



Araştırma

Geliş Tarihi: 09.02.2024
Kabul Tarihi: 15.08.2024

DOI: 10.5137/1019-5157.TND.3314

Karotid-Kavernöz Fistüllerin Yönetimi ve Olgu Serisi

Management of Carotid-Cavernous Fistulas and Case Series

Mehmet Orbay BIYIK, Mehmet AKTOKLU, Ali Rıza GÜVERCİN, Uğur YAZAR

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroşirürji Anabilim Dalı, Trabzon, Türkiye

Yazışma adresi: Mehmet Orbay BIYIK ✉ mehmetorbaybyk@yahoo.com

ÖZ

AMAÇ: Karotis-kavernöz fistül (KKF), internal karotis arter (IKA) ve/veya eksternal karotis arter (EKA) veya dallarından biri ile kavernöz sinüs (KS) arasındaki anormal arteriyovenöz şantlardır. KKF eğer travmatik bir durum sonucunda oluştuysa akut olarak ortaya çıkacaktır, ama indirekt düşük akımlı olmaları halinde sinsi olarak da ortaya çıkabilir ve tanı ve tedavileri gecikebilir. Klasik triadı oküler üfürüm, kemozis, propitozistir. Tanıda altın standart Dijital substraksiyon anjiyografidir (DSA). Karotis-kavernöz fistüller hakkındaki yazımızda, takip ve tedavisi karmaşık olabilen bu patolojiler hakkında derleme yapmak ve olgu serisi ile literatüre katkı sağlamak amaçlanmaktadır.

GEREÇ ve YÖNTEMLER: Bu çalışmada, 2009-2023 yılları arasında hastanemizde KKF nedeniyle takip edilen ve dijital substraksiyon anjiyografisi (DSA) yapılan hastaların verileri retrospektif olarak değerlendirildi.

BULGULAR: Olgu serimizde, yaş ortalaması 51 olup, hastaların %66'sı kadın, %34'ü erkekti. Etiyolojik olarak olguların %58'i spontan, %42'si travmatik kökenliydi. En yaygın semptomlar kemozis, pitozis ve orbital ağrı olarak saptandı. Spontan KKF'li hastaların büyük kısmında hipertansiyon ve diyabetes mellitus gibi kronik ek hastalıklar mevcuttu. Hastaların çoğunluğu endovasküler yöntemlerle tedavi edildi, bazı olgularda nüks gözlemlendi ve tekrar tedavi uygulandı. Tedavi sırasında balon, sıvı embolizan ajan ve koil embolizan materyalleri kullanıldı. En iyi sonuçlar koil ve stent kullanılan hastalarda elde edildi.

SONUÇ: KKF'lerin tedavisinde endovasküler yöntemler yüksek başarı oranları ile ilk tercih olarak kullanılmaktadır. Çalışmamızda elde edilen veriler literatürle uyumlu olup, KKF'lerin yönetiminde endovasküler tedavinin etkinliğini desteklemektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Endovasküler tedavi, Eksternal Karotid Arter, İnternal Karotid Arter, Kavernöz sinüs, Karotikokavernöz fistül

ABSTRACT

AIM: Carotid-cavernous fistula (CCF) is an abnormal arteriovenous shunt between the internal carotid artery (ICA) and/or external carotid artery (ECA) or one of its branches and the cavernous sinus (CS). CCF will present acutely if it is the result of a traumatic event, but may also present insidiously in the case of indirect low flow and may be delayed in diagnosis and treatment. The classic triad is ocular murmur, chemosis, and proptosis. Digital subtraction angiography (DSA) is the gold standard for diagnosis. The aim of our article on carotid-cavernous fistulae is to review these pathologies, whose follow-up and treatment can be complicated, and to contribute to the literature with a case series.

MATERIAL and METHODS: In this study, we retrospectively analyzed the data of patients who were followed up at our hospital between 2009 and 2023 due to CHF and underwent digital subtraction angiography (DSA).

RESULTS: In our case series, the mean age was 51 years, and 66% of the patients were female and 34% were male. Etiologically, 58% of the cases were spontaneous and 42% were traumatic. The most common symptoms were chemosis, ptosis, and orbital pain. Most of the patients with spontaneous CHF had chronic comorbidities such as hypertension and diabetes mellitus. Most of the patients were treated with endovascular methods, but recurrence was observed in some cases and re-treatment was performed. Balloon, liquid embolizing agent and coil embolizing materials were used during treatment. The best results were obtained in patients with coils and stents.

CONCLUSION: Endovascular methods are used as the first choice in the treatment of CHFs with high success rates. The data obtained in our study are consistent with the literature and support the effectiveness of endovascular treatment in the management of CHFs.

KEYWORDS: Endovascular treatment, External Carotid Artery, Internal Carotid Artery, Cavernous sinus, Carotidocavernous fistula

■ GİRİŞ

Karotis-kavernöz fistül (KKF); internal karotis arter (ICA) ve/veya eksternal karotis arter (ECA) ya da dallarından biri ile kavernöz sinüs (CS) arasındaki patolojik bağlantılar nedeniyle oluşmuş anormal arteriyovenöz şantları ifade eder (2,21).

Kavernöz sinüsler orta kafa tabanında, dural duvarlarla çevrili, nöro-vasküler yapılar içeren ve bir tarafta sella turcica, hipofiz bezi ve sfenoid kemiğe, diğer tarafta temporal loblara bakan venöz yapılarıdır. İçerisinden: medial duvar tarafında; ICA kavernöz segmenti ve dalları, ICA'nın etrafında yer alan sempatik pleksusu ve VI. kranial sinir; Lateral duvarından yukarıdan aşağıya doğru III., IV. ve V1-2. kranial sinirler seyreder. İnter-kavernöz, baziler, superior ve inferior petrozal sinüslerin tümü kavernöz sinüs ile birleşir. Ayrıca, superior ve inferior oftalmik venler; foramen rotundum, foramen ovale ve foramen spinosum venleri; derin orta serebral ven ve yüzeysel silvian venler gibi çok sayıda ven kavernöz sinüse drene olur (20,26).

KKF'ler şantın hemodinamik özelliklerine, etiolojisine veya anjiyografik anatomisine göre sınıflandırılabilir. Arteriyel anjiyo mimarisini temel alındığı ve en yaygın kabul gören Barrow sınıflandırmasıdır (2,12,13,21,22).

KKF'ler, dörtte üçü travmaya bağlıdır ve kalanı çoğunlukla damar duvar yapısının zayıflamasına sebep olabilen hipertansiyon, diyabet ve kollajen doku hastalıkları (Ehlers-Danlos sendromu, kollajenoz, Fibromusküler Displazi) ile ilişkilidir (8,17).

KKF eğer travmatik bir durum sonucunda oluştuysa yüksek akımlı direkt fistül olduklarından akut olarak ortaya çıkabilirler. Lakin akut hadiseler dışında sinsi olarak da ortaya çıkabilir ve spesifik belirti ve bulgular ile başvurmazlar. Genel klasik triadi oküler üfürüm, kemozis, propitozsidir (8,11,15,17,18,23,25).

KKF için tanısal testler: Tonometri ve Pnömotometri, Ultrasonografi (USG), Renkli Doppler Ultrasonografi (CDU), Dijital oftalmodinamometri, Bilgisayarlı Tomografi (BT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ve altın standart görüntüleme olarak da Dijital Subtraksiyon Anjiyografisi (DSA) kullanılmaktadır (1,4,5,7,8,10).

