

Fonksiyonel Nöroanatomi ve Klinik Bağlantılar

Editör: Figen KOÇ DİREK



Fonksiyonel Nöroanatomi ve Klinik Bağlantılar

Editör:

Figen KOÇ DİREK



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şhitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgur yayinlari.com

✉ info@ozgur yayinlari.com

Fonksiyonel Nöroanatomi ve Klinik Bağlantılar

Editor: Figen KOÇ DİREK

Language: Turkish-English

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-8562-39-2

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1076>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Koç Direk, F. (ed) (2025). *Fonksiyonel Nöroanatomi ve Klinik Bağlantılar*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1076>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozgur yayinlari.com/>



Ön Söz

Merkezi sinir sisteminin temel anatomik yapıları bu kitapta fonksiyonel organizasyon çerçevesinde ele alınmaktadır. İçerikte; spinal kord, beyin sapı, kraniyal sinirler, serebral korteks ve subkortikal yapılar, ventriküler sistem ve meninksler, serebellum, merkezi sinir sisteminin damarları ile duyuşal ve motor yollar sistematik bir bütünlük içinde sunulmuştur.

Her bölümde, ilgili yapıların anatomik özellikleri fonksiyonel ilişkiler ve temel klinik bağlantılarla desteklenmiştir. Bu yaklaşım, anatomik bilginin klinik uygulamalarla ilişkilendirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Nöroanatominin yapısal ve fonksiyonel yönlerini birlikte ele alan bu kitap, tıp fakültesi öğrencileri ile sağlık bilimleri alanında çalışan hekim ve sağlık profesyonellerine yönelik olarak hazırlanmış olup, öğrenme ve tekrar sürecinde kullanılabilecek nitelikte bir başvuru kaynağı olarak tasarlanmıştır.

İçindekiler

Ön Söz

iii

Bölüm 1

Medulla Spinalis Anatomik Yapısı, Nörolojik ve Klinik Bağlantıları	1
<i>Sibel Ateşoğlu Karabaş</i>	
<i>Semahat Doğru Yuvarlakbaş</i>	

Bölüm 2

Duyusal ve Motor Yolların Fonksiyonel Organizasyonu ve İnen–Çıkan Yollar	15
<i>Derya Demir</i>	
<i>Mehmet Emirzeoğlu</i>	

Bölüm 3

Beyin Sapı (Truncus Cerebri / Encephali): Anatomik ve Fonksiyonel Bir Bakış	29
<i>Anıl Didem Aydın Kabakçı</i>	
<i>Duygu Akın Saygın</i>	

Bölüm 4

Kranial Sinirler (Nervi Craniales)	61
<i>Sevda Canbay Durmaz</i>	

Bölüm 5

Cerebellum	73
<i>Semahat Doğru Yuvarlakbaş</i>	
<i>Sibel Ateşoğlu Karabaş</i>	

Bölüm 6

Serebral Korteks ve Subkortikal Yapılar 79

Mahmut Tunç

Esin Özşahin

Bölüm 7

Ventriküler Sistem ve Meninksler 123

Mahmut Tunç

Bölüm 8

Merkezi Sinir Sisteminin Arterleri ve Venleri: Anatomik ve Klinik Açıklamalar 135

Atıla Yoldaş

Eda Esra Aksoy

Medulla Spinalis Anatomik Yapısı, Nörolojik ve Klinik Bağlantıları

Sibel Ateşoğlu Karabaş¹

Semahat Doğru Yuvarlakbaş²

Özet

Medulla spinalis merkezi sinir sisteminin canalis vertebralis içerisinde kalan bölümünü meydana getirmektedir. Beyin ile periferik sinirler arasında bağlantının kurulmasından ve reflekslerin oluşumundan sorumludur. Erişkinlerde foramen magnum seviyesinden başlayarak L1-2 vertebrae seviyesine kadar uzanır. Yukarıda medulla oblongata ile devamlıdır. Aşağıda ise filum terminale olarak uzanır. Medulla spinalis 31 segmentten oluşur. Her segmentten kendi sayısına uyacak şekilde 31 çift spinal sinir çıkar. Medulla spinalis'e transvers bir kesitten bakıldığında içte gri cevher dışta beyaz cevher'den oluştuğu görülür. Substantia grisea (gri cevher) nucleus'lardan meydana gelmiştir. Cornu anterius, cornu posterius ve cornu laterale olmak üzere üç kısımda incelenir. Cornu anterius motor nöronlardan, cornu posterius duyuşal nöronlardan ve cornu laterale otonom nöronlardan meydana gelmiştir. Substantia grisea'nın ortasından canalis centralis geçer ve içerisinde BOS bulunur. Substantia alba (beyaz cevher) ise tractus ve fasciculus'lardan oluşmuştur. Funiculus anterior, funiculus posterior ve funiculus lateralis'den meydana gelir. Medulla spinalis dura mater spinalis, arachnoidea mater spinalis ve pia mater spinalis tarafından oluşturulan ve meninges adı verilen kılıf ile sarılmış durumdadır. Arachnoidea mater spinalis ile pia mater spinalis arasında spatium subarachnoidea bulunur. Bu aralık BOS ile doldurulmuştur.

- 1 Doktor Öğretim Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, sibelatesoglu@gmail.com, Orcid: 0000-0002-8469-4518.
- 2 Doktor Öğretim Üyesi, Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, semahatdogru@hotmail.com, Orcid: 0000-0003-4069-1806.

1. Bölüm

Medulla Spinalis'in Dış Yapısı

Medulla spinalis, vertebral kanal içerisine yerleşmiş santral sinir sistemi bölümüdür (1). Beyin ile vücudun diğer kısımları arasındaki bilgi alış verişinin sağlanmasında ve spinal reflekslerin yönetilip kontrol edilmesinde rol oynar (2). Yaklaşık 30 gr ağırlığında, 40-45 cm uzunluğunda ve 1 cm çapındadır (3). En dıştan meninges (dura mater spinalis, arachnoidea mater spinalis ve pia mater spinalis) denilen üç tabakalı zar yapısı ile sarılı durumdadır (4).

Medulla spinalis foramen magnum hizasından başlar ve yukarıda bulbus ile devamlıdır. Koni şeklinde sonlanan alt ucuna conus medullaris adı verilir (5). Conus medullaris'ten S4, S5 ve coccygeal spinal sinirler çıkar (6). Kemik dokusu sinir dokusuna göre daha hızlı büyüdüğü için medulla spinalis'in alt ucunun seviyesi intrauterin dönemden erişkin yaşamına kadar farklılık gösterir (7). Medulla spinalis yetişkin bireylerde L1-L2 vertebralar arasında bulunan discus intervertebralis hizalarında sonlanır. Kadınlarda L2 vertebra'nın alt sınırına kadar uzanır. Erişkinlerde canalis vertebralis uzunluğunun yaklaşık olarak 2/3'ünü medulla spinalis doldurur. Conus medullaris canalis vertebralis'in alt ucundan 20-25 cm daha yukarıda yerleşmiştir. Medulla spinalis fetal hayatın ilk trimesterına kadar vertebral kanal ile aynı uzunluktadır. Yenidoğanlarda ise L3 vertebra hizasında sonlanır (8).

Medulla spinalis yetişkinlerde yaklaşık 40-45 cm uzunluğunda, 30 gr ağırlığında ve 1 cm çapındadır. Medulla spinalis'in ağırlığı, santral sinir sisteminin %2'sini oluşturmaktadır (3). Medulla spinalis seyri boyunca özellikle gri cevherin kitlesel artışına bağlı olarak iki yerde genişleme gösterir. Boyun bölgesinde görülen genişleme intumescencia cervicalis, bel bölgesinde görülen genişleme intumescencia lumbosacralis olarak adlandırılır (4).

Intumescencia cervicalis, medulla spinalis'in C4-T1 segmentlerini içerir. C3-T2 vertebralar arasında uzanır. Burada üst ekstremiteye ait nöronlar bulunur. Plexus brachialis'in yapısına katılan spinal sinirler bu genişlemeyi yapar. En geniş çapı 14 mm olup C6 vertebra hizasında bulunur. Ayrıca medulla spinalis'in en geniş parçasını meydana getirir.

Intumescencia lumbosacralis, medulla spinalis'in L1-S3 segmentlerini içerir. T9-12 vertebralar arasında uzanır. Burada alt ekstremiteye ait nöronlar bulunur. Plexus lumbosacralis'in yapısına katılan spinal sinirler bu genişlemeyi yapar. En geniş çapı T12 vertebra hizasındadır (7).

Conus medullaris'den sonra kaudale doğru devam eden pia mater yapısına filum terminale denir. Filum terminale yaklaşık 20 cm'dir. İlk 15 cm'lik

bölümüne filum terminale internum (filum terminale pars pialis) adı verilir. Pars pialis spatium subarachnoidea içerisinde S2 vertebra seviyesine kadar uzanır (9). Bu yapıyı pia mater spinalis kalıntısı oluşturur (2). Filum terminale'nin geriye kalan 5 cm'lik kısmına ise filum terminale externum (filum terminale pars duralis, lig. coccygeum) adı verilir. S2 vertebra hizasından itibaren dura mater spinalis ile sarılı olup, aşağıda coccyx'in birinci segmentinin arka yüzüne tutunarak sonlanır (6). Bu yapıyı dura mater spinalis kalıntısı oluşturur (2).

Lumbal segmenlere ve sacral segmentlere ait spinal sinirler, kendilerine ait foramen intervertebrale seviyesine ulaşabilmek için canalis vertebralis içinde uzun bir yol katederler. Bu sinir kökleri ve filum terminale, conus medullaris'in aşağısında, at kuyruğuna benzeyen bir görüntü oluşturur. Oluşan bu görüntüye cauda equina adı verilir (10).

1.1. Meninges Medulla Spinalis (Medulla Spinalis'in Zarları)

Medulla spinalis'i çevreleyen zarlar cerebrum'u çevreleyen zarların devamı niteliğindedir. Bu zarlar omurilik etrafında, dura mater spinalis, arachnoidea mater spinalis ve pia mater spinalis olmak üzere üç tabaka halindedir (3).

Dura mater spinalis, omuriliği en dıştan kuşatan fibröz bir kılıftır. Foramen magnum seviyesinde başlar ve S2 seviyesinde lig. coccygeum (filum terminale externum)'un yapısına katılarak sonlanır. Vertebraları örten periosteum tabakası ile arasında kalan boşluğa spatium epidurale (extradurale, epidural aralık) adı verilir. Bu aralığa plexus venosus vertebralis internus ve gevşek bağ dokusu yapısı yerleşmiştir (2, 6, 11).

Arachnoidea mater spinalis, foramen magnum seviyesinde başlar ve S2 seviyesinde kapanır. Dura mater spinalis'le arachnoidea mater spinalis arasındaki boşluğa spatium subdurale (subdural aralık), arachnoidea mater spinalis'le pia mater spinalis arasındaki aralığa da spatium subarachnoideum (subarachnoid aralık) adı verilir. Spatium subarachnoideum'da beyin omurilik sıvısı (BOS) bulunur (2, 6, 9).

Pia mater spinalis, medulla spinalis'i en içten saran zardır. Lamina externa ve lamina interna olarak iki kısımdan meydana gelir. Yukarıda foramen magnum'dan başlar ve aşağıda medulla spinalis'in alt ucunda kapanarak filum terminale internum'u oluşturur. S2 vertebradan itibaren dura mater spinalis ile birlikte filum terminale externum'u oluşturur.

Lig. denticulatum: Pia mater spinalis'in lamina externa'sının spinal sinir kökleri arasında kalınlaşarak meydana getirdiği üçgenimsi fibröz yapılardır. Arachnoidea mater spinalis'le beraber dura mater spinalis'e tutunarak sonlanır.

Birinci servikal vertebra ile birinci lumbal vertebralar arasındaki bölgelerde 21 çift lig. denticulatum bulunur (2, 6, 12).

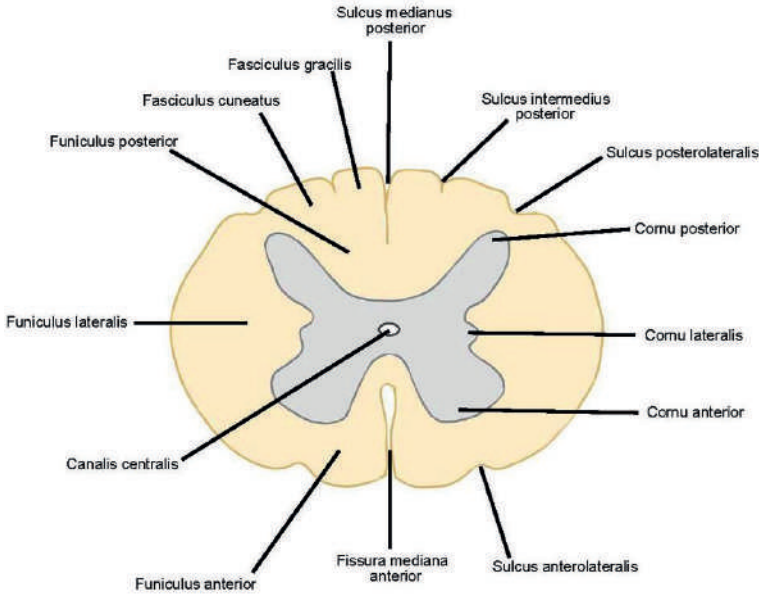
Fissura mediana anterior: Omuriliğin ön tarafa bakan kısmında, tam ortada uzanan yarığa fissura mediana anterior denir. Yaklaşık 3 mm derinlikte olup tüm medulla spinalis boyunca uzanır. Bu yarığın dip kısmında medulla spinalis'in sağ ve sol beyaz cevher parçalarını birleştiren alana comissura alba anterior denir (2, 8).

Sulcus medianus posterior: Medulla spinalis'in arka yüzünde, orta hatta uzanan oluğa sulcus medianus posterior denir. Ön tarafta canalis centralis yakınlarına kadar uzanan kısmına septum medianum posterius adı verilir. Beyaz cevher bu bölme ile sağ ve sol olmak üzere ikiye ayrılır. Sulcus medianus posterior ve septum medianum posterius tüm medulla spinalis boyunca uzanır (2, 6, 8).

Sulcus anterolateralis: Fissura mediana anterior'un sağında ve solunda yerleşmiş bir çift oluğa sulcus anterolateralis denir. Sulcus anterolateralis'den çıkan spinal sinirlerin köklerine radix anterior (ön kök) denir.

Sulcus posterolateralis: Medulla spinalis'in arka yüzünde sulcus medianus posterior'un sağında ve solunda yerleşmiş bir çift oluğa sulcus posterolateralis denir. Sulcus posterolateralis'den giren spinal sinirlerin köklerine radix posterior (arka kök) denir. Ayrıca radix posterior üzerinde ganglion spinale bulunur (2, 6, 7).

Sulcus intermedius posterior: Medulla spinalis'in arka yüzünde sadece torakal bölgenin üst yarısı ile servikal bölgenin tamamında (servikal bölgeden başlayıp T6 seviyesine kadar uzanan kısımda) sulcus medianus posterior ve sulcus posterolateralis arasında uzanan oluğa sulcus intermedius posterior denir. Sulcus intermedius posterior funiculus posterior'da bulunan fasciculus gracilis ile fasciculus cuneatus'u birbirinden ayırır (2, 6, 5) (Şekil 1).



Şekil 1. Medulla spinalis transvers kesiti

1.2. Medulla Spinalis'in Segment Yapısı

Bir çift spinal sinirin çıktığı medulla spinalis bölümü segment olarak kabul edilir. Medulla spinalis 33 segmentten oluşur. Bölgelere göre segmentler aşağıdaki şekildedir (Tablo 1).

Tablo 1. Medulla spinalis'in segmental yapısı

Medulla spinalis bölgeleri	Medulla spinalis segmentleri
Pars cervicalis	8
Pars thoracalis	12
Pars lumbalis	8
Pars sacralis	5
Pars coccygea	3

Medulla spinalis'in her segmentinden biri sağda biri solda olmak üzere bir çift nervus spinalis çıkar. Fakat en sonda bulunan koksigeal bölgenin iki segmenti rudimenter kaldığından dolayı buradan sadece bir çift nervi spinalis çıkar. Bu nedenle medulla spinalis'te 33 segment olmasına karşın 31 çift spinal sinir çıkar. Omuriliğe ait 31 çift spinal sinirin bölgelere göre dağılımları aşağıdaki şekildedir (Tablo 2);

Tablo 2. Spinal sinirlerin segmental yapısı

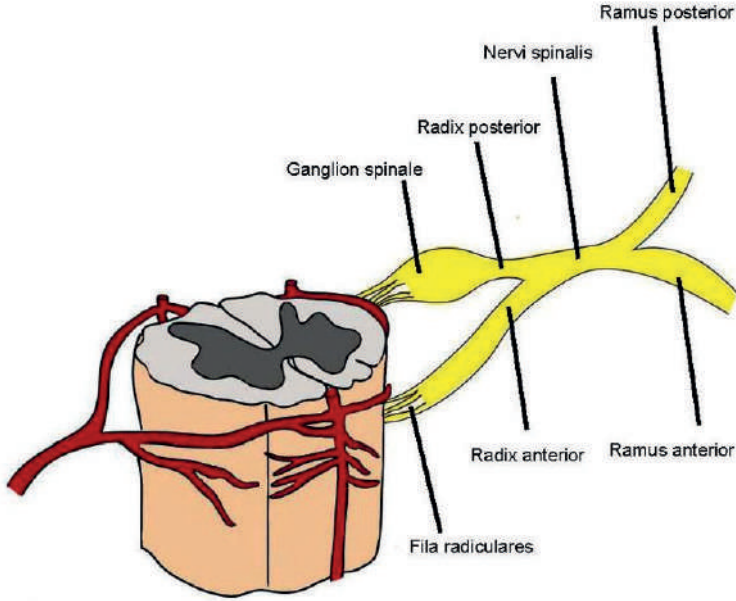
Medulla spinalis bölgeleri	Spinal Sinir segmentleri
Cervical spinal sinirler	C1-C8
Thoracal spinal sinirler	T1-T12
Lumbal spinal sinirler	L1-L5
Sacral spinal sinirler	S1-S5
Coccygeal spinal sinir	Col

Spinal sinirler, vertebraların arasında bulunan foramen intervertebrale'den çıkıp vertebral kanalı terk ederler. C1 atlas ile occipital kemik arasından çıkar. C2-7 spinal sinirler kendi sayılarına uyan vertebranın üstündeki foramen intervertebrale'den çıkarlar. Sekizinci servikal spinal sinir, C7 vertebranın altındaki foramen intervertebrale'den çıkar. T1'den sonraki spinal sinirler kendi sayılarına uyan vertebra- ların altındaki foramen intervertebrale'den çıkarlar. S5 ile coccygeal spinal sinirler hiatus sacralis'ten çıkarlar (5, 6, 11).

1.3. Spinal Sinirler (Nervi Spinales)

Spinal sinirin radix anterior adı verilen ön kökleri omuriliğin ön yüzünde bulunan sulcus anterolateralis'lerden çıkar. Radix anterior (motoria) motor liflerden meydana gelir. Spinal sinirin radix posterior adı verilen arka kökleri ise medulla spinalis'in arka yüzünde bulunan sulcus posterolateralis'ten omuriliğe girer. Arka kök duyu (sensoria) liflerinden meydana gelir. Ayrıca radix posterior'un üzerinde ganglion spinale bulunur (2, 6, 10). Ganglion spinale gövde ile ilgili tüm duyuvarın birinci nöronunu oluşturur (2).

Medulla spinalis'in sulcus anterolateralis ve sulcus posterolateralis'inde yer alan sinir liflerine fila radicularia adı verilir. Fila radicularia'lar canalis vertebralis içinde birleşerek ön tarafta bir çift radix anterior, arka tarafta ise bir çift radix posterior'ı oluşturur (2, 4). For. intervertebrale seviyesinde radix posterior üzerinde ganglion spinale bulunur (2, 9). Radix motoria ve radix sensoria foramen intervertebrale içerisinde birleşip truncus nervi spinalis (nervus spinalis, spinal sinir)'i yani bir spinal siniri oluştururlar. Truncus nervi spinalis radix'ler ile ramus'lar arasında kalan kısmı meydana getirir. Truncus nervi spinalis, canalis vertebralis'den çıktıktan sonra ön (ramus anterior, ventralis) ve arka (ramus posterior, dorsalis) olarak iki dal şeklinde uzanır (1). Her bir spinal sinir; genel somatik efferent (GSE), genel somatik afferent (GSA), genel visceral efferent (GVE), genel visceral afferent (GVA) lifler içerirler (6).



Şekil 2. Spinal sinir oluşumu

Metamer: Bir spinal sinirin innerve ettiği oluşumların tamamına metamer denir.

Dermatom: Bir truncus nervi spinalis'in deride uyardığı bölgeye dermatom adı verilir. İnsan vücudunda 30 çift dermatom bölgesi bulunur. Geriye kalan bir çift spinal sinirin (C1) duyu dalı olmadığı için uyardığı bir deri bölgesi de bulunmaz. Bir birine yakın seyreden komşu spinal sinirlerin uyardığı dermatom alanları da yine bir birine komşuluk eder. Bu nedenle bir dermatom sahasına komşu olduğu diğer dermatom sahasını innerve eden spinal sinirlerden de dallar gelir. Fakat bazen komşu dermatom sahalarını innerve eden spinal sinirler komşu segmetlerden gelmeyebilir. Böyle durumlarda her iki dermatom sahası arasında oluşan sınıra axial çizgi denir. Axial çizgi sayesinde bir birine komşu iki dermatom sahasını uyaran sinirler, axial çizginin öteki tarafındaki dermatomu innerve etmez ve böylece aradaki sınır korunmuş olur (13).

2. Bölüm

Medulla Spinalis'in İç Yapısı

Medulla spinalis'in fonksiyonları ve morfolojik yapısı göz önüne alındığında iki kısımdan meydana geldiği görülmektedir. Medulla spinalis'e transvers bir kesi yapıldığında iç kısımda "H" harfini anımsatan bir şekle sahip olduğu görülür. "H"yi oluşturan yapı daha koyu renktedir ve buraya gri maddeden oluştuğu için substantia grisea denir. Dış kısım gri cevheri cepeçevre sarar ve beyaz renkte görüntüğü için buraya substantia alba adı verilir (5).

2.1. Substantia Grisea (Gri Cevher)

Medulla spinalis'in iç kısmında yer alan substantia grisea, nöron gövdeleri, nöron uzantıları ve nöroglia hücrelerinden oluşur. Medulla spinalis'in farklı seviyelerinde şekli ve hacmi değişkenlikler göstermekle birlikte tüm medulla spinalis boyunca bulunur (2, 6). Substantia grisea miktarı intumescentia cervicalis ve intumescentia lumbosacralis'te diğer omurilik alanlarına oranla daha fazladır. Çünkü bu bölgelerden üst ve alt ekstremiteleri innerve eden sinirler çıkar. Torakal bölgede ise miktarı diğer bölgelere oranla daha azdır. Substantia grisea'nın en fazla olduğu yer conus medullaris'tir (6, 7). Substantia grisea'nın tam ortasında bulunan ve medulla spinalis'in bütün segmentlerinde görülen kanala ise canalis centralis denir. Bu kanal ependim hücreler ile döşenmiş olup, içerisinde beyin-omurilik sıvısı (BOS) bulunur (2, 5, 6,). Canalis centralis'in ön tarafında kalan gri cevher kitlesine commissura grisea anterior, canalis centralis'in arka tarafında kalanına ise commissura grisea posterior adı verilir (4).

Medulla spinalis kesitinde gri cevher'in öne tarafa doğru olan uzantısına cornu anterius, arka tarafa doğru olan uzantısına da cornu posterius denir. Bunların dışında T1-L2 (L3) seviyelerinde her iki yana doğru yaptığı uzantılara da cornu laterale adı verilir. Cornu olarak adlandırılan bu yapılar medulla spinalis boyunca üst üste gelerek columna adı verilen gri madde sütunlarını meydana getirir. Cornu anterius'ların oluşturduğu sütuna columna anterior denir. Cornu posterius'ların oluşturduğu sütuna columna posterior adı verilir. Cornu laterale'nin oluşturduğu sütuna da columna lateralis denir (5, 7, 9).

Columna anterior: Bu sütunda motor nöronlar yer alır. Her bir kasın motor nöronları için belirli bir çekirdek alanı mevcuttur. Küçük kasların motor nöronları tek bir segmente yerleşmişken, büyük kasların motor nöronları birden fazla segmente yerleşir. Cornu anterior'un medial kısmına yerleşen nucleus'lar, proximal grup kasların motor nöronlarını ihtiva eder. Cornu

anterior'un lateral kısmına yerleşen nucleus'lar ise distal grup kasların motor nöronlarını ihtiva eder (2).

Columna laterale: Bu sütunda otonomik fonksiyonlarla ilgili nöronlar bulunur. Medulla spinalis'in sadece T1-L2 (L3) ve S2-4 segmentlerinde bulunur (2, 13).

Columna posterior: Bu sütunda duyu nöronları yer alır (6).

2.1.2. Substantia Grisea'nın Laminer Organizasyonu

Rexed isimli araştırmacı, gri cevherde bulunan nöronların şekillerini, yerleşim yerlerini, büyüklüklerini ve hücresel özelliklerini dikkate alarak substantia grisea'yı 10 lamina'ya ayırmıştır. Bu nedenle gri cevherde bulunan laminalara Rexed laminaları denilmektedir. Gri cevher'de bulunan nöronlar Nissl boyama yöntemi kullanılarak sınıflandırılmıştır. Rexed laminaları cornu posterius'un ucundan başlayarak, cornu anterius'a doğru Romen rakamları ile numaralandırılmıştır. Bu laminalarda, medulla spinalis'in afferent ve efferent yolları bir birleri ile sinapslar meydana getirdikleri nöronlar mevcuttur (6, 7).

Lamina I: Cornu posterius'da yerleşmiş ince bir laminadır. Burada nuc. marginalis (nuc. posteromarginalis) bulunur. Buraya ulaşan sinir liflerinin bir çoğu tractus dorsolateralis'ten geçer ve karşı tractus spinothalamicus'a iletilir. Lamina I'e çok ağrı verici zararlı duyumlar ve ısı duyumları gelir (2, 6, 13).

Lamina II: Medulla spinalis'in tüm segmentlerinde bulunur. Cornu posterius'un tepesinde "V" harfi şeklinde yerleşmiştir. Lamina II'ye küçük yapıda hücrelerin sayısının fazla olmasından dolayı substantia gelatinosa (Rolando) da denir. Burada medulla oblongata'daki retiküler formasyondan başlayan liflerle radix posterior'un hafif dokunma, ağrı, ısı duyumlarını getiren lifler sonlanır (2, 6). Bulbus'da nuc. spinalis nervi trigemini olarak devam eder (13).

Lamina III ve IV: Cornu posterius'un büyük bir bölümünü oluşturur. Daha çok ara nöronlardan oluşur. Lamina III ve IV'deki hücre grupları nuc. proprius'u oluşturur. Nuc. proprius temel duyu çekirdeği olarak bilinir. Hafif temas duyumları, vücut pozisyonunun algılanması ve vücudun hareketiyle alakalı proprioseptif, vibrasyon ve diskriminasyon duyumlarının taşıdığı liflerin bazıları bu laminada sonlanır (2, 6, 13).

Lamina V ve VI: Cornu posterius'da yer alır. Bu laminalarda proprioseptif duyumlar ile motor ve duyu cortex'inden başlayan lifler gelir (6).

Lamina VII: Cornu anterius ile cornu posterius arasında bulunan en büyük laminadır. Bu lamina'ya zona intermedia da denilir. Bu laminada

nuc. thoracicus posterior (Clarke nucleusu), nuc. intermediolateralis ve nuc. intermediomedialis bulunur (6,13).

Nuc. intermediolateralis: T1-L2 segmentleri arasında bulunan preganglionik sempatik nöronlardan oluşur. Bu hücrelerin aksonları rami communicantes albi olarak adlandırılır ve medulla spinalis'i ön kökler aracılığıyla terk eder. S2-4 segmentlerinde bulunan hücre gruplarına nuc. parasympathici sacrales denir. Bu hücreler parasempatik presinaptik nöronlardan oluşmaktadır.

Nuc. intermediomedialis: Visseral afferent lifler taşıyarak visseral refleksin oluşmasında rol oynar (6).

Nuc. thoracicus posterior (Clarke's nucleusu): Cornu posterius'un tabanına yerleşmiş hücre grubudur. T1-L2 (L3) medulla spinalis segmentlerinde oluşturduğu sütuna Clarke sütunu adı verilir. Bu çekirdekler şuursuz proprioseptif duyularla ilgilidir (2, 6, 13).

Lamina VIII: Cornu anterius'un basis'inde bulunur. Bu laminada tr. vestibulospinalis ve tr. reticulospinalis'in aksonlarının bir çoğu sonlanır. Burada bulunan internöronlar columna anterior'daki motor çekirdekler sayesinde motor aktiviteleri düzenler. Çizgili kasların kasılmalarının düzenlenmesinde görev aldığı düşünülmektedir (2, 6, 13).

Lamina IX: Cornu anterius'ta bulunan motor nöronlar bu laminada bulunur. Bu nedenle lamina IX medulla spinalis'in esas motor sahası olarak kabul edilir. Bu motor hücrelerine alt motor nöron adı da verilir. Aksonları radix anterior yoluyla iskelet kası liflerini innerve eden alfa motor nöronlar ve kas içciklerini uyaran gama motor nöronlar burada yer alır. Medial bölümü; gövde ve ekstremitelerin prokimal kısımlarını, lateral kısmı da üst ve alt extremité distallerini innerve eden alt motor nöronlar bulundurur (2, 6, 13).

Lamina X: Canalis centralis'in etrafında bulunur. Arka kök ile gelen afferent uyarılar burada sinapsını gerçekleştirir. Mekanik uyarılar, somatik ve visseral ağrı duyusunu taşır (2, 6, 13).

2.2. Substantia Alba (Beyaz cevher)

Substantia alba'nın, medulla spinalis transvers kesitinde substantia grisea'nın dış kısmına yerleştiği görülür. Esas yapısını miyelinli sinir lifleri oluşturur. Bu nedenle rengi beyaz görünmektedir. Ön tarafta sağ ve sol kısımları orta hatta fissura mediana anterior'un önünde birleşerek comissura alba anterior'u oluşturur. Arka tarafta sağ ve sol kısımları orta hatta sulcus medianus posterior'un önünde birleşerek comissura alba posterior'u oluşturur. Substantia alba'nın sulcus medianus posterior ile sulcus posterolateralis arasında kalan kısmına funiculus posterior, sulcus posterolateralis ile sulcus anterolateralis arasında

kalan kısmına funiculus lateralis, sulcus anterior ile fissura mediana anterior arasında kalan kısmına ise funiculus anterior adı verilir (5, 10).

Funiculus posterior, medulla spinalis'in cervical ve üst thoracal (T1-6) segmentlerinde olmak üzere sulcus intermedius posterior tarafından iki ayrılır. Böylece medialde fasciculus gracilis ve lateralde fasciculus cuneatus oluşur. T6 segmentinden sonra sulcus intermedius posterior ve fasciculus cuneatus bulunmaz (7, 13).

Funiculus'ların içerisinde tractus'lar ve fasciculus'lar yerleşmiştir. Belirli bir fonksiyonu üstlenen ve genellikle liflerinin aynı nucleus'da sonlandığı akson demetlerine tractus veya fasciculus denir. Bu tractus ve fasciculus'ların üst merkezlere impuls taşıyanlarına çıkan yollar, suraspinal seviyelerden medulla spinalis'e impuls getirenlerine ise inen yollar adı verilir (2, 6, 13).

3. Bölüm

Spinal Refleksler

Bir uyarana karşı oluşan istem dışı reaksiyonlara refleks denir. Kas, eklem ve derideki reseptörlerden gelen uyarıların üst merkezlere ulaşmadan medulla spinalis içerisinde değerlendirilmesi sonucu oluşan motor yanıtlara spinal reflex adı verilir. Bir spinal refleksin oluşması için duyunun periferik reseptör ile alınması (reseptör organ), bu duyunun medulla spinalis'deki alfa motor nöronlara taşınması (afferent nöron) ve bu motor nörondan çıkan impulsların (efektör nöron) efektör yapılara ulaşması (effektör organ) gerekir. Ganglion spinale'deki duyu nöronunun santral uzantısı cornu anterius'da bulunan alfa motor nöron ile direkt olarak sinaps yapıyorsa buna monosinaptik refleks arka, duyu nöronu ile alfa motor nöron arasında internöron bulunuyorsa buna polis sinaptik refleks arka denir (2, 13).

Biceps refleksi ve patella refleksi gibi derin tendon refleksleri monosinaptik reflekslere örnek olarak gösterilebilir. Monosinaptik reflekslerde kasların gerilmesi sonucu kas içciklerinin uyarılması söz konusudur. Özelleşmiş kas liflerinden (intrafusul kas lifleri) oluşan kas içcikleri, bağ dokusu tarafından sarılmış, gerilmeye oldukça hassas yapılardır. Kasın gerilmesi ile kas liflerinde oluşan impuls alfa motor nöronlara iletilir. Buraya gelen impuls motor son plaklar sayesinde innerve ettiği ektrafusul kas liflerine ulaşarak kasılmayı sağlar. Alfa motor nöronlar aynı zamanda sinerjist kasları inerve eden alfa motor nöronların uyarılmasını ve inhibitör internöronlar vasıtasıyla antagonist kasları inerve eden alfa motor nöronların inhibisyonuna neden olur. Böylece sinerjist kasların kasılması ve antagonist kasların gevşemesi dolayısıyla hareketlerin hem amaca uygun hem de daha hızlı gerçekleşmesi sağlanır (13).

Polisinaptik reflekslerde ise deride ağırlı uyaranlara karşı bir çok eklem katıldığı koordineli kas kontraksiyonları söz konusudur. Bu reflekse fleksiyon refleksi adı da verilir. Örneğin impuls alan ekstremitedeki fleksor kaslar kasılırken ekstensor kaslar inhibe edilir. Aynı anda karşı ekstremitede ise ekstensor kaslar kasılırken fleksor kaslar inhibe olur (2, 13).

Mekanik bir uyaran ile uyarılan deri bölgesinin altında yer alan kaslarda oluşan kontraksiyon cilt refleksi olarak adlandırılır. Karın bölgesinin uyarılması ile abdominal kaslarda oluşan reflekse karın cildi refleksi, inguinal bölgenin uyarılması ile m. cremaster'in kasılması cremaster refleksi, ayak tabanının topuktan parmaklara doğru uyarılması ile plantar fleksiyon oluşur (13).

4. Bölüm

Medulla Spinalis Klinik Özellikleri

Lumbal ponksiyon: L3-4 vertebralar arasından subarochnoid aralığa girilerek BOS alınması işlemine lumbal ponksiyon denir. Lumbal ponksiyonun gerçekleştirilmesi için sırasıyla; deri, fascia superficialis, fascia profunda, lig. supraspinale, lig. interspinale, lig. flavum, spatium epidurale, dura mater spinalis, arachnoidea mater spinalis tabakaları geçilir ve subarochnoid aralığa ulaşılır (8).

Menenjit: Medulla spinalis'i saran zarların (meninks) inflamasyonudur (12).

Spinal pakinenjit: Dura mater spinalis'in inflamasyonudur.

Spina bifida: İntrauterin hayatta medulla spinalis'in gelişim anomali sonucu arcus vertebrae'nin tam olarak kapanamaması durumudur (12, 14).

Myelosel: Columna vertebralis'de oluşan bir defektten medulla spinalis'in dışarıya doğru çıkmasıdır (14).

Meningosel: Columna vertebralis'de oluşan bir defektten meninks'lerin dışarıya doğru çıkmasıdır (12, 14).

Meningomyelosel: Columna vertebralis'de oluşan bir defektten medulla spinalis'le beraber meninks'lerin de dışarıya doğru çıkmasıdır (12, 14).

Spinal apopleksi: Medulla spinalis içerisine olan kanamadır (14).

Spinal subarachnoid blok: Spinal kanalda BOS akımının bozulması durumudur (14).

Spinal müsküler atrofi (SMA): Medulla spinalis cornu anterior'daki motor nöronların otozomal çekinik geçiş gösteren bir hastalığıdır. Hastaların %95'inde SMN geninde delesyon bulunur (14).

Gerilmiş omurilik sendromu: Omuriliğin normal seviyesinden daha alt düzeylere yapışık olması durumudur (10).

Spinal anestezi: L3-4 vertebralar arasından subarahnoid aralığa girilerek anestezi madde enjekte edilmesidir.

Epidural anestezi: Spatium epidurale'de bulunan spinal sinirleri bloke etmek için epidural aralığa anestezi madde verilmesidir.

Caudal anestezi: Hiatus sacralis'den epidural aralığa girilerek anestezi madde verilmesidir (13).

Herpes zoster: Varisella zoster virüsünün spinal sinirin arka kök ganglionuna (ganglion spinale) yerleşmesi sonucu ilgili dermatom alanında ağrı ve veziküllere yol açmasıdır.

Medulla spinalis yaralanmaları: Medulla spinalis'in tam kesisi lezyonun alt tarafındaki bütün duyu ve istemli motor hareketlerin kaybına yol açar. Medulla spinalis C5'in üzerinde bir yerden kesilirse quadripleji meydana gelir. C4'ün üzerinde kesilirse solunum yetmezliği gelişebilir ve ölümlle sonuçlanabilir. Intumescentia cervicalis ve intumescentia lumbosacralis arasında bir yerden kesilirse parapleji gelişir (15).

Kaynakça

1. Öner Z. Sağlık Bilimleri İçin Anatomi. 1. Baskı. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2021.
2. Tekdemir İ. Ata Anatomi. 1. Baskı. İstanbul; İstanbul Tıp Kitabevi; 2025.
3. Yılmaz MT, Aydın Kabakçı AD, Akın Saygın D. Sağlık Bilimleri İçin Adım Adım Anatomi. 1. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2024.
4. Waschke J, Böckers TM, Paulsen F. Çev: Sargon FM. Sobotta Anatomi Konu Kitabı. 1. Baskı. Ankara: Güneş Tıp kitabevi, 2016.
5. Yıldırım M. Resimli Sistematik Anatomi. 3. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2020.
6. Deniz M. Nöroanatomi. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2022.
7. Arıncı K, Elhan A. Anatomi, 2. Cilt. 6. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Ltd Şti; 2016.
8. Ozan H. Ozan Anatomi. 3. Baskı. Ankara: Klinisyen Tıp Kitabevi; 2014.
9. Özbağ D. İnsan anatomi. 1. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri; 2020.
10. Büyükmumcu M, Uysal İİ, Ünver Erdoğan N. Sistematik Nöroanatomi. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2021.
11. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi. 3.Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2021.
12. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Nöroanatomi. 3.Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2022.
13. Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomi. 4. Baskı. Ankara: ODTÜ yayıncılık; 2004.
14. Müngen B, Yakıncı C. Resimli nöroloji sözlüğü. Adana; Nobel Tıp Kitabevi; 2011.
15. Moore Keith L, Dalley Arthur F, Agur Anne MR. Çev: Şahinoğlu K. Kliniğe yönelik anatomi. Nobel Kitabevi, 2007.

Duyusal ve Motor Yolların Fonksiyonel Organizasyonu ve İnen–Çıkan Yollar

Derya Demir¹

Mehmet Emirzeoğlu²

Özet

Duyusal uyarıları medula spinalis'ten; beyin sapı, duyu korteksi ya da cerebellum'a taşıyan yollara afferent (çıkan) yollar, motor korteks ve beyin sapından periferik bilgi götüren yollara efferent (inen) yollar denir.

Afferent yollar: fasciculus gracilis, fasciculus cuneatus, tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinothalamicus anterior, tractus spinocerebellaris posterior, tractus spinocerebellaris anterior, tractus cuneocerebellaris, tractus spinotectalis, tractus spinoreticularis, tractus spinoolivaris, tractus spinovestibularis, trigeminal yollar.

Efferent yollar: tractus corticospinalis lateralis, tractus corticospinalis anterior, tractus corticospinalis anterolateralis, tractus corticonuclearis, tractus reticulospinalis, tractus tectospinalis, tractus rubrospinalis, tractus vestibulospinalis, tractus olivospinalis.

1. Afferent (Çıkan) Yollar

Duyusal uyarıları medula spinalis'ten; beyin sapı, cortex cerebri ya da cerebellum'a taşıyan yollara afferent (çıkan) yollar denir.

Duyusal uyarılar cortex cerebri'ye 3 nöron aracılığıyla taşınır:

- 1. nöronun hücre gövdesi ganglion spinale'de bulunurken; periferik uzantısı çeşitli reseptörlerden başlar, merkezi uzantısı medula spinalise arka kökten girerek farklı laminalarda bulunan ikinci nöron ile sinaps yapar.

1 Arş. Gör., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, derya.demir@omu.edu.tr, 0000-0003-4602-2785

2 Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, memirze@omu.edu.tr, 0000-0002-5038-0473

- 2. nöronun aksonu çapraz yaparak karşı tarafa geçer ve üst merkezlerde bulunan üçüncü nöron ile sinaps yapar.
- 3. nöron thalamus'taki nucleus ventralis posterolateralis'te bulunur. 3. nöron aksonları primer duyu korteksine bağlanır. (1,2)

Afferent yollarla ilgili genel kurallar:

- Duyular medulla spinalis'in funiculus anterior, funiculus lateralis veya funiculus posterior'unda taşınırlar.
- Basınç ve hafif dokunma duyuları funiculus anterior'da, ağrı ve ısı duyusu funiculus lateralis'te, şuurulu proprioseptif duyu, vibrasyon ve iki nokta diskriminasyonu (ayrımı) duyusu ise funiculus posterior'da taşınan duylara örnektir.
- Tüm duyusal lifler medulla spinalis'e arka kök aracılığıyla girer.
- Duyu primer somatik duyu korteksine gidiyor ise bilinçli (şuurulu) duyu, gitmiyor ise bilinçaltı (şuuraltı) duyu olarak adlandırılır.
- Duyu liflerinin tümü arka kök ganglionundan geçer.
- Tüm duyular 3 nöronla taşınırken, koku duyusu 2 nöronla taşınan tek duyudur.
- Gövdeye ait afferent yolların 1. nöronları ganglion spinale'de, 2. nöronları ise medulla spinalis veya beyin sapında bulunur.
- Çapraz yapan lifler, 2. nöronların uzantılarından oluşur.
- Şuurlu bütün duyuların (koku duyusu hariç) üçüncü nöronu thalamus'tadır.
- Çapraz öncesi lezyonlar ipsilateral belirti gösterirken, çapraz sonrası lezyonlar kontralateral belirti gösterirler. (2,3)

Medulla spinalis'e gelen duyular:

- Yüzeysel duyular
- Derin duyular
- Proprioseptif duyular
- Vibrasyon duyusu
- Diskriminatif duyular

Afferent yollar:

1. Fasciculus gracilis

2. Fasciculus cuneatus
3. Tractus spinothalamicus lateralis
4. Tractus spinothalamicus anterior
5. Tractus spinocerebellaris posterior
6. Tractus spinocerebellaris anterior
7. Tractus cuneocerebellaris
8. Tractus spinotectalis
9. Tractus spinoreticularis
10. Tractus spinoolivaris
11. Tractus spinovestibularis
12. Trigeminal yollar

1.1. Fasciculus gracilis

T6 ve altındaki segmentlerden (özellikle alt ekstremiteden) şuurlu proprioseptif duyu, iki nokta diskriminasyonu ve vibrasyon duyusunu taşır. Ganglion spinale’de bulunan 1.nöronun merkezi uzantıları funiculus posterior’da yukarı doğru yükselir. Bulbus’taki tuberculum gracilis’te bulunan nucleus gracilis’te sinaps yaparlar (2. nöron). Buradan çıkan lifler fibrae arcuata interna adını alır ve decussatio lemnisci medialis’te çapraz yaparlar. Çapraz yaptıktan sonra lemniscus medialis adı ile thalamus’a yükselir ve nucleus ventralis posterolateralis’te sinaps yaparlar (3. nöron). Sonra capsula interna’nın crus posterius’undan geçerek Brodmann’ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır (4. nöron). (3,6)

Taşıdığı duyu: Vibrasyon, iki nokta diskriminasyonu, şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus gracilis

Çapraz: Decussatio lemnisci medialis

3. nöron: Thalamus’ta nucleus ventralis posterolateralis (VPL)

4. nöron: Brodmann’ın 3, 1, 2 nolu sahası

1.2. Fasciculus cuneatus

T6 ve üstündeki segmentlerden (özellikle üst ekstremiteden) şuurlu proprioseptif duyu, iki nokta diskriminasyonu ve vibrasyon duyusunu taşır.

1. nöron ganglion spinale'dedir. Bu ganglionun merkezi uzantıları bulbus'ta bulunan nucleus cuneatus'ta sinaps yaparlar. Buradan çıkan lifler fibrae arcuata interna adını alır ve decussatio lemnisci medialis'te çapraz yaparlar. Çapraz sonrası lemniscus medialis adı ile thalamus'a yükselir ve nucleus ventralis posterolateralis'te sinaps yaparlar (3. nöron). Daha sonra capsula interna'nın crus posterius'undan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır (4. nöron). (3,8)

Taşıdığı duyu: Vibrasyon, iki nokta diskriminasyonu, şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus cuneatus

Çapraz: Decussatio lemnisci medialis

3. nöron: Thalamus'ta nucleus ventralis posterolateralis'te (VPL)

4. nöron: Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahası

Klinik Bilgi: Fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus lezyonlarında, kas ve eklemlerden gelen bilinçli duyumlar etkileneceğinden dolayı; lezyon seviyesinin altında ipsilateral (aynı taraf) ekstremitelerin pozisyonu ve hareketleri hakkında bilgi sahibi olamama görülür. Kişi uzuvlarının uzaydaki konumunu gözleri kapalı iken belirleyemez.

Bununla birlikte lezyon seviyesinin altında vibrasyon duyusu kaybı vardır. Diapozonun (titreşim çatalı) malleolus lateralis veya processus styloideus radii gibi kemik çıkıntılara temas ettirilmesi ile bu durum test edilebilir.

Ek bir bulgu olarak lezyon tarafında taktil diskriminasyon duyusu kaybı görülür.

Hafif dokunma duyusu impulsları tractus spinothalamicus anterior ile taşındığı için, bu yaralanmalarda etkilenmemiştir. (4,9,11)

1.3. Tractus spinothalamicus lateralis

Ağrı ve ısı duyusunu taşıyan bu yol medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde seyreder. 1. nöron ganglion spinale'dedir. Birinci nöronların merkezi uzantıları medulla spinalis'e radix posterior'dan girer ve girdikleri seviyede lamina I, II, IV, V' teki 2. nöronlar ile sinaps yapar. Buradaki nöronların aksonları commissura alba anterior'da çapraz yaparak tractus spinothalamicus lateralis'i oluşturur. Bu yola ait liflerin büyük çoğunluğu nucleus ventralis posterolateralis'te bulunan üçüncü nöronlar ile sinaps yapar. Bu nöronların aksonları capsula interna'nın

crus posterius'undan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır. (1-3)

Taşıdığı duyu: Ağrı, ısı

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina I, II, IV, V'teki nucleus'lar

Çapraz: Commissura alba anterior

3. nöron: Thalamus'ta nucleus ventralis posterolateralis (VPL)

4. nöron: Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahası

Klinik Bilgi: Tractus spinothalamicus lateralis hasarlanmaları, lezyon seviyesinin altında ve karşı tarafta ısı ve ağrı duyusunun kaybına neden olur. Kişi, cilt yüzeyine temas eden nesnelerin sıcak-soğuk hissini anlayamaz veya iğne batırılmasına tepki gösteremez. (4,7)

1.4. Tractus spinothalamicus anterior

Hafif dokunma, kaşınma, gıdıklanma duyularını taşıyan bu yol; medulla spinalis'in funiculus anterior'unda seyreder. 1. nöron ganglion spinale'dedir. Birinci nöronların merkezi uzantıları lamina I, IV, V' te bulunan 2. nöronlar ile sinaps yapar. Buradaki nöronların aksonları commissura alba anterior'da çapraz yaparak tractus spinothalamicus anterior'u oluşturur. Bu yola ait liflerin büyük çoğunluğu nucleus ventralis posterolateralis'te bulunan üçüncü nöronlar ile sinaps yapar. Bu nöronların aksonları capsula interna'nın crus posterius'undan ve corona radiata'dan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır. (1-3)

Taşıdığı duyu: Hafif dokunma, kaşınma, gıdıklanma

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina I, IV, V'teki nucleus'lar

Çapraz: Commissura alba anterior

3. nöron: Thalamus'ta nucleus ventralis posterolateralis (VPL)

4. nöron: Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahası

Klinik Bilgi: Tractus spinothalamicus anterior hasarlanmalarında, lezyon seviyesinin altında, vücudun karşı tarafında, basınç ve hassas dokunma duyusunun kaybı ortaya çıkar. Diskriminatif duyu fasciculus cuneatus ve fasciculus gracilis yoluyla taşındığı için bu yaralanmalarda etkilenmez. (4,11)

1.5. Tractus spinocerebellaris posterior

Flechsig demeti olarak adlandırılan bu yol; funiculus lateralis'te seyreder. Gövde ve alt ekstremiteden gelen şuurlu proprioseptif duyuları cerebellum'a taşır. 1. nöron ganglion spinale'de, 2. nöron nucleus thoracicus posterior'da bulunur. Buradan başlayan lifler vermis cerebelli'deki 3. nöronlarda sonlanır. (1,2,5)

Taşıdığı duyu: Şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus thoracicus posterior (Clarke nükleusu)

3. nöron: Vermis cerebelli

1.6. Tractus spinocerebellaris anterior

Gowers demeti olarak adlandırılan bu yol; funiculus lateralis'te seyreder. Gövde ve alt ekstremiteden gelen şuurlu proprioseptif duyuları cerebellum'a taşır. 1. nöron ganglion spinale'de, 2. nöron nucleus thoracicus posterior'da bulunur. Buradan başlayan lifler ilk olarak commissura alba anterior 'da sinaps yapar. Daha sonra tekrar çapraz yaparak vermis cerebelli'deki 3. nöronlarda sonlanır. (2,12)

Taşıdığı duyu: Şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus thoracicus posterior (Clarke nükleusu)

Çapraz: Commissura alba anterior

Decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum

3. nöron: Vermis cerebelli

1.7. Tractus cuneocerebellaris

Üst ekstremit ve boyun bölgesinden gelen şuurlu proprioseptif duyuyu cortex cerebelli' ye taşıyan bu yol tractus spinocuneocerebellaris olarak da isimlendirilir. (2,14)

Taşıdığı duyu: Şuurlu proprioseptif duyu

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Nucleus cuneatus accessorius

3. nöron: Cortex cerebelli

1.8. Tractus spinotectalis

Tractus spinothalamicus lateralis'in ön tarafında funiculus lateralis'te seyreder.

