



# Transvers-Sigmoid Sinüs Bileşke Dural Arteriovenöz Fistülleri

## Dural Arteriovenous Fistulas of the Transverse-Sigmoid Sinus Junction

Çetin GENÇ<sup>1</sup>, Yavuz ARAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wisconsin Üniversitesi, Nöroloji Departmanı, Madison, ABD

<sup>2</sup>İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Beyin ve Sinir Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

**Yazışma adresi:** Çetin GENÇ ✉ cgenc@wisc.edu

### ÖZ

Dural arteriovenöz fistül (DAVF), dura yaprakları arasında genişleyen veya venöz sinüsün dural duvarında lokalize arteriovenöz şant olarak tanımlanan bu patoloji, transvers-sigmoid sinüs bileşkesinin anatomik özelliklerine ikincil bu bölgede sık görülmektedir. Etiyolojisi tam olarak aydınlatılmamakla beraber dural yetmezlik üzerinde durulan hipotezler literatürde mevcuttur. Asemptomatikten ciddi nörolojik hasara neden olan klinik seyrinde en sık pulsatil tinnitus, baş ağrısı izlenmektedir. Tüm intrakranyal vasküler şantların %10-15 dural arteri-venöz şantlardır ve transvers-sigmoid sinüs bileşke DAVF'leri bu patolojilerin çoğunu oluşturmaktadır. Mortalite ve morbiditeye belirleyen en önemli faktör venöz reflüdür. Nörolojik disfonksiyonda venöz reflüye ikincil olarak gelişen intrakranyal hemorajiye bağlı olmaktadır. Tedavi modaliteleri konservatif takip, arteriyel veya venöz embolizasyon, mikrocerrahi, radyocerrahi ve bunların kombinasyonlarıdır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Dural arteriovenöz fistül, Anatomi, Sınıflama, Mikrocerrahi

### ABSTRACT

A dural arteriovenous fistula (DAVF) is an arteriovenous shunt enlarging between the leaves of the dura or localized on the dural wall of the venous sinus, and is common in the transverse-sigmoid sinus junction region due to the anatomical features. Although its etiology is not fully elucidated, there are hypotheses on dural insufficiency in the literature. Pulsatile tinnitus and headache are the most common symptoms in the clinical course from asymptomatic cases to severe neurological damage. 10-15% of all intracranial vascular shunts are dural artery-venous shunts, and transverse-sigmoid sinus junction DAVFs constitute most of these pathologies. Venous reflux is the most important factor determining mortality and morbidity. Neurological dysfunction occurs due to intracranial hemorrhage secondary to venous reflux. Treatment modalities are conservative follow-up, arterial or venous embolization, microsurgery, radiosurgery, and combinations of these modalities.

**KEYWORDS:** Dural arteriovenous fistula, Anatomy, Classification, Microsurgery

### ■ GİRİŞ

**D**ural arteriovenöz fistül (DAVF), dura yaprakları arasında genişleyen veya venöz sinüsün dural duvarında lokalize arteriovenöz şanttır. Diğer bir tanımla dural arterler ile genişlemiş venöz sinüsler arasında kapiller yatak olmadan anastomoz oluşmasıdır. Tüm intrakranyal arteriovenöz şantların %10-15'ini oluşturan bu patolojiler hakkında

rapor edilen serilerin çoğunluğunda transvers sigmoid ve karotiko-kavernöz sistem yerleşimli DAVF olguları bildirilmiştir (25). Bu makalede, transvers-sigmoid bölge DAVF'lerin etiyolojisi, patofizyolojisi, anatomisi, klinik özellikleri ve tedavi yaklaşımları sunulmuştur. Yazarlar geçmişte dural arteriovenöz malformasyon tanımını kullanmış olsa da lezyonların edinsel özellik göstermesinden dolayı günümüzde DAVF tanımı uygun bulunmaktadır.

