

# İNTRAKRANİYAL LEZYONLARDA GİRİŞİMSSEL NÖRORADYOLOJİ

## INTERVENTIONAL NEURORADIOLOGY IN INTRACRANIAL LESIONS

M. Olcay Çizmeli\*, Erhan T. İlgt

Sistem Tıbbi Görüntüleme Merkezi (MOÇ) Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyodiagnostik ABD. (ETI), Ankara.

Türk Nöroşirürji Dergisi 4 : 236 - 247, 1992

### ÖZET :

*Santral sinir sistemi hastalıkları insanlık tarihi boyunca tıp dünyasının ilgi odağı olmuştur. Gelişen teknoloji ile paralel olarak yapılan araştırmalar her zaman daha iyi ve daha az invaziv tedaviye yönelik olmuştur. Son yıllarda hızla yaygınlaşmakta olan girişimsel nöroradyoloji de bu alandaki önemli gelişmelerden biridir. Girişimsel nöroradyolojik işlemlerde kullanılan malzemeler, teknikler ve endikasyonları irdeleyerek olgularımızdan örnekler verdik.*

**Anahtar Kelimeler :** Girişimsel Nöroradyoloji; Embolizasyon; Arteriovenöz malformasyon; Arteriovenöz fistül; Anevrizma.

### SUMMARY :

*Disorders of the central nervous system have attracted the main attention throughout the history of medicine. The investigations held in the light of the technological advances have been always directed towards more successful and less invasive treatment. One of the most important developments in this field is the interventional neuroradiology. In this article, equipment used in interventional neuroradiology, techniques and the indications has been given as a brief review and exemplified by our own cases.*

**Key Words :** Interventional Neuroradiology; Embolization; Arteriovenous malformations; Arteriovenous fistula; Aneurysm.

### GİRİŞ

Son on yıl içinde girişimsel nöroradyolojik tekniklerdeki gelişme sayesinde birçok nörolojik hastalığın tedavisi olanaklı hale gelmiştir. Floroskopi cihazları, kateterler, embolizan ajanlar, anjiyografik teknikler ve nörovasküler anatominin daha iyi anlaşılmasındaki gelişmelerin hepsi bu ilerlemede önemli etkenlerdir. Girişimsel nöroradyolojik teknikler ancak modern "Digital Subtraction Angiography" (DSA) ve C-kollu anjiyografi cihazları ile güvenli bir şekilde uygulanabilir. Sadece mikrokateter ve balonların intrakraniyal dolaşıma yerleştirilmesi bile, en iyi koşullarda, son derece tehlikelidir. Yüksek çözümülemeli floroskopi ve "road-mapping" özellikleri olmaksızın bu

işlemlerin yapılması ise riski kabul edilemez düzeylere çıkartmaktadır (11).

Dünyada yaygın olarak uygulanmaya başlanan perkütan transluminal embolizasyon, girişimsel nöroradyolojinin en çok ilgi çeken alanıdır. Embolizasyonun amacı, çevre dokunun normal besleyicilerini korurken, selektif olarak anormal bir damarsal yapı veya nidusu tıkmaktır. Lezyonun ayrıntılı görüntüsünün elde edilebilmesi ve lezyonu yeniden besleme potansiyeline sahip kollateral dolaşımın da net olarak gösterilebilmesi için subselektif olarak her arteriyel köke kontrast madde verilmelidir. Embolizasyon daha sonra en güvenli ve en doğrudan yoldan uygulanmalıdır. Embolizasyonun başarısını kollateral dolaşım anjiyografisi ile

değerlendirmek gerekir, sadece tıkanan damara kontrast madde enjeksiyonu yeterli değildir (11).

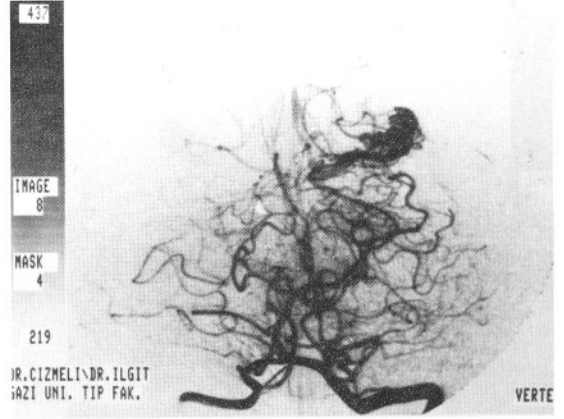
### KATETER

Endovasküler embolizasyon girişimlerinin büyük çoğunluğu transfemoral yolla yapılmakta ancak nadiren özellikle karotid arter proksimali oklude ise direkt internal karotid ponksiyonu da kullanılmaktadır (48). Embolizasyon için herhangi bir uygun konvansiyonel kateter kullanılabilir, ancak bu kateterlerin yumuşak uçlu, atravmatik ve torklarının yüksek olmasına dikkat etmek gerekir. Seçilecek kateterin geniş lümenli olması mikrokateterlerin koksial kullanımına olanak sağlayacaktır. Bırakılabilir balonlar kullanılırken daha geniş (7.3-8 F) kılavuz kateterlere (Interventional Therapeutics Company, South San Francisco) gereksinim vardır.

Girişimsel nöroradyolojide en büyük ilerleme değişken-sertlikteki Tracker mikrokateterlerin geliştirilmesi (Target Therapeutics, San Jose) ile gerçekleşmiştir. Bu kateterler, akıma bağlı olmaksızın, daha distal arterlere kadar ulaşılabilirliği sağlamıştır (30). Kateterin geniş lümeni hem sıvı embolizan ajanlarla ve hem de büyük parçacıklarla (5-700 mikron) embolizasyonu olası kılmaktadır, aynı zamanda bırakılabilir balonlar için de mükemmel bir taşıyıcı sistemdirler (11).

### EMBOUZAN AJANLAR PARÇACIKLAR

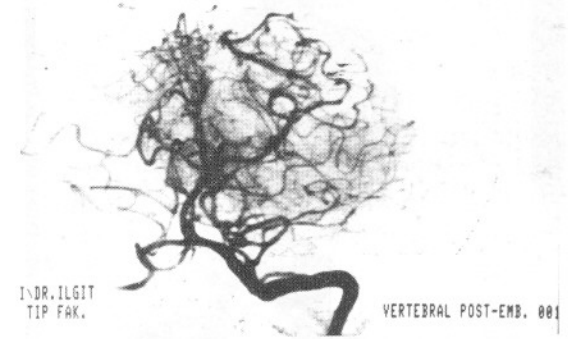
Parçacık embolizasyonu aynı veya birbirine yakın boyut ve biçimdeki parçacıkların damarı mekanik olarak tıkamasıdır. Tıkayıcı etkileri boyut ve biçimlerine bağlıdır. Polivinil alkol (PVA) en çok kullanılan parçacık embolizan ajandır (23, 29). Bu madde kuru parçacıklar halinde değişik boyutlarda sağlanabilir. PVA parçacıkların kalıcı olmasına karşın, bunların kullanıldığı damar oklüzyonları her zaman kalıcı değildir ve parçacıkların etrafından düzensiz rekanalizasyon gelişebilir (Şekil 1 A-D). Bu nedenle PVA parçacıkları yalnız preoperatif devaskularizasyonda (tümör, AVM, epistaksis), kalıcı damar oklüzyonunun gerekmediği durumlarda kullanılmalıdır (11).



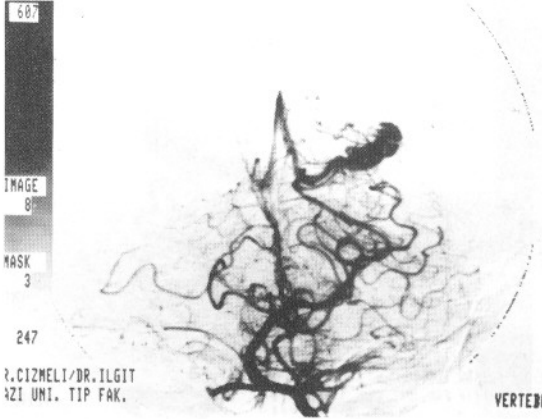
Şekil 1 a) Arka dolaşım selektif anjiografisinde oksipital yerleşimli, arka serebral arter dallarından beslenen AVM görüntülenmiştir.