KKF'ler kompresyon, endovasküler, cerrahi ve radyocerrahi olmak üzere fistüllerin akış hızına ve oluşum tipine göre çeşitli tedavi ve yönetim seçenekleri mevcuttur. Hangi yöntem tercih

edilirse edilsin ana amaç IKA'nın normal akımını korurken fistülün tamamen kapatılmasını sağlamaktır.

Makalemizde, karotikokavernöz fistül tespit edilen ve DSA görüntülemeleri olan hastalarımızın sunumu yapılmış ve KKF'nin etiolojiden tedaviye literatürden derlenmiş bilgiler sunulmaktadır.

■ GEREÇ ve YÖNTEMLER

2009-2023 yılları arasında hastanemizde karotikokavernöz fistül nedeniyle takip ve tedavi alan dijital substraksiyon anjiyografik görüntülemeleri yapılmış hastalardan oluşan olgu serimize yazımızda yer vereceğiz. Olgu serimiz için Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulundan 24237859-64 sayılı etik kurul onayı alınmıştır. Hasta verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Karotikokavernöz fistül nedeniyle DSA görüntülemeleri olan olgularımızı ele aldığımızda hastaların yaş ortalaması 51'dir. En genç hasta 19, en yaşlı hasta 82 yaşındaydı. Hastalarımızın cinsiyet dağılımı; %66 kadın, %34 erkektir (8 kadın, 4 erkek). Etiyolojik sebeplerini incelediğimizde; %58'i spontan, %42'si travmatik (3 araç içi trafik kazası, 1 araç dışı trafik kazası, 1 başa direkt künt darbe) nedenlerinden kaynaklanmaktadır.

Semptom ve bulgular değerlendirildiğinde; ağırlıklı olarak kemozis, pitozis ve orbital ağrı olmak üzere glokom, ekzoftalmus, diplopi, periorbital ağrı, baş ağrısı, göz hareketlerinde kısıtlılık, görme keskinliğinde azalma, epistaksis, tinnitus, serebral konfüzyo, subaraknoid hemoraji tespit edilmiştir.

Spontan KKFli hastalarımızda 1'i hariç hepsinde kronik ek hastalık mevcuttur. Bunlar; hipertansiyon (%85), Diyabetes mellitus (%43), koroner arter hastalığı (%28), 1 hastamızda siroz ve 1 hastamızda da hipertiroidir.

10 hastamız sadece endovasküler yöntemler ile tedavi edilmiştir. Bir hastamızda spontan tromboz tespit edilmesi üzere müdahale edilmeyip sadece takip edilmiştir. Bilateral KKF'li 1 hastamıza da sol tarafına transvenöz yolla koil embolizasyon ve sağ tarafına da karotid-juguler kompresyon masajı uygulanarak tedavi edilmiştir.

Üç hastamızda nüks tespit edilmiş ve tekrar endovasküler yöntemle tedavi edilmiştir. Birinci olgu; 65 yaşında kadın, Barrow tip B, transarteriyel girişimle sıvı embolizan ajan uygulanarak tedavisi yapıldı. Nüks olması üzere bu sefer transvenöz yol ve koil embolizasyon tercih edilerek tedavi edildi. İkinci

Tablo I: 2009-2023 yılları hastanemize başvurup karotikokavernöz fistül tespit edilen ve DSA görüntülemeleri olan hastaların başvuru yaş, cinsiyet, başvuru semptom ve bulguları, komorbitite nedenleri, etiyolojik nedeni, fistül tarafı, Barrow ve ark. sınıflandırmasına göre tipi, Thomas ve ark. önerdiği sınıflandırmaya göre tipi, tercih edilen tedavi metodu ve materyali, nüks olup olmadığı ve varsa ek tedavi yöntemi sunulmuştur.

Yaş (yıl)	Cinsiyet	Belirti ve Bulgu	Ek Hastalık	Etiyoloji	KKF Taraf	Barrow Sınıflandırması	Thomas ve ark. Sınıflandırması	Tedavi Yöntemi	Embolizan Materyali	Nüks
70	K	Ekzoftalmus Propitozis Kemozis Göz hareket kısıtlılığı	HT Siroz	Travma	Sol	Tip A	Tip 5	Endovasküler Transarteryel	Balon	Yok
71	K	Propitozis Kemozis	HT KAH	Spontan	Sol	Tip D	Tip 3	Konservatif (spontan tromboz)	Yok	Yok
65	K	Kemozis Ekzoftalmus Diplopi	HT	Spontan	Sol	Tip B	Tip 3	Endovasküler Transarteryel	Sıvı	Var Transvenöz Koil
19	E	Subaraknoid kanama Serebral kontüzyo Epikstaksis Kemozis	Yok	Travma	Sağ	Tip A	Tip 5	Endovasküler Transarteryel	Balon	Var Transarteryel Koil
59	K	Orbital ağrı Periorbital ağrı Baş ağrısı Tinnitus Kemozis Propitozis Diplopi	HT DM	Spontan	Sağ	Tip C	-	Endovasküler Transvenöz	Koil	Yok
57	K	Orbital ağrı Görme keskinliğinde azalma	HT DM	Travma	Bilateral	Tip D	Tip 3	Endovasküler Transvenöz	Koil	Yok
82	K	Kemozis Glokom Dışa bakış kısıtlılığı İçer bakış kısıtlılığı Görme keskinliğinde azalma	HT DM	Spontan	Bilateral	Tip B	Tip 3	Endovasküler Transvenöz	Koil	Yok
55	E	Kemozis Diplopi Orbital ağrı	HT MI Koroner ByPass	Spontan	Bilateral	Tip D	Tip 2	Sol Endovasküler Transvenöz Sağ Karotid-Juguler Kompresyon	Koil	Yok
48	E	Kemozis	DM Hipotroid	Travma	Sol	Tip B	Tip 3	Endovasküler Transvenöz	Koil	Yok
66	K	Orbital ağrı Baş ağrısı Pitozis Diplopi	DM HT Hiperlipi- demi	Spontan	Bilateral	Tip D	Tip 1	Endovasküler Transarteryel	Koil	Yok
62	K	Propitozis Kemozis Orbital ağrı	Yok	Spontan	Sol	Tip D	Tip 3	Endovasküler Transarteryel	Partiküllü	Yok
20	E	Göz hareketlerinde kısıtlılık Gözde ağrı	Yok	Travma	Sağ	Tip A	Tip 5	Endovasküler Transarteryel	Balon	Var Transarteryel Akım yönlendirici stent

HT: Hipertansiyon, **KAH:** Koroner arter hastalığı, **DM:** Diabetes mellitus.

olgu; 19 yaş, erkek, travma sonrası KKF gelişmiş, Barrow tip A, transarteriyel girişimle balon ile tedavisi yapıldı. Nüks olması üzere gene transarteriyel girişimle bu sefer koil tercih edilerek tedavisi yapıldı. Üçüncü olgu; 20 yaş, erkek, travma sonrası KKF tespit edilmiş, Barrow tip A, transarteriyel girişimle balon ile tedavisi yapıldı. Nüks olması üzere gene transarteriyel girişimle bu sefer akım yönlendirici stent tercih edilerek tedavisi yapıldı. Hastalarda tekrar nüks gözlemlenmedi.

3 olguda balon, 2 olguda sıvı embolizan ajan, 6 olguda ise koil embolizan materyali olaak tercih edilmiştir. 5 travma hastasında 3'üne balon ve 2'sine koil kullanılmıştır. Balon kullanılan 2 hasta nüks ettiği gözlemlenmiştir. Bir tek koil ve stent kullanılanlarda nüks görülmemiştir.