## ■ İNSİDANS, ETİYOLOJİ ve PATOFİZYOLOJİ

Asemptomatik düşük dereceli lezyonlarda yaklaşık %2 kanama oranı bildirilmiştir (19). Kortikal venöz reflüsü olan DAVF'ler agresif seyirli olduğundan tedavi edilmesi gereklidir. Dural arteriyovenöz fistül ve leptomeningeal reflü bulunan 118 olgunun değerlendirildiği bir çalışmada, yıllık hemorajik olmayan nörolojik defisit riski % 6.9 ve yıllık kanama riski % 8.1, yıllık mortalite riski %10.4 olarak sunulmuştur (8). Etiyoloji tam bilinmemekle beraber, predispozan faktörler arasında travma, enfeksiyon, geçirilmiş cerrahi, dural sinüs trombozu, gebelik, doğum ve menopoz, artan sistemik trombotik aktivite, hormonal değişikliklere bağlı artmış anjiogenez, tümörler, otit, sinüzit yer alır (10). Antitrombin, protein C, protein S eksikliği gibi venöz tromboza neden olan edinsel risk faktörlerinin varlığı DAVF ile ilişkili bulunmuştur (11). Etiyolojik faktörlerin sayıca çokluğuna rağmen DAVF insidansının düşük olması, araştırmacıları DAVF patogenezi incelemeye yönlendirmiştir. Dural arteriyovenöz fistül gelişiminde başlatıcı etkenin dural yetmezlik olduğu öne sürülmektedir (1). Oklüzyon veya artan kan akımı nedeniyle gelişen hipertansiyon dural arterler ve venler arasında anormal bağlantılar oluşturur. Uzun süreli yüksek kan akımı nedeniyle damar duvarındaki düz kas hücreleri kalınlaşır, arterlerin iç elastik laminaları katmanlaşır, anjiyogenezisi indükleyen faktörlerin artmasına sebep olur. Anjiyogenetik faktörlerin ve yüksek kan akımının etkisi ile drenaj veni gelişir. Venöz sinüs yetmezliğinin oluşması retrograd venöz akımı meydana getirir. Fistül bağlantıları artar ve nörolojik komplikasyona zemin hazırlar (12).

## ■ ANATOMİ

Dural arteriyovenöz fistüllerin sıklıkla transvers-sigmoid bölgede karşımıza çıkması, bu bölgede çok sayıda besleyici arterin dural sinüslerle yakın komşuluğundan kaynaklanmaktadır. Medial meningeal arter'in distal dalı ve posterior meningeal arter, transvers sinüs (TS) ve torkula bölgesini sularken, oksipital arterin mastoid transosseöz dalı lateral ve paramedian serebellar fossayı ve sigmoid sinüs (SS)'ün proksimalini sulamaktadır. Asendan faringeal arterin juguler ve hipoglossal dalları transvers sigmoid sinüs (TSS) bölgesinin distalini beslemektedir (23) (Şekil 1). Venöz anatomi SSS, torkula, TS, SS, süperior petrozal sinüs, Rosenthal'in bazal veni ve Labbe dahil olmak üzere tüm yüzeyel ve derin venöz sistemi ile yakın komşuluk içerisinde.

Lezyonların fistül noktaları, multipl ve yaygın olup TSS'de konumlanabilir veya drene olmaksızın TSS'nin yakınında bulunabilir (29). Yüzeyel ve derin venöz yapılarda retrograd akıma neden olarak venöz hipertansiyon oluşturabilir. Venöz reflü, beyin sapına ve medüller venöz yapılara kadar ilerleyebilir. Dural arteriyovenöz fistüller sinüs trombozu ile ilişkili olduğundan, TSS komplet oklüde veya parsiyel tromboze olabilir (16,28). Distal venöz akımda daralma, hemoraji ile kuvvetli ilişki gösterir (14).

## ■ KLİNİK PREZANTASYON

Kaynaklarda bildirilen olguların sıklıkla genç-orta erişkin yaş grubunda olduğu dikkati çekmektedir. Semptomatik olgularda

kadın cinsiyet dominansı izlenmektedir. Klinik bulguları arasında etkilenen sinüsteki türbülan akıma bağlı pulsatif tinnitus (%81), baş ağrısı (%15), intrakranyal hemoraji (%10), görme problemleri, nöbet, ender olarak trigeminal nevralji yer alır (9,21). Pulsatif tinnitus hasta tarafından ya da mastoid proses üzerinden oskültasyonla duyulabilir. Leptomeningeal venöz drenaj, variköz veya anevrizmal venöz dilatasyon ve galenik drenaj varlığı kötü nörolojik prognoz ile koreledir (13). Nörolojik disfonksiyon venöz iskemi veya kanama ile sonuçlanan venöz hipertansiyona bağlı gelişir.