Şekil 1 b) Subselektif anjiografi ile AVM'nin sadece kalkarın daldan beslendiği saptanmıştır.



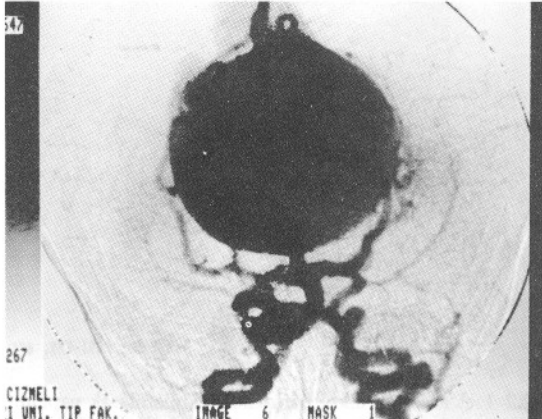
Şekil 1 c) Polivinil alkol parçacıkları kullanılarak yapılan embolizasyon sonrası AVM'nin dolmadığı gözlenmiştir.



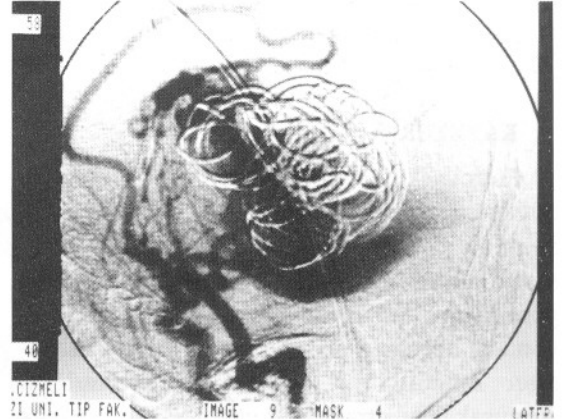
Şekil 1 d) Üç ay sonra yapılan kontrol anjiografisinde embolize edilen besleyici arterin rekanalize olduğu izlenmektedir.

Diğer parçacık embolizan ajanlar jelatin tozu ve süngeri (Gelfoam) ile cerrahi ipek sütürlerdir. Gelfoam mükemmel bir geçici embolizan ajandır. Küçük boyutlu partikülleri kullanılabilceği gibi süngeri de istenilen boyutlarda kesilebilir. İpek sütürler ise 1-2 mm. boyunda kesilerek ve ancak PVA ile birlikte kullanılmalı ve tek başına tıkaçıcı ajan olarak kesinlikle düşünülmemelidir (11).

Yıllardır çeşitli alanlarda başarı ile uygulanan Gianturco sarmallar, günümüzde de büyük hacimli yapıların embolizasyonu amacıyla kullanılmaktadır (12,35) (Şekil 2 A-B). Son yıllarda geliştirilen mikrosarmallar (Target Therapeutics ve Cook) mikrokaterlerin içinden geçebilmektedir (49). Bu sarmallar diğer embolizasyon

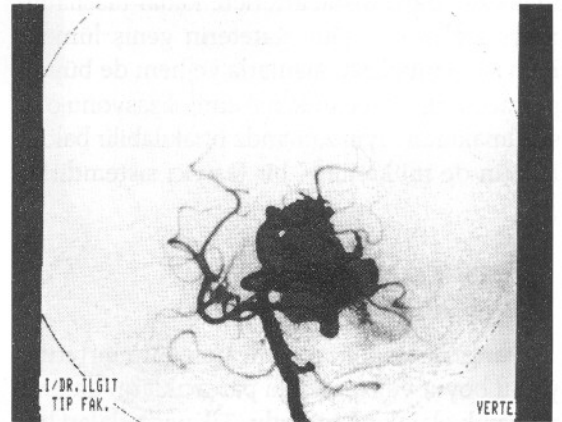


Şekil 2 a) 16 aylık bir çocuk hastada saptanan 11 cm. çapındaki Galen ven anevrizması, özel olarak üretilen 2.5 cm çaplı Gianturco sarmallar kullanılarak Transtorkuler yolla embolize edilmiştir.



Şekil 2 b) 7 ay sonra yapılan kontrol anjiografisinde anevrizmanın büyük bir oranda tromboze olduğu ve içinde 18 mm. çapında bir kanal şeklinde kan akımının devam ettiği izlenmektedir.

teknikleri ile tedavisi çok zor olan küçük karotiko-kavernöz fistülleri ve dural AVM'leri tıkamak ve ayrıca anevrizma ve geniş besleyici damarları doldurmak için de kullanılabilir (Şekil 3 A-C) ve Şekil 4 A-C).



Şekil 3 a) Arka dolaşım selektif anjiografisinde, drenaj venlerinde anevrizmal dilatasyonlara neden olan, çok besleyicili, yüksek akımlı AVM gözlenmektedir.



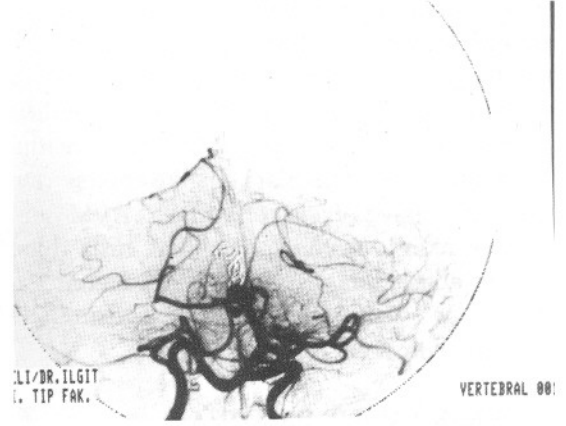
Şekil 3 b) Arka koroideal arterin subselektif anjiografisinde AVM nidusu ve drenajı görüntülenmektedir.



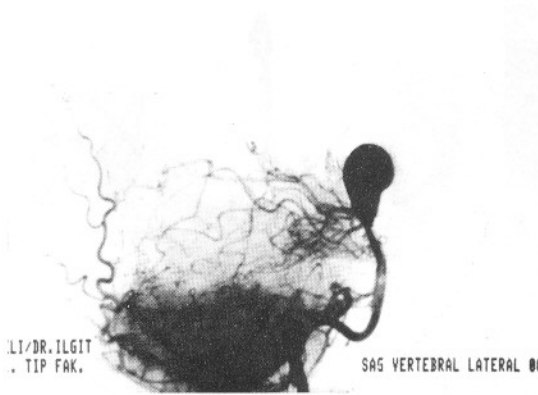
Şekil 4 b) Subselektif anjiografi tekniği ile anevrizma içine girilerek mini sarmallar bırakılmıştır.



Şekil 3 c) Mini sarmal kullanılarak yapılan embolizasyon



Şekil 4 c) İki ay sonra yapılan kontrol anjiografide anevrizmanın tromboze olduğu görülmektedir.



Şekil 4 a) Arka dolaşım selektif anjiografisinde, basilar "tip" yerleşimli, dar boyunlu anevrizma izlenmektedir.