■ TARTIŞMA

KKF'ler şantın hemodinamik özelliklerine, etiyojisine veya anjiyografik anatomisine göre sınıflandırılabilir. Hemodinamik sınıflandırmalar geleneksel olarak KKF'leri yüksek ve düşük akışlı olarak ayırmıştır. Etiyolojik sınıflandırmalar ise spontan ve travmatik veya direkt ve indirekt sebepler olarak ayrılır. Anjiyografik anatomisine göre arteriyel veya venöz drenaja göre sınıflandırılır. Arteriyel anjiyografik mimarinin temel alındığı Barrow sınıflandırması, en yaygın kabul gören sınıflandırmadır ve 4 tip de değerlendirilir. Bir diğer sınıflandırma ise; venöz drenaja baz alan Thomas ve ark. önerdiği Venöz Drenaja Dayalı Sınıflandırma Sistemi bulunmaktadır (2,12,13,21,22). Venöz drenaja bağlı semptomlar oluşması nedeniyle Thomas ve ark. sınıflandırmasındaki tip ile sonuç ve semptomlar arası ilişki daha uyumlu olduğu gözükmektedir (22). Sınıflandırmalar tablo II'de sunulmuştur. Thomas ve ark.'nın yapmış olduğu çok merkezli çalışmadaki gibi olgularımızda da en çok Tip 3 (%58,

7 olgu) mevcuttur ve Tip travma ile ilişki olarak bulunmuştur (20). Görme keskinliğinde azalma, ekzoftalmus gibi semptomlar ağırlıklı olarak tip 3 KKF'lerde gözükümüştür. Diplopi Tip 1 ve Tip 2 KKF'ler de tespit edilmiştir. Thomas ve arkadaşlarının çalışmasındaki gibi tiplendirme ile semptomlar arası ilişki benzer çıkmıştır.

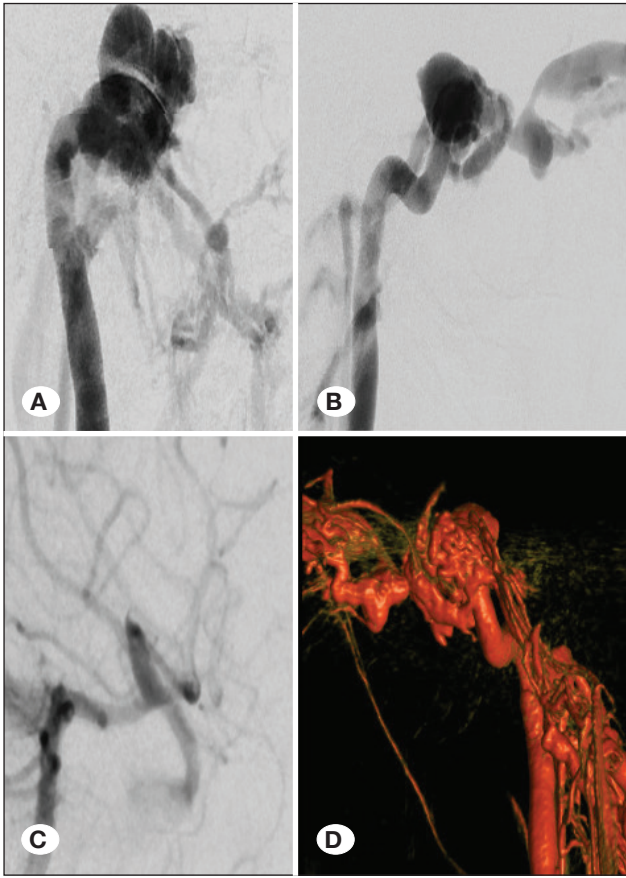
Karotikokavernöz fistüllerin etiyojisini değerlendirdiğimizde dörtte üçünün travmaya bağlı olduğu, kalanının çoğunlukla damar duvar yapısının zayıflamasına sebep olabilen komorbide ile ilişkili olduğu görülmektedir. Travmaya bağlı yaralanmalar, KKF için yüksek akışlı direkt (doğrudan) fistüller olma eğilimi göstermektedir (Şekil 1 ve 2). Aynı zamanda; endovasküler bir müdahaleyi veya trans-sfenoidal bir prosedürü takip eden iyatrojenik yaralanmalar, IKA anevrizmasının yırtılması, IKA diseksiyonu veya arterlerin genetik bir durum nedeniyle zayıflaması sonrasında da yüksek akışlı direkt (direkt) fistüller ortaya çıkabilirler (8,17). Travmalar, tüm KKF'lerin %70 ila %75'ini oluşturur ve bunlar genellikle genç erkeklerde bulunur. Olgularımız literatürden farklı olarak %58'i spontan, %42'si travmatik (3 araç içi trafik kazası, 1 araç dışı trafik kazası, 1 başa direkt künt darbe) nedenlerdendir. Travma sonrası KKF gelişen hastalarımızdan biri 57 yaş, kadın Barrow Tip D ve düşük akış hızlı idi. Muhtemel sebebi, damar duvar bütünlüğünü zayıflatan Diyabet ve Hipertansiyon gibi ek hastalıklarına sahip olmasıydı. Minör travma bu hastada spontan KKF oluşma aşamasındaki IKA ve EKA'yı tetiklemiş ve travmatik KKF olarak karşımıza çıkmış olabilir.

Spontan KKF'ler, tüm KK'lerin yaklaşık %30'unu temsil eder ve anevrizma yırtılması veya Ehlers-Danlos sendromu, fibromusküler displazi, psödoksantoma elastikum gibi vasküler yaralanmalara yatkın hâle getiren genetik koşullardan kaynak-

Tablo II: Karotikokavernöz Fistüllerin Etiyolojik Sınıflandırması (Direkt ve İndirekt), Barrow ve Arkadaşlarının Önerdiği Sınıflandırma, Thomas ve Arkadaşlarının Önerdiği Sınıflandırma

Etiyolojik Sınıflandırma	Barrow Sınıflandırması Arteriyel anjiyografik değerlendirme temelli	Thomas Sınıflandırması Venöz drenaja dayalı sınıflandırma sistemi
İNDİREKT		
<ul style="list-style-type: none"> Arterial HT Serebral ateroskleroz DM Kollojen hastalıklar (ehler-danlos sendromu, fibromusküler displazi, psödoksantoma elastikum, kollajenöz...vs) İleri yaş Gebelik Sinüzit Postmenopozal dönem Kavernöz sinüs trombozu 	<ul style="list-style-type: none"> Tip A, ICA ile kavernöz sinüs arasındaki doğrudan bağlantılılardır. Tip B, ICA'nın dural dallarından kaynaklanır Tip C, ECA'dan gelen dural dallardan kaynaklanır. Tip D, ICA ve ECA'dan gelen dura dallarından kaynaklanır (Dural KKF) 	<ul style="list-style-type: none"> Tip 1, Sadece posterior/inferior drenaj (a) Tip 2, Posterior/inferior ve anterior drenaj Tip 3, Sadece anterior drenaj (b) Tip 4, Kortikal venlere retrograd drenaj +/- diğer venöz drenaj yolları (c) Tip 5, Kavernöz internal karotid arter ile kavernöz sinüs arasında yüksek akımlı direkt şant (Barrow tip A) +/- çoklu venöz drenaj yolları
DİREKT		
<ul style="list-style-type: none"> Travma (künt ve/veya penetran) İatrojenik (transsfenoidal cerrahi, karotid anjioplasti, kavernöz sinüs cerrahisi) ICA diseksiyon ICA anevrizma rüptürü 		<ul style="list-style-type: none"> a. Posterior/inferior drenaj: inferior petrozal sinüsler, superior petrozal sinüs, pterygoid ve parafarengeal pleksus b. Anterior drenaj: superior ve inferior oftalmik venler c. Kortikal drenaj: yüzeysel orta serebral venler, perimezenşefalik ve serebellar venöz sistem