Bu yolun 1. ve 2. nöronları tractus spinothalamicus lateralis ile aynıdır. 2. nörondan sonra lifler çapraz yaparak karşıya geçer ve colliculus superior'da sonlanır. Spinovisual refleksiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. (1,2)

Taşıdığı duyu: Nosiseptif duyumlar

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina I, II, IV, V'teki nucleus'lar

Çapraz: Commissura alba anterior

3. nöron: Colliculus superior

1.9. Tractus spinoreticularis

Medulla spinalis'in her segmentinde görülen bir tractus'tur. Funiculus anterolateralis'te seyreden bu yol çapraz yapmaz. Beyin sapında bulunan nucleus reticularis'lerde sonlanır. Uyku ve uyanıklık mekanizması üzerinde etkilidir. (1-3)

Taşıdığı duyu: Nosiseptif duyumlar

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina V, VII, VIII'deki nucleus'lar

3. nöron: Formatio reticularis

1.10. Tractus spinoolivaris (Helweg tractusu)

Medulla spinalis'in çeşitli seviyelerinden gelen şuuraltı proprioseptif duymu, bulbus'ta yer alan oliva içerisindeki çekirdekler aracılığıyla cerebellum'a iletir. (3,9)

Taşıdığı duyu: Şuuraltı proprioception

1. nöron: Ganglion spinale

2. nöron: Lamina IV, V, VI, VII'deki nucleus'lar

Çapraz: Commissura alba anterior

3. nöron: Nucleus olivaris inferior

1.11. Tractus spinovestibularis

Kas tonusu ile ilgili olduğu düşünülen bu yol medulla spinalis'in alt lumbal segmentlerinden başlar. Çapraz yapmadan yukarı ilerleyerek nucleus vestibularis medialis ve nucleus vestibularis lateralis'te sonlanır. (2,3)

1.12. Trigeminal yollar

Yüzün ön bölümü ve baştan gelen ağrı, ısı, dokunma ve şuurlu proprioseptif duyularının taşıdığı yoldur.

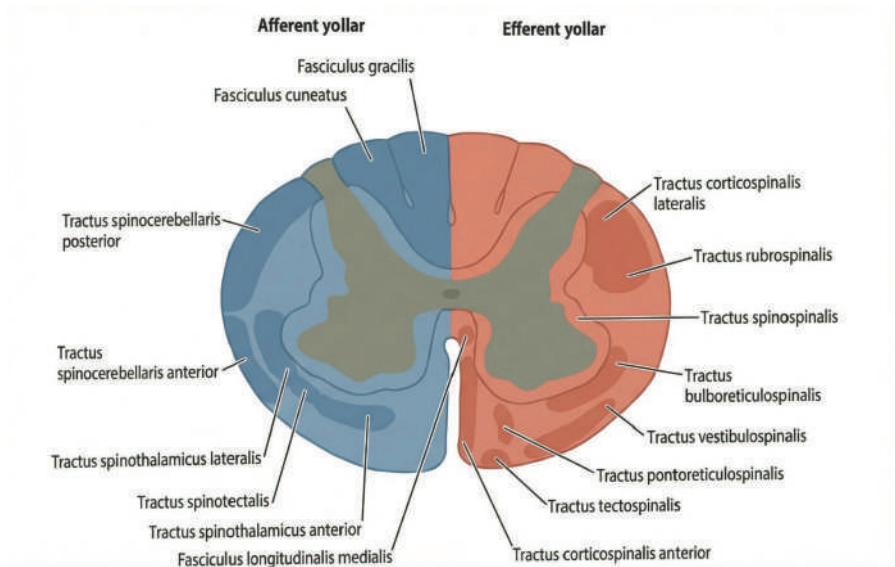
1. nöron: Ağrı ve ısı duyularının 1. nöronu ganglion trigeminale'de bulunurken şuurlu proprioseptif duyunun 1. nöronu nucleus mesencephalicus nervi trigemini'de bulunur.

2. nöron: Ağrı ve ısı duyularının 2. nöronu nucleus spinalis nervi trigemini'de bulunurken dokunma ve basınç duyusunun 2. nöronu nucleus principalis nervi trigemini'de bulunur.

Çapraz: Bu çekirdeklerden çıkan 2. nöronların santral uzantıları çapraz yaparak lemniscus trigeminalis adı verilen yolu oluşturur.

3. nöron: Bu lifler thalamus'taki nucleus ventralis posteromedialis'te bulunan 3. nöronlar ile sinaps yapar.

4. nöron: 3.nöronların aksonları capsula interna'nın crus posterius'undan geçerek Brodmann'ın 3, 1, 2 nolu sahasında sonlanır. (2,10)



Şekil 1.1 Medulla spinalis'in önemli afferent ve efferent yollarının şematik gösterimi

2. Efferent (İnen) Yollar

Cortex cerebri, cerebellum ve beyin sapındaki çeşitli nöronlardan başlayarak periferdeki nöronlara ulaşan liflere efferent yollar denir. Efferent yolların ilk nöronlarına **üst motor nöron** adı verilir. Üst motor nörona ait aksonlar crus cerebri'deki cranial sinir motor nucleus'larında ya da medulla spinalis'te bulunan ara nöronlar ile ön boynuz nöronlarında sinaps yapar. Medulla spinalis ve beyin sapında bulunan bu nöronlara **alt motor nöron** denir.

Efferent yollar, visseral fonksiyonlar, somatik motor ve segmental refleksler ile ilgilidir.

Tractus corticospinalis ve tractus rubrospinalis ekstremitelerin distal kas gruplarının hareketleri ile ilgili iken diğer yollar gövde kasları ve ekstremitelerin proksimal kas gruplarının hareketleri ile ilgilidir. (6)

Omuriliğin inen yolları; kas tonusu, hareketlerin koordinasyonu ve postürden sorumludurlar. (7,13)

Efferent yollarla ilgili genel kurallar:

- Cortex cerebri'den çıkan uyarılar 2 veya 3 nöron ile kaslara ulaşır.
- Çapraz öncesi lezyonda kontralateral paralizi görülürken, çapraz sonrası lezyonda ipsilateral kaslarda paralizi görülür.
- Cortex cerebri'den başlayan yollara **piramidal yollar**, diğer merkezlerden başlayanlara ise **ekstrapiramidal yollar** denir.
- İnen yollara ait internöronlar, medulla spinalis'in cornu anterius'unun VIII. lamina'sında bulunur. (1-4)

Efferent yollar:

1. Tractus corticospinalis
Tractus corticospinalis lateralis
Tractus corticospinalis anterior
Tractus corticospinalis anterolateralis
2. Tractus corticonuclearis
3. Tractus reticulospinalis
4. Tractus tectospinalis
5. Tractus rubrospinalis
6. Tractus vestibulospinalis

7. Tractus olivospinalis

2.1. Tractus corticospinalis

Efferent yolların en büyüğüdür. Bu yol bulbus'un ön yüzündeki pyramis bulbi denilen kabartıları oluşturur. Bu nedenle bu yolun diğer adı tractus pyramidalis'tir. Bu yoldaki nöronlar üst motor nöron olarak adlandırılır. (3)

Tractus corticospinalis, motor korteksteki Brodmann'ın 4, 6 ve 8 nolu sahalarından başlar ve motor aktivite ile ilgilidir.

Tr. corticospinalis'in ara nöron kullanmaksızın, ön boynuz motor nöronlarla bağlantı kuran kısımları distal ekstremiteler kaslarına impuls götürürken; ara nöronlar ile bağlantı sağlayan kısımları gövde ve proksimal ekstremiteler kaslarına impuls götürür. (8)

Motor korteksten başlayan lifler sırasıyla;

- Cortex cerebri
- Corona radiata
- Capsula interna'nın crus posterior'u
- Mesencephalon'da crus cerebri
- Pons'un pars basillaris'i
- Bulbus'taki pyramis bulbi'de ilerler.
- % 90'ı decussatio pyramidorum'da çapraz yapar.
- Çapraz sonrası medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde ilerleyerek
- Cornu anterius'ta bulunan motor nöronlarda sonlanır.

Tractus corticospinalis lateralis

Motor korteksten başlayan lifler sırasıyla; cortex cerebri, corona radiata, capsula interna'nın crus posterior'u, mesencephalon'da crus cerebri, pons'un pars basillaris'i, bulbus'taki pyramis bulbi'de ilerler. Bu liflerin % 90'ı decussatio pyramidorum'da çapraz yaparak karşıya geçer. Medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde aşağıya doğru ilerleyen bu lifler tractus corticospinalis lateralis adını alır.

Tractus corticospinalis lateralis istemli hareketlerin kontrolünden sorumludur. (2)

Tractus corticospinalis anterior

Tractus corticospinalis liflerinin % 8'i çapraz yapmadan funiculus anterior'da tractus corticospinalis anterior olarak uzanır. Bu lifler commissura alba anterior'da çapraz yaparak lamina IX'da bulunan alt motor nöronlar ile sinaps yapar.

Bu yol medulla spinalis'in alt seviyelerinde bulunmaz. Servikal ve üst torakal segmentlerinde bulunur. (1-3)

Tractus corticospinalis anterolateralis

Çapraz yapmayan tractus corticospinalis liflerinin % 2'si funiculus lateralis'te seyreder ve alt motor nöronlarda sonlanır. Bu yola tractus corticospinalis intermedius (Barns traktusu) da denir. (1,3)

Tractus corticospinalis lezyonunda ortaya çıkan belirtiler (üst motor nöron felci)

- Ekstremitelerin distalinde belirgin olan istemli hareket kaybı (paralizi) ya da azalması (parezi) görülür.
- Derin tendon reflekslerinde artış görülür.
- Babinski belirtisi pozitiftir.
- Yüzeyel karın refleksleri ve cremaster refleksi kaybı görülür. (1,4)

2.2. Tractus corticonuclearis

Cerebral cortex ile kranial sinir motor çekirdekleri arasındaki bağlantıyı sağlayan bu yola tractus corticopontinus veya tractus corticobulbaris de denir. Brodmann'ın 4, 6 ve 8 nolu sahalarından başlar. Tractus corticospinalis içerisinde ilerleyerek capsula interna'nın genu bölümünden ve crus cerebri'den geçerek beyin sapındaki kranial sinir motor çekirdeklerinde sonlanır.

Tractus corticonuclearis; baş, boyun, yüz ve pharynx kaslarının istemli hareketlerinden sorumludur. Konuşma, yüz ifadeleri, çiğneme, yutma gibi fonksiyonlar bu yol aracılığıyla düzenlenir. (1,2)

2.3. Tractus reticulospinalis

Pons ve bulbus'ta bulunan retiküler formasyon çekirdeklerinden başlayan bu yol dengenin kontrolü ve postürün düzenlenmesinde önemli rol oynar. (1). Gövde ve ekstremiteler kaslarını innerve eden motor nöronlarda aktivasyon veya inhibisyon sağlar. Tractus pontoreticulospinalis ve tractus bulboreticulospinalis olarak iki yoldan oluşur. (2,4)

Tractus pontoreticulospinalis

Pons'ta bulunan nucleus reticularis pontis caudalis ve nucleus reticularis pontis rostralis'ten başlar. Funiculus anterior'da seyreder. (2)

1. nöron: Pons, formatio reticularis

Ara nöron: Lamina VII, VIII

2. nöron: Cornu anterius

Tractus bulboreticulospinalis

Bulbus'ta bulunan nucleus reticularis lateralis ve nucleus reticularis gigantocellularis'ten başlar. Funiculus lateralis'te seyreder. (2)

1. nöron: Bulbus formatio reticularis

Çapraz: Var

Ara nöron: Lamina VI, IX

2. nöron: Cornu anterius

2.4. Tractus tectospinalis

Mesencephalon'da bulunan colliculus superior'dan başlayarak decussatio tegmentalis dorsalis'te çapraz yaptıktan sonra servikal segmentlerde funiculus anterior boyunca seyreder. Tractus tectospinalis görmeye bağlı baş ve boyun refleks hareketleri ile ilgilidir. (3)

1. nöron: Colliculus superior

Çapraz: Decussatio tegmentalis posterior

Ara nöron: Lamina VII, VIII

2. nöron: Cornu anterius (servikal segment)

2.5. Tractus rubrospinalis

Mesencephalon'daki nucleus ruber'den başlayan bu yol fleksör kas tonusu kontrolünde görev alır. Tractus corticospinalis lateralis'in önündedir. (2,3)

1. nöron: Nucleus ruber

Çapraz: Decussatio tegmentalis

Ara nöron: Lamina V-VII

2. nöron: Cornu anterius

2.6. Tractus vestibulospinalis

Funiculus anterior'dadır. Başlangıç yeri nucleus vestibularis lateralis'tir. Ekstansör kas tonusu kontrolünde görev alır. (2)

1. nöron: Nuclei vestibulares

Ara nöron: Lamina VII-VIII

2. nöron: Cornu anterius (servikal ve lumbosakral segment)

2.7. Tractus olivospinalis

Helweg demeti olarak da bilinen bu tractus, nucleus olivaris inferior'dan başlar, çapraz yaptıktan sonra medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde seyrederek servikal segmentlerin cornu anterius'unda sonlanır. Fonksiyonu tam olarak bilinmeyen bu traktusun, baş ve boyun hareketlerinde rol oynadığı düşünülmektedir. (2)

1. nöron: Nucleus olivaris inferior

Çapraz: Var

Sonlanma: Cornu anterius (Servikal segment)

Ekstrapiramidal yolların lezyonunda ortaya çıkan belirtiler:

- Kas atrofisinin çok az olduğu veya olmadığı ağır paralizi gözlemlenir.
- Kasların spastisite veya hipertonisitesi; üst ekstremitenin sürekli fleksiyon, alt ekstremitenin ise sürekli ekstansiyonda olması durumudur.
- Derin kas reflekslerinde artış ve klonus; bacak arka grup kasları, quadriceps femoris kasında ve parmak fleksör kaslarında gözlemlenir.
- Çakı belirtisi; pasif hareket ettirilen eklem, kasların spastisitesi nedeniyle direnç oluşturmaktadır. (4,15)

Kaynakça

1. Ozan H. Anatomi. 3. Baskı. Ankara: Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014.
2. Şahin B, editör. Temel İnsan Anatomisi: Nöroanatomi ve Özel Duyu Organları. 3. cilt. Ankara: WOPPHO (World Physicians Publishing House); 2025.
3. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2016.
4. Snell RS. Klinik Nöroanatomi. 8. Baskı. Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri; 2020.
5. Gould DJ, Fix JD. BRS Nöroanatomi. 4. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri; 2018.
6. Taner D, editör. Fonksiyonel Nöroanatomi. 1st ed. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim AŞ – METU; 1998.
7. Erzurumlu R, Şengül G, Ulupınar E. Nöroanatomi. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2019.
8. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. Cilt 2. 4. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi; 2006.
9. Marieb EN, Wilhelm PB, Mallatt J. Human Anatomy. 6th ed. Media update. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings; 2012.
10. Yıldırım M. Resimli Sistemantik Anatomi. 1. baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2013.
11. Standring S, editor. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. 41st ed. London: Elsevier; 2016.
12. Alkoç OA. Medulla spinalis'deki afferent yollar ve ilgili lezyonlar. Sağlık & Bilim Güncel Tıp–IV. 2023;67.
13. Yıldırım EB. Medulla spinalis inen ve çıkan. Sağlık & Bilim Anatomi–I. 2024;37.
14. Wang LH, Ding WQ, Sun YG. Spinal ascending pathways for somatosensory information processing. Trends Neurosci. 2022;45(8):594-607.
15. Kuypers HG. The descending pathways to the spinal cord, their anatomy and function. Prog Brain Res. 1964;11:178-202.

Beyin Sapı (Truncus Cerebri / Encephali): Anatomik ve Fonksiyonel Bir Bakış

Anıl Didem Aydın Kabakçı¹

Duygu Akın Saygın²

Özet

Beyin sapı (truncus encephali/cerebri), medulla oblongata, pons ve mesencephalon olmak üzere üç temel anatomik bölümden oluşan, merkezi sinir sisteminin en hayati yapılarından biridir. Beyin ile omurilik arasında geçiş ve iletişim sağlayan bu yapı, hem motor hem de duyu yollarının geçtiği bir merkez olmasının yanı sıra birçok yaşamsal refleksin ve kraniyal sinirin kontrol merkezlerini de içerir. Medulla oblongata, solunum ve kardiyovasküler sistem gibi yaşamsal işlevleri düzenleyen merkezleri barındırırken; pons, motor koordinasyon ve solunum ritminin düzenlenmesinde önemli rol oynar. Mesencephalon ise görsel ve işitsel refleksler, motor kontrol ve dopamin üretimi gibi işlevlerle ilişkilidir. Her üç bölgede de yer alan kraniyal sinir çekirdekleri, baş ve boyun bölgesindeki motor ve duyu kontrolünü sağlar. Beyin sapı, ayrıca retiküler formasyon aracılığıyla uyanıklık, bilinç ve otonom fonksiyonların düzenlenmesinde rol alır. Klinik olarak beyin sapını etkileyen lezyonlar; hem kraniyal sinir tutulumları hem de kontralateral motor/duyu kayıpları ile karakterizedir. Sendromlar (Weber, Wallenberg, Claude vb.), vasküler olaylar veya tümörler gibi nedenlerle gelişebilir. Bu çalışmada, beyin sapının anatomik ve fonksiyonel yapısı detaylandırılarak, ilgili çekirdekler, sinir yolları ve klinik tablolar bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır.

- 1 Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı, anilddemaydin@gmail.com, Orcid: 0000-0003-1594-0188
- 2 Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı, d.akin.42@hotmail.com, Orcid: 0000-0003-4260-9263

1. Giriş

Truncus encephali (cerebri), diğer ismi ile beyin sapı, insan sinir sisteminin yapısal hem ve işlevsel olarak en kritik öneme sahip bölgelerindendir. Beyin sapı, beyin ile omurilik arasındna köprü görevini üstelenen beynin alt kısmında yer alan, yukarı kısımda beyin hemisferleri (serebrum) ile, aşağıda ise omurilik (medulla spinalis) ile komşuluk yapan kısımdır (1).

Beyin Sapının Ana Görevleri;

- **Hayati açıdan önemli temel merkezler:** Yaşamsal fonksiyonları (solunum, kalp atımı, kan basıncı gibi) kontrol eden merkezler burada yer alır.
- **İletim görevi:** Beyin ile omurilik arasındaki motor ve duysal yolların geçiş noktasıdır.
- **Refleks kontrolü:** Bazı refleksler (yutma, öksürme, kusma gibi) beyin sapı aracılığıyla düzenlenir.
- **Kraniyal sinirlerin kontrolü:** Beyin sapında, birinci ve ikinci kraniyal sinir hariç 10 kraniyal sinire ait çekirdekler yer alır. Bu sinirler baş ve boyun bölgesinin kaslarını, duyarlarını ve organlarını kontrol eder.

Beyin sapı üç ana anatomik bölümden oluşur:

1. Medulla oblongata (Bulbus):

- o Solunum, kardiyovasküler sistem ve yutma gibi yaşamsal merkezleri barındırır.
- o Kraniyal sinir çekirdeklerinin büyük kısmı burada yer alır.

2. Pons (Varol köprüsü):

- o Beyincikle (cerebellum) beyin arasında bağlantı sağlar.
- o Solunum ritminin düzenlenmesinde görev alır.
- o Motor ve duyu yolları burada çapraz geçiş yapabilir.

3. Mesencephalon (Orta beyin):

- o Görme ve işitme refleksleri, göz hareketleri gibi işlevleri düzenler.
- o İçerisinde substantia nigra ve nucleus (nuc.) ruber gibi önemli motor merkezler bulunur (2).

1.1. Medulla Oblongata (Bulbus)

Medulla oblongata, diğer ismi ile **bulbus**, beyin sapının en alt kısmını oluşturur ve temel hayati işlevlerin komuta merkezidir. Yerleşim olarak medulla spinalis'in hemen üstünde, pons'un altında ve cerebellum'un ise ön kısmında yer alır. Arka tarafta yer alan **pedunculus cerebellaris inferior** aracılığıyla cerebellum ile bağlantı kurar. Medulla spinalis ile olan alt sınırı, kemik yapıda **foramen (for.) magnum** hizasından geçen transvers bir kesit, yumuşak dokuda ise **decussatio pyramidum** ile belirlenir. Bu çaprazda burada bazı motor sinir lifleri karşı tarafa geçer. Üstte pons'tan ön tarafta **sulcus bulbopontinus**, arka tarafta ise dördüncü ventrikülün sağ ve sol **recessus lateralis** çıkıntılarını birleştiren hayali çizgi ile ayrılır. Bulbus'un alt yarımında içerisinde bulunan canalis centralis yukarıya doğru genişleyerek devam eder ve **ventriculus quartus** (dördüncü ventrikül) halini alır (1-4).

Medulla oblongata, organizmanın temel yaşamsal işlevlerini yöneten hayati bir yapı olma niteliğine sahiptir. Solunum ritminin düzenlenmesi, kalp atım hızının ve kan basıncının kontrolü, yutma ve kusma reflekslerinin merkezleri bu bölgede yer almaktadır. Bu sayede vücut homeostazisi korunur ve ani uyaranlara karşı savunma tepkisi oluşturabilir. Bu bölgeyi etkileyecek travmatik beyin hasarı, inme, tümör veya dejeneratif hastalıklarda hayati tehdit eden klinik durumlar ile karşılaşılabilir (3-4).

1.1.1. Medulla Oblongata'nın Dış Yapısı

Medulla oblongata, morfolojik açıdan medulla spinalis'e benzemektedir. Ön yüzünde, orta kısımda yer alan yarığa **fissura mediana anterior** denir. Bu yarık üst tarafta medulla oblongata ile pons arasındaki sınırı belirleyen **sulcus bulbopontinus**'a kadar uzanır. Bu yarığın her iki yan tarafında yer alan kabartılara **pyramis bulbi** denir. Bu kabartıların altında, cortex cerebri'deki piramidal hücrelerin aksonlarından meydana gelen ve istemli motor hareketlerin iletimini sağlayan **tractus (tr.) corticospinalis** yer alır. Bu yola ait aksonların çapraz yaparak karşı tarafa geçmesi ile oluşan yapıya **decussatio pyramidum** denir. Medulla spinalis'te yer alan **sulcus anterolateralis** adı verilen oluk, medulla oblongata'da **sulcus preolivaris** olarak devam eder ve bu oluk, n. hypoglossus'un liflerinin çıkış yaptığı bölgedir. Pyramis'in yan kısmında **oliva** adı verilen ve zeytin çekirdeği büyüklüğünde kabarıntılar bulunur. Oliva'nın altında **nuclei (nucc.) olivares inferiores** yer alır ve bu nöron grupları hareket koordinasyonunda rol oynar. Oliva'ların arkasında yer alan oluğu **sulcus retroolivaris** denir ve burada sırasıyla n. glossopharyngeus (IX), n. vagus (X) ve n. accessorius (XI)'un lifleri seyredir. Medulla oblongata'yı beyinciğe bağlayan yapıya **pedunculus cerebellaris inferior** denir. Sulcus retroolivaris'in

arkasında yer alan kabarıntıya **tuberculum trigeminale** denir ve içerisinde **tr. spinocerebellaris posterior** ve **nucleus (nuc.) spinalis nervi trigemini** yer alır. Medulla oblongata'nın arka yüzünde, **sulcus medianus posterior** adı verilen oluk yer alır. Bu oluğun her iki yanında, duyu yolları olan **fasciculus gracilis** ve **fasciculus cuneatus**'un sonlandığı çekirdeklerin oluşturduğu medialde **tuberculum gracile** ve lateralde **tuberculum cuneatum** adı verilen kabarıntılar yer alır. Bu kabartıların daha lateralinde ise baş bölgesinden gelen ağrı ve ısı duyularının sonlandığı **nuc. spinalis nervi trigemini** tarafından oluşturulan **tuberculum cinereum** yer alır. Medulla oblongata'nın üst arka kısmı, **ventriculus quartus**'un alt tabanını oluşturan **fossa rhomboidea**'nın alt yarısını içerir. Bu üçgen bölgenin orta kısmında **sulcus medianus posterior** yer alır ve bu oluktan laterale doğru uzanan çizgilere **striae medullares ventriculi quarti** denir. Bu çizgileri **nuc. arcuatus**'tan çıkan **fibrae arcuatae externae** adlı nöronların aksonları oluşturur. Sulcus medianus posterior'un her iki yanında içte yer alan kabarıntıya **trigonum nervi hypoglossi** (n. hypoglossus çekirdeklerinin oluşturduğu kabarıntı), dışta yer alan kabarıntıya ise **trigonum nervi vagi** (n. vagus çekirdeklerinin oluşturduğu kabarıntı) denir. Medulla oblongata'nın arka tarafında yer alan üçgen alanın üst sınırını **striae medullares** oluştururken, alt kısmını **obex** adlı yapı oluşturur. Obex'in yan kısmında yer alan bölgeye **area postrema** denir ve burada yer alan kemoreseptörler, kandaki toksik maddeleri algılayarak kusma refleksini başlatabilir. Üçgenin alt köşe kısımlarında, denge ile ilişkili **nuc. vestibulares (nuc. vestibularis superior ve lateralis)** yer alırken, iştme duyusu ile ilişkili **nuc. cochlearis** tarafından oluşturulan **tuberculum acousticum** yapısı da bu bölgede yer alır. Bu üçgenin tepe kısmı, yukarı tarafta **aqueductus cerebri**'ye doğru uzanır (4-6).

1.1.2. Medulla Oblongata'nın İç Yapısı

Medulla oblongata'nın iç kısmı omurilikte olduğu gibi **substantia grisea (gri madde)** ve **substantia alba (beyaz madde)** olmak üzere iki ana yapıdan oluşur. Bu maddeler içerisinde, nöron grupları ve sinir yolları yer alır. Medulla oblongata içerisinde duyu ve motor bilgilerin işlendiği, aktarıldığı ya da düzenlendiği çekirdekleri içerir. Medulla oblongata içerisinde kranial sinir çekirdeklerine ek olarak **nucleus gracilis**, **nucleus cuneatus**, **nucleus cuneatus accessorius**, **nucleus arcuatus**, **nuclei olivares inferiores**, **nuclei reticulares** adı verilen çekirdekler de yer almaktadır (4).

1.1.3. Medulla Oblonga'tanın İçerdiği Çekirdekler

Nucleus gracilis (Goll çekirdeği): Medulla oblongata'nın dorsal kısmında yer alan ve **tuberculum gracile** adı verilen kabarıntının içinde yer alır. Çekirdek

içerisinde T_6 segmentinin altından gelen ve bilinçli derin duyuyu taşıyan fasciculus gracilis'e ait liflerin ikinci nöronları yer alır.

Nucleus cuneatus (Burdach çekirdeği): Tuberculum cuneatum içerisinde yer alan ve C_1-T_7 segmentleri arasından gelen bilinçli derin duyuları taşıyan fasciculus cuneatus'a ait liflerin ikinci nöronlarını içerir. Nuc. gracilis ve cuneatus, dokunma ve pozisyon duyusunun beyne iletilmesinde önemli rol oynarlar.

Nucleus cuneatus accessorius: C_1-T_1 seviyesinde yer alan spinal sinirlerden gelen bilinçsiz proprioseptif duyuyu taşıyan liflerin ikinci nöronlarını içeren çekirdektir ve koordinasyon fonksiyonları için beyincikle bağlantı kurar.

Nucleus arcuatus: Medulla oblongata'nın ön kısmında yer alan pyramis'lerin hemen önünde bulunan, nucc. pontis'lerin uzantısı niteliğindeki yapılardır. Bu çekirdekler, kemoreseptör özelliğe sahiptirler ve solunum hızının ayarlanmasında rol oynarlar.

Nuclei olivares inferiores: Medulla oblongata'da oliva olarak adlandırılan yapının içerisinde yer alan çekirdek grubudur. İstemli kas hareketlerinin koordinasyonunda görev alırlar ve üç ana alt çekirdekten oluşur: nucleus olivaris principalis, nucleus olivaris accessorius medialis ve nucleus olivaris accessorius posterior. Bu yapılar beyincikle sberaber sahip oldukları etkileşim sayesinde motor kontrol üzerinde etkindirler.

Nuclei reticulares: Beyin sapının tüm bölümlerinde (mesencephalon, pons, medulla oblongata) yer alan yaygın nöron ağıdır. Retiküler çekirdeklere vücudun birçok bölgesinden duyuusal (afferent) uyarılar gelir ve bu çekirdeklerden yine birçok farklı hedefe motor (efferent) uyarılar gönderilir. Bu çekirdek grubu, motor aktivitelerin düzenlenmesinde, uyku-uyanıklık döngüsünde, bilinç durumu, solunum ve dolaşımın otomatik kontrolü gibi fonksiyonların düzenlenmesinde rol oynar (2-4).

Tablo 1: Medulla oblongata'tanın içerdığı çekirdeklerin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konumu	İşlevi	İlgili Lifler / Sistem	Bağlantılı Yapılar
Nucleus gracilis (Goll çekirdeği)	Tuberculum gracilis içinde, dorsal kolonda	T ₆ altından gelen bilinçli derin duyunun (pozisyon, vibrasyon) ikinci nöronlarını içerir.	Fasciculus gracilis	Medulla spinalis, Thalamus
Nucleus cuneatus (Burdach çekirdeği)	Tuberculum cuneatum içinde, dorsal kolonda	C ₁ -T ₇ arasından gelen bilinçli derin duyunun ikinci nöronlarını içerir.	Fasciculus cuneatus	Medulla spinalis, Thalamus
Nucleus cuneatus accessorius	C ₁ -T ₁ spinal sinir bölgesine ait	Bilinçsiz proprioseptif duyunun ikinci nöronlarını içerir, beyincikle bağlantılıdır.	Proprioseptif lifler (beyincikle bağlantılı)	Beyincik (cerebellum)
Nucleus arcuatus	Pyramis'lerin önünde, medulla oblongata ön yüzü	Kemosensitif özelliktedir, solunum hızının düzenlenmesinde rol alır.	Fibrae arcuatae externae (solunumla ilgili yollar)	Solunum merkezleri, pontin çekirdekler
Nuclei olivares inferiores	Oliva yapısı içinde, medulla oblongata	İstemli kas hareketlerinin koordinasyonu, beyincikle bağlantılı	Tr.olivocerebellaris (motor koordinasyon)	Cerebellum, Medulla spinalis
Nuclei reticulares	Beyin sapının tüm bölümlerinde (mesencephalon, pons, medulla oblongata)	Motor kontrol, bilinç düzeyi, uyku-uyanıklık, solunum ve dolaşım sistemi düzenlemesi	Retiküler formasyon (afferent ve efferent bağlantılar)	Tüm beyin sapı, korteks, omurilik

1.1.4. Medulla Oblongata'nın İçerdiği Kraniyal Sinir Çekirdekleri

Nucleus spinalis nervi trigemini: Beyin sapı boyunca yer alan n. trigeminus'un duyu bileşenlerine ait çekirdek kompleksinin bir parçasıdır. Baş ve yüz bölgesinden gelen somatik duyunun (ağrı ve ısı) iletiminde görevlidir. Yaklaşık olarak C₃ servikal segmentten başlar ve pons'ta sonlanır. Bu sebeple alt kısmı medulla spinalis içerisinde, üst kısmı ise pons düzeyindedir. Beyin sapı içerisinde yer alan en büyük çekirdeklerinden birisidir. Medulla oblongata'nın dış yüzeyinde bulunan tuberculum trigeminale adı verilen kabartının derininde lokalizedir. Çekirdek içerisinde baş ve yüz bölgesinden gelen ağrı ve ısı duyunun ikinci nöronlarını içerir. Ayrıca bu çekirdek yüz bölgesine ait bazı reflekslerde de rol oynar.

Nucleus tractus solitarius: Visseral duyu ile ilgili bilgilerin işlendiği bir çekirdektir. Çekirdek, başta n. facialis (VII), n. glossopharyngeus (IX) ve n. vagus (X)'un ortak duyu çekirdeğidir. Bu çekirdekte bu üç kranial sinirin duysal lifleri sonlanmaktadır. Çekirdek fonksiyonel olarak incelendiğinde rostral (üst) ve kaudal (alt) olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Çekirdeğin rostral kısmına dilin ön 2/3'lük kısmından n. facialis ile, dilin arka 1/3'lük kısımdan n. glossopharyngeus ile epiglottis ve çevresinden ise n. vagus aracılığı ile tat duyusuyla ilgili olan özel visseral afferent lifler ulaşmaktadır. Çekirdeğin kaudal kısmına ise iç organlardan gelen çeşitli duysal bilgileri (örn., mide doluluğu, bağırsak gerilimi, kan basıncı ve kimyası gibi) taşıyan genel visseral afferent lifler ulaşmaktadır. Taşınan bu duyular aracılığı ile hayati organların (kalp, akciğerler gibi) fonksiyonlarının düzenlenmesinde önemli rol oynar. Çekirdek aynı zamanda solunum, kardiyovasküler sistem ve sindirim sistemiyle ilgili refleksleri düzenleyen otonomik merkezlerin parçası olarak görev almaktadır.

Nucleus ambiguus: Medulla oblongata içerisinde yer alan ve fonksiyonel olarak motor görevi olan bir çekirdektir. Bu çekirdek, n. glossopharyngeus (IX), n. vagus (X) ve n. accessorius'un (XI) ortak motor çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan özel visseral efferent lifler, embriyolojik olarak faringeal arkuslardan gelişen kasları (m. tensor veli palatini hariç damak kasları, farinks (yutak) ve larinks (gırtlak)) uyarırlar. Bu kas gruplarının birbirleri ile uyumlu çalışması yutma, konuşma ve solunum gibi yaşamsal fonksiyonların düzenli işleyişi açısından önemlidir. Bununla beraber çekirdek içerisinde kardiyovasküler sistemle ilişkili bazı parasempatik nöronları da ihtiva eder. Bu sayede kalp hızı üzerinde düzenleyici olarakta görev almaktadır. Çekirdekte meydana gelebilecek fonksiyonel bozukluklar, yutma güçlüğü (disfaji) ve ses kısıklığına (disfoni) neden olabilir ve ayrıca motor fonksiyonlarda güçlüğe neden olabilir.

Nucleus dorsalis nervi vagi: Medulla oblongata'da yer alan ve n. vagus'un (X. kranial sinir) ana parasempatik çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan genel visseral efferent lifler otonom sinir sisteminin parasempatik kısmının parçası olarak fonksiyon üstlenirler. Çekirdekten çıkan genel visseral efferent lifler kalp kasına, düz kaslara, iç organların bezlerine ve sindirim sistemi organlarının flexura colis sinistra düzeyine kadar olan kısmına parasempatik uyarı taşırlar. Ayrıca tuba auditiva (östaki borusu) mukozası da bu çekirdekten çıkan lifler aracılığıyla uyarılır. Nuc. dorsalis nervi vagi, en geniş parasempatik etkiye sahip çekirdektir. Etki gücü sayesinde vücut homeostazisinin sağlanmasına etkin bir rol oynar.

Nucleus salivatorius inferior: N. glossopharyngeus'un parasempatik çekirdeğidir. Çekirdekten başlayan genel visseral efferent lifler, tükürük ve mukus bezlerinin çalışmasını düzenler. Çekirdekten çıkan lifler, öncelikle

glandula (gl.) parotidea olmak üzere, gl. palatinae ve nazofarinks mukozasında bulunan bezlere ulaşarak sekresyonu yani salgı üretimini uyarır. Bezlere ulaşan parasempatik uyarı tükürük salgısını başlatır ayrıca üst solunum ve sindirim yollarının nemli kalmasını sağlar.

Nucleus nervi hypoglossi: Medulla oblongata'da yer alan ve n. hypoglossus'un saf motor çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan lifler, dil ekstrinsik ve intrinsik kaslarını (m. platyoglossus hariç) innerve ederler. Çekirdeğin ve sinirin hasarlanması durumunda, dil kaslarında güçsüzlük, atrofi ile konuşma bozuklukları (dizartri) gibi klinik durumlar ortaya çıkabilir.

Nuclei vestibulares: İş kulaktan gelen denge ile ilişkili bilgileri alarak vücudun çeşitli bölgelerine ileten çekirdek gurubudur. Bu çekirdekler; nuc. vestibularis lateralis (Deiters çekirdeği), nuc. vestibularis medialis (Schwalbe çekirdeği), nuc. vestibularis superior (Bechterew çekirdeği) ve nuc. vestibularis inferior (Roller çekirdeği)'dir. Lokalizasyon olarak bakıldığında nuc. vestibularis medialis ve nuc. vestibularis inferior, beyin sapının medulla oblongata kısmında yani bulbus içinde yer alırken; nuc. vestibularis superior ve nuc. vestibularis lateralis, bulbopontin birleşme alanında konumlanır. Bu çekirdekler kendilerine ulaşan bilgiler sayesinde vücut postürünün korunmasında, denge ve göz hareketlerinin koordinasyonunda etkin görev alırlar.

Vestibüler çekirdeklere gelen afferent bilgiler iş kulaktan ve cerebellum'dan pedunculus cerebellaris inferior aracılığı ile gelir. Çekirdeklerden çıkan efferent bilgiler ise tractus vestibulospinalis aracılığı ile medulla spinalis'e, tractus vestibulocerebellaris ile cerebellum'a **fasciculus longitudinalis medialis (FLM)** aracılığıyla göz kaslarını kontrol eden çekirdeklere (örn., n. oculomotorius, n. trochlearis ve n. abducens) ulaşırlar.

Nuclei cochleares (nuc. cochlearis anterior ve posterior): İşitme sistemiyle doğrudan ilişkili olan ve beyin sapında yer alan nucleus cochlearis anterior (ventral) ve nucleus cochlearis posterior (dorsal) adı verilen iki önemli çekirdektir. Çekirdekler, pedunculus cerebellaris inferior'un ön bölgesinde ve recessus lateralis adı verilen yerde lokalizedirler. Bu çekirdekler içerisinde işitme yollarının ikinci nöronları yer almaktadır. İşitme duyusu ile ilişkili bilgiler iş kulakta yer alan corti organından gelir. Bu bilgiler n. cochlearis aracılığı ile beyin sapında ve buradaki kohlear çekirdeklere ulaşırlar. Bu çekirdeklerden çıkan bilgiler ise işitme yolları aracılığı ile Broadmann'ın 41 ve 42 numaralı alanlarına projekte olurlar. İşitmenin algılanması, yön tayini, sesin şiddeti ve frekansının değerlendirilmesi gibi karmaşık süreçler bu merkezi yol boyunca gerçekleşir. Kohlear çekirdekler işitme duyusunun ilk işlendiği yerdir. Bu nedenle çekirdeklerde meydana gelebilecek herhangi bir lezyon sesin algılanamamasına veya analiz edilmesinde ciddi klinik durumlara yol açabilir (3-7).

Tablo 2: Medulla oblonga'tanın içerdği kraniyal sinir çekirdeklerinin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konumu	İşlevi	İlgili Lifler / Sistem	Bağlantılı Yapılar
Nucleus spinalis nervi trigemini	Decussatio lemniscorum düzeyinde, C ₃ -pons arası, tuberculum trigeminale içinde	Baş ve yüzün ağrısı duyularının ikinci nöronlarını içerir	Tractus spinalis nervi trigemini	Medulla spinalis, pons
Nucleus tractus solitarius	Medulla oblongata boyunca, rostral kısmı tat duyusu, kaudal kısmı iç organ duyuları alır.	Tat duyusu ve iç organlardan gelen visseral duyuların aktarımı	Visseral afferent lifler	Tat reseptörleri, iç organlar
Nucleus ambiguus	Medulla oblongata, n. glossopharyngeus, vagus ve accessorius ile ilişkili	Damak, pharynx ve larynx kaslarının motor innervasyonu	Özel visseral efferent lifler	Pharynx, larynx kasları
Nucleus dorsalis nervi vagi	Medulla oblongata, n. vagus'un parasempatik çekirdeği	Parasempatik uyarılarla iç organ kas ve bezlerinin kontrolü	Genel visseral efferent lifler	Oropharynx, laryngopharynx, iç organlar
Nucleus salivatorius inferior	Medulla oblongata, n. glossopharyngeus ile ilişkili	Parotis ve nazofarinks bezlerinin parasempatik kontrolü	Genel visseral efferent lifler	Gl. parotidea, gl. palatinae
Nucleus nervi hypoglossi	Medulla oblongata, n. hypoglossus çekirdeği	Dil kaslarının motor innervasyonu (palatoglossus hariç)	Genel somatik efferent lifler	Dil kasları
Nuclei vestibulares	Bulbus ve bulbopontin birleşme alanı	Denge bilgisi alımı ve göz kaslarına, cerebellum ve medulla spinalis'e iletimi	Tractus vestibulospinalis, vestibulocerebellaris, FLM	Cerebellum, medulla spinalis, göz kasları
Nuclei cochleares	Pedunculus cerebellaris inferior'un ön kısmı, recessus lateralis	İşitme bilgilerinin kortikal merkezlere iletimi	İşitme yolları, korti organı	Corti organı, işitme korteksi (Brodmann 41-42)

1.1.5. Medulla Oblongata'dan Geçen Yollar

Medulla oblongata, içerisinde afferent ve efferent sinir liflerinin seyrettiği, beyin sapının en alt bölümünü oluşturan ve birçok hayati fonksiyonun düzenlendiği önemli bir yapıdır.

1. **Lemniscus medialis:** Dokunma, iki nokta ayrımı, titreşim ve propriyoseptif duyuların taşınmasından sorumlu olan duysal bir yoldur. Bu duysal lifler, medulla oblongata yer alan nucleus gracilis ve nucleus cuneatus'ta sinaps yaptıktan sonra çapraz uyaparak talamus'a ulaşır.
2. **Fasciculus longitudinalis medialis (FLM):** Denge ve göz hareketlerinin koordinasyonundan sorumlu bir yolaktır. Vestibüler çekirdeklerle, göz kaslarını kontrol eden kranial sinir çekirdekleri (III., IV. ve VI.) arasında bağlantı sağlarlar. Bu sayede vestibülo-oküler refleksi yönetirler.
3. **Lemniscus spinalis:** Ağrı ve ısı duyularının taşınmasından sorumludur. Bu yol, medulla spinalis'ten başlayarak yukarıya doğru yükselir ve talamus'a ulaşarak somatosensoriyel kortekse (Brodmann 3,1,2) bilgi iletir.
4. **Fasciculus longitudinalis posterior (dorsalis):** Otonom sinir sistemiyle ilişkili bir yolaktır. Kranial sinir çekirdekleri (nucleus ambiguus, nucleus tractus solitarius ve nucleus salivatorius ile III., V., VII., X. ve XII. kranial sinirlerin motor ve parasempatik çekirdekleri) ile hipotalamus arasındaki bağlantıyı sağlar. Bu bağlantılar solunum sistemi, kardiyovasküler sistem ve sindirim sistemi gibi yaşamsal işlevlerin otonomik açıdan düzenlenmesi ve regülasyonunu sağlar (4-6).

1.1.6. Klinik

Medulla oblongata, beyin sapının alt bölümünü oluşturan, çok sayıda kranial sinir çekirdeğini içeren, ayrıca içerisinden birçok afferent ve efferent liflerin geçiş yaptığı kritik bir bölgedir. Bölgede meydana gelebilecek bir lezyon, solunum durmasından kranial sinir felçlerine kadar ciddi klinik tablolara yol açabilir.

- N. glossopharyngeus, n. vagus, n. accessorius ve n. hypoglossus'un etkilenmesine bağlı olarak disfaji, disfaji, dil deviasyonu, hipotansiyon, bradikardi, ses kısıklığı görülebilir.
- Tr. corticospinalis, lemniscus medialis ve tr. spinothalamicus lateralis tutulumuna bağlı olarak karşı vücut yarısında motor kayıplar (hemiparezi) veya duysal kayıplar (ağrı, ısı, dokunma duyusu kaybı) görülebilir.

- Area postrema'da kan-beyin bariyeri yoktur. Bu nedenle alkol gibi kimyasallar buradaki nöronları direkt etkileyerek kusmaya neden olabilir (emetik kemoreseptörler aracılığı ile).
- Medulla oblongata, merkezi sinir sisteminin en kritik bölgelerinden biridir ve birçok sistemik ya da lokal nörolojik hastalık bu bölgeyi etkileyebilir.

Multipl Skleroz (MS): Otoimmün kaynaklı demiyelinizan bir hastalık olup, medullada plak oluşumuna yol açabilir. Özellikle denge bozukluğu, yutma güçlüğü, konuşma bozuklukları ve çift görme gibi semptomlarla kendini gösterebilir.

Amyotrofik Lateral Skleroz (ALS): Hem üst hem de alt motor nöronları etkileyen ilerleyici nörodejeneratif bir hastalıktır. Medulladaki alt motor nöronlar etkilendiğinde konuşma (dizartri), yutma (disfaji) ve solunum kaslarında zayıflık gelişir.

İnme (Beyin Sapı Enfarktı): Özellikle baziler arter ve onun medullayı besleyen dallarının tıkanması, yaşamı tehdit eden tablolar oluşturur. Solunum durması, bilinç kaybı, vücutta felç, dengesizlik gibi ani ve ciddi bulgular görülür.

Travmalar ve Tümörler: Kafa travması sonrası medullada ödem, kanama veya kompresyon gelişebilir. Aynı şekilde medulla kaynaklı tümörler (glial tümörler) da yavaş başlayan ancak ilerleyici bilinç değişikliklerine ve otonomik bozulmalara yol açabilir.

- Medulla oblongata, sadece istemli kaslar değil, yaşamı sürdüren reflekslerin merkezi olarak da işlev görür. Bu bölgede bulunan çeşitli çekirdek ve nöronal ağlar sayesinde vücudun savunma refleksleri düzenlenir:

Kusma Merkezi: Zehirli maddelere karşı mide boşaltımını tetikler. Kemoreseptör tetikleme bölgesi (Chemoreceptor Trigger Zone-CTZ) ile bağlantılıdır.

Öksürük Refleksi: Solunum yollarına yabancı madde kaçtığında aktifleşir. Solunum merkezleri ile birlikte çalışır.

Yutma Refleksi: Gıdaların yemek borusuna güvenli geçişini sağlar. Bozulduğunda aspirasyon riski artar.

Hapşırma Refleksi: Burun mukozasında iritanlara karşı savunma yanıtıdır.

- **Medial meduller sendrom (Dejerine sendromu):** Medial Medüller Sendrom, diğer adıyla Dejerine Sendromu, medulla oblongata'nın medial (orta) kısmını besleyen arteria (a.) vertebralis ya da özellikle a. spinalis

anterior'un tıkanması sonucu ortaya çıkan bir nörolojik bozukluktur. Bu arterlerin trombozu, medulla oblongata'nın iç kısımlarındaki hayati yapıların iskemisine ve dolayısıyla fonksiyon kaybına yol açar. Klinik tablo oldukça karakteristiktir ve üç ana yapının etkilenmesine bağlı olarak gelişir. İlk olarak, n. hypoglossus'un çekirdeğinin bu bölgedeki yerleşiminden dolayı etkilenmesi sonucunda, lezyonun bulunduğu taraftaki (ipsilateral) dil kaslarında felç oluşur. Bu durumda hastalarda konuşma ve yutma fonksiyonlarında zorluk, dilin dışı doğru çıkarılması sırasında lezyon tarafına doğru deviasyon (kayma) gibi belirtiler gözlenir. İkinci olarak, tr. corticospinalis (piramidal yol) tutulduğunda, karşı vücut yarısında (kontralateral) hemipleji yani istemli kas hareketlerinde ciddi kayıp meydana gelir. Bu, genellikle kolları ve bacakları etkileyen tek taraflı felç şeklinde görülür. Üçüncü olarak ise, lemniscus medialis'in etkilenmesiyle, yine kontralateral olarak propriyoseptif duyu kaybı ortaya çıkar. Bu, pozisyon, vibrasyon (titreşim) ve dokunma gibi derin duyuvarın algılanmasında bozulmaya neden olur. Bu üç ana belirti bir araya geldiğinde, medial medüller sendrom klinik olarak kolayca tanınabilir. Dikkat çekici bir nokta, bu sendromda yüz kaslarının genellikle etkilenmemesidir, çünkü yüz kaslarını innerve eden yollar bu lezyon bölgesinin dışında kalır (4).

- **Lateral medüller sendrom (Wallenberg sendromu):** Lateral Medüller Sendrom veya diğer adıyla Wallenberg Sendromu, medulla oblongata'nın lateral (yan) kısmını besleyen a. inferior posterior cerebelli (PICA) veya bu arterin medullaya giden dallarındaki bir tıkanıklık sonucu ortaya çıkan bir klinik tablodur. PICA'nın tıkanması, yalnızca medulla oblongata'nın dorsolateral bölümünü değil, aynı zamanda arterin beslediği serebellar alanları da etkiler. Bu sendromda dikkat çekici şekilde istemli motor kayıp ya da felç görülmez, çünkü piramidal yol genellikle etkilenmeden kalır. Ancak çeşitli duyu ve otonom yolların etkilenmesiyle özgül bir nörolojik tablo gelişir. Özellikle tr. spinothalamicus lateralis'in etkilenmesi sonucunda vücudun karşı tarafında (kontralateral) ağrı ve ısı duysusu kaybı oluşur. Aynı zamanda tr. spinalis nervi trigemini ve nuc. spinalis nervi trigemini'nin etkilenmesiyle yüzün aynı tarafında (ipsilateral) ağrı ve ısı duysusu kaybı meydana gelir. Nuc. ambiguus'un etkilenmesi sonucu ipsilateral yumuşak damak ve larenks kaslarında felç gelişir; bu da disfaji (yutma güçlüğü), dizarti (konuşma bozukluğu), disfoni (ses kısıklığı) ve gag refleksi kaybı ile kendini gösterir. Ayrıca nucc. vestibulares'in hasar görmesi; baş dönmesi (vertigo), bulantı, dengesizlik, nistagmus ve kulak çınlaması (tinnitus) gibi semptomlara yol açar. İnen sempatik liflerin tutulması durumunda, aynı tarafta Horner

sendromu belirtileri (ptozis, miyozis, anhidroz) gözlemlenir. Pedunculus cerebellaris inferior'un etkilenmesi ise yine aynı tarafta (ipsilateral) ataksi (denge bozukluğu) ile sonuçlanır. Son olarak formatio reticularis'in etkilenmesi, karakteristik bir semptom olan hıçkırık (singultus) ile kendini gösterebilir. Bu semptomların birleşimi, Wallenberg sendromunu klinik olarak tanımlanabilir kılar ve bu durum medulla oblongata'nın en sık karşılaşılan damar tıkanıklığına bağlı klinik tablolarından biridir (6-8).

