TÜRK RADYOLOJİ DERNEĞİ

TÜRK RADYOLOJİ SEMİNERLERİ

Trd Sem 2024;12(3):581-601

Spinal Vasküler Patolojiler

Spinal Vascular Pathologies

Cihat Pınarcı, Celal Çınar

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Spinal kord vasküler anatomisinin bilinmesi
- Kord iskemisinin değerlendirilmesi
- Spinal kanamalarda ayırıcı tanı
- Spinal anevrizma görüntülenmesi
- Spinal vasküler malformasyonların görüntüleme bulguları ve sınıflandırılması

Pınarcı C, Çınar C. Spinal vascular pathologies. *Trd Sem.* 2024;12(3):581-601.

ÖZ

Spinal vasküler patolojiler nadir görülen, yıkıcı sonuçlara neden olan hastalıklardır. Ancak erken tanı ve tedavi hastanın hayatını değiştirebilir. Başvuru şikayetleri, iskemi ve kanamada akut başlangıçlı iken vasküler malformasyonlarda sinsi ve progresiftir. Kavernöz malformasyonlarda epizodik semptomlar görülebilir. Bu nedenle klinik bulgularının detaylandırılması, uygun anamnez alınması ve görüntüleme bulgularının doğru değerlendirilmesi doğru tanı için elzemdir. Tanıda ilk başvurulması gereken görüntüleme yöntemi manyetik rezonans görüntüleme (MRG) olmakla birlikte, iskemi şüphesinde difüzyon ağırlıklı görüntüleme, anevrizma ve vasküler malformasyon şüphesinde MR anjiyografi veya bilgisayarlı tomografi anjiyografi görüntülemeye eklenmelidir. Özellikle vasküler malformasyonlarda tanı ve tedavide spinal anjiyografi altın standart yöntemdir. Bu patolojilerde ilk seçenek tedavi yöntemi endovasküler yöntemlerdir.

Anahtar Kelimeler: Spinal kord iskemisi, spinal kanama, anevrizma, vasküler malformasyon

ABSTRACT

Spinal vascular pathologies are rare diseases that can lead to devastating outcomes. However, early diagnosis and treatment can be life-changing for the patient. While ischemia and hemorrhage present with acute onset symptoms, vascular malformations show insidious and progressive deterioration. Cavernous malformations may exhibit episodic symptoms. Therefore, detailing clinical findings, taking an appropriate medical history, and accurately evaluating imaging findings are essential for correct diagnosis. Although magnetic resonans imaging (MRI) is the primary imaging modality for diagnosis, diffusion-weighted imaging should be added if ischemia is suspected, and MR or computed tomography angiography should be included if aneurysm or vascular malformation is suspected. Especially in vascular malformations, spinal angiography is the gold standard for diagnosis and treatment. Endovascular methods are the first-line treatment options for these pathologies.

Keywords: Spinal cord ischemia, spinal hemorrhage, aneurysm, vascular malformation

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

✉ Cihat Pınarcı • cihat.pinarci12@gmail.com

Geliş Tarihi: 10.06.2024 • Kabul Tarihi: 08.10.2024

doi: 10.4274/trs.2024.24152

Copyright© 2024 Yazar. Türk Radyoloji Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.
Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makaledir.

GİRİŞ

Spinal kord patolojilerinin küçük bir kısmını oluşturan vasküler hastalıklar, nörolojik sonuçları kötü ve hayat kalitesini belirgin bozan patolojilerdir. Klinik bulgular, diğer spinal kord patolojilerinde olduğu gibi akut, subakut ya da kronik olabilir. Doğru tanı koymak için, uygun hikaye ve klinik bulgular varlığında öncelikle bu patolojilerin akla gelmesi gerekir. Başvuru şikayetleri, iskemi ve kanamada akut başlangıçlı iken vasküler malformasyonlarda sinsi ve progresiftir. Kavernöz malformasyonlarda epizodik semptomlar görülebilir. Bulgular çoğu zaman lezyonun seviyesi ile uyumlu olarak spinal kordun ve vasküler yapılarının anatomisi ile ilişkilidir. Bu lezyonlar spinal kord iskemisi, spinal kanama, arteriyel anevrizma, vasküler malformasyonlar ve kavernöz malformasyon alt başlıklarında incelenecektir.

SPİNAL KORDUN VASKÜLER ANATOMİSİ

Arteriyel Anatomi

Spinal kordun arteriyel sistemi, segmental arterler ve dalları, anterior ve posterior spinal arterler (PSA) ve bu yapılar arasındaki kompleks bağlantılardan oluşur. Segmental arterler T3-L4 vertebra seviyesinde aortadan, T3 seviyesi üzerinde supreme interkostal arter, vertebral arterler, asendan ve derin servikal arterlerden köken alır (Resim 1, 2). L5 ve sakrumun vaskülaritesi, internal iliak arterin segmental dalları ve median sakral arter ile sağlanır [1]. Segmental arterlerin spinal dalları, her seviyede dura ve sinir kökünü besleyen radiküler arterleri verir [2]. Radiküler arterler, radikülomedüller ya da radikülopial dallar ile spinal kord beslenmesine katılır [1]. Radikülomedüller arter sayısı 2 ile 14 arasında değişkenlik gösterir ve her vertebra seviyesinde bulunmazlar [2]. En önemli anterior radikülomedüller arter Adamkiewicz arteri'dir (AKA). AKA olguların %89'unda T8 ve L1 arasında tanımlanabilir; en sık sol taraf orijinlidir. Anterior spinal artere (ASA) katılırken tipik "toka (hairpin)" şekli oluşturur [3].

Spinal kordun ön üçte ikisini besleyen ASA, vertebral arterlerden inen dalların C2-4 seviyesinde birleşimiyle oluşur. ASA, omuriliğin anterior sulkusu boyunca kesintili olarak konus medullarise kadar iner. Uzun seyri nedeniyle anterior radikülomedüller arterlerden dallar alır [4, 5]. PSA, ipsilateral vertebral veya posterior inferior serebellar arterlerin dallarından köken alır. Omuriliğin bilateral posterolateral yüzeyi boyunca seyreder ve çeşitli seviyelerde posterior radikülomedüller arterlerden dallar alır [4]. Anterior ve PSA'ların konus medüllaris düzeyindeki direkt bağlantıları dışında aralarında perforator dallar ve spinal kordun periferini besleyen vazokorona adı verilen yoğun pial pleksus bulunur [6].

Venöz Anatomi

Spinal kordun intrinsik venleri pial yüzde venöz pleksus oluşturur. Pial venöz ağ, anterior ve posterior median venlere dökülür [7]. Anterior median spinal ven ve genellikle üç adet posterior median spinal ven, radikülomedüller venler aracılığıyla internal vertebral epidural venöz pleksus ile bağlantı kurar [1]. Anterior ve posterior internal vertebral epidural venöz pleksus spinal kanal içinde yukarı doğru ilerler ve foramen magnumdan geçerek intrakranial venöz sistemle anastomoz yapar. Bazı vertebral venler vertebra içinde yatay olarak seyreder. Eksternal vertebral venöz pleksus vertebral kolonu çevreler. Eksternal vertebral venöz pleksus, intervertebral venler aracılığıyla internal vertebral venöz pleksus ile bağlanır. Bu intervertebral venler, assendan lomber ve azigos venöz sistemlere dökülen segmental venlere boşalır [2, 7, 8].

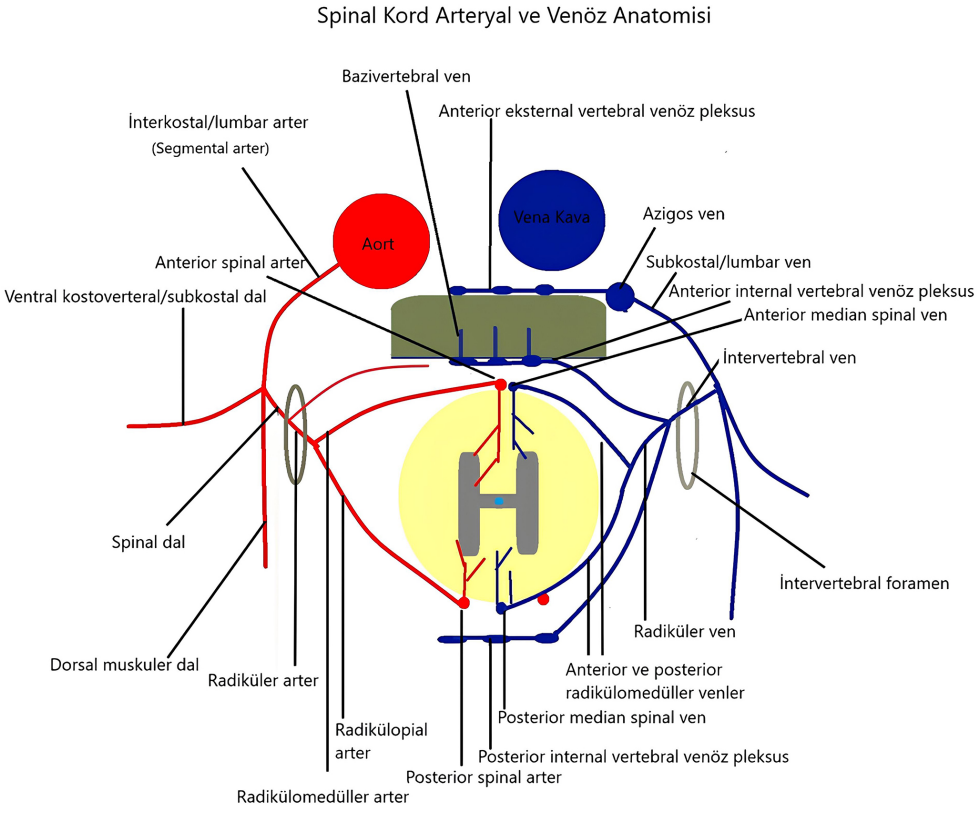
SPİNAL KORD İSKEMİSİ

Spinal kord iskemisi tüm inmelerin %1'inden azını ve akut myelopatilerin %5-8'ini oluşturan nadir bir durumdur. Altıncı dekatta daha sık görülür. En sık tutulum ASA'nın alt torasik düzeyi beslediği bölgedir [9]. Etiyolojisinde, travma,

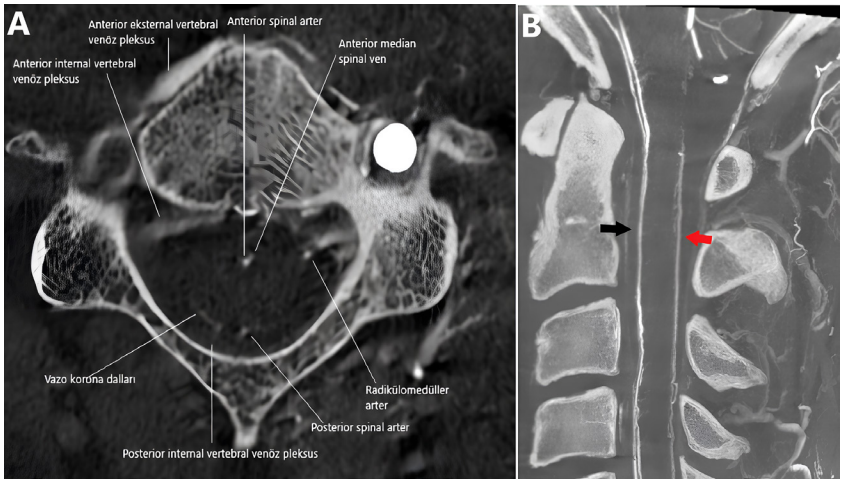
EĞİTİCİ NOKTA

aort diseksiyonu, ateroskleroz, embolik oklüzyon, hipotansiyon gibi patolojilere ek pek çok neden sayılabilir [10]. Yaşlılarda en sık risk faktörü ateroskleroz olup en yaygın neden torakoabdominal aort cerrahisidir [11]. Çocuklarda kardiyak malformasyonlar ve koagülopati gibi nedenler etiyolojide yer almaktadır.

