektif sağ İKA enjeksiyonunda anteroposterior (C) ve lateral (D) projeksiyonlarda anevrizmanın dolmadığı görülmektedir.

■ BÜYÜK VE DEV ANEVRIZMALAR

Büyük (>15-24 mm) ya da dev (>25mm) anevrizmaların cerrahi tedavileri yüksek mortalite/morbidite ile ilişkilidir (30,40,45). Bu nedenle, bu kompleks anevrizmaların tedavisinde morbidite/mortalite oranı daha düşük olan endovasküler stratejiler sıklıkla tercih edilmektedir (15,28,29,44). Klinik durum, anevrizma lokalizasyonu ve anatomisi, SAK zamanı, kollateral sirkülasyon ve intrasaküler trombus varlığı gibi durumlar göz önünde bulundurularak büyük ya da dev anevrizmaların endovasküler tedavi stratejileri değerlendirilir (47).

Parent arter oklüzyonu anevrizmal kan akımının kesilmesinde oldukça hızlı, basit ve güvenilir bir yöntemdir. Ancak, parent arterin korunması endovasküler teknolojilerdeki ilerlemeler sayesinde tercih edilen yöntemdir. İKA oklüzyonu büyük ya da dev oftalmik segment anevrizmaları için yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (25,31,46). Benzer yöntem kollateral akımın anterior komunikan arter (ACoM) yoluyla sağlandığı, posterior komunikan ile kollateral akım sağlanmayan supraklinoid İKA ve karotid terminus anevrizmaları için de kullanılmaktadır (47). Damar dekonstrüksiyonu anevrizmal kan akımının ve anevrizma rüptürünün elimine edilmesinde oldukça efektif bir yöntemdir. Willis poligonundaki kollateral akıma bağlı olarak, damar oklüzyonu nörolojik olarak tolere edilmeyebilir. Bu nedendir ki, ipsilateral balon oklüzyon testi yapılarak seri nörolojik muayeneler, intraprosedüral elektroensefalogram (EEG) monitörleme, nükleer SPECT (single photon emission computed tomography) sonucuyla oklüzyon desteklenmelidir. Damar oklüzyonundan önce ayrıca hipotansiyon (bazal ortalama arter basıncının 1/3'üne düşürülerek) indüklenerek kollateral akım etkinliği ve doğruluğu tam olarak gösterilmelidir.

Geniş boyunlu büyük ya da dev anevrizmaların balon ya da stent eşliğinde koil embolizasyonla tedavisi oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. SAK geçirmiş olgularda dual antiplatelet kullanımı gerektiğinden dolayı mümkün olduğu kadar stent kullanımından kaçınılmalıdır. Bu nedenle, başlangıç tedavi planlaması balon eşliğinde koil embolizasyon ile anevrizmal dom korumasına yönelik olmalıdır. Akut dönem geçtikten sonra stent eşliğinde daha agresif koilleme yapılabilir.

Bu tür anevrizmalar tedavi sonrası anjiyografik olarak memnun edici olsa da, koil kompaksiyonu, luminal büyümeye neden olan intraluminal trombüse doğru koil migrasyonu gibi nedenlerden dolayı rekürrens oranı oldukça yüksektir (15,44,47). Bu nedenle, rutin anjiyografik takipler olası tekrar tedavi için gereklidir.

Büyük ya da dev anevrizmaların Onyx HD-500 (ev3, Irvine, CA, ABD) ile embolizasyonu yapılabilmektedir. Ancak bu işlem sırasında anevrizma lümenine onyx enjeksiyonu süresince parent arterin balon oklüzyonu anevrizma boyunun tam kapatılması ve Onyx kaçacağını önlemek için gereklidir. Molyneux ve ark. tarafından yapılan çok merkezli prospektif çalışmada onyx ile anevrizma tedavisine kalıcı nörolojik sekele %8,3 oranında bildirilmiştir (36). Aynı çalışmada geç karotid arter oklüzyonu %9 oranında izlenirken, anevrizmanın 12 aylık takiplerinde %72 tam oklüzyon oranı ve %11 oranında tekrar tedavi bildirilmiştir (36). Koil embolizasyona üstünlüğü olmadığı ve yüksek oranda komplikasyon oranı olduğu için günümüzde çok tercih

edilen yöntem olmayıp, çoğunlukla akım çeviriciler ile tedavi günceldir.