## ■ SINIFLAMA

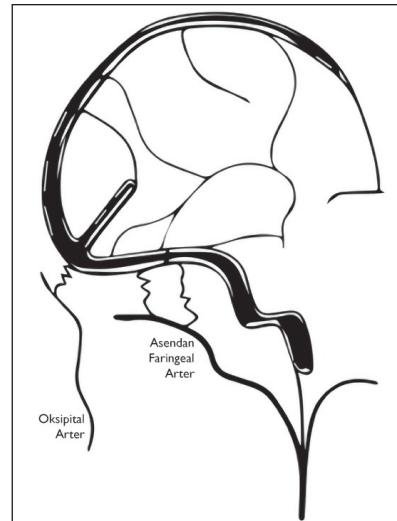
Venöz drenaj paterni DAVF'ler için en önemli prognostik faktördür. Lezyonların venöz drenaj paternini temel alan iki sınıflandırma mevcuttur. Borden sınıflaması, venöz drenaj sahasını ve kortikal venöz reflü varlığını referans alır (15) (Tablo I). Cognard sınıflaması ise dural sinüs drenajının yönü, kortikal venöz reflü varlığı ve venöz çıkış yapısına göre lezyonları alt gruplara ayırır (6) (Tablo II).

Kortikal venöz reflü ile seyreden DAVF olgularında, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme ile kanama, genişlemiş pial damarları ve ak madde ödemi izlenebilir. Görüntüleme standart dijital substraksiyon anjiyografidir. Altı damar anjiyogramı ile DAVF lezyonlarının arteriyel besleyicileri, venöz drenaj paterni ve fistül noktaları belirlenmektedir.

Cognard sınıflamasında, normal antegrad akım ile sinüse drene olan benign lezyonlar Tip I lezyonlar olarak kabul

Tablo I: Borden Sınıflaması

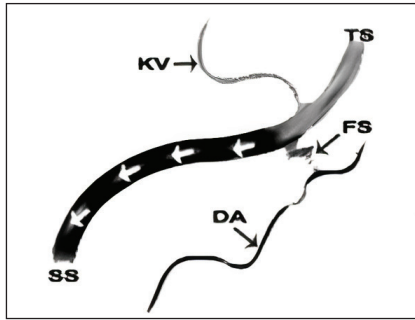
Tip	Venöz drenaj	Kortikal venöz reflü
Benign		
I	Dural sinüs	Yok
Agresif		
II	Dural sinüs	Var
III	Kortikal ven	Var



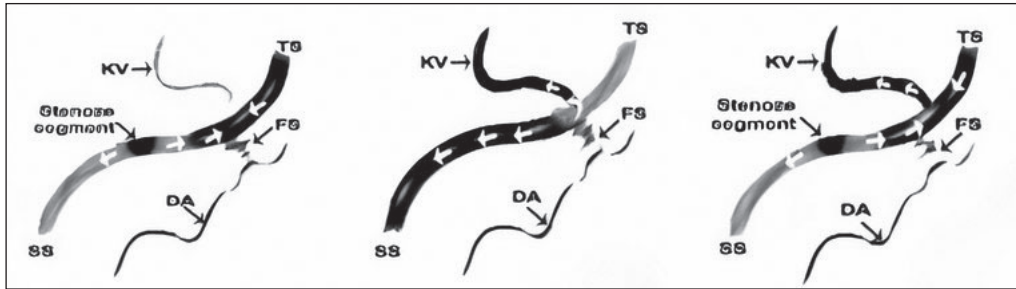
Şekil 1: TSS bölgesi anatomisi.