- **Hemimedüller Sendrom:** Diğer adıyla Reinhold Sendromu, medulla oblongata'nın hem medial hem de lateral bölümlerinin aynı anda tutulduğu nadir fakat klinik açıdan dikkat çekici bir sendromdur. Bu durum genellikle a. inferior posterior cerebelli (PICA) veya arteria vertebralis'in tıkanmasına bağlı olarak gelişir. Vasküler tıkanıklığın lokalizasyonuna göre, hem medial medüller sendrom (Dejerine sendromu) hem de lateral medüller sendrom (Wallenberg sendromu) bulguları aynı klinik tabloda birlikte görülür. Bu nedenle, semptomlar oldukça geniş bir yelpazeye yayılır. Medial kısmın etkilenmesiyle n. hypoglossus çekirdeğinin tutulması sonucu ipsilateral dil felci, tr. corticospinalis hasarına bağlı olarak kontralateral hemipleji ve lemniscus medialis tutulumuna bağlı kontralateral derin duyu kaybı ortaya çıkar. Lateral tutulumda ise tr. spinothalamicus lateralis, nuc. spinalis nervi trigemini, nuc. ambiguus, nucc. vestibulares, pedunculus cerebellaris inferior, inen sempatik yollar ve formatio reticularis gibi yapılar etkilenerek; ağrı-ısı duyası kayıpları, bulantı, vertigo, disfaji, disfoni, ipsilateral ataksi, Horner sendromu ve hıçkırık gibi lateral medüller bulgular gelişir. Hemimedüller Sendrom, bazı klinik özellikleri nedeniyle Babinski-Nageotte Sendromu ile karıştırılabilmektedir. Ancak yapılan MR görüntüleme çalışmaları ve klinik gözlemler, bu iki sendrom arasında önemli farklar olduğunu ortaya koymuştur. Ayırıcı tanıda en belirleyici unsur, n. hypoglossus felcinin yalnızca Reinhold sendromunda görülmesi, ancak Babinski-Nageotte sendromunda bu felcin bulunmamasıdır. Bu ayrım, doğru tanı ve tedavi yaklaşımı için klinik olarak büyük önem taşır(9-10).
- **Babinski-Nageotte Sendromu:** Medulla oblongata'nın dorsolateral bölgesinin etkilenmesi sonucu ortaya çıkan nadir fakat önemli bir beyin sapı damar tıkanıklığı sendromudur. Bu sendromun temel nedeni, genellikle arteria vertebralis'in intrakraniyal kısmında meydana gelen bir tıkanıklık sonucu oluşan iskemik inmedir. Bu durum çoğu zaman a. inferior posterior cerebelli (PICA) ve onun medullayı besleyen dallarının da etkilenmesiyle birlikte gelişir. Babinski-Nageotte sendromu, klasik lateral medüller sendroma (Wallenberg sendromu) benzer

semptomlar gösterse de, ayırt edici özelliği bu lateral lezyonun tr. corticospinalis'e kadar yayılmasıdır. Bunun sonucunda, vücudun karşı tarafında (kontralateral) hemiparezi veya hemipleji meydana gelir. Bu açıdan bakıldığında, Babinski-Nageotte sendromu, lateral medüller lezyonun bir üst formu gibi değerlendirilebilir ve literatürde sıklıkla bir intermediolateral medüller sendrom olarak tanımlanır. Bu sendromda hem lateral medüller semptomlar (örneğin yüzün ipsilateral ağrı ve ısı duysusu kaybı, bulantı, vertigo, disfaji, Horner sendromu, ataksi) hem de piramidal yol tutulumu sonucu ortaya çıkan motor kayıplar birlikte görülür. Ancak n. hypoglossus'un etkilenmemesi, bu sendromu Hemimedüller Sendrom (Reinhold Sendromu)'ndan ayıran en önemli klinik özelliktir(5-6).

1.2. Pons

Pons, diğer adıyla **pons varolii**, truncus cerebri (beyin sapı)'nin orta bölümünü oluşturur ve merkezi sinir sisteminde önemli bir geçiş ve koordinasyon merkezidir. Anatomik olarak, mesencephalon (orta beyin) ile medulla oblongata (bulbus) arasında yer alır ve arka kısmında cerebellum (beyincik) bulunur. Pons, **pedunculus cerebellaris medius** adlı kalın sinir demeti aracılığıyla cerebellum'a bağlanır; bu bağlantı sayesinde motor ve duyu bilgileri cerebelluma aktarılır (1-3).

Pons ile bulbus arasındaki sınırı, altta yer alan **sulcus bulbopontinus**, üstte mesencephalon ile olan sınırını ise **sulcus pontocruralis** oluşturur. Bu oluklardan bazı kranial sinirler çıkış yapmaktadır. Sulcus bulbopontinus'tan, önden arkaya doğru n. abducens (VI), n. facialis (VII) ve n. vestibulocochlearis (VIII) çıkar. Yukarıda yer alan sulcus pontocruralis'ten ise n. oculomotorius (III) beyin sapını terk eder (1-4).

1.2.1. Pons'un Dış Yapısı

Pons, beyin sapının orta kısmını oluşturan, yapısal ve işlevsel olarak merkezi sinir sistemine ait sinirsel ve vasküler yapıları içerisinde barındıran önemli bölgedir (1-3). Ventral yüzünün orta kısmında yer alan **sulcus basilaris** adlı olukla karakterizedir; bu oluk içerisinde a. basilaris yukarı doğru ilerler ve seyri boyunca beyin sapını ve cerebellum'u besleyen dallarını verir (1-4,5). Sulcus basilaris'in her iki yanında yer alan kabarıntılara **eminentia pyramidalis** denir ve bu kabarıntıların içerisinde kortikospinal yollar (piramidal yollar) seyreder (1-3). Bu yüzde transvers olarak seyreden liflere ise **fibræ pontis transversæ** adı verilir. Bu lifler **pedunculus cerebellaris medius**'u oluşturarak pons ile cerebellum arasında motor koordinasyon bakımından bağlantı kurarlar. Bu bağlantı yolağı aracılığı ile motor korteksten gelen bilgiler beyincik aracılığı ile

işlenmekte ve hareketler düzgün ve koordineli bir şekilde gerçekleşmektedir(2-4). Pons ile cerebellum arasına oluşan açıya *angulus pontocerebellaris* denir. Klinik açıdan nörolojide ve beyin cerrahisinde büyük öneme sahip olan bu bölgede n. facialis ve n. vestibulocochlearis yer almaktadır (3,7,8). Pons'un arka kısmının büyük bir bölümünü cerebellum örtmektedir. Ayrıca bu kısım dördüncü ventrikülün (*ventriculus quartus*) tabanı olan *fossa rhomboidea*'nın da üst yarımının oluşumuna katkı sağlamaktadır (1-3). Pons'un arka bölümü yanlardan *pedunculus cerebellaris superior*'lar ile sınırlandırılmaktadır (1-3). Her iki tarafın *pedinkülleri* arasında uzanan ve beyaz cevherden oluşan yapıya **velum medullare superior** denir. *Medulla spinalis* ve *bulbus*'ta yer alan *sulcus medianus posterior*, pons'un arka yüzünde de devam eder. Pons'un arka yüzünde bu oluşun her iki yanında yer alan kabarıntılara **eminentia medialis** denir. Bu kabarıntılar lateral taraftan **sulcus limitans** adı verilen oluklar aracılığı ile sınırlandırılırlar. *Eminentia medialis*'lerin alt kısmında yer alan kabarıklığa ise **colliculus facialis** denir. Burası n. facialis'e ait liflerin n. abducens'e ait *nuc. nervi abducentis* etrafında dolanması ile oluşan kabarıklıktır (2-4). *Sulcus limitans*'ın üst kısmında noradrenalin üretiminden sorumlu olan **locus caeruleus** adı verilen bölge yer alır (2-4,6). *Bulbopontin* bileşkede denge ile ilişkili çekirdeklerden *nucleus vestibularis superior* ve *nucleus vestibularis lateralis* yer alır. Bu çekirdeklerin arka yüzde yer aldığı bölgeye **area vestibularis** denir(3,7,8). Pons'un ön-yan yüzünde ise n. trigeminus'un (V. kranial sinir) çıktığı iki ayrı kök bulunmaktadır. Köklerden ince olanına *radix motoria* denir. Bu kökten çıkan lifler çiğneme kaslarının motor kontrolünü sağlar. Kalın olan köke ise *radix sensoria* denir. Bu kök ise yüz, kafa ve ağız bölgesinden gelen duysal bilgileri n. trigeminus'un duysal çekirdeklerine iletir (1-3).

1.2.2. Pons'un İç Yapısı

Pons, *pars anterior pontis* (*basis pontis*), *pars posterior pontis* (*tegmentum pontis*) ve bu ikisi arasında yer alan *corpus trapezoideum* olmak üzere üç temel anatomik bölgeden meydana gelmektedir. Pons içerisinde çeşitli çekirdekler ve sinir lifleri yer almaktadır. Bu nedenle pons motor ve duysal yolların geçişini sağlayan bir köprü görevi görmektedir (1-4).

Pars anterior pontis içerisinde kortikal yollar ve bunların arasında dağınık halde yerleşim gösteren alan *nuclei pontis*'ler yer almaktadır. Bu bölgede uzunlamasına seyreden lifler *fibrae pontis longitudinales* (*fibrae corticospinales*, *fibrae corticonucleares*, *fibrae corticoreticulares* ve *fibrae corticopontinae*) olarak adlandırılırlar. *Nuclei pontis*'ler yaklaşık olarak 8-10 adet çekirdeğin oluşturduğu bir nöron topluluğudur. Bu çekirdekler *cortex* ile *cerebellum* arasında ara istasyon olarak görev yaparlar. Çekirdekler arasında ise yatay konumda seyreden *fibrae pontis transversae*'lar bulunmaktadır. Bu lifler motor

uyarıları cerebellum'a aktararak ve böylece hareketlerin koordinasyonunda görev alır(2-4).

Pons'un arka yarısı olan pars posterior pontis (tegmentum pontis) olarak adlandırılmaktadır. Bu bölgede çekirdekler (retiküler çekirdekler, kranial sinir çekirdekleri) ve duyu-motor yollar (tractus spinocerebellaris anterior, fasciculus longitudinalis medialis, lemniscus lateralis ve lemniscus spinalis gibi çıkan ve inen yollar) yer almaktadır (1-4).

Pars anterior ile pars posterior arasında kalan bölgeye corpus trapezoideum denir. Bu bölge, işitme yollarına ait liflewrin çapraz yaptığı bölgedir. Bu bölge, işitsel bilginin her iki hemisfere iletilmesini sağlayarak ses lokalizasyonunda önemli rol oynar (3,7,8).

1.2.3. Pons'un İçerdiği Çekirdekler

Nuclei pontis: Pars anterior pontis içerisinde ve bu bölgede bulunan kortikal motor yolların arasında yer alan ve cortex'ten gelen bilgileri cerebellum'a aktaran çekirdek gruplarıdır. Bu çekirdekler, cortex'ten gelen bilgilerin cerebellum'a aktarılmasında ara istasyon görevi görürler. Bu bağlantılar sayesinde vücut hareketleri daha düzenli ve dengeli ve koordineli hale gelir (2-4).

Nuc. olivaris superior: Pons'un alt kısmında yer alan ve işitme sistemine ait önemli bir çekirdektir. Bu çekirdek, iki kulağa gelen sesler arasındaki zaman ve şiddet farkını karşılaştırarak sesin geldiği yönü belirlemeye yardımcı olur. Sesin mekânsal konumunun algılanmasında rol oynar. Böylelikle işitsel uyarıların daha hassas bir şekilde değerlendirilmesini sağlamış olur (3-7,8).

Nuclei corporis trapezoidei: Corpus trapezoideum içinde işitsel yolların çapraz yaptığı yer bulunurlar. Bu çekirdeklerin en önemli fonksiyonu nuc. cochlearis'ten çıkan liflerin karşı beyin hemisferine iletilmesinde görev almaktır. Böylelikle işitme bilgisinin her iki beyin yarım küresine dengeli biçimde iletilir. Bu sayede ses he riki kulaktan birlikte algılanır(3-7,8).

Nuclei reticulares: Pons'un tegmentum bölgesinde yer alan ve retiküler formasyonun bir parçası olan çekirdeklerdir. Bu çekirdekler, organizmanın hayati fonksiyonlarını düzenleyen otonomik sistemlerin yönetiminden sorumludur (2-4).

Locus coeruleus: Pons'un arka-yan kısmında yer alan ve noradrenalin salgılayan nöronlardan oluşan bir çekirdektir. Bilişsel ve davranışsal fonksiyonların komutasında görev alır (2-4,6).

Pedunculo pontin çekirdek (PPN): Tegmentum'un üst kısmında yer alır ve motor kontrol, duysal entegrasyon, uyanıklık hali ve yürüme gibi

fonksiyonlarla ilişkilidir. Parkinson hastalığı gibi hareket bozukluklarında çekirdeğin önemli işlevsel fonksiyonları vardır (3,4).

Nuclei lemnisci lateralis: Pons içinde yer alan ve işitme yolunun bir parçası olarak görev yapan çekirdektir. İşitme impulslarının beyin sapından kortekse iletilmesinde ve iletilen uyarının işlenmesinde görev alan bir ara merkezdir. Sesin zamanlaması ve frekans ayrımının yapılmasında etkili bir çekirdektir (3,7,8).

Tablo 3: Pons'un içerdiği çekirdeklerin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konum	Görev/Fonksiyon
Nuclei pontis	Pars anterior pontis (pons'un ön yarısı)	Korteksten gelen motor sinyalleri cerebellum'a iletmek, motor koordinasyon
Nucleus olivaris superior	Pons'un alt kısmı	İşitsel sinyallerin yönünü belirlemek, sesin mekânsal algısı
Nuclei corporis trapezoidei	Corpus trapezoideum içinde	İşitsel sinyalleri karşı hemisfere iletmek, binaural işitme
Nuclei reticulares	Tegmentum pontis (pons'un arka yarısı)	Solunum, dolaşım, bilinç, refleks gibi yaşamsal fonksiyonların düzenlenmesi
Locus coeruleus	Pons'un arka-yan kısmı (tegmentum)	Noradrenalin üretimi, uyanıklık, dikkat, stres yanıtı
Pedunculopontine nucleus (PPN)	Üst pons tegmentumu	Motor kontrol, yürüme, arousal ve duyu entegrasyonu
Nucleus lemnisci lateralis	Pons'un işitsel yol bölgesi	İşitsel bilgilerin iletimi ve işlenmesi, zamanlama ve frekans ayrımı

1.2.4. Pons'un İçerdiği Kraniyal Sinir Çekirdekleri

Nucleus motorius nervi trigemini: Fossa rhomboidea'nın derin kısımlarında yerleşim gösteren motor çekirdektir. N. mandibularis aracılığıyla gönderdiği liflerle çiğneme kaslarını (m. masseter, m. temporalis, pterygoid kaslar) uyarır. Bununla birlikte m. mylohyoideus ve m. digastricus'un venter anterior'u gibi bazı yutma ve konuşma ile ilişkili kasları da innerve eder. Çekirdeğin bozukluklarında çiğneme gücü ve çene deviasyonu gibi klinik durumlar ortaya çıkabilir(1-3).

Nucleus principalis (pontinus) nervi trigemini: N. trigeminus'un duyu çekirdeğidir. Baş ve yüz bölgesinden gelen dokunma ve basınç duyuları (GSA) bu çekirdeğe ulaşır. Ganglion trigeminale'de yer alan birinci nöronlar, bu

çekirdekdeki ikinci nöronları ile sinaps yaparlar. Çekirdekten çıkan aksonlar orta hattı çaprazlayarak lemniscus trigeminalis adıyla thalamus'un nuc. ventralis posteromedialis bölgesine ulaşırlar. Çekirdeğin lezyonlarında yüzün belirli bölgelerinde dokunma ve hafif mekanik duylarda azalma görülebilir (2-4).

Nucleus mesencephalicus nervi trigemini: Beyin sapında yer almasına rağmen birinci nöron gövdelerini içeren çekirdektir. Pons'un üst bölgesinden mesencephalon'a kadar uzanır. Bu çekirdeğe dişlerden, diş etlerinden, çiğneme kaslarından, temporomandibular ekleminden, yüz kaslarından ve hatta bazı göz kaslarından gelen derin duylar (proprioseptif duylar) gelir. Çekirdeğe ulaşan bilgiler çiğneme kuvvetinin ayarlanması gibi refleks hareketlerin düzenlenmesinde önem taşır(1-4-7).

Nucleus nervi abducentis: N. abducens'in (VI. kranial sinir) motor çekirdeğidir. Bu çekirdek pons'un alt kısmında, dördüncü ventrikülün tabanında yerleşim gösterir. Çekirdekten çıkan motor uyarılar m. rectus lateralis kasını innerve eder. Ayrıca bu çekirdek, fasciculus longitudinalis medialis (FLM) aracılığıyla n. oculomotorius, n. trochlearis ve n. vestibulocochlearis ile bağlantı kurarak göz hareketlerinin koordinasyonunda fonksiyon alır. Çekirdeğin lezyonlarında çift görme ve içe kayma görülür(1-3).

Nucleus nervi facialis: Pons'un alt kısmında lokalize ve nn. facialis'in motor çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan özel visseral efferent (SVE) lifler, yüz mimik kaslarını, m. stylohyoideus ve m. digastricus'un venter posterior'unu uyarır. Ayrıca çekirdekten çıkan lifler, pons içinde nucleus nervi abducentis'in çevresinden geçerek colliculus facialis kabartıyı oluştururlar (1-3).

Nucleus lacrimalis: Nuc. salivatorius superior'un üst kısma doğru uzantısı olarak kabul edilir. N. facialis'in parasempatik çekirdeğidir. Bu çekirdekten çıkan genel visseral efferent (GVE) lifler, gl. lacrimalis, gl. nasales ve gl. palatina gibi yapılar üzerinde etkilidir (2-4).

Nucleus salivatorius superior: N. facialis'in parasempatik çekirdeğidir. Bu yapıdan çıkan GVE lifleri, gl. submandibularis ve gl. sublingualis gibi tükürük bezlerine sekresyon yaptırırlar (2-4).

Nuclei vestibulares: Dördüncü ventrikülün tabanında bulunan area vestibularis içerisinde yerleşim gösteren çekirdeklerdir (Bakınız bölüm 1.1.4.) (3,7,8).

Nuclei cochleares: Pedunculus cerebellaris inferior'un lateralinde işitme yolunun ikinci nöronlarının bulunduğu nuc. cochlearis anterior ve nuc. cochlearis posterior adlı iki çekirdektir. Bu çekirdeklerin işlevi, sesin frekans, yoğunluk ve yönüne dair bilgilerin işlenmesidir (Bakınız bölüm 1.1.4.) (3,7,8).

Tablo 4: Pons'un içerdği kraniyal sinir çekirdeklerinin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konumu	İşlevi	İlgili Lifler / Sistem	Bağlantılı Yapılar
Nucleus spinalis nervi trigemini	Decussatio lemniscorum düzeyinde, C3–pons arası, tuberculum trigeminale	Baş ve yüzün ağrı-ısı duyularının ikinci nöronlarını içerir	Tractus spinalis nervi trigemini	Medulla spinalis, pons
Nucleus tractus solitarius	Medulla oblongata boyunca	Tat ve visseral duyuların aktarımı	Visseral afferent lifler	Tat reseptörleri, iç organlar
Nucleus ambiguus	Medulla oblongata	Pharynx, larynx ve damak kaslarının motor innervasyonu	Özel visseral efferent lifler	Pharynx, larynx kasları
Nucleus dorsalis nervi vagi	Medulla oblongata	İç organ kas ve bezlerinin parasempatik kontrolü	Genel visseral efferent lifler	Oropharynx, laryngopharynx, iç organlar
Nucleus salivatorius inferior	Medulla oblongata, n. glossopharyngeus ile ilişkili	Parotis ve nazofarinks bezlerinin parasempatik kontrolü	Genel visseral efferent lifler	Gl. parotidea, gll. palatinae
Nucleus nervi hypoglossi	Medulla oblongata	Dil kaslarının motor innervasyonu (palatoglossus hariç)	Genel somatik efferent lifler	Dil kasları
Nuclei vestibulares	Bulbus ve bulbopontin birleşme alanı	Denge bilgisini alır, çeşitli merkezlere iletir	Tractus vestibulospinalis, vestibulocerebellaris, FLM	Cerebellum, medulla spinalis, göz kasları
Nuclei cochleares	Pedunculus cerebellaris inferior'un ön kısmı, recessus lateralis	İşitme bilgisinin kortikal merkezlere iletimi	İşitme yolları, korti organı	Corti organı, işitme korteksi (Brodmann 41-42)

1.2.5. Pons'tan Geçen Yollar

- 1. Fibrae pontis longitudinales:** Pons'un içinde vertikal (uzunlamasına) seyreden ve büyük ölçüde korteksten inen motor yolları oluşturan sinir lifleridir. Bu grup, üç ana bileşene ayrılır:

-Fibrae corticospinales: Motor korteksten (özellikle Brodmann alanı 4 – primer motor korteks) başlayan bu lifler, pons içinden geçerek medulla oblongata'ya ulaşır ve burada decussatio pyramidalis'i oluşturarak karşı tarafa geçer. Daha sonra omurilikte devam eder. Bu yol, kol ve bacak kaslarının istemli motor hareketlerini sağlar. Hasarında istemli hareketlerde zayıflık veya felç gelişir (1-4).

-Fibrae corticonucleares: Motor korteksten çıkarak beyin sapındaki kranial sinir çekirdeklerine ulaşan yoldur. Bu lifler, özellikle yüz, baş ve boyun kaslarının motor kontrolünde görevli çekirdeklerle sinaps yapar. İstemli yüz mimikleri, konuşma ve yutma gibi işlevleri düzenler. Lezyon durumunda yüz kaslarında zayıflık veya asimetri gözlenebilir (2-4).

-Fibrae corticoreticulares: Motor korteksten çıkar ve pons'taki retiküler formasyon çekirdeklerine ulaşır. Bu bağlantı, motor hareketlerin ince ayarının yapılması, kas tonusunun düzenlenmesi ve postüral kontrol için önemlidir. Ayrıca otomatik motor hareketlerin (örneğin yürüme sırasında kol sallama) organizasyonunda görev alır (2-4).

2. **Fibrae pontis transversae:** Pons'tan yatay (transvers) olarak geçen lif demetleridir. Bu lifler, çoğunlukla kortikopontin liflerin pons çekirdeklerinde sonlandıktan sonra karşı tarafa geçip serebelluma yönelmesiyle oluşur (3,7,8).

-Fibrea pontocerebellares: Korteksten gelen bilgilerin serebelluma iletilmesini sağlar. Bu sistem, motor planlamanın ve hareket koordinasyonunun düzenlenmesinde kritik rol oynar. Lifler, orta serebellar pedikül aracılığıyla karşı serebellar hemisfere geçer. Bu yapı sayesinde cerebellum, vücut pozisyonu ve hareket hakkında bilgi edinir (1-4).

3. **Lemniscus medialis:** Bu yol, dokunma, basınç ve propriosepsiyon duyularını taşıyan önemli bir sensör yoludur. Medulla oblongata'daki nuc. gracilis ve nuc. cuneatus'ta sonlanan lifler, burada çapraz yaparak lemniscus medialis'i oluşturur ve pons'tan geçerek thalamus'a (nuc. ventralis posterolateralis) ulaşır. Özellikle ekstremitelerden gelen derin duyuların kortekse iletiminde hayati öneme sahiptir (2-4,7,8).
4. **Lemniscus lateralis:** İşitme sistemi ile ilgili bir yoldur. Nuc. cochlearis'te başlayan işitsel sinyallerin bir kısmı çapraz yaparak lemniscus lateralis yoluyla colliculus inferior'a gider. Bu yapı, işitme duyusunun beyin sapı düzeyindeki iletiminde rol oynar. Özellikle sesin şiddeti, yönü ve zamanlamasına dair bilgileri işler (3,7,8).

5. **Lemniscus spinalis:** Ağrı, sıcaklık ve kaba dokunma duyularını taşıyan bir yoldur. Bu lifler, medulla spinalis'te çapraz yaptıktan sonra beyin sapına yükselir ve pons'tan geçerek thalamus'a ulaşır. Bu sistemin lezyonları, karşı vücut yarısında ağrı ve ısı duyusunda kayıpla sonuçlanır (1-4).
6. **FLM:** Göz hareketlerinin koordinasyonunda görev yapan önemli bir bağlantı yoludur. Özellikle n. oculomotorius, n. trochlearis ve n. abducens kraniyal sinir çekirdeklerini birbirine bağlar. Ayrıca vestibüler çekirdeklerden gelen denge ile ilgili bilgilerle entegredir. Baş ve göz hareketlerinin senkronizasyonunu sağlar. Lezyonlarında internükleer oftalmopleji görülür (2-4,7,8).
7. **Tractus tectospinalis:** Colliculus superior'dan başlayan bu yol, görsel ve işitsel uyaranlara yanıt olarak baş ve boyun kaslarını aktive eder. Bu refleks yol sayesinde ani ışık veya ses uyarılarına karşı başın yönelmesi sağlanır. Özellikle postüral reflekslerde ve çevresel tehlikelere hızlı yanıt vermede işlev görür (1-3).

1.2.6. Klinik

Pons, solunum ritmini düzenleyen pontin solunum merkezlerini içerir (apneustik ve pneumotaksik merkezler). Bu yapılar, medulla oblongata'daki solunum merkezleriyle birlikte çalışarak düzenli solunum ritmini sağlar. Hasarında solunum bozuklukları, apne ve yaşamı tehdit eden durumlar ortaya çıkabilir (2-5). Pons, hem inen hem de çıkan yolların geçtiği bir merkezdir. Bu yolların etkilenmesi, karşı vücut yarısında motor kayıplar (hemiparezi) veya duyu kayıpları (ağrı, ısı, dokunma duyusu kaybı) yol açabilir (5,6,9,10).

- Pons içerisinde yer alan kraniyal sinir çekirdeklerinin etkilenmesi, spesifik nörolojik sendromlara neden olur:

N. trigeminus (V): Yüzde duyu kaybı, çiğneme güçlüğü.

N. abducens (VI): Gözde medial deviasyon (içe kayma), diplopi (çift görme).

N. facialis (VII): Yüz felci, tat kaybı, salya ve gözyaşı üretiminde bozulma.

N. vestibulocochlearis (VIII): Denge bozukluğu, baş dönmesi, işitme kaybı (3,5,7,8).

- Pontin Sendromlar: Pons bölgesinde yer alan yapısal lezyonlara bağlı olarak ortaya çıkan klinik belirti kümeleridir. Bu sendromlar genellikle damar tıkanıklıkları (özellikle a. basilaris) ya da beyin sapı tümörleri, travmalar ve demiyelinizan hastalıklar sonucunda meydana gelir. Bu

sendromlarda, hem kraniyal sinir çekirdeklerinin hem de uzun yolların etkilenmesi nedeniyle tipik olarak ipsilateral kraniyal sinir felçleri ve kontrlateral vücut motor/duyusal kayıpları birlikte görülür. Bu duruma çapraz (alternan) hemipleji denir (5,6,9,10).

Foville Sendromu: Ponsun dorsal (arka) bölümünde meydana gelen bir lezyon sonucu ortaya çıkan nörolojik bir sendromdur. Genellikle a. basilaris'in paramedian dallarının tıkanması ile oluşur. Bu sendrom, hem kraniyal sinir tutulumları hem de uzun motor yolların etkilenmesi ile karakterizedir. Nuc. nervi abducentis, n. facialis (çekirdeği veya lifleri), tr. corticospinalis ve pontin paramedian retiküler formasyon tutulur. Nuc. nervi abducentis'in etkilenmesine bağlı olarak ipsilateral gözde dışa bakış kaybı (göz içe deviasyon), pontin paramedian retiküler formasyon tutulumuna bağlı olarak horizontal konjüge bakış felci (her iki göz aynı tarafa dönemez), n. facialis çekirdeği veya liflerinin tutulumuna bağlı olarak ipsilateral yüz felci (periferik tip) ve tractus corticospinalis'in tutulumuna bağlı olarak kontralateral hemiparezi (vücutta karşı taraf felci) görülür (5,9,10).

Millard-Gubler Sendromu: Pons'un ventral (ön) kısmında meydana gelen bir lezyon sonucu ortaya çıkan klasik bir beyin sapı sendromudur. Özellikle a. basilaris'in paramedian dallarının tıkanmasıyla oluşur ve karakteristik olarak ipsilateral kraniyal sinir felci ile birlikte kontralateral vücut felci (alternan hemipleji) görülür. N. abducens (çekirdeği veya çıkış lifleri), nuc. nervi facialis, tr. corticospinalis tutulur. N. abducens tutulumuna bağlı olarak gözde dışa bakış kaybı (göz içe deviasyon), n. facialis tutulumuna bağlı olarak ipsilateral yüz felci ve tr. corticospinalis tutulumuna bağlı olarak kontralateral hemiparezi görülür (5,9,10).

Raymond Sendromu: Pons'un ventromedial (ön-iç) kısmında oluşan sınırlı bir beyin sapı lezyonuna bağlı gelişen nadir ama klasik bir pontin sendromdur. Bu sendromda özellikle n. abducens ve tr. corticospinalis etkilenir. Diğer pontin sendromlardan farkı, n. facialis'in bu sendromda genellikle etkilenmemesidir (5,9,10)..

- Pons, cerebellum ile güçlü bağlantılara sahiptir. Bu bağlantıların bozulması, ataksi, denge bozukluğu ve istemsiz kas hareketlerine neden olabilir (3,7,8).
- Pons, a. basilaris ve onun dalları tarafından beslenir. Bu damarların tıkanması veya anevrizması ciddi beyin sapı felçlerine, solunum durmasına ve ölümcül tablolara yol açabilir.

- Pons, multipl skleroz gibi santral sinir sistemi hastalıklarında da sıklıkla etkilenir. Bulbar belirtiler, diplopi, yüz parestezileri ve koordinasyon bozuklukları görülebilir.
- Pons tümörleri (özellikle çocukluk çağında görülen beyin sapı gliomları) genellikle kötü prognozludur. Ayrıca kafa travmalarında beyin sapı etkilenmeleri bilinç kaybı, pupilla refleksi kaybı ve yaşamı tehdit eden durumlarla sonuçlanabilir (5,6,9,10)

1.3. Mesencephalon

Mesencephalon, beyin sapının en üstte yer alan ve en kısa bölümüdür. Yaklaşık 2 cm uzunluğunda olup, pons'un üstünde, diencephalon'un (thalamus, hipotalamus) ise altında yer alır. Beynin ön tarafında cortex cerebri ile, arka tarafında ise cerebellum ve medulla spinalis ile bağlantı kurar (1-4).

1.3.1. Mesencephalon'un Dış Yapısı

Mesencephalon, beyin sapının en üst kısmını oluşturur. Yaklaşık 2 cm uzunluğundadır. Pons ile mesencephalon arasındaki sınırı, ön yüzeyde **sulcus pontocruralis** adlı oluk, arka yüzeyde ise her iki yandan çıkan n. trochlearis (IV. kraniyal sinir) oluşturur (1-4). Mesencephalon'un ön yüzünde görülüne kalın ayak şeklindeki yapılara **crus cerebri** ya da **pedunculus cerebri** denir. Bu yapının içinden geçen motor yollar beyin korteksi ile beyin sapı, cerebellum ve medulla spinalis arasındaki bağlantıyı sağlar. İki crus cerebri arasında kalan çöküntülü bölgeye **fossa interpeduncularis** denir. Bu çöküntünün tabanında yer alan delikli alana ise **substantia perforata posterior** denir. Bu delikli görünüm, perforan damarların bu alandan geçerek çevre yapılara ulaşmasından kaynaklanır (1-4,5). Aynı bölgenin en alt kısmından, sağlı sollu olarak n. oculomotorius (III. kraniyal sinir) çıkar. N. oculomotorius, göz kaslarının büyük kısmını innerve ederek göz hareketlerinin kontrolünde görev alır (1-4).

Mesencephalon'un arka yüzü, özellikle refleks merkezleri açısından önem taşır. Bu bölgede yer alan dört yuvarlak çıkıntıdan üstteki ikisi **colliculus superior**, alttaki ikisi ise **colliculus inferior** olarak adlandırılır. Bu dört yapıya birlikte corpus quadrigeminale ya da **lamina tecti** denir. Bu kısım, mesencephalon'un arka bölümü olan tectum içerisinde yer alır. Colliculus superior, görsel uyarıların işlenmesi ve görsel reflekslerin düzenlenmesinde görev yapar. Colliculus superior, brachium colliculi superioris aracılığı ile corpus geniculatum laterale'ye bağlanır. Colliculus inferior ise, işitsel uyarıların ilkel düzeyde işlenmesinden sorumludur ve bu yapıdan çıkan lifler brachium colliculi inferioris üzerinden corpus geniculatum mediale'ye ulaşır (3,7,8). Mesencephalon'un arka yüzeyinden sadece n. trochlearis beyin sapını terk eder.

Bu sinir colliculus inferior düzeyinden çıkar ve gözün m. obliquus superior adlı kasını innerve ederek özellikle aşağı ve dışa doğru bakış hareketlerinde görev alır (1-4).

1.3.2. Mesencephalon'un İç Yapısı

Mesencephalon'un iç yapısı, önden arkaya doğru **crus cerebri**, **tegmentum mesencephali** ve **tectum mesencephali** olmak üzere 3 kısımda incelenir (1-4). **Crus cerebri**, en önde yer alan kısımdır ve burası büyük motor yolların geçtiği bir bölgedir ve korteksten çıkan kortikospinal, kortikobulber ve kortikopontin lifleri içerir. Bu yollar, isistemli kas hareketlerinin ve motor koordinasyonun sağlanmasından sorumludurlar (1-3). **Crus cerebri**'nin arkasında yer alan koyu pigmentli ve yarım ay şeklinde görülen kısma **substantia nigra** denir. **Substantia nigra**, ekstrapiramidal sistemin önemli bir parçasıdır ve motor kontrolün sağlanmasında rol oynar (2-4).

Substantia nigra ile **aqueductus mesencephali** arasında kalan bölge **tegmentum mesencephali** olarak adlandırılır. Bu bölüm içerisinde çeşitli çekirdekler (**nuc. ruber**, **nuc. reticularis**, çeşitli kraniyal sinir çekirdekleri (CN III ve CN IV)) bazı duyu ve motor yolları (**lemniscus medialis**, **tr. spinothalamicus** ve **fasciculus longitudinalis medialis (FLM)**) bulunur.

Nuc. ruber, kırmızımsı bir görünüme sahiptir ve bu çekirdek kas tonusunun düzenlenmesinden sorumludur. **Tegmentum**, hem afferent hem efferent sinyallerin işlendiği, merkezi bir koordinasyon bölgesidir (1-4). **Mesencephalon**'un merkezinde yer alan **aqueductus cerebri**, üçüncü ve dördüncü ventrikülleri birbirine bağlayan dar bir kanaldır ve tıkanması durumunda hidrosefali gibi ciddi patolojilere yol açabilir (1-4,5).

1.3.3. Mesencephalon'un İçerdiği Çekirdekler

Substantia Nigra: **Substantia nigra**, **mesencephalon**'un ventral (ön) kısmında, **crus cerebri** ile **tegmentum** arasında yer alan ve melanin içeriği sayesinde koyu renkli görünen önemli bir çekirdektir. **Substantia nigra**, ekstrapiramidal sistemin bir parçası olarak özellikle istemsiz motor hareketlerin kontrolünde görev alır. **Pars compacta** ve **pars reticularis** olmak üzere 2 bölümden oluşur. **Pars compacta** kısmını dopaminerjik nöronlar oluştururlar ve motor hareketlerin başlatılmasında kritik rol oynar. Bu nöronlar dopamin sentezinden sorumludurlar. **Pars reticularis** GABA-erjik nöronlardan oluşur. **Pars compacta**'nın dejenerasyonu, Parkinson hastalığı gibi motor bozukluklara sebep olabilir (2-4,6). **Pars reticularis** ise inhibitör özellikteki GABA-erjik nöronları içerir.

Nucleus Ruber: Nuc. ruber (kırmızı çekirdek), substantia nigra'nın dorsalinde, tegmentumun iç kısmında yer alan oval ve kırmızımtırak bir yapıdır. Rengini içerdiği demir pigmentlerinden alır. Ekstrapiramidal sistemle ve cerebellum ile güçlü bağlantılar kurar. Özellikle kas tonusunun düzenlenmesi, postürün korunması ve kaba motor hareketlerin koordinasyonu gibi görevlerde rol oynar. Nuc. ruber, tr. rubrospinalis aracılığıyla omurilikteki motor nöronlara etki eder. Aynı zamanda korteks ve cerebellum'dan gelen bilgileri entegre ederek, ince motor kontrolün sağlanmasında destekleyici bir rol üstlenir (2-4).

Nucleus Pretectalis: Nuc. pretectalis, mesencephalon'un dorsalinde, colliculus superior ile thalamus arasında, aqueductus cerebri'nin önünde yer alan küçük ama işlevsel olarak önemli bir çekirdektir. Bu yapı özellikle görsel reflekslerin, özellikle de pupilla ışık refleksinin düzenlenmesinde görev yapar. Işık uyarısı retina aracılığıyla bu çekirdeğe ulaştığında, nuc. pretectalis üzerinden Edinger-Westphal çekirdeklerine sinyal gönderilir. Bu da pupillanın kasılarak ışığa yanıt vermesini sağlar. Bu mekanizma sayesinde direkt ve konsensüel (indirekt) pupilla ışık refleksi gerçekleşir. Bu çekirdeğin lezyonu, ışık refleksinin kaybına veya bozulmasına sebep olabilir (2-4).

Retiküler Formasyon Çekirdekleri: Retiküler formasyon, mesencephalon dahil olmak üzere tüm beyin sapı boyunca uzanan karmaşık bir nöron ağıdır. Mesencephalon'daki retiküler çekirdekler, özellikle bilinç durumu, uyanıklık, dikkat, motor reflekslerin modülasyonu ve otonomik düzenleme gibi işlevlerde görev alır. Ayrıca ağrı iletimini düzenleyen bazı inhibitör sistemlerin de kaynağıdır. Bu çekirdekler korteks, hypothalamus, cerebellum, medulla spinalis ve diğer beyin sapı çekirdekleriyle yoğun bağlantılar kurarak merkezi sinir sisteminin birçok işlevini koordine eder. Bu sistemin hasarında bilinç bozuklukları, kas tonusu kaybı, reflekslerde zayıflama ve otonomik dengesizlikler görülebilir (2-4,6).

Tablo 5: Pons'un içerdığı çekirdeklerin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	Konumu	Görevi	Klinik Önemi
Substantia Nigra	Crus cerebri ile tegmentum arasında	Motor kontrol, dopamin üretimi	Pars compacta dejenerasyonu □ Parkinson hastalığı
Nucleus Ruber	Tegmentum içinde, substantia nigra'nın dorsalinde	Kas tonusu ve kaba motor hareketlerin koordinasyonu	Motor koordinasyon bozuklukları
Nucleus Pretectalis	Colliculus superior ile talamus arasında, aqueductus cerebri'nin önünde	Pupilla ışık refleksinin düzenlenmesi	Işık refleksinde bozulma, konsensüel refleks kaybı
Retiküler Formasyon Çekirdekleri	Tegmentum boyunca yaygın	Bilinç, dikkat, refleks ve otonom kontrol	Bilinç kaybı, refleks bozuklukları, tonus kaybı

1.3.4. Mesencephalon'un İçerdiği Kraniyal Sinir Çekirdekleri

Nucleus nervi oculomotorii (nuc. motorius nervi oculomotorii): N. oculomotorius'un somatik motor (GSE) çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan lifler, nuc. ruber'in içinden geçerek fossa interpeduncularis'ten beyin sapını terk ederler. Beyin sapını terk eden lifler fissura orbitalis superior aracılığıyla orbita içerisine girerler. Ekstrinsik göz kaslarından m. rectus superior, m. rectus medialis, m. rectus inferior, m. obliquus inferior ve m. levator palpebrae superior'u uyarırlar. Bu çekirdeğin lezyonu, göz hareketlerinde bozulma, göz kapağı düşüklüğü (pitozis) ve diplopi gibi klinik durumlara neden olabilir (1-4).

Nucleus oculomotorius accessorius (Edinger-Westphal çekirdeği, nuc. autonomicus, nuc. visceralis): N. oculomotorius'un parasempatik çekirdeğidir ve nuc. nervi oculomotorii'nin arkasında, tegmentum mesencephali'de lokalizedir. Çekirdekten çıkan GVE (genel visseral efferent) lifler, n. oculomotorius'un alt dalı (ramus inferior) ile birlikte orbita içerisine girer. Bu lifler, bir bağlantı dalı aracılığıyla ganglion ciliare'ye ulaşır. Buradan çıkan nn. ciliares breves, pupilla ve lensle ilgili düz kasları (m. sphincter pupillae (pupilla daralması) ve m. ciliaris'i (akomodasyon)) innerve eder. Bu çekirdek, pupilla ışık refleksi ve akomodasyon refleksi gibi reflekslerde görev almaktadır. Hasarında ışığa tepki kaybı (midriyazis) ve yakın görme zorluğu görülür (2-4).

Nucleus nervi trochlearis: Bu çekirdek, colliculus inferior düzeyinde, tegmentum mesencephali'nin arka bölümünde lokalizedir ve n. trochlearis'in somatik motor (GSE) çekirdeğidir. Çekirdekten çıkan lifler, beyin sapının arka (dorsal) yüzeyinden çıkar ve çapraz yaparak karşı tarafa geçer. Beyin sapını terk ettikten sonra orbitaya ulaşan lifler m. obliquus superior kasını uyarırlar.

Bu kas, gözüün aşağı ve dışa hareketinden sorumludur. Çekirdeğin veya sinirin hasarında göz yukarı ve içe doğru kayar, diplopi ve baş eğme kompensasyonu (tilt) gibi semptomlar gelişebilir (1-4).

Nucleus mesencephalicus nervi trigemini: Bu çekirdek, tegmentum mesencephali içinde, substantia grisea centralis'in dış yanlarında lokalizedir. N. trigeminus (V. kraniyal sinir)'un propriosepsiyonla ilgili bölümüdür ve baş, yüz, çene ve ağız içi yapılardan gelen derin duyu bilgilerini alır. Özellikle çiğneme kaslarından, periodontal ligamanlardan ve temporomandibular eklemden gelen bilgiler burada işlenir. Bu çekirdek, çiğneme kuvvetinin ayarlanması gibi reflekslerde önemli rol oynar (Bakınız bölüm 1.2.4.) (2-4).

Tablo 6: Mesencephalon'un içerdiği kraniyal sinir çekirdeklerinin konumları, işlevleri ve bağlantılı yapıları

Çekirdek Adı	İlgili Sinir	Konum	Görevi	Klinik Önemi
Nucleus nervi oculomotorii	N. oculomotorius (III)	Colliculus superior hizası	Göz kaslarını (dış kaslar) motor olarak innerve eder.	Pitozis, göz hareketlerinde kısıtlılık, diplopi
Nucleus oculomotorius accessorius	N. oculomotorius (III)	Nucleus oculomotorii'nin arkasında	Pupilla ve lens kaslarını parasempatik olarak kontrol eder.	Midriyazis, ışık refleksi kaybı, akomodasyon bozukluğu
Nucleus nervi trochlearis	N. trochlearis (IV)	Colliculus inferior hizası	M. obliquus superior'u motor olarak innerve eder.	Diplopi, baş eğme kompensasyonu
Nucleus mesencephalicus nervi trigemini	N. trigeminus (V)	Substantia grisea centralis çevresi	Yüz ve çiğneme kaslarından gelen proprioseptif bilgileri alır.	Çiğneme kuvvetinde bozulma, reflekslerde zayıflık

1.3.5. Mesencephalon'dan Geçen Yollar

- Fibrae corticospinales:** Vücudun istemli motor hareketlerinden sorumlu, motor korteksten başlayan ve medulla spinalis'e inen liflerdir (1-3).
- Fibrae corticonucleares:** Korteksten beyin sapındaki kraniyal sinir çekirdeklerine uzanan ve yüz, dil, farinks ve larenks kaslarının kontrolünü sağlayan liflerdir (2-4).

3. **Fibrae corticopontinae:** Motor korteksten pons'a ulaşan liflerdir. Bu lifler buradan ikinci nöronlar aracılığıyla cerebellum'a yönelirler. Hareketlerin planlanmasında ve koordinasyonunda görev alır (1-4).
4. **Lemniscus medialis:** Medulla'daki nuc. gracilis ve nuc. cuneatus'tan gelen ikinci nöronların oluşturduğu duyuusal bir yoldur. Dokunma, basınç ve propriosepsiyon duyularını thalamus'a taşırlar (2-4,6).
5. **Lemniscus lateralis:** İşitsel bilginin iletiminden sorumlu yoldur. Kohlear çekirdeklerden başlayarak colliculus inferior ve corpus geniculatum mediale'ye ulaşrlar (3,7,8).
6. **Lemniscus spinalis:** Ağrı ve ısı duyularını taşıyan bir yol sistemidir. Kontrlatelateral tarafa çapraz yaparak mesencephalon üzerinden thalamus'a ulaşrlar (1-4).
7. **FLM:** Göz kaslarını kontrol eden III, IV ve VI. kraniyal sinir çekirdeklerini birbirine bağlar. Baş ve göz hareketlerinin koordinasyonunu sağlar. Vestibüler sistemle ilişkilidir (2-4,6).
8. **Tractus rubrospinalis:** Nuc. ruber'den çıkan liflerin medulla spinalis'teki motor nöronlara ulaştığı motor bir yoldur. Kas tonusunu ve özellikle üst ekstremité hareketlerini düzenler (2-4).
9. **Tractus rubroreticularis:** Nuc. ruber ile retiküler formasyon arasında bağlantı kuran ve motor reflekslerin ve tonusun düzenlenmesinde rol oynayan liflerdir (2-4).
10. **Tractus tectospinalis:** Colliculus superior'dan çıkarak servikal omurilik segmentlerine uzanan görsel uyarılara karşı baş ve boyun reflekslerini koordine eden liflerdir (1-3).
11. **Tractus tectonuclearis:** Tectum (özellikle colliculus superior) ile kraniyal sinir çekirdekleri arasındaki bağlantıyı sağlar. Göz ve baş reflekslerinde etkilidir (1-3).
12. **Fasciculus longitudinalis posterior:** Hypothalamus ile otonom merkezler arasında bağlantı kurar. Otonomik yanıtların merkezi düzenlenmesinde rol oynar. Limbik sistem ve beyin sapı arasında iletişim sağlar (2-4,6).

1.3.6. Klinik

Mesencephalon (orta beyin), beyin sapının en kısa ama fonksiyonel olarak en karmaşık bölümlerinden birisidir. İçerisinde bulunan motor ve duyu yolları, kraniyal sinir çekirdekleri, ekstrapiramidal çekirdekler (özellikle substantia

nigra ve nucleus ruber) ve refleks merkezleri, bu yapıyı klinik açıdan oldukça önemli hale getirir (2-4,5,6).

- Mesencephalon, n. oculomotorius ve n. trochlearis'in çekirdeklerine ev sahipliği yapar. Bu çekirdeklerde meydana gelen lezyonlar sonucunda pitozis (göz kapağı düşüklüğü), diplopi (çift görme) ve göz hareketlerinde kısıtlılık gibi klinik belirtiler ortaya çıkar. Aynı zamanda parasempatik liflerin etkilenmesi sonucu midriyazis (pupilla genişlemesi) gelişebilir (2-4,5).
- Mesencephalon'un içinde yer alan substantia nigra'nın dejenerasyonu, Parkinson hastalığının temel patofizyolojisini oluşturur. Hastalarda bradikinezi (hareketlerde yavaşlama), rijidite (katılık) ve tremor (titreme) gibi belirtiler görülür (2-4,6).
- Fasciculus longitudinalis medialis (FLM), göz kaslarını kontrol eden çekirdekler arasında koordinasyonu sağlar. Bu yapının lezyonu internükleer oftalmoplejiye neden olur (4,6).. Bu durumda, bir göz içe bakamazken karşı gözde nistagmus oluşur. Özellikle Multipl Skleroz hastalarında sık görülür.
- Mesencephalon'da yer alan retiküler formasyon, uyanıklık ve bilinç düzeyini ayarlayan yapılar arasındadır. Bu bölge hasar gördüğünde bilinç bulanıklığı, somnolans (aşırı uyku hali) ve ağır olgularda koma gelişebilir (2-4,6).
- Colliculus superior ve colliculus inferior, mesencephalonun arka yüzünde yer alır ve sırasıyla görsel ve işitsel reflekslerle ilgilidir. Bu bölgelerin hasarında ışığa yönelme, sese tepki verme gibi reflekslerde bozulmalar meydana gelebilir.
- Mesencephalon'dan geçen önemli duyu yolları (lemniscus medialis, spinalis ve lateralis) bu bölgedeki lezyonlardan etkilenebilir. Sonuç olarak vücudun karşı tarafında dokunma, vibrasyon, ağrı ve ısı duyularında azalma veya kayıp gözlenebilir.
- Mesencephalon'a ait sendromlar genellikle hem ipsilateral kraniyal sinir felci hem de kontrateral hemiparezi gibi bulgularla seyreder. Weber Sendromu, Benedikt Sendromu ve Claude Sendromu bu tip sendromlara örnektir. Genellikle damarsal nedenlerle veya tümörlerle ilişkilidir.

Weber Sendromu: Mesencephalon'un ventral kısmının harabiyetidir. Tutulum, n. oculomotorius ve crus cerebri'dedir. N. oculomotorius'un tutulumuna bağlı olarak, aynı taraf göz kaslarında felç, gözde dışa şaşılık, göz kağı düşüklüğü (ptosis), midriasis ve ışık-akomodasyon reflekslerinde

kayıp görülür. Tractus corticospinalis'in tutulumuna bağlı olarak kontralateral hemipleji görülür. Tractus corticonuclearis'lerin tutulumuna bağlı olarak yüzün ¼ alt tarafındaki kaslarda üst motor nöron felci görülür (5,6,9,10).

Benedict Sendromu: Mesencephalon'un tegmentum kısmının medialinin harabiyeti sonucu gelişir. N. oculomotorius, nuc. ruber ve tr. corticospinalis'i tutar. N. oculomotorius'un tutulumuna bağlı olarak aynı taraf göz kaslarında felç, lemniscus medialis tutulumuna bağlı olarak kontralateral istem dışı hareketler (tremor, kore ve atetoz) ve lemniscus spinalis tutulumuna bağlı olarak kontralateral hemianestezi görülebilir (5,6,9,10).

Claude Sendromu: Mezenkefalonun tegmentum bölgesini etkileyen bir beyin sapı sendromudur ve genellikle posterior serebral arterin paramedian dallarının tıkanması sonucu ortaya çıkar. Bu sendromda özellikle nucleus ruber, superior cerebellar pedinkül lifleri ve n. oculomotorius'un çekirdekleri veya çıkan lifleri etkilenir. Klinik olarak ipsilateral (lezyon tarafındaki) üçüncü kraniyal sinir felci ile karakterizedir; bu da göz kapağında düşüklük (ptozis), pupilla genişlemesi (midriyazis), ışık refleksinin kaybı ve gözde dışa-aşağıya kayma gibi belirtilerle kendini gösterir. Aynı zamanda kontralateral (karşı taraf) ataksi ve koordinasyon bozuklukları da görülür; bu, nucleus ruber ve serebellar bağlantıların etkilenmesine bağlı olarak gelişir. Claude sendromu, hem kraniyal sinir hem de ekstrapiramidal sistem belirtilerinin birlikte görüldüğü bir tablo olması açısından klinik açıdan ayırt edicidir ve diğer mezensefalik sendromlarla (Weber, Benedikt) karşılaştırmalı olarak değerlendirilmelidir (2-4,5,6).

Parinaud Sendromu=Slyvius kanal sendromu=Pretektal sendrom: Lezyon pretektal ve kolliküler bölgededir. Pupilla çapı anomalilikleri, her iki gözde yukarı bakış kısıtlılığı (vertikal bakış parezisi), gözlerin birbirine doğru sıçrama hareketi (konverjans-retraksiyon nistagmusu) görülür (2-4,5,6).