Büyük/ Dev Anevrizmaların Tedavisinde Akım Çeviriciler

İlk kez 2011 yılında FDA (Food and Drug Administration) tarafından petröz segmentten superior hipofizeal segmentlerinde olan geniş boyunlu anevrizmaların tedavisinde PED (pipeline embolization device-ev3, Irvine, CA, ABD) onaylanmıştır. Diğer akım çeviriciler olan Surpass (Stryker, Fremont, CA, ABD), FRED (Microvention, Tustin, CA, ABD), Silk (Balt Extrusion, Montmorency, Fransa), Derivo (Acandis, Almanya) yaygın olarak dünya genelinde kullanılmakla beraber henüz FDA onayı alamamışlardır.

Daha önce yapılan klinik çalışmalar ve köpek anevrizma modellerinde stent sonrası intraanevrizmal kan akımının azaldığı gösterilmiştir. Bu çalışmaların ışığında günümüzdeki akım çeviriciler geliştirilmiştir (41). Kallmes ve ark. tarafından tavşan modeli kullanarak yapılan çalışmada akım çeviriciler ile anevrizmada total obliterasyon gözlenirken, parent arter ve küçük damarlar patent kalmış, distal tromboemboli gözlenmemiştir (20,21). Ayrıca, histopatolojik incelemede akım çevirici gözeneklerinin neointimal tabaka ile kaplandığı, küçük damar dallarının ostiumlarının açık olduğu gösterilmiştir (20,21). İntraanevrizmal akımdaki azalma zaman içerisinde anevrizmal kese boyutlarında azalmayı sağlayan tromboz ile sonuçlanır.

Koile uygun olmayan ya da koillemenin başarısız olduğu kompleks intrakranial anevrizmalarda kullanılan akım çevirici (pipeline) çalışmasında PED'in etkinliği değerlendirilmiştir. 108 olgudan 107'sine PED başarılı bir şekilde yerleştirilmiştir. Ortalama anevrizma boyu 18,2 mm, olguların %20,4'de ise anevrizma >25 mm'den daha büyüktü. Parent arterde %50'den fazla stenoz olmaksızın ya da 180 gün içerisinde ek tedavi gerektirmeyen tam oklüzyon oranı %73,6 olarak bildirilmiştir. Majör ipsilateral inme ya da nörolojik sekele bağlı ölüm oranı %5,6'dır. Anevrizmadan uzak intraparaklimal hemoraji oranı %4,7'dir (2). Stent-asisted koil uygulanan olgularda da benzer intraparaklimal hemoraji gelişebildiği literatürde bildirilmiştir (10). İntraparaklimal hemoraji etiyolojisinde, intraprosedüral embolilere bağlı olan mikroinfarktların hemorajik transfüzyonu ya da akım çeviricinin yarattığı hemodinamik değişiklikler suçlanmaktadır (6,10).

Oftalmik segment ve superior hipofizeal anevrizmaların tedavisinde PED ve standart endovasküler stratejilerin karşılaştırıldığı retrospektif bir çalışmada PED yapılan olgularda daha yüksek oranda anjiyografik obliterasyon oranı bildirilirken, komplikasyon oranı açısından iki grup arasında fark bildirilmemiştir (24).

Akım yönlendirici tekniğinin iyi uygulanması, perioperatif dönemde hemodinamik parametrelerin yakından takibi komplikasyon oranını azaltan önemli faktörlerdendir. Ayrıca, intradural anevrizmaların akım çevirici ile agresif yönetimi (koilleme ile birlikte multipl PED) neointimal tabaka formasyonunu kolaylaştırırken anevrizma rüptürü riskini önemli oranda azaltmaktadır (24,41).

■ BLİSTER YA DA DORSAL DUVAR İKA ANEVİZMALARI

Daha öncede belirtildiği gibi bu anevrizmaların hem mikrocerrahi hem de endovasküler yollarla tedavileri oldukça zordur. Mikrocerrahi yöntemle anevrizma wrapping ya da kliplmesi yapılsa da anevrizmanın patofizyolojisinden dolayı bu teknikler postoperatif dönemde yüksek oranda anevrizmal büyüme ve tekrar kanama riski taşır. Bu tür anevrizmaların mikrocerrahi yöntemle tedavileri ekstrakranial-intrakranial (EC-İC) bypass'ın eşlik ettiği ya da eşlik etmediği İKA oklüzyonu gerektirebilir (23,27,32,34,35,48).