## SIVI AJANLAR

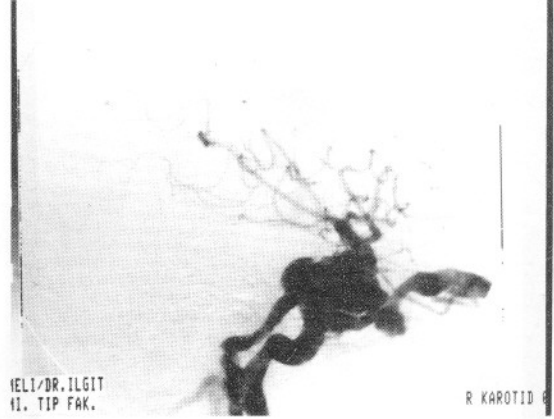
Günümüzde çeşitli sıvı ajanlar kullanılmakla birlikte en çok tercih edileni bir doku yapıştırıcı olan siyanoakrilattır. Geçmişte en sık kullanılan izobütil-2-siyanoakrilat (IBCA)'ın bazı sakıncalarının görülmesi nedeniyle bunun yerini N-bütil-2-siyanoakrilat (NBCA) almıştır (4,8,20). Uzun süreli takip sonucu bazı yüksek akımlı AVM'lerde IBCA'nın çözündüğü ve AVM'nin yeniden dolduğu da bildirilmiştir (40). NBCA, kontrast madde, salin ve kan gibi iyonik solusyonlarla temas ettiğinde polimerize olur ancak % 5 dekstroz ile polimerize olmaz. Bazı durumlarda 1 ml siyanoakrilat karışımına, 0.3 ml iofendilat (Pantopaque), 20-40 mikrolitre glasiyal asetik asit, 1 gr tantalum tozu eklenecek polimerizasyon geciktirilebilir (42,47).

Siyanoakrilatları opaklaştırmak için tantalum tozu kullanılmalıdır (11). Siyanoakrilatların güvenli ve uygun bir şekilde kullanılabilmesi için önemli ölçüde deneyim gerekir. Sıvı ajanlar küçük anastomozlardan rahatlıkla geçerler. Siyanoakrilatlarla ilgili en önemli güçlük ve dikkat edilmesi gereken özellik embolizasyon sırasında kateterin damar duvarına yapışmamasını sağlamaktır (11). Bütün bunların yanı sıra siyanoakrilatlar bazı durumlarda, özellikle tek tedavi seçeneği embolizasyon ise, vazgeçilemez embolizan ajanlardır ve düşük viskoziteleri nedeniyle mikrokaterlerden enjekte edilebilirler (11).

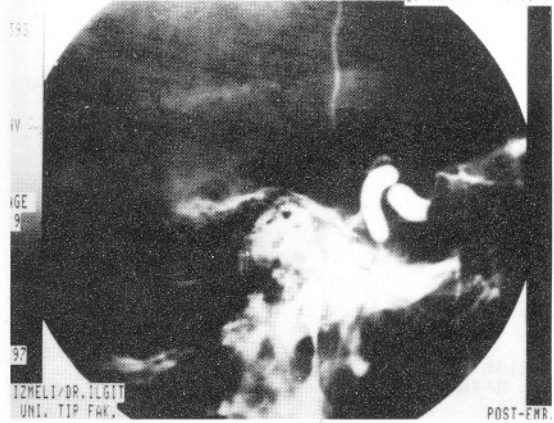
bir diğer etkin sıvı embolizan ajan etanoldür. Etanol (% 95 etil alkol) intraarteriyel verildiğinde sitotoksik etki yapar ve iskemiye yol açar. Bu etkiler ancak etanol yüksek konsantrasyonda enjekte edilirse oluşur (10). Sitotoksik etkisinden ötürü etanol, malign tümörlerin embolizasyonunda olduğu gibi nekroz istenilen durumlarda uygun bir ajandır. Etanol cilt ve mukozayı besleyen damarlara enjekte edilirse yaygın cilt nekrozu gelişebilir. Eğer AVM gibi yüksek akımlı lezyonlara verilirse hızla dilüe olur ve etkisi kalmaz. Etanol venöz sistemde fasiyal venöz malformasyonların tedavisinde de kullanılabilir (11).

### BIRAKILABİLİR BALONLAR

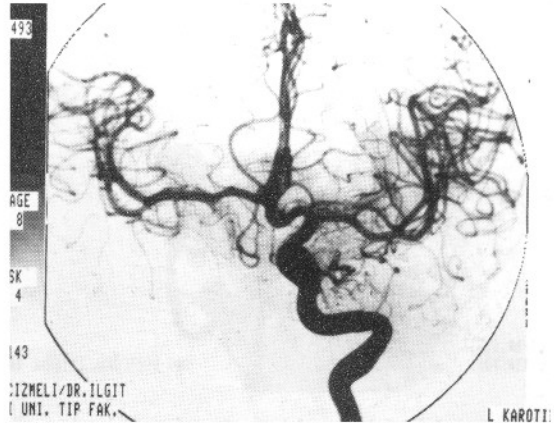
Bırakılabilir balon ilk defa Rusya'da 1974 yılında Serbinenko tarafından karotiko-kavernöz fistüllerin perkütan tedavisi için kullanılmıştır (41). Debrun ve ark.ları, 1978'de, travmatik karotiko-kavernöz ve vertebral fistüllerde lateks bırakılabilir balon kullanımını yayınlamışlardır (6). Hieshima ve arkları ise intrakraniyal damarlarda rahatlıkla yönlendirilebilen polietilen katetere takılmış silikon balon ile travmatik baş ve boyun fistüllerinin endovasküler oklüzyonunu bildirmişlerdir (24). Balon iki temel özelliğinden ötürü önemli bir embolizan ajandır. Balon, bir damar veya fistüle hassasiyetle yerleştirilebilir ve sonra eğer boyutu, şekli veya pozisyonu doğru değilse, kateterden ayrıldığı sürece, kolaylıkla geri alınabilir. Bırakılabilir balonun en büyük üstünlüğü, geniş çaplara kadar şişirilebildiği için büyük bir damar veya anevrizmanın, küçük bir perkütan ponksiyon ile girilerek embolize edilebilmesine olanak tanınmasıdır (Şekil 5 A-D) (11).



Şekil 5 a) Sağ karotid anjiografide yüksek akımlı karotiko-kavernöz fistül görülmektedir.

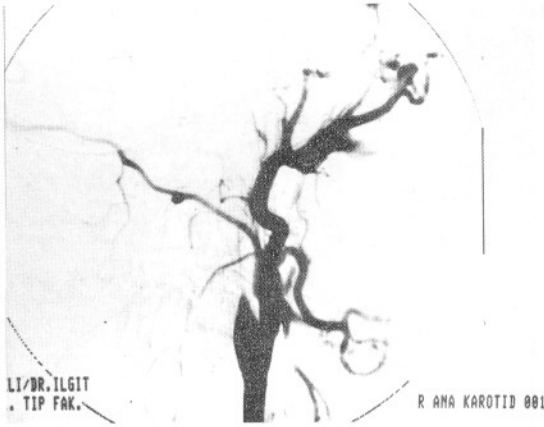


Şekil 5 b) Fistülün distal ve proksimaline iki adet kontrast madde ile doldurulmuş bırakılabilir balon yerleştirilerek internal karotid arter tıkanmıştır.



Şekil 5 c) İşlem sonrası yapılan sol karotid anjiografide, sağ serebral hemislerin sol karotid sistemden yeterli bir şekilde beslendiği gözlenmiştir.





Şekil 5 d) Dört ay sonra kontrol anjiyografide sağ internal karotid arter tıkalıdır.