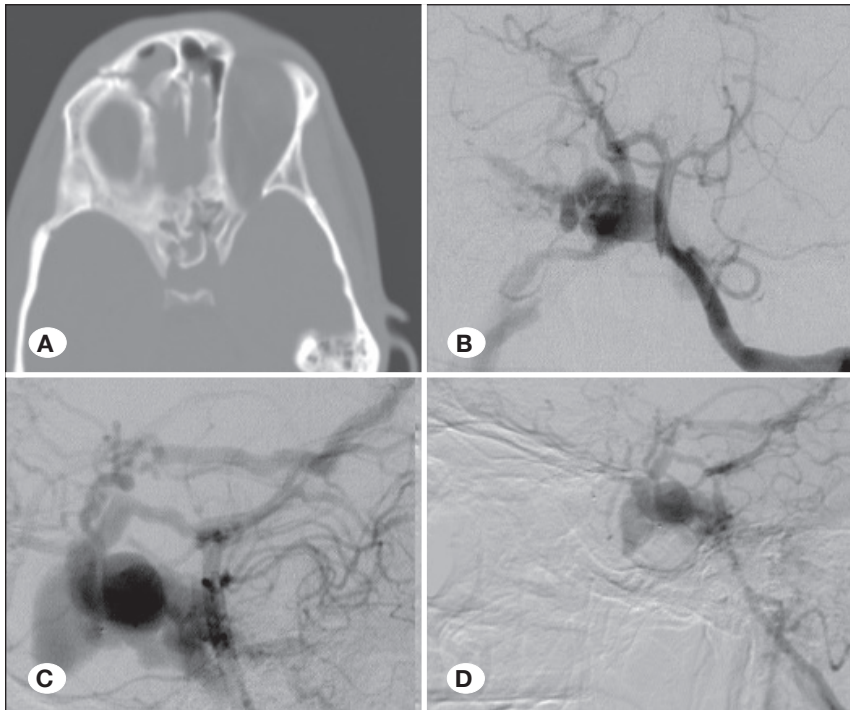
HT: Hipertansiyon, **DM:** Diabetes mellitus, **ICA:** Internal karotis arter, **KKF:** Karotis-kavernöz fistül, **ECA:** Eksternal karotis arter.



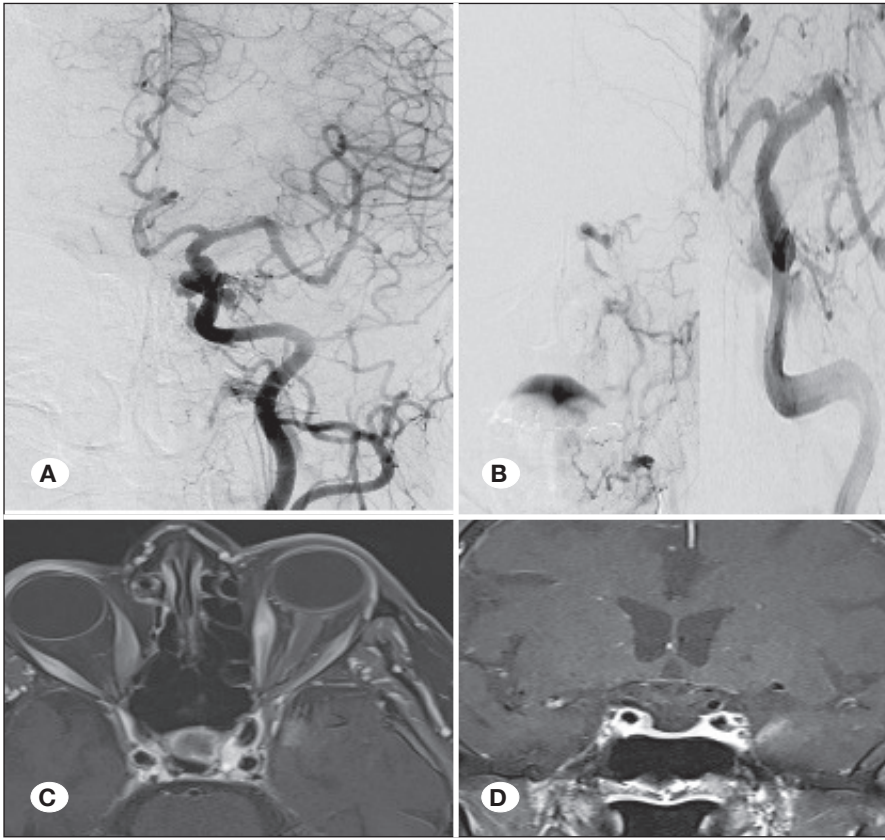
Şekil 1: Araç içi trafik kazasını takiben sağ IKA kavernöz segment düzeyinde direkt kavernoze fistüle olmakta kavernoze sinüs opaklaşmış (A, B), süperior ve inferior oftalmik ven ve petrozal sinüslerde dilatasyon gözlemlenmektedir (B,C,D).

lanabilir ve sıklıkla yaşlı kadınlarda görülürler ve düşük akışlı, tip D indirekt fistüllerle sonuçlanırlar (Şekil 3). Lakin anevrizma rüptürünün yüksek akışlı da olabileceği unutulmamalıdır. İndirekt KKF'ler, genetik bir durum veya hipertansiyon dahil komorbiditeler gibi bir kusur nedeniyle zayıflayan karotid arterin dural dallarının yırtılmasından sonucu oluşabilir veya trombozu takip eden kavernoze sinüs basıncındaki artışa bağlı dural arterlerin yırtılması ile de olabilir. İndirekt karotis-kavernöz fistülün etiolojisi tam olarak bilinmemektedir; ancak bunlar arteriyel hipertansiyon, serebral arterioskleroz, diyabet, kollajen hastalıkları (Ehlers-Danlos sendromu, kollajenoz, Fibromusküler Displazi...vb), gebelik, ileri yaş ve postmenopozal dönem ile ilişkili olabilir (8,17). Spontan sebepli olgularımız literatür ile uyumlu şekilde ağırlıklı olarak Barrow Tip D, yaşlı ve kadın hastalardan oluşmaktadır (yaş ortalaması 65.7, 1 erkek ve 6'sı kadın, 1 Barrow Tip B, 1 Tip C, 5 Tip D). Olgularımızda biri hariç hepsinde ek hastalık olarak Diyabet ve Hipertansiyon bulunmaktadır.

KKF eğer travmatik bir durum sonucunda oluştuysa yüksek akımlı direkt fistül olduklarından akut olarak ortaya çıkacaklardır. Lakin indirekt düşük akımlı veya akım hızına bağlı olarak sinsi olarak da ortaya çıkabilir, spesifik belirti ve bulgular ile başvurmayabilirler. Genel klasik triadı oküler üfürüm, kemozis, propitozsidir. Lakin görme keskinliğinde azalma, kronik kırmızı göz, baş ağrısı, tinnitus, orbita ve çevresinde ağrı, diplopi, pulstatil ekzoftalmus, otoraji, epikstaksis, kornea hasarı kafa çifti nöropatileri, glokom, görme kaybı gibi geçici ve kalıcı belirti ve bulgular tespit edilebilir. Özellikle fistüllerin akış hızına bağlı olarak sinsi, tekrarlayan ve düzelen bir şekilde ortaya çıkabilirler ve öyküye dayalı olarak teşhis edilebilmeleri haliyle zor olacaktır (8,11,15,17,18,23,25).