Semptomlar genellikle dakikalar içinde hızlıca gelişir. Hastaların %70 kadarında ani başlangıçlı sırt ağrısı ile kendini gösterir. Bu nedenle



Resim 1. Spinal kord arteriyel ve venöz anatomisi diyagram.



Resim 2. (A) Aksiyel vaso BT görüntüde spinal kord vasküler anatomisi. (B) Sagital planda anterior (siyah ok) ve posterior spinal arter (kırmızı ok). BT, bilgisayarlı görüntüleme.

anjina ya da myokard enfarktüsünü taklit edebilir [12, 13]. Semptomlar tutulan segment ve ilgili artere göre değişkenlik gösterebilir. ASA sendromu özellikle alt ekstremitelerde bilateral güçsüzlük, ani bel ağrısı, motor ve duyu defisiti ve otonom işlev bozukluğu gibi belirtilerle ortaya çıkabilir. PSA bölgelerindeki infarktlar çok nadirdir. Bu hastalarda genellikle posterior kord tutulum belirtileri ile karşılaşılır [14]. Daha nadir klinik sunumlar arasında sulkomissural sendrom, konus medullaris seviyesinde infarkt, merkezi spinal infarktlar ve transvers medüller infarkt bulunmaktadır [15].

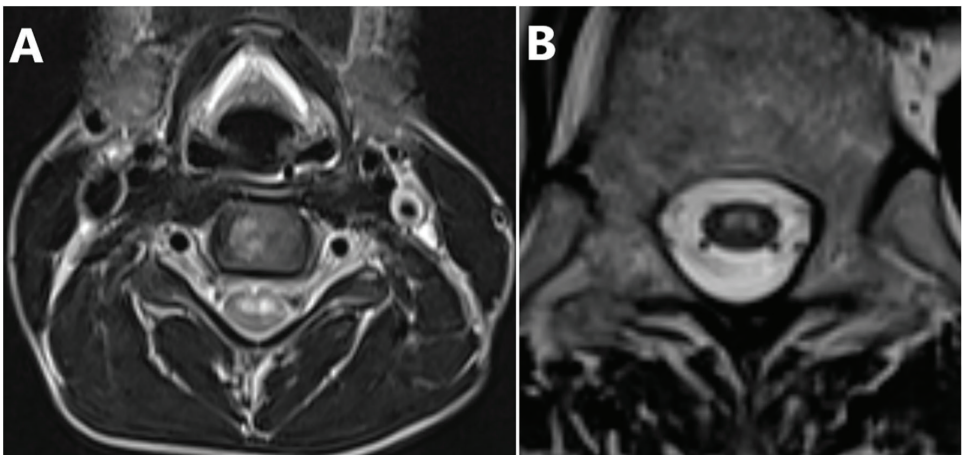
Manyetik rezonans görüntülemede (MRG) hastaların %67'sinde, iskemik spinal kordda, santral kordun periferal kesimden daha çok tutulduğu T2A hiperintensite izlenir [13]. En yaygın görülen patern, ASA iskemisinde anterior boynuzların gri cevherinde aksiyel kesitlerde izlenen, spesifik bir bulgu olmayan ve servikal stenoz ilişkili myelopatilerde de gözlenebilen "baykuş ya da yılan gözü" görünümüdür (Resim 3). Sagital planda kalem benzeri görünüm izlenir [9, 13]. Lezyonlar difüzyon ağırlıklı görüntülerde (DAG) hiperintens, görüntünün difüzyon katsayısı haritasında hipointens olarak izlenir. Uzun bir segmenti etkileyen hafif bir spinal kord şişmesi ve sitotoksik ödem ile uyumlu difüzyon kısıtlaması, spinal kord iskemisini tespit etmek için en yüksek duyarlılığa sahiptir ve ilk hafta boyunca izlenir (Resim 4) [15]. Difüzyon görüntüleme, tüm akut spinal kord miyelopatilerinde önerilmektedir [12]. Aort, vertebral ve lomber arterler gibi besleyici damarların analizi tanıda yardımcıdır. Ayırıcı tanıda yer alan tümöral, enflamatuvar ve enfeksiyöz patolojilerde izlenen kontrastlanma, iskemide akut dönemde izlenmezken subakut dönemde görülebilir [12]. Kronik fazda kordda atrofi gelişebilir [15]. Ayrıca spinal kord, vertebra ve intervertebral diskin ortak kanlanması nedeniyle vertebral korpus infarktı ve intervertebral diskte sinyal değişikliği izlenebilir [15].

Tedavide amaç, spinal kordda sekonder olay gelişimini önlemektir. Beyin omurilik sıvısı (BOS) basıncını düşürmek, dolaylı olarak arteriyel akım direncini düşüreceği için lomber BOS drenajı önerilmektedir [13].

EĞİTİCİ NOKTA

SPİNAL KANAMA

Spinal kanamalar genellikle idiopatik olup, travma, iyatrojenik tanısal ya da tedavi girişimleri, vasküler malformasyonlar, koagülopati ve antikoagülan ilaçlar gibi nedenlerle ortaya çıkabilir. En sık şikayet ağrı olup genellikle kanama seviyesindedir. Ancak ekstremitelere radiküler yayılım gösterebilir [16]. Spinal hematom, kan ürünlerinin evresine göre farklı manyetik özellikleri nedeniyle, MRG'de zaman içinde farklı sinyal özelliklerinde izlenir (Tablo 1). Bu de-



Resim 3. (A, B) İki farklı spinal kord iskemisi olgusunda aksiyel T2A sekansta baykuş ya da yılan gözü görünümü.

ğişim hematom içerisindeki hemoglobinin durumuna ve eritrositlerin membran bütünlüğüne bağlıdır [17]. İntrakranial kanamalarda olduğu gibi spinal kanamalar da epidural, subdural, subaraknoid ve intramedüller olarak sınıflandırılabilir.

1. Epidural Kanama

Spinal epidural hematom (EDH) en sık intraspinal kanama olmasına rağmen nadir görülür [16]. Etiyolojide sıklıkla travma, koagülopati, antikoagülan ilaçlar ve iatrojenik nedenler yer alır [18]. Genellikle epidural venöz pleksus kanamasından kaynaklanır [13]. Hematom olgularının yaklaşık %75'inde dorsal ya da dorsolateral spinal kanalda izlenir [16].

Kontrastsız bilgisayarlı tomografi (BT), hiperdens epidural kitleyi gösterebilir. MRG'de, her iki uçta epidural yağ ile sınırlı, yağ dokusunu silen, geniş tabanlı lens veya bikonveks şekilli hematom izlenir [13]. Epidural hematom, duramater ile sınırlı olduğundan konturu düzgündür. Hematom nedeniyle spinal kanalda anteriora doğru yer değiştiren dura, T2A görün-

EĞİTİCİ NOKTA



Resim 4. (A) Resim 3'deki olgunun sagital T2A sekansta kalem benzeri kord ödemi görünümü. Sırasıyla DAG ve ADC görüntülerde kısıtlanmış difüzyon izlenmekte (B, C). DAG, difüzyon ağırlıklı görüntülerde; ADC, görüntünün difüzyon katsayısı.

Tablo 1. Hematomun evresine göre MRG görünümü

Evre	Kan ürünü	T1A	T2A
Hiperakut (<12 sa)	İntraselüler oksiHb	İzo-hipointens	Hiperintens
Akut (saatler-günler)	İntraselüler deoksiHb	İzointens	Hipointens
Erken subakut (birkaç gün)	İntraselüler metHb	Hiperintens	Hipointens
Geç subakut (hafta-ay)	Ekstraselüler metHb	Hiperintens	Hiperintens
Kronik-erken	Ekstraselüler metHb, ferritin/ hemosiderin duvar	Hiperintens	Hiperintens (hipointens rim)
Kronik-geç	Hemosiderin	İzointens	Hipointens

MRG, manyetik rezonans görüntüleme; Hb, hemoglobin.

tülerde ince hipointens bant (Resim 5) şeklinde izlenebilir [19]. Ekstramedüller spinal kitle ile ayırıcı tanıda kontrastlı inceleme gereklidir [13].

2. Subdural Kanama

Subdural hematom (SDH), çoğu olguda travma, cerrahi işlemler ya da antikoagülan kullanımına sekonder gelişir [20]. Motor semptomlar, duyu kaybı ve ağrı en sık şikayetlerdir [21]. Epidural hematoma benzer şekilde, genellikle torakolumbal bölgede saptanır ve birden fazla segmente uzanır.

Manyetik rezonans görüntülemede, tekal kese içinde sınırlı, epidural yağ ve komşu kemikten ayrı, spinal subaraknoid boşluğu silen, lobüle hemorajik bir kitle olarak izlenir [13]. Hematom posteriorunda, kanamayı epidural yağdan ayıran duraya ait T2A hipointens bant tanımlanabilir. Normal epidural yağ dokusunun görülmesi SDH'yi EDH'den ayıran bir bulgudur (Resim 6). SDH, epiduralin tersine nöral foraminaya uzanmaz. Koleksiyonun süperior ve inferior marjinleri tipik olarak incelerek sonlanır ve epidural yağ şapkası bulgusu yoktur. BT'de duramater iç yüzünde, epidural yağdan ayrılabilen, kresentrik ya da bilobe hiperdens koleksiyon olarak görüntülenebilir. Tekal kese boyunca dentikülat ligamanlar ve dorsal septum ile sınırlandırılan lokule kan, sinir köklerine ve korda basarak klasik "ters mercedes-benz işareti" oluşturur [13, 17].