Günümüzde mevcut iki tip balon, lateks (Üreticileri: Ingenor Laboratories, Paris; Balt: ve Pacific Medical Industries) ve silikon (Interventional Therapeutics Company, South San Francisco) balonlardır. Lateks balon Serbinenko'nun tasarımı üzerine yapılmıştır. (41), silikon balonun tasarımı ise Hieshima ve arkadaşlarına aittir (24). Her iki tipte de kendinden kapanan kapakçıklar vardır. Silikon balon daha yüksek genişleme katsayısına sahiptir ve daha yumuşak olup lateks balonun tersine, yarı geçirgendir. Yarı geçirgenliği nedeniyle silikon balon izosmolar solusyonlarla şişirilmelidir. Lateks balonlar in vivo şişirilmiş olarak 2-4 hafta kalırlarken silikon balonlar 6 aydan daha uzun bir süre dayanırlar (32). Kalıcı balon inflasyonu istendiğinde, balon 2-hidrosetilmetakrilat (HEMA) ile doldurulmalıdır (13,44). HEMA, kontrast madde ile iyi bir şekilde karışır ve enjeksiyondan sonra yaklaşık 30 dakika içinde sertleşir. Zaman geçtikçe silikon veya lateks kılıf çözünür ancak ortasındaki HEMA kitlesi sabit bir şekilde yerinde kalır (11). Ancak, 1991 yılı ortalarında "Food and Drug Administration" (FDA), HEMA'nın bırakılabilir balonlarda kullanımını ve ihracını yasakladığı için artık bırakılabilir balonlarda sadece izotonik kontrast madde kullanılmaya başlanmıştır.

Girişimsel işlemler sırasında, genel anestetikler yerine, en çok nöroleptik analjezikler kullanılır. Bu ajanlar hastada analjezi ve sedasyon sağlamlarının yanı sıra işlem boyunca dikkatli bir nörolojik izleme de izin vermektedir (11). Oldukça ağrılı olan etanol enjeksiyonu, dikkatli nö-

rolojik değerlendirme yapılamayan durumlarda ve pediatrik embolizasyonda genel anestezi gerekir.

Bir ana arter oklüzyonu veya test oklüzyonu yapılacağı zaman veya anevrizmanın balon ile embolizasyonu ya da balon anjioplasti uygulanacağı zaman mutlaka tam heparinizasyon (5000 iu bolus, sonra 2000 iu/saat) kullanılmalıdır. İşlem bittikten sonra heparinizasyon protamin sülfat ile geri döndürülebilir (1 mg. protamin sülfat 100 iu heparini nötrler) (20). Bu düşük dozlarda "rebound" antikoagülasyon riski minimaldir. Hızlı enjeksiyonu hipotansiyona neden olabileceği için protamin 10 dakikadan uzun sürede yavaş enjekte edilmelidir (11).

### İNTRAKRANİYAL LEZYONLAR NEOPLAZMLAR

Embolizasyonda amaç operabl intrakranial neoplazmlarda cerrahiye daha güvenli hale getirmek ve total eksizyona yardımcı olmaktır. Embolizasyon, özellikle cerrahi olarak besleyicilerine ulaşılması zor olan kafa kadesi tümörlerinde yararlıdır. Meninjiomlar gibi benign olan hipervasküler lezyonlarda en iyi tedavi yöntemi cerrahi total eksizyondur. Embolizasyonun değeri mikroembolilerin tümör mikrodolaşımına girerek lezyonu devaskularize etmesindedir. Bu, kitle etkisini azaltan ve cerrahi manipülasyonu kolaylaştıran, tümör nekrozuna neden olur (34). Bu tip embolizasyon en iyi PVA ile yapılabilir.

Meninjiomların preoperatif embolizasyonu genellikle anjiyografi ile aynı seansta gerçekleştirilir ve sadece eksternal karotid arter dalları ile sınırlıdır. Tümörü besleyen meningeal arterlerin süperselektif kateterizasyonu, internal maksiller sistemin dural dalları ve internal karotid, oftalmik ve pial arterler arasındaki anastomozlardan kaçınmak açısından önemlidir. Embolizasyon sonrası cerrahi zamanlaması konusunda ayrıntılı çalışmalar yapılmamış olmakla birlikte, maksimum trombus oluşumu için en az 24 saat beklenmesi önerilir. Ayrıca ameliyat 7-10 gün içinde yapılmalıdır çünkü daha fazla gecikme rekanalizasyona yol açabilir (11).

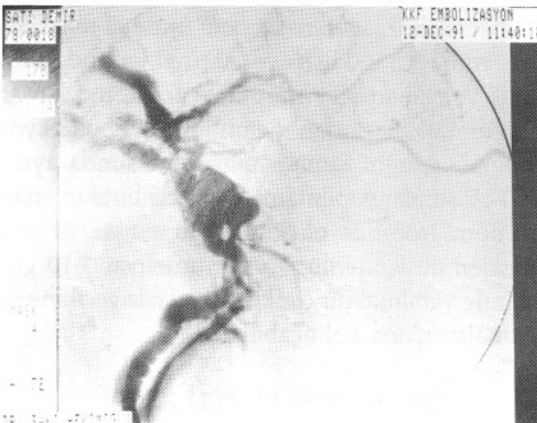
### ARTERİOVENÖZ FİSTÜLLER

Arteriovenöz fistüller damar duvarının lase-rasyonuna bağlıdır ve arter ile ven arasında iliş-

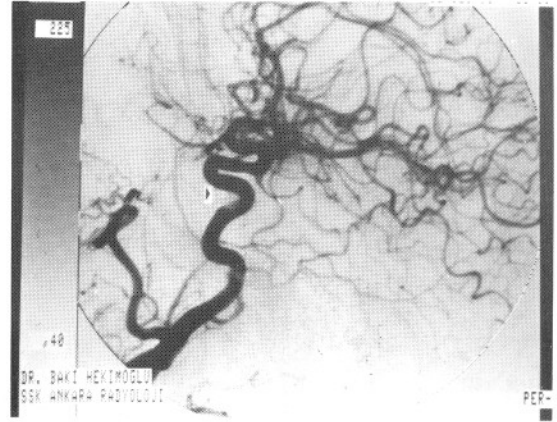
kiye neden olurlar. Sonuçta ortaya çıkan basınç farkı, lezyon içinde yüksek miktarda akıma ve drene eden venöz yapılarla belirgin genişleme ile elongasyona yol açar. Klinik bulgu ve semptomlar, şantın boyutu ve venöz akımın doğrultusu ile ilişkilidir (3). Bazen fistülde oluşan yüksek arteriyel akım, çalma etkisi ile distal arteriyel bölgenin beslenememesine ve nörolojik semptom veya defisitlere neden olur. Fistüllerin çoğu travmaya sekonder gelişir. Arteriovenöz fistüller, fibromusküler displazi, anevrizma rüptürü, kollajen eksikliği, nörofibromatosis ve Ehlers-Danlos sendromu gibi anjiyodisplazilerle ilişkili olarak oluşabilir (11,18).

Arteriovenöz fistüllerin en çok rastlanan tipi, İnternal karotid arter kavernöz bölümünün fistülleridir (7). Karotiko-kavernöz fistüllerin (KKF) büyük çoğunluğunun önde superior oftalmik vene drene olması klasik proptosis, kemosis ve sınırlı ekstraoküler hareket kliniğine neden olur. Bu fistüller kontrlateral kavernöz sinüse ve arkada petrosal sinüse de drene olabilirler. Nadiren, kortikal venöz drenaj görülebilir de bu durumda bile intrakraniyal kanama seyrekdir(9).

Fistülün kesin yeri saptandıktan sonra silikon veya lateks balon ile fistül içinden geçilerek balon kavernöz sinüs içinde bırakılır (Şekil 6 A-B). Bırakılabilir balon ile tedavinin başarı oranı % 98'den fazladır (3). Göz bulguları 7-10 günde düzelir. Bu olguların % 20-30'unda kontrol anjiyografilerinde lezyon bölgesinde küçük bir ven kesesi görülebilir, ancak bunlar tedaviyi gerektirmez (7,32,45).



Şekil 6 a) Embolizasyon öncesi yapılan sol karotid anjiyografide yüksek akımlı Karotiko-kavernöz fistül görülmektedir.



Şekil 6 b) Kavernöz sinüs içine yerleştirilen bırakılabilir balon ile embolize edildikten bir ay sonra yapılan anjiyografide fistülün dolmadığı ve sol internal karotid arterin patent olduğu izlenmektedir.