Tablo II: Cognard Sınıflaması

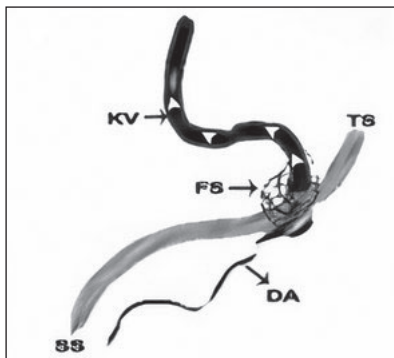
Tip	Venöz drenaj	Akım paterni	Kortikal venöz reflü
Benign			
I	Dural sinüs	Antegrad	Yok
Ila	Dural sinüs	Retrograd	Yok
Agresif			
IIb	Dural sinüs	Antegrad	Var
Ila+b	Dural sinüs	Retrograd	Var
III	Kortikal ven		Var
IV	Kortikal ven		Var + venöz ektazi
V	Spinal perimedüller drenaj		Var



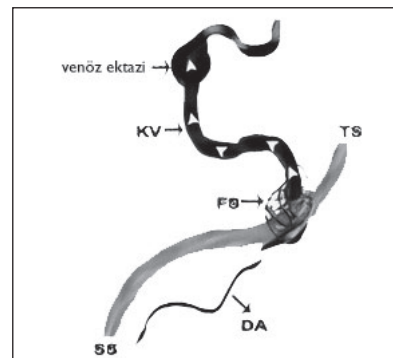
Şekil 2: Cognard Tip I DAVF (KV: Kortikal ven FS: Fistül DA: Dural arter TS: Transvers sinüs SS: Sigmoid sinüs).



Şekil 3: A) Cognard Tip IIa DAVF B) Cognard Tip IIb DAVF C) Cognard Tip IIa + b DAVF (KV: Kortikal ven FS: Fistül DA: Dural arter TS: Transvers sinüs SS: Sigmoid sinüs).



Şekil 4: Cognard Tip III DAVF (KV: Kortikal ven FS: Fistül DA: Dural arter TS: Transvers sinüs SS: Sigmoid sinüs).



Şekil 5: Cognard Tip IV DAVF (KV: Kortikal ven FS: Fistül DA: Dural arter TS: Transvers sinüs SS: Sigmoid sinüs).

edilmektedir (Şekil 2). Lezyonlar genellikle asemptomatiktir ve yüksek oranda spontan tromboze olurlar. Bu nedenle çoğu zaman tedavi edilmelerine gerek yoktur.

Tip II'de venöz drenajda retrograd akım oluşmuştur. Eğer retrograd akım sadece sinüste ise Tip IIa, kortikal venöz yapılarda ise Tip IIb, hem sinüs hem kortikal venöz drenajda ise Tip IIa + b kabul edilmektedir. Kortikal drenajda retrograd akım varlığı agresif seyir lehine değerlendirilir (Şekil 3).

Tip III'de AVF, venöz ektazi olmaksızın, direkt kortikal venöz yapılara drene olmaktadır (Şekil 4).

Tip IV'de AVF, venöz ektazi ile birlikte kortikal venöz yapılara drene olmaktadır (Şekil 5).

Tip V DAVF spinal vene drene olur. Spinal venöz hipertansiyona bağlı myelopati ve nörolojik defisit ile karakterizedir.

Venöz ektazi; 5 mm'den daha büyük ve drenaj veninin çapından üç kat daha büyük bir venöz dilatasyon olması durumunda drenaj veninin ektazik olduğu kabul edilir (6).

## ■ TEDAVİ SEÇENEKLERİ

Transvers-sigmoid bileşke dural arteriovenöz fistülleri basitten komplekse çok sayıda varyasyon içeren vasküler lezyonlardır. Terapötik yaklaşımlar da patolojinin kompleksitesine bağlı değişkendir. Tedavi modaliteleri konservatif takip, arteryel veya venöz embolizasyon, mikrocerrahi, radyocerrahi ve bunların kombinasyonlarıdır.