EĞİTİCİ NOKTA

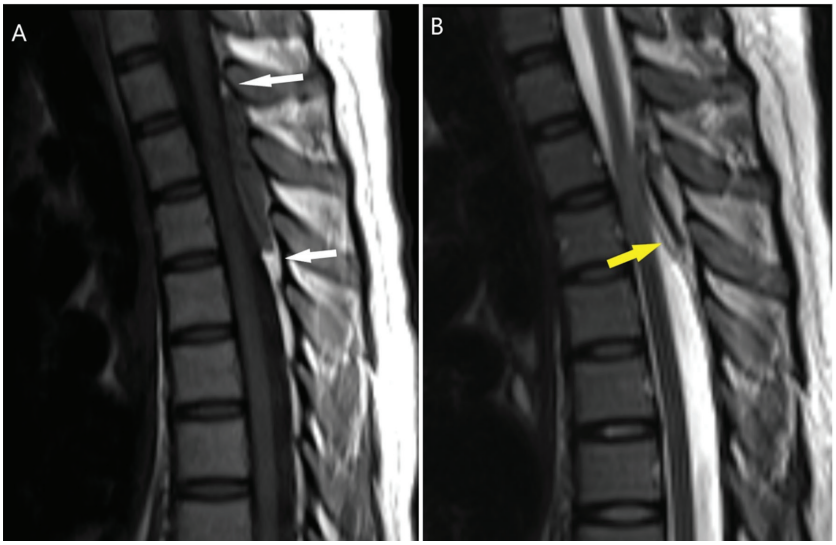
EĞİTİCİ NOKTA

3. Subaraknoid Kanama

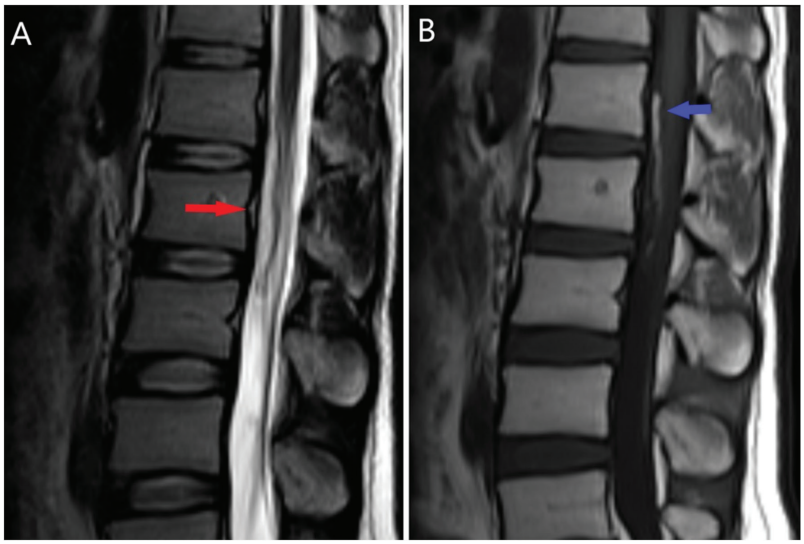
Spinal subaraknoid kanama (SAK) etiyolojisinde en sık nedenler antikoagülanlar, koagülopati, iatrojenik ve non-iatrojenik travmadır [22]. Spinal SAK'nin vasküler nedenleri anevrizma, spinal arteriovenöz malformasyon (AVM), arteriovenöz fistül (AVF) ve hemorajik tümörlerdir [20]. Olguların üçte biri baş ağrısı, ense sertliği, bulantı, kusma gibi serebral semptomlar ile başvurur. Spinal semptomlar akut sırt ağırısı, parsiyel ya da total motor paralizi ve duyu defisitleri gibi şikayetlerdir.

Spinal SAK iki forma ayrılır. İlki kan sedimentasyon bulgusu olarak da tanımlanan BOS boşluğunda seviyelenen kan ürünleri; diğeri, spinal kord ya da sinir köklerinde kitle etkisi oluşturan, kontrastlanmayan, intradural ekstramedüller kitle benzeri kan pıhtısıdır. Sedimentasyon işareti spinal SAK için patognomonik kabul edilir (Resim 7, 8). Seviyelenen kan ürünleri tipik olarak alt lomber düzeyde

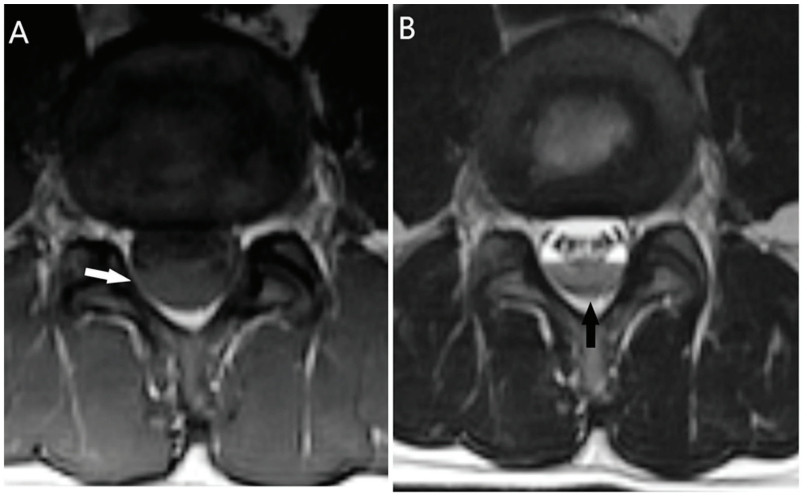
EĞİTİCİ NOKTA



Resim 5. Epidural hematom. (A) Sagital T1A görüntüde posterior epidural boşlukta izointens koleksiyon izlenmekte. Kranial ve kaudal uçta epidural yağ şapkası mevcut (beyaz oklar). (B) Sagital T2A görüntülerde duramater anteriora itilmiş ince hipointens bant olarak izlenmekte (sarı ok).



Resim 6. Subdural hematom. (A) Yağ baskısız sagital T2A görüntüde anterior epidural yağ dokunun korunduğu (kırmızı ok) hiperintens koleksiyon izlenmekte. (B) Sagital T1A görüntülerde hematoma ait hiperintens sinyal mevcut (mavi ok).



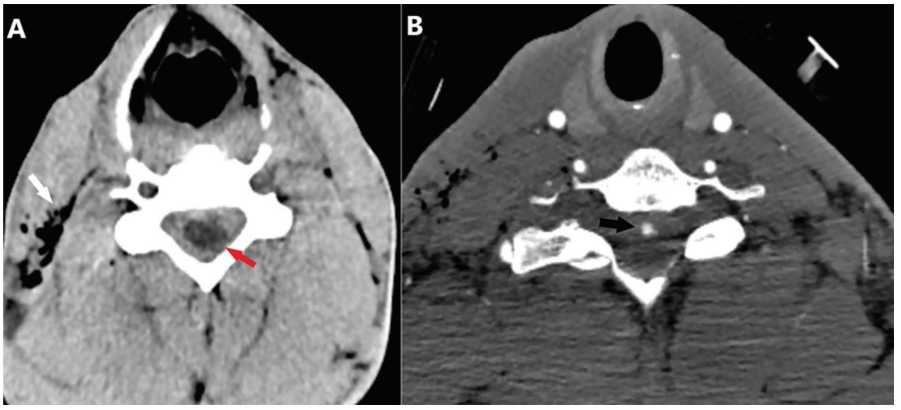
Resim 7. Subaraknoid kanama. (A) Aksiyel T1A (beyaz ok) ve (B) aksiyel T2A (siyah ok) görüntülerde sediment işareti.

izlenir [23]. Duramatere dıştan bası yoktur ve epidural yağ normaldir. Kitle benzeri kanama varlığında, MRG'de kan pıhtısı ile duramater arasında BOS sinyalinin görüntülenmesi, SAK'yi diğer kanama türlerinden ayırt ettirir [24]. Geçirilmiş SAK sonrası dura ve piamater yüzeyleri boyunca uzanan siderozis, T2/gradyan yankı (GRE) sekanslarda düşük sinyal intensitesi ile saptanabilir [17].

EĞİTİCİ NOKTA

4. İntramedüller Kanama

Travma intramedüller kanamanın en sık nedenidir. İntramedüller kavernom ve intradural AVM en sık atravmatik nedenlerdir [25]. Travmatik intramedüller kanama sıklıkla burst fraktür veya dislokasyon yaralanmalarına sekonder direkt kord sıkışması, kontüzyonu ya da nadiren transeksiyonu ile ilişkilidir [25]. Hemoraji



Resim 8. Ateşli silah yaralanması ile gelen olguda, (A) aksiyel kontrastsız BT'de spinal kordu (kırmızı ok) çevreleyen hiperdens subaraknoid kanama. (B) Kontrastlı aksiyel BT incelemede anterior spinal arter düzeyinde psödoanevrizma izlenmekte (siyah ok). BT, bilgisayarlı tomografi.

genellikle kord sıkışmasına yakın alanda, gri cevher içinde santral yerleşimli olup çevresinde kranial ve kaudal uçlarda incelen ödem mevcuttur [26]. MRG intramedüller kanama ve çevresindeki ödeme ek olarak eşlik eden travma bulgularını gösterir. Kord ödemi zamanla artarak 72 saatte pik yaparken, hemoraji alanı stabil kalma eğilimindedir [27]. Ayırıcı tanıda hemorajik kitle lezyonları, kavernom ve vasküler malformasyonlar yer almaktadır. Kontrastlı görüntülemeler hemorajik ependimom gibi yoğun kontrastlanan intramedüller lezyonları gösterebilir. Spinal kavernomu intramedüller hemorajiden ayırmak zordur ancak kavernomda yakın zamanlı kanama yok ise nadiren ödemle ilişkilidir. İntramedüller kanamada genellikle belirgin travma bulgularının eşlik ettiği yoğun ödem bulunur [19].

EĞİTİCİ NOKTA

SPİNAL ARTERİYEL ANEVRİZMA

Spinal arteriyel anevrizma (SAA) oldukça nadir görülen bir patolojidir. En sık ASA'da (%41) saptanmakta olup bunu PSA (%20) izler [28]. Anevrizma en sık servikal (%50) ya da torasik (%30) düzeydedir [20]. Genellikle spinal AVM, AVF, aort koarktasyonu gibi kan akımının arttığı durumlarda ya da spinal vasküler yapıları etkileyen, enflamatuvar, otoimmün, bağ dokusu hastalıkları, tümörler, enfeksiyonlar ve travma süreçlerinde saptanır. Nadiren izole olarak ortaya çıkmaktadır [29-31]. İzole SAA, genellikle spinal ya da radikülomedüller arterde, dallanma noktası dışında, küçük fuziform dilatasyonlar şeklinde gözlenen, net bir boynu olmayan psödoanevrizma ya da dissekan anevrizma [29, 32]. İzole spinal anevrizmaların hemoraji ile başvuru olasılığı (%92,2), spinal AVM ile birlikte olan anevrizmalardan (%79,2) daha sıktır [30]. Olguların %77,9'unda SAK, %14,7'sinde intramedüller kanama mevcuttur [30]. Bazı olgularda anevrizma rüptüre olmaz ancak tromboz ve emboli kaynağı olabilir. Bu da özellikle radikülomedüller arterler gibi majör spinal arterlerde spinal kord iskemisine neden olabilir [33]. Ani başlangıçlı sırt ağrısı en sık başlangıç semptomudur. Ağrının başlangıç noktası tipik olarak anevrizma lokasyonu ile uyumludur [28, 30]. Rüptüre spinal anevrizmaların üçte birinde intakranial SAK mevcuttur. Bu nedenle posterior fossa SAK ile başvuran ancak serebral anjiyogramları negatif olan olgularda, spinal BT/MR anjiyografi yapılmalıdır [34]. Olguların yaklaşık %75'inde spinal BT anjiyografisi ve MR anjiyografisi ile anevrizma gösterilebilir. Bu nedenle bu incelemeler, spinal SAK bulguları olan olguda tercih edilecek görüntüleme yöntemi olmalıdır. Klinik bulguların aort diseksiyonuna çok benzer olması nedeniyle olguların birçoğuna başvuruda BT anjiyografi çekilir. Bu görüntülerin dikkatli incelenmesi, özellikle spi-

nal anjiyografi planlanırken faydalı olabilir [31]. SAA'lar küçük boyutları ve çevredeki kanın artefaktları nedeniyle MRG'de gözden kaçabilir [31, 35]. Spinal anjiyografi anevrizma tanısında altın standart tanı yöntemidir. Spinal anjiyografi, besleyici damarın saptanmasını, lezyon boyutunun değerlendirilmesini, eşlik eden diğer vasküler anomalilerin varlığının gösterilmesini ve potansiyel endovasküler erişimin değerlendirilmesini sağlar [31]. Bazı olgularda anevrizma, içerisindeki trombüs, vazospazm ya da çevredeki kanın kitle etkisi nedeniyle başlangıç anjiyogramlarında gösterilemeyebilir. Bu durumda tekrarlayan incelemeler gerekebilir [28].

EĞİTİCİ NOKTA

TEDAVİ

Rüptüre anevrizmalarda takipte spontan tromboz görülebilir [36]. Bu nedenle tedavide konservatif izlem, endovasküler embolizasyon ve cerrahi seçenekleri mevcuttur. Progresif nörolojik kötüleşme durumunda ya da konservatif takipte regresyon gözlenmediyse tedavi önerilir [28]. Endovasküler ve cerrahi tedaviler, spinal kordun vasküler yapısının karmaşıklığı, besleyici spinal kord arterlerinin küçük boyutu ve spinal kordun vasküler beslenmesinin önemi nedeniyle sınırlıdır [34]. Spinal anevrizmanın disekan doğası nedeniyle anevrizma kesesinin endovasküler olarak koillenmesi nadiren mümkün olmaktadır [31]. Parent arterin koil, sıvı ya da partikül embolizan ile embolizasyonu teknik olarak yapılabilir ancak uygunsuz embolizasyon riski taşıdığından dikkatli planlama önemlidir [29, 31].

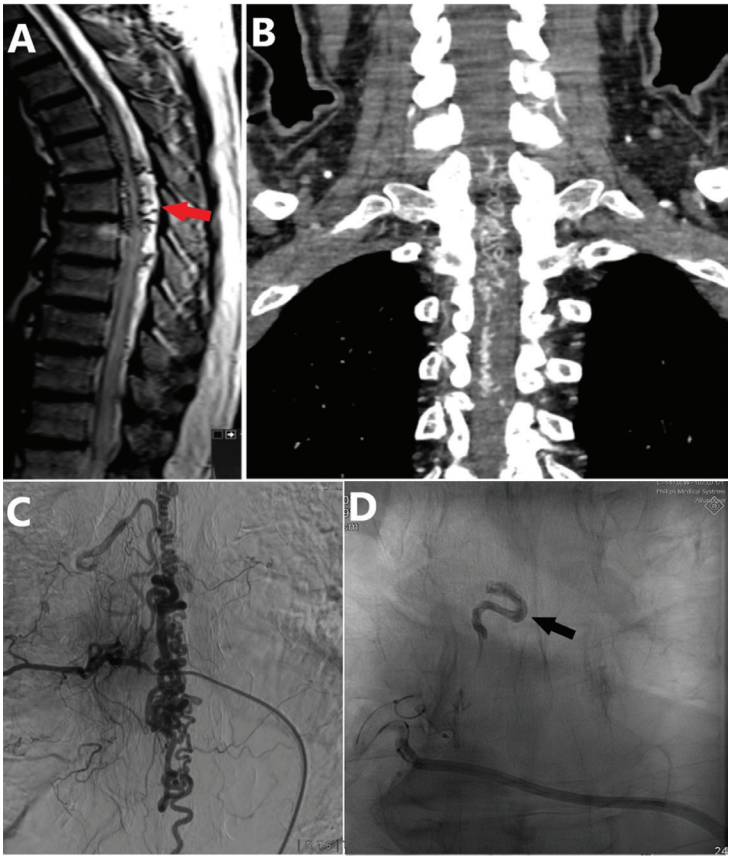
SPİNAL VASKÜLER MALFORMASYONLAR

Spinal vasküler malformasyonlar, intradural spinal lezyonların yaklaşık %3-4'ünü kapsar [37, 38]. Günümüze dek anatomik lokasyonları, vasküler mimarileri, histopatogenezlerine göre pek çok sınıflandırma yapılmıştır [39, 40]. En sık kullanılan sınıflandırmalardan biri olan, Takai [40] tarafından önerilen sınıflandırma Tablo 2'de gösterilmiştir. Spinal vasküler malformasyonların %50-85'ini oluşturan spinal dural AVF en sık görülen malformasyondur [38]. Tanı anında hastaların üçte biri 6. dekattadır ve erkeklerde 5 kat sık görülür [41]. Genellikle orta torasik ve üst lumbar bölgede saptanır [42]. AVM'ler, bir veya daha fazla besleyici arteri bulunan yüksek akımlı lezyonlardır. Genellikle 3. dekatta görülür ancak pediatrik popülasyon-

Tablo 2. Spinal vasküler malformasyon sınıflandırması

Tip	Subtip	Tanım
1		Spinal dural AVF
2		İntramedüller glomus tip AVM
3		İntramedüller juvenil AVM
4		Perimedüller AVM
	a	Tek arterle beslenen basit ekstramedüller fistül
	b	Mono ya da bipediküler besleyici arteri ve dilate drenaj veni bulunan orta boyutlu fistül
	c	Geniş çaplı multipediküle arterleri ve dilate geniş varisleri bulunan dev fistül
5		Ekstradural AVF
	a	Medüller venöz drenaj var
	b	Medüller venöz drenaj yok

AVF, arteriovenöz fistül; AVM, arteriovenöz malformasyon.



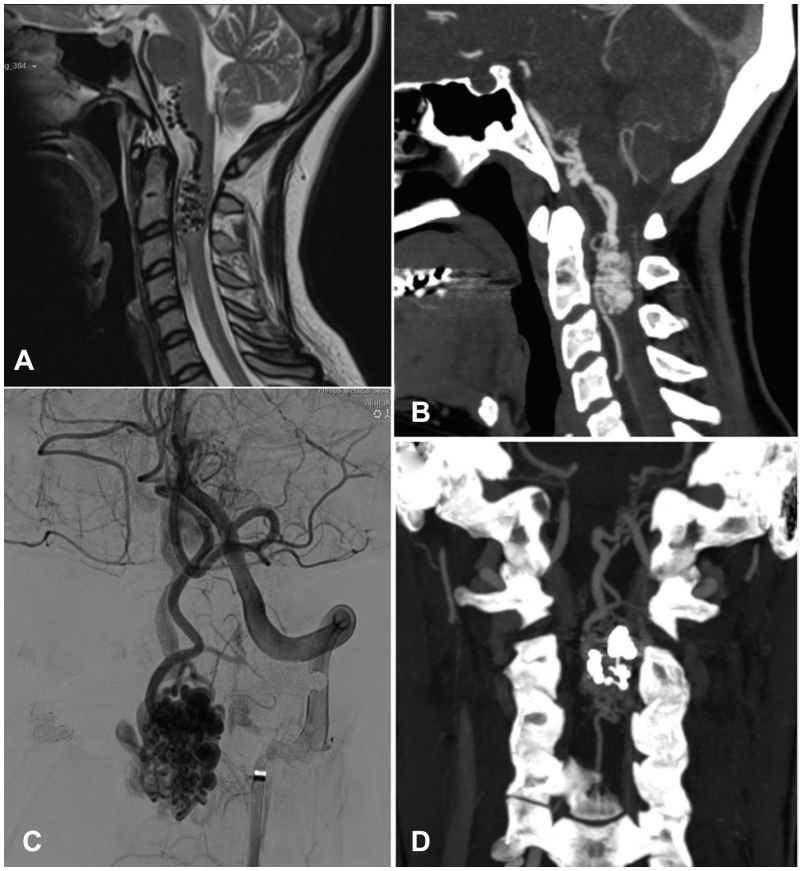
Resim 9. Spinal dural AVF. (A) Sagital T2A görüntülerde kord posteriorunda hipointens tortüöz dilate venler (kırmızı ok) ve spinal kordda uzun segment ödem ile uyumlu sinyal artışı izlenmekte. (B) Koronal BT anjiyografi ve (C), dijital substraksiyon anjiyografi görüntüleri. (D) Endovasküler embolizasyon sonrası Onyx kastı (siyah ok). AVF, arteriovenöz fistül; BT, bilgisayarlı tomografi.

da da tanı alabilir [38]. Sıklıkla torasik (%51) ve servikal (%29) bölge yerleşimlidir. Olguların %29'unda besleyici arterde ya da intranidal yerleşimli anevrizma bulunmaktadır. Spinal vasküler malformasyonların %20-30'unu oluştururlar [43, 44].

Spinal vasküler malformasyonların nörolojik bozukluk oluşturmasının primer mekanizması venöz konjesyon ve venöz hipertansiyon olarak kabul edilir [45]. Arteriovenöz şant varlığı, radiküler venin arteriyalizasyonuna ve kan akışının perimedüller venöz pleksusa tersine dönmesine neden olur. Artan basınca bağlı olarak intradural venöz hipertansiyon gelişir. Buna sekonder kordda ödem, iskemi, kronik hipoksi ve ilerleyici konjestif miyelopati gelişir [42, 46, 47]. Venöz engorjman, venöz varisler ve anevrizmal dilatasyonlar spinal korda ve sinir köklerine bası oluşturabilir. Ayrıca aberan fistüloz bağlantılar, normal spinal kan akımını ve perfüzyon basıncını değiştirerek vasküler çalmaya dolayısıyla kronik iskemiye neden olabilir [48].

Hastalık seyrinde çoğu zaman sinsi ve progresif kötüleşme görülür. Bu olgularda tanı öncelikle spinal vasküler malformasyonların akla gelmesi ile konulabilir. Semptomlar lezyon seviyesine göre değişkendir. Başvuruda genellikle motor nöron bozukluğu, duyu defisitleri, otonom disfonksiyonlar ve ağrı gibi şikayetler mevcuttur. Özellikle ağrı ile başvuran ileri yaşlı olgularda, dejeneratif spondiloartopati gibi patolojilerin ön planda düşünülmesi tanının gecikmesine neden olabilir [41]. Ani başlayan semptomlar, spinal hemoraji ya da kompresyon myelopatisini düşündürür [39]. Olguların %25'i subaraknoid, intraparankimal ya da kombine kanama ile rüptüre olarak gelir [48].

EĞİTİCİ NOKTA



Resim 10. İntramedüller glomus AVM. (A) Sagital T2A görüntülerde servikal spinal kordda, intra ve ekstramedüller komponenti bulunan, ince tortüöz damarlardan oluşan nidus ve dilate perimedüller venler izlenmekte. Sagital BT anjiyografi (B) ve DSA görüntülerde (C) nidus içinde anevrizmatik komponentler mevcut. (D) Tedavi sonrası anevrizmalara ve nidusa yönelik parsiyel embolizasyona ait Onyx kastı hiperdens izlenmektedir. AVM, arteriovenöz malformasyon; BT, bilgisayarlı tomografi; DSA, dijital substraksiyon anjiyografi.

SPİNAL VASKÜLER MALFORMASYONLARIN SINIFLANDIRILMASI

Tip 1: Spinal Dural Arteriovenöz Fistül

İntervertebral foramende, radikülodural arter ve radiküler ven arasında, kapiller ağı bulunmayan anormal intradural bağlantılardır (Resim 9). Genellikle kronik fibrozis ve/veya venöz tromboz ile ilişkili yavaş akımlı patolojilerdir [49]. SAK, kranial dural AVF'lerin tersine daha nadir görülür [41].

Tip 2: İntramedüller Glomus Tipi Arteriovenöz Malformasyon

Beyin AVM'lerine oldukça benzeyen, kompakt nidusu bulunan AVM'dir (Resim 10). Genellikle multipl besleyici arterleri bulunur. Parsiyel ya da total intramedüller olarak yerleşir [50, 51]. Venöz drenaj perimedüller venlere ya da vertebral venöz pleksusa olabilir.

Tip 3: İntramedüller Juvenil Arteriovenöz Malformasyon

En nadir karşılaşılan spinal AVM tipidir. Sadece spinal kordu değil, genellikle dura, ver-

tebra gövdesi, paravertebral kaslar ve deri gibi komşu dokuları da içeren büyük malformasyonlardır [37].

Tip 4: Perimedüller Arteriovenöz Fistül

Spinal kord yüzeyinde bulunan ve nadiren intramedüller kompartmanda yerleşen arteriovenöz şantlardır (Resim 11). Spinal vasküler malformasyonların %8-19'unu oluştururlar [52]. Besleyicileri anterior veya posterolateral spinal arterler, drenaj venleri yüzeyel perimedüller venler olan yüksek akımlı şantlardır [51, 53].

Tip 5: Ekstradural Arteriovenöz Fistül

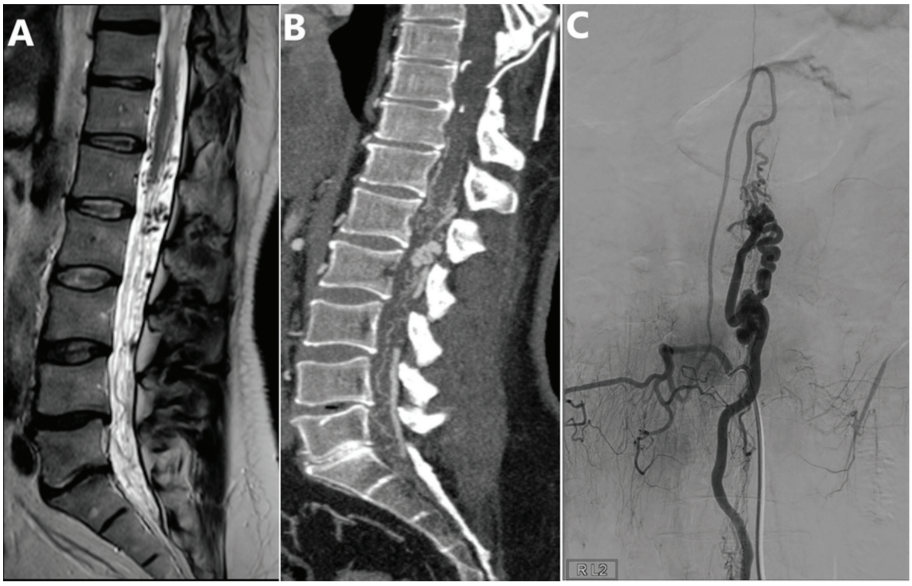
Oldukça nadir görülen ve primer olarak epidural venöz pleksusta yerleşen arteriovenöz şantlardır (Resim 12) [54].

RADYOLOJİK TANI

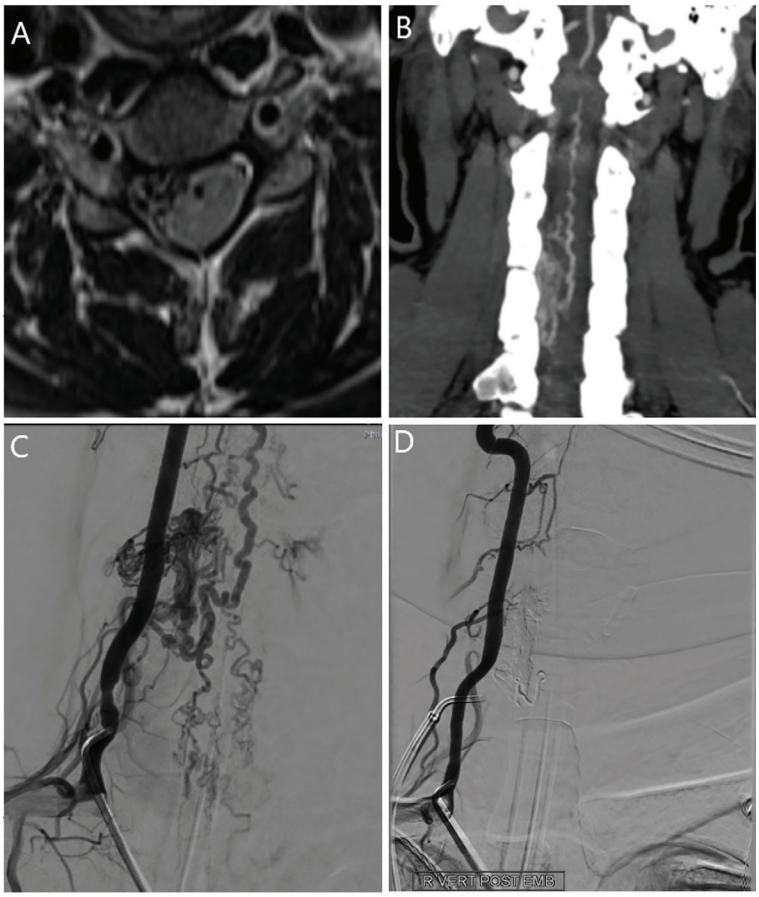
Spinal vasküler malformasyonların büyük kısmını oluşturan tip 1 spinal dural AVF ve tip 4 perimedüller fistülde patofizyolojik mekanizma venöz hipertansiyona bağlı konjesyon ve iskemi olduğundan MRG bulguları benzerdir. Tipik semptomatik hastaların neredeyse tamamında, spinal kordda ödemi ve konjestif myelopatiyi gösteren, genellikle 3 vertebra seviyesinden uzun, santral homojen T2 sinyal artışı görülür [41]. Spinal kord çevresinde, özellikle dorsal subaraknoid boşlukta, genişlemiş pial venleri temsil eden T2A tortüöz signal voidler bulunur [55]. Perimedüller AVF'de, bu venler daha çok kordun ventral yüzü boyunca izlenir [49]. Genişlemiş venler ağır T2 sekanslarda (CISS, FIESTA) daha net görüntülenebilir [42, 56]. Kontrastlı incelemelerde dilate perimedüller venlerde, serpiginöz ve tübüler kontrast tutulumu izlenebilir. Normal perimedüller venler T2A sekanslarda ve kontrastlı incelemelerde görüntülenmezler.

İntramedüller glomus ve juvenil tip AVM'de dilate perimedüller venlere ek olarak, intramedüller yerleşimli, multipl ince damarlardan oluşan, kitlesel formasyon oluşturan nidus bulunur. Nidus, T1A ve T2A serilerde yüksek ve düşük sinyalli alanlar ve sinyalsiz odaklar şeklinde izlenir [38]. Kontrastlı incelemlerde nidusta değişken kontrastlanma izlenebilir [57]. MR ve BT anjiyografi, besleyici arteri, erken dolan

EĞİTİCİ NOKTA



Resim 11. Perimedüller AVF. (A) Spinal konus düzeyinde T2A sekansta perimedüller dilate venler ve kord ödemi izlenmekte. Lezyonun sagital BT anjiyografi (B) ve DSA görüntüleri (C). AVF, arteriovenöz fistül; BT, bilgisayarlı tomografi; DSA, dijital substraksiyon anjiyografi.



Resim 12. Epidural AVF. (A) Aksiyel T2A görüntülerde epidural boşlukta dilate tortüöz venler sinyalsiz yapılar olarak izlenmekte. Lezyonun sagital BT anjiyografi (B) ve DSA görüntüleri (C). (D) Endovasküler embolizasyon sonrası lezyonun kaybolduğu görülüyor. AVF, arteriovenöz fistül; BT, bilgisayarlı tomografi; DSA, dijital substraksiyon anjiyografi.

dilate radiküler veni, lezyon lokalizasyonunu ve uzanımını gösterebilir [58]. Spinal anjiyografi tanı, tedavi planlanması ve lezyonun anatomisini ortaya koymada altın standarttır [49].

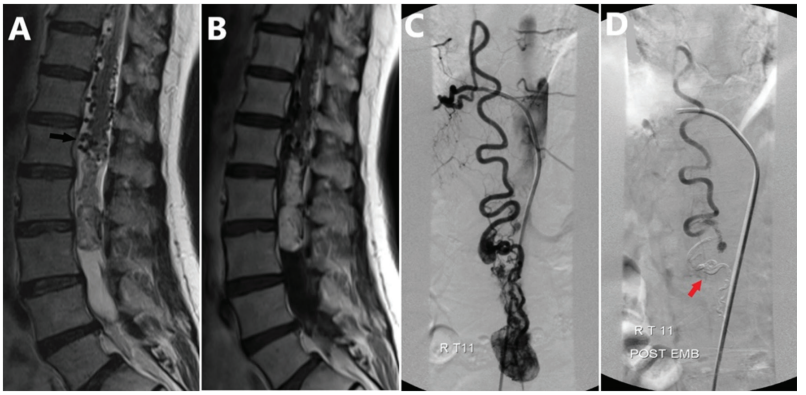
AYIRICI TANI

Spinal kordun vasküler malformasyonlarının ayırıcı tanısında prominent perimedüller ven, aort koarktasyonu, santral spinal stenoz ve Charcot-Marie-Tooth hastalığı gibi yalancı AVF görünümü oluşturan nedenler yer alır. Ayrıca yoğun vaskülarite gösteren paraganglioma, hemanjiyoblastom ve miksopapiller ependimom, dilate ve tortüöz perimedüller venlere neden olarak karışıklığa yol açabilir. Spinal hemanjiyoblastomun, besleyici arteri ve genişlemiş bir drenaj veni ile bulunabilir (Resim 13). Ancak hemanjiyoblastom, masif vaskülarizasyon gösteren, homojen, yoğun kontrastlanan kitle şeklindeyken, AVM homojen olmayan kontrastlanma gösterir. Paraganglioma da homojen yoğun kontrastlanan kitle olarak izlenir. İntramedüller kanama ile başvuran olgularda kavernom, AVM'den ayırt edilemeyebilir. Bu nedenle, intramedüller kanama olan bir hastada AVM'yi dışlamak için spinal anjiyografiye başvurulmalıdır [51].

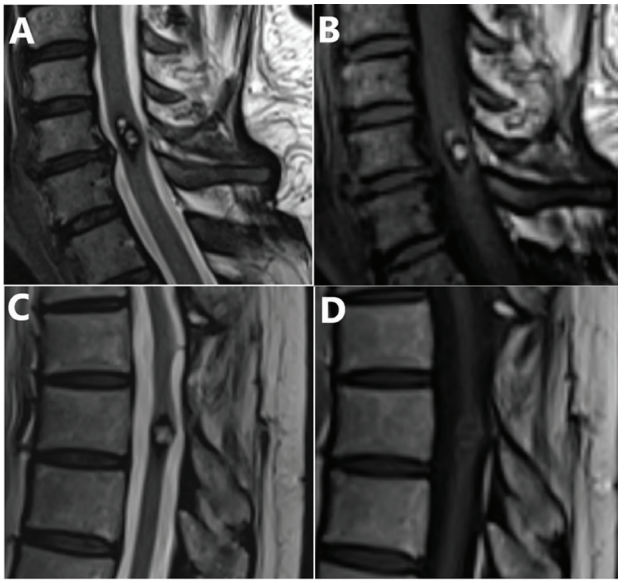
EĞİTİCİ NOKTA

TEDAVİ

Embolizasyon, çoğu arteriovenöz anomalide tercih edilen tedavi yöntemidir. Mikrocerrahi prosedürler diğer bir tedavi seçeneğidir. Endovasküler tedavi prensipleri lezyonun anjiyomimarisi ve anatomik özelliklerinin tam olarak anlaşılması, işlem öncesi tedavi hedeflerinin belirlenmesi (parsiyel ya da total embolizasyon), uygun embolik ajanın seçimi ve hem ameliyat sonrası dönemde hem de uzun vadede dikkatli takibi içerir [50]. Sıvı embolizan ajanlar daha kalıcı oklüzyon ve düşük rekanalizasyon oranları açısından avantajlıdır. Ancak anjiyografide görülemeyen, küçük, normal perforan dalların uygunsuz embolizasyonu riskini barındırmak-



Resim 13. Spinal hemanjiyoblastom. (A) Sagital T2A görüntülerde L2-3 vertebra seviyesinde intradural ekstramedüller hiperintens kitle lezyonu ve kord çevresinde dilate tortüöz venler izleniyor (siyah ok). (B) Sagital kontrastlı T1A görüntüde lezyonda yoğun kontrast tutulumu izleniyor. (C) Lezyonun DSA görüntülerde, T11 seviyesinde anterior spinal arterden beslenen, yoğun vaskülarite ve dilate tortüöz drenaj venleri bulunan lezyon izleniyor. (D) Cerrahi öncesi endovasküler embolizasyon görüntüsü, lezyonun vaskülaritesinin kaybolduğu ve Onyx kastı izleniyor (kırmızı ok). DSA, dijital substraksiyon anjiyografi.



Resim 14. Kavernöz malformasyon. İki farklı olguda hemosiderine bağlı T1A ve T2A sekanslarda tipik periferik hipointens rim ve santral hemorajik sinyal değişiklikleri izleniyor.

tadır [44]. Spinal vasküler malformasyonların endovasküler tedavisinde Glue ve Onyx en çok tercih edilen embolizan maddelerdir [38, 50, 59].

SPİNAL KAVERNÖZ MALFORMASYON

Spinal kavernöz malformasyonlar, tüm kavernöz malformasyonların %5'ini ve spinal vasküler malformasyonların %5-12'sini oluşturur [60, 61]. Ortalama saptanma yaşı 39-42 olmakla birlikte erkek ve kadında eşit olarak görülür. En sık torasik bölgede (%55), sonrasında servikal bölgede (%38) saptanır. Genellikle intramedüller yerleşimlidir [60, 62]. Özellikle ailesel geçiş gösteren tiplerde çok sayıda kavernom bulunabilir [63]. Semptomlar lokalizasyonla ilişkilidir ve tipik olarak lezyon seviyesi altında epizodik sensorimotor semptomlar oluşturur [9]. Yıllık kanama riski %1,4-6,8 arasında olup ortalama %2,1 olarak kabul edilir [60].

EĞİTİCİ NOKTA

Kavernöz malformasyonlar, endotel ile döşeli zengin sinüzoid ve kavernöz boşluklardan oluşur. İçlerinde arteriovenöz şant, belirgin arteryal besleyici ya da drenaj veni bulunmayan yavaş akımlı vasküler malformasyonlardır. Yavaş kan akımı nedeniyle intralezyonel tromboz, kalsifikasyon ve rekanalizasyon görülebilir. Çevrelerinde tekrarlayan mikrohemorajiye sekonder gliozis ve hemosiderin içeren makrofajlar bulunur [6, 15, 64]. AVM'den farklı olarak kavernöz malformasyonda vasküler boşlukların arasına giren normal nöral doku bulunmaz [57].

EĞİTİCİ NOKTA

Bilgisayarlı tomografi görüntülemede, hemoraji, spinal kord genişlemesi ve nadiren kalsifikasyon saptanabilir [64]. İçerdiği değişik evrelerdeki kanama ürünleri ve tromboz nedeniyle MRG'de, T1A ve T2A görüntülerde benekli, patlamış mısır şeklinde, heterojen sinyal intensitesindedir [65]. Lezyon çevresinde T1 ve T2 ağırlıklı sekanslarda, hemosiderine bağlı hipointens periferal rim işareti izlenebilir (Resim 14) [62]. GRE ve duyarlılık ağırlıklı görüntüleme (SWI) sekanslar hipointens blooming artefaktı nedeniyle küçük lezyonları saptamada yardımcıdır [62]. Kontrastlanma genellikle minimaldir ya da yoktur. Kavernomlarda intralezyonel kanama yok ise, genellikle perilezyonel kord ödemi ve kitle etkisi izlenmez [65]. Arteriyel besleyicileri bulunmadığı ve spinal anjiyografik olarak okült vasküler lezyonlar olduğu için tanıda spinal anjiyografi gerekmez. Asemptomatik olgularda takip önerilebilir. Ancak semptomatik hastalarda, lezyon kanamasına bağlı komplikasyonları önlemek amacıyla, total rezeksiyon sağlanabilecekse cerrahi tedavi önerilmektedir [66].

EĞİTİCİ NOKTA

SONUÇ

Spinal vasküler patolojiler nadir görülmeleri nedeniyle sıklıkla göz ardı edilen, ancak yaşam kalitesi üzerinde ciddi etkileri olan patolojilerdir. Doğru tanı konulabilmesi için öncelikle bu patolojilerin akla gelmesi gerekir. Başvuru şikayetleri, iskemi ve kanamada akut başlangıçlı iken vasküler malformasyonlarda sinsi ve progresif kötüleşme gösterir. Kavernöz malformasyonlarda epizodik semptomlar görülebilir. Uygun klinik değerlendirme ve lezyon seviyesinin tespiti, bu lokalizasyona yönelik uygun görüntüleme yapılması açısından oldukça önemlidir. Spinal MRG tanıda ilk tercih edilmesi gereken görüntüleme yöntemidir. İskemi düşünüldüğünde DAG, vasküler malformasyonlarda BT ya da MR anjiyografi ve özellikle şüphe varlığında sagital "steady state" sekanslar (CISS ya da FIESTA gibi) görüntülemeye eklenmelidir. Özellikle vasküler malformasyonlarda ve SAA'da altın standart yöntem spinal anjiyografidir. Erken tanı, tedavi gecikmelerine bağlı klinik kötüleşmeyi önleyebilir. Tedavide hastaya göre uygun yöntemin seçilmesi önemlidir. Özellikle AVM'lerde endovasküler yaklaşımlar genellikle ilk tercih olmakla birlikte, bazı durumlarda cerrahi veya kombine tedavi gerekebilir.

Dipnotlar

Çıkar Çatışması

Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

[1]. Becske T, Nelson PK. The vascular anatomy of the vertebro-spinal axis. *Neurosurg Clin N Am*. 2009; 20: 259-64. [CrossRef]

[2]. Santillan A, Nacarino V, Greenberg E, Riina HA, Gobin YP, Patsalides A. Vascular anatomy of the spinal cord. *J Neurointerv Surg*. 2012; 4: 67-74. [CrossRef]

[3]. Taterra D, Skinningsrud B, Pękala PA, Hsieh WC, Cirocchi R, Walocha JA, et al. Artery of Adamkiewicz: a meta-analysis of anatomical characteristics. *Neuroradiology*. 2019; 61: 869-80. [CrossRef]

[4]. Hong MK, Hong MK, Pan WR, Wallace D, Ashton MW, Taylor GI. The angiosome territories of the spinal cord: exploring the issue of preoperative spinal angiography. Laboratory investigation. *J Neurosurg Spine*. 2008; 8: 352-64. [CrossRef]

[5]. Thron AK. Vascular anatomy of the spinal cord: neuroradiological investigations and clinical syndromes. *Springer Science & Business Media*. 1988. [CrossRef]

[6]. Kramer CL. Vascular disorders of the spinal cord. *Continuum (Minneap Minn)*. 2018; 24 (2, Spinal Cord Disorders): 407-26. [CrossRef]

[7]. Griessenauer CJ, Raborn J, Foreman P, Shoja MM, Loukas M, Tubbs RS. Venous drainage of the spine and spinal cord: a comprehensive review of its history, embryology, anatomy, physiology, and pathology. *Clin Anat*. 2015; 28: 75-87. [CrossRef]

[8]. Gailloud P. Introduction to diagnostic and therapeutic spinal angiography. *Neuroimaging Clin N Am*. 2019; 29: 595-614. [CrossRef]

[9]. Da Ros V, Picchi E, Ferrazzoli V, Schirinzi T, Sabuzi F, Grillo P, et al. Spinal vascular lesions: anatomy, imaging techniques and treatment. *Eur J Radiol Open*. 2021; 8: 100369. [CrossRef]

[10]. Weidauer S, Nichtweiß M, Hattingen E, Berkefeld J. Spinal cord ischemia: aetiology, clinical syndromes and imaging features. *Neuroradiology*. 2015; 57: 241-57. [CrossRef]

[11]. Weidauer S, Wagner M, Nichtweiß M. Magnetic resonance ımaging and clinical features in acute and subacute myelopathies. *Clin Neuroradiol*. 2017; 27: 417-33. [CrossRef]

[12]. Vargas MI, Gariani J, Sztajzel R, Barnaure-Nachbar I, Delattre BM, Lovblad KO, et al. Spinal cord ischemia: practical imaging tips, pearls, and pitfalls. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2015; 36: 825-30. [CrossRef]

[13]. Vuong SM, Jeong WJ, Morales H, Abruzzo TA. Vascular diseases of the spinal cord: ınfarction, hemorrhage, and venous congestive myelopathy. *Semin Ultrasound CT MR*. 2016; 37: 466-81. [CrossRef]

[14]. Yadav N, Pendharkar H, Kulkarni GB. Spinal cord ınfarction: clinical and radiological features. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2018; 27: 2810-21. [CrossRef]

[15]. Kranz PG, Amrhein TJ. Imaging approach to myelopathy: acute, subacute, and chronic. *Radiol Clin North Am*. 2019; 57: 257-79. [CrossRef]

[16]. Kreppel D, Antoniadis G, Seeling W. Spinal hematoma: a literature survey with meta-analysis of 613 patients. *Neurosurg Rev*. 2003; 26: 1-49. [CrossRef]

[17]. Pierce JL, Donahue JH, Nacey NC, Quirk CR, Perry MT, Faulconer N, et al. Spinal hematomas: what a radiologist needs to know. *Radiographics*. 2018; 38: 1516-35. [CrossRef]

[18]. Domenicucci M, Mancarella C, Santoro G, Dugoni DE, Ramieri A, Arezzo MF, et al. Spinal epidural hematomas: personal experience and literature review of more than 1000 cases. *J Neurosurg Spine*. 2017; 27: 198-208. [CrossRef]

[19]. Moriarty HK, O Cearbhaill R, Moriarty PD, Stanley E, Lawler LP, Kavanagh EC. MR imaging of spinal haematoma: a pictorial review. *Br J Radiol*. 2019; 92: 20180532. [CrossRef]

[20]. Shaban A, Moritani T, Al Kasab S, Sheharyar A, Limaye KS, Adams HP Jr. Spinal cord hemorrhage. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2018; 27: 1435-46. [CrossRef]

[21]. de Beer MH, Eysink Smeets MM, Koppen H. Spontaneous spinal subdural hematoma. *Neurologist*. 2017; 22: 34-9. [CrossRef]

[22]. Honda S, Fujibayashi S, Onishi E, Odate S, Tamaki Y, Tomizawa T, et al. Acute non-traumatic spinal subarachnoid hematomas: a report of five cases and a systematic review of literature. *J Orthop Sci*. 2023; 28: 966-71. [CrossRef]

[23]. Crossley RA, Raza A, Adams WM. The lumbar sedimentation sign: spinal MRI findings in patients with subarachnoid haemorrhage with no demonstrable intracranial aneurysm. *Br J Radiol*. 2011; 84: 279-81. [CrossRef]

[24]. Domenicucci M, Ramieri A, Paolini S, Russo N, Occhiogrosso G, Di Biasi C, et al. Spinal subarachnoid hematomas: our experience and literature review. *Acta Neurochir (Wien)*. 2005; 147: 741-50. [CrossRef]

[25]. Leep Hunderfund AN, Wijdicks EF. Intramedullary spinal cord hemorrhage (hematomyelia). *Rev Neurol Dis*. 2009; 6: 54-61. [CrossRef]

[26]. Shah LM, Flanders AE. Update on new ıimaging techniques for trauma. *Neurosurg Clin N Am*. 2017; 28: 1-21. [CrossRef]

[27]. Leypold BG, Flanders AE, Burns AS. The early evolution of spinal cord lesions on MR imaging following traumatic spinal cord injury. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008; 29: 1012-6. [CrossRef]

[28]. Alomari S, Xu R, Huang J, Tamargo R, Bydon A. Isolated aneurysms of the spinal circulation: a systematic review of the literature. *Neurosurg Rev*. 2022; 45: 989-1008. [CrossRef]

[29]. Abdalkader M, Samuelsen BT, Moore JM, Cervantes-Arslanian A, Ong CJ, Setty BN, et al. Ruptured spinal aneurysms: diagnosis and management paradigms. *World Neurosurg*. 2021; 146: 368-77. [CrossRef]

[30]. Madhugiri VS, Ambekar S, Roopesh Kumar VR, Sasidharan GM, Nanda A. Spinal aneurysms: clinicoradiological features and management paradigms. *J Neurosurg Spine*. 2013; 19: 34-48. [CrossRef]

[31]. Renieri L, Raz E, Lanzino G, Krings T, Shapiro M, Shirani P, et al. Spinal artery aneurysms: clinical presentation, radiological findings and outcome. *J Neurointerventional Surg*. 2018; 10: 644-8. [CrossRef]

[32]. Koutsothanasis GA, Sampath R. Berry aneurysm. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2024. Accessed May 12, 2024. [CrossRef]

[33]. Son S, Lee SG, Park CW. Solitary ruptured aneurysm of the spinal artery of adamkiewicz with subarachnoid hemorrhage. *J Korean Neurosurg Soc*. 2013; 54: 50-3. [CrossRef]

[34]. Gutierrez Romero D, Batista AL, Gentric JC, Raymond J, Roy D, Weill A. Ruptured isolated spinal artery aneurysms. Report of two cases and review of the literature. *Interv Neuroradiol.* 2014; 20: 774-80. [CrossRef]

[35]. Maiti TK, Bir SC, Nanda A. Spinal subarachnoid hemorrhage and aneurysms. *Handb Clin Neurol*. 2017;143:215-23. [CrossRef]

[36]. Ikeda S, Takai K, Kikkawa Y, Takeda R, Ikeda T, Kohyama S, et al. Ruptured posterior spinal artery aneurysm: intraoperative and histologic findings with appreciable thrombosis. *Spine J*. 2016; 16: 215-7. [CrossRef]

[37]. Endo T, Endo H, Sato K, Matsumoto Y, Tominaga T. Surgical and endovascular treatment for spinal arteriovenous malformations. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2016; 56: 457-64. [CrossRef]

[38]. Flores BC, Klinger DR, White JA, Batjer HH. Spinal vascular malformations: treatment strategies and outcome. *Neurosurg Rev*. 2017; 40: 15-28. [CrossRef]

[39]. Lizana J, Aliaga N, Marani W, Escribano A, Montemurro N. Spinal vascular shunts: single-center series and review of the literature of their classification. *Neurol Int*. 2022; 14: 581-99. [CrossRef]

[40]. Takai K. Spinal arteriovenous shunts: angioarchitecture and historical changes in classification. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2017; 57: 356-65. [CrossRef]

[41]. Koch C. Spinal dural arteriovenous fistula. *Curr Opin Neurol*. 2006; 19: 69-75. [CrossRef]

[42]. Maimon S, Luckman Y, Strauss I. Spinal dural arteriovenous fistula: a review. *Adv Tech Stand Neurosurg*. 2016: 111-37. [CrossRef]

[43]. Gross BA, Du R. Spinal glomus (type II) arteriovenous malformations: a pooled analysis of hemorrhage risk and results of intervention. *Neurosurgery*. 2013; 72: 25-32.

[44]. Patsalides A, Knopman J, Santillan A, Tsiouris AJ, Riina H, Gobin YP. Endovascular treatment of spinal arteriovenous lesions: beyond the dural fistula. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2011; 32: 798-808. [CrossRef]

[45]. Zhang HQ, Chen T, Wu SS, Teng LH, Li YZ, Sun LY, et al. The pathophysiology of venous hypertensive myelopathy--study of an animal model: laboratory investigation. *J Neurosurg Spine*. 2013; 19: 485-91. [CrossRef]

[46]. Jellema K, Tijssen CC, van Gijn J. Spinal dural arteriovenous fistulas: a congestive myelopathy that initially mimics a peripheral nerve disorder. *Brain J Neurol*. 2006; 129: 3150-64. [CrossRef]

[47]. Alkhaibary A, Alharbi A, Alnefaie N, Alammar H, Arishy AM, Alghanim N, et al. Spinal dural arteriovenous fistula: a comprehensive review of the history, classification systems, management, and prognosis. *Chin Neurosurg J*. 2024; 10: 2. [CrossRef]

[48]. Abecassis IJ, Osbun JW, Kim L. Classification and pathophysiology of spinal vascular malformations. *Handb Clin Neurol*. 2017; 143: 135-43. [CrossRef]

[49]. Kona MP, Buch K, Singh J, Rohatgi S. Spinal vascular shunts: a patterned approach. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2021; 42: 2110-8. [CrossRef]

[50]. Brinjikji W, Lanzino G. Endovascular treatment of spinal arteriovenous malformations. *Handb Clin Neurol*. 2017; 143: 161-74. [CrossRef]

[51]. Krings T, Mull M, Gilsbach JM, Thron A. Spinal vascular malformations. *Eur Radiol*. 2005; 15: 267-78. [CrossRef]

[52]. P Phadke RV, Bhattacharyya A, Handique A, Jain K, Kumar A, Singh V, et al. Endovascular treatment in spinal perimedullary arteriovenous fistula. *Interv Neuroradiol*. 2014; 20: 357-67. [CrossRef]

[53]. Takai K, Taniguchi M. Comparative analysis of spinal extradural arteriovenous fistulas with or without intradural venous drainage: a systematic literature review. *Neurosurg Focus*. 2012; 32: 8. [CrossRef]

[54]. Rangel-Castilla L, Holman PJ, Krishna C, Trask TW, Klucznik RP, Diaz OM. Spinal extradural arteriovenous fistulas: a clinical and radiological description of different types and their novel treatment with Onyx. *J Neurosurg Spine*. 2011; 15: 541-9. [CrossRef]

[55]. Donghai W, Ning Y, Peng Z, Shuo X, Xueen L, Peng Z, et al. The diagnosis of spinal dural arteriovenous fistulas. *Spine*. 2013; 38: 546-53. [CrossRef]

[56]. Krings T, Geibprasert S. Spinal dural arteriovenous fistulas. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2009; 30: 639-48. [CrossRef]

[57]. Do-Dai DD, Brooks MK, Goldkamp A, Erbay S, Bhadelia RA. Magnetic resonance imaging of intramedullary spinal cord lesions: a pictorial review. *Curr Probl Diagn Radiol*. 2010; 39: 160-85. [CrossRef]

[58]. Mathur S, Bharatha A, Huynh TJ, Aviv RI, Symons SP. Comparison of time-resolved and first-pass contrast-enhanced mr angiography in pretherapeutic evaluation of spinal dural arteriovenous fistulas. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2017; 38: 206-12. [CrossRef]

[59]. Akgun MY, Kemerdere R, Ulu MO, Alizada O, Isler C, Kizilkilic O, et al. Spinal vascular malformations: treatment and outcome. *World Neurosurg*. 2019; 130: 953-60. [CrossRef]

[60]. Badhiwala JH, Farrokhyar F, Alhazzani W, Yarascavitch B, Aref M, Algird A, et al. Surgical outcomes and natural history of intramedullary spinal cord cavernous malformations: a single-center series and meta-analysis of individual patient data: clinic article. *J Neurosurg Spine*. 2014; 21: 662-76. [CrossRef]

[61]. Lu DC, Lawton MT. Clinical presentation and surgical management of intramedullary spinal cord cavernous malformations. *Neurosurg Focus*. 2010; 29: 12. [CrossRef]

[62]. Clark AJ, Wang DD, Lawton MT. Spinal cavernous malformations. *Handb Clin Neurol*. 2017; 143: 303-8. [CrossRef]

[63]. Izi Z, El Haddad S, Allali N, Chat L. Spinal cord cavernous malformation: a case report. *Glob Pediatr Health*. 2023; 10: 2333794X231184317. [CrossRef]

[64]. Otten M, Mccormick P. Natural history of spinal cavernous malformations. *Handb Clin Neurol*. 2017; 143: 233-9. [CrossRef]

[65]. Vilanova JC, Barceló J, Smirniotopoulos JG, Pérez-Andrés R, Villalón M, Miró J, et al. Hemangioma from head to toe: MR imaging with pathologic correlation. *Radiographics*. 2004; 24: 367-85. [CrossRef]

[66]. Liao D, Wang R, Shan B, Chen H. Surgical outcomes of spinal cavernous malformations: a retrospective study of 98 patients. *Front Surg*. 2022; 9: 1075276. [CrossRef]

Eğitici Noktalar

Sayfa 582

En önemli anterior radikülomedüller arter Adamkiewicz arteri'dir (AKA). AKA olguların %89'unda T8 ve L1 arasında tanımlanabilir; en sık sol taraf orijinlidir. Anterior spinal artere (ASA) katılırken tipik "toka (hairpin)" şekli oluşturur.

Sayfa 584

Uzun bir segmenti etkileyen hafif bir spinal kord şişmesi ve sitotoksik ödem ile uyumlu difüzyon kısıtlaması, spinal kord iskemisini tespit etmek için en yüksek duyarlılığa sahiptir ve ilk hafta boyunca izlenir.

Sayfa 585

MRG'de, her iki uçta epidural yağ ile sınırlı, yağ dokusunu silen, geniş tabanlı lens veya bikonveks şekilli hematom izlenir.

Sayfa 586

Hematom posteriorunda, kanamayı epidural yağdan ayıran duraya ait T2A hipointens bant tanımlanabilir. Normal epidural yağ dokusunun görülmesi SDH'yi EDH'den ayıran bir bulgudur.

Sayfa 586

Tekal kese boyunca dentikülat ligamanlar ve dorsal septum ile sınırlandırılan lokule kan, sinir köklerine ve korda basarak klasik "ters mercedes-benz işareti" oluşturur.

Sayfa 586

Sedimentasyon işareti spinal SAK için patognomonik kabul edilir.

Sayfa 587

Kitle benzeri kanama varlığında, MRG'de kan pıhtısı ile duramater arasında BOS sinyalinin görüntülenmesi, SAK'yi diğer kanama türlerinden ayırt ettirir

Sayfa 588

Spinal kavernomu intramedüller hemorajiden ayırmak zordur ancak kavernomda yakın zamanlı kanama yok ise nadiren ödemle ilişkilidir. İntramedüller kanamada genellikle belirgin travma bulgularının eşlik ettiği yoğun ödem bulunur.

Sayfa 589

Bazı olgularda anevrizma, içerisindeki trombüs, vazospazm ya da çevredeki kanın kitle etkisi nedeniyle başlangıç anjiyogramlarında gösterilemeyebilir. Bu durumda tekrarlayan incelemeler gerekebilir.

Eğitici Noktalar

Sayfa 590

Arteriovenöz şant varlığı, radiküler venin arteriyalizasyonuna ve kan akışının perimedüller venöz pleksusa tersine dönmesine neden olur. Artan basınca bağlı olarak intradural venöz hipertansiyon gelişir. Buna sekonder kordda ödem, iskemi, kronik hipoksi ve ilerleyici konjestif miyelopati gelişir.

Sayfa 592

Spinal kord çevresinde, özellikle dorsal subaraknoid boşlukta, genişlemiş pial venleri temsil eden T2A tortüöz signal voidler bulunur.

Sayfa 593

Spinal hemanjiyoblastomun, besleyici arteri ve genişlemiş bir drenaj veni ile bulunabilir. Ancak hemanjiyoblastom, masif vaskülarizasyon gösteren, homojen, yoğun kontrastlanan kitle şeklindeyken, AVM homojen olmayan kontrastlanma gösterir. Paraganglioma da homojen yoğun kontrastlanan kitle olarak izlenir. İntramedüller kanama ile başvuran olgularda kavernom, AVM'den ayırt edilemeyebilir. Bu nedenle, intramedüller kanama olan bir hastada AVM'yi dışlamak için spinal anjiyografiye başvurulmalıdır.

Sayfa 595

Kavernöz malformasyonlar, endotel ile döşeli zengin sinüzoid ve kavernöz boşluklardan oluşur. İçlerinde arteriovenöz şant, belirgin arteryal besleyici ya da drenaj veni bulunmayan yavaş akımlı vasküler malformasyonlardır.

Sayfa 595

AVM'den farklı olarak kavernöz malformasyonda vasküler boşlukların arasına giren normal nöral doku bulunmaz.

Sayfa 595

Kavernomlarda intralezyonel kanama yok ise, genellikle perilezyonel kord ödemi ve kitle etkisi izlenmez.

Çalışma Soruları

1. Şiddetli göğüs ağrısı ve bilateral alt ekstremitelerde ani başlayan güçsüzlük ile acil servise başvuran ve aort diseksiyonu saptanan 75 yaşında erkek olguda, spinal MRG'de uzun segment kord ödemi izlenmiştir. Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
   a. Akut spinal kord iskemisi ön planda düşünülmelidir.
   b. Tedavide trombektomi ilk seçenek tedavidir.
   c. Transvers myelit ayrıcı tanıda ilk düşünülmesi gereken patolojidir.
   d. Spinal kord iskemisinde, DAG görüntülerde difüzyon kısıtlanması beklenmez.
   e. Posterior spinal kord iskemisi anteriordan daha sık izlenir.

2. Spinal kanamalarla ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
   a. Etiyolojide en sık nedenler diyabet ve koroner arter hastalığıdır.
   b. Spinal SAK olgularına, intakranial kanama asla eşlik etmez.
   c. Epidural ve subdural hematom ayrımında duramater ve epidural yağ dokuya bakılmalıdır.
   d. Spinal SAK'nin patognomonik bulgusu ters mersedens benz işaretidir.
   e. İntramedüller kanamada kord ödemi beklenmez.

3. Spinal arter anevrizmalarıyla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
   a. En sık posterior spinal arterde saptanırlar.
   b. İzole spinal arter anevrizmalarında kanama riski diğer anevrizmalardan daha azdır.
   c. Spinal vasküler malformasyonlarla birliktelik göstermez.
   d. Posterior fossa SAK ile başvuran, serebral anjiyografileri negatif olan olgularda, olası spinal arter anevrizması için spinal BT/MR anjiyografi yapılmalıdır.
   e. Tedavide acil cerrahi girişim önerilir.

4. Aşağıdakilerden hangisi spinal vasküler malformasyonlar için yanlıştır?
   a. Klinik gidiş sinsi ve progresif kötüleşme şeklinde olabilir.
   b. Spinal kord çevresinde perimedüller tortüöz venler izlenir.
   c. Arteriovenöz malformasyon nidusunda yoğun homojen kontrastlanma tanısaldır.
   d. Konvansiyonel MRG'de saptanamazsa CISS ve FIESTA gibi sekanslar önerilir.
   e. Spinal anjiyografi tanı, sınıflama ve tedavi için altın standarttır.

5. İntramedüller kanama saptanan olguda aşağıdakilerden hangisi ayırıcı tanıda kavernomu düşündürür?
   a. Eşlik eden vertebra fraktürü ve travma bulgularının bulunması
   b. Spinal anjiyografide besleyici arterleri ve drenaj veni bulunan lezyon saptanması
   c. İntramedüller homojen kontrastlanan lezyon izlenmesi
   d. Difüzyon ağırlıklı görüntülerde kısıtlanma göstermesi
   e. T2 hipointens rimi bulunan ve SWI'da sinyalsiz multipl intakranial lezyonların varlığı

Cevaplar: 1a, 2c, 3d, 4c, 5e