Eğer balon fistülden geçirilemez ise mikrokater ile laserasyona yerleşip mini-sarmallar kullanılabilir. Ancak son derece tehlikeli bir işlem olduğu için son çare olarak düşünülmelidir çünkü sarmallar geri akımla internal karotid sisteme geçerek distal embolizasyona yol açabilirler. Arteriyel yoldan geçilemeyen KKF'lerde transvenöz yolla inferior petrosal sinüs veya oftalmik venin retrograd kateterizasyonu (7,18,36,46) ile yaklaşılabılır. KKF'lerin transvenöz yolla embolizasyonunu ilk bildiren Mullen'dir (36). Uzun süreli şantlarda, arteriyelize olmalarına rağmen drenaj venleri ve dural sinüsler hala ince duvarlıdır ve kateter ve kılavuz tel manipulasyonları ile perfor edilebilirler. Bu yapılarıdaki arteriyel kan akımı ve artmış basınç, ufak perforasyonlardan hızlı fatal subaraknoid kanamalara yol açabilir. Bırakılabilir balonun kavernöz sinüs içinde fistül ağzına yerleştirilmesi zordur (7,18). Eğer fistül kapatılmadan posterior drenaj engellenirse oküler semptomlar artar. Kontrol edilebilir mikrokater ve kılavuz tellerinin geliştirilmesi ile embolizan ajanların kavernöz sinüs içinde fistül ağzına daha hassas bir şekilde yerleştirilmesi mümkün olmuştur (18). Kavernöz sinüs içine çok sayıda balon bırakılırsa kavernöz sinüs içi basınç yükselerek semptomlara (kavernöz sinüs sendromu) yol açabilir (48). Son çare olarak da internal karotid arter bırakılabilir balonlar ile embolize edilir (Şekil 5 A-D) (11).

Daha çok genç yaş grubunda ve oldukça seyrek görülen intraserebral arteriovenöz fistüllerin tedavisinde ise bırakılabilir balonların yanı sıra mikro-sarmallar ve ipek sütür de kullanılmaktadır (20).

### **BEYİN ARTERİOVENÖZ MALFORMASYONLARI (BAVM'ler)**

Büyük BAVM'lerinin internal karotid arter servikal bölümünden parçacık enjeksiyonu ile embolizasyonu ilk defa Luessenhop ve Spence tarafından bildirilmiştir (33). Ortaya çıkan nörolojik defisitlerin geçici olmasına rağmen normal arterlerin istenmeyen ve ön görülemeyen embolizasyonları oluşabilir.

Teknikteki çarpıcı gelişmelere rağmen endovasküler embolizasyon yöntemi büyük AVM'lerin total oklüzyonu açısından sınırlı kalmakta ve tam embolizasyon ancak 1-3 besleyici arter ile beslenen küçük AVM'lerde sağlanabilmektedir (48). Büyük veya dev BAVM'lerde embolizasyonun amacı lezyonun boyutunu ve arteriovenöz şantları azaltarak cerrahiye veya radyoterapiye yardımcı olmaktır (48). BAVM'ler genellikle eğer daha önce kanamışlarsa, yerleşimleri nedeniyle kanama eğilimleri yüksekse veya anjiyografik olarak venöz anevrizma veya venöz drenajda stenoz saptanmışsa tedavi edilirler (5). Daha önce BAVM'lerin embolizasyonu siyanoakrilat gibi sıvı ajanlarla sınırlı iken şimdi PVA ve cerrahi ipek sütür gibi parçacıklar da kullanılabilir. (48).

Yöntem, mikrokaterin BAVM'nin bir besleyici arterine yerleştirilmesini kapsar. Mikrokaterin yerleştirilmesinden sonra yapılan anjiyografi ile normal arterlerin dolmadığı, ancak sadece AVM'nin dolduğu saptanmalıdır (Şekil 3 B). Eğer herhangi bir normal arter gözlenirse kateter bu arterin distaline ilerletilmelidir. Kateter nidusa yerleştirildikten sonra nörolojik testler uygulanır, daha sonra süperselektif 30-75 mg. Amytal (Eli Lilly, Indianapolis) verilir (3. 48). Amytal (amobarbital) kısa etkili bir anestetik ajandır ve besleyici artere verildiğinde beyin fonksiyonlarında geçici paralizye neden olur (28). İntrakarotid Amytal testi ilk defa 1948'de Wada tarafından hemisferik dominantlığı belirlemek için kullanılmıştır (47). Aynı besleyici arterden birden fazla embolizasyon uygulan-

caksa, kısmen tıkanmış AVM nidusunda hemodinamik değişiklikler oluşacağı için Amytal enjeksiyonu tekrarlanmalıdır (48). Eğer hiçbir nörolojik defisit gözlenmez ise embolizasyon uygulanabilir.

Preoperatif embolizasyon için tercih edilecek embolizan ajan PVA'dır. Sıklıkla PVA partikülleri geniş fistüllerden geçerek pulmoner embolilelere yol açabilir bu nedenle geniş fistülleri tıkayabilecek cerrahi ipek sütürlerle embolizasyona başlamak yararlıdır. Küçük sarmallar da aynı şekilde BAVM'leri tıkamakta kullanılabilir fakat fazla sayıda kullanmak gerekirse maliyeti artırır (11). Parçacık veya balonla BAVM'nin tamamen oklude edilmesi mümkün değildir (3). Besleyici arterin AVM nidusunun proksimalinde tıkanması, zengin leptomeningeal, meduller ve transdural kollateral dolaşımın hızla gelişmesine yol açabilir (48).

Daha kalıcı bir embolizasyon istendiğinde BAVM embolizasyonu için IBCA veya NBCA gibi sıvı embolizan ajanlar kullanılır (1). Bu madde tedavi için tek başına kullanılabilir gibi, radyoterapinin daha etkin olabilmesi amacıyla lezyonu küçültmek için de kullanılabilir (43).

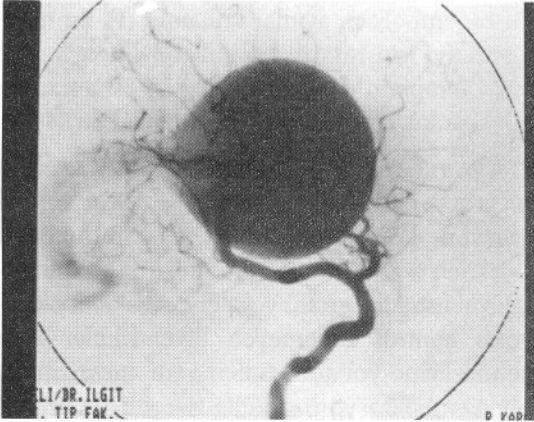
Galen veni malformasyonları özellikle pediatrik grupta ortaya çıkan bir BAVM tipidir. Embolizasyon bu ender lezyonlarda mortaliteyi % 80'den % 15'e kadar düşürmüştür (11). Intrakraniyal fistülün cerrahi veya endovasküler oklüzyonu kontrol edilemeyen biventriküler kalp yetmezliğine yol açar. Galen veni anevrizmalarında embolizasyon, torkuler Herofil'i'nin üzerinden yapılan kraniotomiden, femoral venden sinus rektusun kateterizasyonu ile veya arteriyal yoldan fistülün besleyicilerini tıkayarak gerçekleştirilebilir (Şekil 2 A-B ve Şekil 6 A-B). Trans-torküler yol ilk kez Mickle ve Quisling tarafından tanımlanmıştır (35). Bu yöntemde Galen veni yavaş yavaş oklude olduğu için ortaya çıkacak beyin ve sistemik dolaşımdaki hemodinamik değişiklikler daha iyi kontrol edilebilir (12).