Çeşitli endovasküler stratejiler benzer unstabil anevrizmaların tedavisinde tariflenmiştir. Damar dekonstrüksiyonu ya da balon oklüzyon testi ile desteklenmiş parent arter oklüzyonu (\pm EC-İC by-pass) anevrizma tedavisinde oldukça etkili bir yöntemdir (41).

Stent eşliğinde koilleme ya da tek başına stent damar rekonstrüksiyonu tedavilerinde tarif edilmiş oldukça etkili yöntemlerdir. Anevrizma/psödoanevrizma boynunu kapsayan stent İKA içerisindeki akımı çevireceği için anevrizma/psödoanevrizma damar duvarında hemodinamik stresi azaltır, ayrıca endotelizasyonu indükleyerek anevrizmanın boynunun kapanmasına yardımcı olur (7).

Birçok çalışmada stent eşliğinde koil embolizasyonun ve/veya stent içinde stent tekniği ile damar rekonstrüksiyonu'nun etkinliği gösterilmiştir (9,12,26,33,48). Sakküler komponenti olmayan anevrizmaların stente ek olarak koil embolizasyonu uygun bir yaklaşım değildir. Sakküler komponenti olan psödoanevrizmaların mikrokater ile kateterizasyonu sırasında ya da koilleme sırasında rüptüre olarak intraprocedüral kanamaya neden olabileceği unutulmamalıdır. Oldukça ince duvar yapılarından dolayı, tercih edilen tedavi yöntemine bakılmaksızın kısa zaman diliminde serebral anjiyografi ile kontrollerinin yapılması oldukça önemlidir (7).

■ POSTERİOR KOMUNİKAN ARTER ANEVİZMALARI

Wirth PComA anevrizmalarının diğer bölgede lokalize (Orta serebral arter % 8, İKA %12, AComA %16) olan anevrizmalara oranla daha düşük operatif morbiditeye (%5) neden olduklarını bildirmiştir (50). Morfolojileri ve klinik durumları göze alındığında mikrocerrahi yolla tedavileri sıklıkla tercih edilse de paraklinoid anevrizmalara oranla daha kolay mikrokaterize edilebildikleri için endovasküler tedavileri de sık olarak son yıllarda kullanılmaktadır. Paraklinoid İKA anevrizmaları, İKA anterior genu'yu takiben anevrizma boynuna keskin bir dönüş açısına sahipken, PComA anevrizmaların boynu rölaf olarak daha düz bir İKA segmenti nedeniyle mikrokaterin direkt olarak geçebileceği düz bir traseye sahiptir. Anevrizmanın dar ya da geniş boyunlu oluşuna göre bu anevrizmalar tek başına koil ya da balon/stent eşliğinde koilleme ile endovasküler yolla tedavi edilebilirler. Kranial nöropatiler mikrocerrahi sonrası daha hızlı ve tam olarak düzelse de endovasküler tedavi sonrası da birçok olguda bilinenin aksine tam düzelleme gözlenmektedir (41).

■ ANTERİOR KOROIDAL ARTER ANEVİZMALARI

AChA anevrizmaları çoğunlukla büyük, ilişkili damarın küçük kalibrasyonda olması ve fonksiyonel (eloquent) sahaları beslemeleri nedeniyle cerrahi tedavileri oldukça güçtür. Ayrıca, bu küçük çaplı damarlar çoğunlukla anevrizma tarafından itilerek sıkıştırılıp kink yaptıkları için ya da anevrizma duvarına yapıştıkları için cerrahi açıdan diseksiyonları oldukça zordur. AChA anevrizmasını kliplmeyi takiben gelişen iskemik komplikasyonların oranı %4,5-16 arasında değişmektedir (3, 51). Bohnstedt ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada AChA anevrizmalarının cerrahi olarak tedavileri sonrasında olguların %40'da intraoperatif doppler ultrasonografi, DSA ve indosiyani yeşili (ICG) anjiyografi kullanmalarına rağmen %12 oranında postoperatif iskemi bildirmişlerdir (3). Anevrizmanın tekrarlayan geçici kliplenmesi ve proksimal kontrol için parent damarın geçici kliplenmesi postoperatif iskemi için risk faktörüdür (51). Bu nedenle, eğer operatif tedavi gerekiyorsa oldukça dikkatli mikrodiseksiyon ve kliplleme gereklidir.

