

Nöroanatomi Ders Notları

[Neuroanatomy Lecture Notes]

Editörler

Ayşe Derya ERTEM

Kaya ÖZKUŞ

Zennure ADIGÜZEL ŞAHİN



iuc-universitypress.org

IUC
UNIVERSITY
PRESS

Nöroanatomi Ders Notları

Bu kitap Cumhuriyetimizin kuruluşunun 100. yılı anısına
“Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap Projesi” kapsamında
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa tarafından yayımlanmıştır.

Editörler
Ayşe Derya Ertem
Kaya Özkuş
Zennure Adıgüzel Şahin

Ocak 2024



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
CERİRAHİPİAŞA

Nöroanatomî Ders Notları

Editör: Ayşe Derya Ertem

Kurum: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi,
Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

E-posta: aysederya.ertem@iuc.edu.tr

Editör: Kaya Özkuş

Kurum: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi,
Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

E-posta: kaya@iuc.edu.tr

Editör: Zennure Adıgüzel Şahin

Kurum: İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi,
Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

E-posta: zennure.sahin@iuc.edu.tr

Yayıncı

iuc
UNIVERSITY
PRESS

Adres: Üniversite Mahallesi, 34320 İstanbul/Türkiye

E-posta: iucpress@iuc.edu.tr

E-ISBN: 978-605-7880-47-5

DOI: 10.5152/7900

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Yayınevi Seri No: 31

Yayıncılık Hizmetleri




© 2024. Telif hakkı yazarlara aittir. Bu kitaptaki bölümler açık erişimli olup Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı altında dağıtılmaktadır. Bu lisans kullanıcılara, bölümleri herhangi bir amaç için indirme, çoğaltma ve yayımlanan bölümler üzerinde çalışma imkânı sunar. Böylece yayınlarımızın en geniş şekilde yayılmasını ve daha geniş bir etkiye sahip olmasını sağlar.

Sorumluluk Reddi


Kitapta yayımlanan metinlerin/bölümlerin ifadeleri veya görüşleri yazar(lar)ın ve editör(ler)in görüşlerini yansıtır. İÜC Yayınevi ve İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa yazıların içeriğinden sorumlu değildir. Yayımlanan kitaplardaki çalışmaların doğru ve iyi araştırılmış olması ve metinlerde ifade edilen görüşlerin tutarlılığı yazar ve editörlerin sorumluluğundadır. İÜC Yayınevi ve İstanbul .

Atıf için: Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomî ders notları*. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024.


YAZARLAR

Ali İhsan Soyluoğlu 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Ayşe Derya Ertem 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Elif Cansu İbiş 


İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Ercan Tanyeli 


İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Fatma Güler Kahraman Yıldırım 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Kaya Özkuş 


İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Kıvanç Goral 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Mehmet Üzel 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Mehmet Selman Demirci 


İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Tania Marur 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Yusuf Zeki Yıldız 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

Zennure Adıgüzel Şahin 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakóltesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

İÇİNDEKİLER

REKTÖRÜN ÖN SÖZÜ	VIII	Bölüm 6. Beyin Ventrikülleri	36
ÖN SÖZ	IX	<i>Mehmet Üzel</i>	
GİRİŞ.....	X	Bölüm 7. Periferik Sinir Sistemi.....	41
Bölüm 1. Giriş, Genel Tanımlar ve Beyin Zarları ...	1	<i>Kaya Özküş</i>	
<i>Mehmet Selman Demirci</i>		Bölüm 8. Kranial Sinirler	47
Bölüm 2. Telencephalon	6	<i>Ercan Tanyeli, Tania Marur</i>	
<i>Ali İhsan Soyluoğlu</i>		Bölüm 9. Duyu Organları	56
Bölüm 3. Diencephalon (Ara Beyin)	12	9.1. Deri (Cutis)	57
<i>Yusuf Zeki Yıldız</i>		<i>Elif Cansu İbiş</i>	
Bölüm 4. Truncus Encephali	20	9.2. Koku Organı (Nasus/Burun).....	59
4.1. Mesencephalon	22	<i>Yusuf Zeki Yıldız, Kıvanç Goral</i>	
<i>Yusuf Zeki Yıldız</i>		9.3. Tat Organları	61
4.2. Rhombencephalon (Art Beyin)	23	<i>Yusuf Zeki Yıldız, Kıvanç Goral</i>	
<i>Ayşe Derya Ertem</i>		9.4. Görme Organı	63
Bölüm 5. Medulla Spinalis (Omurilik), İnen ve Çıkan Yollar	29	<i>Ercan Tanyeli</i>	
<i>Fatma Güler Kahraman Yıldırım, Zennure Adıgüzel Şahin</i>		9.5. Kulak (Auris)	67
		<i>Ercan Tanyeli</i>	
		Bölüm 10. Otonom Sinir Sistemi	71
		<i>Kaya Özküş</i>	