Şekil 2: Araç içi trafik kazası sonrası gelişen sağ IKA kavernoze segment düzeyinde direkt kavernoze fistüle olmakta (B,C) kavernoze sinüs ve oftalmik ven opaklaşmakta (C, B, D) ve fistül posterior komminikan yoluyla retrorad dolmakta (C). Beyin bilgisayarlı tomografide kafa tabanı dahil multifraktürler gözükmemekte (A).



Şekil 3: Sol İKA ve EKA enjeksiyonlarında kavernöz sinüse erken dolun gözükmekte (**A, B**), Sol kavernöz sinüs sağ tarafa oranla genişlemiş (**C**), postkontrast kesitlerde asimetric kontrast boyanma (**B, C**) ve sol kavernöz sinüs komşuluğunda, sol temporal lob medialde gri cevherde kontrast boyanma (**B, C**), sol da propitozis (**C**) görülmekte.

Tablo III: Karotikokavernöz Fistüllerin Tanısında Kullanılan Görüntüleme Yöntemleri

Tonometri ve Pnömotometri	- Normal göze kıyasla KKF tarafında oküler nabız amplitüdü artışı gösterebilir.
Ultrasonografi (USG)	- B-taramada VOS dilate, ekstraoküler kaslar (EOM) ipsilateralde yaklaşık 1-3 mm hafifçe genişlemiş, kontralateralde genellikle normaldir.
Renkli Doppler Ultrasonografi (CDU)	- Normal göze kıyasla KKF tarafında VOS'ta renkli retrograd kan akışını gösterebilir. - Tipik olarak, santral retinal arterde ipsilateral olarak diğer göze kıyasla akış hızının patolojik olarak azalması ve direnç indeksinin büyümesidir.
Dijital oftalmodinamometri	- Santral retinal vendeki basıncın ve yaklaşık intrakraniyal basıncın güvenilir ve doğrudan ölçülmesini sağlar.
Bilgisayarlı Tomografi (BT)	- Travmatik olgularda sfenoidin, orbitanın deplase, parçalı olmuş kemik fragmanlarını gösterebilir. - Proptozis, ekstraoküler kaslarda genişleme, superior oftalmik vende genişleme ve kıvrımlanma ve ipsilateral kavernöz sinüste genişlemeyi gösterebilir. - Serebral venöz konjesyonu olan ve intrakraniyal basınçları yükselen hastalarda serebral ödem, hemoraji, leptomeningeal ve kortikal venlerin dilatasyonunu gösterebilir.
Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	- Proptozis, ekstraoküler kaslarda genişleme, superior oftalmik vende genişleme ve kıvrımlanma ve ipsilateral kavernöz sinüste genişlemeyi gösterebilir. - Serebral venöz konjesyonu olan ve intrakraniyal basınçları yükselen hastalarda serebral ödem, hemoraji, leptomeningeal ve kortikal venlerin dilatasyonunu gösterebilir.
Dijital Subtraksiyon Anjiyografisi (DSA)	- Fistülün akış hızını en iyi şekilde karakterize eder ve doğrudan ve dolaylı fistüller arasında net bir ayırım yaparak İCA yırtığının tam anatomik yerini ve İCA veya ECA dural besleyicilerini gösterir. - Drene eden venöz yolları (anterior ve posterior), kortikal venöz reflüyü, venöz stenoza veya kavernöz sinüse transvenöz erişimi sınırlayabilecek oklüzyonları değerlendirmeye yardımcı olur. - İCA'nın sakrifiye edilmesinin bir seçenek olarak düşünülmesi durumunda, intrakraniyal kollateral dolaşımın ve Willis çemberinin tam olarak değerlendirilmesinde yardımcı olur.

KKF: Karotis-kavernöz fistül, **VOS:** Vena orbitalis superior, **EOM:** Extraocular muscle, **ICA:** İnternal karotis arter, **ECA:** Eksternal karotis arter.

KKF için tanısal testler ve görüntüleme semptomlarına ve hastanın acil servise mi yoksa kliniğe mi başvurduğuna bağlıdır. Ultrasonografi ve ultrasonografik yöntemlerle başarılı bir şekilde KKFlerin hemodinamik özellikleri değerlendirilerek yavaş veya hızlı akımlı olup olmadıkları değerlendirilebilir, takibi veya eksternal ICA kompresyonu gibi konservatif tedavilerin takibi yapılabilir. BT ve MR görüntüleme, olası bir KKF'nin ilk incelemesinde sıklıkla kullanılır. BT kavernoöz sinüste kemik fragmanlarını, kompresyonu konjesyone olmuş venleri, staze olmuş arterleri, ekstraoküler kasların genişlemesini, serebral ödemi veya hemorajiyi gösterebilir. Gene MRG'de de konjesyone venleri, oklude arterleri, ekstraoküler kasların genişlemesini, serebral iskemi ve kanamayı gösterebilir. Dijital substraksion anjiyografi (DSA) ise altın standarttır. DSA tanının doğrulanması, fistülün sınıflandırılması, venöz drenaj yollarının belirlenmesi, fistülün akış hızı, direkt ve indirekt fistüllerin net ayrımı, intrakraniyal kollateral dolaşımın ve Willis çemberinin tam olarak değerlendirilmesini sağlar. Gerek endovasküler tedavi gerek cerrahi tedavinin planlanmasını sağlar (1,4,5,7,8,10). Tablo III'de görüntüleme yöntemleri özetlenmiştir.

KKFlerin kompresyon, endovasküler, cerrahi, radyocerrahi olmak üzere fistüllerin akış hızına ve oluşum tipine göre çeşitli tedavi ve yönetim seçenekleri mevcuttur. Hangi yöntem tercih edilirse edilsin amaç İKA'nın normal akımını korurken fistülün tamamen kapatılmasını sağlamaktır.

Konservatif tedavi, düşük akışlı indirekt veya dural KKF'lerde propitozis, konjonktivit vs için sistemik veya topikal steroidler, ağrı için NSAİ ilaçlar, yüksek göz içi basıncı için topikal ajanlar gibi semptomatik tedaviler verilebilir. KKF'e yönelik ise; Manual karotid-juguler kompresyon uygulanabilir. Hasta etkilenen ana karotis'e fistülün trombozunu teşvik etmek için 4 ila 6 hafta boyunca günde birçok kez karşı taraf el ile 30 saniye boyunca boynundan kompresyon uygular. İpsilateral kompresyon ile fistülün stazına ve trombozuna yol açan akış tıkanıklığına neden olunur (5,9).

Endovasküler tedavinin mümkün olmadığı veya başarısız olduğu veya fistülün kapatılmasına rağmen göz içi basıncın yüksek seyrettiği durumlarda uygulanabilir. Göz içi basıncının yüksek olduğu durumda orbital cerrahi veya dekompresyon uygulanabilir. Cerrahi müdahalede; fistülün suture edilmesi, ligasyonu, kesilmesi, tuzaklandırılması, sinüs içinin doldurulması, fistülün fasya ve fibrin yapıştırıcılar ile kapatılması, İKA'nın sakrifiye edilmesi gibi prosedürlerin biri veya kombinasyonları kullanılabilir (3,5-7,14). Chavez-Herrera ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma sonucu kavernoöz sinüse yaklaşım üçgenleri Tablo IV'de özetlenmiştir.