Leptomeningeal ve kortikal reflüsü olmayan Tip I ve IIa lezyonlarda spontan regresyon öngörülerek konservatif kalınabilir. Kaynaklarda anjiyografi sonrası spontan rezolüsyon gösteren olgular rapor edilmiştir. Davies ve arkadaşları,

Tip I ve IIa DAVF olgularının %81'inde komplet rezolüsyon saptadıklarını ifade etmişlerdir (7). Bunun yanı sıra spontan rezolüsyonun %5 olduğunu, bu nedenle düşük dereceli bir lezyon olsa dahi müdahale edilmesi gerektiğini savunan yazarlar da vardır (27).

Güncel tedavide embolizasyon, TSS bölgesinin cerrahisinde yüksek komplikasyon oranlarının olması nedeniyle, ayrıca transarteriyel embolizasyonun yetersiz kaldığı durumda transvenöz embolizasyon ve sinüse stent implantasyonu ile sinüsün antegrad drenajını tekrar sağlamak gibi endovasküler tedavi modüllerinin artmasıyla son iki dekatta daha yaygın kullanılmaktadır (22,24). Fakat özellikle yüksek dereceli ve embolizasyon sonrası tam oblitere olmamış lezyonlarda mikrocerrahi kendini güncelleyerek yerini almaktadır.

DAVF obliterasyonunun belirli cerrahi prensipleri vardır ve bunlar fistülün konumuna bakılmaksızın uygulanan ana prensiplerdir. Cerrahi tedavide amaç patolojik dural yapraklar arasında venöz bağlantıların maksimal rezeksiyonu ya da koagülasyonu ve arteryalize leptomeningeal venöz bağlantıların obliterasyonunu içerir (15).

İlk adım; drenaj venini ortaya koyan bir kraniotomi planlamaktır. Çünkü çoğu zaman sadece drenaj venini kapatmak tedavi için yeterli olmaktadır. Park-bench pozisyon genelde önerilir ama esnek bir boyunda ipsilateral omuz altına geniş yastık desteği ile supin pozisyon da kullanılabilir. Lomber drenaj beyin retraksiyonunu minimize indirmek için kullanılabilir. Preoperatif anjiyografik görüntülemeler dikkatli bir şekilde gözden geçirilerek, fistülöz bölgede internal ve eksternal karotid arter ve vertebral arterden gelen arteryel bağlantılardan izole edilmelidir. İkinci adım; oksipital ve temporal lobun venöz drenajını koruyarak arteryalize leptomeningeal fistülöz bağlantıların kesilmesidir. Özellikle TSS-DAVF'de sigmoid sinüs'ün 1/3 proksimal'nin anterior yüzüne komşu petröz kemik durasından gelen arteryel beslenmenin kesilmesi önemlidir. Akımın tersine çevrilmiş ya da kırmızı olan venöz yapılar bağlanabilir. Posterior temporal lobdan ve oksipital loptan transvers ya da sigmoid sinüse uzanan perforan venler DAVF eksiyonu sırasında sıklıkla bağlanır. Normal antegrad akımı sağlayan venöz yapıları korumaya özen gösterilmelidir. Özellikle dominant Labbe veni korunmalıdır. Üçüncü adımda, eğer etkilenen sinüs komplet ya da parsiyel oklüde ise sinüs de dahil olmak üzere etkilenen dural patolojinin tamamen ligasyonunu içerir. Sinüsün uzun eksenine paralel insizyonlar yapılarak emilemeyen sütürler ile ligasyon yapılır. Deneyimlerimiz ve literatür dural nidusun eksize edilmesine gerek olmadığını göstermektedir (17). İntraoperatif anjiyografi kullanımı preoperatif anjiyografide görülemeyen fistül noktalarının tanımlanması açısından yararlıdır. Nüks, sıklıkla drenaj veninin doğru şekilde tanımlanmadığı vakalarda olmaktadır. Bu açıdan intraoperatif anjiyografi bu vakalarda değerli bir araçtır. Post-operatif anjiyografi ile DAVF'nin total oklüzyonu konfirme edilir.