Kaynakça

1. Standring S, editor. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. 42nd ed. London: Elsevier; 2020.
2. Nolte J, Angevine JB. The Human Brain: An Introduction to its Functional Anatomy. 7th ed. Philadelphia: Mosby/Elsevier; 2016.
3. Snell RS. Clinical Neuroanatomy. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
4. Haines DE. Neuroanatomy: An Atlas of Structures, Sections, and Systems. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2018.
5. Caplan LR. Posterior Circulation Disease: Clinical Findings, Diagnosis, and Management. Oxford: Blackwell Science; 1996.
6. Kim JS. Medial medullary infarction. Neurology. 2003;61(5):687-694.
7. Baloh RW, Halmagyi GM, editors. Disorders of the Vestibular System. New York: Oxford University Press; 1996.
8. Brandt T. Vertigo: Its Multisensory Syndromes. 2nd ed. London: Springer; 1999.
9. Terao S, Takahashi A, Mitsuma T. Hemimedullary (Reinhold) syndrome: clinical and MRI findings. Eur Neurol. 1994;34(6):313-318.
10. Bogousslavsky J, Maeder P, Regli F. Babinski-Nageotte syndrome: clinical features and vascular mechanisms. Cerebrovasc Dis. 1998;8(4):204-210.
11. Moore's Essential Clinical Anatomy - Google Books. Accessed June 17, 2025.
12. Erzurumlu R, Sengul G, Ulupinar E. Human Neuroanatomy. Elsevier; 2024.
13. Arifoglu Y. Her Yönüyle Nöroanatomi. İstanbul Tıp Kitabevi; 2022.
14. Taner D, Cumhuri M, Sargon ME, et al. Fonksiyonel nöroanatomi. ODTÜ Geliştirme Vakfı; 2008.
15. Figen Gövsa Gökmen. Sistemantik Anatomi. 1st ed. İmir Güven Kitabevi; 2008.
16. Büyükmumcu, M., Uysal, İ. İ., & Doğan, N. Ü. (2021). Sistemantik Nöroanatomi.

Kranial Sinirler (Nervi Craniales)

Sevda Canbay Durmaz¹

Özet

Kranial sinirler, kafa iskeletindeki belirli deliklerden çıkan ve beyin sapından köken alan 12 çift sinirdir. Bu sinirler beyin sapından çıkıp genel olarak baş ve boyunda dağılır. Sadece n. vagus (X. kafa çifti) baş, boyun, göğüs ve karın organlarında da dağılım gösterir. Kranial sinirler Romen rakamlarıyla ya da özel isimleriyle gösterilirler.

- I. N. olfactorius
- II. N. opticus
- III. N. oculomotorius
- IV. N. trochlearis
- V. N. trigeminus
- VI. N. abducens
- VII. N. facialis
- VIII. N. vestibulocochlearis
- IX. N. glossopharyngeus
- X. N. vagus
- XI. N. accessorius
- XII. N. hypoglossus

Kranial sinirler içerdikleri liflere göre aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

I-II-VII: Sadece duyu lifi taşırlar.

IV-VI-XI-XII: Sadece motor lif taşırlar.

III: Motor ve parasempatik lifler taşırlar.

V: Motor ve duyu lifi taşırlar.

VII-IX-X: Mix kranial sinirlerdir. Motor, sensitif, parasempatik lifleri taşırlar.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Mardin Artuklu Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi AD. sevda.canbaydurmaz@artuklu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7792-5306

1. Kranial Sinirler

1.1. N. olfactorius

Yalnızca koku duyusu taşıyan n. olfactorius, burunda regio olfactoria adı verilen koku duyusu ile ilgili alanda bulunan özelleşmiş reseptör hücrelerinin uzantıları şeklinde başlar. Bu yapılar ethmoid kemikte bulunan lamina cribrosa'daki deliklerden geçer ve bulbus olfactorius adı verilen yapıyı oluşturur. Bu bölgede bulunan hücrelerle sinaps yaptıktan sonra buradan ilerleyen lifler tractus olfactorius'u geçerek stria olfactoria medialis, intermedia ve lateralis ile uncus ve substantia perforata anterior'a uzanır. Tractus olfactorius anterior içinde nuc. olfactorius anterior bulunur. Koku duyusu bütün duyulardan farklı olarak thalamus'a uğramayan tek duyudur (1,2).

Koku duyusu ile limbik sistem arasında oldukça ciddi bağlantılar mevcuttur. Bu durum bulbus olfactorius ile corpus amygdaloideum arasındaki bağlantılar ve entorhinal cortex ile hippocampus arasındaki bağlantılar sayesinde gerçekleşmektedir. Beyindeki kortikal ve subkortikal yapılarda koku duyusu ile ilgili olan bölüme rhinencephalon adı verilmektedir. Bu bölüm aynı zamanda limbik sistemle alakalı yapıları da içermektedir (2).

Klinik:

**Anosmi*: Koku duyusunun alınmaması. Genel olarak travmalar, tümörler ya da bu bölgelerdeki enfeksiyonlar koku yollarının hasarına yol açarak koku kaybına neden olurlar.

**Hiposmi*: Koku duyunda azalma.

**Hiperosmi*: Kokuya aşırı duyarlılık.

**Parosmi*: Var olan bir kokunun olduğundan farklı algılanması (2,4).

1.2. N. opticus

Görme ile ilgili bu kranial sinir, retinadaki koni ve basil hücrelerin santral uzantılarından başlayarak bipolar nöronlara ve daha sonra gaglion hücrelerine iletilir. Discus nervi optici bölgesinde birleşen multipolar nöronlar nervus opticus'u oluşturur ve göz küresini terk eder. Kafatası içerisine canalis opticus'dan geçer. İki taraftan gelen n. opticus'lar bir araya gelerek chiasma opticum'u oluştururlar. Chiasma opticum'dan sonraki her iki gözün nasal tarafından gelen yollar çapraz yaparak karşı tarafa geçerler. Temporal taraftan gelenler ise çapraz yapmadan yoluna devam ederler. Bu durumda temporal taraftan gelen lifler ile nasal taraftan gelen lifler tractus opticus adı verilen yapıyı oluştururlar. Tractus opticus'la gelen liflerin bir kısmı corpus geniculatum

laterale’de nöron değiştirir. Reflekslerle ilgili diğer kısmı nöron değiştirmeden ilerleyerek colliculus superior’a uzanır (1,3).

Klinik:

**Chiasma opticum kesisi:* Periferik görüşü azaltır. *Bitemporal hemianopsi*’ye neden olur. Her iki gözde görme alanı yarısının kaybı olur.

**Sağ tractus opticus kesisi:* : Sol temporal ve sağ nazal görme alanı kaybı olur.

**Sağ veya sol tractus opticus’daki bir lezyon: Kontralateral homonim hemianopsi*’ye (her iki

gözde de benzer taraflardaki görme kaybı) neden olur (2,4).

1.3. N. oculomotorius:

Göz küresi çevresinde bulunan kaslarla ilgili bir kranial sinirdir. Motor ve parasempatik lifler içerir. N. oculomotorius’un çekirdekleri mesencephalon’da yer almaktadır.

1. *Nuc. nervi oculomotorii* -Motor çekirdeği ve

2. *Nuc. oculomotorius accessorius (Edinger-Westphal çekirdeği)* -Parasempatik çekirdek

Burada bulunan çekirdeklerden başlayıp fossa interpeduncularis’ten (mesencephalon’dan) çıkar. N. oculomotorius a. cerebri posterior ile a. superior cerebelli arasından ilerleyerek sinüs cavernosus duvarına yakın bir seyirle fissura orbitalis superior’dan geçerek göz çukuru içerisine girer. R. superior ve R. inferior olarak iki dala ayrılır (2-5).

Motor lifleri m. obliquus superior (n. trochlearis) ve m. rectus lateralis (n. abducens) dışındaki göz küresi hareketlerini sağlayan m. rectus superior, m. rectus medialis, m. rectus inferior ve m. obliquus inferior’u ve göz kapağını açan m. levator palpebrae superioris’in innervasyonunu sağlar. Parasempatik lifleri ise m. sphincter pupilla ve m. ciliaris’in kontrolünü sağlar.

Parasempatik lifleri mesencephalon’da bulunan nuc. oculomotorius accessorius’tan (Edinger-Westphal çekirdeği) başlayarak ganglion ciliare’de nöron değiştirir. Buradan sonra postsinaptik parasempatik lifler olarak yoluna devam eder. N. ciliaris brevis’ler vasıtasıyla m. ciliaris ve m. sphinkter pupilla’ya gelerek akomodasyon ve myosis oluşumunda görev alır. Pulla refleksinden sorumludur (1-4).

Klinik:

**External strabismus:* Dışa doğru şaşılık.

**Horizontal Diplopia*: Sağa sola bakışta çift görme.

**Prozis*: M. levator palpaprae superior felci nedeniyle üst göz kapağı düşüklüğü (2,4).

* Weber Sendromu: N. oculomotorius felcine ve birlikte karşı tarafta hemiparezi (vücut yarısında güçsüzlük) bulgularına yol açar. İpsilateral tarafta, N. oculomotorius felci sonucu göz kapağı düşüklüğü (ptozis), göz hareketlerinde kısıtlılık, pupilla dilatasyonu görülür. Kontralateral hemiparezi veya hemipleji sebebiyle yüz, kol ve bacakta güçsüzlük ortaya çıkar.

Ek olarak tremor, ataksi veya istemsiz hareketler görülebilir.

*Benedikt sendromu: Weber sendromuna benzer, fakat tremor ve ataksi daha belirgindir.

1.4. N. trochlearis:

Gözün ekstrinsik kaslarında m. obliquua superior'un innervasyonunu sağlayan bir kranial sinirdir. Sadece motor lif içerir ve en ince kranial sinirdir. Ayrıca diğer kranial sinirlerin aksine beyin sapından arkadan ayrılır.

Pedunculus cerebri'nin dış tarafından geçerek mesencephalon'un önüne gelir. Sinüs cavernosus içerisine girmeden önce arachnoidea mater ile dura mater lamina interna'sından geçer. Sinüs cavernosus lateral duvarında seyreder ve n. oculomotorius'un altından geçerek buradan çıkar. Fissura orbitalis superior içinden geçer ve cavitas orbitalis'e gelir.

1. *Nuc. nervi trochlearis*- Mesencephalon'da bulunur.

Burdan başlayan motor lifler velum medullare superior'lar hizasında öne doğru döner ve fissura orbitalis superior'dan orbita'ya giriş yapar.

Klinik:

*N. trochlearis hasarlarında hasta alta ve dışa bakamaz. M. obliquus superior paralizisi görülmektedir. Hasta merdiven inmede zorluk yaşar (2,4).

1.5. N. trigeminus

Kranial sinirlerden en kalını olan n. trigeminus motor ve duyu lifleri ihtiva eder. Baş ve boyun bölgesinin motor ve duyu innervasyonu için önemi büyüktür. Beyin sapında ve medulla spinalis'e yerleşmiş çekirdekleri bulunur:

1. *Nuc. tactus mesencephali* -Mesencephalon'da.

2. *Nuc. sensorius principalis* -Pons'ta.

3. *Nuc. motorius nervi trigemini* -Pons'ta.

4. *Nuc. spinalis nervi trigemini* -Medulla spinalis ve bulbus'ta.

N. trigeminus radix motoria ve radix sensoria olarak iki ayrı kısımdan meydana gelir. Duyu dalları yüzde ve dilin 2/3 ön kısmında dağılarak hafif dokunma, ağrı-ısı duyusunu alırlar. Motor dallar ise çiğneme kasları ile m. tensor tympani, m. tensor veli palatini, m. mylohyoideus ve m. digastricus venter anterior'un inervasyonundan sorumludur.

N. trigeminus'un çekirdeklerine gelen duyu liflerin nöron gövdeleri ganglion trigeminale adı verilen ganglionda bulunur. Daha sonra buradan çıkan lifler n. ophthalmicus, n. maxillaris ve n. mandibularis adı verilen dallarına ayrılır:

1.5.1. N. ophthalmicus (VI)

N. trigeminus'un duyu dalı olan bu sinir, üst göz kapağı, göz küresi, konjunktiva, alın ve burun derisi, saçlı derinin ön bölümü, burun mukozası ve paranasal sinüslerin duysal innervasyonunu sağlar (4). Ganglion trigeminale'den çıktıktan sonra fissura orbitalis superior'dan göz çukuruna girer. Burada üç dala ayrılır:

-N. lacrimalis: Glandula lacrimalis, konjonktivanın lateral kısmı, üst göz kapağının lateral kısmı, alın ve şakak bölgesinin lateral kısmında seyrederek.

-N. frontalis: Orbita içine fissura orbital superior üzerinden girer. Orbita tavanında, m. levator palpebrae superioris üzerinde öne doğru ilerler ve iki dalını verir.

*N. supraorbitalis

*N. supratrochlearis

-N. nasociliaris: Fissura orbital superior'un superomedial tarafından geçer. N. oculomotorius ve n. abducens iki dalı arasında, anulus tendineus communis içinde ilerleyerek orbitaya girer.

*n. ciliaris longus

*n. ciliaris breves

*n. ethmoidalis anterior-posterior

*n. infratrochlearis

*r. communicans

*r. meningeus

1.5.2. N. maxillaris (V2)

N. trigeminus'un diğer duyu dalı olan bu sinir alt göz kapakları, üst dudak, üst çene dişleri, damak, nazopharynx ve dura mater'in bir bölümünden gelen duyuyu taşır. Foramen rotundum'dan geçerek kafa içersine girer; fossa pterygopalatina'ya sonra da fissura orbitalis inferior'dan aracılığıyla göz çukuruna ulaşır. Daha sonra önce sulcus infraorbitalis'ten canalis infraorbitalis'e devam eder (1). For. infraorbitale'den çıktıktan sonra da n. infraorbitalis adını alır. Dalları:

- R. meningeus
- Rr. ganglionares,
- N. zygomaticus,
- Rr. alveolares superiores posteriores,
- N. infraorbitalis

1.5.3. N. mandibularis (V3)

N. trigeminus'un en kalın dalıdır. Hem duyu hem de motor lifler ihtiva eder. Duyu lifleri alt çene dişleri, temporal bölge derisi alt dudak ve aşağısındaki bölgenin derisi, dura mater'in bir bölümü, çene eklemi, kulak kepçesi, zarı ve dış kulak yolunun bir bölümünden ayrıca dil ön 2/3'ünden genel duyuyu alır (2). Ganglion trigeminale'nin altından çıkarak for. ovale'den geçtikten sonra fossa infratemporalis'e gelir. Ramus mandibulae iç yüzü boyunca uzanarak dallarına ayrılır:

- R. meningeus
- N. pterygoideus medialis
- N. massetericus
- Nn. temporales profundi
- N. pterygoideus lateralis
- N. buccalis
- N. auriculotemporalis
- N. lingualis
- N. alveolaris inferior

Klinik:

*Hypoacusis: m. tensor tympani felcine bağlı olarak görülür.

*Kornea refleksi kaybı: N. ophthalmicus kesisine bağlı olarak ortaya çıkar.

*Trigeminal nevralji: n. trigeminus'un dağıldığı bölgelerde ortaya çıkan şiddetli ağrı durumudur. Nedeni tam olarak bilinmeyen bu hastalıkta ağrı sıklıkla n. mandibularis ve n. maxillaris'in dağıldığı alanlarda görülmektedir (2,4).

1.6. N. abducens

Sadece motor lif içeren n. abducens m. rectus lateralis'in motor inervasyonunu sağlar. Motor çekirdeği pons'ta bulunan n. nervi abducentis'tir. Sulcus pontobulbaris adı verilen oluktan çıkar. Sinus cavernosus'un içerisinden geçtikten sonra fissura orbitalis superior'dan orbita'ya girer.

Klinik:

*Internal strabismus: İçe şaşılık.

*Konjuge göz hareketleri: İki gözü senkronize olarak birlikte hareket etmesi (2,4).

1.7. N. facialis

Mix bir sinir olan n. facialis motor, parasempatik, genel duyu ve tat duyusu lifleri ihtiva eder.

N. facialis'in çekirdekleri pons'ta bulunur. Bunlar:

1. *Nuc. nervi facialis*- motor çekirdek
2. *Nuc. salivatorius superior ve nuc. lacrimalis*- parasempatik çekirdek
3. *Nuc. tractus solitarius*- tat duyusu ile ilgili

Motor lifleri, mimik kaslarıyla birlikte m. stapedius, m. stylohyoideus ve m. digastricus'un arka karnının inervasyonunu sağlar. Parasempatik lifler, glandula lacrimalis, glandula sublingualis ve glandula submandibularis'i uyarır. Duyusal lifler ise dilin ön 2/3'lük kısmından tat duyusunu, dış kulak yolunun bir bölümünü, yumuşak damağın ve pharynx'in bir kısmının genel duyusunu alır. Hedef organlara ulaşmadan önce parasempatik lifler, sırasıyla ganglion submandibularis ve ganglion pterygopalatina'da nöron değiştirirler. Ganglion geniculi'deki hücrelerin uzantıları, tad duyusunu duyusal liflerin çekirdeği olan nuc. solitarius'un üst bölümüne taşır (3).

Beyin sapından sulcus bulbopontinus'tan çıkan n. facialis meatus acusticus internus seyrederek ve canalis facialis adı verilen kanala girer ve ganglion geniculi adı verilen ganglionu oluşturur. Daha sonra cavitas tympani adı verilen boşluğa

ulaşır ve promontorium üzerinde ilerler. Bu bölgelerde ilgili dallarını verdikten sonra for. stylomastoideum'dan çıkarak cranium'ı terk eder (5).

N. facialis foramen stylomastoideum'a ulaşmadan hemen önce chorda tympani adlı dalını verir. Bu dal, dilin ön üçte ikisinden tat duyusunu taşıyan sensitif lifleri içerir. Ayrıca, ganglion submandibulare'de sinaps yaptıktan sonra glandula submandibularis ve glandula sublingualis'e parasempatik uyarı ileten sekretuvar lifleri de barındırır.

Sinir, foramen stylomastoideum'dan geçtikten sonra yalnızca motor lifleri içerir. Glandula parotidea'nın arka yüzüne ulaştığında, n. facialis iki ana köke ayrılır: temporofacial ve cervicofacial. Bu kökler, glandula parotidea içinde dallanarak r. temporalis, r. zygomaticus, r. buccalis, r. marginalis mandibulae ve r. colli dalları oluşturur. Bu dallar, baş ve boyun bölgesindeki mimik kaslarına dağılır ve onların motor innervasyonunu sağlar (4-6).

Klinik:

N. facialis hasarına bağlı olarak fasiyal paraliziler gelişmektedir.

Fasiyal paraliziler, lezyonun lokalizasyonuna göre iki ana gruba ayrılır: santral ve periferik fasiyal paralizi.

Periferik fasiyal paralizi, yüz sinirinin beyin sapından çıktıktan sonraki herhangi bir segmentinde oluşan lezyonlara bağlıdır. Bu durumda, yüzün bir yarısında hem üst hem alt kas grupları etkilenir. Hasta kaşını kaldıramaz, göz kapamını kapatamaz ve ağız köşesi aşağıya doğru kaymıştır.

Santral fasiyal paralizi ise kortikospinal yol üzerindeki lezyonlara bağlıdır. Bu tip paralizde, yüzün yalnızca alt kısmı etkilenir çünkü üst yüz kasları bilateral kortikal innervasyona sahiptir. Dolayısıyla hasta göz çevresini normal şekilde kullanabilirken, ağız çevresindeki kaslarda zayıflık görülür(2,4).

1.8. N. vestibulocochlearis

İşitme ve denge ile alakalı olan n. vestibulocochlearis sadece duyu lifi taşımaktadır. Denge duyusu ile ilgili uyarıları taşıyan n. vestibularis ile işitme duyusu ile ilgili uyarıları taşıyan n. cochlearis'ten oluşmaktadır.

N. vestibulocochlearis'in çekirdekleri bulbus ve pons'ta bulunmaktadır.

1. *Nucleus vestibularis*: Superior, inferior, medial, lateral olmak üzere dört adet bulunur.

2. *Nucleus cochlearis anterior*, *Nucleus cochlearis posterior*: İki adet bulunur.

N. vestibulares iç kulaktan başlayarak meatus acusticus internus'ta nöron gövdelerinin bulunduğu ganglion vestibulare'ye gelir. Santral uzantılar devam

ederek sulcus bulbopontinus'tan beyin sapına girer ve nuclei vestibulares'lerde son bulur.

N. cochlearis, cochlea'dan başlar. Ganglion spirale adı verilen yapı nöron gövdeleri tarafından oluşturulmuştur. Periferik kısmı işitme duyusunu alır. Santral uzantıları beyin sapına sulcus bulbopontinus'tan girerek çekirdeklerine ulaşır (5-8).

Klinik:

N. vestibulocochlearis lezyonlarında sağırılık ve kulak çınlaması görülebilir.

Vertigo: Hastanın kendisi ya da çevresindeki nesnelerin döndüğünü hissetmesi durumudur (2,4).

1.9. N. glossopharyngeus

Mix bir sinir olan N. glossopharyngeus motor, parasempatik, genel duyu ve tat duyusu lifleri ihtiva eder. Beyin sapının sulcus retroolivaris adı verilen kısmından çıkarak kafatası içine ilerler. Kafatasından çıkış yeri ise for. jugulare'dir. N. glossopharyngeus'un çekirdekleri bulbus'ta bulunur (4). Bunlar:

1. *Nuc. ambiguus*- motor çekirdek (IX, X, XI'nin motor çekirdeği)
2. *Nuc. salivatorius inferior*- parasempatik çekirdek
3. *Nuc. tractus solitarius*- duyu ile ilgili

N. glossopharyngeus'a ait lifler, genel duyu, motor, tat ve parasempatik dallar içerir. Bu lifler genel olarak; dilin 1/3 arka kısmı, tonsilla, yumuşak damak, pharynx üst kısmı, sinüs ve glomus caroticus, orta ve dış kulak yolu duyusunu alırlar. Dilin arka 1/3 tat duyusunu alır. Ayrıca parotis bezinin ve m. stylopharyngeus inervasyonunu sağlar (1-5).

Klinik:

Disfaji: Yutmada zorluk

N. glossopharyngeus lezyonlarında sadece m. stylopharyngeus innervasyonun olmasından dolayı motor kayıp fark edilemeyebilir. Ancak dilin 1/3 arka kısmında ve pharynx üst kısmında hem tat hem de genel duyuda kayıp görülür (2,4).

1.10. N. vagus

Mix bir sinir olan N. vagus motor, parasempatik, genel duyu ve tat duyusu lifleri ihtiva eder.

N. vagus'un çekirdekleri bulbus'ta bulunur. Bunlar:

1. *Nuc. ambiguus*- motor çekirdek (IX, X, XI'in motor çekirdeği)

2. *Nuc. dorsalis nervi vagi*- parasempatik çekirdek

Motor çekirdeklerden başlayan lifler pharynx ve yumuşak damak kaslarının, oesophagus'un üst kısım ve larynx kaslarının innervasyonunu sağlar.

Parasempatik çekirdeklerden başlayan lifler ise ilgili organdaki ganglionlarda sinaps yaptıktan sonra kalp, oesophagus alt kısmı, thorax ve abdomendeki organlardan flexura coli sinistra proksimalinde kalan tüm organların innervasyonunu sağlar.

N. vagus beyin sapının sulcus retroolivaris kısmından çıkar. Kafatasını ise for. jugulare'den terk eder. Boyunda vagina carotica içinde ilerler ve boyun kökünde n. vagus dexter ve n. vagus sinister olmak üzere ikiye ayrılarak devam eder. Boyunda r. pharyngeus, n. laryngeus superior, n. laryngeus inferior (recurrens) ve n. cardiacus dallarını verir (6-8).

Klinik:

Boyun bölgesinde tiroid cerrahisinde n. laryngeus inferior (recurrens) yaralanma ihtimali yüksek olabilmektedir. Tek taraflı yaralanmalarda larynx kasları çalışmadığı için ses kısıklığı ortaya çıkar. Çift taraflı yaralanmalarda ise solunum sıkıntısı yaşanabilir (2,4).

1.11. N. accessorius

Yalnızca motor lif içeren n. accessorius'un kranial ve spinal olmak üzere iki kısımdan oluşur. Sadece motor çekirdeği bulunmaktadır.

1. *Nuc. ambiguus*- motor çekirdek (IX, X, XI'in motor çekirdeği)

Kranial bölümü oliva ve pedunculus cerebellaris inferior arasında medulla oblongata'dan kökler halinde çıkar. Bu liflerin bir bölümü X. kranial sinir yapısına katılarak yumuşak damak, pharynx ve larynx kaslarına ulaşır. Bu lifler m. cricothyroideus hariç bütün larynx kaslarını, m. tensor veli palatini hariç bütün yumuşak damak kaslarını ve m. stylopharyngeus hariç bütün pharynx kaslarının motor kontrolünü sağlar.

N. accessorius'un spinal bölümünü ise üst beş servikal spinal segmentten çıkan lifler oluşturur. Spinal bölümden çıkan lifler m. sternocleidomastoideus, ve m. trapezius'un motor kontrolünde görev alırlar (2-3).

Klinik:

N. accessorius'un lezyonunda m. sternocleidomastoideus ve m. trapezius'un motor inervasyonu sağlanamadığı için bu kaslar felç olur. Baş etkilenebilen tarafa çeviremez, etkilenen taraftaki omzu kaldıramaz, omuz düşer.

Tortikolis: (Eğri boyun) m. sternocleidomastoideus etkilenmesine bağlı olarak gelişir. Baş ve boyun hareketleri büyük oranda etkilenir (2,4).

1.12. N. hypoglossus

Yalnızca motor lif içeren n. hypoglossus dilin extrinsic ve intrinsic kaslarını inerve eder. M. palatoglossus dışında tüm dil kaslarının inervasyonunu bu kranial sinir sağlar. Beyin sapının sulcus anterolateralis adı verilen kısmından çıkar. Kafatasını ise canalis hypoglossi'den terkeder. N. hypoglossus'tan ayrılan r. descendens ile 2. ve 3. cervical spinal sinirlerden gelen ramus descendens cervicalis birleşerek ansa cervicalis adı verilen hyoid altı kasları inerve eden halka şeklindeki yapıyı oluştururlar (8).

Klinik:

N. hypoglossus lezyonunda central tipi felçlerde dil kontralateral tarafa kayar ve kontralateral atrofi gelişir. Periferik tipteki felçlerde ise dilin lezyon tarafında atrofi gelişir.

Eğer bu sinirin lezyonu ansa cervicalis oluşumuna katılan radix superior'un ayrıldığı yerin üst kısmında ise yutma sırasında larynx hasarlanmayan tarafa doğru kayarak yutma güçlüğüne sebep olabilir (2,4).

Kaynakça

1. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. 2. Cilt. 6. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Ltd Şti; 2016:323-342.
2. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi. 1. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2016:462-478.
3. Özbağ D. 'İnsan' Anatomisi. 1. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2019:376-394.
4. Agur AMR, Dalley AF. Moore Temel Klinik Anatomisi. Gülekon İN, Peker TV, çeviri editörleri. Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri; 2020:857-867.
5. Harrell KM, Dudek RW. Lippincott Resimli Gözden Geçirme: Anatomi. Gülekon İN, Peker TV, çeviri editörleri. Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri; 2019:386-387.
6. Acer N. Sağlık Bilimleri İçin Anatomi. 3. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2023:259-263.
7. Deniz M. Nöroanatomi. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2022
8. Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomi. 17. Baskı. Ankara: ODTÜ Yayıncılık; 2017:137-169.

Cerebellum 8

Semahat Doğru Yuvarlakbaş¹

Sibel Ateşoğlu Karabaş²

Özet

Cerebellum, fossa cranii posterior'a yerleşim gösteren, denge ve motor koordinasyonun sağlanması, kas tonüsünün ayarlanması gibi önemli işlevleri olan bir yapıdır. Merkezi sinir sisteminde metencephalondan gelişmiştir. Yukarıda lobus occipitalis, önde pons, mesencephalon ve bulbus ile komşuluğu vardır. Cerebellum pedunculus adı verilen üç adet ayakçık ile beyin sapına bağlanır. Ağırlığı 140 ile 150 gr arasında değişen cerebellum bu hali ile encephalon'un onda biri kadar büyüklüğe sahiptir. Her ne kadar encephalondan oldukça küçük olsada içerdiği sinir hücresi miktarı tüm beyin nöronlarının yarısından fazladır.

1. Cerebellum'un Dış Yapısı

Cerebellum biri sağda öteki ise solda olacak şekilde iki adet hemisferden oluşur. Bu hemisferler ortada vermis cerebelli ile birbirine bağlanır. Hemisferlerin arasında kalan ön ve arka kısımlarda incisura cerebelli anterior ve incisura cerebelli posterior olarak adlandırılan çentikler vardır. Hemisferlerin dış yüzünde transvers seyirli kıvrımlar ve yarıklar vardır. Bu kıvrımlı yapılara folia cerebelli, yarıklara ise fissura cerebelli adı verilir(1,2,5).

Cerebellum, fissura prima ve fissura posterolateralis adında iki derin yarık ile üç temel loba ayrılmıştır (2).

Bu loblar; lobus cerebelli anterior, lobus cerebelli posterior ve lobus flocculonodularis dir. Lobus cerebelli anterior ve lobus cerebelli posterior, fissura prima aracılığı ile birbirinden ayrılırken, lobus cerebelli posterior ve lobus flocculonodularis ise fissura posterolateralis aracılığı ile birbirlerinden

1 Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye
semahatdogru@harran.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4069-1806

2 Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı,
Kahramanmaraş, Türkiye, sibelatesoglu@ksu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8469-4518

ayrılır. Bunun yanı sıra kendi içindeki fissurlar sayesinde daha küçük olan lobuluslara ayrılır (2,3).

1.1. Lobus cerebelli anterior

Vermis cerebellide; lingula, lobulus centralis ve culmen bölümlerini kapsarken, hemispherium cerebelli'nin ala lobuli centralis ve lobulus quadrangularis bölümlerini kapsar (4).

1.2. Lobus cerebelli posterior

Vermis cerebellide; declive, folium vermis, tuber vermis ve uvulayı, hemispherium cerebelli'nin ise lobulus simplex, lobulus semilunaris superior ve lobulus semilunaris inferior, lobulus paramedianus, lobulus biventer ve tonsilla cerebelli bölümlerini içerir (4).

1.3. Lobus flocculonodularis

Vermis cerebelli'nin nodulus, hemispherium cerebellinin flocculus bölümlerini kapsar (5).

1.4. Vermis cerebelli

Her iki hemispherium cerebelli'yi birbirine bağlayan kısımdır. Eğer vermis cerebelli orta hattın sagittal yönlü olarak kesilir ise iç yüzde gri cevher içinde dağılan beyaz cevher görülür. Bu manzara dallanmış bir ağaca benzetildiği için bu yapıya arbor vitae cerebelli denmiştir.

Vermis cerebelli, lobus anteriordan posteriora doğru; lingula, lobulus centralis, culmen, declive, folium, tuber pyramis, uvula ve nodulus olarak adlandırılan bölümlerden oluşur (3-6).

2. Cerebellum'un iç yapısı

Cerebellum'un, cortex'i gri cevherden, medullası ise beyaz cevherden oluşmuştur. Cortex cerebelli dışarıdan içeriye doğru; stratum moleculare, stratum purkinjense ve stratum granulosum adı verilen nöron gruplarının meydana getirdiği tabakalardan oluşmuştur (1).

Cerebellum'un iç yapısını oluşturan corpus medullare cerebelli, yapısında afferent, efferent ve ara nöronlara ait liflerin aksonlarını bulundurmanın yanı sıra, dört çift nükleus'un oluşturduğu nuclei cerebelli'yi de yapısında bulundurmaktadır. Beyaz cevherin büyük çoğunluğu afferent lifler tarafından oluşturulur. Bu lifler pedunculus cerebellaris medius ve pedunculus cerebellaris inferior aracılığı ile cerebellum'a gelir ve cortex cerebelli de sonlanır (7-9).

2.1. Nuclei cerebelli

Cerebellum'un iç yapısında beyaz cevher içinde yer alan gri cevher kitleleridir. Orta hattın sağında ve solunda dörder tane olacak şekilde yerleşim gösterir. Orta hatta yakınlığına göre nucleus fastigii, nucleus globosus, nucleus emboliformis ve nucleus dentatus şeklinde sıralanır (1-5).

Nucleus dentatus (nucleus lateralis cerebelli): cerebellum çekirdekleri içinde en büyük olanıdır. Şekil olarak, yönü mediale bakan hilal'e benzer. Kıvrımlı bir yapısı vardır. Hilal'in açık olan uçları hilum nuclei dentati olarak adlandırılır (1,2). Nucleus dentatus da purkinje hücreleri sonlanır. Nucleus dentatusdan çıkan lifler önce pedunculus superioriordan geçerek thalamus'a ulaşır. Thalamus aracılığı ile de beyin korteksine geçer. Böylece beyinciği beyin korteksi ile bağlar(5).

Nucleus emboliformis (nucleus interpositus anterior): nucleus dentatus'un medialinde yer alır. Oval şekilli küçük bir çekirdektir (4).

Nucleus globosus (nucleus interpositus posterior): nucleus emboliformisin medialinde yer alır (5).

Nucleus fastigi (nucleus medialis cerebelli): orta hatta en yakın olan çekirdektir. Dördüncü ventriküle oldukça yakın olacak şekilde konumlanmıştır (5-7).

Cerebellum'un efferent lifleri, beyincik korteksinden purkinje hücrelerine ait aksonlar ile beyincik çekirdeklerine gelir ve burada nöron değiştirir. Nucleus dentatus, nucleus emboliformis ve nucleus globosus da nöron değiştiren lifler pedunculus cerebellaris superior yolu ile nucleus fastigi de nöron değiştiren lifler ise pedunculus cerebellaris inferior aracılığı ile cerebellumu terk eder (5).

3. Beyinciği komşu yapılara bağlayan yapılar

Cerebellum üç adet pedunculus aracılığı ile beyin sapına bağlanır. Bu pedunculuslar yapısında afferent ve efferent nöronlara ait lifleri içerir (5-9).

3.1. Pedunculus cerebellaris inferior

Cerebellum'u medulla oblongataya bağlar. Büyük bir kısmını afferent lifler oluşturur (1,2).

3.1.1. Pedunculus cerebellaris inferiordeki afferent yollar:

Tr.spinocerebellaris posterior: bu lifler nuc. dorsalis den çıkarlar, çapraz yapmadan vermise ulaşırlar. Şuursuz proprioseptif duyuları taşırlar.

Fibrae arcuatae externae anteriores: nuc. arcuatus ve nuc.retinacularis den çıkarlar. Bir bölümü çapraz yapar, diğer bölümü ise çapraz yapmadan tr.reticulocerebellaris aracılığı ile vermise ulaşır.

Fibrae arcuatae externae posteriores (Tr.cuneocerebellaris): üst ekstremiteden ve boyundan gelen proprioseptif duyular bulbusda nuc. cuneatus accessorius da nöron değiştirirler. Burdan çıktıktan sonra çapraz yapmadan Tr.cuneocerebellaris yolu ile bulbusa ulaşırlar.

Tr. olivocerebellaris: bu lifler nuc.olivares inferioridan başlar ve büyük bölümü çapraz yaptıktan sonra cerebellumun cortexine bağlanırlar. Denge ve her iki ekstremitenin koordineli çalışmasında görev alırlar.

Tr. vestibulocerebellaris: şuursuz proprioseptif duyu taşıyan bu liflerin büyük kısmı nuc.vestibularisden gelirken geri kalanı nuc.vestibularis inferior ve nuc. vestibularis medialisden gelir. Flocculus ve nodulus da sonlanır (1-3, 5).

3.1.2. Pedunculus cerebellaris inferior yoluyla beyinciği terkeden lifler:

Bu lifler cerebellumdan başlar ve bulbus ve ponsdaki formatio reticularis çekirdeklerine ve vestibular çekirdeklere giderler.

3.2. Pedunculus cerebellaris medius

Bu bölüm beyinciği ponsa bağlar ve afferent liflerden oluşur. Bu lifler cerebellumdaki nuc.pontislere ait nöronların aksonlarıdır. Bu lifler çapraz yapar ve karşı taraftaki beyinciğin korteks bölümünde sonlanır. Tr.corticopontocerebellaris olarak adlandırılan bu beyin ve beyincik korteksi arasındaki yol, kaslardaki sinerjik hareketler açısından büyük öneme sahiptir.

3.3. Pedunculus cerebellaris superior

Mesencephalon ve cerebellum'u birbirine bağlar. Büyük bir kısmı efferent lifler tarafından oluşturulur. Buradaki nuc.dentatusdan çıkan bu lifler aracılığı ile beyincik önce thalamusa sonrada beyin korteksine bağlanır. Küçük bir bölümünü oluşturan afferent lifler; rubrocerebellar, tectocerebellar lifler ve tr.spinocerebellaris anterior tarafından oluşturulur.

4. Cerebellum'un efferent lifleri

Bu liflerin büyük bölümü nuclei cerebelliden başlarken diğer kısmı ise cortex cerebelliden başlar. Pedunculus cerebellaris superior yoluyla gelen lifler nuclei vestibulares, nucleus ruber, nuclei olivares inferiores, medulla spinalis ve talamus'a ayrıca bir kısmı reticular nucleuslara gider.

Nucleus fastigi den başlayan liflerin büyük bölümü pedunculus superior'u kullanmazlar. Cerebellumda ise çapraz yapan bu lifler fasciculus uncinatus cerebelliyi oluştururlar ve dördüncü ventrikülün yanından geçer. Bu lifler nuclei vestibulares ve bir kısım retiküler nucleuslarda son bulur.

5. Cerebellum'un afferent lifleri

Bu lifler, medulla spinalis, nuclei vestibulares, cerebral cortex, nuclei olivares inferior nucleus cuneatus accessorius, bir kısım retiküler nucleuslar, colliculus superior ve inferior dan başlayarak cerebellum'a gelirler.

6. Cerebellum'un fonksiyonel yapısı

Cerebellum motor hareketlerin öğrenilmesini, hareketlerin senkonize şekilde yapılmasını organize eden merkezi sinir sisteminin önemli bir parçasıdır. Cerebellum, yapılması planlanan hareket hakkında beyin korteksinden bilgi alır. Perifer ile olan bağlantısı sayesinde beyin korteksinde planlanan hareketlerin aktif ve uyumlu şekilde yapılmasını koordine eder. Bisiklete binme, yürüme, enstürman çalma gibi öğrenilmesi zor motor aktivitelerin yapılması ve zamanla öğrenilerek daha uyumlu ve kolay hale gelmesinde etkilidir.

Cerebellum, vestibulocerebellum (archiocerebellum), spinocerebellum (paleocerebellum) ve cerebrocerebellum (neocerebellum) olarak üç kısma ayrılır.

Vestibulocerebellum, çoğunlukla nuclei vestibularis ile bağlantılıdır. Bu sayede dengenin sağlanması ve vestibular reflekslerin düzenlenmesini sağlar. Aynı zamanda başın hareketlerinin göz hareketleri ile koordineli olmasında da rol oynar.

Spinocerebellum, ekstremit ve gövde kaslarının motor hareketlerinin devamı ve kas tonüslerinin düzenlenmesinde etkilidir.

Cerebrocerebellum, yapılacak hareketin, planlanması, zamanlamasının ayarlanması ve başlatılması gibi konularda etkilidir.

Kaynakça

1. **Deniz M.** Nöroanatomî. 1. Baskı. Türkiye: Nobel Tıp Kitabevi; 2022.
2. **Taner D.** Fonksiyonel Nöroanatomî. 20. Baskı. Türkiye: ODTÜ yayıncılık; 2018.
3. **Arifoğlu Y.** Her Yönüyle Nöroanatomî. Türkiye: İstanbul Tıp Kitabevi; 2022.
4. **Yıldırım M.** Temel Nöroanatomî. 3. Baskı. Türkiye: Nobel Tıp Kitabevleri; 2016.
5. **Arıncı K, Elhan A.** Anatomi 1.7. Baskı, İstanbul: Güneş Tıp Kitabevleri; 2020.
6. **Ozan H.** Ozan Anatomi.3.Baskı, İstanbul: Tusdata; 2014.
7. **Netter F.H., Hansen J.T.** İnsan Anatomi Atlası. 3.Baskıdan Çeviri. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2005.
8. **Dere, E.** Anatomi Atlası ve Ders Kitabı. 7. Baskı. Türkiye: Akademisyen Kitabevi; 2018.
9. **Yıldırım, M.** Topografik Anatomi. 2. Baskı. Türkiye: Nobel Tıp Kitabevleri; 2014.

Serebral Korteks ve Subkortikal Yapılar 8

Mahmut Tunç¹

Esin Özşahin²

Özet

Bu bölümde serebral korteks ve subkortikal yapıların anatomik, fonksiyonel ve klinik özellikleri bütüncül bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Telensefalonun genel organizasyonu ve filogenetik gelişimi tanımlandıktan sonra, korteks cerebri'nin loblara göre fonksiyonel lokalizasyonu Brodmann alanları temelinde açıklanmaktadır. Frontal lobda primer ve sekonder motor alanlar, motor homunkulus organizasyonu, frontal göz sahası, motor konuşma merkezi ve prefrontal korteksin davranışsal ve bilişsel işlevleri ayrıntılı biçimde incelenmektedir. Parietal lobda primer ve sekonder somatosensoriyel korteks ile assosiasyon alanlarının duyuşal entegrasyondaki rolleri vurgulanmaktadır. Temporal lobda primer işitme korteksi ve Wernicke alanı, oksipital lobda ise primer ve sekonder görme alanlarının yapısal ve fonksiyonel özellikleri ele alınmaktadır. Ayrıca talamus ve subthalamus gibi subkortikal yapıların korteksle olan bağlantıları ve motor-duyuşal düzenlemedeki rolleri açıklanmaktadır. Bölüm boyunca kortikal ve subkortikal lezyonlara bağlı gelişen klinik tablolar, fonksiyonel lokalizasyonun klinik önemi bağlamında değerlendirilmektedir. Bu yönüyle bölüm, serebral korteksin yapısal organizasyonu ile fonksiyonel ve klinik yansımaları arasında köprü kurmayı amaçlamaktadır.

1. Prosencephalon

Nöral tüpün (tubulus neuralis) ön bölümünün genişlemesi sonucu üç temel beyin keseciği (vesiculae encephalicae) oluşur. Ön beyin keseciğinden prosencephalon, orta beyin keseciğinden mesencephalon ve arka beyin keseciğinden rhombencephalon gelişir. Bunlardan ön beyin keseciğinden

- 1 Öğretim Görevlisi, Başkent Üniversitesi Adana Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Fizyoterapi Programı, mahmuttunc@baskent.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1373-4700
- 2 Prof. Dr., Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, ozsahine@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5261-4712

meydana gelen prosencephalon gelişiminin 5. haftasında diencephalon ve telencephalon kesecikleri olarak isimlendirilen iki sekonder veziküle ayrılır.

Beynin filogenetik gelişiminde telencephalon başta olmak üzere prosencephalon'un ilerleyici bir şekilde gelişirken yüksek integratif fonksiyonları da üstlendiği görülür. İnsan evriminin ilk aşamalarında rhinencephalon ön planda iken zamanla prosencephalon'un merkezi sinir sisteminin diğer bölümlerine oranla anlamlı bir şekilde daha fazla büyüyüp geliştiği, ileri bilişsel aktivitelerin organize edildiği bir organ haline geldiği görülür. Hayvan davranışlarının temelde iki prensip üzere olduğu görülür. Bunlardan birincisi türün genetik mirasına dayanan ve şartlı reflekslere bağlı olmayan davranışlar iken diğeri kişisel deneyimlerle kazanılan ve şartlı reflekslerle kontrol edilen hareketlerdir. Bu hareketlerin kontrolü için iki farklı grup önbeyin merkezinin özelleşerek geliştiği görülür. Birinci grup merkez subcortex olarak da adlandırılan bazal ganglionlar iken ikinci merkez ise cortex cerebri'dir. Telencephalon bölümünde cortex cerebri ve subkortikal yapılar incelenirken diencephalon bölümünde thalamus, hypothalamus, subthalamus, epithalamus, ve metathalamus yapıları incelenir (1,2).

2. Telencephalon / Cerebrum

Telencephalon (GR. tele=uç, son; enkephalon=beyine ait olan) merkezi sinir sisteminin en büyük bölümüdür. Telencephalonu beyin yarım küreleri (hemispherium cerebri), bu yarım küreleri birleştiren yapılar (corpus callosum gibi) ve yarım küreler arasında bulunan 3. ventrikülün ön bölümünde yerleşmiş bazı yapılar (area preoptica gibi) oluşturur. Telencephalon'un ön-arka çapı 16 cm, sağ-sol çapı 13 cm, yüksekliği 6-7 cm ve ağırlığı 1000-1100 gr'dır. Filogenetik gelişim açısından telencephalon üç bölümde değerlendirilir. Bunlardan birincisi en yaşlı olan bölümü rhinencephalon olup koku fonksiyonu ile ilgilidir. İkinci bölüm yine yaşlı bir bölüm olan nuclei basales (bazal çekirdekler) olup subcortex olarak da isimlendirilir. Son bölüm ise cortex cerebri olup en genç ve en büyük bölüm olarak diğer yapıları bir manto gibi sarar.

Fonksiyonel olarak bir bütünlük gösteren telencephalon, morfolojik olarak uzunlamasına bir yarı ile (fissura longitudinalis cerebri) ile iki yarıya (sağ ve sol hemisfer) bölünmüştür. Bu iki hemisferi fissura longitudinalis'in derinlerinde arada bulunan corpus callosum ve comissural demetler birbirine bağlar. Hemisferlerin yine arasında beyin-omurilik sıvısı ile dolu ventriculus denilen boşluklar bulunur. Hemisferlerin dış kısmı esas olarak nöron hücre gövdeleri tarafından oluşturulmuş hemisfer dokusu cortex cerebri olarak adlandırılır. Cortex cerebri'nin altında kalan hemisfer dokusu bölüm ise sinir liflerinden meydana gelir. Hücre gövdelerinden meydana gelen dokuya (cortex cerebri) gri

renkte olduğu için substantia grisea, hücre liflerinden meydana gelen dokuya (hemisferlerin içi) ise beyaz renkte görüldüğü için substantia alba terimleri de kullanılır. Substantia alba'nın bazı bölgelerinde yer alan sinir hücre gövdeleri topluluklarına nucleus (çekirdek, örneğin nucleus caudatus) adı verilir (1-3).

2.1. Beyin Hemisferlerinin Topografisi

Her bir beyin hemisferinin 3 yüzü vardır. Bunlardan konveks üst-dış yüzüne facies superolateralis hemisferii, düz olan iç yüzüne facies medialis hemisferii ve alt yüzüne facies inferior hemisferii denilir. Bu üç yüzey ise birbirinden margo superior, margo inferior ve margo medialis adı verilen üç kenar ile birbirinden ayrılır. Hemisferlerin en önde bulunan en çıkıntılı noktasına polus frontalis, en arkada bulunan en çıkıntılı noktasına polus occipitalis ve yanlarda bulunan en çıkıntılı noktasına polus temporalis adı verilir. Fissura longitudinalis cerebri adı verilen orta hatta bulunan derin bir yarık ile hemisferler birbirinden ayrılır. Fissura transversa cerebri ile de cerebellum'dan ayrılır. Fissura longitudinalis cerebri içerisinde falx cerebri adı verilen dura mater uzantısı ve a. cerebri anterior girerken fissura transversa cerebri'nin içerisine tentorium cerebelli adı verilen dura mater uzantısı girer.

Hemisferlerin yüzeyleri intrauterin dönemin 5. ayına kadar düz iken sonrasında hemisferlerin yüzeyinde kafatası ve beynin farklı gelişim hızları nedeni ile oluklar (sulci cerebri) ve bu olukların ayırdığı kıvrıntılı kabartılar (gyri cerebri) ortaya çıkmaktadır. Bu olukların gelişimi doğumdan 1 yaşına kadar devam eder. Hemisferlerin yüzeyinde bulunan girus ve sulkuslar kişisel olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Bu oluklar sayesinde beyin yüzeyi üç kat genişlemiş olur (2000-2500cm²). Beynin loblara ayrılmasında oluklar sınır olarak kullanılırlar.

Sulcus lateralis (Sylvius oluğu/yarığı): Hemisferlerin superolateral yüzünün ortalarında, önden arkaya doğru uzanan derin bir oluktur. Bu oluk yukarısında yer alan frontal ve parietal lobları aşağısında yer alan temporal lobdan ayırır. Sulcus lateralis beynin alt yüzünden kısa bir başlangıç seyrinden sonra ramus anterior, ramus ascendens ve ramus posterior adı verilen üç yan dala ayrılarak devam eder. Ramus anterior ve ramus ascendens dalları kısa (2 cm), ramus posterior dalı ise uzundur (7 cm). Sulcus lateralis'in derinliğinde temporal lobun üst kenarı ile frontal ve parietal lobun alt kenarları kaldırıldığında görülebilen insula (lobus insularis) adı verilen kortikal yapıya ulaşılır. Insula'yı ise çevresinde bulunan anatomik yapılardan sulcus circularis insulae adı verilen oluk ayırır.

Sulcus centralis (Rolando oluğu/yarığı): Hemisferlerin medial yüzü ile superolateral yüzün birleştiği margo superior'un ortasından başlayarak dış

yüzde öne ve aşağı doğru seyrederek. Sulcus lateralis'in yaklaşık 2,5 cm üzerinde sonlanır, sulcus lateralis ile birleşmez. Frontal ve parietal loblar arasında sınırdır. Sulcus centralis'in hemen önünde gyrus precentralis, hemen arkasında ise gyrus postcentralis yer alır.

Sulcus parieto-occipitalis: Polus occipitalis'in yaklaşık 5 cm kadar ön-dış yüzünden başlayan bu oluk, hemisferin medial yüzünde öne ve aşağıya doğru seyrederek sulcus calcarinus ile birleşir. Bu oluk medial yüzde parietal ve occipital lobları birbirinden ayırır.

Sulcus calcarinus: Hemisferin iç yüzünde ve arkada yer alan oluk corpus callosum'un hemen aşağısından başlayıp yukarıya ve sonrasında aşağıya doğru bir yay çizerek polus occipitalis'te sonlanır. Orta kısmı sulcus parieto-occipitalis ile birleşir.

Bu temel oluklardan başka hemisferlerin iç yüzünde yer alan ve gyrus cinguli ile frontal ve parietal lobları arasında bulunan *sulcus cinguli* ile hemisferlerin alt yüzünde yer alan *sulcus collateralis* bulunur. Bu oluklar sayesinde hemisferler lobi cerebri adı verilen anatomik bölümlere ayrılır (1,2,4).

2.2. Beynin lobları (Lobi Cerebri)

Her bir hemisfer yukarıda tanımlanan sulkuslar aracılığıyla ve komşu bulunduğu kafa kemiğinin imine uygun olacak şekilde lobus frontalis, lobus parietalis, lobus temporalis, lobus occipitalis olmak üzere 4 bölüme ayrılır. Bunlara ek olarak sulcus lateralis'in derinlerinde yer alan lobus insularis bulunur.