AChA anevrizmalarının endovasküler yolla koil embolizasyonları %5,5 oranında iskemi riski taşımaktadır (42). Hem mikrocerrahi hem de endovasküler prosedürlerde AChA'de anterograd akım kaybı riskine karşın, bu tip anevrizmaların endovasküler yolla tedavileri parent arterin patensisi açısından daha avantajlıdır (22).

■ KAROTİD TERMINUS ANEVİZMALARI

Karotid bifurkasyon anevrizmaları morfolojik özelliklerine göre tedavi edilmelidirler. SAK'lı olgular çoğunlukla balon eşliğinde ya da balon olmaksızın koil embolizasyon ile tedavi edilirler. Geniş boyunlu, kanamamış olgularda stent eşliğinde koil embolizasyon oldukça etkilidir. Karotid bifurkasyondaki perforan damarlar nedeniyle cerrahi olarak kliplleme bazı şartlarda oldukça zor olabilir (41).

■ SONUÇ

Intrakranial anevrizmaların özellikle de supraklinoid (oftalmik, superior hipofizeal, posterior komunikan, anterior koroidal, dorsal duvar/blister ve karotid terminus) olanların endovasküler yolla tedavileri son yıllarda önemli ilerlemeler göstermiş olup, hızla gelişmeye devam etmektedir. Paraklinoid bölgenin kompleks anatomik yapısından dolayı endovasküler yaklaşım ile tedavi daha sık tercih edilmektedir. Nöroendovasküler giriş, ulaşım, koil, stent ve akım çevirici teknolojilerindeki ilerlemeler intrakranial vasküler olayların tedavisinde endovasküler yolu daha etkin kılmıştır.

■ KAYNAKLAR

1. Abe M, Tabuchi K, Yokoyama H, Uchino A: Blood blister- like aneurysms of the internal carotid artery. J Neurosurg 89: 419-424, 1998
2. Becske T, Kallmes DF, Saatci I, McDougall CG, Szikora I, Lanzino G: Pipeline for uncoilable or failed aneurysms: Results from a multicenter clinical trial. Radiology 267: 858-868, 2013