Mikrocerrahi yaklaşım, özellikle multiple fistül noktalarının olduğu vakalarda DAVF'nin tamamen ya da uygun bir kısmının skeletonize edilmesini gerektirmektedir. Bu intradiploik dolumu olan ve kraniotominin bile kaldırılmasına izin vermeyen lezyonlarda tamamen skeletonize etmek yüksek tecrübe gerektiren, komplikasyon oranı yüksek ve sinüsün sakrifikasyonu

gibi invaziv bir cerrahiye içerebilir. Bu nedenle bazı olgularda endovasküler kısmi obliterasyon sonrasında mikrocerrahi ile tam obliterasyon sağlanabilir. Yüksek dereceli lezyonlarda komplet oklüzyonu sağlamak amacıyla skeletonize edilmiş sinüsün intraoperatif kanüle edilmesi ve koil ile obliterasyonu yapılabilir (13). Radyocerrahi de bu olgularda alternatif olarak düşünülebilir.

Endovasküler girişimin ön planda olduğu merkezlerde, transarteriyel ve transvenöz, balon-destekli, onyx, koil ve kombinasyonları ile embolizasyon tedavi seçeneklerinin artması ve kür oranlarının yükselmesi sonucunda, DAVF'lerde birincil tedavi olarak endovasküler yaklaşım önerilmekteyse de özellikle TSS-DAVF'lerinde obliterasyon oranları komplike anatomi ve yüksek dereceli lezyonlar nedeniyle %40'ların altına düşmesi nedeniyle mikrocerrahi yaklaşımı veya endovasküler-mikrocerrahi kombinasyonunu yeniden gündeme getirmektedir. Kirsch ve arkadaşları, 150 hastayı içeren çalışmalarında, endovasküler tedavi sonrası %54 anjiyografik kür oranı rapor etmişlerdir (18).

Endovasküler tedavide kümülatif komplikasyon oranı %9'dur (26). Transvenöz (transarteriyel ile birlikte olan ve olamayan) literatür serileri %10 - %42 arasında değişen komplikasyon oranları bildirmiştir. Komplikasyonlar arasında; sinüs veya arter perforasyonu, hedefte olmayan arterlerin kapatılması, rekanalizasyon, intrakranyal kanama, venöz tromboza bağlı iskemi, kranyal sinir paralizileri, koil paketinin endolimfatik sak'a basısı veya kohlear aquaduktun venöz drenajının bozulmasına bağlı iç kulak disfonksiyonu, venöz sisteme embolizan ajanın yayılması ile pulmoner emboli yer almaktadır (3,5). Transvenöz yaklaşım ise güncelliği korumaktadır ve araştırmalarda transvenöz yaklaşımdaki kalıcı komplikasyon oranı %4'tür. Ayrıca, özellikle yüksek dereceli lezyonlarda DAVF nedeniyle sinüs kısmi ya da tam oblitere olabilmektedir. Lezyona ipsilateral ulaşılabilmesi ve transvenöz kontralateral sinüs aracılığıyla torkuladan geçilerek müdahale edilmesi torkula manipülasyonu nedeniyle komplikasyon oranını artırmaktadır. Bu durumda cerrahi yardımcı transvenöz embolizasyona gidilmesi daha yararlı olacaktır (20). Transvenöz yaklaşımın etkinliğini anlamak için ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Endovasküler girişim sonrası oluşabilecek geniş hemorajik enfarkt ve intrasereberral hematoma gibi komplikasyonlarda hematoma boşaltılması, dekompresif kranyektomi gibi majör cerrahi girişimler gerekebilir. Bu nedenle TSS-DAVF'lerde pür endovasküler tedaviyi sağlamak mortalite ve morbiditeyi artırabilir.

Son yıllarda mikrocerrahi; intraoperatif Doppler ultrason, indocyanin-green videoanjiyografi, intraoperatif anjiyografinin kullanılması ve mikrocerrahi yaklaşımların gelişmesi ile tekrar komplike TSS-DAVF'lerin tedavisinde yerini almaktadır.