### **DURAL ARTERİOVENÖZ MALFORMASYONLAR (DAVM'ler)**

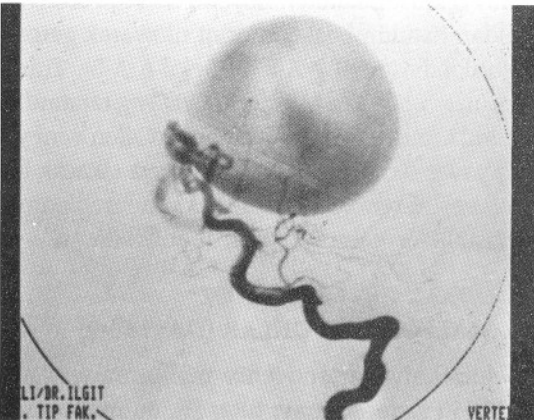
Intrakraniyal arteriovenöz malformasyonlarının % 10-15'i sadece durayı tutar (3). Bu malformasyonlar, dura içinde venöz obstrüksiyona sekonder olarak oluşan küçük arteriovenöz şantlardır.



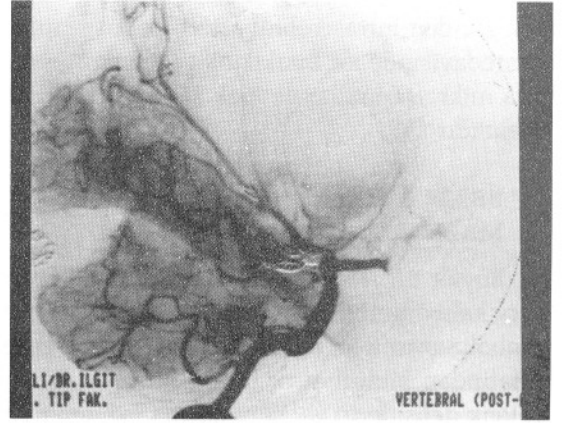
Travma, enfeksiyon ve intrakraniyal ameliyat gibi birçok venöz obstrüksiyon nedeni dural AVM'ye yol açabilir (27). DAVM'ler genellikle dört temel yerleşimde görülürler: ön kraniyal fossa, kavernöz sinüs, tentorium boyunca ve sigmoid sinüs ve torkulayı da kapsayacak şekilde transvers sinüs boyunca (31). DAVM'lerin tanısı, anjiyografik tekniklerdeki ilerlemeye paralel olarak gelişmiş ve damarsal anatominin daha iyi anlaşılması ile endovasküler tedaviye olanak sağlamıştır (Şekil 7) (27,31,38). Anjiyografik değerlendirmenin en önemli yanı kortikal venlere drenajın varlığını saptamaktır. Eğer drenaj varsa bu venlerdeki basınç yükselmesine bağlı olarak hasta subaraknoid kanama açısından büyük risk altındadır. Ön kraniyal fossa ve tentorium DAVM'lerinin hemen daima kortikal venöz drenajı vardır ve kanama sıklığı % 85'e kadar çıkar (31). Transvers sinüs DAVM'leri bazen kortikal venlere drene olurlar ve kanama olasılığı % 15'dir. Kavernöz sinüs DAVM'lerinin kortikal ven drenajı ve kanamaları nadirdir (11).



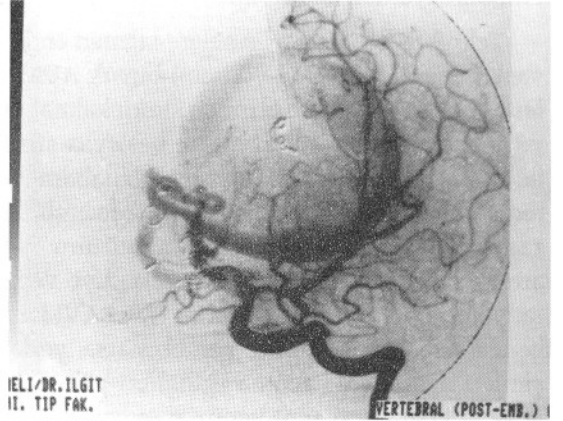
Şekil 7 a) Sağ karotid ve



Şekil 7 b) vertebral anjiyogramlarda direkt A-V fistüller sonucu gelişen Galen ven anevrizması görülmektedir.



Şekil 7 c)



Şekil 7 c-d) Transfemoral arteriyel yolla besleyicilerin bir kısmını mini sarmal kullanılarak embolize edilmiş ve kontrol anjiyografisinde anevrizmanın tama yakın tromboze olduğu; ayrıca embolizasyon öncesi anjiyogramlarda vizualize olmayan posterior dolaşım arterlerinin dolmaya başladığı gözlenmiştir.

DAVM'lerin tedavisi belirti ve bulgulara bağlıdır. Bu lezyonların yaklaşık % 30-40'ı spontan olarak iyileşebilir ve girişimsel tedavi için endikasyon yoktur (3). Eğer tek yakınma "bruit" ise ve ven anjiyografik olarak kortikal venöz drenaj yoksa sadece konservatif izlem gerekir. Seçilmiş olgularda kompresyon tedavisinin de etkin olduğu gösterilmiştir (15,25). Eğer kortikal venlere drenaj veya kraniyal sinir felci, intraoküler basınç artışı, bayılma veya şiddetli baş ağrısı gibi belirtiler varsa embolizasyon endikedir. Standart teknik, lezyonu besleyen eksternal karotid arter dalının NBCA ile embolizasyonudur. Eğer kraniyal sinir besleyicisi risk altında ise o zaman PVA gibi bir parçacık ajan kullanılmalıdır. Eksternal karotid arterde siyanoakrilat kullanılması çok

sayıda anastomoz nedeniyle tehlikelidir. Sadece eksternal karotid arter dallarının embolizasyonu yalnız bu arterden beslenen DAVM'lerde (Tip C) tam ve hem internal karotid ve hem de eksternal karotid arter dallarından beslenen DAVM'lerde (Tip D) ise kısmen tedavi sağlayabilir; ancak internal karotid arter dallarından başka besleyicisi olmayan DAVM'lerde (Tip B) bu yöntem yetersiz kalır. Bu tip DAVM'lerde internal karotid arter kavernöz bölümünden çıkan dalların (inferolateral ve meningohipofizeal kökleri) embolize edilmesi gerekir (21). Transarteriyel embolizasyon DAVM'li hastaların % 77'sinde tam tedavi ve % 18'inde de iyileşme sağlar (16,17). DAVM'lerin tedavisi sırasında komplikasyon oranı % 1 civarındadır (3). Transarteriyel embolizasyon ile başarılı olunamayan hastalarda transvenöz embolizasyon da kullanılabilir. Kısa vadeli sonuçlar yüz güldürücü olmakla birlikte henüz uzun vadeli değerlendirmeleri yetersizdir (11,15,19).

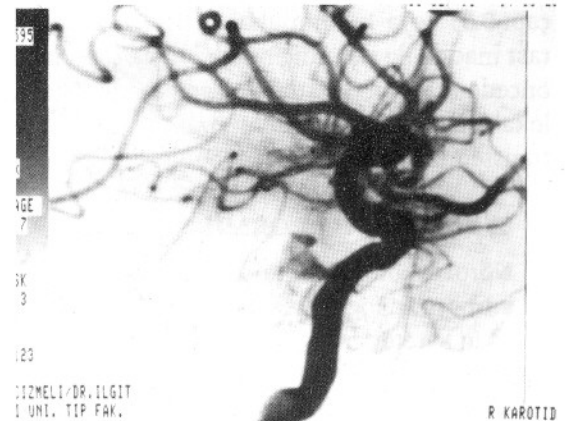
### ANEVRİZMALAR

Anevrizmalar üç subgrupta incelenebilir; psödoanevrizmalar, kavernöz internal karotid anevrizmalar ve intrakraniyal anevrizmalar. İnternal karotid ve vertebral arter servikal bölümlerinin yalancı anevrizmaları nadir lezyonlardır. Seçilecek tedavi arter sağlam kalmak koşuluyla cerrahi rezeksiyondur. Eğer bu mümkün değilse arterin balon oklüzyonu yapılır (11). Yalancı anevrizmalardan distale emboli atma riski % 50-75'dir (14). Arteri korumak amacıyla psödoanevrizma içine balon yerleştirme çabaları, balonu tutacak gerçek bir duvar olmadığı ve anevrizmanın tromboze olmayacağı fakat aksine büyümeye devam edeceği için başarısız olacaktır (11). Balon oklüzyonunun cerrahi ligasyona esas üstünlüğü, kalıcı olarak tıkamadan önce uyanık hastada vertebral ve karotid arterlerde test oklüzyonlarının yapılabilmesidir (22). Test oklüzyonları hasta tam heparinize iken yapılmalıdır, bu sırada elektroensefalografik izlem de kullanılabilir (2). Test oklüzyonu başarılı ise o zaman arter kalıcı olarak embolize edilebilir. Ana damarların oklüzyonu sırasında iki ve hatta gerekirse üç balon kullanmak gerekir. Girişim sonrası hastayı bekleyen iki tehlike (a) Willis poligonunda hemodinamiyi değiştirerek serebral iskemiye yol açabilecek hipo-