3. Bohnstedt BN, Kemp WJ 3rd, Li Y, Payner TD, Horner TG, Leipzig TJ: Surgical treatment of 127 anterior choroidal artery aneurysms: A cohort study of resultant ischemic complications. *Neurosurgery* 73: 933–940, 2013
4. Clarke G, Mendelow AD, Mitchell P: Predicting the risk of rupture of intracranial aneurysms based on anatomical location. *Acta Neurochir* 147: 259–263, 2005
5. Chen PR, Frerichs K, Spetzler R: Natural history and general management of unruptured intracranial aneurysms. *Neurosurg Focus* 17: E1, 2004
6. Cruz JP, Chow M, O’Kelly C, Marotta B, Spears J, Montanera W: Delayed ipsilateral parenchymal hemorrhage following flow diversion for the treatment of anterior circulation aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 33: 603–608, 2012
7. Çınar C, Oran I, Bozkaya H, Ozgiray E: Endovascular treatment of ruptured blister-like aneurysms with special reference to the flow-diverting strategy. *Neuroradiology* 55: 441–447, 2013
8. De Jesus O, Sekhar LN, Riedel CJ: Clinoid and paraclinoid aneurysms: Surgical anatomy, operative techniques, and outcome. *Surg Neurol* 51: 477–487, 1999
9. Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, Woo HH, Rasmussen PA, Masaryk TJ: Endovascular reconstruction with the Neuroform stent as monotherapy for the treatment of uncoilable intradural pseudoaneurysm. *Neurosurgery* 59: 291–300, 2006
10. Fiorella D, Albuquerque FC, Woo H, Rasmussen PA, Masaryk TJ, McDougall CG: Neuroform stent assisted aneurysm treatment: Evolving treatment strategies, complications and results of long term follow-up. *J Neurointerv Surg* 2(1): 16–22, 2010
11. Friedman JA, Pichelmann MA, Piepgras DG, Atkinson JL, Maher CO, Meyer FB: Ischemic complications of surgery for anterior choroidal artery aneurysms. *J Neurosurg* 94: 565–572, 2001
12. Gaughen JR, Hasan D, Dumont AS, Jensen ME, McKenzie J, Evans AJ: The efficacy of endovascular stenting in the treatment of supraclinoid internal carotid artery blister aneurysms using a stent-in-stent technique. *Am J Neuroradiol* 31: 1132–1138, 2010
13. Gibo H, Lenkey C, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the supraclinoid portion of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 55: 560–574, 1981
14. Golshani K, Ferrell A, Zomorodi A, Smith TP, Britz GW: A review of the management of posterior communicating artery aneurysms in the modern era. *Surg Neurol Int* 1: 88, 2010
15. Gruber A, Killer M, Bavinzski G, Richling B: Clinical and angiographic results of endosaccular coiling treatment of giant and very large intracranial aneurysms: A 7-year, single-center experience. *Neurosurgery* 45: 793–803, 1999
16. He W, Gandhi CD, Quinn J, Karimi R, Prestigiacomo CJ: True aneurysms of the posterior communicating artery: A systematic review and meta-analysis of individual patient data. *World Neurosurg* 75: 64–72, 2011
17. Horiuchi T, Tanaka Y, Kusano Y, Yako T, Sasaki T, Hongo K: Relationship between the ophthalmic artery and the dural ring of the internal carotid artery. *Clinical article. J Neurosurg* 111: 119–123, 2009
18. Ishikawa T, Nakamura N, Houkin K, Nomura M: Pathological consideration of a “blister-like” aneurysm at the superior wall of the internal carotid artery: Case report. *Neurosurgery* 40: 403–405, 1997
19. Javalkar V, Banerjee AD, Nanda A: Paraclinoid carotid aneurysms. *J Clin Neurosci* 18: 13–22, 2011
20. Kallmes DF, Ding YH, Dai D: A second-generation, endoluminal, flow-disrupting device for treatment of saccular aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 30: 1153–1158, 2009
21. Kallmes DF, Ding YH, Dai D, Kadirvel R, Lewis DA, Cloft HJ: A new endoluminal, flow-disrupting device for treatment of saccular aneurysms. *Stroke* 38: 2346–2352, 2007
22. Kim BM, Kim DI, Shin YS, Chung EC, Kim DJ, Suh SH: Clinical outcome and ischemic complication after treatment of anterior choroidal artery aneurysm: Comparison between surgical clipping and endovascular coiling. *AJNR Am J Neuroradiol* 29: 286–290, 2008
23. Kurokawa Y, Wanibuchi M, Ishiguro M, Inaba K: New method for oblitative treatment of an anterior wall aneurysm in the internal carotid artery: Encircling silicone sheet clip procedure: Technical case report. *Neurosurgery* 49: 469–472, 2001
24. Lanzino G, Crobbedu E, Cloft HJ, Hanel R, Kallmes DF: Efficacy and safety of flow diversion for paraclinoid aneurysms: A matched-pair analysis compared with standard endovascular approaches. *AJNR Am J Neuroradiol* 33: 2158–2161, 2012
25. Larson JJ, Tew JM Jr, Tomsick TA, van Loveren HR: Treatment of aneurysms of the internal carotid artery by intravascular balloon occlusion: Long-term follow-up of 58 patients. *Neurosurgery* 36: 23–30, 1990
26. Lee BH, Kim BM, Park MS, Park SI, Chung EC, Suh SH: Reconstructive endovascular treatment of ruptured blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery. *J Neurosurg* 110: 431–436, 2009
27. Lee JW, Choi HG, Jung JY, Huh SK, Lee KC: Surgical strategies for ruptured blister-like aneurysms arising from the internal carotid artery: A clinical analysis of 18 consecutive patients. *Acta Neurochir* 151: 125–130, 2009
28. Lempert TE, Malek AM, Halbach VV, Phatouros CC, Meyers PM, Dowd CF: Endovascular treatment of ruptured posterior circulation cerebral aneurysms. Clinical and angiographic outcomes. *Stroke* 31: 100–110, 2000
29. Lozier AP, Connolly ES Jr, Lavine SD, Solomon RA: Guglielmi detachable coil embolization of posterior circulation aneurysms: A systematic review of the literature. *Stroke* 33: 2509–2518, 2002
30. Lozier AP, Kim GH, Sciacca RR, Connolly ES Jr, Solomon RA: Microsurgical treatment of basilar apex aneurysms: Perioperative and long-term clinical outcome. *Neurosurgery* 54: 286–296, 2004
31. Lubicz B, Gauvrit JY, Leclerc X, Lejeune JP, Pruvo JP: Giant aneurysms of the internal carotid artery: Endovascular treatment and long-term follow-up. *Neuroradiology* 45: 650–655, 2003
32. McLaughlin N, Laroche M, Bojanowski MW: Surgical management of blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery. *World Neurosurg* 74: 483–493, 2010