Lobus frontalis: Ön ucu olan Polus frontalis'ten başlayıp sulcus centralis'e kadar uzanan hemisfer kısmıdır. Arkada sulcus centralis ile parietal lob'dan alt kısımda ise sulcus lateralis ile lobus temporalis'ten ayrılır. Lobulus'lardan en büyüğüdür. Lobun facies superolateralis'inde üç sulcus ile birbirinden ayrılmış dört gyrus bulunur. Sulcus centralis'in önünde ve paralelinde uzanan oluğa sulcus precentralis, sulcus centralis ile precentralis arasında yer alan gyrus'a ise gyrus precentralis adı verilir. Gyrus precentralis aşağıya doğru inerken gyrus postcentralis'in alt ucu ile birleşerek operculum frontoparietale'yi oluşturur. Sulcus precentralis'ten başlayıp polus frontalis'e doğru uzanan birbirine paralel iki oluk vardır. Bunlardan üsttekine sulcus frontalis superior alttakine ise sulcus frontalis inferior adı verilir. Sulcus frontalis superior'un üstünde kalan kortikal bölüme gyrus frontalis superior, altında kalan kortikal bölüme gyrus frontalis medius. Gyrus frontalis medius'un altında sulcus frontalis inferior ve onun altında kalan kortikal bölüme gyrus frontalis inferior adı verilir. Sulcus lateralis'in önde yer alan ramus anterior ve ramus ascendens adı verilen uzantıları gyrus frontalis inferior'u önden arkaya doğru pars orbitalis, pars triangularis ve pars opercularis adı verilen üç bölüme ayırır. Lobus frontalis'in

iç yüzünde gyrus frontalis superior altta sulcus cinguli ile sınırlanmıştır. Sulcus cinguli'nin altında ona paralel uzanan gyrus cinguli bulunur. Daha aşağıya doğru yine gyrus cinguliye paralel uzanan corpus callosum ve gyrus cinguli ile corpus callosum arasında yer alan sulcus corporis callosi bulunur. Gyrus frontalis superior'un arkaya uzanarak parietal loba doğru sulcus centralis'i alttan kuşattığı son bölüme lobulus paracentralis (kortikal miksiyon ve defekasyon merkezi) adı verilir. Frontal lobun alt yüzü orbita'nın üst duvarının üstüne oturur. Bu nedenle bu yüzde yer alan giruslara gyri orbitales adı verilir. Bu yüzde fissura longitudinalis cerebri'ye paralel önden arkaya doğru uzanan oluğa sulcus olfactorius adı verilir. Sulcus olfactorius'un içerisinde arkadan öne doğru tractus olfactorius ve en uçta bulbus olfactorius bulunur. Sulcus olfactorius ile fissura longitudinalis cerebri arasında gyrus rectus bulunur.

Lobus parietalis: Önde frontal lob ile arkada occipital lob ile ve alt yanda temporal lob ile komşuluk gösterir. Sınırlarını önde sulcus centralis, arkada sulcus parieto-occipitalis ve aşağıda sulcus lateralis'in ramus posterior'u ve bunun arka ucundan sulcus parieto-occipitalis'e çekilen çizgi oluşturur. Lobus parietaliste iki oluk ve bu olukların oluşturduğu üç bölüm bulunur. Önde yer alan sulcus centralis'e paralel olarak arkasında uzanan sulcus postcentralis bulunur. Sulcus centralis ile sulcus postcentralis arasında kalan beyin kıvrımına gyrus poscentralis adı verilir. Sulcus postcentralis'in ortalarından başlayıp arkaya doğru uzanarak arkadaki kısmı iki bölüme ayıran oluğa sulcus intraparietalis adı verilir. Sulcus intraparietalis'in üstünde kalan beyin bölümüne lobulus parietalis superior altta kalan bölümüne ise lobulus parietalis inferior denilir. Sulcus lateralis'in arka ucu lobulus parietalis inferior tarafından çevrelenir. Lobulus parietalis superior'un bu bölümüne gyrus supramarginalis denilir. Sulcus temporalis superior'un arka ucunu çevreleyen bölümüne ise gyrus angularis denilir. Lobulus parietalis inferior'un ön-alt kısmı gyrus frontalis inferior'un pars opercularis bölümüyle birleştiği kısma operculum frontoparietale denilir. Lobus parietalis'in iç yüzünde gyrus cinguli ile arasında sulcus cinguli'nin devamı olarak seyreden sulcus subparietalis bulunur. Hemisferlerin iç yüzünde sulcus centralis'in iç yüze doğru sonlandığı kısımda gyrus precentralis ve gyrus postcenralis'in sonlanırken birleşerek lobulus paracentralis'i oluşturur. Lobulus paracentralis önde sulcus paracentralis ile arkada sulcus marginalis ile sınırlanmıştır. Sulcus marginalis'in arkasında kalan parietal lob bölümüne precuneus adı verilir.

Lobus occipitalis: Hemisferlerin arka kısmını oluşturan ve diğer loblara göre daha küçük olan piramit şekilli beyin bölümüdür. Lobus occipitalis'in büyük bir bölümü hemisferlerin iç yüzünden görülebilmektedir. İç, dış ve alt olmak üzere üç yüzü bulunur. Arkada bulunan en çıkıntılı uç kısmına polus occipitalis adı verilir. Sulcus calcarinus ve sulcus parieto-occipitalis ile parietal

lobdan, sulcus calcarinus'un ön ucundan incisura preoccipitalis'e uzatılan hayali bir çizgi ile temporal lobdan ayrılır. Superolateral yüzde önden arkaya doğru sulcus occipitalis transversus adı verilen oluk geçer. Bu sulcus'un üstünde kalan beyin kıvrımına gyri occipitalis superior, altında kalan kıvrımına gyri occipitalis inferior adı verilir. İç yüzde yer alan calcarinus ile bu yüz iki ana bölüme ayrılır. Üstte yer alan bölüme cuneus, altta yer alan bölüme ise gyrus lingualis adı verilir.

Lobus temporalis: Hemisferlerin superolateral yüzünde önde sulcus lateralis'in altında kalan bölüm olup bu olukla lobus frontalis'ten, arkada sulcus lateralis'in arka üst-kısmı ve bu oluğun uzantısının polus occipitalis ile birleştiren çizginin ön yarısı ile lobus parietalis'ten ve arkada sulcus parieto-occipitalis'i incisura preoccipitalis'e birleştiren çizginin alt yarısı ile lobus occipitalis'ten ayrılmaktadır. Hemisferlerin iç yüzünde arkada, sulcus calcarinus'un ön ucundan incisura preoccipitalis'e uzanan hayali bir çizgi ile sınırlandırılmıştır. Önde en çıkıntılı kısmına polus temporalis adı verilir. Lobus temporalis'in dış yüzünü sulcus lateralis'e paralel önden arkaya doğru uzanan iki oluk üç bölüme ayırır. Üstte yer alan oluğa sulcus temporalis superior, altta yer alan oluğa sulcus temporalis inferior adı verilir. Üstte sulcus lateralis ile sulcus temporalis superior arasında kalan beyin kıvrımına gyrus temporalis superior, sulcus temporalis superior ile inferior arasında kalan beyin kıvrımı bölümüne gyrus temporalis medius ve sulcus temporalis inferior'un altında kalan beyin kıvrımı bölümüne gyrus temporalis inferior adı verilir. Lobus temporalis'in üst yüzü lobus frontalis ile kapatılmıştır. Lobus frontalis uzaklaştırıldığı görülen bu yüzde içten dışa ve öne doğru uzanan sulcus temporalis transversus adlı oluk bulunmaktadır. Bu oluğun çevresinde sayıları 3-4 arasında değişen ve öne-dışa doğru uzanan gyri temporales transversi (Heschl gyrusları) adı verilen beyin kıvrımları bulunmaktadır. Alt yüzde sulcus calcarinus'a paralel önden arkaya doğru uzanan medialde sulcus colletteralis ve lateralde sulcus occipitotemporalis adı verilen iki oluk bulunmaktadır. Alt yüzü lobus occipitalis'in alt yüzü ile devamlı olup aralarında belirgin bir sınır bulunmaz. Sulcus collateralis ile sulcus calcarinus arasında gyrus lingualis yer alır. Gyrus lingualis önde gyrus parahippocampalis olarak devam eder. Gyrus parahippocampalis önde medialde uncus adı verilen kanca şeklinde bir kabarıklık oluşturmaktadır. Sulcus collateralis'in öne doğru devamı şeklinde olan ve uncus'u polus occipitalis'ten ayıran sulcus rhinalis adı verilen oluk bulunmaktadır. Sulcus collateralis ile sulcus occipitotemporalis arasında yer alan beyin kıvrımına gyrus occipitotemporalis medialis, sulcus occipitotemporalis'in lateralinde kalan beyin kıvrımına ise gyrus occipitotemporalis lateralis adı verilir.

Lobus insularis (Insula): Bu korteks bölümü sulcus lateralis'in derininde yer alır. Üzerini örten lobus frontalis, lobus temporalis ve lobus parietalis'in

operculum frontale, operculum temporale ve operculum parietale bölümlerinin kaldırılması ile görülebilmektedir. Lobus insularis limen insularis adı verilen tepe kısmı aşağıda, tabanı ise yukarıda yer alan birr piramide benzemektedir. Ortasından sulcus centralis insulae adı verilen derin bir oluk geçer ve etrafındaki yapılarla arasında sulcus circularis insulae denilen oluk bulunmaktadır. Sulcus centralis insulae'nin arkasında yer alan uzun beyin kıvrımlarına gyrus longus insulae, daha kısa olan önündeki beyin kıvrımlarına gyri breves insulae denilir.

Lobus limbicus: Hemisferlerin medial yüzünde lobus frontalis, lobus temporalis, lobus parietalis ve lobus occipitalis'in diencephalon ve corpus callosum'u çevreleyen kortikal kısımları tarafından oluşturulmuştur. Gyrus dentatus, gyrus parahypocampalis, gyrus fasciolaris, hippocampus, gyrus cinguli ve area subcallosa bu lobu oluşturan anatomik yapılardır. Yine bu lobda önden arakaya doğru sulcus paraolfactorius anterior, gyrus subcallosus, sulcus paraolfactorius posterior, gyrus paraterminalis ve lamina terminalis bulunur (1-6).

2.3. Cortex Cerebri'nin Yapısı

Cortex cerebri (latince cortex: kabuk) her iki hemispherium cerebri'nin dış yüzünü tamamiyle kabuk gibi saran ince gri cevher tabakası (substantia grisea) olarak tanımlanır. Bu gri cevher tabakası kompleks yapısıyla yüksek nöronal fonksiyonların merkezi konumundadır. Gyrus precentralis'te yer alan yalnızca bir nöron hücresinin 600 nöronla sinaps yapması “çok yönlü bağlantı ve kompleks yapı” kavramını anlamlandırmaktadır. Toplamda ise cortex cerebri ortalama 300 cm³ hacimde olup yine ortalama 10 milyar hücre içerir. Cortex cerebri'nin alanı ortalama 2500 cm² ve kalınlığı yaklaşık 1,5-4,5 mm arasındadır. Kalınlığı gyrus'larda en fazla iken sulcus'larda kalınlık azalmaktadır. Cortex cerebri tabakalar halinde dizilmiş sinir hücreleri ve sinir liflerinden meydana gelir. Bu sinir hücreleri piramidal, yıldız, fuziform, Cajal ve Martinotti hücreleri olmak üzere 5 ana grupta toplanır (1-4).

Piramidal hücreler (neuronum pyramidale): Hücre gövdeleri piramit şekline benzemesinden dolayı bu isim verilmiştir. Hücre gövdesinin tepesi cortex'in yüzeyine doğrudur ve buradan apikal dendritler çıkar. Taban bölümünden ise bazal dendritler çıkar. Cortex cerebri'de en fazla bulunan hücre tipidir. Bu hücreler cortex'in birinci katmanı hariç diğer katmanların tamamında bulunur. Hücre gövdelerinin çoğu 10 ile 50 µm uzunluğunda iken hücre gövdeleri 120 µm uzunluğunda olan ve gyrus precentralis'de Betz'in dev piramidal hücreleri olarak adlandırılan piramidal hücreler de bulunmaktadır.

Fuziform hücreler (neuronum fusiforme): İğ şeklinde hücre gövdelerine sahip bu küçük nöronlar genellikle cortex cerebri'nin derin tabakalarında (tabaka V, VI) bulunur. Uzun eksenini cortex cerebri'nin yüzeyine dik olarak

yerleşim gösterir. Aksonu substantia alba içine uzanan bu hücre tipi modifiye piramidal hücreler olarak da kabul edilir. Piramidal ve fuziform hücreler cortex'in esas hücreleri olarak kabul edilirken diğer hücreler internöron özelliği gösterirler.

Yıldız hücreleri (neuronum stellatum): Granüler hücreler olarak da isimlendirilen bu hücreler, multipolar, poligonal şekilli, hücre gövdeleri 4-10 μm arasında değişen göreceli küçük hücrelerdir. Hücre gövdesinden çıkarak tüm yönlere giden dendritleri hücreye yıldız (lat. Stella: yıldız) görünümü verir. Hücre gövdesinden çıkan çok sayıda dendritleri ve kısa aksonları komşu nöron ile bağlantı kurar.

Cajal hücreleri (neuronum horizontale): Cortex cerebri'nin en yüzeyinde yer alan küçük fuziform şekilli hücrelerdir. Hücre gövdesi ile birlikte hücreden çıkan dendrit ve aksonlar cortex cerebri'ye paralel olarak uzanır. Bu uzantılar piramidal hücrelerle sinaps yapar.

Martinotti hücreleri: Bu hücre tipi cortex cerebri'nin tüm tabakalarında yer alır. Bu multipolar, küçük hücrelerin kısa dendritleri ve cortex cerebri'nin yüzeyine doğru uzanan aksonları bulunmaktadır. Aksonlar yüzeye seyri boyunca kısa lateral dallar verir.

Cortex cerebri'nin sinir lifleri radial (ışınsal) ve tanjensiyal olarak uzanırlar. Radial yönde uzanan lifler, cortex cerebri'nin yüzeyine dik açı yapacak şekilde seyreder. Bu lifler, cortex cerebri'de sonlanan afferent assosiasyon, projeksiyon ve komissural lifler ile cortex cerebri'den çıkıp substantia alba içerisinde devam eden ve projeksiyon, assosiasyon ve komissural liflerini oluşturan piramidal, stellat ve fuziform hücrelerin aksonlarıdır. Tanjensiyal lifler ise cortex cerebri'nin yüzeyine paralel yönde seyreten afferent liflerin kollateral ve terminal dallarıdır. Tanjensiyal liflere horizontal ve stellat hücrelerin aksonları, piramidal ve fuziform hücrelerin kollateral dalları dahildir. Bu lifler cortex cerebri'nin 4. ve 5. tabakalarında özellikle yoğun bulunur. Bu lifler bu tabakalarda sırasıyla Baillarger'in iç ve dış bantları olarak bilinir. Özellikle tr. thalamocorticalis'in liflerinin sonlandığı duyu alanlarında yoğundur. Ayrıca görme korteksinde Baillarger'in dış bandı gözle görülebilecek kadar kalınlaşır ve Gennari şeridi (Gennari striası) adını alır. Sulcus calcarinus duvarındaki bu çizgili yapıdan dolayı bu banda striat (çizgili) korteks olarak da adlandırılır (1,2,4).

Filogenetik bakımından üç cortex tipi tanımlanmıştır. En yeni bölümü neocortex, eski bölümü paleocortex ve en eski bölümü archicortex olarak tanımlanır. Paleocortex ve archicortex'e birlikte allocortex terimi kullanılırken 6 tabakalı neocortex için isocortex terimi kullanılır. Cortex cerebri'nin içinde bulunan hücre tipi, hücre yoğunluğu ve hücre düzenlenişine göre 6 tabakaya ayrılır.

1. **Lamina molecularis (pleksiform tabaka):** Cortex cerebri'nin en yüzeysel tabakasıdır. Tanjensiyel olarak yerleşmiş yoğun miktarda akson ve dendrit lifleri içerir. Piramidal ve fuziform hücrelerin apikal dendritleri ile Martinotti ve stellat hücrelerin aksonları bu tabakayı oluşturmaktadır. Az sayıda Cajal'ın horizontal hücreleri de bu tabakada bulunur. Yine bu tabakada thalamus'tan köken alan komissural ve assosiasyon yollardan gelen lifler de bulunur. Bu tabakada farklı lifler arasında çok sayıda sinaps olmasından dolayı cortex cerebri'nin esas sinaptik tabakasıdır.
2. **Lamina granularis externa:** Bu tabakada çok sayıda küçük piramidal ve stellat (granuler) bulunur. Bu hücrelerin dendritleri lamina molecularis'e uzanırken aksonları daha derin tabakalarda sonlanır ya da substantia alba'da assosiasyon, projeksiyon ve komissural yollar olarak seyrederek.
3. **Lamina pyramidalis externa:** Bu tabakada yüzeyselden derine gittikçe boyutları büyüyen piramidal hücreler bulunur. Yüzeyselde olan hücrelere neuron pyramidale medium, derinde olan hücrelere neuron pyramidale magnum adı verilir. Bu hücrelerin dendritleri lamina molecularis'e uzanırken aksonları substantia alba'da assosiasyon, projeksiyon ve komissural yollar olarak seyrederek.
4. **Lamina granularis interna:** Bu tabakada çok sayıda stellat (granuler) hücreler ve az sayıda piramidal hücreler bulunur. Bu tabakada yoğun horizontal liflerden oluşan Baillarger'ın dış bandı bulunur. Ayrıca cortex cerebri'nin esas alıcı istasyonu olarak bilinen afferent katmanıdır.
5. **Lamina pyramidalis interna (ganglionik tabaka):** Bu tabakada büyük ve orta büyüklükte piramidal hücreler bulunur. Bu tabaka esas efferent olarak bilinir ve katmanda yer alan piramidal hücrelerin dendritleri lamina molecularis'e çıkarken aksonları piramidal yollar olarak (tr. corticospinalis) seyrederek. Primer motor kortekste (gyrus precentralis) yer alan katmanda ise Betz'in dev hücreleri olarak bilinen çok büyük piramidal hücreler bulunur. Bu tabakada ayrıca Martinotti ve stellat hücreleri de bulunurken çok sayıda horizontal yönde horizontal yönde uzanan piramidal hücrelerin akson kollateralleri ile kortikal assosiasyon liflerinin oluşturduğu Baillarger'ın iç bandı adı verilen lif ağı bulunur.
6. **Lamina multiformis (polimorfik hücre tabakası):** Hücrelerinin büyük bir kısmı fuziform hücreler ve modifiye olmuş piramidal hücrelerden oluşan tabakadır. Bunun yanı sıra Martinotti hücreleri de bu tabakada görülür. Bu tabakadan çıkan aksonlar direkt altta yer alan substantia alba'ya girer (1,3,4).

2.4. Cortex Cerebri'nin Fonksiyonel Sahaları

Geçen yüzyılın başlarına kadar generalisatio adı verilen ve cortex cerebri'nin bir bütün olarak çalıştığı fikri kabul görülürken 1900'lü yılların başlarında Campel (1905), Brodmann (1909), Econamo (1929) gibi araştırmacıların çalışmalarıyla localisatio adı verilen kavram ön plana çıktı. 1900'lü yıllardan itibaren hayvanlar üzerine yapılan elektrofizyolojik ve ablasyon çalışmaları ve insanlar üzerine yapılan klinikopatolojik çalışmalar cortex cerebri'nin farklı alanlarının fonksiyonelleştiğini ortaya koymuştur. Brodmann adlı araştırmacının Nissl boyama tekniği kullanarak yaptığı histolojik çalışma ile cortex cerebri'yi 52 farklı sahaya ayırdığı kortikal harita günümüzde en sık kullanılan ve en çok kabul gören kortikal lokalizasyon alanlarıdır. Bunun dışında Campel (1905) 20, Econamo (1929) 109, Vogts 200 farklı saha tarif etmiştir. Bu sahalar topografik amaçlar için kullanılmakla birlikte klinikte fonksiyonellikten uzaktır. Günümüzde lokal anestezi altındaki hastalarda cortex cerebri'nin belirli bölgelerinin uyarılması, cortex cerebri'nin belirli bölgelerinde lezyonu olan hastaların klinik bulguları ve o bölgelerin çıkarıldıktan sonra oluşan klinik tablolar, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ve pozitron emisyon tomografisi gibi yöntemlerle cortex cerebri'nin fonksiyonları ve fonksiyonların lokalizasyonlarının tanımlanmasına olanak sağlanmıştır (1-3).

2.4.1. Lobus Frontalis

Motor lob olarak da bilinen Lobus frontalis iki grup fonksiyonel merkezi bünyesinde barındırır. Bunlar konuşma dahil olmak üzere istemli hareketlerin yer aldığı merkez ile çeşitli emosyonel ifadeler ile kişilik davranışlarının yer aldığı merkezdir.

Area Precentralis: Sulcus centralis'in ön kısmında yer alan motor motor merkezlerdir. Gyrus precentralis ile birlikte gyrus frontalis superior, medius ve inferior'un arka bölümlerini kapsayan alandır. Ön ve arka olmak üzere iki bölgeye ayrılır. Gyrus precentralis ile hemisferin iç yüzünde lobulus paracentralis'in ön kısmının dahil olduğu arka bölgeye primer motor saha (Brodmann'ın 4. alanı) denir. Gyrus precentralis'in ön bölümü ile gyrus frontalis superior, medius ve inferior'ların arka bölümlerini kapsayan ön bölgeye ise premotor veya sekonder motor saha (Brodmann'ın 6., 8., 44. ve 45. alanı) denir.

Primer motor saha (Brodmann'ın 4. sahası): Gyrus precentralis ile hemisferlerin iç yüzünde lobulus paracentralis'in ön kısmını kapsar. Bu sahanın korteksi yaklaşık 4.5 mm kalınlığındadır. Primer motor sahanın afferentleri primer ve sekonder somestetik alanlardan ve thalamus'un nuclei ventrales laterales'inden gelir. Efferent yollarının büyük bir kısmı (%60)

piramidal yolları oluşturan tractus corticospinalis ve tractus corticonuclearis liflerinden meydana gelirken küçük bir kısmını (%3) Betz'in dev hücresi meydana getirir. Brodmann'ın 4. alanının Lamina V'inde sayıları 25.000 ile 30.000 arasında değişen Betz'in dev hücresi bulunur. Tractus corticospinalis medulla spinalis'in ön boynuzunda yer alan motor nöronlar üzerinde rol oynarken tractus corticonuclearis beyin sapında yer alan kranial sinirlerin motor nükleuslarının uyarılmasında rol oynar. Diğer piramidal yollar primer somestetik saha ile sekonder somestetik sahadan da başlar. Ancak bu lifler motor fonksiyon göstermekten ziyade merkezi sinir sistemine gelen duyuları inhibe ya da eksite eder. Primer motor sahanın uyarılması sonucunda vücudun karşı yarısında izole motor hareket meydana gelir. Vücudun hareket alanları somatotopik bir organizasyon ile tersine dönmüş bir şekilde kontralateral gyrus precentralis'te temsil edilir. Farklı bölümlerine giden impulslar gyrus precentralis'in farklı yerlerinden çıkar. Buna göre aşağıdan başlayarak yukarıya doğru (gyrus precentralis'in superolateral yüzünün alt bölümünden yukarıya doğru) yutma ile ilgili yapılar, dil, çene, dudaklar, larinks ve göz kapaklarından sorumlu yapıların innervasyonundan sorumlu kortikal alanlar bulunur. Yukarıya doğru devamında sırasıyla başparmak, el, bilek, dirsek, omuz, gövde, kalça ve uyluk hareketlerinin innervasyonundan sorumlu kortikal alanlar bulunur. Bu şekilde vücut sahaları gyrus precentralis'te tespit edildiğinde elleri ve başı aşağıda, alt ekstremitesi yukarıda olarak ortaya çıkan acayip şekilli temsili insan resmine motor homonculus adı verilir. Hareketin temsil edildiği alan harekete katılan kas kitlesinden ziyade hareketin becerisi ile ilgilidir. Buna göre parmak ve el en büyük alanı kapsarken gövde ise en küçük alanı kapsamaktadır.

Premotor saha (Brodmann'ın 6. sahası): Bu saha gyrus precentralis'in önünde yer alan gyrus frontalis superior, medius ve inferior'un bölümlerinden meydana gelir. Bu saha gyrus precentralis'in önünde, aşağıdan yukarıya doğru genişlerken içeride-hemisferin iç yüzünde gyrus cinguli'ye kadar uzanarak Brodmann'ın 6. sahası ile 8. sahanın bir kısmını kapsar. Bu saha da primer motor saha gibi histolojik olarak 6 tabakadan oluşmasına rağmen Betz'in dev hücreleri bu sahada bulunmaz. Premotor sahanın temel görevi suplamenter motor saha ile birlikte istemli motor hareketlerin planlanmasıdır. Bunun yanı sıra bir diğer görevi geçmiş deneyimlerle birlikte elde edilen motor aktiviteleri depo etmek ve planlanan motor hareketi başlatmaktır. Premotor saha, thalamus ve bazal ganglionlardan çok sayıda afferent lif alır. Bu bağlantılar sayesinde kaba postüral hareketlerin kontrolünde ve motor beceri kazanmada etkili olduğu düşünülmektedir.

Suplamenter (yardımcı) motor saha: Hemisferin medial yüzündeki gyrus frontalis superior bölümü ile lobulus paracentralis'in önünde bulunan sahadır. Bu sahanın görevi maymun ve insanlar üzerinde yapılan stimülasyon

çalışmaları göz önünde bulundurulduğunda bilateral ve koordineli ekstremite hareketlerinin oluşmasını sağladığı öne sürülmüştür. Ayrıca yapılan deneysel çalışmalar motor hareket meydana gelmeden önce bu sahanın kanlanması arttığını ortaya koymuştur. Bu bulgulara dayanılarak suplamenter motor sahanın karmaşık hareketlerin kontrolü, motor aktivitenin programlanması, planlanması ve başlatılması ile ilgili olduğu sonucuna varılır. Suplamenter sahanın çıkarılması sonucunda geçici spontan konuşma bozukluğu yaratırken kalıcı bir motor hareket kaybı meydana gelmez.

Frontal göz sahası: Gyrus precentralis'in yüze ait sahasından gyrus frontalis medius'a doğru uzanan sahadır. Brodmann'ın 6., 8. ve 9. no'lu sahaları, özellikle 8 no'lu sahayı kapsamaktadır. Bu sahanın elektriksel olarak uyarılması ile her iki gözüün karşı tarafa doğru konjuge hareketleri ortaya çıkmaktadır. Buradan çıkan liflerin kesin seyri bilinmemekle birlikte colliculus superior'a bağlandıkları düşünülmektedir. Colliculus superior'dan da formatio reticularis aracılığıyla gözü hareket ettiren ekstaoküler kasların çekirdeklerine lifler gider. Frontal göz sahası visual uyarılara bağlı olmaksızın amaca uygun olarak gözlerin istemli hareketini sağlar. Nesnelerin istemsiz takibi ise lobus occipitalis'te yer alan kortikal görme merkezinden sağlanır. Frontal göz sahası ile kortikal görme merkezi assosiasyon lifleriyle birbirine bağlıdır.

Motor konuşma merkezi (Broca) (Brodmann 44. saha ve 45. sahanın bir kısmı): Gyrus frontalis inferior'un pars opercularis ve pars triangularis bölümlerinde yer alır. Broca'nın konuşma sahası olarak bilinen bu saha, primer motor sahada larynx, ağız, dil, yumuşak damak ve solunum kaslarına impulslar göndererek oluşturduğu bağlantılarla motor konuşma fonksiyonunu oluşturur. İnsanların çoğunda sol hemisferde dominanttır. Motor konuşma merkezi başta primer ve sekonder motor sahalar başta olmak üzere Wernicke duyusal konuşma merkezi ile bağlantıları bulunur.

Prefrontal korteks (Brodmann 9, 10, 11, ve 12. sahalar): Bu alan prefrontal assosiasyon alanı olarak da bilinir. Presentral alanın önünde kalan genişçe bir sahadır. Prefrontal korteks; gyrus frontalis superior, gyrus frontalis medius ve gyrus frontalis inferior'un büyük bir kısmı ile gyri orbitales'in iç kısımdaki bölümü ve gyrus cinguli'nin ön yarısını kapsar. Brodmann'ın 9, 10, 11, 12 nolu sahalarına yerleşir. Prefrontal korteks çok sayıda afferent ve efferent liflerle diğer kortikal alanlar, thalamus, hypothalamus, corpus striatum, limbik sistem ve cerebellum'a bağlanır. İçerdiği çok sayıda bağlantılar aracılığıyla davranışların ve tepkilerin oluşmasında, duygusal derinliğin ve şahsiyetin oluşmasında, bireysel girişim, karar verme ve yorumda etkili olur. Bireyin kişiliğinin oluşmasıyla ilgilidir (1-5).

2.4.1.1. Klinik Bilgi

Motor korteks lezyonları: Primer motor korteksin (Brodmann alanı 4) hasarında, vücudun karşı tarafındaki ekstremitelerde paralizisi gelişir ve özellikle ince, becerili distal hareketler etkilenir. Bu lezyonlar, sekonder motor korteks (Brodmann alanı 6) hasarlarına kıyasla daha ağır bir felç tablosu oluşturur. Her iki alanın birlikte zedelenmesi tam kontralateral paralizisiye yol açar. Yalnızca sekonder motor alanın izole lezyonlarında ise ince motor hareketlerde belirgin güçlük ve kas kuvvetinde azalma görülür.

Primer motor alanın irritatif lezyonlarına bağlı olarak Jackson tipi epileptik nöbetler ortaya çıkar. Konvülsiyonlar, irritasyonun temsil ettiği vücut bölgesinde başlar ve kortikal yayılımı bağlı olarak daha geniş alanlara ilerleyebilir.

Kas spastisitesi: Sadece primer motor alanın (alan 4) sınırlı lezyonları kas tonusunda hafif değişikliklere neden olurken, alan 4 ve 6'nın birlikte hasarında spastik felç gelişir. Bunun nedeni, primer motor alandan çıkan kortikospinal ve kortikonükleer yolların tonusu artırıcı, sekonder motor alandan bazal ganglionlar ve formatio reticularis üzerinden uzanan ekstrapiramidal yolların ise tonusu baskılayıcı etkiye sahip olmasıdır. Sekonder motor alanların da tahribiyle inhibitör etkinin ortadan kalkması kas spazmına yol açar.

Frontal göz alanı lezyonları: Frontal göz alanının (Brodmann alanı 8) tek taraflı hasarında, gözler konjuge olarak lezyon tarafına devriye olur ve karşı yöne istemli olarak çevrilemez. Oksipital lobdaki görme merkezleri sağlam kaldığından, istemsiz izleme hareketleri (vizüel fiksasyon) korunur. Alan 8'in tek taraflı irritatif lezyonlarında ise her iki göz periyodik olarak lezyonun karşı tarafına yönelir.

Motor konuşma alanı lezyonları: Sol hemisferde gyrus frontalis inferior'un (Broca alanı) destrüktif lezyonları konuşma üretiminin kaybına yol açar (ekspresif afazi). Hasta kelimenin anlamını bilir ve ifade etmek ister; ancak sözler olarak çıkaramaz. Buna karşın yazma, okuduğunu ve duyduğunu anlama korunmuştur.

Duyusal konuşma alanı lezyonları: Sol hemisferde gyrus temporalis superior'da yer alan konuşmanın duyu alanının (Brodmann alanı 22, Wernicke alanı) lezyonlarında, işitsel ve yazılı dilin anlaşılması bozulur (reseptif afazi). Broca alanı sağlamdır ve konuşma akıcıdır; ancak anlamsız veya yanlış kelime kullanımı görülür ve hasta bu hataların farkında değildir.

Motor ve duyu konuşma alanlarının birlikte lezyonları: Dominant hemisferde Broca ve Wernicke alanlarının birlikte hasarında hem konuşma üretimi hem de dilin anlaşılması kaybolur; bu tablo global afazi olarak adlandırılır.

Dominant gyrus angularis lezyonları: Parietal lobda yer alan gyrus angularis'in (Brodmann alanları 39, 40 ve 22 ile ilişkili) lezyonlarında, yazılı kelimelerin tanınması ve yazılması bozulur. Okuma kaybı aleksi, yazma kaybı ise agrafi olarak tanımlanır.

Prefrontal korteks lezyonları: Prefrontal korteks hasarlarının entelektüel zekâ üzerinde belirgin bir kayıp oluşturmadığı kabul edilir. Bu alanlar duyu deneyimleriyle ilişkili yüksek düzeyli asosiyasyon işlevlerine sahiptir. Soyutlama, yargılama, kapsamlı düşünme, emosyonel ve kişilik gelişimi ile geleceğe yönelik planlama bu bölgenin işlevleri arasındadır. Tümör veya travmaya bağlı lezyonlarda emosyonel değişiklikler ortaya çıkar; karar verme, girişim ve yargılama yetenekleri bozulur. Hastalarda öforik eğilim, sosyal kurallara kayıtsızlık ve dış görünüşe ilgisizlik görülür.

Frontal bağlantıların kesilmesi: Frontal lobu diğer beyin merkezlerine bağlayan liflerin kesilmesi (frontal lökotomi) veya frontal lobların çıkarılması (frontal lobektomi), trankilizanların bulunmasından önce yaygın olarak uygulanmıştır ve günümüzde sınırlı endikasyonlarla, özellikle kontrol edilemeyen şiddetli ağrıların giderilmesi amacıyla yapılmaktadır. Bu girişimler frontal asosiyasyon işlevlerini ortadan kaldırarak geçmiş deneyimlerin ve geleceğe yönelik kaygıların etkisini azaltır. Ameliyat sonrası hasta ağrıyı algılamaya devam eder; ancak ağrının emosyonel ve rahatsız edici bileşenlerini değerlendiremediği için yakınma göstermez (5,7,8).

2.4.2. Lobus Parietalis

Primer somestetik saha (Temel somatik duyu sahası, Brodmann 3., 1. ve 2. sahalar): Hemisferin superolateral yüzünde gyrus postcentralis ile medial yüzünde lobulus paracentralis'in arka bölümünü kapsar. Brodmann'ın 3., 1. ve 2. nolu sahalarından meydana gelen bu korteks bölümü histolojik olarak granüler tip korteks yapısındadır. Buna karşın seyrek olarak piramidal hücreler de yapısında bulunur. Gyrus postcentralis'te Baillarger'in dış tabakası çok belirgindir. Gyrus postcentralis'in ön kısmında (3. saha) granüler hücre tipi yaygın iken arka kısmında (1. ve 2. saha) çok az granüler hücre bulunur. Primer somestetik sahaya thalamus'un nucleus ventralis posteromedialis ve nucleus ventralis posterolateralis çekirdeklerinden projeksiyon lifleri (tractus thalamocorticalis) gelir. Vücudun bir yarısından gelen ağrı, ısı, dokunma, basınç, vibrasyon, proprioseptif duyular gibi genel somatik duyular karşı hemisferde primer somestetik sahada tanımlanır. Duyuların çok büyük bir kısmı kortekste kontralaterale gelse de ağız bölgesinden gelen duyuların bir kısmı ipsilaterale, larynx, pharynx ve perineum'dan gelen duyular bilateral kortekse ulaşır. Vücudun karşı yarısı gyrus postcentralis'te tersine dönmüş olarak

temsil edilir. Vücuttan gelen her duyunun kortekste projekte olacağı bölge bellidir. Burada temsil edilen alanın büyüklüğü vücut kısmının büyüklüğünden ziyade fonksiyonel önemi ile ilgilidir. El, yüz, dil ve dudaklar çok geniş alan kaplarken gövde gibi bölgeler ise daha dar alanda temsil edilir. Buna göre gyrus postcentralis'in alt bölümünde faringeal bölge, dil, çene temsil edilirken yukarıya doğru üst ekstremiteler, gövde ve alt ekstremiteler şeklinde temsil edilir. Ayak, bacak, genital ve anal bölgeler ise lobulus paracentralis'te temsil edilir. Bu şekilde vücudun çeşitli bölgelerinin primer somestetik sahada temsili ile ortaya çıkan el ve yüzü büyük gövdesi ve bacakları küçük acayip şekle duyu homonculus'u adı verilir.

Sekonder somestetik saha (Brodmann 40. saha): Önde Gyrus postcentralis'in alt ucundan başlar, arkada parietal lob'un sulcus lateralis'e komşu olan ve sulcus lateralis'i çevreleyen korteks bölümü olan operculum parietale üzerinde yer alır. Bu sahanın ön bölümünde yüz, arka bölümünde ise gövde ve ekstremiteler temsil edilir. Afferentleri primer somestetik saha'dan, nucleus ventralis posterolateralis ve nucleus ventralis posteromedialis'den gelirken efferentleri primer somestetik saha ve primer motor saha'ya gider. Bu sahanın fonksinel özellikleri henüz kesin olarak aydınlatılamamıştır.

Somestetik assosiasyon sahası (Brodmann 5. ve 7. sahalar): Hemisferlerin superolateral yüzünde Lobulus parietalis superior'u ve iç yüzde precuneus'u kapsar. Bu sahanın fonksiyonu farklı duyunun hafızalanması, analizi ve entegrasyonunun sağlanmasıdır. Bu saha sayesinde kişi elinde tuttuğu nesnenin görme yardımı olmaksızın şeklini, büyüklüğünü ve kabaca yapısını tanımlayabilir. Diğer duyu sahaları ile çok sayıda bağlantısı bulunur (1,2,4,9,10).

2.4.2.1. Klinik Bilgi

Serebral korteks lezyonlarının etkileri; kafa travmaları, kanama ve enfarktüsler, tümörler ve cerrahi olarak kortikal dokunun çıkarıldığı olguların incelenmesiyle ortaya konmuştur. Ayrıca bilinçli hastalarda yapılan cerrahiler sırasında kortikal alanlardan EEG kayıtları alınabilmekte veya bu bölgelere elektriksel uyarılar uygulanabilmektedir. Korteksin sınırlı hasarlarından sonra, sağlam alanların yeniden organizasyonu sayesinde zamanla kısmi fonksiyonel düzelme görülebilir.

Primer somatosensoriyel korteks lezyonlarında, vücudun karşı yarısında özellikle distal ekstremitelerde belirgin duyu bozuklukları ortaya çıkar. Zamanla kaba ağrı, dokunma ve ısı duyu geri dönebilse de ısı derecesinin algılanması, dokunmanın lokalizasyonu, nesnelerin ağırlık ve şeklinin ayırt

edilmesi bozulur; kas tonusunda azalma izlenir. Sekonder somatosensoriyel alanların izole lezyonları genellikle belirgin bir duyu kaybı oluşturmaz.

Somatosensoriyel asosiyasyon alanlarının, özellikle superior parietal lob'un lezyonlarında, dokunma, basınç ve proprioseptif bilgilerin bütünleştirilmesi bozulur. Hasta nesnelerin doku, büyüklük ve şeklini tanımlayamaz; bu tablo *astereognosi* olarak adlandırılır. Parietal lobun arka bölümlerindeki hasarlarda ise somatik ve görsel bilgilerin entegrasyonu bozulur; karşı vücut yarısının uzaysal algısı etkilenir ve hastalar giyinme, yıkanma veya tıraş olma gibi günlük aktivitelerde belirgin güçlük yaşar (3,5,7,8).

2.4.3. Lobus Occipitalis

Primer görme merkezi (Brodmann 17. saha): Lobus occipitalis'in medial yüzünde yer alan sulcus calcarinus'un alt ve üst yüzü boyunca duvarı boyunca uzanır. Buna ek olarak bazen polus occipitalis'in etrafından hemisferin dış yan yüzüne de uzanır. Bu saha cortex cerebri'nin en ince bölümüdür (yaklaşık 1.5 mm kalınlıkta). Histolojik olarak çok az sayıda piramidal hücre de içeren granüler bir tip korteks olarak görülür. Makroskopik olarak incelendiğinde V. kortikal laminası çıplak gözle görülebilecek kalınlıkta olup stria occipitalis (Gennari şeridi) adını alır. Şerit şeklinde çizgili yapısı nedeniyle buraya aynı zamanda striat korteks (area striata) de denilir. Primer görme merkezinin afferentleri (görme duyusu) fibrae geniculocalcarinae (radiatio optica) aracılığıyla corpus geniculatum laterale'den gelir. Primer görme merkezine gelen lifler ipsilateral retina'nın temporal ve kontralateral retina'nın nazal yarısından görme duyusunu aldığından dolayı görme sahasının sağ yarısı sol kortekse, sol yarısı ise sağ kortekse projekte olur. Yine retina'nın üst kısmı (görme sahasının alt yarısı) sulcus calcarinus'un üst kısmına, retina'nın alt kısmı (görme sahasının üst yarısı) sulcus calcarinus'un alt kısmına projekte olur. Macula lutea ve yakın çevresi (görmenin en iyi olduğu yer) primer görme merkezinin en arka bölümüne (1/3'ünden sorumlu) projekte olurken ora serrata ve yakın çevresi primer görme merkezinin ön bölümlerine projekte olur.

Sekonder görme merkezi (Brodmann 18. ve 19. sahalar): Hemisferlerin hem iç hem dış yüzlerinde primer görme merkezinin etrafını çevreleyen bir kortikal sahayı kapsar. Afferent lifleri primer kortikal merkezden, diğer kortikal sahalarından ve thalamus'tan gelir. Sekonder görme merkezi görme hafıza merkezi olarak işlev görür. Sekonder görme merkezi, primer görme merkezinden aldığı görme duyu bilgisi ile geçmişteki görme deneyimleri arasında ilişkinin değerlendirilmesinde ve böylece daha önce görülenin tanınmasında rol oynar. Buna ek olarak hareket eden objelerin takibinde, şekillerin ve renk tonlarının ayırımında da rol alır.

Oksipital göz sahası: İnsanlarda sekonder görme merkezinde yer aldığı düşünülmektedir. Bu bölgenin uyarılması durumunda gözün karşı tarafa konjuge deviasyonu meydana gelir. Oksipital göz sahasının işlevinin isteğimiz dışında bir nesnenin takibinde (yıldız kayması gibi) gözün refleksif hareketlerinin idare edilmesi olduğu düşünülür. Frontal göz sahasında ise isteğimizle nesne takibinde (uçan bir uçağın gözle takibi) refleksif hareketlerin idaresi söz konusu idi (1,2,4,6).

2.4.3.1. Klinik Bilgi

Primer görme alanı lezyonları: *Sulcus calcarinus*'un arka bölümlerini (saha 17) tutan lezyonlar, karşı görme alanında tam körlüğe yol açar (*çapraz homonim hemianopi*). Bu durumda görme alanının santral kısmında, sınırlı bir alanın korunmuş olması dikkat çekicidir. Bu durumun, görme alanı testleri sırasında hastanın sağlam maküler yarısını kör tarafa kaydırmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Sulcus calcarinus'un üst kısmındaki korteksin hasarında karşı inferior kadran anopsisi, alt kısmındaki korteksin hasarında ise karşı superior kadran anopsisi gelişir. Oksipital lobun arka uçlarının iki taraflı lezyonlarında santral skotom şeklinde maküler körlük ortaya çıkar.

Korteksteki maküler alanı besleyen *a. cerebri posterior*, yalnızca bu bölgede *a. cerebri media* dallarıyla anastomoz yapar; parasentral ve periferik alanlarda böyle bir damar bağlantısı bulunmaz. *A. cerebri posterior* tıkanmalarında bu anastomoz bölgenin beslenmesi için yeterli olmaz ve maküler körlük gelişir.

Sekonder görme alanı lezyonları: (Saha 18) lezyonlarında karşı görme alanında algılanan nesneler tanınmaz. Buna bağlı olarak, görülen ancak tanımlanamayan nesnelerin hafızaya kaydedilmesi de bozulur (3,5,7,8).

2.4.4. Lobus Temporalis

Primer işitme merkezi (Brodmann 41. ve 42. sahalar): Lobus temporalis'in üst yüzünde ve sulcus lateralis'in alt duvarında yer alan gyrii temporales transvers'i'yi (Heschl gyrusları) kapsar. Afferent lifleri her iki kulakta yer alan cochlea'dan çıkıp önce corpus geniculatum mediale ve oradan da fibrae geniculotemporales (radiatio acustica) aracılığıyla primer işitme merkezine projekte olur. Primer işitme merkezine her iki kulaktan işitme duyusu liflerinin gelmesi sebebiyle sahanın harabiyetinde kontraateralde daha fazla olmak üzere her iki tarafta da işitme kaybı olmaktadır. Primer işitme merkezine ulaşan afferent lifler sesin frekanslarına göre (tonotopik organizasyon) organize olarak sonlanır. Bu tonotopik organizasyona göre yüksek frekansa sahip sesler

primer işitme merkezinin medialinde, düşük frekansa sahip sesler primer işitme merkezinin lateralinde algılanır.

Sekonder işitme merkezi (Wernicke sahası) (Brodmann 22. saha): Primer işitme merkezinin çevresinde, gyrus temporalis superior'da bulunur. İşitme assosiasyon alanı olarak da adlandırılır. Thalamus ve primer işitme merkezinden afferent lifler alır. İşitilen seslerin anlaşılması-tanınması-ayrıt edilmesi bu sahada gerçekleşir. Bu nedenle işitme hafızası olarak kabul edilir. Hasarında işitilen sesler anlaşamaz.

Sekonder konuşma merkezi: Sol hemisferde dominant olmak üzere başlıca gyrus temporalis superior'da ve sulcus lateralis'in arka ucu çevresinden parietal bölgeye kadar olan sahada yer alır. Wernicke duyuşsal konuşma alanı olarak da adlandırılan bu saha fasciculus arcuatus adı verilen sinir lifleri aracılığıyla motor konuşma merkezi (Broca) ile bağlantı kurar. Aynı zamanda görme ve işitme merkezlerinden de afferent lifler alan bu sahada konuşulan ve okunan dili anlama fonksiyonu gerçekleşir. Kişinin bir yazıyı sessiz okumasını, anlamasını ve yüksek sesli okuyabilmesini mümkün kılar (1-4).

2.4.4.1. Klinik Bilgi

Primer işitme alanı lezyonları: *Gyrus transversus*'ta (Brodmann alanları 41 ve 42, Heschl girusu) yer alan primer işitme korteksi her iki *cochleadan* lifler aldığı için, bu bölgenin lezyonlarında işitme her iki kulakta azalır; karşı kulakta kayıp daha belirgindir. En belirgin bozukluk ses kaynağının yerinin saptanmasında görülür. Primer işitme alanlarının bilateral harabiyeti tam sağlıkla sonuçlanır.

Sekonder işitme alanı lezyonları: Primer işitme alanının posteriorunda, *gyrus temporalis superior*'da bulunan sekonder işitme korteksi lezyonlarında işitme korunur; ancak işitsel uyarıların anlamlandırılması bozulur. Bu durum *kelime sağırlığı* ya da *akustik verbal agnozi* olarak adlandırılır (3,5).

2.4.5. Diğer Kortikal Sahalar

Tad merkezi (Brodmann 43. saha): Gyrus postcentralis'in alt ucunda, insula yakınında bulunur. Afferentleri; tad tomurcuklarından nucleus tractus solitarius'a oradan da thalamus'un nucleus ventralis posteromedialis'ne (NVPM) gelir ve NVPM'den çıkan afferent lifler kortikal tad merkezine ulaşır.

Koku merkezi: Brodmann'ın 34. sahası olarak bilinir.

Koku assosiasyon merkezi: Brodmann'ın 28. sahası olarak bilinir.

Vestibular saha (denge sahası): Yüzden gelen duyularla ilgili bu sahanın kesin yeri tam bilinmemektedir. Buna karşın gyrus postcentralis yakınında olduğu düşünülmektedir.

Insula: Sulcus lateralis'in derininde gizlenmiş olarak bulunan korteks bölümüdür. Henüz kesin bağlantıları tespit edilememiş olmasına karşın bu alanın visseral fonksiyonlarla ilişkili olduğu bilinmektedir (1,4).

2.5.1. Substantia Alba Encephali

Cortex cerebri'nin altında kalan beyin dokusu bölümüne beyaz cevher (substantia alba) adı verilir. Hemispherium cerebri'den alınan horizontal kesitte üstte hücre gövdelerinin oluşturduğu gri cevher tabakası (substantia grisea encephali) ve altında hücre aksonlarının oluşturduğu beyaz cevher tabakası (substantia alba encephali) bulunduğu görülmektedir. Ayrıca beyaz cevhere kesitlerdeki yarı ovalimsi görünümünden dolayı centrum semiovale de denilmektedir. Beyaz cevher dokusu içinde gömülü yer yer hücre gövdelerinden oluşan nuclei basales (bazal çekirdekler) adı verilen gri cevher kitleleri bulunmaktadır. Beyaz cevher miyelinli sinir lifleri ve bazal çekirdeklerin dışında nöroglia'lar ve kan damarlarını da içerir. Beyaz cevherde yer alan miyelinli aksonlar cortex cerebri'yi aynı hemisferdeki diğer kortikal alanlara, karşı tarafta yer alan kortikal alanlara ve diğer alt merkezlere bağlar. Beyaz cevherin içinde yer alan lifler, seyir yönlerine göre üç ayrı bölümde tanımlanır.

- 1. Projeksiyon Lifleri (Fibrae projectiones telencephali):** Bu lif türü vertikal yönde seyreden afferent ve efferent karakterli liflerdir. Bu lifler cortex cerebri'yi capsula interna'dan geçerek daha aşağıda bulunan truncus encephali, cerebellum, medulla spinalis gibi beyin bölümlerine bağlar. Alt merkezlerden cortex cerebri'ye bağlanan bu liflerin, hemisfer disseke edildiğinde loblarda yelpaze şeklinde dağıldığı görülür. Yelpaze şeklinde dağılan bu capsula interna liflerine corona radiata adı verilir. Bu lifler subkortikal nükleusların olduğu bölgeye geldiğinde (medialde nucleus caudatus ve thalamus, lateralde nucleus lentiformis arasından geçerken) birbirine yaklaşır ve ortalama 0.5 mm kalınlığındaki capsula interna'yı oluşturur. Capsula interna'nın crus anterius, crus posterius ve genu capsulae internaе adı verilen bölümleri bulunmaktadır. Diğer projeksiyon lifleri ise putamen ve clastrum arasında yer alan capsula externa, clastrum ile insular cortex arasında yer alan capsula extrema ve corpus mammillare ile hippocampus arasında yer alan fornix'dir.
- 2. Kommissural Lifler (Fibrae commissurales telencephali):** Bu lif türü transvers yönde seyreder. Her iki hemisferdeki eşit gri cevher yapılarını birbirine bağlar. Bu commissural liflerden en büyüğü corpus

callosum'dur. Ayrıca commissura anterior, commissura posterior, commissura hippocampi ve commissura habenulorum bulunur.