tansiyon ve (b) tıkanmış damarın distalindeki trombus formasyonundan distal embolizasyondur (11).

Kavernöz internal karotid anevrizmaları, kavernöz internal karotid arterin ekstradural bölümünden kaynaklanır. Kavernöz sinüs içindeki lokalizasyonları nedeniyle bu lezyonlar genellikle inoperabldır. Balon embolizasyonu sırasında eğer anevrizmanın anatomik durumu uygun ise internal karotid arter korunmaya çalışılmalıdır. Herhangi bir anevrizmanın balon embolizasyonu sırasında balon, değişken-sertlikte mikrokatetere takılarak kullanılır. Uygun lokalizasyonda yerleştirildikten sonra balon, lümeni mümkün olduğunca dolduracak şekilde şişirilir. Uygun pozisyon sağlandıktan sonra balon bırakılır. Eğer anevrizma, geniş boyun veya taze trombus nedeniyle direkt olarak tedavi edilemezse, arter fed edilebilir. Arter tıkanırken eğer mümkünse bir balon anevrizmanın hemen distaline ve bir balon da hemen proksimaline yerleştirilmelidir böylece karotid arterde ölü boşluk küçültülmüş ve distal embolizasyon riski azaltılmış olur. Yine üçüncü bir balon da karotid güdüğe konur. Tedaviden sonra hasta 12-24 saat yatakta tutulur ve öksürme ve kusması engellenir (11).

Cerrahi olarak ulaşılması zor intrakraniyal anevrizmaların tedavisinde endovasküler oklüzyon önemli bir seçenektir. İntrakraniyal anevrizmaların tedavisinde anevrizma içine küçük metal sarmallar veya balonlar yerleştirilir (48) (Şekil 8). Eğer anevrizmanın boynu yeterince dar ise ve anevrizma duvarından normal arter çıkmıyorsa



Şekil 8 Sağ karotid lateral anjiyografide; düşük akımlı kavernöz dural AVM görülmektedir.

balon embolizasyonu düşünülebilir. Anevrizma taze trombus içeriyorsa, balon tedavi trombusun organize olmasını sağlamak amacıyla 6 hafta ertelenmelidir. Dev anevrizmaların embolizasyonu için birden fazla sayıda balona gereksinim vardır (11). Romodanov ve Shcheglev'in 119 olgunluk serilerinde başarılı tedavi oranı % 88, kabul edilebilir % 3 ve az başarılı tedavi oranı % 3 iken mortalite % 6'dır (39). Hieshima ve arkadaşlarının yüzü aşkın hastalarında ise morbidite ve mortalite oranı toplam % 15'dir (11).

### TRANSLUMİNAL ANJİOPLASTİ

Subaraknoid kanamayı takiben ortaya çıkan semptomatik serebral vazospazmın tedavisi için anjioplasti Zubkov ve ark.ları tarafından tanımlanan yeni bir tekniktir (50). Hastalar ancak. (a) subaraknoid kanama sonrası başka bir nedene (hematom, hidrosefali vb.) bağlı olmayan yeni ortaya çıkmış nörolojik defisitleri varsa. (b) bilgisayarlı tomografi kesitlerinde bir ana arter dağılımında infarkt alanı yoksa. (c) defisit hipervolemik ve hipertansif tedavi ile düzelmemişse, ve (d) anjiogramlarda saptanan vazospazm hastanın semptomlarından sorumlu olabilecek lokalizasyonda ise tedavi edilirler (26,37). Teknik, spazmodik arterlerin sırasıyla değişken-sertlikte mikrokatetere (Target Therapeutics, San Jose, California) takılmış silikon mikrobalon (Interventional Therapeutics Company, San Francisco) ile dilatasyonu şeklindedir. Bu amaçla silikon balon Hieshima ve ark.ları tarafından geliştirilmiştir. Balonun şişirilmemiş çapı 0.85 veya 1.5 mm. iken, 0.05-0.30 cc kontrast madde ile şişirildiğinde boyu ve çapı daha önceden seçilen değerlere ulaşmaktadır. İşlem, lokal anestezi ile tam heparinizasyon altında ve transfemoral yolla yapılır (26).

### KOMPLİKASYON ORANI

Nörovasküler anatomi konusundaki bilgilerin artması, anjiografi teknikleri ve daha güvenli ve etkin kateterlerin geliştirilmesi sonucu nörovasküler girişimlerde komplikasyon oranı son yıllarda önemli ölçüde azalmıştır. Tekniğin komplikasyonları arasında besleyici arterin rüptürü, normal kortikal arterlerin oklüzyonuna bağlı olarak geçici veya kalıcı nörolojik defisit-

ler veya postembolik vazojenik ödem ve ölüm sayılabilir (48). Günümüzde, önemli sayıda serebral embolizasyon yapılan merkezlerde morbidite % 5 ile 7 arasındadır, mortalite ise % 3-6'dır. Hastaların yaklaşık % 10'unda girişimi takiben erken dönemde geçici nörolojik defisitler ortaya çıkabilir (3). Vinuela ve ark.larının 213 olguluk serisinde morbidite % 12, mortalite % 2.8'dir (48). Eskridge'in embolizasyon uyguladığı 200'den fazla olguda ise kalıcı komplikasyon oranı % 2'dir (11).

### SONUÇ

Girişimsel nöroradyoloji, radyolojinin bir alt dalı olarak, son yıllarda tıp alanında önemli bir yer tutmaya başlamıştır. Ancak bu tip girişimler zaman alıcıdır, karmaşıktır ve hasta bakımına özel dikkat gerektirir. Formel bir eğitim almadan kesinlikle uygulanmamalıdır.

Girişimsel rororadyoloji, kesinlikle bugünkü düzeyinde kalmayacak ve önümüzdeki yıllarda çok büyük gelişmeler gösterecektir.

**Yazışma Adresi:** Doç. Dr. M. Olcay Çizmeli,  
Sistem Tıbbi Görüntüleme Merkezi,  
Tunus Cad. No: 37/A  
Kavaklıdere 06680 ANKARA

### KAYNAKLAR

1. Berenstein A, Kricheff II. Catheter and material selection for transarterial embolization. Technical considerations II. Materials. Radiology 132:619-639,1979.
2. Berenstein A, Ransohoff J, Kupersmith M, et al. Transvascular treatment of giant aneurysms of the cavernous carotid and vertebral arteries: functional investigation and embolization. Surg Neurol 21:3-21, 1984.
3. Berenstein A, Choi IS. Surgical neuroangiography of intracranial lesions. Radiol Clin North Am 26:1143-1151, 1988.
4. Brothers MF, Kaufmann JCE, Fox A, et al. n-Butyl 2 - cyanoacrylate - Substitute for IBCA in interventional neuroradiology: Histopathologic and polymerization time studies. AJNR 10:777-786, 1989.
5. Crawford TM, West CR, Chadwick SH, et al. Arteriovenous malformations of the brain: natural history on unoperated patients. J. Neurol Neurosurg Psychiatry 49:1-10, 1986.
6. Debrun G, Lacour P, Caron J. Detachable balloon and calibrated leak balloon techniques in the treatment of cerebral vascular lesions. J. Neurosurg 49:635-639, 1978.
7. Debrun G, Lacour P, Vinuela F. Treatment of 54 traumatic carotid cavernous fistulas. J. Neurosurg 55:678-692, 1981.
8. Debrun G, Vinuela F, Fox AJ, et al. Embolization of cerebral arteriovenous malformations with bucrylate: experience with 46 cases. J. Neurosurg 56:615-627, 1982.