Radyocerrahi yaklaşımı, hastanın tercihi durumunda veya tedavi modülitesinde en son seçenek olarak düşünülebilir. Radyocerrahi ile tedavi edilen DAVF serilerinde, ortalama 40 aylık takipte, %50-%65 obliterasyon oranları rapor edilmiştir. Ayrıca radyocerrahinin 1-3 seneye varan latent periyodu olduğu ve bu zaman aralığında kanama riskinin azalmadığı hatta kümülatif olarak arttığı unutulmamalıdır. Olguların nörolojik semptomlarda gerileme oranı (%70-86) daha belirgindir (2).

## ■ SONUÇ

TSS-DAVF'leri ciddi nörolojik komplikasyonlara neden olabilen, tedavisi multidisipliner yaklaşım gerektiren ve nadir olması nedeniyle tecrübenin kısıtlı olduğu, zor patolojilerdir. DAVF olgularında, modern mikrocerrahi prensiplerin uygulandığı tecrübeli merkezlerde mikrocerrahi girişim terk edilme-  
melidir.

## ■ KAYNAKLAR

1. Awad IA, Barrow DL: Dural arteriovenous malformations, first edition, Illinois, USA: American Association of Neurological Surgeons Publications, 1993
2. Baek HG, Park SH, Park KS, Kang DH, Hwang JH, Hwang SK: Stereotactic radiosurgery for dural arteriovenous fistulas involving the transverse-sigmoid sinus: A single center experience and review of the literatures. *J Korean Neurosurg Soc* 62(4):458-466, 2019
3. Baltsavias G, Richter J, Hegemann S, Valavanis A: Complications of sigmoid sinus transvenous occlusion for the endovascular treatment of dural arteriovenous shunts with emphasis on inner ear dysfunction. *World Neurosurg* 88:41-48, 2016
4. Borden JA, Wu JK, Shucart WA: A proposed classification for spinal and cranial dural arteriovenous fistulous malformations and implications for treatment. *J Neurosurg* 82:166-179, 1995
5. Clarencon F, Di Maria F, Gabrieli J, Carpentier A, Pistochi S, Bartolini B, Zeghal C, Chiras J, Sourour NA: Double-lumen balloon for Onyx(R) embolization via extracranial arteries in transverse sigmoid dural arteriovenous fistulas: Initial experience. *Acta Neurochir (Wien)* 158:1917-1923, 2016
6. Cognard C, Gobin YP, Pierot L, Bailly AL, Houdart E, Casasco A, Chiras J, Merland JJ: Cerebral dural arteriovenous fistulas: Clinical and angiographic correlation with a revised classification of venous drainage. *Radiology* 194:671-680, 1995
7. Davies MA, TerBrugge K, Willinsky R, Coyne T, Saleh J, Wallace MC: The validity of classification for the clinical presentation of intracranial dural arteriovenous fistulas. *J Neurosurg* 85(5):830-837, 1996
8. Davies MA, Ter Brugge K, Willinsky R, Wallace MC: The natural history and management of intracranial dural arteriovenous fistulae, part 2: aggressive lesions. *Interv Neuroradiol* 3(4):303-311, 1997
9. de Paula Lucas C, Zabramski JM: Dural arteriovenous fistula of the transverse-sigmoid sinus causing trigeminal neuralgia. *Acta Neurochir (Wien)* 149:1249-1253, 2007
10. Gupta A, Periakaruppan A: Intracranial dural arteriovenous fistulas: A review. *Indian J Radiol Imaging* 19(1):43-48, 2009
11. Gerlach R, Yahya H, Rohde S, Böhm M, Berkefeld J, Scharrer I, Seifert V, Raabe A: Increased incidence of thrombophilic abnormalities in patients with cranial dural arteriovenous fistulae. *Neurol Res* 25:745-748, 2003
12. Hamada Y, Goto K, Inoue T, Iwaki T, Matsuno H, Suzuki S, Matsushima T, Fukui M, Miyake E: Histopathological aspects of dural arteriovenous fistulas in the transverse-sigmoid sinus region in nine patients. *Neurosurgery* 40:452-458, 1997