Radyocerrahi, yüksek akımlı direkt KKF'lerin birincil tedavisinde kullanılmaz, ancak minimal semptomları olan, yaşlı, cerrahi veya endovasküler tedavi için yüksek riskli hastalarda veya

Tablo IV: Chavez-Herrera ve Arkadaşlarının Çalışmasındaki Kavernoöz Sinüse Yaklaşım Üçgenlerinin Özeti

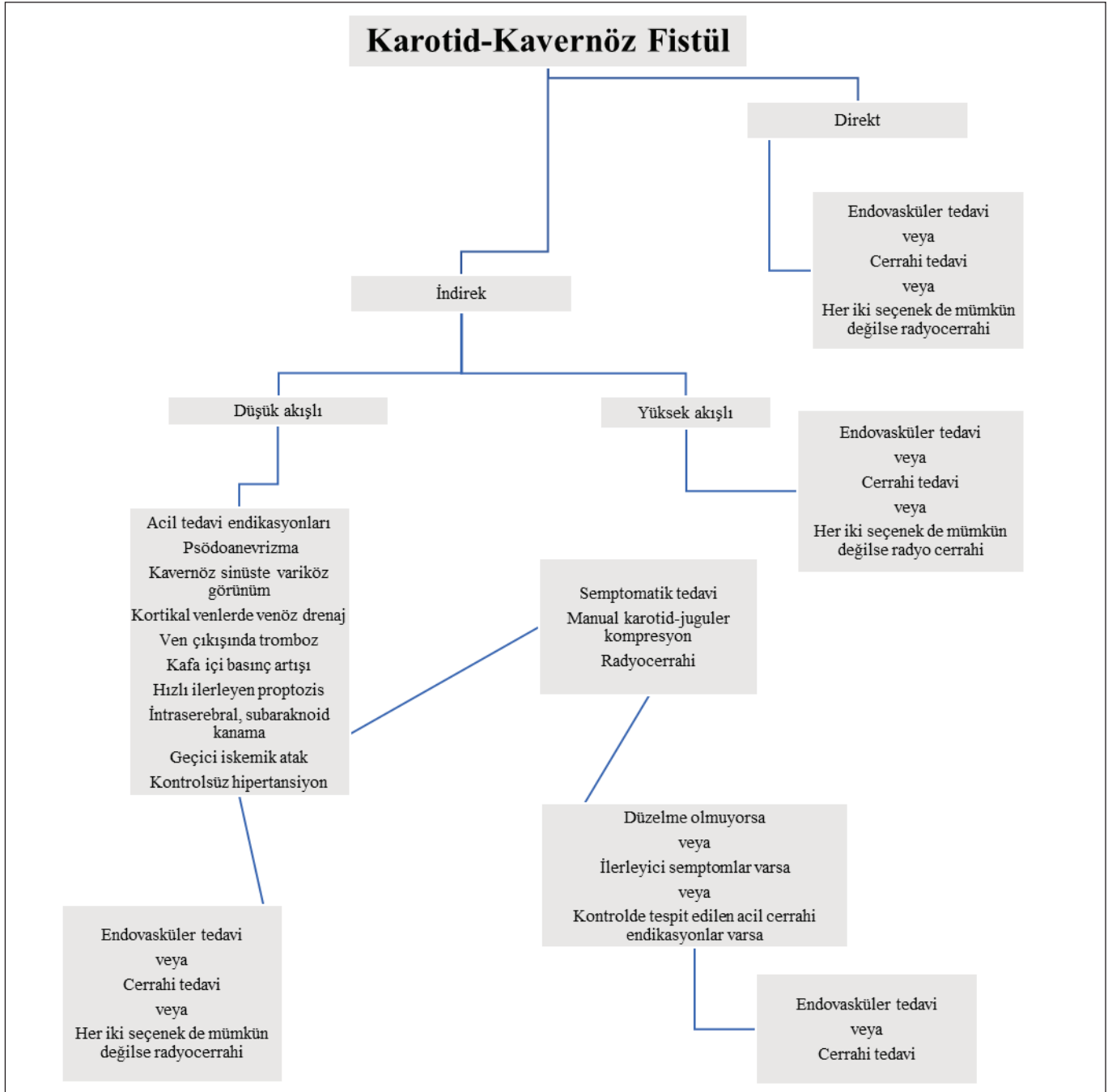
Okülomotor üçgen (OM)	Okülomotor sinirin KS'ün yan duvarının üst kısmına girerek ekstradural hâle geldiği bölgedir. Kenarları, ACP'den petröz apekse kadar uzanan anterior petroklinoidal dural kıvrım ve posterior klinoidal proseten petröz apekse ve medial olarak interklinoidal dural kıvrıma kadar uzanan posterior petroklinoidal dural kıvrımlardır.
Supratrokleer üçgen (ST)	Okülomotor ve trokleer sinirler arasındaki boşluk Bu iki sinir ve iki sinirin dura girişi noktasından bir çizgiyle çizilen bir arka sınır ile oluşan üçgendir.
İnfratrokleer üçgen (IT/Parkinson üçgeni)	Lateralinde Okülomotor, medialinde trokleer sinir, posterioru bu iki sinir arasındaki tentorial kenardır.
Anteromedial üçgenin (AM/Mullan üçgeni)	Medialinde trigeminal sinirin oftalmik bölümü, lateralinde maksiller bölümü ve tabanı orta kranyal fossa duvarı üzerinden süperior orbital fissürünü foramen rotunduma bağlayan bir çizgiden oluşur.
Anterolateral üçgen (AT)	Medial trigeminal sinirin maksiller bölümü, laterali mandibular bölümü (V3), tabanı foramen rotundumu ve foramen ovaleyi birleştiren bir çizgiden oluşur.
Posteromedial orta fossa üçgeni (AKA Kawase üçgeni)	Laterali greater süperfiyal petrosal sinirin (GSPN) medial kenarı, medial petröz sırt, anterioru trigeminalin mandibular bölümü.
Posterolateral orta fossa üçgeni (Glasscock)	GSPN'nin V3 ve foramen spinosumun altında kesiştiği çizginin lateralinde bulunur, yan sınırı foramen spinosum ile genikulat ganglion arasındaki çizgidir, tabanı GSMPN'dir.
Paraklival inferomedial üçgen (PCIM)	Kavernoöz sinüsün arka duvarını oluşturan durayı içerir. Medial posterior klinoid proseten abduşensin dural girişine kadar uzanan çizgi, laterali posterior klinoid proseten trokleer sinirin dural girişine kadar uzanan çizgi, tabanı abduşens siniri ile trokleer sinirin dural girişinden uzanan çizgidir.
Paraklival inferolateral üçgen (PCIL)	Anterioru abduşens sinirinin dural girişinden ve trokleer sinirin dural girişinden uzanan bir çizgi, laterali trokleer sinir ve petrosal venin girişinden uzanan çizgi, posterioru abduşens sinirinin dura girişinden petrosal vene kadar uzanan çizgidir.

KS: Kavernoöz sinüs, **ACP:** Anterior klinoid process.

tamamlanmamış endovasküler tedaviye ek olarak kullanılabilir. Tedavi hedefi 30-40 Gy ışınlanır. Lakin radyasyon sonrası vasküler tromboz yavaş ve ilerleyici bir süreçtir ve yaklaşık 2 yıl sürer. Direkt ve yüksek akımlı KKF'lerde ancak embolizasyon ve/veya cerrahi tedavi yetersizse kullanılabilir (7,16).