9. Dohrmann DJ, Hund BH, Sampson D, et al. Recurrent subarachnoid hemorrhage complicating a traumatic carotid cavernous fistula. *Neurosurgery* 17:480-483, 1985.
10. Ellman BA, Parkhill BJ, Markus PB. Renal ablation with absolute ethanol: mechanism of action. *Invest Radiol* 19:416-422, 1984.
11. Eskridge JM. *Interventional Neuroradiology*. Radiology 172:991-1006, 1989.
12. Erdoğan İA, Uluğ MH, Çizmeli MO. Galen veni anevrizmalarının tedavisinde yeni bir seçenek: Transtorküler embolizasyon. *Türk Nöroşirürji Dergisi* 1:25-30, 1989.
13. Goto K, Halbach VV, Hardin CW, et al. Permanent inflation of detachable balloons with a lowviscosity hydrophilic polymerizing system. *Radiology* 169:787-790, 1988.
14. Gross C, Vlahovitch V, Labauger R, et al. Extracranial aneurysms of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 1970: 16:367-381, 1970.
15. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al. Transvenous embolization of dural fistulas involving cavernous sinus. *AJNR* 10:377-383, 1989.
16. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al. Dural fistulas involving the cavernous sinus: results of treatment in 30 patients. *Radiology* 163:437-442, 1987.
17. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al. Dural fistulas involving the transverse and sigmoid sinuses: results of treatment in 28 patients. *Radiology* 163:443-447, 1987.
18. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al. Transvenous embolization of direct carotid cavernous fistulas. *AJNR* 9:741-747, 1988.
19. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al. Transvenous embolization of dural fistulas involving transverse and sigmoid sinuses. *AJNR* 10:385-392, 1989.
20. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al. Transarterial occlusion of solitary intracerebral arteriovenous fistulas. *AJNR* 10:747-752, 1989.
21. Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB, et al. Embolization of branches arising from the cavernous portion of the internal carotid artery. *AJNR* 10:143-150, 1989.
22. Heros RC, Nelson P, Ojemann RG, et al. Large and giant paraclinoid aneurysms: surgical techniques, complications, and result. *Neurosurgery* 12:153-163, 1983.
23. Herrera M, Rysavy J, Kotula F. Ivalon shaving: technical considerations of a new embolic agent. *Radiology* 144:638-640, 1982.
24. Hieshima GB, Grinnel VS, Mehringer CM. Detachable balloon for therapeutic transcatheter occlusions. *Radiology* 138:227-228, 1981.
25. Higashida RT, Hieshima GB, Halbach VV, et al. Closure of carotid cavernous sinus fistulae by external compression of the carotid artery and jugular vein. *Acta Radio (suppl)* 369:580-583, 1986.
26. Higashida RT, Halbach VV, Cahan LD, et al. Transluminal angioplasty for treatment of intracranial arterial vasospasm. *J. Neurosurg* 71:648-653, 1989.
27. Houser OW, Baker HL, Jr. et al. Intracranial dural arteriovenous malformations. *Radiology* 105:55-64, 1972.
28. Jack CR, Nichols DA, Sharbrough FW, et al. Selective posterior cerebral artery injection of amytal: New method of preoperative memory testing. *Mayo Clin Proc.* 64:965-975, 1989.
29. Kerber CW, Horton JA. Polyvinyl alcohol foam: prepacking emboli for therapeutic embolization. *Radiology* 130:1193-1194, 1978.
30. Kikuchi Y, Strother CM, Boyer M. New catheter for endovascular interventional procedures. *Radiology* 165:870-871, 1987.
31. Lasjaunias P, Chiu M, Brugge KT, et al. Neurological manifestations of intracranial dural arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 64:724-730, 1986.
32. Lasjaunias P, Berenstein A. Endovascular treatment of the craniofacial lesions. In: *Surgical neuroangiography*, vol 2. Heidelberg: Springer-Verlag, 1987.
33. Luessenhop AJ, Spence WT. Artificial embolization of cerebral arteries. Report of the use in a case of arteriovenous malformation. *JAMA* 172:1153-1155, 1960.
34. Manelte C, Espagno B, Guiraud M, et al. Therapeutic embolization of cranial-cerebral tumors. *J Neuroradiol* 1975; 2:257-274.
35. Mickle JP, Quisling RG. The transtocular embolization of vein of Galen aneurysms. *J Neurosurg* 64:731-735, 1986.
36. Mullin S. Treatment of carotid cavernous fistulas by cavernous sinus occlusion. *J Neurosurg* 50:131-144, 1979.
37. Newell DW, Eskridge JM, Mayberg MR, et al. Angioplasty for the treatment of symptomatic vasospasm following subarachnoid hemorrhage. *J Neurosurg* 71:654-660, 1989.
38. Newton TH, Cronqvist S. Involvement of dural arteries in intracranial arteriovenous malformations. *Radiology* 93:1071-1078, 1969.
39. Romodanov AP, Shchegler VI. Intravascular occlusion of saccular aneurysms of the cerebral arteries by use of a detachable balloon catheter. In: *Advances in technical standards in neurosurgery*. Vol 9. New York: Springer-Verlag, 25-49, 1982.
40. Rao VRK, Mandalam KR, Gupta AK, et al. Dissolution of isobutyl-2-Cyanoacrylate on long-term follow-up. *AJNR* 10:135-141, 1989.
41. Serbinenko FA. Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. *J Neurosurg* 1974; 41:125-145.
42. Spiegel SM, Vinuela F, Goldwasser JM, et al. Adjusting the polymerization time of isobutyl-2 cyanoacrylate. *AJNR* 7:109-112, 1986.
43. Steiner L. Radiosurgery in arteriovenous malformations in the brain. In: *Flamm E, Fein J, eds. Textbook of cerebrovascular surgery*. New York: Springer-Verlag, 1986.
44. Taki W, Handa H, Yamagata S, Ishikawa H, Ikada Y. Radiopaque solidifying liquids for reusable balloon techniques: a technical note. *Surg Neurol* 13:140-142, 1980.
45. Tsai FY, Hieshima GB, Mehringer CM, Grinnel V, Pribram HW. Delayed effects in the treatment of carotid cavernous fistulas. *AJNR* 4:357-361, 1983.
46. Uflacker R, Lima S, Ribas GC, et al. Carotid-cavernous fistulas: embolization through the superior ophthalmic vein approach. *Radiology* 159:175-179, 1986.
47. Vinuela FV, Fox AJ, Pelz DM, et al. Angiographic follow-up of large cerebral AVMs incompletely embolized with iso-butyl-2-cyanoacrylate. *AJNR* 7:919-925, 1986.
48. Vinuela F, Dion J, Lylyk P, Duckwile G. Update on interventional Neuroradiology. *AJR* 153:23-33, 1989.
49. Yang PY, Halbach VV, Higashida RT, Hieshima GB. Platinum wire: a new transvascular embolic agent. *AJNR* 9:547-550, 1988.
50. Zubkov YN, Nikiforov BM, Shustin VA. Balloon catheter technique for dilatation of constricted cerebral arteries after aneurysmal SAH. *Acta Neurochir* 70:65-79, 1984.