13. Houdart E, Saint-Maurice JP, Chapot R, Ditchfield A, Blanquet A, Lot G, Merland JJ: Transcranial approach for venous embolization of dural arteriovenous fistulas. *J Neurosurg* 97:280-286, 2002
14. Hu YS, Lin CJ, Wu HM, Guo WY, Luo CB, Wu CC, Chung WY, Liu KD, Yang HC, Lee CC: Lateral sinus dural arteriovenous fistulas: Sinovenous outflow restriction outweighs cortical venous reflux as a parameter associated with hemorrhage. *Radiology* 285:528-535, 2017
15. Kakarla UK, Deshmukh VR, Zabramski JM, Albuquerque FC, McDougall CG, Spetzler RF: Surgical treatment of high-risk intracranial dural arteriovenous fistulae: Clinical outcomes and avoidance of complications. *Neurosurgery* 61(3):447-459, 2007
16. Kamio Y, Hiramatsu H, Yamashita S, Kamiya M, Sugiura Y, Namba H: Dural arteriovenous fistula of the transverse and sigmoid sinus manifesting ascending dysesthesia: Case report and literature review. *NMC Case Rep J* 2:4-8, 2015
17. Kawaguchi S, Sakaki T, Morimoto T, Hoshida T, Nakase H: Surgery for dural arteriovenous fistula in superior sagittal sinus and transverse sigmoid sinus. *J Clin Neurosci* 7 Suppl 1:47-49, 2000
18. Kirsch M, Liebig T, Kuhne D, Henkes H: Endovascular management of dural arteriovenous fistulas of the transverse and sigmoid sinus in 150 patients. *Neuroradiology* 51:477-483, 2009
19. Lasjaunias P, Berenstein A: Surgical neuroangiography. Dural arteriovenous shunts. Vol 2.2. Germany: Springer-Verlag, 2004:565-607
20. Liu JK, Choudhry OJ, Barnwell SL, Delashaw JB Jr, Dogan A: Single stage transcranial exposure of large dural venous sinuses for surgically-assisted direct transvenous embolization of high-grade dural arteriovenous fistulas: Technical note. *Acta Neurochir (Wien)* 154(10):1855-1859, 2012
21. Lv X, Jiang C, Li Y, Liu L, Liu J, Wu Z: Transverse-sigmoid sinus dural arteriovenous fistulae. *World Neurosurg* 74(2-3):297-305, 2010
22. Lv X, Jiang C, Li Y, Yang X, Wu Z: Intraarterial and intravenous treatment of transverse/sigmoid sinus dural arteriovenous fistulas. *Interv Neuroradiol* 15:291-300, 2009
23. Murphy KJ, Gailloud P, Venbrux A, Deramond H, Hanley D, Rigamonti D: Endovascular treatment of a grade IV transverse sinus dural arteriovenous fistula by sinus recanalization, angioplasty, and stent placement: Technical case report. *Neurosurgery* 46:497-500, 2000
24. Naito I, Iwai T, Shimaguchi H, Suzuki T, Tomizawa S, Negishi M, Sasaki T: Percutaneous transvenous embolisation through the occluded sinus for transverse-sigmoid dural arteriovenous fistulas with sinus occlusion. *Neuroradiology* 43:672-676, 2001
25. Newton TH, Cronqvist S: Involvement of dural arteries in intracranial arteriovenous malformations. *Radiology* 93:1071-1078, 1969
26. Olteanu-Nerbe V, Uhl E, Steiger HJ, Yousry T, Reulen HJ: Dural arteriovenous fistulas including the transverse and sigmoid sinuses: Results of treatment in 30 cases. *Acta Neurochir (Wien)* 139:307-318, 1997
27. Olutola PS, Eliam M, Molot M, Talalla A: Spontaneous regression of a dural arteriovenous malformation. *Neurosurgery* 12:687-690, 1983
28. Takemoto K, Higashi T, Sakamoto S, Inoue T: Successful sinus restoration for transverse-sigmoid sinus dural arteriovenous fistula complicated by multiple venous sinus occlusions: The usefulness of preoperative computed tomography venography. *Surg Neurol Int* 6:137, 2015
29. Xu K, Yang X, Li C, Yu J: Current status of endovascular treatment for dural arteriovenous fistula of the transverse-sigmoid sinus: A literature review. *Int J Med Sci* 15(14):1600-1610, 2018