Günümüzde KKF'ler modern tekniklerle %80'in üzerindeki kür oranları ile endovasküler tedavi ilk seçenektir. Endovasküler yöntem operatörün veya kurumun tercihine, fistülün anatomisine bağlı olarak seçilir.

Direkt KKF embolizasyon: Tedavinin amacı, IKA açıklığı korunurken IKA ve KS arasındaki yırtığı tıkmaktır. Balonla transarteriel obliterasyonu, ipsilateral kavernöz sinüsün koiller veya diğer embolik materyaller (n- butyl cyanoacrylate (n-BCA) ve etylene-vinyl alcohol copolymer (EVOH)) transarteryal veya transvenöz obliterasyonu, fistül boyunca kapalı stent yerleştirilmesi ile yapılabilir. Nadir de olsa defektin onarılmadığı durumlarda IKA'nın sakrifiye edilmesi gerekebilir. Transarteryal embolizasyon sırasında embolik materyalin distal intrakranial bölgeye geçişini engellemek için yırtığın distaline geçici balon



Şekil 4: Karotid-kavernöz fistüllerin yönetiminin özet şematik algoritması.

yerleştirilebilir. İKA'da defekt büyükse koiller ve balonlar yırtıktan parent damarlara geçerek serebral iskemilere sebebiyet oluşturabilirler. Transarteryel yol ile proksimal İKA'ya ulaşılması, ciddi tortioze damarların olması gibi durumlarda alternatif olarak transvenöz yol kullanılabilir. Genellikle posterior yaklaşımla internal juguler ven ve inferior petrozal sinüs (IPS) ile KS'e ulaşarak şant onarılır. IPS'den ulaşılıyorsa alternatif olarak anterior yaklaşımla fasiyel ven ve süperior oftalmik ven ile ulaşılabilir. Diğer alternatif yollar ise; kontralateral pterigoid pleksus, süperior petrozal sinüs, kortikal venler, transorbital ponksiyon ve inferior oftalmik ven yoluyla ulaşılabilir (7,11,24).

İndirekt KKF embolizasyon: Tedavinin amacı fistülün iletişimini kesip KS içindeki basıncı azaltmaktır. Transarteryel embolizasyonla fistülü besleyen arteryal dalların tıkanması veya transvenöz yolla fistülün iletişimini bulunduran KS'ün tıkanmasıdır. Transarteryel yolla indirekt düşük akımlı fistüller genel itibari ile küçük, kıvrımlı anatomik yapı ve çoklu ateryel besleyicilerin bulunması nedeniyle zordur ve tam tıkanma için birden çok seans gerektirebilir. Genel prosedür fistülü besleyen küçük meningeal dalların distal kateterizasyonudur. Transvenöz embolizasyon transarteryel yola göre uzun vadeli başarı oranları daha yüksek ve yöntem olarak daha basit olması nedeniyle indirekt KKF'ler için tercih edilen bir yöntem olmuştur. En sık kullanılan yol IPS'dir ve eğer ulaşılıyorsa alternatif olarak pterigoid venöz pleksus, süperior petrozal sinüs, fasiyel ven ve süperior oftalmik ven kullanılabilir. Tek başına veya kombinasyon hâlinde koiller, n-BCA ve EVOH kullanılabilir. Koiller yeniden yerleştirilebilmeleri, radyopak olmaları nedeniyle ve sıvı embolik ajanların farklı kompartmanlara nüfuz edebilmeleri nedeniyle ağırlıklı olarak tercih edilirler (7,11,19).

Endovasküler tedavinin komplikasyonları nadirdir ve bildirilen komplikasyonlar olarak serebral enfarktür, subaraknoid kanama, intraserebral kanama, sinüs rüptürü, görme keskinliğinde azalma, oftalmopleji, diyabet inspidus, retroperitoneal hematoma, femoral ven trombozu, kranial sinir felçleri sayılabilir (7,11,19,24).

KKF'ler nadir gözükmeyle beraber çoğunlukla akut semptomlar veya travma sebebiyle başvurmaları nedeniyle tedaviye ihtiyaç duyarlar. Genel itibari ile A tip fistüller yüksek akış travma sonrası gelişen fistüllerdir. Kapatılması için müdahaleye ihtiyaç duyarlar, birinci seçenek endovasküler tedavidir ve radyo cerrahinin yeri yoktur. Barrow B, C, D Tip fistüller düşük akışlı olmaları nedeniyle spontan kapanma gözlemlenebilir ve semptomatik tedavi ile izlenebilirler. Manual karotid-juguler kompresyon tedavisi uygulanabilir ya da radyocerrahi tedavi uygulanabilir. Lakin yakın takip edilmelidirler. Özellikle ilerleyici göz bulgularının sinsi olabileceği unutulmamalıdır. Hangi tip olursa olsun veya hangi yöntem tercih edilirse edilsin ilk başta ve takiplerde acil cerrahi endikasyonlar ve kanama riskini yükseltici sebepler kontrol edilmelidir. Acil tedavi endikasyonları Tablo V'de ve karotid-kavernöz fistüllerin yönetiminin şematik özeti Şekil 4'de sunulmuştur (2,4,8,9,11,17,21,25).

■ SONUÇ

KKF'ler nadir olarak gözükken, akut veya sinsi ortaya çıkabilen vasküler patolojilerdir. Floroskopik görüntüleme, kateter tasarımları, embolik ajanlar, stentlerdeki gelişmeler, endovasküler

Tablo V: Acil Tedavi Endikasyonları

Acil tedavi endikasyonları	
Anjiyografik bulgular	Klinik belirti ve semptomlar
Psödoanevrizma	Kafa içi basınç artışı
Kavernöz sinüste büyük varis	Hızlı ilerleyen proptozis
Kortikal venlere venöz drenaj	İntraserebral, subaraknoid kanama, epistaksis
Uzak venöz çıkış yollarında tromboz	Geçici iskemik atak

tekniklerdeki gelişmeler ve tecrübelerin artması ile birlikte karotid kavernöz fistüllerin tedavisi için birincil tedavi hâline gelmiştir. Endovasküler yaklaşım, her fistülün tipine, anatomisine göre uyarlanmalıdır. Endovasküler teknikler hakkında artan bilgilerle, acil olgularda bile İKA korunarak daha yüksek başarı oranları elde edilebilir. Seçilmiş olgularda açık cerrahi, radyo-cerrahi veya konservatif tedavi de tedavi seçenekleri arasındadır. Çoğu olguda uygun tedaviden sonra düşük nüks oranlarıyla semptomların düzelmesi beklenebilir. Tedaviyi yapan hekimler, KKF için endovasküler ve kombine cerrahi-endovasküler tedavi seçeneklerinin farkında olmalı ve her hastaya özgü uygun seçeneği seçmelidirler.

Araştırma Desteği: Bu araştırma için herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

Veri Güvenliği ve Verilerin Sorgulanması: Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulundan 24237859-64 sayılı etik kurul onayı almıştır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

YAZAR KATKILARI

Çalışmanın fikri veya tasarımı: MOB

Veri toplama: ARG

Veri analizi ve yorumlama: MOB

Makale taslağının hazırlanması: MA

Makalenin kritik revizyonu: MOB

Diğer (çalışma denetimi, fonlar, materyal, vb...): UY

Tüm yazarlar (MOB, MA, ARG, UY) sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son hâlini onaylamıştır.