- a) **Corpus callosum:** En büyük commissural yoldur. Fissura sagittalis superior'un derininde yer alır. Her iki hemisfer birbirinden uzaklaştırıldığına fissura sagittalis superior'un tabanında corpus callosum'un üst yüzü görülebilir. Beyin sagittal kesitlerinde bölümleri, şekli ve kalınlığı genellikle daha iyi görülür. Sagittal kesitte önden arkaya doğru, rostrum corporis callosi, genu corporis callosi, truncus corporis callosi ve splenium (corporis callosi) bölümlerine ayrılır. Rostrum corporis callosi corpus callosum'un ön tarafında bulunur. Gagaya benzer ince yaprak şeklindedir. Genu corporis callosi ön tarafta yer alan dirseklenme bölümüdür. Genu corporis callosi'den sonra gelen truncus corporis callosi bölümü, en uzun bölüm olup splenium'a kadar uzanır. Splenium corporis callosi bölümü ise en arkada yer alan kalın bölümdür. Corpus callosum'un üst yüzünde indusium griseum adı verilen gelişmemiş bir koku lobu artığı şeklindeki ince bir gri cevher tabakası bulunur. Alt yüzünde ise önde septum pellucidum arkada fornix'in korpüsü yapışır. Rostrum ve genu bölümleri her iki frontal lob'un ön bölümlerini birbirine bağlar. Truncus bölümü frontal lob'ların arka bölümlerini, parietal ve temporal lobların üst bölümlerini birbirine bağlar. Son olarak splenium bölümü ise occipital lobların ön bölümünü birbirine bağlar. Genu ve rostrum'dan çıkan liflerin öne doğru kavis yaparken liflerin şeklinin forseps'e benzemesinden dolayı forseps minor (frontalis) ve splenium'u aluşturan liflerin arkaya doğru kavis yaparken liflerinin şeklinden dolayı forseps major (occipitalis) adını alır. Truncus ve splenium bölümünün liflerinin bir kısmı ventriculus lateralis'in cornu occipitalis'inin üst ve dış duvarını, cornu temporale'sinin dış duvarını yapar. Bu liflere ise tapetum (latince: duvar, örtü) adı verilir.
- b) **Commissura anterior:** Sagittal kesitten bakıldığında lemina terminalis ile rostrum corporis callosi arasında yer aldığı görülür. Lifleri her iki tarafın lobus temporalis ve limbik sistem yapılarını birbirine bağlar.
- c) **Commissura posterior (epithalamica):** Ventriculus tertius'un arka duvarında, aqueductus mesencephali'nin üzerinde, colliculus superior'ların rostralinde yer alır. Her iki tarafta yer alan colliculus superior, nuclei pretectales, nuclei posteriores thalami'yi birbirine bağlar. Pupilla ışık refleksi ile ilgili nucleus pretectalis'ten çıkan lifler buradan geçer.

- d) **Commissura hippocampi (commissura fornicis, David'in lir lifleri):** Sağ ve sol crus fornicis'ler arasında bulunur. İki tarafın formatio hippocampi yapılarını birbirine bağlar.
 - e) **Commissura habenulorum:** Corpus pineale'nin üst ayakçıklarının bağlandığı habenula bölümünde bulunur. Her iki tarafın nuclei habenularis'ini birbirine bağlayan liflerdir.
- 3. Assosiasyon Lifleri (Fibrae associationes telencephali):** Bu lif türü sagittal yönde seyrederek. Aynı hemisferdeki merkezleri birbirine bağlar, hemisferin dışına çıkmazlar. Birbirine bağladıkları merkezlerin uzaklığına göre kısa (fibrae associationis breves telencephali ya da fibrae arcuatae cerebri) ve uzun (fibrae associationis longae telencephali) lifler olarak iki gruba ayrılır. Kısa lifler birbirine yakın iki gyrus'u birbirine bağlar. Uzun lifler ise daha derinde ve daha belirgindir.
- a) **Fasciculus arcuatus:** Broca'nın motor konuşma alanı ile Wernicke alanı'nı birbirine bağlar.
 - b) **Fasciculus longitudinalis superior:** Hemisferin üst yüzüne yakın olarak frontal, temporal ve oksipital lobları birbirine bağlar.
 - c) **Fasciculus longitudinalis inferior:** Hemisferin alt yüzüne yakın olarak temporal ve oksipital lobları birbirine bağlar.
 - d) **Fasciculus occipitofrontalis:** Frontal ve oksipital lobları birbirine bağlar.
 - e) **Fasciculus uncinatus:** Frontal ve temporal lobların ön kısımlarını birbirine bağlar.
 - f) **Cingulum:** Gyrus cinguli içinde bulunur. Paraterminal gyrus'tan uncus'a kadar uzanır. Frontal ve parietal loblar ile gyrus parahippocampalis ve komşu temporal lob bölümlerini birbirine bağlar (1-4).

3. Subkortikal Yapılar

3.1. Nuclei Basales (Bazal Çekirdekler)

Bazal çekirdekler hemisferlerin iç kısmında, beyaz cevher içerisinde yer alan gri cevher topluluklarıdır. Geleneksel adlandırmada ganglion yapısında olmamalarına rağmen sıklıkla “bazal ganglionlar” olarak adlandırılmışlardır. Buna karşın nucleus (çekirdek) yapısında olmaları nedeniyle “bazal çekirdekler” daha doğru bir adlandırmadır. Bazal çekirdeklerin temelde motor hareketin başlatılmasında, koordinasyonunda ve postürün düzenlenmesinde rol oynar.

Motor fonksiyonlarla ilişkisine ek olarak içerdiği birçok nöral bağlantılar aracılığıyla duyu-motor birleşmesi, bilişsel ve duygulanım davranışlarında da etkiye sahiptir. Başlıca bazal çekirdekler; nucleus caudatus, nucleus lentiformis (putamen + globus pallidus), claustrum, corpus amygdaloideum olarak sıralanabilir. Bu çekirdekler dışında nucleus subthalamicus, substantia nigra, claustrum ve thalamus'un ventral anterior, ventral lateral, mediodorsal, intralaminar çekirdekleri de bazal çekirdeklerle ilişkilidir. Nucleus caudatus ve nucleus lentiformis'e beraber çizgili görünümünden dolayı corpus striatum adı verilir. Putamen ve globus pallidus'a ise nucleus lentiformis adı verilir (1-4).

3.1.1. Nucleus Caudatus

Ventriculus lateralis'in pars centralis'inin tabanında ve thalamus'un lateralinde yer alır. Capsula interna ile komşuluk gösterir. C harfi şeklinde bir gri cevher kitlesidir. Caput, corpus ve cauda bölümlerinden oluşur.

Caput nuclei caudati: Ventriculus lateralis'in cornu anterius'unun lateral duvarını oluşturur. En kalın, en büyük ve yuvarlak bölümüdür. Aşağıda putamen ile devam eder. Putamen ile arasında capsula interna yer alır. İki çekirdek arasında uzanan gri cevher sütunları'nın çizgili yapısından dolayı nucleus caudatus ve putamen'e birlikte striatum veya neostriatum da denilir.

Corpus nuclei caudati: Nucleus caudatus'un foramen interventriculare hizasından başlayıp thalamus'un arkasına kadar uzanan bölümüdür. Dışa doğru incelenerek uzanır. Ventriculus lateralis'in pars centralis'inin dış kısmının döşemesini oluşturur. Thalamus'un dorsolateraline yapışık durumdadır. Thalamus ile arasında sulcus terminalis adı verilen oluk bulunur. Bu olukta stria terminalis ve vena thalamostriata yer almaktadır.

Cauda nuclei caudati: Nucleus caudatus'un thalamus'un arka ucu hizasından başlayıp aşağı, öne ve kısmen dışa doğru uzanan ince ve uzun son bölümüdür. Corpus bölümünden farklı olarak thalamus ile temas etmez. Corpus amygdaloideum'da sonlanır (1-4).

3.1.2. Nucleus Lentiformis (Lenticularis)

Keskin kenarı mediale, geniş konveks tabanı ise laterale bakan kama şeklinde ve bikonveks görünümlü gri cevher kitlesidir. Miyelinli lifler tarafından oluşturulan lamina medullaris lateralis adı verilen dikey bir beyaz cevher katmanı ile iki bölüme ayrılır. Dışta yer alan ve daha büyük olan koyu renkli bölümüne putamen, daha içte yer alan ve daha açık renkli bölümüne globus pallidus denilir.

Globus pallidus: Lamina medullaris medialis ile dışta globus pallidus lateralis ve içte globus pallidus medialis olmak üzere ikiye ayrılır. Açık renkli olmasının temel nedeni miyelinli lif sayısının fazla olmasıdır. Bazal çekirdeklerin esas efferent nöronlarını içerir.

Putamen: Nucleus lentiformis'in daha büyük olan dıştaki bölümüdür. Ön ucunun alt kısmında nucleus caudatus'un caput'u bulunur. Nucleus caudatus'la beraber oluşturdukları çizgi görünümüne ikili yapıya striatum olarak adlandırılır. Corpus striatum ekstrapiramidal sistem içerisinde motor aktivite ile ilgilidir (1-4).

3.1.3. Claustrum

İnce bir gri cevher tabakasıdır. Putamen ile insula arasında bulunur. Capsula externa ve capsula extrema ile sarılıdır. Capsula externa putamenden ayırırken capsula extrema insula'dan ayırır. Capsula extrema'ya Baillarger'in kortikal bandı da denilmektedir (4).

3.1.4. Corpus Amygdaloideum

Badem şeklinde ve büyüklüğünde bir gri cevher kitlesidir. Ventriculus lateralis'in cornu temporale'sinin ön ucunun üst iç kısmında, uncus'a yakın olarak yerleşim gösterir. Nucleus caudatus'un cauda bölümünden sonra gelir. Birçok alt bölüme ayrılmıştır. Limbik sistemin bir bölümü olarak kabul edildiğinden limbik sistemde detaylı anlatılacaktır. Nöral bağlantıları aracılığıyla çevresel değişikliklere vücudun cevap vermesinde etkilidir (2,4).

3.1.5. Substantia Nigra

Yapısında bulunan hücrelerde melanin pigmenti bulunmasından dolayı koyu renkte görülen substantia nigra (siyah madde), mesencephalon'un en büyük gri madde kitlesidir. Mesencephalonun ön bölümünde yer alır. Önde pars radiculata ve arkada pars compacta olmak üzere iki bölümden oluşur. Pars radiculata açık renkli ve hücreden fakir iken pars radiculata daha koyu renkli ve hücreden zengindir. Substantia nigra'nın temel bağlantıları neostriatum iledir. GABAerjik ve dopaminerjik hücre yapılı olan substantia nigra'nın lezyonları Parkinson hastalığıyla sonuçlanır (2,4).

3.1.6. Nucleus Subthalamicus (Luys çekirdeği)

Subthalamus'un ön bölümünde yer alan oval ve bikonveks şekilli gri cevher parçasıdır. Substantia nigra'nın rostral uzantısı olarak kabul edilir. Hasarında kontralateralde hemiballismus görülür (3,4).

3.1.7. Bazal Çekirdeklerin Bağlantıları

a) **Afferent Bağlantılar:** Bazal çekirdeklere bilgi girişi en yoğun cortex cerebri'den gerçekleşir. Fibrae corticostriata adı verilen afferentler ile kortika anların büyük bir kısmından gelen lifler capsula interna ve kısmen capsula externa içerisinde seyrederek neostriatum'a (nuc. caudatus + putamen) ulaşırlar. Neostriatum korteks dışında ayrıca thalamus'un nuc. centromedianus ve nuclei reticulares'inden çıkan fibrae thalamostriata adı verilen lifler afferent lifler alır. Substantia nigra'nın pars compacta parçasından dopamin salgılayan ve fibrae nigrostriata adı verilen lifler de striatum'da sonlanır.

b) **Efferent Bağlantılar:** Esas olarak globus pallidus'tan lifler ayrılır. Afferentler'in büyük kısmını alan striatum da efferentlerinin büyük bölümünü globus pallidus'a gönderir. Globus pallidus'un pars medialis'inden ansa lenticularis ve fasciculus lenticularis (Forel'in H₂ sahası) çıkmaktadır. Bu lifler daha sonra birleşerek fasciculus thalamicus (Forel'in H₁ sahası) içinde thalamus'un nucleus ventralis anterior kısmına ulaşırlar. Ayrıca substantia nigra'dan çıkan lifler de doğrudan thalamus'a gider. Globus pallidus direkt ve indirekt yolla thalamus ve korteks'i uyarak motor aktivasyonda son derece önemli bir organizasyonu oluşturur. Bazal çekirdekler, thalamus ve cortex cerebri'nin birlikte organize olduğu motor bir halkadan söz edilebilir. Burada globus pallidus medialis'in tek istasyon olduğu direkt yol ve uyarının önce globus pallidus lateralis ve nuc. subthalamicus'ta daha sonra globus pallidus medialis'te sinaps yaptıktan sonra thalamus'a ulaştığı üç istasyon'lu indirekt yol tanımlanmıştır. Direkt yol cortex cerebri'de motor sahanın aktivasyonunu artırırken indirekt yol inhibisyonunu artırır. Substantia nigra'nın pars compacta'sı nigrostriatal lifleri aracılığıyla direkt ya da indirekt hangi yolun tercih edileceği belirlenir. Sağlıklı bir substantia nigra'da genellikle direkt yol aktiftir ve böylece tonik aktivite etkindir. Hasarı dopamin eksikliğine bağlı olarak indirekt yolun daha etkin olmasına ve motor aktivitenin azalmasına neden olmaktadır (1-4).

3.2.Diencephalon

Mesencephalon ile telencephalon arasında yer alan ve “ara beyin” olarak adlandırılan diencephalon (ara beyin), procencephalon'un alt bölümüdür. Embriyolojik olarak önbeyin keseciğinin kaudal bölümünden gelişir. Dış yüzü capsula interna'nın crus posterius'una komşu iken iç yüzü 3. ventrikülün yan duvarlarını oluşturur. Alt sınırı commissura posterior ve corpus mamillare arasına çizilen hat ile sınırlanır. Üst sınırını ise chiasma opticum ile foramen

interventriculare arasında çizilen hat belirler. Aşağıdan yukarıya 3. ventrikülün aqueductus mesencephali ile birleştiği yerden foramen interventriculare'ye kadar uzanır. Bu nedenle 3. ventrikül her iki diencephalon arasında kalır. Diencephalon alt yüzü, ayrılmamış bütün bir beyinde görülebilen tek yüzüdür. Alt yüzünde önden arkaya sırasıyla chiasma opticum, tractus opticus, infundibulum, tuber cinerum ve corpus mamillare anatomik yapıları görülebilir. Diencephalon'un üst yüzü telencephalon tarafından kapatılmış olup yalnızca corpus callosum kaldırıldığında görülebilir. Diencephalon sulcus hypothalamicus tarafından pars dorsalis diencephali ve pars ventralis diencephali olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Pars dorsalis diencephali; epithalamus, metathalamus ve thalamus (dorsalis) pulvinar thalami bölümlerinden oluşur. Pars ventralis diencephali; subthalamus (thalamus ventralis) ve hypothalamus bölümlerinden oluşur (2-4).

3.2.1. Epithalamus

Thalamus'un üst kısmında bulunur. Trigonum habenulae, corpus pineale ve commissura epithalamica (commissura posterior) bölümlerinden oluşur.

Trigonum habenulae: Colliculus superior'un ön-üst kısmında, corpus pineale'nin yan tarafında ve stria medullaris thalami'nin arka ucunda bulunan üçgen sahadır. Bu sahayı sulcus habenulae dıştan sınırlar. Trigonum habenulae'nin ortasında yer alan kabartıya habenula denir. Habenula'nın derininde nuclei habenularis medialis ve nuclei habenularis lateralis denilen iki çekirdek bulunur. Bu çekirdeklerin afferentlerinin büyük bölümü stria medullaris thalamica aracılığıyla gelir. Striata medularis thalamica'yı area septalis, nuclei anteriores thalami, hippocampi, substantia perforata anterior ve corpus amygdaloideum'dan gelen lifler oluşturur. Stria medullaris thalamica'dan gelen liflerin bir kısmı orta hattı çaprazlayarak karşı tarafın çekirdeğinde sonlanır. Çapraz yapan bu lifler commissura habenularum'u oluşturur. Bu çekirdeklerden çıkan lifler tractus habenulointerpeduncularis (fasciculus retroflexus = Meynert demeti) ile nucleus interpeduncularis'e ve mesencephalon'da yer alan nuclei reticulares'e bağlanır. Bu çekirdeklerin fonksiyonu; otonomik preganglionik nöronlarla kurarak tükürük bezleri, mide ve ince bağırsakların salgılarını düzenlemek, motor çekirdeklerle bağlantı kurarak çiğneme ve yutma işlevlerinde rol oynamak ve limbik ve olfaktor sistemle bağlantı kurarak emosyonel davranışların düzenlenmesine katkıda bulunmaktır.

Commissura posterior (commissura epithalamica): Mesencephalon ile diencephalon arasında, colliculus superior'un hemen ön-üst tarafında transvers yönde uzanan lif demetidir. Commissura posterior'da yer alan lifler nucleus interstitialis (Cajal çekirdeği), nuclei pretectalis, nucleus commissurae

posteriores, colliculus superior ve nuclei dorsales thalami'den başlar. Liflerinin bir kısmı pupilla ışık refleksi ile ilgili olup nuclei pretectalis'ten gelip karşı tarafın Edinger-Westphal çekirdeğine bağlanmaktadır.

Corpus pineale (Gl. pineale): Corpus pinealis (glandula pinealis, epiphysis cerebri) 7x5x4 mm boyutlarında, 100-180 mg ağırlığında, minyatür çam kozalağı (koni) şeklinde endokrin bir organdır. Her iki colliculus superior'un arasındaki çukurlukta, splenium corporis callosi'nin altında bir sap ile diencephalon'a tutunur. Ventriculus tertius bu sapın içerisine doğru girerek recessus pinealis'i meydana getirir. Recessus pinealis sap kısmını üst ve alt iki laminaya ayırır. Sapın üst laminası commissura habenularum ile alt laminası commissura epithalamica (posterior) ile devam eder. Corpus pinealis ve sapı, 3. ventriküllü döşeyen ependim hücrelerinden gelişen bir çıkıntıdan meydana gelir ve sinir hücresi içermez. Corpus pineale ışıkla ilgili sinyalleri endokrin sinyalleri dönüştüren nöroendokrin transduser olarak kabul edilir. Corpus pinealis pinealositler, nöroglial hücreler ve çokça fenestre kapiller ağlardan oluşur. Pinealositler serotonin ve melatonin salgılanmasından sorumlu hücrelerdir. Karanlık corpus pinealede aktivasyonu artırırken aydınlık aktivasyonu azaltıcı etki gösterir. Bu etki retinaya ışık düşmesi ile başlar. Retinadan ışık duyusunu alan lifler duyuyu hypothalamus'un nucleus suprachiasmaticus'una getirir. Buradan duyu şu yolu izler; formatio reticularis (mesencephalon), tractus reticulospinalis yolu ile medulla spinalis, sempatik çekirdekler, preganglionik lifler yolu ile ganglion cervicale superius, postganglionik lifler (nn. conarii) yolu ile glandula pinealis. Retinaya ışık gelmesi sonrasında sempatik sistem aktivasyonunun artması ile bu maddelerin salınımı inhibe olur. Glandula pineale aktivasyonunun artışı sonucu etkilediği iç salgı bezlerinde inhibisyon etkisi görülür. Gonadlar üzerine inhibitör etkisi bulunur. Çocukluk çağında glandula pineale'deki hasar erken puberteye neden olmaktadır. Bunun dışında hypothalamus, hipofiz, pankreas, paratiroid ve suprarenal bezler ile ovarium (testis) üzerinde de inhibitör etki yaptığı kabul edilir. Bunun dışında glandula pineale'nin uyku periyodu, vücut ısısının ayarlanması, immün sistem lokomotor aktivite ve daha birçok mekanizmada rol aldığı düşünülmektedir. İleri yaşla beraber burada biriken kalsiyum ve magnezyum fosfat ile karbonatlar kalsifiye taneciklere dönüşür. Acervulus cerebri (beyin kumu) adı verilen bu kalsifiye alan radyografilerde kimi zaman landmark (buluş yeri) olarak fonksiyon görür.

Area pretectalis: Colliculus superior'un rostralinde, mesencephalon-diencephalon geçişinde yer alır. Burada pupilla ışık refleksinde önemli bir istasyon niteliğinde olan nuclei pretectales bulunur. Nuclei pretectales nucleus pretectales antero, nucleus pretectales posterior, nucleus tractus optici, nucleus pretectalis olivaris çekirdeklerinden oluşur. Bu çekirdekler

afferentlerini oksipital görme merkezi ve tractus opticus yoluyla retinadan alırken efferentlerini Edinger-Westphal çekirdeğine iletir (1-4).

3.2.2. Metathalamus

Thalamus'un arkasında yer alan corpus geniculatum laterale ve corpus geniculatum mediale'ye metathalamus denir.

Corpus geniculatum laterale: Thalamus'un arka dış tarafında bulunan küçük ovalimsi bir çıkıntıdır. Nuclei corporis geniculati lateralis adlı çekirdek grubu burada yer alır. Bu çekirdeğin afferentleri brachium colliculi superior aracılığıyla colliculus superior'dan ve primer görme merkezinden gelir. Efferentleri ise radiatio optica (tr. geniculocalcarinus) aracılığıyla kortikal görme merkezine (17. saha) gider.

Corpus geniculatum mediale: Corpus geniculatum laterale ile colliculus inferior arasında yer alan küçük ovalimsi bir çıkıntıdır. Nuclei corporis geniculati medialis adlı çekirdek grubu burada yer alır. Bu çekirdeğin afferentleri colliculus inferior'dan gelir. Efferentleri ise radiatio acustica aracılığı ile işitme korteksine (41. ve 42. saha) gider.

Nucleus reticularis thalami: Lamina medullaris externa ile capsula interna arasında bulunan bir çekirdektir. Görevi talamik çıkışı düzenlemektir. Talamus çekirdekleri ile karşılıklı bağlantılar sağlar. Talamokortikal, kortikotalamik, talamostriat ve palladotalamik liflerden kollateraller alır. Cortex cerebri'ye ise doğrudan efferentleri yoktur (1-4).

3.2.3. Thalamus (dorsalis)

Diencephalon'un 3/5'ünü oluşturan, ventriculus tertius'un her iki yanında bulunan, yumurta şeklinde, gri cevher kitlesidir. Uzun eksenini sagittal yönde uzanan 3x1,5x1,5 cm boyutlarında ve 20 gr. ağırlığındadır. Koku duyusu hariç bütün duyuların kortekse gitmeden önce toplandığı önemli bir merkezdir. Dar ve yuvarlak olan çıkıntılı ön ucu tuberculum anterius thalami, ön ucuna göre daha geniş kabartı olan arka ucu ise pulvinar thalami olarak isimlendirilir. Pulvinar thalami colliculus superior'un üst-dış tarafında ve brachium colliculi superioris'in hemen üzerinde bulunur. Thalamus'un üst yüzü hafif konveks olup stratum zonale adı verilen beyaz cevher tabakası ile kaplıdır. Lateralinde nucleus caudatus ile arasında sulcus terminalis bulunur. Sulcus terminaliste stria terminalis ve vena thalamostriata bulunur. Üst yüzü fornix ile komşuluk yapar. Fornix ile arasında fissura choroidea uzanır. Alt yüzü subthalamus ve hypothalamus ile komşudur. Dış yan yüzü capsula interna'nın crus posterior'ı aracılığıyla nucleus lentiformis'ten ayrılır. İç yan yüzü ise ventriculus tertius'un dış yan duvarının üst bölümünü oluşturur. Ependyma ile kaplıdır. İç yan yüzünün

sınırlarını yukarıda stria medullaris thalami, aşağıda sulcus hypothalamicus yapar. İç yan yüzde ayrıca iki thalamus'u birleştiren gri cevher şeridi olan adhesio interthalamica (connexus interthalamicus) bulunur (1-4).

3.2.3.1. *Thalamus'un iç yapısı*

Thalamus temel olarak gri cevherden oluşur. Buna karşın serbest olan üst yüzü stratum zonale, dış yüzü ise lamina medullaris externa denilen beyaz cevher tabakası ile örtülüdür. Lamina medullaris externa thalamus'un içine girerek "Y" harfi şeklinde lamina medullaris interna'yı oluşturur. Y harfinin çatal kısmı lamina medullaris medialis ve lamina medullaris lateralis olarak adlandırılır. Lamina medullaris interna thalamus'u lateral, medial ve anterior olmak üzere üç bölüme ayırır. Lamina medullaris interna içerisinde nuclei interlaminares thalami adı verilen küçük çekirdekler bulunur (3,4).

3.2.3.2. *Thalamus'un Çekirdekleri*

3.2.3.2.1. *Ön Grup Çekirdekler (Nuclei Anteriores Thalami)*

Lamina medullaris interna'nın öndeki iki yaprağı arasında, tuberculum anterius thalami'de yer alan çekirdek grubudur. Üç bölümden oluşur; nucleus anterodorsalis, nucleus anteroventralis ve nucleus anteromedialis. Bu çekirdek grubu limbik sistem ile karşılıklı bağlantı kurarak emosyonel tonus ve yakın hafıza fonksiyonlarında rol alır. Afferent liflerini tractus mamillothalamicus (Vicq d'Azyr huzmesi) aracılığıyla corpus mamillare'den alırken efferentlerini gyrus cinguli'ye gönderir (1-4).

3.2.3.2.2. *Medial Grup Çekirdekler (Nuclei Mediales Thalami)*

Lamina medullaris interna'nın iç yanında yer alan çekirdek grubudur. Nucleus medialis dorsalis ve nucleus medialis ventralis olmak üzere iki alt gruba ayrılır.

Nucleus medialis dorsalis: Bu çekirdek iç gruptaki çekirdekler arasında en büyük en önemli olanıdır. İnsanlarda oldukça gelişmiştir. Pars parvocellularis lateralis, pars magnocellularis medialis ve paralaminaris alt gruplarından oluşur. Prefrontal korteks, limbik sistem ve olfaktor sistem ile bağlantıları vardır. Afferent lifleri kortikal koku merkezinden, corpus amygdaloideum, temporal neokorteks, substantia nigra, diğer thalamus çekirdeklerinden ve hypothalamus'tan gelirken efferent lifleri prefrontal korteks ve lobus frontalis'te yer alan koku sahalarına gider.

Nucleus medialis ventralis: Küçük hücre grupları şeklindedir. Hippocampus ve gyrus parahippocampalis ile bağlantısı bulunur. Fonksiyonları az bilinmektedir. Limbik sistemle ilgili olduğu düşünülmektedir (1-4).

3.2.3.2.3. *Lateral Grup Çekirdekler (Nuclei Laterales Thalami)*

Lamina medullaris interna'nın lateralinde yer alan çekirdek grubudur. Dorsal (üst) ve ventral (alt) olmak üzere iki gruba ayrılır.

Nuclei dorsales thalami: Nucleus dorsalis anterior, nucleus dorsalis posterior ve nuclei pulvinares olmak üzere üç alt çekirdek grubundan oluşur. Nuclei pulvinares ise anterior, inferior, lateralis ve medialis olmak üzere dört ayrı hücre grubundan oluşur. Afferent liflerini hippocampus, colliculus superior, pretectum ve diğer thalamus çekirdeklerinden alırken efferent lifleri gyrus cinguli, gyrus hippocampalis, gyrus postcentralis ve sensitif assosiasyon sahalarına gider. Fonksiyonu ve bağlantıları tam olarak bilinmemekle birlikte limbik sistemle ilişkilendirilir. Ayrıca nuclei pulvinares'in konuşma ve ağrı mekanizmasında da rolü olduğu düşünülmektedir.

Nuclei ventrales thalami: Lateral grubun alt bölümünü oluşturur. Önden arkaya çekirdekleri sırasıyla nuc. ventralis anterior, nuc. ventralis intermedius, nuc. ventralis posteriores olmak üzere üç ana gruptan bölümden oluşur. Nuc. ventralis anterior "proprioseptif-motor assosiasyon" çekirdeği olarak değerlendirilir. Afferent liflerini globus pallidus, substantia nigra'nın pars reticulata'sı, nuclei intralaminarees thalami, premotor ve prefrontal korteks'ten alırken efferent lifleri premotor korteks ve prefrontal korteks frontal göz alanına gider. Nuc. ventralis intermedius da yine nuc. ventralis anterior gibi "proprioseptif-motor assosiasyon" çekirdeği olarak değerlendirilir. Buna ek olarak tr. Dentato-rubro-thalamicus yoluyla cerebellum'dan da afferent lifler alır. İstemli hareketlerin regülasyonu ve kas tonusunun korunmasında görevi olduğu düşünülmektedir. Parkinson'a bağlı ileri tremor'un cerrahisinde bu çekirdek grubuna müdahale edilir. Nuc. ventrales posteriores ventrobazal kompleks olarak da bilinir. Bu çekirdek grubuna genel somatik afferent (ağrı-ısı) ve özel visseral afferent (tat) duyuları gelir. Bu duyuların kortekse taşınmasından önceki ara istasyon olarak rol oynar. İki alt bölüme ayrılır; nuc. ventralis posterolateralis (VPL) ve nuc. ventralis posteromedialis (VPM). Nuc. ventralis posterolateralis'in afferent lifleri tractus spinothalamicus ve lemniscus medialis'ten gelirken efferent lifleri cortex cerebri'de yer alan primer somatik duyu sahasına (gyrus postcentralis=3,1,2 sahalar) gider. Bu çekirdek yüz hariç yüz hariç vücudun karşı tarafından gelen dokunma, ağrı, ısı ve proprioseptif duyular için aktarım istasyonudur. Nuc. ventralis posteromedialis'in afferent lifleri lemniscus trigeminalis ve tad duyusu yollarından gelirken efferent lifleri cortex

cerebri'de yer alan primer somatik duyu sahasına (gyrus postcentralis=3,1,2 sahalar) ve parietal operculum'a (43. saha) gider. Bu çekirdek yüzün karşı tarafından gelen dokunma, ağrı, ısı ve proprioseptif duyular ile tad duyusu için aktarım istasyonudur (1-6).

3.2.3.2.3.1. Klinik Bilgi

Şiddetli depresyon olgularında, farmakolojik tedavilerin kullanılmadığı dönemlerde prefrontal lobotomi (lökotomi) uygulanmıştır. Radiatio thalamofrontalis'in orbitanın üstünden kesilmesiyle gerçekleştirilen bu girişim sonrası hastalar duyuusal uyarıları algılamaya devam ederken, bu uyarılara eşlik eden emosyonel rahatsızlık belirgin biçimde azalır. Benzer sonuçlar intralaminar talamik çekirdeklerin hasarında da gözlenmiştir. Ancak ciddi davranış ve sosyal uyum bozukluklarına yol açması nedeniyle bu yöntem günümüzde terk edilmiştir.

Talamus lezyonları genellikle vasküler nedenlidir ve lezyonun karşı tarafında hafif dokunma, lokalizasyon, iki nokta ayırımı ve bilinçli proprioepsiyon gibi duyularda belirgin kayıplara yol açar. Bazı olgularda iyileşme döneminde, hafif uyarılarla tetiklenen ve analjeziklere dirençli şiddetli ağrılarla seyreden *talamik sendrom* (Dejerine-Roussy sendromu) gelişir.

Talamik damar lezyonlarını choreoathetosis, ataksi ve diğer istemsiz hareketler izleyebilir. Parmak hareketleri mümkün olmakla birlikte belirgin şekilde yavaşlamıştır. Medial talamik çekirdeklerin tutulduğu olgularda zaman algısı bozulur; hastalar geçen süreyi olduğundan kısa değerlendirir ve gün, tarih, mevsim ya da kendi yaşları konusunda karışıklık yaşayabilirler.

Tek taraflı talamik lezyonlarda hemisferler arası klinik farklılıklar görülür. Sol talamus lezyonları konuşma işlevlerini etkileyerek sözdizimi, kelime yapısı ve dilin sembolik kullanımında bozukluklara yol açar; bu tablo *talamik afazi* olarak tanımlanır. Sağ talamus lezyonlarında ise uzamsal algı bozulur, hasta özellikle sol uzaydan gelen uyarılara karşı ilgisizdir ve çevresel yönelimde güçlük yaşar; konuşma ve bilişsel işlevler genellikle korunur. Lezyona corpus geniculatum laterale'nin eşlik etmesi durumunda ise kontralateral homonim hemianopi ortaya çıkar (5-8).

3.2.4. Thalamus ventralis (Subthalamus)

Thalamus dorsalis ile tegmentum mesencephali arasında kalan diencephalon bölümüdür. Dış-ön tarafında capsula interna yukarı-iç tarafında ise hypothalamus bulunur. Oldukça kompleks bir yapısı vardır. Subthalamus fonksiyonel olarak nuc. ruber ve substantia nigra ile bağlantıları bulunur. Subthalamus içerisinde nucleus subthamicus, zona incerta, Forel sahaları, ansa lenticularis, lemniscus

medialis, lemniscus spinalis, lemniscus trigeminalis, tractus dentothalamicus, fibrae rubrothalamicus, fasciculus retroflexus ve fasciculus subthalamicus bulunur.

Nuc. subthalamicus (corpus Luysii): Subthalamus'un ön bölümünde, capsula interna'nın kaudalinden substantia nigra'ya uzanan bikonveks mercek şeklinde bir çekirdektir. Globus pallidus'la fasciculus subthalamicus aracılığıyla bağlanır. Ekstrapiramidal sistemde görev yapan bu çekirdekler basal çekirdeklerin bir parçası olarak da sınıflandırılır. Motor yolların ara istasyonu olarak görev yapan bu çekirdek kas kontraksiyonunun kontrolünde rol alır. Afferent lifleri thalamus, frontal korteks (4 ve 6. saha) ve nuc. pedunculo pontinus'tan gelirken efferent lifleri substantia nigra ve globus pallidus'a gider.

Zona incerta: Thalamus ile subthalamus arasında yer alan gri cevher tabakası olup mesencephalon'daki formatio reticularis ile nuc. reticularis thalami'nin uzantısı olarak kabul edilir. Optik ve vestibular impulsların değerlendirilmesinde rol alır.

Forel sahaları (Nuclei campi perizonalis): Globus pallidus ve cerebellum'dan thalamus'a giden efferent liflerin bulunduğu subthalamus alanıdır. Bu alanları August Forel isimlendirmiştir. Burada "H" Almanca şapka anlamına gelen Haube kelimesinin baş harfidir. H (prerubral saha), H1 ve H2 olmak üzere üç saha bulunur. Forel'in H sahası (prerubral saha) nuc. ruber'in ön tarafında olup dentotalamik lifler ve globus pallidus'tan gelen lifler ile bunlar arasında yer alan nöron gruplarını içerir. Forel'in H1 sahası, fasciculus lenticularis, ansa lenticularis, dentothalamik, rubrothalamik ve talamostriat lifler içeren ve prerubral sahada uzanan liflerdir. Forel'in H1 sahasına fasciculus thalamicus da denilir. Forel'in H2 sahası fasciculus lenticularis'in devam ettiği sahaya denir. Fasciculus lenticularis'i oluşturan lifler ise globus pallidus medialis'ten çıkan ve nucleus subthalamicus'un önünden geçen efferent liflerdir. Bu liflerin kıvrımına ise ansa lenticularis adı verilir (1-4).

3.2.4.1. Klinik Bilgi

Subtalamik nukleusun lokalize lezyonlarında, çoğunlukla kanamaya bağlı olarak, şiddetli ve düzensiz istemsiz hareketler ortaya çıkar. Bu tablo hemiballismus olarak adlandırılır ve genellikle lezyonun karşı tarafında, özellikle üst ve alt ekstremitelerin proksimal kısımlarında görülür; nadiren yüz ve boyun kasları da etkilenebilir.

Deneyisel çalışmalarda, subtalamik nukleus liflerinin kısmi tahribi ile benzer balistik hareketlerin olduğu gösterilmiştir. Bu hiperkinezi, globus pallidus, fasciculus lenticularis veya talamusun ventrolateral çekirdeğinin devre dışı bırakılmasıyla ortadan kaldırılabilmektedir.

Normalde subtalamik nukleus, globus pallidus üzerinde inhibitör ve düzenleyici bir etkiye sahiptir. Bu yapı hasar gördüğünde globus pallidus kontrolsüz hale gelir ve karşı vücut yarısında geniş amplitüdlü, şiddetli balistik hareketler ortaya çıkar. Bu mekanizma, insanlardaki hemiballismusun patofizyolojisini açıklamaktadır (5-8).

3.2.5. Hypothalamus

Chiasma opticum ve corpus mamillare ile ön ve arkadan, sulcus hypothalamicus aracılığıyla yukarıdan sınırlarını oluşturan yaklaşık 4 gr'lık diencephalon parçasıdır. Hypothalamus'a ait oluşumlar area preoptica, lamina terminalis, chiasma opticum, tractus opticus, tuber cinereum, infundibulum, neurohypophysis cerebri, nuclei hypothalamicae ve corpus mamillare'lerdir. Üstten thalamus, dış-yandan subthalamus ve capsula interna, iç-yandan üçüncü ventrikül ile komşuluk gösterir. Beyne alttan bakıldığında hypothalamus'un chiasma opticum, infundibulum, tuber cinereum ve corpus mamillare bölümleri görülebilmektedir. Hypothalamus'un temel işlevi homeostazis'in korunmasıdır. Bu amaçla otonomik kontrolün sağlanmasında, endokrin kontrolün sağlanmasında, ısı regülasyonunun sağlanmasında, yeme ve içme regülasyonunun sağlanmasında, his ve davranışların kontrolünde, vücut sıvı ısısının, adrenokortikal aktivitenin ve renal sekresyonun kontrolünde rol oynar.

Chiasma opticum: Görme yollarına ait sinir liflerinin oluşturduğu yassı bir kitledir. Üçüncü ventrikülün ön-alt duvarının birleşme yerinde bulunur. Üst yüzü lamina terminalis'e tutunur. Alt yüzü hypophysis cerebri ile komşudur. Hypophysis cerebri ile arasında diaphragma sella adı verilen duramater tabakası bulunur. Chiasma opticum'a anterolateralden sağ-sol nervus opticus'lar gelir ve chiasma opticum'un posterolateral'inden sağ-sol tractus opticus'lar çıkar. Chiasma opticum'un üst yüzünde üçüncü ventriküle ait recessus opticus adı verilen küçük bir çıkma bulunur.

Tuber cinereum: Dış bükey, içi boşluklu bir gri cevher kabartısıdır. Hypothalamus'un alt bölümünde corpus mamillare'lerin önünde yer alır. Alta infundibulum ile devam eder. İç kısmında nuclei tuberales bulunur. Üçüncü ventrikülün tabanında eminentia medialis adı verilen kabartıyı meydana getirir. Infundibulum işte bu kabartıya tutunur. Infundibulum, eminentia medialis ve hypophysis cerebri'nin arka lobu (par nervosa) birlikte neurohypophysis adı verilen yapıyı oluşturur.

Corpus mamillare: İki küçük, beyaz, sferik-yarım küremsi 5 mm çapında cisimlerdir. Tuber cinereum'un arkasında, fossa interpeduncularis içinde ve orta hattın iki yanında yerleşim gösterir. Arkasında substantia perforata posterior

adı verilen ve delikli olan bir saha bulunur. Bu deliklerden arteria cerebri posterior'un dalları geçer.

Lamina terminalis: Chiasma opticum'dan commissura anterior'a kadar uzanan telencephalon bölümüdür. Üçüncü ventrikülü önden sınırlar.

Area preoptica: Lamina terminalis'in arkasında kalan gri cevher kitlesidir. Anatomik olarak telencephalon'a ait bir bölge olsa da fonksiyonel olarak hypothalamus'ta değerlendirilen bir bölgedir (2-4,9,10).

3.2.5.1. Hypothalamus'un Çekirdekleri

Hypothalamus mikroskopik olarak küçük sinir hücrelerinden oluşur. Bu sinir hücreleri sınırları net olmayan gruplar oluşturarak çekirdekleri meydana getirir. Hypothalamus sagittal olarak medialden laterale zona periventricularis, zona intermedia ve zona lateralis olmak üzere üç bölgeye ayrılır.

Zona periventricularis: Üçüncü ventriküle bitişik, ince ve çekirdekten zayıf bölgedir. Bu bölgede yer alan çekirdekler; nucleus preopticus, nucleus suprachiasmaticus ve nucleus arcuatus'tur.

Zona intermedia: Zona periventricularis'in lateralinde yer alır. Bu bölgede yer alan çekirdekler; nucleus supraopticus, nucleus paraventricularis, nucleus dorsomedialis, nucleus ventromedialis, nucleus tuberomammillaris, nucleus mammillaris medialis ve nucleus mammillaris lateralis'tir.

Zona lateralis: Hypothalamus'un dış kısmıdır. Bu bölgede yer alan çekirdekler; nuclei tuberales laterales'tir. Zona periventricularis ile zona lateralis arasından fornix ve tractus mamillothalamicus yapıları geçer (1-4).

3.2.5.2. Hypothalamus'un Bağlantıları

3.2.5.2.1. Afferent bağlantıları

Hypothalamus beynin birçok bölgesinden lif alır. Özellikle limbik sistemle yakın ilişkisinden kaynaklı limbik sistem başta olmak üzere iç organlardan, regio olfactoria'dan, korteksten çok sayıda lif alır.

Fornix: Hippocampus'tan başlayan lifler fornix içinde seyrederek (tr. hippocampohypothalamicus) nuclei mamilares'e gelir.

Fasciculus longitudinalis dorsalis (Schütz demeti): Formatio reticularis aracılığıyla özel visseral duyular (tad gibi) ve medulla spinalis aracılığıyla genital bölgelerden somatik duyuları getirir.

Tractus thalamohypothalamicus (Fibrae periventriculare): Thalamus'a ait nuc. medialis dorsalis ve nuc. medialis thalami çekirdeklerinden gelen

liflerdir. Bu çekirdeklerin frontal lob ile bağlantıları olduğu için akıl ve huy gibi özellikler üzerinde etkilidir.

Tractus hippocampohypothalamicus: Fornix aracılığıyla formatio hippocampi'den corpus mamillare'ye ulaşan liflerdir.

Tractus amygdalohypothalamicus: Bu lif grubu stria terminalis aracılığıyla corpus amygdaloideum'dan koku duyusunu alarak hypothalamus'un ön grup çekirdeklerine ve area preoptica'ya iletir.

Tractus corticohypothalamicus: Frontal lobun korteksinden hypothalamus'a doğrudan gelen liflerdir.

Tractus retinohypothalamicus: Retinadaki ganglion hücrelerinden nucleus suprachiasmaticus'a giden liflerdir.

Ayrıca hypothalamus'a tegmentum mesencephali ve locus caeruleus'dan da lifler gelir (1-4).

3.2.5.2.2. Efferent bağlantıları

Tractus mamillothalamicus (Vicq d'Azyr huzmesi): Corpus mamillare'den çıkıp thalamus'un ön grup çekirdeklerine ve buradan da gyrus cinguli'ye giden liflerdir. Bu lif grubu aracılığıyla limbik sisteme bağlanmış olur.

Tractus mamillotegmentalis (Gudden bandı): Corpus mamillare'den çıkıp mesencephalon'da yer alan tegmentum'daki formatio reticularis'e giden liflerdir. Buradan çıkan tractus reticulobulbaris ve tractus reticulospinalis aracılığıyla bazı kranial sinir çekirdeklerinin uyarılmasıyla yeme-içme fonksiyonunda ve soğuk karşısında çizgili kasların uyarılmasıyla ısı oluşturulmasının sağlanmasında rol oynar.

Tractus hypothalamospinalis: Hypothalamus'tan beyin sapı ve medulla spinalis'e bağlayan liflerdir. Tractus reticulonuclearis ve tractus reticulospinalis aracılığıyla otonom sinir sisteminin periferik nöronlarını etkiler.

Hypothalamus'un hypophysis cerebri (gl. pituitaria) ile bağlantısı vardır. Bu sayede endokrin sistem üzerine etkiler oluşturur.

Tractus hypothalamohypophysialis: Hypothalamus'ta yer alan nucleus supraopticus ve nucleus paraventricularis çekirdeklerinden çıkan bu lifler hypophysis cerebri'nin arka lobu olan neurohypophysis'e gelir. Nucleus supraopticus ve nucleus paraventricularis çekirdeklerinden salgılanan vazopressin ve oxytocin hormonları bu liflerin aksonları boyunca taşınıp neurohypophysis'e gelir.

Tractus tuberoinfundibularis: Nucleus arcuatus'ta üretilen ve adenohipofiz'in çalışmasını düzenleyen hipotalamik releasing/inhibiting hormonları eminentia medialis ve infundibulum'da yer alan hipofizyal portal sistem kapillerlerine aktarır (1-4).

3.2.5.3. *Hypothalamus'un Fonksiyonları*

Otonomik kontrol: Hypothalamus daha aşağıda yer alan beyin sapı ve medulla spinalis'deki otonom merkezleri kontrol eden bir üst merkez şeklinde hareket eder. Endokrin sistem ile otonom sistemi entegre ederek vücudumuzda istegimiz dışında gerçekleşen olayların dengeli bir şekilde meydana gelmesini kontrol eder. Bu noktada hypothalamus'un ön bölümü ve preoptik saha parasempatik sistemi, arka bölümü ve dış kısmında bulunan çekirdekler sempatik sistemi aktive eder.

Endokrin kontrol: Hypothalamus salgıladığı releasing-inhibiting hormonlar aracılığıyla hypophysis cerebri'nin ön lobu olan adenohypophysis hücrelerinin ürettiği tyrotropin, corticotropin, somatotropin, somatotastin, prolactin, luteinizan hormon, follikül stimülan hormon, melanosit stimülan hormonlarının sentezi ve sekresyonunu düzenler. Buna ek olarak oxytocin ve vazopressin hormonlarını da aksonal taşıma ile neurohypophysis'e aktarır. Bu sayede bu hormonların bazıları doğrudan bazıları dolaylı olarak hedef organı etkiler.

Isı regülasyonu (thermoregülasyon): Hypothalamus merkezi bir ısı regülatörü şeklinde işlev görür. Hypothalamus'un ön bölümü parasempatik etki göstererek vücut ısını düşürürken arka-dış bölümü sempatik etki göstererek vücut ısını artırır. Parasempatik etki gösteren hypothalamus'un ön bölümü aracılığıyla periferik damarlarda vazodilatasyon ve terleme sağlayıp ısı düşürülür. Isının düşmesine karşı çalışan hypothalamus'un arka-dış bölümü periferik damarlarda vazokonstriksiyon, terlemenin azaltılması ve titreme ile düşen ıyı yükseltir. Ön bölüm hasarında hipertermi, arka bölüm hasarında poikilotermi görülür.

Yeme-içme regülasyonu: Hypothalamus'ta açlık ve tokluk merkezi olarak tanımlanan bölgeler bulunmaktadır. Kan glukoz seviyesine hassas olduğu bilinen medial bölge (özellikle nucleus ventromedialis) tokluk merkezi olarak tanımlanırken lateral bölge açlık (beslenme) merkezi olarak tanımlanır. Tokluk merkezinin hasarında hyperphagia (aşırı yeme), açlık merkezinin hasarında hypophagia (az yeme) ya da aphagia (hiç yememe) gözlenir.

Seksüel davranışlar ve üremenin düzenlenmesi: Hypothalamus'ta yer alan area preoptica, adenohipofiz'den salgılanan gonadotropin'in kontrolünü sağlar. Bu sayede gametogenesis'i, siklik değişiklikleri ve sekonder seks karakterlerinin

gelişim ve düzenlenmesini kontrol eder. Hypothalamus harabiyeti pubertas precox (erken gelişme) ya da hypogonadism (gelişememe) tablosunun görülmesine neden olur.

Emosyonel davranışlar: Hypothalamus'un limbik sistem ve neocortex ile olan bağlantıları emosyonel davranışların şekillenmesinde etkilidir. Emosyonların limbik sistem ve hypothalamus ile olan bağlantıları ve hypothalamus'un beyin sapı, omurilik bağlantıları somatik yanıtların doğmasına neden olur (öfke, korku gibi emosyonlarda deride kızarıklık, terleme görülmesi). Bu yanıtların şiddeti kişiden kişiye değişir.

Biyolojik ritim (circadian ritim): Hypothalamus'ta bulunan nucleus suprachiasmaticus biyolojik ritmi düzenleme merkezidir. Retinadan aldığı ışık impulsları ile circadian ritmi düzenler. Hypothalamus'un ön bölümü uyku ile arka bölümü ise uyanıklık durumunda rol alır. Bununla birlikte yine vücutta periyodik olarak gelişen birçok aktivitede rol alır. Hypothalamus hasarında uyku düzensizlikleri görülür.

Sıvı dengesinin sağlanması: Hypothalamus'un lateral bölümü susuzluk merkezi olarak tanımlanır. Nucleus supraopticus yoluyla vazopressin (ADH) salgılanması su tutulum dengesinde kilit rol oynar. Burada oluşan hasar klinikte diabetes insipidus olarak tanımlanan ve kişi sürekli su içme eğiliminde olduğu tablo ile karşımıza çıkar (1-6).

3.2.5.4. Klinik Bilgi

Hipotalamus; enfeksiyonlar, tümörler ve vasküler olaylardan etkilenebileceği gibi, üçüncü ventrikülle yakın ilişkisi nedeniyle hidrosefaliye veya komşu kitlelerin basısına maruz kalabilir. Bu tür lezyonlar, hipotalamusun homeostazi ve davranışları düzenleyen çok sayıda işlevinde bozulmaya yol açar. Akut hasarlarda belirtiler ani ve belirgin, kronik lezyonlarda ise yavaş ve sinsi bir seyir gösterir.

Hipotalamik lezyonlara bağlı oburluk sıklıkla genital hipoplazi ve atrofi ile birlikte görülür. Kilo kaybı daha nadir görülür; hipofizi de içine alan yaygın lezyonlarda kaşeksi gelişebilir. Cinsel işlevlerde gerileme çocuklarda puberte gecikmesi, nadiren erken puberte şeklinde ortaya çıkar; puberte sonrası dönemde ise impotans veya amenore görülebilir.

Isı düzenleme bozuklukları (hipotermi veya hipertermi), diabetes insipidus, tipik olarak kısa aralıklarla sık uyku ataklarıyla seyreden uyku bozuklukları hipotalamik hasarın diğer bulgularındandır. Ayrıca uygunsuz ağlama veya gülme, ani ve kontrolsüz öfke, depresif belirtiler ve manik taşkınlıklar hipotalamik lezyonların emosyonel yansımaları arasında yer alır (5-8).

3.2.6. Hypophysis Cerebri (Glandula pituitaria)

Yeri, şekli, konumu: Oval şekilli, kırmızı-gri renkli, 1-1,5 cm genişliğinde, 0,5 cm kalınlığında, 0,6-1 gr ağırlığında iç salgı bezidir. Tuber cinerum'dan aşağıya doğru uzanan infundibulum adı verilen koni şeklindeki sap ile hypothalamus'a tutunur. Os sphenoidale'de yer alan fossa hypophysialis'in içine yerleşir. Üst kısmı duramater'in oluşumu olan diaphragma sella ile örtülüdür. Diaphragma sella'da yer alan tek açıklık infundibulum'un geçtiği kısımdır.

Komşulukları: Hypophysis'in kendi fonksiyonlarının yanı sıra önemli yapılarla da komşuluk yapması, patoloji ve cerrahisinde bu yapıyı daha da önemli bir noktaya getirmektedir. Ön-üst kısmı diaphragma sella, chiasma opticum, sinus intercavernosus, sinus sphenoidalis ile komşuluk yapar. Yanlarda sinus cavernosus ve sinus cavernosus içerisinde bulunan yapılar (III., IV., V1 ve V2 kranial sinirler ve arteria carotis interna) ile komşuluk yapar. Arkada ise dorsum sellae, a. basilaris ve pons ile komşuluk yapar.

Bölümleri: Hypophysis cerebri embriyolojik kökenleri, yapı ve fonksiyonları dikkate alınarak iki bölüme ayrılır. Rathke kesesinden gelişen ön bölümüne adenohypophysis (lobus anterior) ve diencephalon tabanından çıkan nöral ektoderm'den gelişen arka bölümüne neurohypophysis (lobus posterior) denir (1-4).