33. Meckel S, Singh TP, Undren P, Ramgren B, Nilsson OG, Phatouros C: Endovascular treatment using predominantly stent-assisted coil embolization and antiplatelet and anticoagulation management of ruptured blood blister-like aneurysms. *Am J Neuroradiol* 32: 764–771, 2011
34. Meling TR, Sorteberg A, Bakke SJ, Slettebø H, Hernesniemi J, Sorteberg W: Blood blister-like aneurysms of the internal carotid artery trunk causing subarachnoid hemorrhage: treatment and outcome. *J Neurosurg* 108: 662–671, 2008
35. Mitha AP, Spetzler RF: Blister-like aneurysms: An enigma of cerebrovascular surgery. *World Neurosurg* 74: 444–445, 2010
36. Molyneux AJ, Cekirge S, Saatci I, Gál G: Cerebral Aneurysm Multicenter European Onyx (CAMEO) trial: Results of a prospective observational study in 20 European centers. *AJNR Am J Neuroradiol* 25: 39–51, 2004
37. Molyneux A, Kerr R, Stratton I, Sandercock P, Clarke M, Shrimpton J: International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: A randomised trial. *Lancet* 360: 1267–1274, 2002
38. Morita A, Kirino T, Hashi K, Aoki N, Fukuhara S, Hashimoto N: The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *N Engl J Med*. 366: 2474–2482, 2012
39. Motoyama Y, Nonaka J, Hironaka Y, Park YS, Nakase H: Pupil-sparing oculomotor nerve palsy caused by upward compression of a large posterior communicating artery aneurysm. Case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 52: 202–205, 2012
40. Ogilvy CS, Carter BS: Stratification of outcome for surgically treated unruptured intracranial aneurysms. *Neurosurgery* 52: 82–87, 2003
41. Patel BM, Ahmed A, Niemann D: Endovascular treatment of supraclinoid internal carotid artery aneurysms. *Neurosurg Clin N Am* 25: 425–435, 2014
42. Piotin M, Mounayer C, Spelle L, Williams MT, Moret J: Endovascular treatment of anterior choroidal artery aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 25: 314–318, 2004
43. Rinkel GJ, Djibuti M, Algra A, van Gijn J: Prevalence and risk of rupture of intracranial aneurysms: A systematic review. *Stroke* 29: 251–256, 1998
44. Sluzewski M, Menovsky T, van Rooij WJ, Wijnalda D: Coiling of very large or giant cerebral aneurysms: Long-term clinical and serial angiographic results. *AJNR Am J Neuroradiol* 24: 257–262, 2003
45. Sullivan BJ, Sekhar LN, Duong DH, Mergner G, Alyano D: Profound hypothermia and circulatory arrest with skull base approaches for treatment of complex posterior circulation aneurysms. *Acta Neurochir (Wien)* 141: 1–11, 1999
46. van der Schaaf IC, Brilstra EH, Buskens E, Rinkel GJ: Endovascular treatment of aneurysms in the cavernous sinus: A systematic review on balloon occlusion of the parent vessel and embolization with coils. *Stroke* 33: 313–338, 2002
47. van Rooij WJ, Sluzewski M: Endovascular treatment of large and giant aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol* 30: 12–18, 2009
48. Walsh KM, Moskowitz SI, Hui FK, Spiotta AM: Multiple overlapping stents as monotherapy in the treatment of ‘blister’ pseudoaneurysms arising from the supraclinoid internal carotid artery: A single institution series and review of the literature. *J Neurointerv Surg* 6: 184–194, 2014
49. Wiebers DO, Whisnant JP, Huston J 3rd: Unruptured intracranial aneurysms: Natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet* 362: 103–110, 2003
50. Wirth FP: Surgical treatment of incidental intracranial aneurysms. *Clin Neurosurg* 33: 125–135, 1986
51. Yasargil MG, Yonas H, Gasser JC: Anterior choroidal artery aneurysms: Their anatomy and surgical significance. *Surg Neurol* 9: 129–138, 1978
52. Zipfel GJ, Dacey RG: Update on the management of unruptured intracranial aneurysms. *Neurosurg Focus* 17: E2, 2004