■ KAYNAKLAR

- Adam CR, Shields CL, Gutman J, Kim HJ, Hayek B, Shore JW, Braunstein A, Levin F, Winn BJ, Vrcek I, Mancini R, Linden C, Choe C, Gonzalez M, Altschul D, Ortega-Gutierrez S, Paramasivam S, Fifi JT, Berenstein A, Durairaj V, Shinder R: Dilated superior ophthalmic vein: Clinical and radiographic features of 113 cases. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg* 34:68-73, 2018. <https://doi.org/10.1097/IOP.0000000000000872>
- Bhattacharjee K, Medhi N, Das Mohapatra SS: Carotid cavernous fistula. *Atlas of orbital imaging [Internet]*. 2023 Apr 3 [cited 2024 Feb 6];513-9. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535409/>. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62426-2_107

3. Chavez-Herrera VR, Campero Á, Ballesteros-Herrera D, Sandoval-Bonilla BA, Perez-Carrillo CA, Soto-Rubio DT, Valladares-Pérez EJ, González-Zavala PA, Castillejo-Adalid LA, Rodríguez-Hernández JJ: Microsurgical and illustrative anatomy of the cavernous sinus, middle fossa, and paraclival triangles: A straightforward, comprehensive review. *Surg Radiol Anat* 45:389-400, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00276-023-03105-y>
4. Cmelo J: Carotid-Cavernous fistula from the perspective of an ophthalmologist. A review. *Cesk Slov Oftalmol* 2020 (Ahead of print)
5. Ellis JA, Goldstein H, Connolly ES, Meyers PM: Carotid-cavernous fistulas. *Neurosurg Focus* 32:E9, 2012. <https://doi.org/10.3171/2012.2.FOCUS1223>
6. Gallardo FC, Bustamante JL, Martin C, Targa Garcia AA, Feldman SE, Pastor F, Orellana MC, Rubino PA, Quesada VQ: Intra- and extradural anterior clinoidectomy: Anatomy review and surgical technique step by step. *Surg Radiol Anat* 43:1291-1303, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00276-021-02681-1>
7. Gemmete JJ, Chaudhary N, Pandey A, Ansari S: Treatment of carotid cavernous fistulas. *Curr Treat Options Neurol* 12:43-53, 2010. <https://doi.org/10.1007/s11940-009-0051-3>
8. Henderson AD, Miller NR: Carotid-cavernous fistula: Current concepts in aetiology, investigation, and management. *Eye* 32:164, 2018. <https://doi.org/10.1038/eye.2017.240>
9. Kai Y, Hamada JI, Morioka M, Yano S, Kuratsu JI: Treatment of cavernous sinus dural arteriovenous fistulae by external manual carotid compression. *Neurosurgery* 60:253-257, 2007. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000249274.49192.3B>
10. Kim D, Choi YJ, Song Y, Chung SR, Baek JH, Lee JH: Thin-section MR imaging for carotid cavernous fistula. *Am J Neuroradiol* 41:1599-1605, 2020. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A6757>
11. Korkmazer B, Kocak B, Tureci E, Islak C, Kocer N, Kizilkilic O: Endovascular treatment of carotid cavernous sinus fistula: A systematic review. *World J Radiol* 5:143, 2013. <https://doi.org/10.4329/wjr.v5.i4.143>
12. Leone G, Renieri L, Enriquez-Marulanda A, Dmytriw AA, Nappini S, Laiso A, Buono G, Marseglia M, Iuliano A, Muto M, Briganti F, Mangiafico S, Limbucci N: Carotid cavernous fistulas and dural arteriovenous fistulas of the cavernous sinus: Validation of a new classification according to venous drainage. *World Neurosurg* 128:e621-631, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.04.220>
13. Meduri A, Oliverio GW, Di Silvestre L, Inferrera L, Fiorini PF, Aragona P: Spontaneous dural carotid-cavernous fistula treated with microcoil insertion. *Appl Sci* 12:10103, 2022. <https://doi.org/10.3390/app121910103>
14. Nunes CF, Lieber S, Truong HQ, Zenonos G, Wang EW, Snyderman CH, Gardner PA, Fernandez-Miranda JC: Endoscopic endonasal transoculomotor triangle approach for adenomas invading the parapeduncular space: Surgical anatomy, technical nuances, and case series. *J Neurosurg* 130:1304-1314, 2018. <https://doi.org/10.3171/2017.10.JNS17779>
15. Önalın A, Gürkaş E, Aykaç Ö, Uysal Kocabaş Z, Özdemir AÖ: Endovascular treatment of carotico-cavernous fistulas: Experiences of two centers. *Türk Beyin Damar Hast Derg* 29:122-128, 2023
16. Park SH, Park KS, Kang DH, Hwang JH, Hwang SK: Stereotactic radiosurgery for dural carotid cavernous sinus fistulas. *World Neurosurg* 106:836-843, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.04.143>
17. Rahmatian A, Yaghoobpoor S, Tavasol A, Aghazadeh-Habashi K, Hasanabadi Z, Bidares M, Safari-kish B, Starke RM, Luther EM, Hajiesmaeili M, Sodeifian F, Fazel T, Dehghani M, Ramezan R, Zangi M, Deravi N, Goharani R, Fathib M: Clinical efficacy of endovascular treatment approach in patients with carotid cavernous fistula: A systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg* 19:100189, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.wnsx.2023.100189>
18. Rama Raj P, Smith V: Anatomical basis of clinical manifestations seen in cavernous sinus syndrome: A narrative review. *Open Ophthalmol J* 15:70-78, 2021. <https://doi.org/10.2174/1874364102115010070>
19. Suzuki VS, Lee DW, Jahan R, Duckwiler GR, Viñuela F: Transvenous treatment of spontaneous dural carotid-cavernous fistulas using a combination of detachable coils and onyx. *AJNR Am J Neuroradiol* 27:1346-1349, 2006
20. Taşcıoğlu AB: Sinus cavernosus'un anatomisi. *Türk Nöroşir Derg* 15:103-106, 2005
21. Texakalidis P, Tzoumas A, Xenos D, Rivet DJ, Reavey-Cantwell J: Carotid cavernous fistula (CCF) treatment approaches: A systematic literature review and meta-analysis of transarterial and transvenous embolization for direct and indirect CCFs. *Clin Neurol Neurosurg* 204:106601, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2021.106601>
22. Thomas AJ, Chua M, Fusco M, Ogilvy CS, Tubbs RS, Harrigan MR, Griessenauer CJ: Proposal of venous drainage-based classification system for carotid cavernous fistulae with validity assessment in a multicenter cohort. *Neurosurgery* 77:380-385, 2015. <https://doi.org/10.1227/NEU.0000000000000829>
23. Tripathy K, Sharma YR, Chawla R, Basu K, Vohra R, Venkatesh P: Triads in ophthalmology: A comprehensive review. *Semin Ophthalmol* 32:237-250, 2017. <https://doi.org/10.3109/08820538.2015.1045150>
24. White JB, Layton KF, Evans AJ, Tong FC, Jensen ME, Kallmes DF, Dion JE, Cloft HJ: Transorbital puncture for the treatment of cavernous sinus dural arteriovenous fistulas. *AJNR Am J Neuroradiol* 28:1415-1417, 2007. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A0663>
25. Williams ZR: Carotid-cavernous fistulae: A review of clinical presentation, therapeutic options, and visual prognosis. *Int Ophthalmol Clin* 58:271-294, 2018. <https://doi.org/10.1097/IIO.0000000000000215>
26. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL, De Oliveira E, Ribas GC: Microsurgical anatomy and approaches to the cavernous sinus. *Neurosurgery* 62:1240-1263, 2008. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000333790.90972.59>