REKTÖRÜN ÖN SÖZÜ

Türk milletinin bağımsızlık mücadelesi, 29 Ekim 1923'te Cumhuriyetin ilanı ile taçlanmıştır. Dünya tarihine altın harflerle kazınan büyük bir mücadele sonucu elde edilen şanlı zafer, Türk milletinin hür ve bağımsız yaşama kararlılığı ile çıktığı yolda; inanç, cesaret, güven ve sınırsız fedakârlıkla gösterdiği eşsiz kahramanlıkların eseridir. Egemenliğin kayıtsız şartsız millete teslim edildiği Türkiye Cumhuriyeti, Millî Mücadele'mizin önderi Gazi Mustafa Kemal Atatürk'ün milletimize en büyük armağanıdır.

Cumhuriyetin kazanımlarını koruma ve milletimizin muasır medeniyetler seviyesine ulaşma hedefinde, eğitim ve bilim her zaman en büyük rehberdir. Bu hedeflerin gerçekleştirilmesinde ise en büyük sorumluluk kuşkusuz üniversitelere düşmektedir.

Ülkemizin köklü ve öncü üniversiteleri arasında yer alan İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa; bilimsel yaklaşımı benimseyen, bilgi üreten ve uygulamalarıyla toplumun gelişmesine katkıda bulunmayı ilke edinen bir araştırma üniversitesidir. Cumhuriyet değerlerine bağlı bir yükseköğretim kurumu olarak Cumhuriyetimizin 100. yılına ithafen akademisyenlerimizin iş birliğiyle "*Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap*" projesini hayata geçiriyoruz. Proje kapsamında, akademisyenlerimizin kendi uzmanlık alanlarıyla ilgili kaleme aldıkları ve "İÜC Üniversite Yayınevi" tarafından basılan kitaplar, açık erişimle tüm toplumun faydasına sunulmaktadır. Sağlıktan mühendisliğe, sosyal bilimlerden eğitime kadar pek çok alanda hazırlanan 100 kitap; eğitim-öğretim materyali, ders kitabı olarak kullanılabileceği gibi araştırma geliştirme kapsamında yararlanılacak kaynak olarak da kullanılabilecek nitelikteki kitaplardan oluşmaktadır.

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa olarak köklü geçmişimizden aldığımız güçle Cumhuriyetimizi nice yüzyıllara taşımak için var gücümüzle çalışmaya ve üretmeye devam ediyor, 100. yılını kutladığımız Cumhuriyet'in kurulmasında emeği geçen tüm kahramanlara adadığımız "*Cumhuriyetin 100. Yılına 100 Kitap*" projemizi; tüm akademisyenlerin, öğrencilerin ve araştırmacıların kullanımına sunuyoruz.

Rektör
Prof. Dr. Nuri AYDIN
29 Ekim 2023

ÖN SÖZ

Türkiye Cumhuriyeti'nin laik ilkelerine dayalı bir toplumu temsil eden, aydınlanmanın ışığında şekillenen bir yüzyılı geride bırakıyoruz. Bugün, laik cumhuriyetimizin 100. yılını kutlamanın gururunu ve heyecanını yaşıyoruz. Bu kıymetli anı, bir araya gelerek, geçmişe saygı duyarak ve geleceğe umutla bakarak kutlamak, büyük bir sorumluluğun da bilincini taşımamızı gerektiriyor.

Laik cumhuriyetin sunduğu eğitim imkanları ile bugüne gelmiş olan bizlerin cumhuriyetin 100. yılında üniversitemizin 100 kitap projesi kapsamında geleceğe bırakabileceğimiz bu kitapların var edilmesinde yer almamız oldukça heyecan verici ve yaşamlarımız için kıymetlidir.

Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı öğretim üyeleri olarak yazdığımız "Nöroanatomi Ders Notları" öncelikle öğrencilerimizin eğitimleri boyunca kullanacakları bir kitap olmanın ötesinde kitaplıklarında sürekli bulundurulup gereğinde başvuracakları ve nöroanatomi ile ilgili ihtiyaç duydukları bilgiye ulaşabilecekleri bir kaynakça olacaktır.

Bizlere bilgilerini ve deneyimlerini aktaran hocalarımız başta olmak üzere bizleri destekleyen ailelerimize ve kitaba yazar olarak katılan meslektaşlarımıza teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Ayşe Derya ERTEM
Prof. Dr. Kaya ÖZKUŞ
Dr. Arş. Gör. Zennure ADIGÜZEL ŞAHİN

GİRİŞ

Bu bölüm şu metin olacak: İnsanların gerek kendi bedenlerinden (interoseptif) gerekse dış çevrelerinden (eksteroseptif) kaynaklanan fiziksel, kimyasal, psişik veya emosyonel uyarınları algılamalarını ve bu uyarınlara doğru zamanda, doğru şiddette gerekli tüm yanıtları verebilmelerini sağlayan ve tüm beden sistemlerinin koordinasyonunu ve kumandasını yürüten sinir sistemidir. Sinir sisteminin temel yapı taşı nöron yani sinir hücresidir. Nöron dışında kalan ve sinir hücrelerinin beslenmesi, korunması ve desteklenmesi gibi işlevleri üstlenen hücreler de vardır ve tümü glial (tutkal) hücreler başlığı altında incelenir.

Bir nöronun işlemciye benzetebileceğimiz bir gövdesi (soma), bir adet gövdeden veri çıkışını sağlayan uzun bir dalı (akson) ve sayıları değişkenlik gösteren, gövdeye veri girişini sağlayan kısa dalları (dendrit) vardır. Tek bir uzantısı olan nöronlar unipolar, birden fazla dendriti ve bir aksonu olan nöronlar multipolar, tek bir uzantısı olan ancak bu uzantıdan dendrit ve akson olarak iki dal veren nöronlar psödounipolar, bir ucundan dendrit başka bir ucundan da akson uzantısı veren nöronlar ise bipolar olarak sınıflanırlar. Nöron gövdeleri miyelinsiz oldukları için gri renkte görünürlerken, aksonlar ve dendritler ise miyelin kılıfları nedeniyle beyaz renkte görünürler. Nöronların birbirleriyle bağlantıları sinaps adını alır ve nöronlar nörotransmitter adı verilen kimyasallar yoluyla etki gösterirler. Nöron gövdeleri yani soma toplulukları gri renkte yapılar oluşturur. Bu yapılara verilen genel ad substantiagrisea veya gri madde/cevherdir. Korteks, ganglion, nukleuslar gri yapı topluluklarına örnektir. Akson demetleri merkezi sinir sistemine ait nöronlar arasında uzanıyorsa yapı ve işlevine göre fasciculus, tractus, lemniscus gibi isimler alırken genel anlamda tümüne birden beyaz/ak madde/beyaz cevher/substantiaalba da denir. Merkezi sinir sistemine ait bir nöron gövdesi topluluğunu başka bir hedef organa veya efektör hücreye (musküler plak veya reseptör gibi) bağlayan akson demetlerine ise periferik sinir (nervus) adı verilir. Merkezi sinir sisteminde nöron dışında kalan hücreler ise glial hücreler olarak adlandırılır.

BÖLÜM 1

GİRİŞ, GENEL TANIMLAR

VE BEYİN ZARLARI

Mehmet Selman DEMİRCİ

Giriş, Genel Tanımlar ve Beyin Zarları

Introduction, General Definitions And Brain Membranes

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölümde sinir sistemini anlamak için gerekli olan temel kavramlardan bahsedilmektedir.

Anahtar kelimeler: Sinir sistemi, tanımlar, kavramlar

ABOUT the CHAPTER

In this section, the basic terms necessary to understand the nervous system are mentioned.

Keywords: Nervous system, definitions, terms

Sinir Sisteminin Sınıflandırmaları

Yerleşime Göre:

- Merkezi sinir sistemi
- Periferik sinir sistemi

Merkezi sinir sisteminin kafatasının içerisinde kalan kısmı beyin (encephalon), kafa tasının dışında kalan bölümü ise omurilik (medulla spinalis) adını alır.

İnsan bedeninde nöron gövdeleri beyin veya beyin sapında yer alan 12 çift kranial; nöron gövdeleri medulla spinalis'te yer alan 31 çift spinal sinir vardır ve tümüne birden **periferik sinir sistemi** adı verilir.


Etki Alanına Göre:

- Somatik: Beden ile ilgili genel duyuları alan ve iskelet kaslarını kontrol eden sistem,
- Visseral (otonom): İç organlar ve düz kaslar ile ilgili sistemdir. Otonom sinir sistemi **parasempatik** (istirahat durumunda aktif olan, sindirim sistemi ve üreme sistemi faaliyetlerini hızlandıran, solunum ve dolaşım sistemini yavaşlatan sistem) ve **sempatik** (solunum ve dolaşım sistemlerini hızlandıran, diğer sistemleri yavaşlatan psişik veya somatik stres altındayken aktive olan sistem) sinir sistemlerinden oluşur.^{1,2,3,4}

Merkezi Sinir Sisteminin Bölümleri

- 1- Prosencephalon
 - Telencephalon
 - Diencephalon
- 2- Mesencephalon
- 3- Rhombencephalon



Mehmet Selman Demirci 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: selmand@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Demirci MS. Giriş, genel tanımlar ve beyin zarları. Ertem AD, Özkus K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 1-5



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

3a- Metencephalon

- Pons
- Cerebellum

3b- Myelencephalon

- Bulbus (medulla oblongata veya medulla)

4- Medulla spinalis^{2,3,5}

Temel Kavramlar

SUBSTANTIA GRİSEA: Beyinde nöronların hücre gövdelerinin oluşturduğu grimsi görünümlü yapıların tamamını kapsayan bir terimdir. Örnek olarak korteks, nükleuslar, ganglionlar verilebilir.

SUBSTANTIA ALBA: Akson demetlerinin oluşturduğu ak maddedir. Dendritler ak madde yapısında makroskopik olarak görülmezler.

Beyinde beyaz maddeyi komissural lifler, assosiasyon lifleri ve projeksiyon lifleri olarak adlandırılan akson demetleri oluşturur.

Komissural lifler: Farklı beyin yarı kürelerinin aynı işleve sahip alanlarını birbirine bağlayan, sağdan sola veya soldan sağa (transvers) seyir gösteren akson demetleridir. Corpus callosum, commissura anterior, commissura posterior bu yollara örnek olarak verilebilir.

Assosiasyon lifleri: Aynı beyin yarı küresinde farklı işleve sahip alanları birbirine bağlayan, önden arkaya veya arkadan öne (sagittal) seyirli liflerdir. Corpus callosum'un üstünden alınan transvers BT veya MR görüntülerinde veya anatomik kesitlerde *centrum semiovale* görüntüsünü oluştururlar. Fasciculus longitudinalis superior, fasciculus longitudinalis medius, fasciculus longitudinalis inferior'lar, fasciculus arcuatus, fibrae arcuate breves'ler bu yollara örnektir.

Projeksiyon lifleri: Nöral iletinin periferden merkeze doğru olduğu aksonlar AFFERENT (centripetal) lifler olarak adlandırılır ve duyu taşırlar.

Nöral iletinin merkezden perifere doğru olduğu aksonlar EFFERENT (centrifugal) lifler olarak adlandırılır ve motor işleve sahiptirler.

Afferent ve efferent liflerin tamamına ise PROJEKSİYON lifleri adı verilir. Koronal BT ve MR görüntülerinde veya anatomik kesitlerde *corona radiata* görüntüsünü oluştururlar.^{1,3,5,6}

Projeksiyon liflerinin alt tipleri:

A) Afferent lifler:

- Genel somatik afferent: Bedenin genel duyularını (dokunma duyusu) taşırlar
- Genel visseral afferent: İç organlardan kaynaklanan (doluluk ve boşluk gibi) duyuları taşırlar.
- Özel somatik afferent: Işık ve ses duyusunu taşırlar
- Özel visseral afferent: Koku ve tat duyusunu taşırlar

B) Efferent lifler:

- Genel somatik efferent: İskelet kaslarını kontrol ederler
- Genel visseral efferent: Düz kasları kontrol ederler.
- Özel visseral efferent: Yutak kavsinden gelişen kasları kontrol

ederler. Bu liflere branchiomotor lifler de denir.^{3,4}

Bu akson tipleri özellikle periferik sinirlerin içeriğinde önemlidir. Örneğin nervus abducens saf motor bir sinirdir ve sadece genel somatik efferent aksonlardan oluşur. Nervus opticus ise saf sensitiftir ve sadece özel somatik afferent lifleri vardır. Nervus facialis ise hem branchiomotor (özel visseral efferent) hem parasempatik (genel visseral efferent) hem dokunma duyusu (genel somatik afferent) hem de tat duyusu alan (özel visseral afferent) lifleri olan mikst bir sinirdir.

Periferik Sinir Tipleri

Motor İşlevli Periferik Sinirler

Üst motor nöron her zaman frontal kortekstir. Alt motor nöron ise kranial sinirler için beyin sapında bulunan çekirdekler, spinal sinirler için ise medulla spinalis ön boynuzunda bulunan motor nöron gövdelerinden başlayan akson demetleridir ve musküler plakta sonlanırlar.

Duysal İşlevli Periferik Sinirler

Başlangıç her zaman bir reseptör (belli duyulara hassaslaşmış özel hücreler), birinci nöron gövdesi ise her zaman bir ganglion (merkezi sinir sistemi dışında yer alan nöron gövdesi topluluğu, ara nöron)'dur. İkinci nöronlar medulla spinalis arka boynuzu veya beyin sapında yer alan duysal çekirdeklerdir, üçüncü nöronlar thalamus'ta yer alır. Son olarak ilgili kortikal alana ulaşırlar, yani üç nöronla taşınırlar. Ancak koku duyusu hariçtir. Koku duyusunun üçüncü nöronu yoktur, thalamus'a gitmeden doğrudan kortekse ulaşır.

Otonom İşlevi Olan Periferik Sinirler

a- Parasempatik:

İnsan bedeninde III, VII, IX ve X. kafa çiftlerinin ve S2-S4 spinal segmentlerinin parasempatik çekirdeği vardır bu nedenle kranio-sakral sistem olarak da adlandırılır.

Beyin sapında veya medulla spinalis'in S2-S4 segmentlerinin yan boynuzunda yer alan parasempatik çekirdeklerden başlayan kolinerjik, miyelinli (beyaz) ve uzun presinaptik aksonlar ilgili organ duvarında yer alan ganglionda sinaps yapar ve hala kolinerjik ama miyelinsiz (gri) ve kısa postsinaptik aksonlar efektör organda sonlanırlar.

b- Sempatik:

Sempatik sinir sistemi çekirdekleri temel olarak medulla spinalis'in T1 – L2 segmentlerinde, yan boynuzunda yer alırlar bu nedenle torako-lomber sistem olarak da adlandırılır.

Sempatik çekirdeklerden başlayan kolinerjik, miyelinli (beyaz) ve kısa presinaptik aksonlar truncus sympathicus adlı ganglion zincirinde (paravertebral ganglionlar) veya abdomende yer alan prevertebral ganlionlarda sinaps yapar ve adrenerjik, miyelinsiz (gri) ve uzun postsinaptik aksonlar spinal sinirlere katılarak efektör organda sonlanır.^{4,5,6}

Meninges (Merkezi Sinir Sistemi Örtüleri)

Beyni ve medulla spinalis'i saran, koruyan ve dolaşımlarıyla ilgili

de işleve sahip üç tabaka zar yapıya meninges (tekil: meninx, yunanca: zar, kılıf) adı verilir. Bu zarlar pachymeninx (sert zar) de denen dura mater, leptomeninx de denilen arachnoidea mater ve pia mater'dir.³

- Pachymeninx (sert zar) = Dura mater

- Leptomeninx (ince zar)

a) Arachnoidea mater

b) Pia mater

Beynin etrafında kafa tasının içerisinde yer alan zarlara dıştan içe dura mater encephali (cranialis), arachnoidea mater encephali (cranialis), pia mater encephali (cranialis) denilirken; foramen magnum'dan sonra medulla spinalis etrafında devam eden bu zarlar dura mater spinalis, arachnoidea mater spinalis, pia mater spinalis olarak isim değiştirirler.

Dura mater ile cranium kemikleri arasında yer alan potansiyel aralık *spatium epidurale*; dura mater ile arachnoidea mater arasında yer alan potansiyel aralık *spatium subdurale*; arachnoidea mater ile pia mater arasında ise gerçek bir boşluk olan ve içerisinde beyin omurilik sıvısı (BOS) bulunan *spatium subarachnoideum* olarak adlandırılır. