

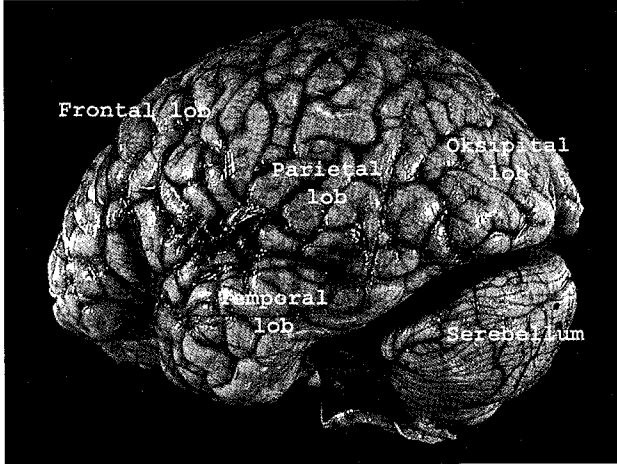
Nöroanatomiyeye Genel Bakış

Dr. Altay SENCER

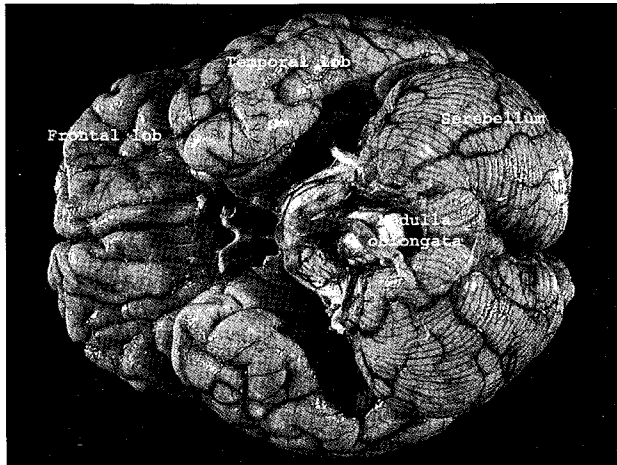
İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı

GİRİŞ

Kuşkusuz nöroşirurji pratiğinde nöroanatominin ayrı bir yeri vardır, ancak bu makale için ayrılan kısıtlı bir çerçevede ayrıntılı nöroanatomik bilgileri vermek mümkün olmadığından burada sadece nöroşirürjikal açıdan önemli bazı noktalara değinilmesi uygun bulunmuştur.



Beyin, genellikle beyin sapı olarak anılan merkezi bir kök ve onu kısmen saran iki uzantıdan, yani serebrum



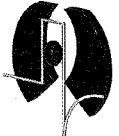
ve serebellumdan ibarettir. Foramen magnumdan aşağı doğru omurilik olarak devam eden beyin sapı, arka kranial çukurda oksipitobazal kemiğin üzerinde otururken tentoryum açıklığından yukarı doğru çıkarak sfenoid

kemiğin cisminin üzerine yerleşir. Serebellum, beyin sapından geriye doğru uzanarak arka kranial çukuru doldururken serebrum orta ve ön kranial çukurların önemli bir kısmını işgal eder ve kabaca üzerindeki kemik yapıya göre adlandırılmış olan loblara ayrılır (resim I ve II).

Serebrum, serebral hemisferler (telensefalon) ve bunların bir zarf gibi sardığı ve sadece önde hipotalamus bölümünü dışarıda bıraktığı diensefalonlardan oluşur. Hemisferlerin yüzeyi korteks olarak adlandırılan ve katlanmalar (girus) ile bunların arasında yer alan yarıklar (sulkus ve daha derin olan fissürler) şeklinde organize olmuş bir gri madde tabakasından oluşur.

Serebrum, frontal, parietal, temporal, oksipital ve derindeki insula olarak, kabaca üzerlerindeki kemiğe göre adlandırılan loblara bölünmüştür. Frontal ve parietal lobların arasındaki santral sulkus oldukça kesin bir sınır oluştururken arkada parieto-oksipital sulkusun lateraldeki köşesinden preoksipital çentiğe uzanan lateral parietotemporal hat, oksipital lobu, parietal ve temporal loblardan ayırır. Parietal ve temporal loblar, lateral (Sylvian) fissürün arka bölümü ile buranın en gerideki noktasından lateral parietotemporal hattın orta noktasına uzanan temporooksipital hat ile birbirlerinden ayrılırlar. Lateralde uzanan derin lateral fissürün üzerinde frontal (önde) ve parietal (arkada) loblar, altında ise temporal lob bulunur. Bu fissürün dibinde ise insula yerleşiktir. Beyin sapı, mezensefalon, pons ve medulla oblongata'dan oluşur ve büyük bölümü serebellum ile örtülüdür (2,4,5).

Frontal lob: Arkada santral sulkusun, altta da Sylvian fissürün sınırladığı frontal lob, motor hareketlerde, konuşmada, bilişsel fonksiyonlarda ve duygulanım süreçlerinde önemli rol oynar. Santral sulkusun önündeki presantral girusta primer motor saha yer alır ve buradan başlayan piramidal yolların beyin sapı düzeyinde çaprazlaması nedeniyle vücudun karşı yarısının motor işlevlerine hükmeder. Presantral girusun önünde presantral sulkus ve istemli hareketlerin koordinasyonunda rol oynayan premotor bulunur. Sol hemisferin inferior frontal girusunda konuşmanın motor işlevlerini yürüten Broca alanı yer alır. Prefrontal bölge (motor sahanın önünde



ve tabanda bulunan geniş bölgeler) lezyonlarında primitif refleksler, yürüme bozuklukları görülebilir.

Parietal lob: Santral sulkusun gerisinde, Sylvian fissürün üzerinde ve parietookspital sulkustan preoksipital çentiğe giden vertikal bir hattın önünde yer alan parietal lob somatosensoryel işlevlerin yönetiminde önemli rol oynar. Santral sulkusun gerisinde bulunan, arkada da postsantral sulkusun sınırladığı postsantral girus primer duysal korteksi içerir. Postsantral sulkustan geriye doğru horizontal olarak uzanan intraparietal sulkusun üst tarafında superior, alt tarafında ise inferior parietal lobüller bulunur. Superior parietal lobülde önemli duysal koordinasyon merkezleri yer alırken inferior parietal lobüldeki supramarginal ve angüler giruslar, dominant hemisferde konuşmanın duysal işlevlerinde önemli rol oynar (Wernicke alanı). Dominant olmayan parietal lob vücut görüntüsünün ve dış çevrenin algılanmasında görev alırken dominant lob sayı sayma ve hesap yapma gibi becerileri yönetir. Nitekim dominant parietal lob lezyonlarında sağ – sol ekstremiteleri karıştırma, parmak agnozisi (el parmaklarını ayırt edememe), akalkuli (hesap yapamama) ve agrafi (yazı yazamama) bulgularından oluşan Gerstmann sendromu görülebilir.

Oksipital lob: Parietookspital sulkusun gerisinde bulunan oksipital lobtaki horizontal yerleşimli kalkarın sulkusun üstünde ve altında primer görme merkezlerini içeren striat korteks yer alır. Retinadan başlayan görme yolları optik sinirler, optik kiazma, optik traktuslar, talamusun lateral genikülat cismi ve optik radyasyon üzerinden devam ederek burada sonlanır. İki yanlı, yaygın striat korteks lezyonları kortikal körlüğe yol açabilir. Bu durumda ışık refleksinin korunmuş olmasına karşın hasta, ışığın varlığını algılayamaz. Eğer primer görme merkezlerini çevreleyen parastriat korteks de tutulmuşsa, hasta görme kaybını da fark edemez ve inkar eder (Anton sendromu). Kortikal körlük; vasküler hastalıklarda ya da hipoksi, ensefalopati veya tentoryel herniasyon sonrasında görülebilir.

Temporal lob: Sylvian fissürün altında yer alan temporal lob, başlıca hafıza ve işitme işlevleriyle ilgilidir. İşitme korteksi superior temporal girusun üst yüzeyinde, Sylvian fissürün derinliklerinde yer alır. Dominant hemisfer konuşmanın anlaşılmasından sorumludur (Wernicke disfazisi). Orta ve alt temporal giruslar öğrenme ve hafıza ile ilgilidir. Medialdeki hippokampus ve parahippokampal girus ise çeşitli davranış ve duygulanım işlevlerinden sorumlu olan limbik sistemin bir parçasını oluştururlar. Kompleks parsiyel nöbetlerle seyreden hippokampal skleroz cerrahi tedavisi olan önemli bir epilepsi nedenidir. Optik radyasyon da temporal lobun derinliklerinden geçer. Sylvian fissürün tabanını döşeyen korteks adacığınaya ise insula adı verilir ve dominant hemisferde önemli konuşma merkezleri içerebilir.

Korpus kallozum: Talamus ve lateral ventriküllerin üzerinden her iki hemisferi birbirine bağlayan korpus kallozum dev bir akson yumağıdır. Hasar görmesi ya da kesilmesi durumunda her iki hemisferin birbirinden habersiz olduğu ve koordinasyonun sağlanamadığı diskonneksiyon sendromları ortaya çıkar.

Bazal ganglionlar: Serebral hemisferlerin derinliklerindeki gri madde çekirdeklerinin oluşturduğu bazal ganglionlar, kaudat nukleus, lentiküler nukleus (putamen ve globus pallidus'tan oluşur), subtalamik nukleus ve substantia nigra'yı içerir. Serebral korteks ve talamus ile yoğun ilişkideki bu çekirdekler istemli motor hareketlerin koordinasyonunu kontrol ederlerken, bu bölgedeki işlev kayıpları, bugün çoğu cerrahi olarak tedavi edilebilen diskinezilere yol açar.

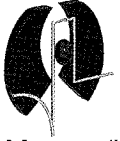
Kapsula interna: Serebral korteksteki primer motor bölgelerden çıkan liflerin tümü dış tarafta lentiküler nukleus, iç tarafta kaudat nukleus ve talamusun arasından aşağı seyrederek serebral pedünküllere ilerler. Bu nedenle, bu bölgenin lezyonları (infarkt, tümör, cerrahi hasar gibi) karşı vücut yarısını tutan ciddi hemiparezilere neden olur.

Diensefalon: Başlıca talamus ile epitalamik, subtalamik ve hipotalamik bölgelerden oluşur. 25'in üzerinde ayrı çekirdek içeren talamus önemli bir sinaps istasyonudur. Koku alma dışındaki tüm afferent uyarılar, korteksteki duysal merkezlere ulaşmadan önce talamusta sinaps yapar. Yine bazal ganglionlardan gelen veriler de motor kortekse giderken buradan geçer. Yine talamusun karmaşık yapısı, bilinçaltı duyular ile çeşitli düzeylerde uyku, uyanıklık ve bilinci kontrol eder.

Subtalamus, bazal ganglionlardan subtalamik nukleus ve substantia nigra'yı içerir. Subtalamik nukleus hasarı ballismusa neden olurken, substantia nigra'daki dopamin üretiminin düşmesi sonucu ortaya Parkinson hastalığı çıkar.

Hipotalamus, talamusun altında yer alır ve ısı regülasyonu, açlık, susuzluk, seksüel uyarılar ve hisler gibi bazı viseral aktiviteleri otonom sinir sisteminin yardımıyla düzenler. Ayrıca infundibulumun ucunda yer alan ve nörohipofiz ile adenofizden oluşan hipofiz bezinin hormon salgılamasını kontrol eder.

Mezensefalon: Pons ile diensefalonun arasında, tentoryumun hemen önünde bulunan mezensefalon, beyin sapının dört ana bölümünün en küçüğüdür. Ön yüzünde, her iki yandaki çıkıntılar serebral pedünkülleri (crus cerebri) oluşturur. Bunlar, kortikospinal ve kortikonükleer lifler başta olmak üzere hemen hemen tamamen inen lifleri içerir. Aralarında yer alan interpedünküler fossadan III. kafa çifti (okkülomotor sinir) çıkar ve bir çok perforan arter buradan beyin sapına girer.



Mezensefalonun arka yüzünde, "aqueductus cerebri" üzerindeki dört yuvarlak tepelik, "corpora quadrigemina" olarak adlandırılır ve superior ve inferior kollikuluslar olarak çiftler halinde sınıflandırılır. Bu kollikuluslar mezensefalonun tavanını, yani "tectum"u oluşturur. Superior kollikuluslar görme, inferior kollikuluslar ise işitme sisteminde görev alırlar. IV. kafa çifti (troklear sinir) de gene arka yüzden çıkar.

Pons: Serebellumun önünde, medullanın üzerinde yer alır. Ön yüzünden dört kafa çifti çıkarken (V., VI., VII. ve VIII. sinirler), arka yüzünü ise IV. ventrikülün tabanı oluşturur. Ponsun ve IV. ventrikülün yan duvarlarında ise üç çiftten ibaret serebellar pedünküller bulunur. Ortadaki pedünküller ("brachium pontis") serebral korteksten ponsa gelen verileri serebelluma aktarıırken, üst pedünküller talamus, alt pedünküller de serebellum ile bağlantı halindedir.

Medulla oblongata: Beyin sapının ponsla medulla spinalis arasındaki piramid şekilli parçasını oluşturan medulla oblongata arka üst tarafı, IV. ventrikülün tabanının alt kısmını yapar. Tuberculum cinereum, tuberculum gracilis, tuberculum cuneatus, "olive" ve decussatio pyramidorum ile IX, X, XI ve XII. kafa çiftlerinin çıkışları buradadır.

Serebellum: Arka çukurun büyük bölümünü kaplayan serebellum beyin sapının arkasında yer alır ve mezensefalon, pons ve medulla oblongata'ya serebellar pedünküllerle bağlanır. IV. ventrikül ön yüzünü pons ve medulladan ayırırken, tentorium da üst yüzeyini oksipital lobtan ayırır. İki serebellar hemisfer ile aralarındaki vermisten ibarettir (5).

Serebellum tüm vücuttaki kasların koordinasyonundan sorumludur. İstemli hareketler serebellumun yardımı olmadan gerçekleştirilebilse de beceriksizce ve dezorganize olurlar (serebellar ataksi) (2,4).

Ventriküler sistem ve beyin omurilik sıvısının dolaşımı:

Ventriküller nöral tüpteki santral kanalın uç parçasını oluşturur. Her iki serebral hemisferde bulunan lateral ventriküller frontal, temporal ve oksipital loblara uzanırlar ve interventriküler foramen'den (Monro deliği) III. ventriküle açılırlar. Talamusun ortasında bulunan III. ventrikül, aqueductus cerebri ile devam eder ve ponsun arkasında, serebellumun altındaki IV. ventriküle açılır. Medulla spinalisin santral kanalı ile devam eden IV. ventrikül aynı zamanda medulla ile serebellum arasında yer alan cisterna magna ile medialdeki Magendie deliği ve lateraldeki Luschka delikleri ile ilişkilidir (2).

Lateral ventriküllerin medialinde, III. ve IV. ventriküllerin tavanında bulunan plexus choroideus'lardan üretilen beyin omurilik sıvısı (BOS) ventriküllerin içinde

dolaştıktan sonra IV. ventrikülün tavanındaki deliklerden cisterna magna'ya geçerek kranial ve spinal subaraknoid aralığa yayılır. BOS arachnoid villi aracılığıyla emilerek venöz sisteme döner.

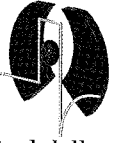
BOS'un dolaşımındaki bir tıkanıklık ya da emilimindeki bozukluk, ventiküllerin genişlemesine, dolayısıyla hidrosefaliye yol açar. Hızlı gelişmesi durumunda akut intrakranial basınç artışına neden olarak hayati tehlike yaratabilir. Subaraknoid kanama, menenjit, venöz sinüs trombozu kommunikan (emilim bozukluğuna bağlı) hidrosefaliye yol açarken, aqueductus cerebri stenozu, Chiari malformasyonu gibi kranioservikal bileşke anomalileri, çeşitli tümörler dolaşımı bozarak obstruktif (tıkayıcı) hidrosefali nedeni olurlar. Nedenin ortadan kaldırılmadığı durumlarda III. ventrikülün endoskopik yoldan ağzlaştırılması (özellikle tıkayıcı hidrosefalilerde) ya da ventriküloperitoneal şant tatbiki gibi yöntemlerle hidrosefalinin tedavisi (bazı durumlarda acil) gerekir (5).

Vasküler nöroanatomi

Arkus aorta: Arkus aorta üst mediastende yer alır ve trakeanın anteriorunda sağdan sola doğru yönelir. İlk dalı brakiosefalik trunkustur. Bu daldan sağ subklavien arter ve sağ karotis komünis arteri (CCA) kaynak alır. Sağ vertebral arter sağ subklavien arterden orijin alır ve servikal 6. vertebra hizasından foramen transversaruma girer. Sağ karotis komünis arteri genellikle mid-servikal seviyede ayrılarak internal ve eksternal karotis arterleri verir. Arkus aortanın ikinci ana dalı ise sol karotis komünis arteridir. Bu damarın da bifurkasyonu sağ CCA gibi genellikle C3-C4 hizasındadır. Arkus aortadan ayrılan son dal ise sol subklavien arterdir. Sol subklavien arter, olguların % 75'inde dominant olan sol vertebral arterin kaynağıdır (1,3).

Tam bir serebral anjiyografi incelemesi için her iki CCA ve sol vertebral arterin selektif olarak incelenmesi genellikle yeterlidir (6).

Arkus aortaya ait bazı sık rastlanan anomalilerin bilinmesi önem taşır. Bunlar, aberan sağ subklavien arter, sağ taraflı arkus aorta, çift aortik arkus ve servikal aortik arkustur. Serebral anjiyografilerde arkus aorta ve dallarına ait olarak en sık rastlanan patoloji aterosklerozdur. Ateroskleroz genellikle arkus aortadan çıkan büyük damar ve onların büyük dallarını tutar. Tutulum şekli sıklıkla arteriel kalsifikasyon, ektazi ve tortüözite şeklindedir. Kontrastla doldurulduğunda bu damarlarda ülserasyon, darlıklar veya oklüzyon görülebilir. Çeşitli çalışmaların sonuçlarına göre karotis interna arterinde asemptomatik % 60'ın veya semptomatik % 70'in üzerinde darlıklar tedavi endikasyonudur. Serebral damarlarda aterosklerotik tutulum, sıklık sırasıyla internal karotis arter proksimali, vertebral arter proksimali ve



subklavien arter proksimalinde izlenir.

Proksimal subklavien arter oklüzyonlarında, vertebral arterde akım ters dönerek distal subklavien akımı sağlayabilir. Bu sürece 'subklavien steal (çalma) sendromu' ismi verilir.

Serebral damarların vaskülitleri viral, mikotik, bakteriyel infeksiyonlara veya nekrotizan ya da otoimmün sebeplere bağlı olabilir. Arkus aortadan çıkan büyük damarların uzun segment, füzförm darlıkları Takayasu arteritine sekonder izlenir. İleri vakalarda bu damarlarda tam tıkanma da izlenebilir.

Arkus aorta ve dallarını tutan anevrizmalar da konjenital, mikotik, aterosklerotik, travmatik, vb sebeplere bağlı olabilir. Önemli bir mortalite ve morbidite nedeni olan dissekan aort anevrizmaları anjiyografik olarak üçe ayrılır. Tip I dissekan anevrizmalar en sık tip olup asendan aortadan başlayarak arkus distaline, hatta iliak arterlere kadar uzanabilirler. Tip II'de diseksiyon asendan aortla sınırlıdır ve en sık Marfan sendromunda rastlanır. Tip III diseksiyonlar torasik aortada sol subklavien arter orijini distalinde başlar ve değişken bir mesafe boyunca distale uzanır.

Travmatik aorta rüptürü en sık olarak ligamentum arteriozum bölgesinde istmusta gerçekleşir. Ancak tüm vakaların % 5'i aort kapağını ve dolayısıyla arkustan kaynak alan büyük damarları tutabilir (1,3,6).

Eksternal karotis arteri (ECA): ECA, baş-boyun bölgesi ve yüz yapılarını besleyen damarların kaynağıdır. ECA ve dallarının üç önemli özelliği hatırlanmalıdır;

- ECA, internal karotis arter ve vertebral arterle anastomozlar yaparak, gerektiğinde intrakranyal damarlara önemli kollateraller sağlar,
- ECA dalları baş boyun bölgesinde yer alan tümörleri veya vasküler malformasyonları besler,
- ECA ve dallarının anatomi ve sulama alanlarının iyi bilinmesi bu lezyonların embolizasyonunda büyük önem taşır.

ECA'nın dalları superior tiroidal arter, asendan faringeal arter, lingual arter, fasial arter, oksipital arter, posterior auriküler arter, superfisiyel temporal arter ve internal maksiller arterdir.

İnternal karotis arteri (ICA): ICA, C3-C4 hizasında CCA'dan kaynak aldıktan sonra ECA'nın posterolateralinde yükselerek önce servikal parçasını oluşturur ve petröz kemiğe ulaşır. Burada önce vertikal ve daha sonra horizontal petröz segmentleri izlenir. Servikal ICA genellikle dal vermez. Petröz segmentten ise vidian

arter, karotikotimpanik arter ve küçük periosteal dallar kaynak alır.

ICA'nın servikal ve petröz parçalarını en sık tutan patoloji, daha önce de değinildiği gibi aterosklerozdur. Bu damarlarda ayrıca Takayasu arteriti, fibromusküler displazi gibi vaskülopatiler ve travmatik yaralanmalara da rastlanabilir. Ekstrakranial ICA anevrizmaları nadir olmakla beraber travmatik, mikotik etyolojiye bağlı veya konjenital olarak izlenebilirler.

ICA'nın petröz parçadan sonraki kısmı olan kavernöz segment, kavernöz sinüs içinde yer alır ve küçük ama önemli 3 dal verir. Bunlar; meningohipofizer trunkus, inferior kavernöz sinüs arteri ve Mc Connell'in kapsüller arteridir.

Kavernöz sinüs içinde öne doğru yönlene kavernözal ICA daha sonra durayı geçer ve iki terminal dalını verir: Anterior serebral arter ve serebri media arteri (ACA ve MCA). ICA, iki terminal dalına ayrılmadan hemen önce supraklinoid segmenti düzeyinden superior hipofizeal, oftalmik, posterior komünikan ve anterior koroidal arterleri verir.

ICA'nın kavernöz segment dalları, sellar-parasellar tümörleri veya intraserebral ya da dural vasküler malformasyonları besleyebilirler. Ayrıca kavernöz ve supraklinoid segmentlerde aterosklerotik vaskülopati, anevrizmalara da rastlanabilir.

ACA'lar her iki serebral hemisferin frontal ve parasagittal bölümlerini beslerler. Ayrıca, korpus kallozum ve derin gri maddede de sulama bölgesi vardır.

ACA'lar arasında yer alan anterior komünikan arter beyinde sakküler anevrizmaların en sık görüldüğü yerdir. Distal ACA'larda da anevrizmalar olabilmekle beraber daha nadirdir ve mikotik/travmatik sebeplere bağlı olma olasılıkları daha yüksektir.

MCA, hemisferlerin lateral bölümlerinde ve derin gri maddede geniş bir sulama alanına sahiptir. MCA'ların özellikle silvian sisterna içindeki bifurkasyon bölümünde sakküler anevrizmalar olabilmektedir. Bu damar alanı, aynı zamanda yoğun debisi nedeniyle aterosklerozun da intrakranyal alanda en sık tuttuğu bölgedir.

ACA ve MCA, anevrizmalar ve aterosklerotik lezyonlar haricinde intrakranyal arteriyovenöz malformasyonların beslenmesinde de görev alırlar (1,3,6).

Vertebral arter (VA): VA, subklavien arterden kaynak aldıktan sonra yaklaşık C6-C2 arasında foramen transversarum içinde seyrederek ve daha sonra foramen magnumdan kafa içine girerek premeduller sisternada karşı VA ile birleşir ve baziler arteri oluşturur. VA'lar,



birleşmeden evvel, muskuler dalları, anterior spinal arterin servikal segmentini ve posterior inferior serebellar arteri (PICA) verirler.

Baziler arterin dalları ise anterior inferior serebellar arter (AICA), pontin perforan damarlar ve superior serebellar arterlerdir (SCA). Baziler arter, interpedinküler sistemada ikiye ayrılarak posterior serebral arterleri verir (PCA). PCA'ların oksipital loblarda, talamus ve korpus kallozum spleniumda olmak üzere hemisferlerin arka yarılarında sulama bölgeleri mevcuttur.

Vertebral arterlerin ekstra ve intrakranyal segmentinde ateroskleroz, travma ya da vaskülopatiye bağlı diseksiyon veya arteriyovenöz fistüllere rastlanabilir.

Posterior serebral arterler posterior komünikan arterlerle ICA'lara bağlanırlar. Posterior komünikan arterler, Willis poligonunun önemli bir komponenti olmak yanında, intrakranyal anevrizmaların beyinde en sık görüldüğü ikinci lokalizasyondur (6).

Medulla spinalis:

Santral sinir sisteminin medulla oblongata'dan vertebral kanal içine devam eden bölümüdür. Yetişkinde foramen magnumdan L1 vertebra korpusunun alt sınırına dek ilerler ve bu düzeyde conus medullaris olarak sonlanır. Buradan çıkan ince fibröz bir bant, filum terminale, coccyx'in arkasına dek uzanır. Aksiyel kesit alındığında ortada kelebek (ya da H) biçimli gri maddenin yer aldığı görülür. Burada glial hücreler ve çekirdekler halinde kümelenmiş nöronlar bulunur. Dışta bulunan ak madde

ise sinir liflerinden ve glial hücrelerden oluşur. Ak maddede inen ve çıkan yollar yer alır. Medulla spinalis lezyonlarında lezyonun seviyesine göre kuadriparezi (dört ekstremitede felç), paraparezi (alt ekstremitelerde felç) gibi sendromlar ortaya çıkar. Belli bir seviyedeki lezyonun omuriliğe verdiği hasarın yerine göre de, Brown Sequard sendromu (tek taraflı kes; lezyon tarafında parezi ve üst motor nöron bulguları, karşı tarafta duysal bulgular) ve santral omurilik sendromu (üst ekstremitelerde hakim kuadriparezi) gibi sendromlar görülebilir.

KAYNAKLAR

1. Davis WL, Jacobs J. Cerebral vasculature: Normal anatomy and pathology. In: Osborne AG (ed). Diagnostic Neuroradiology. (1994) Mosby, St. Louis, USA, pp: 117-400
2. Macfarlane R. Anatomical Considerations in Neuroanesthesia. In: Matta BF, Menon DK, Turner JM. (ed.s). Textbook of Neuroanesthesia and Critical Care. (2000), pp: 3-16
3. Osborne AG (ed). Introduction to cerebral angiography (1980) Harper & Row Publishers, Philadelphia, USA
4. Pansky B, Allen DJ, Budd GC (ed.s). Review of Neuroscience. (1992). Macmillan, New York, USA.
5. Wen HT, Mussi ACM, Rhoton AL Jr: Surgical anatomy of the Brain. In Winn HR (ed). Youmans Neurological Surgery. (2004). WB. Saunders, Philadelphia, USA, pp: 5-44
6. Wojak JC. Fundamental neurovascular anatomy. In: Connors JJ, Wojak JC (ed.s). Interventional Neuroradiology. (1999) W. B. Saunders, Philadelphia, USA, pp: 77-83

Resim altları:

- Resim I : Beynin yandan görünüşü
Resim II: Beynin alttan görünüşü