3.2.6.1. Adenohypophysis (lobus anterior)

Oral ektoderm kökenlidir. Hypophysis cerebri'nin %75'ini oluşturur. Pars tuberalis, pars intermedia ve pars distalis bölümlerine ayrılır. Zengin bir damar yapısı bulunan adenohypophysis'in sinuzoidleri arasında şekil ve büyüklükleri değişkenlik gösteren epitel hücreleri bulunur. Nöral infundibulum'u saran bölüme pars tuberalis denilir. Geri kalan büyük kısmı pars intermedia ve pars distalis bölümleridir. Pars intermedia neurohypophysis ile komşu arka kısmı olup insanda rudimenter kalmıştır. Pars distalis bölümü ise adenohypophysis'in büyük bölümünü oluşturur ve tipik bir endokrin bez yapısındadır. Pars distalis bölümü kromofob (chief cell, c hücresi) ve kromofil (asidofil, bazofil) olmak üzere histolojik olarak boynama durumuna göre iki tip hücre grubu içerir. Sitoplazmalarında spesifik salgı granülleri bulunduran kromofil tip hücreler yaklaşık %35 asidofil ve %15 bazofil tipte boyanan hücrelerden oluşurken kromofob hücreler tüm hücrelerin %50'sini oluşturur ve boya almazlar. Kromofiller bezin merkezi kısmında daha çok yerleşim gösterirken kromofob hücreler genellikle periferde yer alır.

Adenohypophysis hypothalamus'a ile bağlantılıdır. Hypothalamus'tan salgılanan releasing faktörler infundibulum'da yer alan sinuzoidler aracılığıyla

adenohypophysis'e ulaşır ve hypophysis'in portal sistemiyle buradan salgılanan hormonlar dolaşıma verilir. Adenohypophysis'ten salgılanan hormonlar;

- a) Somatotropin hormon (STH, gelişim hormonu): Büyüme hormonu.
- b) Lactogenic hormon (LTH, prolaktin): Gebelikte memenin büyümesi ve süt salgılanmasıyla ilgili hormon.
- c) Tirotropin (TSH): Glandula thyroidea'yı aktive eder.
- d) Adrenocorticotropin hormon (ACTH): Glandula suprarenalis'in korteksinden bazı hormonların salgılanmasını sağlar.
- e) Follikül stimulan hormon (FSH): Erkeklerde spermatogenesis'i, kadınlarda ise östrojen salgısını ve ovarium'da folliküllerin büyüme ve gelişmesini sağlar.
- f) Luteinize hormon (LH): Erkeklerde testis'lerde Leydig hücrelerinden androgen sekresyonunu, kadınlarda corpus luteum'da progesteron sekresyonunu sağlar.
- g) Melanosit stimulan hormon (MSH): Deri pigmentinin artmasına neden olur (1-4,13,14).

3.2.6.2. Neurohypophysis (lobus posterior)

Nöral ektoderm'den köken alır. Hypophysis cerebri'nin lobus posterior bölümü olup soluk renklidir. Hypophysis cerebri'nin %25'ini oluşturur. Eminentia mediana, infundibulum ve lobus nervosus olmak üzere üç bölüme ayrılır. Infundibulum aracılığı ile hypothalamus'un tuber cinereum bölümüne bağlanır. Hipotalamik hormonların büyük kısmı hypophysis cerebri'nin anterior lobuna taşınmadan önce, eminentia mediana'daki sinir uçlarından salgılanır. Neurohypophysis miyelinsiz sinir lifleri ve pituitocytos adı verilen granüllü ve lipid tanecikleri içeren modifiye glial hücrelerden oluşur.

Neurohypophysis'in substantia neurosecretoria olarak adlandırılan temel dokusunu miyelinsiz sinir lifleri meydana getirir. Bu sinir liflerinin hücre gövdeleri hypothalamus'ta yer alan nuc. supraopticus ve nuc. paraventricularis'inde bulunur ve tractus hypothalamohypophysialis'i oluşturup infundibulum aracılığıyla lobus posterior'a ulaşır. Akson sonlanmaları kapiller damarlarla temas halindedir. Buralarda corpusculum neurosecretorium accumulatum (Herring cisimciği) adı verilen sekretuar granüller bulunur. Granüller antidiüretik hormon (ADH), oksitosin ve neurophysin içerir. Hypothalamus'ta üretilen ADH ve oksitosin sinir aksonları ile taşınarak akson terminallerine ulaşır. Akson terminallerinde biriken hormonlar hypothalamus'a ulaşan impulslara yanıt olarak exocytosis yoluyla kan dolaşımına salınır. Bu şekilde

ilgili hücre, doku ve organlara aktarılır. Burada neurohypophysis endokrin bir bezden ziyade hypothalamus'ta üretilen hormonların dolaşıma aktarılmasını sağlayan bir yapı olarak görev görür.

Neurohypophysis'den salgılanan hormonlar;

- a) Antidiüretik hormon (ADH, Vazopressin): Böbreklerde yer alan distal ve kollektör tubulilerden su geri emilimini kontrol eder. Ayrıca meme duktuslarından sütün dışarı atılmasını sağlar.
- b) Oxytosin: Uterus kaslarında ve meme duktuslarında bulunan düz kaslarda kasılma oluşturur. Hamileliğin son dönemlerinde miktarının artmasıyla doğumun kolaylaştırılmasını sağlar (1-4,13,14).

3.2.6.3. Hypophysis Cerebri'nin Damar ve Sinirleri

Hypophysis cerebri a. carotis interna'dan gelen a. hypophysialis inferior ve birden fazla gelen a. hypophysialis superior tarafından kanlanır. Neurohypophysis a. hypophysialis inferior'lar aracılığıyla kanlanırken vv. hypophysiales ile sinus cavernosus'a drene olur. Adenohypophysis ise a. hypophysialis superior'lar aracılığıyla kanlanır. Sağ-sol üst hipofizial arterler, infundibulum'un kökü ve eminentia mediana bölümünde kapiller ağ oluşturur (hipotalamo-hipofizer portal sistemin 1. kapiller ağı). Adenohypophysis'in distalinde vv. hypophysiales'e drene olan ikinci bir kapiller-sinuzoidal ağ (hipotalamo-hipofizer portal sistemin 2. kapiller ağı). İki kapiller ağ arasında ise vas portale'ler bulunur.

Hypophysis cerebri'nin innervasyonu a. carotis interna'nın çevresinde yer alan sempatik ağdan gelen lifler tarafından sağlanır (1-4).

3.2.6.4. Klinik Bilgi

Hipofiz tümörleri, diaphragma sellae'yi yukarı doğru genişleterek diyaframdaki açıklıktan suprasellar alana uzanabilir. Bu tümörler fonksiyonel olduklarında erken ya da geç dönemde endokrin bozukluklara yol açarken, nonfonksiyonel adenomlar belirgin hormonal belirti vermeden de seyredebilir.

Yukarı doğru büyüyen kitlelerin chiasma opticum üzerine bası yapması sonucunda görme alanı defektleri gelişir. En sık görülen bulgu, her iki temporal görme alanının kaybı ile karakterize *bitemporal heteronim hemianopidir*.

Hipofizin sfenoid sinüsle yakın anatomik ilişkisi, cerrahi girişimde transnazal yaklaşımı mümkün kılar. Nazal septum mukozası altından yerleştirilen spekulum aracılığıyla sfenoid sinüsün ön ve arka duvarlarının açılmasıyla bezin ön-alt bölümüne ulaşılabilir (2,3,5).

3.3. Limbik Sistem

İnsanda ve bazı gelişmiş hayvanlarda davranışların ve emosyonel süreçlerin düzenlenmesinde görev alan anatomik oluşumların tümü limbik sistem ya da visseral beyin olarak adlandırılır. Bu sistem, organizmanın korunmasına yönelik mekanizmaları düzenlediği gibi türün sürdürülmesi ve yakın bellek süreçlerinde de rol oynar.

Limbik sistem; limbik lob, corpus amygdaloideum, areae septales, hypothalamus, epithalamus ve çeşitli thalamus çekirdekleri ile bunlar arasındaki bağlantılardan oluşur. Tegmentum mesencephali'nin medial bölümü, içinden hippocampus ve corpus amygdaloideum ile ilişkili yolların geçmesi nedeniyle limbik sistem kapsamında değerlendirilir. Hypothalamus, visseral beyin olarak da adlandırılan limbik sistemin merkezi konumundadır.

Limbik sistemde hippocampus'tan başlayarak fornix, corpus mamillare, thalamus'un ön grup çekirdekleri, gyrus cinguli, cingulum ve yeniden hippocampus'a ulaşan liflerin oluşturduğu halka Papez halkası olarak tanımlanır.

Areae septales, filogenetik olarak alt düzey hayvanlarda belirgindir. İnsanda neocortex ve corpus callosum'un modifiye bir uzantısı niteliğindedir. Commissura anterior ve lamina terminalis'in ön-üst kısmında yer alır; suprakomissural ve prekomissural olmak üzere iki bölüme ayrılır. Suprakomissural bölüm septum pellucidum ile, prekomissural bölüm ise gyrus paraterminalis (area subcallosa) ile ilişkilidir.

Limbik loba ait gyrus cinguli'nin, orbital, temporal ve insular korteksin uyarılması sonucunda visseral, somatik ve davranışsal yanıtlar ortaya çıkar. Ayrıca arteriyel kan basıncını her iki yönde etkileyebilir. Davranış ve mizaç üzerinde etkili merkezlerden biridir (1-6).

3.3.1. Limbik Sistemle ilgili Anatomik Yapılar

Filogenetik olarak telencephalon'un en eski bölümleri arasında yer alan gyrus dentatus, corpus amygdaloideum, area septalis, hypothalamus'un corpus mamillare bölümü, nucleus thalamicus anterior ve bazı diğer thalamus çekirdekleri ile bunları birbirine bağlayan fornix, fasciculus mamillothalamicus (Vicq d'Azyr huzmesi), stria terminalis, stria medullaris thalami ve Broca'nın diagonal bandı limbik sistemin anatomik bileşenlerini oluşturur (1,2,4).

3.3.2. Olfaktor Sistem

Burun boşluğundaki regio olfactoria'dan çıkan 10–15 adet fila olfactoria (nn. olfactorii), os ethmoidale'nin lamina cribrosa'sından geçerek bulbus olfactorius'ta sonlanır. Bulbus olfactorius'tan arkaya doğru uzanan aksonlar

tractus olfactorius'u oluşturur. Bulbus ve tractus olfactorius, frontal lobun alt yüzündeki sulcus olfactorius içinde yer alır. Tractus olfactorius, arka bölümünde stria olfactoria lateralis, stria olfactoria medialis ve stria olfactoria intermedia olmak üzere üç dala ayrılır.

Stria olfactoria lateralis, sulcus lateralis boyunca ilerleyerek başlıca area periamygdaloidea ve area prepiriformis'e ulaşır. Koku liflerinin bir bölümü çapraz yapar; bu lifler commissura anterior'dan geçerek her iki taraftaki nucleus olfactorius'ları birbirine bağlar.

Stria olfactoria medialis, medialde ve rostrum corporis callosi'nin altındaki area subcallosa'da sonlanır.

Stria olfactoria intermedia ise substantia perforata anterior'daki çekirdeklerde son bulur (1-4).

3.3.3. Hippocampus Formasyonu

Subiculum, hippocampus (cornu ammonis), gyrus dentatus ile bunlara ait beyaz cevher yapıları olan alveus ve fimbria hippocampi'den oluşur.

Hippocampus (cornu ammonis), yan ventrikülün cornu inferius (temporale)'unun tabanı boyunca uzanan yaklaşık 8 cm uzunluğunda bir gri cevher kütesidir. Daha kalın ve girintili çıkıntılı bölümüne pes (digitationes) hippocampi adı verilir. Hippocampus'taki nöronların aksonları, yüzeyde alveus adı verilen beyaz cevher tabakasını oluşturur. Bu tabaka medialde gyrus dentatus yönünde uzanarak şerit biçimli bir çıkıntı meydana getirir; bu yapı fimbria hippocampi olarak adlandırılır. Fimbria, arkada alveus ile birlikte crus fornicis'i oluşturur.

Gyrus dentatus, dişli görünümde bir gri cevher şeridi olup gyrus hippocampi'nin üst yüzünde ve hippocampus'un medialinde yer alır. Arkada splenium corporis callosi'nin alt yüzündeki gyrus fasciolaris ile, daha sonra corpus callosum'un üst yüzündeki indusium griseum (gyrus supracallosalis) ile devam eder. Ön tarafta ise uncus çentigi içinde uzanarak Giacomini bandı adını alır.

Hippocampus formasyonu, filogenetik açıdan beynin en eski bölümlerindendir ve diencephalon'a yakın konumlanmıştır. Bu yapıların bir bölümü (hippocampus, gyrus dentatus) diencephalon'un altında, bir bölümü ise (fornix) üstünde yer alır.

1948 yılına kadar hippocampus formasyonu ve limbik lobun koku ile ilişkili olduğu düşünülmüş, bu nedenle her ikisi birlikte rhinencephalon (koku beyni) olarak adlandırılmıştır. Daha sonraki çalışmalar, bu yapıların koku ile dolaylı

bir ilişkisi bulunduğunu, buna karşılık yaşamsal, visseral ve ilkel (primitiv) fonksiyonlarla doğrudan bağlantılı olduğunu göstermiştir. Bu nedenle visseral beyin, hayati beyin veya ruhsal beyin adlarıyla da anılmaktadır (1-5).

3.3.4. Limbik Sistemi Birbirine Bağlayan Yapılar

Fornix: Hippocampus'ı corpus mamillare'ye (tractus hippocampomamillaris) ve area septales'e (septum pellucidum ve gyrus paraterminalis) bağlayan ana bağlantı yoludur. Gyrus dentatus ve hippocampus nöronlarının aksonları, hippocampus yüzeyinde alveus adı verilen beyaz cevher tabakasını oluşturur. Alveus'un medialde gyrus dentatus yönünde uzanan kısmı fimbria hippocampi'dir ve arkada alveus ile birlikte crus fornicis'i meydana getirir.

İki tarafın crus fornicis'leri arasında uzanan transvers lifler commissura hippocampi (commissura fornicis) olarak adlandırılır ve her iki hippocampus'ı birbirine bağlar. Crus fornicis'ler thalamus'un arka kenarını dolanarak üst yüzüne ulaşır ve burada corpus fornicis'i oluşturur. Foramen interventriculare düzeyinde tekrar ayrılarak columna fornicis adını alır.

Columna fornicis, foramen interventriculare'nin önünden geçerek aşağı ve arkaya yönelir, commissura anterior'un önünden geçip hypothalamus içine girer ve corpus mamillare'de sonlanır. Fornix liflerinin bir bölümü area septales'te ve thalamus'un ön grup çekirdeklerinde sonlanır; bazı impulslar dolaylı yollarla mesencephalon'a iletilir. Area septales'ten çıkan liflerin bir kısmı yeniden fornix aracılığıyla hippocampus'a döner. Yaklaşık 2,7 milyon lif içeren fornix liflerinin bir bölümü commissura anterior'un önünden, bir bölümü ise arkasından geçer (1-5).

3.3.5. Diğer Yapılar

Gyrus Subcallosis: Rostrum corporis callosi'nin alt yüzünde bulunan gri cevher bölümüdür. Arka-üstte gyrus cinguli ile, arka-altta da gyrus parahippocampalis ile birleşir. Gyrus supracallosalis (indusium griseum)'a uzanan lifler de içerir. Area septales'in ön bölümü olarak kabul edilir.

Gyrus Supracallosalis (indusium griseum): Gyrus subcallosis'den başlar, corpus callosum'un üzerinde ince bir gri cevher tabakası olarak arkaya doğru uzanır. Bunun da üzerinde bulunan stria longitudinalis lateralis ve medialis, hippocampus'a impuls götürdüğü gibi, hippocampus'dan impuls da getirir.

Commissura anterior: İki beyin hemisferini birbirine bağlayan lif demetidir. İki grup lif içerir. Birinci grup lifler her iki tarafın bulbus olfactorius'unda bulunan nucleus olfactorius'ları birbirine bağlar. İkinci grup lifler ise, her iki tarafın temporal loblarının bazı bölümlerini birbirine bağlar.

Area septales: Beyin hemisferlerinin iç yüzünde, commissura anterior yakınında ve lamina terminalis'in hemen yukarısında bulunan septum pellucidum bölümüdür. Burada nucleus septalis denilen gri cevher ve ayrıca beyaz cevher bulunur.

Corpus amygdaloideum: Polus temporalis'in medial bölümünde uncus ile gyrus hippocampi [parahippocampalis] arasında yer alır. Yan karıncıkların cornu temporalis'inin ön ucunun üst-iç kısmında bulunur. Stria terminalis corpus amygdaloideum'u area septalis ve hypothalamus'un ön bölümüne bağlar. Corpus amygdaloideum'u hypothalamus'un orta kısmına bağlayan direkt yollar bulunur. Stria terminalis'den ayrılan kısım lif, commissura anterior'dan geçerek karşı tarafın corpus amygdaloideum'una bağlanır.

Stria terminalis: Corpus amygdaloideum'un arka ucundan çıkan miyelinli sinir liflerinden oluşur ve yan ventrikülün alt boynuzunun tavanında arkaya doğru uzanır. Daha sonra fornix'e uygun bir yol takip ederek thalamus ve nucleus caudatus arasındaki sulcus terminalis'de öne doğru uzanır. Stria terminalis, corpus amygdaloideum'u area septalis, area preoptica ve hypothalamus'a bağlar.

Fornix ve hypothalamus içinde uzanan fasciculus longitudinalis medialis de, limbik sistemin bir bölümü olarak kabul edilir (1-6,15).

3.3.6. Limbik Sistemin Fonksiyonu

Yapılan deneysel çalışmalar sırasında limbik sistemin bir bölümünün dahi harabiyeti, büyük değişikliklere yol açar. Yeme içme isteği, huzursuzluk, heyecan, his ile otonom sistemin idare ettiği davranış ve seksüel istek ile giyim alışkanlığımız değişir. Müdafaa için yapılan hareketler değişir. Koku duyusu bu fonksiyonları ekşite eder. Limbik sistemin mesocortex bölümünün uyarılması sonucunda somatik motor cevaplar da değişir. Ayrıca limbik sistemin belirli bölümleri hafıza ve koku sistemini de etkilemektedir.

Otonom sistemle ilgisi: Otonom sistemin hiyerarşik organizasyonunda limbik sistemde yer alır. Limbik sistemden çıkan birçok lif, hypothalamus'a bağlanır. Otonom sistemin sempatik ve parasempatik bölümlerinin limbik sistemin hangi bölümleri ile etkilendiği tam olarak bilinmemektedir.

Limbik sistemin farklı bölümlerinin uyarılması sonucunda kardiyovasküler ve gastrointestinal aktivite etkilenir. Ayrıca mide ülseri ve emosyonel değişikliklere de sebep olduğu tespit edilmiştir. Canlı saldırgan ve huysuz bir kişilik kazanır (2-5).

Kaynakça

1. Yıldırım M. Resimli Sistemik Anatomi. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2020.
2. Ergun MK, Hayran M. Anatomi. Ankara: MN Medikal & Nobel Tıp Kitabevi; 2014.
3. Gökmen FG. Sistemik Anatomi. İzmir: İzmir Güven Kitabevi; 2003.
4. Arıncı K, Elhan A. Anatomi. Ankara: Güneş Kitabevi; 2006.
5. Dere F. Atlashlı Nöroanatomi Fonksiyonel Nöroloji. Adana: Adana Nobel Kitabevi; 2012.
6. Kahle W, Frotscher M. İnsan Anatomisi Renkli Atlası Cilt 3 Nöroanatomi. Çev: Kopuz C. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2013.
7. Özdemir G. Klinik Nöroanatomi ve Nörolojik Muayene. Ankara: MN Medikal & Nobel Tıp Kitabevi; 2012.
8. Splittergerber R. Snell Klinik Nöroanatomi. Çev: Mehmet Yıldırım. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2020.
9. Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomi. Ankara: Metu Press; 1998.
10. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomi (3 bs.). İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri; 2019.
11. Moore KL. Kliniğe Yönelik Anatomi. Çev: Şahinoğlu K. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
12. Standring S. Gray's Anatomy, The Anatomical Basis of Clinical Practice, Fortieth Edition, London: Churchill Livingstone Elsevier; 2008.
13. Sancak B, Cumhuri M. Fonksiyonel Anatomi. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık; 2002.
14. Cumhuri M. Temel Anatomi. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık; 2006.
15. Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. eds. Principles of Neural Science, Fourth Edition, USA: McGraw-Hill Companies, 2000.

Ventriküler Sistem ve Meninksler

Mahmut Tunc¹

Özet

Bu bölümde, beyin zarları, ventriküler sistem, dura venöz sinüsleri ve bunların klinik yansımaları anatomik ve fonksiyonel bütünlük içinde ele alınmaktadır. Dura mater, araknoid ve pia materin yapısal özellikleri ile bu zarlar arasında yer alan epidural, subdural ve subaraknoid aralıklar ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Özellikle subaraknoid aralığın genişlediği bölgelerde yer alan sisternalar ve beyin omurilik sıvısının (BOS) dolaşımı, ventriküler sistemle ilişkili olarak açıklanmıştır. Dura materin oluşturduğu septumlar (falx cerebri, tentorium cerebelli, falx cerebelli ve diaphragma sellae) ile bu yapıların beyin bölümlerinin konumlanması ve stabilitesi üzerindeki etkileri vurgulanmıştır. Dura venöz sinüslerinin anatomisi, özellikle sinus cavernosus'un komşulukları ve içinden geçen kranial sinirler ile arteria carotis interna ilişkisi klinik açıdan ele alınmıştır. Beyin ve zarlarının venöz drenajında ana yol v. jugularis interna olmakla birlikte, kapakçık içermeyen vv. emissaria aracılığıyla kafa dışı venler ile dura venöz sinüsleri arasında bağlantılar bulunduğu belirtilmiştir. Bu özellik, scalp enfeksiyonlarının dura venöz sinüslerine yayılabilmesi açısından önem taşır. Son bölümde epidural, subdural, subaraknoid ve intraserebral kanamalar anatomik aralıklar temelinde sınıflandırılmış; her bir kanama tipinin patogenezi ve klinik sonuçları özetlenmiştir. Böylece santral sinir sistemi anatomisi ile klinik bulgular arasındaki ilişki bütüncül bir yaklaşımla ortaya konmuştur.

1 Öğretim Görevlisi, Baskent Üniversitesi Adana Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Fizyoterapi Programı, mahmuttunc@baskent.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-1373-4700

1. Giriş

Merkezi Sinir Sistemi gelişirken canalis centralis beyin içerisinde çeşitli yerlerde farklı olmak üzere ventriculus adı verilen genişlemeler gösterir. Encephalon içinde plexus choroideus'ları ve bu plexuslardan salgılanan beyin omurilik sıvısını (BOS) barındıran genişliklerdir. Cerebrum içinde ventriculus lateralis dexter ve sinister (2), ventriculus tertius (1) ve ventriculus quartus olmak üzere 4 adet ventrikül bulunur (1).

2. Beyin Omurilik Sıvısı

Beyin omurilik sıvısı (BOS) ventriküllerdeki plexus choroideus'lardan salgılanan, tüm ventriküllerde ve subarachnoid aralıklarda bulunan ve dolaşan renksiz, berrak, kan yapısında toplam volümü 120-150 ml. kadar olan bir sıvıdır. Günde yaklaşık olarak 500-800 ml. kadar üretilir ve emilir. BOS, plexus choroideus'un yarı geçirgen zarları aracılığıyla %80-90 oranında kandan filtre edilir.

BOS'un %60'ı beyin ventriküllerinde plexus choroideus'larda üretilirken, %40'ı ventrikül epandimi, serebral pial yüzeyler ve subaraknoid aralıklardan salınır. BOS subarachnoidal aralıktan sinüslere granulationes arachnoidea'ye pacchioni korpuskülleri aracılığı ile emilir. BOS aynı zamanda aqueductus cochlea aracılığıyla da iç kulağın perilymphası ile de bağlantılıdır. Ventriküler sistemdeki BOS, ventriculus quartus'un tavanında bulunan apertura mediana (foramen Magendie) ve apertura lateralis (foramen luschca) yoluyla subarachnoid aralığa geçer. Sıvı buradan sinus sagitalis superior içindeki granulationes arachnoidea aracılığıyla venöz sinüslere açılır. BOS bileşiminde çeşitli oranlarda protein, glukoz, lenfosit, Na, K, Cl, Mg ve Ca bulunur. Normal basıncı 50-200 mmHg'dir (1-4).

2.1. BOS'un Görevi

Cerebrum ve medulla spinaliste bulunan ve bir su yastığı gibi koruma görevi yapan sıvıdır. Intracranial basıncı sabitler. Kan-BOS, kan-beyin bariyeri görevi yapar. Ayrıca, sinir dokusu için madde değişim ortamı olarak da fonksiyon görür. Tanı ve tedavi amacıyla sıklıkla L3-4 veya L4-5 omurları arasından lumbal ponksiyon ile BOS incelemesi yapmak amacıyla subarachnoid aralıktan sıvı alınır. BOS basıncı manometre ile ölçülür.

BOS dolaşımı kısaca, lateral ventriculi plexus choroideus, foramen interventricularis, Ventriculus tertius+plexus choroideus, aqueductus mesencephali (aqueductus cerebri, ventriculus quarti+plexus choroideus, foramen mediana ve foramen lateralis aracılığıyla subarachnoid aralık, arachnoid

granulatio aracılığıyla sinus sagitalis superior, confluens sinuum aracılığıyla sinus transversus, sinus sigmoideus, v.jugularis interna) şeklindedir (1,4).

3. Ventriküller

Beyin içinde embriyolojik olarak tubus neuralis'in lümeninden orijin alan içleri beyin omurilik sıvısı ile dolu dört boşluk vardır. Ventriculus olarak adlandırılan, iç yüzleri ependim hücreleri ile kaplı bu boşluklar, birbirileri ile ve subaraknoid aralık ile bağlantılıdır (1).

3.1. Ventriculus lateralis

Beyin hemisferinin içinde bulunur. Frontal lob'da uzanan cornu anterior, oksipital lob'da uzanan cornu posterior ve temporal lob'da uzanan cornu inferior olmak üzere boynuz şekilli üç uzantı uzanır. Bu üç uzantı pars centralis'te birleşir. Ventriculus lateralis fornix'lerin arkasında sağ ve sol foramen interventriculare (Monroe deliği) ile 3.ventriküle açılır (1-4).

3.2. Ventriculus tertius

Diencephalon'da yerleşen bölümdür. Orta hatta yer alan bu dar, yassı boşluk, önde sağ-sol foramen interventriculare ile ventriculus lateralis'lere, arkada orta hattaki aqueductus cerebri ile de ventriculus quartus'a bağlanır. İçi ependim tabakası ile doludur.

Dört duvarı vardır:

Ön duvar: Lamina terminalis ve commissura anterior tarafından yapılır. Lamina terminalis, chiasma opticum ile rostrum corporis callosi arasında uzanan bir bölmedir. Bu duvar, recessus triangularis ve recessus opticus'a sahiptir.

Alt duvar: Hipotalamus'a ait (chiasma opticum, recessus infundibularis, tuber cinereum, infundulum ve corpus mamillare) oluşumlar bulunur.

Arka duvar: Alt bölümde aqueductus cerebri bulunur. Üst bölümünü ise aşağıdan yukarıya doğru commissura posterior, corpus pineale ve commissura habenularis oluşturur. Burada recessus pinealis vardır.

Üst duvar: Ependim tabakası ile tela choroidea ventriculi tertii tarafından oluşturulur. Commissura habenulorum'un üst tarafında recessus suprapinealis'e sahiptir.

Yan duvarlar: Üst bölümünü thalamus, alt bölümünü hypothalamus'un medial yüzleri yapar ve burada sulcus hypothalamicus bulunur (1,2,5-8).

3.3. Ventriculus quartus

Pons, bulbus arka yüzü ile cerebellum arasındadır. Tabanı öne aşağı bakan bir çadıra benzetilmektedir. Tabanını fossa rhomboidea (pons, bulbus), tavanını cerebellum yapar. Yan taraflara doğru uzanan çıkmazlarında yer alan apertura lateralis ventriculi quarti (foramen Luschka) ve arka duvarında yer alan apertura mediana ventriculi quarti (foramen Magendie) adı verilen delikler aracılığıyla subaraknoid boşluğa açılır. At kısmında ucuna canalis centralis açılır. Ventriculus tertius ile ventriculus quarti arasındaki bağlantı aqueductus cerebri (Sylvii) ile sağlanır (1,2,5).

3.4. Klinik Bilgi

Hidrosefali, BOS'un fazla üretimi, dolaşımında tıkanıklık ya da emilim sorunu nedeniyle ventrikül içerisinde birikmesi ve henüz eklemleri kaynaşmamış bebeklerde kafanın büyümesi ile devam eden bir klinik durumdur. Ventriküllerin şişmesiyle beraber cortex cerebri dışarı doğru itilir ve inceler. Hidrosefalili çocuklarda gözlerde batan güneş görünümü tipiktir.

Otorrhea, kafanın özellikle orta bölümünü (fossa cranii media) içerisine alan kırıklarda orta kulak boşluğunun üzerindeki beyin zarlarının ve kulak zarının yırtılmasını takiben, BOS'un kulaktan sızması durumuna verilen addır. Kırık fossa cranii anterior'daysa ve lamina cribrosa'yı içeriyorsa BOS burundan sızabilir. Bu durumda rhinorrhea'dan bahsedilir. Her iki durumda menenjit yani beyin zarlarının enfeksiyonundan bahsedilir. Beyin zarlarının iltihaplanmasına menenjit denir (1,9-11).

4. Beyin ve Omuriliğin Örtüleri

Beyin dokusu son derece yumuşak bir yapıya sahiptir ve travmalara karşı oldukça hassastır. Hücresel yapısındaki hasarların geri dönüşü genellikle çok zor olduğundan, dışta kafatası kemikleriyle, içeride ise beyin zarlarıyla korunur. Merkezi sinir sistemi bölümleri cranium ve columna vertebralis'in iç tarafında da üç katmanlı bir örtü ile sarılmıştır. Beyin ve omuriliği saran bu üç katmana meninksler (meninges) denir. Meninges adı verilen beyin zarları en dışta dura mater cranialis, arachnoid mater cranialis ve pia mater cranialis adlı zarlardan oluşmaktadır.

Beyin zarları ve bunların B.O.S ile ilişkilerini anlamak, birçok kafa travması ve intrakranial hastalıkları anlama konusunda yardımcı olur (1-5).

4.1. Pia mater cranialis

Omuriliğin yüzeyine, beyine yapışarak tüm sulcusları ve gyrusları saran, beyin ve omurilik yüzeyine çok sıkı bir şekilde yapışan, damar bakımından da

zengin bir tabaka olan pia mater en içte bulunur. Pia mater ventriküllerde iki kat pia'dan oluşan tela choroidea ve bunlar da daha derindeki ependim tabakası ile birlikte damarlardan zengin plexus choroideus'ları oluşturur. BOS, plexus choroideuslarda üretilir. Piamater spinalis oluşumları aşağıda sıralanmıştır.

Filum terminale: Conus medullaris'ten 1.veya 2.cocygeal omura kadar uzanan yaklaşık 20 cm uzunluktaki bu yapının pars pialis (filum terminale internum) ve pars duralis (filum terminale externum) olmak üzere iki bölümü vardır. Pars pialis, spatium subarachnoideum'da bulunan yaklaşık 15cm'lik bölümdür. Pars duralis ise filum terminale'nin dural keseyi deldiği S2 düzeyinden, hiatus sacralis'ten geçerek tutunduğu 1. veya 2. cocygeal omura kadar olan 5 cm'lik bölümdür.

Ligamentum denticulata: Koronal planda omuriliğin yan yüzlerinden, arachnoidea ve dura mater spinalis'e uzanan 21 çift üçgen şeklindeki yapılardır. Bu bağlar, foramen magnum'dan L1 spinal sinirin dura materi deldiği hizaya kadar, spinal siniri oluşturacak radix anterior ve radix posteriorlar arasından geçer (1-4,12).

4.1.1. Klinik Bilgi

Pia mater ve arachnoidea mater, embriyolojik olarak beyni saran tek bir mezodermal tabakadan gelişir. Gelişim sürecinde bu tabaka içinde sıvı dolu boşluklar oluşur ve yapı iki yaprağa ayrılır. Buna rağmen aralarındaki bağlantı korunur; çok sayıda mezankimal bağ dokusu uzantısı (trabeculae) ile birbirine tutunurlar. Trabekulalar arasındaki aralıklar süngerimsi spatium subarachnoideum'u oluşturur. Pia mater ve arachnoidea birlikte leptomeninx olarak adlandırılır; bu zarların enfeksiyonları piaaraknoidit, leptomenenjit veya menenjit terimleriyle ifade edilir.

Nervus opticus'un arka bölümünü de spatium subarachnoideum çevreler. Sinir içinde a. centralis retinae ve v. centralis retinae seyreder. Liquor cerebrospinalis basıncının artması durumunda optik sinir bası altında kalır; venöz dönüş bozulur, retina ödemi gelişir ve papilla optica'da şişme (papilledema) ortaya çıkar. Bu bulgu fundus muayenesinde saptanır.

Circulus arteriosus cerebri'deki bir anevrizmanın rüptürü subaraknoid boşluğa kanamaya yol açar. BOS içine karışan kan kafa içi basıncı yükseltir. Artan basınç, optik siniri saran subaraknoid boşlukta venöz dönüşü engelleyerek retina kapiller basıncını artırır. Bunun sonucunda retina ile corpus vitreum arasında subhyaloid kanamalar gelişir (1,3,10).

4.2. Arachnoid mater cranialis

Dura mater ile piamater arasında yer alan ince, örümcek ağı şekline benzeyen, avasküler bir katmandır. Beyni sulcusa girmeden sarar. Arachnoidea mater, villi ve granülasyonlar şeklinde, özellikle sinus sagittalis superior olmak üzere venöz sinüsler içine uzanır. Granulatio arachnoidea hipertrofiye villi arachnoidea'lerden oluşur. Bu çıkıntılar serebrospinal sıvının venöz sisteme geçişini sağlarlar. Arachnoid mater, ince ve geçirimsiz bir tabakadır. Dura mater ile arachnoid mater arasında, spatium subdurale olarak adlandırılan, potansiyel bir boşluk olan içinden superior serebral venlerin geçtiği bir aralık vardır. Ruptürleri, subdural kanamaya neden olur. Arachnoid mater ile pia mater arasında serebrospinal sıvı (BOS) ile dolu olan spatium subarachnoideum yer alır. IV. ventriküldeki BOS, apertura mediana ventriculi quarti ile subarachnoid aralığa geçer. Bu aralıktaki BOS, dura mater ven sinüslerine aktarılır. Spatium subarachnoideum, nn. olfactorii, n. opticus ve n. vestibulocochlearis'in çevresinde uzanır. Beyin oyuklarına da giren subarachnoid aralık, bazı yerlerde genişleyerek cisterna subarachnoidea oluşumuna neden olur. Bunların en büyüğü, cerebellumun alt yüzü ile medulla oblongata'nın arka yüzünün üst bölümü arasında yer alan cisterna cerebellomedullaris posterior (magna)'dır. Diğer cisternalar sırasıyla şunlardır: Cisterna pontis, pons'un ön yüzünde bulunur. Cisterna interpeduncularis, pedunculus cerebri (serebral ayakçıklar) arasında, corpus callosum ile gyrus cinguli arasında cisterna pericallosa, chiasma opticum'un önünde cisterna chiasmatica, sulcus lateralis cerebri'de cisterna fossa lateralis cerebri, ve içinde v. cerebri magna'nın olduğu, splenium corporis callosi ile cerebellum ön yüzü arasında seyreden cisterna ambiens bulunur. Cisterna magna'dan sternal ponksiyon ile serebrospinal sıvı alınabilir.

Arachnoid mater spinalis: İnce ve avasküler bir örtüdür. Dış yüzü ile dura mater spinalis'e temas eder. Pia mater spinalis ile arasında BOS ile dolu spatium subarachnoideum bulunur. Omurilik boyunca uniform olarak uzanan spatium subarachnoideum, L1 omurun distalinde S2 omura kadar uzanan bir genişliğe sahiptir. Cisterna lumbalis olarak adlandırılan bu yapıda, filum terminale ve cauda equina yer alır. Spinal anestetik maddeler, L3-L4 omurlar arasından girilerek cisterna lumbalis'e enjekte edilir (1-5,13,14).

4.2.1. Subarakhnoid Aralık ve Sisternalar

Subarachnoideum spatium, özellikle beyin tabanında bazı bölgelerde belirgin biçimde genişler. Bu genişlemiş boşluklar cisterna olarak adlandırılır. Başlıca sisternalar şunlardır:

- a. Cisterna cerebellomedullaris (cisterna magna): Medulla oblongata'nın arka tarafında yer alır.

- b. Cisterna pontis: Pons'un ön yüzü boyunca uzanır.
- c. Cisterna interpeduncularis: Lobus temporalis'in medial yüzü düzeyinde bulunur.
- d. Cisterna chiasmatica: Chiasma opticum çevresinde yer alır.
- e. Cisterna fossae cerebri lateralis: Fissura lateralis cerebri üzerinde, temporal lob düzeyindedir.
- f. Cisterna venae cerebri magnae: Corpus callosum ile cerebellum arasındaki boşlukta yer alır.
- g. Cisterna pontocerebellaris: Pons ile cerebellum arasındaki subaraknoid aralığı oluşturur (1-3).

4.3. Dura Mater Cranialis

Dura mater, yoğun bağ dokusundan oluşan bir katmandır. Dura mater, kollajen bağ dokusundan oluşan kalın ve dayanıklı bir zardır ve iki tabakadan meydana gelir: 1) Dış periosteal tabaka (endocranium), 2) İç meningeal tabaka.

Periosteal tabaka, kafatası boşluğunun periostu olup Sharpey lifleri ile kemiklerin iç yüzüne tutunur. Calvaria düzeyinde kemiklerden kolay ayrılabilirken, kafa tabanındaki kemik çıkıntılarına sıkı şekilde yapışmıştır.

Meningeal tabaka, sinüslerin bulunduğu alanlar dışında periosteal tabakaya sıkıca yapışır ve çoğu bölgede tek yaprak görünümündedir. Bu tabaka foramen magnum kenarından itibaren tek yaprak hâlinde vertebral kanala uzanarak spinal dura mater'i oluşturur. Ayrıca kranial ve spinal sinirleri deliklerinden geçerken tüp şeklinde sarar, sinirlerin epineurium'u ile devam eder ve ganglionları da çevreler. N. opticus'un dural kılıfı sclera ile devamlılık gösterir. Endocranium, kafa deliklerinin çevresinden dışa çıkarak pericranium ile birleşir.

Kafatası içinde oluk ve çukurların bulunduğu bölgelerde dura ile endocranium birbirinden ayrılabilir. Fossa hypophyseae düzeyinde dura kendine özgü anatomik özellikler gösterir.

Dura Septumları: Dura mater, beyin bölümleri arasına uzantılar göndererek iki supratentorial ve bir subtentorial olmak üzere üç ana boşluk oluşturur. Subtentorial boşlukta cerebellum ve beyin sapı, supratentorial boşluklarda ise serebral hemisferler yer alır.

Falx cerebri: Fissura longitudinalis cerebri içine uzanan, orak biçimli ve sagittal konumlu bir dural septumdur. Önde crista galli ve crista frontalis'e, arkada protuberantia occipitalis interna'ya tutunur ve orta hatta tentorium cerebelli ile birleşir. Üst kenarı boyunca sinus sagittalis superior, alt kenarı

boyunca sinus sagittalis inferior bulunur. Falx cerebri, hemisferlerin lateral yönde aşırı yer değiştirmesini sınırlar.

Tentorium cerebelli: Fossa cranii posterior'un üstünü çadır biçiminde örter ve lobus occipitalis'leri cerebellum'dan ayırır. Ön yanlarda pars petrosa ossis temporalis'in üst kenarlarına ve processus clinoidei posteriores'e, arkada sulcus sinus transversı kenarlarına tutunur. Ön-iç kenarı serbesttir ve bu kenar ile dorsum sellae arasında incisura tentorialis yer alır. Bu açıklıktan mesencephalon geçer. Vermis cerebelli'nin üst-ön bölümü ve temporal lobun uncus kısmı ile yakın komşuluk gösterir.

Falx cerebelli: tentorium cerebelli'nin alt yüzünden aşağı uzanarak iki serebellar hemisfer arasına girer.

Falx cerebri ve tentorium cerebelli yalnızca meningeal dura yaprağından oluşur. Tentorium cerebelli, dik pozisyonda oksipital lobların aşağı doğru yer değiştirmesini engeller.

Diaphragma sellae: sella turcica'da fossa hypophyseae'nin üzerini örten dural yapıdır. Ortasında bulunan açıklıktan infundibulum geçer (1-8).

4.3.1. Klinik Bilgi

Dura mater, tek başına pachymeninx olarak adlandırılır; bu zarın enfeksiyonları pachymeningitis terimiyle ifade edilir.

Dura mater, calvaria'nın iç yüzüne gevşek, kafa tabanı kemiklerinin çıkıntılı bölgelerine ise sıkı şekilde tutunmuştur. Bu nedenle kafa travmalarında kemik kırığı olmaksızın duranın kemikten ayrılması mümkündür. Kafa tabanı kırıklarında ise dura sıklıkla yırtılır ve BOS, burun, kulak, nazofarinks yoluyla dışarı akabilir ya da yumuşak dokularda birikebilir.

Incisura tentorialis'ten mesencephalon geçer ve bu bölgede anatomik boşluk sınırlıdır. Beyin ödemiyle mesencephalon'un hacminin artması, BOS'un supratentorial alana geçişini engelleyebilir ve supratentorial ile subtentorial bölümlerde farklı basınçlar oluşmasına yol açar. Basınç farkı geliştiğinde beyin dokusu düşük basınçlı bölgeye doğru yer değiştirebilir. Supratentorial basıncı artıran lezyonlarda, temporal lobun uncus bölümü incisura tentorialis'e doğru herniye olabilir. Bu sırada n. oculomotorius (III) gerilerek veya bası altında kalarak okulomotor paraliziye neden olur; aynı tarafta pupilla dilate ve hareketsizdir. Artmış kafa içi basınç ayrıca tonsilla cerebelli'lerin foramen magnum'a doğru herniasyonuna yol açarak medulla oblongata'daki yaşamsal merkezleri baskılayabilir.

Hypophysis tümörleri, diaphragma sellae'yi yukarı doğru bombeleştirerek diafragmaadaki açıklıktan taşar. Bu durum erken veya geç endokrin bozukluklara neden olur; ayrıca yukarı doğru büyüyen tümör chiasma opticum'a bası yaparak görme alanı kusurları oluşturabilir.

Meningioma'lar, primer intrakraniyal tümörlerin yaklaşık dörtte birini oluşturur. Gelişimleri sırasında beyin dokusuna bası yaparak kafa içi basıncı artırır. En sık yerleşim alanları os sphenoidale'nin ala minor bölgesidir (1-3, 9, 10).

4.4. Beyin Zarı Aralıkları

Spatium epidurale: Dura mater ile kemik arasındaki aralıktır. Normal koşullarda potansiyel bir boşluk niteliğindedir; ancak bu alanda kan birikmesi durumunda gerçek bir boşluk hâline gelir ve epidural hematom oluşur.

Spatium subdurale: Dura mater ile arachnoidea mater arasında yer alır. Bu aralıkta ince bir sıvı tabakası bulunur ve fizyolojik olarak potansiyel boşluk kabul edilir (1-3).

5. Beynin Venöz Sinüsleri

Dura materin iki tabakası arasında yer almış geniş venöz aralıklardır. Genellikle dura septumlarının tutunma kenarları boyunca seyrederek. Bu sinüsler, beynin tüm venöz kanını boşaltırlar.

Sinus sagitalis superior: Falx cerebri'nin üst tarafı boyunca, crista galli'den confluens sinuum'a kadar uzanır. Genel olarak %60 oranında sağ sinus transversus ile devam eder veya çatallanarak her ikisi ile de devam ederek sonlanır. Sinus sagitalis superior'un sonlandığı nokta bir genişleme gösterir. Buraya confluens sinuum denir. Sinus sagitalis superior iki yanında, yarık şekilli açıklıklarla, lacuna laterale denilen venöz gölcüklere birleşir. Bu gölcüklerin çoğunun içine villi arachnoidea denilen uzantılar gömülmüştür. Bu uzantılar, B.O.S.'un venöz kan içine geçtiği oluşumlardır. İlerleyen yaşla birlikte villi arachnoidale hipertrofiye uğramış kümeler halindedir. Bu kümeler granulationes arachnoidale adını alır. Sinus sagitalis superior ayrıca foramen parietale'den geçen vv.emissarie vasıtasıyla SCALP venlerine birleşir.

Sinus sagitalis inferior: Falx cerebri serbest alt kenarının, arka 2/3 kısmında yerleşir. Arkada vena cerebri magna ile birleşerek sinus rectus'a dökülür.

Sinus rectus: Vena cerebri magna ve sinus sagitalis inferior'un birleşmesiyle oluşur.

Sinus transversus: Occipital kemikten aynı isimli oluklar içinde ve tentorium cerebelli'nin bu kemiğe tutunduğu kenarlar boyunca seyrederek.

Sinus sigmoideus: Parietal kemiğin alt arka açısından foramen jugulare'ye kadar uzanan kısmı (S) harfi şeklinde kıvrılmıştır. Sinusun bu kısmına sinus sigmoideus adı verilir.

Sinus occipitalis: Foramen magnum arka kenarlarını çevreleyen küçük bir sinüstür. Falx cerebelli içinden geçerek confluens sinuum'a dökülür. Ön uçları plexus vertebralis internus'a açılabilir.

Sinus cavernosus: Sinus cavernosum, yaklaşık 2 cm uzunluğunda ve 1 cm genişliğinde olan, çift hâlinde bir venöz sinüstür. Sfenoid kemiğin cismi ile sella turcica'nın her iki yanında yer alır. İç yapısının süngerimsi görünümünden dolayı "kavernöz" adını almıştır. Önde fissura orbitalis superior, arkada temporal kemiğin pars petrosa'sının ön ucu ile sınırlanır. Sinüsler, diaphragma sellae içinden geçen ön ve arka interkavernöz sinüsler aracılığıyla birbirleriyle bağlantılıdır. Arka uçları sinus petrosus superior ve sinus petrosus inferior ile devam eder. Kanı üst ve alt oftalmik venlerden, vena cerebri media'dan ve sinus sfenoparyetalis'ten alır. Sinus sfenoparyetalis, sfenoid kemiğin küçük kanadının arka kenarı boyunca seyredir. Kavernöz sinüslerin yan duvarına komşu olarak sırasıyla n. oculomotorius (III), n. trochlearis (IV), n. ophthalmicus (VI) ve n. maxillaris (V2) yer alır. Daha derinde ise n. abducens (VI) ve a. carotis interna bulunur. Sinus cavernosum boşluğu, meningeal tabaka ile endokranium arasında uzanan düzensiz ve süngerimsi fibröz trabeküllerle doludur. Bu trabeküllerin aralarında endotel ile çevrili boşluklar yer alır. Bu yapısal özellik nedeniyle sinüs içerisindeki kan akımı yavaştır (1-8).

5.1.1. Klinik Bilgi

Beyin ve beyin zarlarının venöz kanı esas olarak v. jugularis interna aracılığıyla boşaltılır. Bununla birlikte, vv. emissariae olarak adlandırılan ek drenaj yolları klinik açıdan önem taşır. Bu venler aracılığıyla saçlı deri enfeksiyonları dura venöz sinüslerine yayılabilir ve tromboflebit gelişimine yol açabilir.

V. facialis ile v. ophthalmica arasındaki anastomoz, yüz bölgesi tromboflebitlerinin sinus cavernosus'a yayılmasını mümkün kılar. Bu durumda sinüs içinden geçen tüm önemli yapılar risk altına girer. Tek taraflı sinus cavernosus tromboflebiti, sinus intercavernosus yoluyla karşı tarafa da geçebilir.

A. carotis interna'nın sinus cavernosus içinde yırtılması sonucunda büyük bir arteriovenöz fistül oluşur. Arteriyel kanın sinüs içine dolmasıyla vena ophthalmica dallarında geriye doğru akım meydana gelir ve bu venler genişler. Sonuçta göz küresi öne doğru yer değiştirir (exophthalmus). Göz, a. radialis nabızıyla senkron nabız verir (nabızlı exophthalmus); konjonktiva ödemli ve hiperemiktir (chemosis).

Sinus occipitalis ve sinus basilaris, foramen magnum düzeyinde plexus venosus vertebralis internus ile anastomoz yapar. Bu bağlantı sayesinde kan, vertebral venöz pleksustan dura ven sinüslerine veya ters yönde geçebilir. Bu yol, toraks, abdomen ya da pelvis kaynaklı tümör hücrelerinin beyine metastazını açıklayabildiği gibi, doğum sonrası pelviste oluşan bir trombüsün kalp ve akciğerlere uğramadan dura ven sinüslerine ulaşmasını da açıklar.

Baş travmaları çeşitli tiplerde intrakraniyal kanamalar ile ilişkilidir. Bu kanamalar, beyin zarları arasındaki yerleşimlerine göre sınıflandırılır.

Ekstradural kanamalar, başa alınan darbeler sonrası ortaya çıkar. Genellikle kısa süreli bilinç kaybını takiben geçici düzelme ve ardından bilinç bozulması görülür. Bu tip kanamalarda çoğunlukla a. meningica media veya dalları, özellikle frontal dalı, yırtılmıştır; nadiren sinus sagittalis superior da etkilenir. Dura'nın endosteal tabakasının kemiğe gevşek tutunması nedeniyle kan birikimi gerçek bir epidural aralık oluşturur ve epidural hematoma gelişir. Hematomun beyin üzerine baskısı, supratentorial basınç artışına ve temporal lob unci'sunun incisura tentorialis'ten aşağı doğru herniasyonuna neden olabilir. Bu durum n. oculomotorius (III) basısına bağlı okulomotor paralizi ile sonuçlanır. Basıncın ileri derecede artması hâlinde tonsilla cerebelli'nin foramen magnum'dan herniasyonu, medulla oblongata'daki solunum ve dolaşım merkezlerini baskılayarak ölümcül olabilir.

Subdural kanamalar, kafa travması sırasında beynin sarsılması sonucu, özellikle yaşlı bireylerde ortaya çıkar. Çoğunlukla sinus sagittalis superior'a dökülen serebral venlerin yırtılmasıyla oluşur. Akut ve kronik tipleri vardır. Başlangıçta kan, hemisfer yüzeyine yayılır; günler içinde eminentia parietalis'ler altında subdural hematoma meydana gelir. Kan miktarının artmasıyla intrakraniyal basınç yükselir ve bu durum, hafif bir travmayı izleyen haftalar boyunca yavaş ilerleyen klinik tabloyu açıklar.

Subaraknoid kanamalar, çoğunlukla sakküler bir anevrizmanın yırtılması sonucu gelişir; kafa kırıkları ve beyin laserasyonlarıyla da ilişkili olabilir. Şiddetli baş ağrısı, ense sertliği ve bilinç kaybı tipiktir.

Intraserebral kanamalar çeşitli nedenlerle oluşabilse de en tipik tablo, a. cerebri media'nın corpus striatum'a giden dallarının kanamasıdır. Hastalarda sıklıkla hipertansiyon öyküsü bulunur. Bu dallardan biri Charcot arteri olarak bilinir. Kanama, motor korteksten inen yolları etkileyerek karakteristik paralizik inme (stroke) tablosuna yol açar (1-3,9-11,15).

Kaynakça

1. Dere F. Atlaslı Nöroanatomî Fonksiyonel Nöroloji. Adana: Adana Nobel Kitabevi; 2012.
2. Arıncı K, Elhan A. Anatomî. Ankara: Güneş Kitabevi; 2006.
3. Gökmen FG. Sistematik Anatomî. İzmir: İzmir Güven Kitabevi; 2003.
4. Ergun MK, Hayran M. Anatomî. Ankara: MN Medikal & Nobel Tıp Kitabevi; 2014.
5. Kahle W, Frotscher M. İnsan Anatomisi Renkli Atlası Cilt 3 Nöroanatomî. Çev: Kopuz C. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2013.
6. Standring S. Gray's Anatomy, The Anatomical Basis of Clinical Practice, Fortieth Edition, London: Churchill Livingstone Elsevier; 2008.
7. Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomî. Ankara: Metu Press; 1998.
8. Arifoğlu Y. Her Yönüyle Anatomî (3 bs.). İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri; 2019.
9. Moore KL. Kliniğe Yönelik Anatomî. Çev: Şahinoğlu K. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
10. Splittergerber R. Snell Klinik Nöroanatomî. Çev: Mehmet Yıldırım. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2020.
11. Özdemir G. Klinik Nöroanatomî ve Nörolojik Muayene. Ankara: MN Medikal & Nobel Tıp Kitabevi; 2012.
12. Shafique S, Rayi A. Anatomy, Head and Neck, Subarachnoid Space. [Updated 2023 Aug 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557521/>
13. Yıldırım M. Resimli Sistematik Anatomî. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2020.
14. Carpenter MB. Neuroanatomy. Fourth Edition. Williams & Wilkins; 1991.
15. Ghannam JY, Al Kharazi KA. Neuroanatomy, Cranial Meninges. [Updated 2023 Jul 24]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539882/>

Merkezi Sinir Sisteminin Arterleri ve Venleri: Anatomik ve Klinik Açıklamalar

Atila Yoldaş¹

Eda Esra Aksoy²

Özet

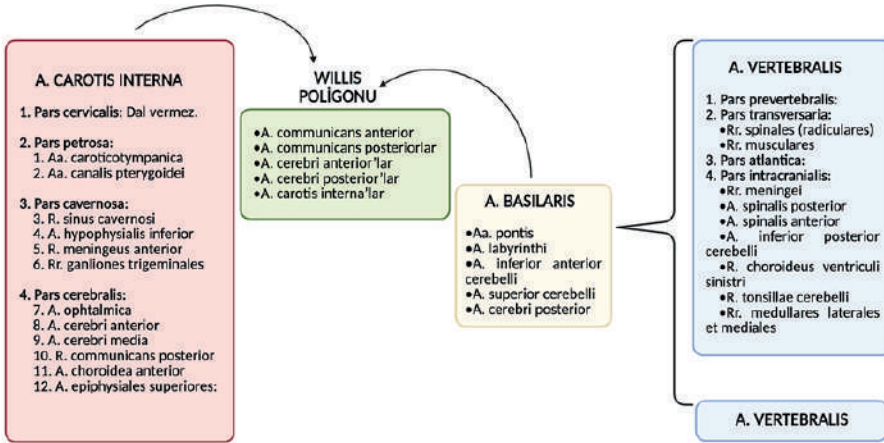
Her doktor ve sağlık çalışanı meslek hayatları süresince inme, beyin sirkülasyon bozukluğu, pıhtı oluşumu gibi vakalarla sıklıkla karşılaşabilmektedir. Bu açıdan damarların seyrini ve beslediği alanları bilmek tanı ve uygun tedavi protokolü oluşturmak açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu dolaşım yollarını bilmek, bir hastanın inme semptomlarına göre (örneğin tek taraflı kol/bacak zayıflığı, konuşma bozukluğu, görme kaybı) hangi damarın tıkan- dığını ya da kanadığını bilmek, dolayısıyla hangi beyin alanının etkilendiğini anlamak için temel bir araçtır. Merkezi sinir sistemi temel olarak 4 arter ve dalları tarafından beslenmektedir. Bunlar: iki adet **arteria vertebralis**, iki adet **arteria carotis interna**'dır. A. carotis interna'lar ve dalları lobus occipitalis ve lobus temporalis'in bazı bölümleri hariç hemisferlerini beslerken, kalan hemisfer kısımları, beyin sapı ve cerebellum a. vertebralis'ler ve dalları tarafından beslenmektedir.

Beyin venöz sinüslerinde pıhtı oluşumu (serebral venöz sinüs trombozu), baş ağrısı, papil ödem ve nöbetlere neden olabilir. Beyinde venöz kan **yüzeysel** ve **derin venler** aracılığıyla sinus durae matris'te toplanır. Yüzeysel venler köprü venler aracılığıyla doğrudan beyindeki sinüslere açılırken, derin venler kanı önce **v. magna cerebri**'de toplar, daha sonra sinus rectus aracılığıyla sinus durae matrislerle taşır. Tüm bu sinüslerde toplanan venöz kan, nihayetinde büyük ölçüde **vena jugularis interna** aracılığıyla kalbe geri dönmektedir.

- 1 Profesör Doktor, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalı, atillayoldas@hotmail.com, 0000-0002-7807-0661
- 2 Araştırma Görevlisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Anatomi Anabilim Dalı, eesenn@hotmail.com, 0000-0001-6851-0443

1. Merkezi Sinir Sistemi Arterleri

Merkezi sinir sistemini cranium içerisinde bulunan **cerebrum (beyin)** ve canalis vertebralis içinde bulunan **medulla spinalis (omurilik)** oluşturur. Beyin vücudun metabolik olarak en aktif organlarından biridir ve sürekli oksijene ihtiyaç duyar. (1) Vücutta tüketilen toplam oksijen miktarının yaklaşık %20'si beyin tarafından kullanılır. Bu sebeplerle merkezi sinir sisteminin kanlanması hayati öneme sahiptir. Bu sistemin kanlanmasından sorumlu arterlerin tümü spatium subarachnoideum'da bulunur (2). Merkezi sinir sisteminin ön kısmı karotis sistemi, arka kısmı ise vertebrobasiler sisteminin getirdiği kan ile beslenir. Her iki sistem beyin tabanında anastomoz yaparak circulus arteriosus cerebri'yi (Willis poligonu'nu) oluşturur (1). Merkezi sinir sisteminin beslenmesinden sorumlu arterler **Şekil 1**'de şematize edilmiştir.



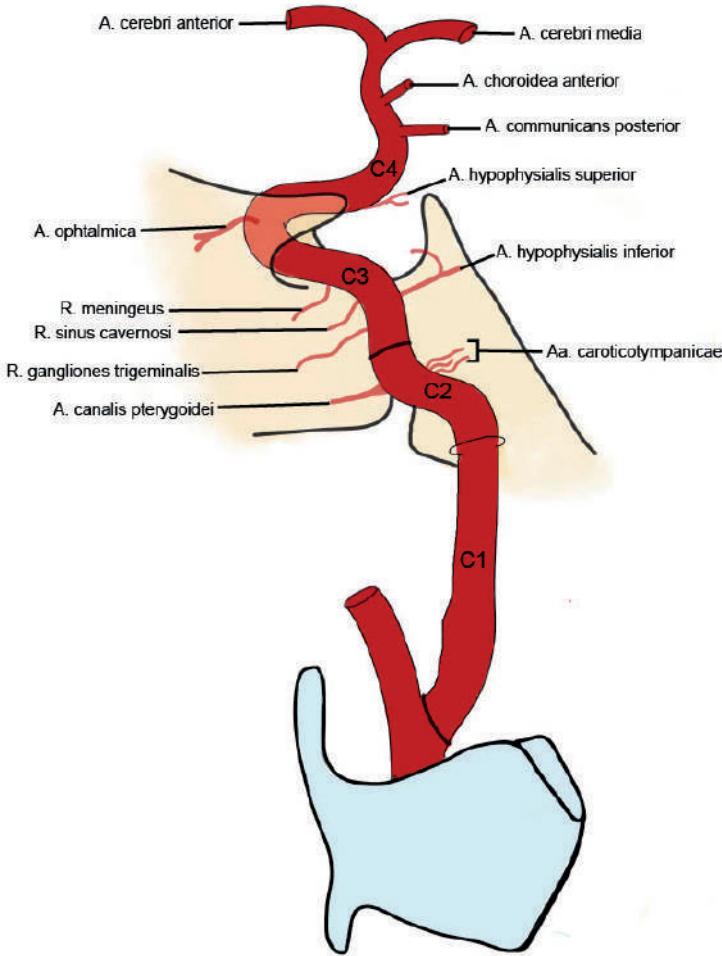
Şekil 1 Merkezi sinir sisteminin beslenmesinde görevli arterler

1.1. A. Carotis Interna'nın Bölümleri ve Anatomisi

A. carotis communis'ler cartilago thyroidea'nın üst kenarı (yaklaşık C3-C4) seviyesinde çatallanarak (bifurcatio carotidis) **a. carotis externa** ve **a. carotis interna** olmak üzere iki dala ayrılır. (3) A. carotis interna'nın başlangıcındaki genişlemeye **sinus caroticus** adı verilir (4). Sinus caroticus duvarında, elastik liflerin ve baroreseptörler bulunmaktadır. Duvarda genişleme olduğunda reseptörler uyarılır ve uyarı nervus glossopharyngeus aracılığıyla beyin sapına iletilir. Bifurcatio carotidis'in arkasında ise **glomus caroticum** şeklinde adlandırılan bir kemoreseptör bulunur. Glomus caroticum'da bulunan hücreler kandaki oksijen ve karbondioksit miktarına karşı duyarlıdır. Buradan çıkan uyarılar n. vagus aracılığıyla yine beyin sapına iletilmektedir (5). A.

carotis externa baş, yüz ve boyunun beslenmesinden sorumlu iken a. carotis interna beynin beslenmesinden sorumlu temel arterlerden biridir (6). A. carotis externa ve a. carotis interna, **a. ophthalmica** (a. dorsalis nasi dalı) ve **a. facialis** (a. angularis dalı) aracılığıyla anastomoz yapar (7).

A. carotis interna C1-3 vertebralarının processus transversus'larının önünden geçerek os temporale'deki canalis caroticus'a girer. Kanaldan çıktıktan sonra, önce foramen lacerum'un üstünden, daha sonra sphenoid kemikte bulunan canalis caroticus'tan geçerek sinus cavernosus'a ulaşır. Sinus cavernosus'tan çıktıktan sonra substantia perforata anterior'un alt kısmında uç dallarına (**a. cerebri anterior** ve **a. cerebri media**) ayrılır (Şekil 2) (2, 8-11):



Şekil 2 A. carotis interna'nın bölümleri, seyri ve dalları

Pars cervicalis: Bifurcatio carotidis ile canalis caroticus arasında kalan bölümdür, ekstrasraniyal yerleşimlidir. Arterin bu parçası **dal vermez (4,8)**.

Pars petrosa: A. carotis interna'nın canalis caroticus'a girdikten sonra başlayan parçasıdır. Bu parçadan çıkan dallar (10):

1. **Aa. caroticotympanica:** Os temporale'nin pars petrosa kısmında orta kulağa giden dallardır (4).
2. **Aa. canalis pterygoidei:** Canalis pterygoidei'de verdiği dallardır. Bu dallar A. carotis externa'nın dalları ile anastomoz yapar (4).

Pars cavernosa: Os temporale'de bulunan apertura canalis carotici'den çıkıp sinus cavernosus'un içinde seyreden parçadır (4). **Sinus cavernosus** içinden **a. carotis interna** ve **nervus abducens** birlikte geçerken diğer yapılar (nervus oculomotorius, nervus trochlearis, nervus ophthalmicus, nervus maxillaris) sinus cavernosus'un dış duvarında bulunur. Bu yapılara ek olarak v. ophthalmica, v. media cerebri ve sinus sphenoparietalis dökülür (12). Bu bölümden çıkan dallar (2,8):

3. **R. sinus cavernosi:** Sinus petrosus inferior, Sinus cavernosus, Ggl. trigeminale ve hipofiz bezini besler (8).
4. **Aa. hypophysialis inferior:** Hipofiz bezinin arka kısmını besleyen birkaç daldır (4,10).
5. **R. meningeus anterior:** Dura mater'i besler (2).
6. **Rr. gangliones trigeminales:** Ggl. trigeminale'nin beslenmesinde rol alır (10).

Pars cerebralis: Sinus cavernosus'tan çıkıp, spatium subarachnoideum'da uç dallarına ayrıldığı yere kadar olan parçadır (2). A. carotis interna'nın pars cavernosa ve pars cerebralis kısmı 'S' şeklinde kıvrım yaparak seyreder. Bu kıvrımlar '**siphon caroticum**' olarak adlandırılır (12).

7. **A. ophthalmica:** A. carotis interna, sinus cavernosus'tan çıktıktan sonra A. ophthalmica dalını verir. Bu arter N. opticus ile birlikte canalis opticus'tan geçerek orbita'ya ulaşır (2). Üst göz kapağının medialinde, uç dalları olan **a. dorsalis nasi** ve **a. supratrochlearis** dallarını verir (11). A. ophthalmica'nın verdiği dallar oküler ve orbital olmak üzere iki grupta incelenir. Oküler dallar göz kaslarını beslerken orbital dallar orbita ve komşu yapıları besler (8).

Oküler dallar:

- **A. centralis retinae:** A. ophthalmica'dan ayrılan en küçük daldır. N. opticus'un kılıfını delerek retinanın merkezine ulaşır. Anastomoz

yapmadan gözde dağıldığı için ‘end arter, terminal arter’ olarak adlandırılır ve tıkanıklığı kalıcı görme bozukluğuyla sonuçlanabilir. (9,11)

- Aa. ciliares posteriores breves: A. ophthalmica’dan doğrudan dallanan ya da dallarından ayrılan 6-12 adet arterdir. Nervus opticus’un sclera’dan göz küresine girdiği kısmın etrafında bulunan deliklerden geçerek processus ciliaris ve choroidea bölümünü besler (8).
- Aa. ciliares posteriores longae: İki adet olan bu arterler sclera ve choroidea arasında bulunur ve m. ciliaris’lere kadar uzanır. Daha sonra dallarına ayrılıp anastomoz yaparak circulus arteriosus iridis major ve minor denilen iki adet damar halkası oluştururlar (11).
- Aa. musculares: Bu dallar a. ophthalmica, a. supraorbitalis ya da a. lacrimalis’ten ayrılabilir. Göz kaslarını beslerler (8). Bu arterlerin bir kısmı aa. ciliares anteriores şeklinde adlandırılır. Circulus arteriosus iridis minor’un oluşumuna katılırlar (11).

Orbital dallar:

- A. lacrimalis: A. ophthalmica’nın en kalın dalıdır. Göz kapağını besleyen aa. palpebrales laterales dalını verir (8).
- A. supraorbitalis: N. supraorbitalis ile birlikte foramen supraorbitale’den geçerek yüzeysel ve derin dallarına ayrılır, alında bulunan deri ve kasları besler (11). A. temporalis superficialis’in r. frontalis dalı, a. supratrochlearis ve karşı tarafın a. supraorbitalis’i ile anastomoz yapar (8).
- A. ethmoidalis posterior: Foramen ethmoidale posterius’tan geçerek fossa cranii anteriora ulaşır. Dura mater ve cellulac ethmoidales posteriores’e dallar gönderir. Bir dalı da lamina cribrosa’dan geçerek burun boşluğunda a. sphenopalatina ile anastomoz yapar (8).
- A. ethmoidalis anterior: N. ethmoidalis anterior (n. nasociliaris’in dalı) ile birlikte foramen ethmoidale antierius’tan geçer ve fossa cranii anterior’a ulaşır. Dura mater, cellulac ethmoidales anteriores ve media, sinüs frontalis, burun boşluğunun lateral duvarının ön kısmı, septum nasi’nin ön kısmı ve burun sırtına dallar vererek bu bölgelerin beslenmesini sağlar (8).
- Aa. palpebrales mediales: Aa. palpebrales laterales dalı ile anastomoz yaparak göz kapaklarını beslerler (8,11).

- A. supratrochlearis: N. supratrochlearis ile birlikte orbita'yı foramen ya da incisura supratrochlearis'ten terk eder. Alın bölgesinin deri, kas kısmını ve pericranium'u besler (10). A. supraorbitalis ve karşı tarafın a. supratrochlearis'i ile anastomoz yapar (8).
 - A. dorsalis nasi: Lig. palpebrale mediale'nin üst kısmından orbita'yı terk eder. Saccus lacrimalis besleyen bir dal verdikten sonra iki dala ayrılır. Dallardan biri a. angularis ile diğeri r. lateralis (a. facialis) ve karşı tarafın aynı isimli arteri ile anastomoz yaparak burnun dış yüzünü besler (8).
- 8. A. cerebri anterior:** A. carotis interna'nın ince olan uç dalıdır (13). Sulcus lateralis'in medialinden başlar ve substantia perforata anterior'u çaprazlayarak fissura longitudinalis cerebri'ye ulaşır. Bu kısımda her iki tarafın a. cerebri anterior'u birbirine çok yakın seyrederek ve a. communicans anterior ile birbirleriyle bağlantı yaparlar (3). Fissura longitudinalis cerebri'de corpus callosum'dan sulcus parietooccipitalis'e kadar seyrederek. Sulcus parietooccipitalis seviyesinde a. cerebri posterior ve dalları ile anastomoz yapar. A. cerebri anterior'un dalları a. communicans anterior'dan önce ve sonra dallanmasına göre iki kısımda incelenir (11):

Pars precommunicans'tan ayrılan dallar:

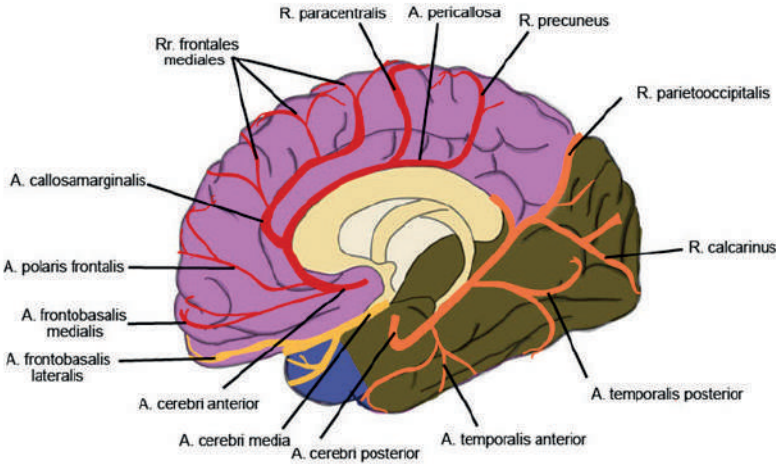
- Aa. centrales anteromediales: Bu bölümden ayrılan dallar beyin dokusuna girerler. Bu dallardan bir tanesi **Heubner'in rekürren arteri** olarak adlandırılır ve corpus callosum, capsula interna ve bazal çekirdeklerin beslenmesinde rol alır (2).
- A. centralis brevis et longa: a. cerebri anterior'un başlangıcından dallanırlar (8).
- A. communicans anterior: Her iki tarafın a. cerebri anterior'ları arasında bağlantı sağlar (6).

Pars postcommunicans'tan ayrılan dallar:

- A. frontobasalis medialis: Bulbus olfactorius, gyrus orbitalis ve gyrus rectus'u besler (11).
 - A. callosomarginalis: Frontal lobun ön, orta, arka bölümlerine (r. frontalis anteromedialis, mediomedialis, posteromedialis) ve gyrus cinguli'ye (r. cingularis) giden dallar verir (8).
 - A. polaris frontalis: Polus frontalis besleyen daldır (10).
 - A. pericallosa (6):
- § A. paracentralis: Lobulus paracentralis'te dağılır (8).

§ A. precuneus: Precuneus'u besler (11).

A. cerebri anterior, beyin hemisferlerinin medial yüzünde sulcus parietooccipitalis'in önünde kalan alanı, hemisferlerin dış yüzünde yaklaşık 2,5 cm genişliğinde bant şeklindeki sahayı, corpus callosum'un çevresini ve frontal lobun alt yüzünü ve besler (6). A. cerebri anterior özellikle bacak ve ayakla ilgili duyu ve motor alanları (lobulus paracentralis) besler (11) (**Şekil 3**). A. cerebri anterior'un tek taraflı tıkanıklıklarında, karşı taraf alt ekstremité distalinde daha belirgin motor ve duyu defisitler görülür. Bunun nedeni a. cerebri media'nın alt ekstremité proksimaline dallar göndererek beslenmesinde rol almasıdır. Lezyona bağlı olarak lobulus paracentralis'in beslenmesinin bozulmasıyla üriner inkontinans bulguları da eşlik eder. Bilateral oklüzyonda ise frontal ve lob semptomları (karakter değişikliği), motor afazi, parapleji ve üriner inkontinans belirtileri ortaya çıkabilir (6,11,13).



Şekil 3 Beynin medial yüzünün beslenmesinde görevli damarlar (A. cerebri anterior'dan ayrılan dallar kırmızı-beslediği kortikal alan pembe, a. cerebri media'nın dalları sarı, beslediği alan mor, a. cerebri posterior'un dalları turuncu-beslediği alan yeşil)

9. **A. cerebri media:** A. carotis interna'nın kalın olan uç dalıdır. Substantia perforata anterior'dan dış yan tarafa doğru uzanarak sulcus lateralis içinde arkaya doğru seyrederek (2). A. cerebri media 3 kısımda incelenir: **Pars sphenoidalis, pars insularis, pars terminalis** (10). Pars sphenoidalis kısmından central dallar çıkarken diğer bölümlerden ise kortikal dallar çıkmaktadır (2).

Pars sphenoidalis:

Bu bölümden **aa. centrales anterolaterales** isimli ince dallar çıkar. Aa. centrales anterolaterales'ler substantia perforata anterior'dan beyine ulaşarak bazal çekirdekleri besler (2). Bu arterin dallarından en kalın olanı **Charcot'un arteri'dir** ve beyin kanamalarında öneme sahiptir (11).

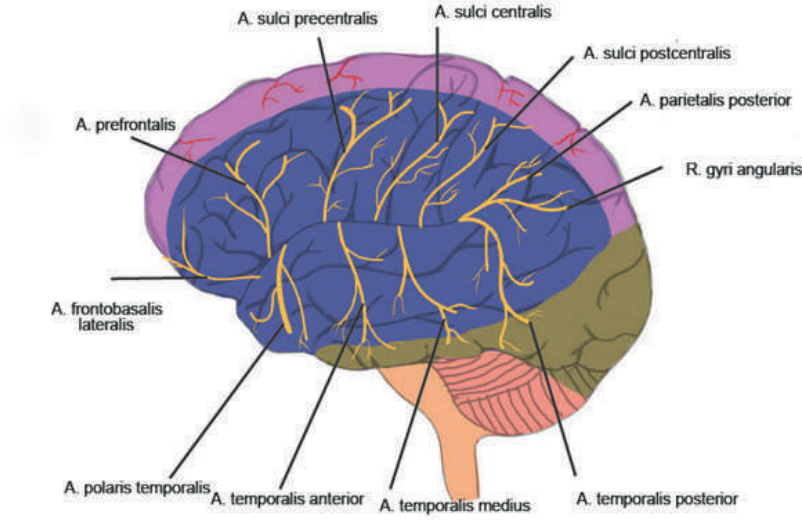
Pars insularis:

- Aa. insulares: İnsula'yı besleyen dallardır.
- A. frontobasalis lateralis: Frontal lobun orbital yüzünün dış kısmını ve gyrus frontalis inferior'u besler.
- A. temporalis anterior, media, posterior: Temporal lobu besler (8,10,13).

Pars terminalis:

- A. prefrontalis
- A. sulci centralis: Sulcus centralis'te seyreder.
- A. sulci precentralis: Sulcus paracentralis'te seyreder.
- Aa. parietales anteriores posteriores: Parietal lobda dağılır.
- A. gyri angularis: Gyrus angularis'te seyreder (8,10,13).

A. cerebri media sulcus lateralis'ten çıkarak lobus occipitalis ve a. cerebri anterior'un beslediği bant şeklindeki alan hariç hemisferlerin dış yüzlerine dallar vererek bu bölgeleri besler. A. cerebri media'dan çıkan bazı küçük dallar polus occipitalis'teki santral görme sahasının beslenmesine yardımcı olur. Özetle a. cerebri media yüz, üst ekstremit ve gövde ile ilgili duyu ve motor alanları besler. Ayrıca radiatio optica'yı, makula'nın temsil ettiği vizüel kortikal alanı, konuşma ile ilgili olan Broca (motor) ve Wernicke (duyu) alanlarının beslenmesinden sorumludur (11,13) (**Şekil 4**). **A. cerebri media'nın tıkanması**, global afazi, karşı taraf yüz ve üst ekstremitde sensorimotor defisitler, homonymous hemianopsia yaratır. Harabiyetin uğradığı hemisfere göre spatial algılama ve konuşma bozukluğu bulguları da eşlik edebilir (6).



Şekil 4 A. cerebri media'nın dalları (A. cerebri anterior'un beslediği kortikal alan pembe, a. cerebri media'nın beslediği alan mor, a. cerebri posterior'un beslediği alan yeşil renkle gösterilmiştir. A. cerebri media'dan çıkan dallar sarı)

10. **A. communicans posterior:** A. carotis interna'nın dalı olan bu arter a. basilaris'n dalı olan a. cerebri posterior ile anastomoz yapar. **Nervus oculomotorius** en sık A. communicans posterior'da gerçekleşen anevrizmalardan etkilenir (6,11,13).
11. **A. choroidea anterior:** Ventriculus lateralis'te bulunan plexus choroideus'u, capsula interna'nın crus posterior kısmını, Nucleus caudatus'un cauda'sını, radiatio optica'yı ve corpus amygdaloideum'u besler (2).
12. **A. hypophysiales superior:** Hipofiz bezini, infundibulum, hipotalamus'un alt kısmını, n. opticus ve chiasma opticumun alt kısmını besler (10,11,13).

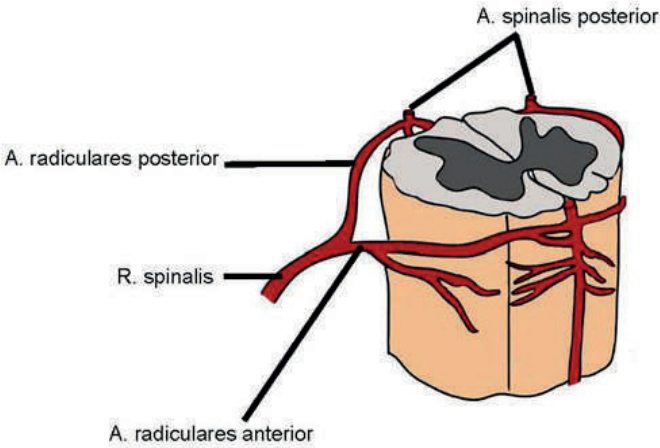
1.2. A. Vertebralis Anatomisi

A. vertebralis a.subclavia'nın ilk ve en kalın dalıdır. Sağ ve sol a. vertebralis'ler C6 seviyesinden itibaren foramen transversariumlar içerisinde yukarı doğru seyrederek atlas'ta bulunan sulcus arteria vertebralis'ten ve daha sonra foramen magnum'dan geçerek cranium boşluğuna ulaşır (11). Pons seviyesinde her iki tarafın a. vertebralis'leri birleşerek **a. basilaris'i** oluştururlar (2). A. vertebralis'ler seyrine göre anatomik olarak dört bölümde incelenir:

Pars prevertebralis: A.vertebralis'lerin başlangıç kısmından foramen transversarium'larına kadar olan bölümdür. **Dal vermez (10)**

Pars transversaria: A. vertebralis'lerin 2-6. cervical vertebraların foramen transversarium'larda seyrettiği kısımdır.

- **Rr. spinales (radiculares):** Medulla spinalis seyri boyunca etrafında bulunan büyük arterlerden (pars thoracica ve abdominalis aorta) dallar alırlar. Bu dallara rr. spinales denir. Her bir rr. spinalis, foramen intervertebrale'den geçerek canalis vertebralis'e girer. Daha sonra spinal sinirlerin ön köküne giden rr. radicularis anterior, arka köküne giden rr. radicales posterior olmak üzere iki dala ayrılır. Bu dallar medulla spinalis'in sağında ve solunda bulunan a. spinalis anterior ve posterior'lar ile anastomoz yaparak bir damar halkası oluştururlar (**Şekil 5**). Bu damar halkasına 'arterial vasocorona' denir (2, 6). Lumbal bölgenin sol tarafında bulunan r. radicales anterior'lardan bir tanesi diğerlerinden daha kalındır ve **a. radicularis magna (Adamkiewicz arteri)** olarak adlandırılır. Bu arter alt torakal ve üst lumbal bölgenin beslenmesinde büyük öneme sahiptir (6).
- **Rr. musculares:** Derin ense kaslarını besler (8).



Şekil 5 Medulla spinalis'in damarları

Pars atlantica: A.vertebralis'lerin atlas (C1) ve axis (C2) vertebraların foramen transversarium'ları arasında seyrettiği trigonum suboccipitale'de yer alan kısımdır. **Dal vermez (10,11).**

Pars intracranialis: Foramen transversarium'lerden çıkıp a. basilaris'in oluştuğu seviyeye kadar olan bölümdür (10).

- **Rr. meningei:** Dura mater'i besleyen daldır (2).
- **A. spinalis posterior:** Bu arter a. vertebralis veya a. inferior posterior cerebelli'den dallanabilir (6). Medulla spinalis'te sulcus posterolateralis boyunca uzanır. Medulla spinalis'in cornu posterius ve funiculus posterior'u içeren arka 1/3' lük kısmını besler. (9,11)
- **A. spinalis anterior:** Her iki tarafın a. vertebralis'lerinden ayrılan ince dallar foramen magnum hizasında birleşerek medulla spinalis'in fissura mediana anterior'u ve filum terminale boyunca uzanır. Rr. radicales'ler ile anastomoz yaparlar. Medulla spinalis' in, cornu anterius, cornu lateralis, funiculus anterior ve funiculus lateralis' i içeren ön 2/3 'lük kısmının beslenmesinden sorumludur. (9,11)
- **A. posterior inferior cerebelli (PICA):** A. vertebralis'ten ayrılan en kalın ve kıvrımlı seyir gösteren daldır. Cerebellum'un alt yüzünü ve 4. ventrikül'ün plexus choroideus'unu besler (11). A. posterior inferior cerebelli (PICA)'nın tıkanması sonucu **lateral medüller sendrom (Wallenberg Sendromu)** gibi klinik sendromlar ortaya çıkabilmektedir (11). Bu sendrom sonucu tractus spinothalamicus lateralis'in hasarından kaynaklı vücudun karşı tarafında ısı kaybı ve ağrı oluşur. Nucleus ambiguus felcine bağlı olarak ses kısıklığı ve yutma güçlüğü açığa çıkar. Nucleus vestibularis'in beslenememesi sonucu ise baş dönmesi, nistagmus ve diplopi bulguları ortaya çıkar. Bu bulgulara ek olarak Wallenberg sendromunda ipsilateral Horner sendromu oluşur (4).
- **R. choroideus ventriculi quarti:** Plexus choroideus ventriculi quarti'yi besler (8).
- **R. tonsillae cerebelli:** Tonsilla cerebelli'yi besler (8).
- **Rr. medullares laterales et mediales:** Medulla oblongata'yı besler (8).

13. A. Basilaris Anatomisi

A. vertebralis'ler ponsun alt kenarı seviyesinde birleşerek a. basilaris'i oluşturur. Kafatasına yakın yerleşiminden dolayı a. basilaris şeklinde adlandırılır (14). **A. basilaris** tıkanıklığında hastada n. abducens felci, miyozis, hemipleji veya quadripaleji bulgularıyla birlikte koma bulguları görülür (6,11,13). A. basilaris sulcus basilaris'te şu dalları verir (6):

- **Aa. pontis:** Birçok ince daldır pons'u besler (10).

- **A. labirynthi:** İnce uzun bir dal olan bu arterin orijini farklılık gösterebilir. Genellikle a. basilaris'ten değil AICA'dan ayrılmaktadır. N. facialis ve n. vestibulocochlearis ile meatus acusticus internus'tan iç kulağa girer ve burayı besler (11,13).
- **A. inferior anterior cerebelli (AICA):** İç kulağı, pedunculus cerebellaris medius ve beyincığın ön alt kısmını besler (10,13).
- **A. superior cerebelli:** Beyincığın üst yüzünü, pons'u, velum medullare superior ve epiphysis cerebri'yi besler (11). **Nervus oculomotorius** a. cerebri posterior ve a. superior cerebelli'nin arasından geçmektedir (6,11).
- **A. cerebri posterior:** A. basilaris'in uç dalıdır. A. carotis interna'nın a. communicans posterior dalı ile birleşerek Willis poligonu'nun yapısına katılır. **Pars precommunicalis, pars postcommunicalis, pars quadrigeminalis** ve **pars corticalis** olmak üzere dört bölümde incelenir (2,8,10,11, 13):

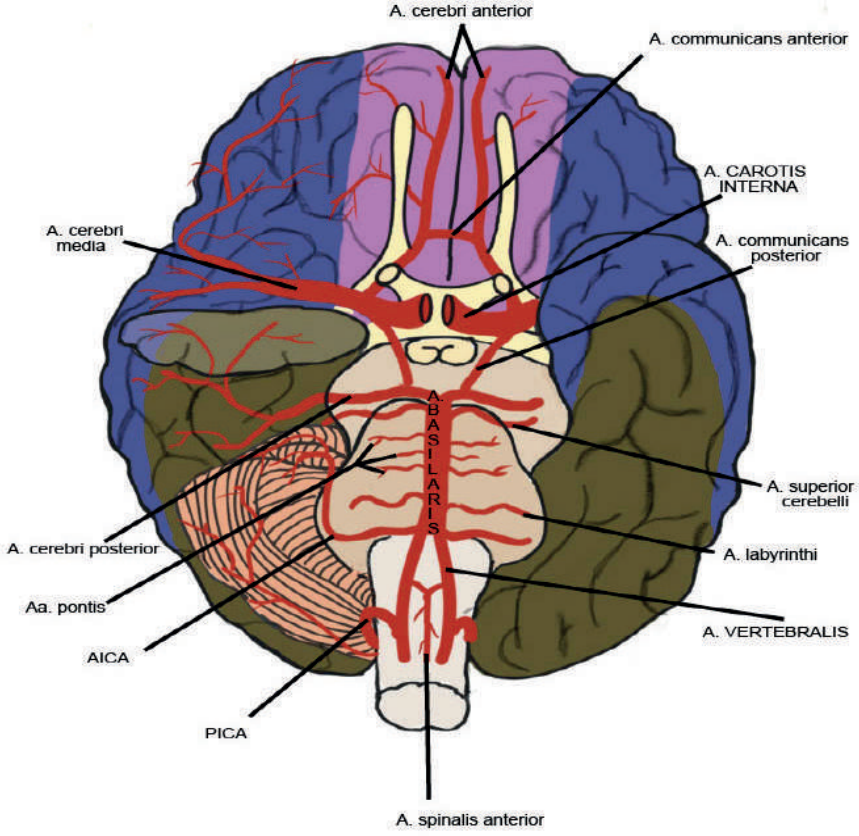
Pars precommunicalis: A. cerebri posterior'un a. communicans posterior ile birleşim yerine kadar olan kısmıdır. Bu bölümden aa. centrales posteromediales adı verilen central dallar çıkar (2,8,10,11,13).

Pars postcommunalis: A. cerebri posterior'un a. communicans posterior ile birleşim yerinden sonraki kısmıdır. Bu bölümden aa. centrales posterolaterales adı verilen central dallar ve rr. choroidea isimli dallar çıkar (2,8,10,11,13).

Pars quadrigeminalis: Cisterna quadrigeminalis'te yerleşir. A. occipitalis lateralis (buradan rr. temporales anteriores, intermedii ve posteriores çıkar) (2,8,10,11,13).

Pars corticalis: sulcus calcarinus'ta seyreden bölümdür. A. occipitalis medialis (buradan r. parietalis, r. parietooccipitalis, r. calcarinus, r. occipitotemporalis çıkar) (2,8,10,11,13).

A. cerebri posterior lobus temporalis'in inferolateral ve medial yüzlerini, lobus occipitalis'in medial ve lateral yüzlerini besler (**Şekil 6**). Ayrıca beyin sapı, ventriculus lateralis ve ventriculus tertius'un plexus choroideus'unu besleyen dallar verir (6,13). **A. cerebri posterior** vizüel korteksin ana arteri olup, tek taraflı tıkanmasında kontralateral homonim hemianopsi oluşur. Maküler görme alanının beslenmesinde kollateral dolaşım A. cerebri media'nın da rolü olması sebebiyle santral görmede sorun oluşmaz. Oklüzyonunda görme alanı (hemianopsia) kayıplarına ilaveten bellek (hippocampus'un beslenmemesinde), okuma ve yazma sorunları (splenium corporis callosi'nin beslenmemesinde) da görülebilir (6,11,13).



Şekil 6 Merkezi sinir sistemi damarları (A. cerebri anterior'un beslediği kortikal alan pembe, a. cerebri media'nın beslediği alan mor; a. cerebri posterior'un beslediği alan yeşil)

1.4. Willis Poligonu (Willis Halkası, Circulus Arteriosus Cerebri)

Cisterna interpeduncularis'te bulunan Willis poligonu, beyni besleyen vertebrobasiler sistem (a. basilaris) ve karotis sistemi (a. carotis interna) arasında bağlantı oluşmasını sağlayan anastomoz halkasıdır. Bu bağlantı a. communicans anterior ve a. communicans posterior'lar ile sağlanır (2,6,8,10,11,13).

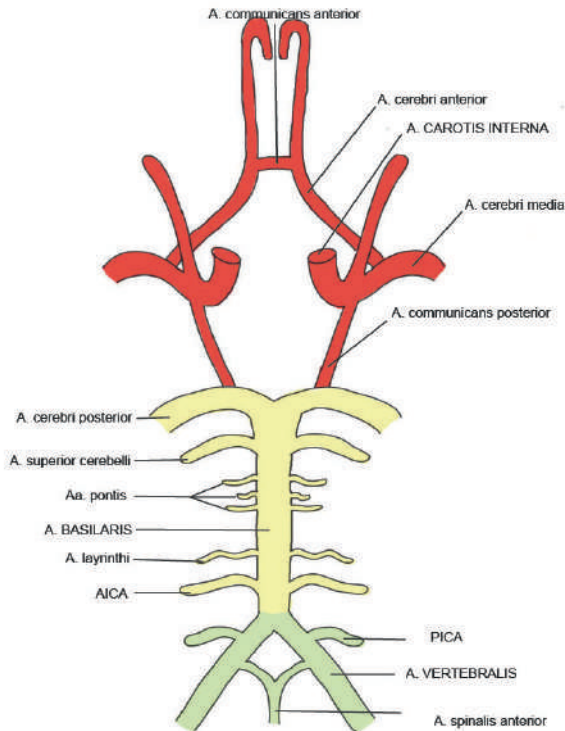
-A. communicans anterior (a. cerebri anterior'un dalı), her iki tarafın a. cerebri anterior'ları arasında bağlantı sağlar (2,8,10,11,13).

-A. communicans posterior (a. carotis interna'nın dalı), a. carotis interna ve a. cerebri posterior (a. basilaris'in dalı) arasındaki bağlantıyı sağlar (2,8,10,11,13). Willis poligonu'nu aşağıdaki tabloda yer alan arterler oluşturmaktadır (Şekil 7):

Willis poligonu'nun oluşumuna katılan arterler
A. communicans anterior
A. communicans posteriorlar
A. cerebri anterior'lar
A. cerebri posterior'lar
A. carotis interna'lar

Şekil 7 Willis poligonu'nun oluşumuna katılan arterler

Bu damar halkasını oluşturan arterlerin dallanma paterni kişiler arası farklılık gösterebilmektedir. Bu yapının fonksiyonel önemi, herhangi bir arterde oluşabilecek tıkanıklık gibi kan akımı problemlerinde beslenen beyin bölümünün kollateral dolaşım sayesinde alternatif arterlerle beslenmesini sağlayarak oluşabilecek iskemik hasar ihtimalini azaltır (**Şekil 8**). Willis poligonundan çıkan ince dallara **central** dallar denir. Central dallar; diencephalon, bazal ganglionlar, capsula interna gibi beyin derininde bulunan oluşumları besler (2,6,8,10,11,13).



Şekil 8 Karotis sistem ve vertebrobasiler sistem bağlantısı

Willis poligonu'nun ön kısmında oluşan hasarlarda duyu ve motor kayıp, arka kısmında oluşan lezyonlarda ise diplopi, vertigo, ataksi gibi semptomlar oluşur (11,13). Sinir sisteminde en sık karşılaşılan anevrizma tipi **Berry** anevrizmaları olarak da adlandırılan kese tip anevrizmalardır. Anevrizmaların en sık görüldüğü 3 arter sırasıyla: **a. communicans anterior**, **a. communicans posterior** ve **a. cerebri media**'dır (11).

İnme (stroke) beynin beslenmesinde görevli arterlerin tıkanması sonucu beyin dokusunun hasar görerek fonksiyonunu yerine getirememesidir. Konuşamama, denge kaybı, görme kaybı, hemiparezi ya da hemipleji gibi bulgular görülür (6).

Travmaya bağlı olmayan beyin kanamaları en sık hipertansiyon sonucu görülmektedir (6,11,13).

2. Merkezi Sinir Sistemi Venleri

2.1. Kranial Venler

2.1.1. Vena Diploicae

Yassı tipteki kafa kemiklerinin iki laminası arasında yerleşen ince venlerdir. Bu venler yenidoğanda bulunmaz ya da çok gelişmemiş olup, diploe geliştikçe yaklaşık 2 yaş civarında görülmeye başlanır. Bulundukları yerlere göre isimlendirirler (v. diploica frontalis, Vv diploicae occipitalis, v. diploica temporalis anterior-posterior) (8,11).

2.1.2. Vena Emissariae

Kafatası kemiklerinde bulunan çeşitli açıklıklardan geçerek kafanın dışındaki venleri içindeki venlere bağlarlar. Scalp'ın gevşek areolar (L: Loose areolar tissue) tabakasında bulunurlar (11).

2.1.3. Vena Cerebri

Beynin venlerinde kapakçık ve duvarlarında kas lifleri bulunmaz. Beyindeki küçük venler venöz plexus'ları oluştururlar ve daha büyük beyin venlerine açılırlar. Bu büyük venler de dura mater yaprakları arasında bulunan venöz sinüslere dökülürler (6). Venöz sinüslerde toplanan kan ise **V. jugularis interna**'ya dökülür (3). Beyinde bulunan venler yüzeysel ve derin olmak üzere iki grupta incelenir (2).

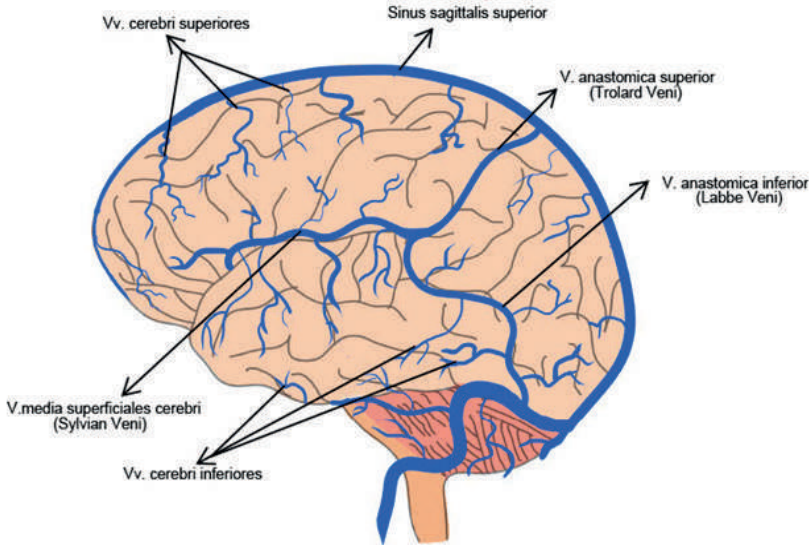
2.1.3.1. Beynin Yüzeyel Venleri (Vv. Superficiales Cerebri)

Vv. superficiales cerebri'ler beynin dış yüzünün venöz kanını drene ederler (15). Pia mater tabakasında yer alan bu venler, sırasıyla arachnoidea mater'i ve dura mater'i delerek dura sinuslarına dökülürler (2,11). Üç alt gruba ayrılırlar:

Venae superiores cerebri: Sayıları 7 ila 12 arasında değişen bu venler, beyin hemisferlerinin superior, lateral ve medial yüzlerini drene ederek **sinus sagittalis superior**'a açılırlar. Vv. frontales, vv. occipitales ve vv. parietalis şekline bulundukları yerlere göre isimlendirilirler (2,11).

Venae media superficiales cerebri: Sulcus lateralis (Sylvian oluğu) boyunca yerleşim göstermeleri nedeniyle Sylvius'un yüzeyel venleri de denmektedir. Sinus sphenoparietalis veya sinus cavernosus'a dökülürler (6,11). Venae media superficiales cerebri, **V. anastomica superior (Trolard veni)** adı verilen ven aracılığıyla sinus sagittalis superior'la, **V. anastomica inferior (Labbe veni)** vasıtasıyla ise sinus transversus'la bağlantı kurar (2).

Venae inferiores cerebri: Sulcus lateralis'in aşağısında ve beyin hemisferlerinin tabanında bulunan ince venlerdir. Dökülme yeri sinus cavernosus, sinus transversus ve sinus petrosus şeklinde değişiklik gösterebilir (6) (**Şekil 9**).



Şekil 9 Beynin yüzeyel venleri

2.1.3.2. Beynin Derin Venleri (Vv. Profunda Cerebri)

Hemisferlerin derin subcortical yapılarını (diencephalon, corpus callosum, thalamus ve nuclei basales gibi) drene ederek dura sinuslarına dökülürler.

Vena choroidea: Hippocampus, corpus callasum ve fornix'ten dallar alan bu ven plexus choroideus boyunca uzanır (8).

Vena thalamostriatae: V. thalamostriatae superior ve inferior olmak üzere iki adettir (10).

Venae internae cerebri: V. choroidea superior ve v. thalamostriatae superior birleşerek bu veni oluştururlar (2,10). Her iki tarafın vv. internae cerebri'si, vena magna cerebri'nin oluşumuna katılır (13).

Vena magna cerebri (Galen veni): V. cerebri interna'ların ve v. basalis'lerin birleşmesiyle oluşan bu ven sinus sagittalis inferior ile birleşerek sinus rectus'a dökülür (6,8,10).

V. basalis (Rosenthal'in basal veni): V. anterior cerebri, v. thalamostriata inferior ve v. media profunda cerebri'nin birleşmesiyle oluşur (2,11).

2.2. Medulla Spinalis'in Venleri

Medulla spinalis'e ait venler oldukça ince yapıldırlar ve columna vertebralis boyunca pia mater üzerinde ven plexus'ları oluştururlar (2).

Plexus venosus vertebralis externus: Vertebraların önünde bulunanlarına plexus venosus vertebralis externus anterior (v. intervertebralis ve v. basivertebralis ile anastomoz yapar), lamina arcus vertebrae'ların arkasında bulunanlarına plexus venosus vertebralis externus posterior denir. Plexus venosus vertebralis externus posterior ve plexus venosus vertebralis internus birbiriyle anastomoz yapar (2,8,11,13).

Plexus venosus vertebralis internus: Dura mater ve vertebra'lar arasında bulunurlar. Corpus vertebrae ve discus intervertebralis'lerin arka yüzünde bulunanlarına plexus venosus vertebralis internus anterior (v. basivertebralisler ile bağlantı kurar), arcus vertebra'ların ve lig. flavum'ların önünde bulunanlarına plexus venosus vertebralis internus posterior denir. Ön ve arka plexuslar birbirleriyle bağlantılıdırlar. Foramen magnum civarında karmaşık bir ağ oluştururlar. Bu ağ daha üst seviyelerde plexus basilaris, sinus occipitalis ve v. emissaria condylaris ile bağlantılıdır ve v. vertebralis'lere açılır (2,8,11,13).

Fissura mediana anterior'da **v. spinalis anterior**'lar, sulcus posterolateralis'te ise **v. spinalis posterior**'lar yerleşim gösterir. Vv. radicales anteriores ve posteriores bu venlerle anastomoz yaparak '**venous vasocorona**' isimli bir ven halkası oluştururlar (2,8,11,13).

Vv. intervertebralis: Medulla spinalis'in ve burada bulunan ven plexus'larının venlerini alırlar. V. intervertebralis'ler spinal sinirlerle beraber foramen intervertebrale'den geçerek bölgesel venlere açılırlar (2,8,11,13).

Kaynakça

1. Özbağ D, İnsan anatomi. 1. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri; 2020.
2. Deniz M, Nöroanatomi. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2022.
3. Unur E, Aycan K, Ekinci N, Ülger H, Acer N, Ertekin T, Nisari M, Sağiroğlu A. Anatomi. 3. Baskı. Kayseri: Kivılcım Kitabevi; 2017.
4. Gövsa F, editör. Sistemantik anatomi. 2. Baskı, İzmir: İzmir Güven Kitabevi; 2008.
5. Yıldırım M, Resimli sistemantik anatomi. 3. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2020.
6. Taner D, editör. Fonksiyonel nöroanatomi. 4. Baskı. Ankara: ODTÜ yayıncılık; 2004.
7. Waschke J, Böckers TM, Paulsen F. Çev: Sargon FM. Sobotta anatomi konu kitabı. 1. Baskı. Ankara: Güneş Tıp kitabevi, 2016.
8. Arıncı K, Elhan A. Anatomi, 2. Cilt. 6. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Ltd Şti; 2016.
9. Gould DJ, editör. Çev: Arifoğlu, Y. Nöroanatomi. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2018.
10. Büyükmumcu M, editör. Sistemantik nöroanatomi. 1. Baskı. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2021.
11. Ozan H. Ozan Anatomi. 3. Baskı. Ankara: Klinisyen Tıp Kitabevi; 2014.
12. Arifoğlu, Y. Her yönüyle anatomi. 3.Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2022.
13. Tekdemir İ, editör. Ata Anatomi. 1. Baskı. İstanbul; İstanbul Tıp Kitabevi; 2025.
14. Moore Keith L, Dalley Arthur F, Agur Anne MR. Çev: Şahinoğlu K. Kliniğe yönelik anatomi. Nobel Kitabevi, 2007.
15. Özkan O, editör. Sağlık bilimleri fakülteleri için anatomi. 1. Baskı. Ankara: Akademisyen Kitabevi; 2023.
16. Şahin B, editör. Sağlık bilimleri için resimli temel anatomi. 1. Baskı. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 2020.

Fonksiyonel Nöroanatomi ve Klinik Bağlantılar

Editör:

Figen KOÇ DİREK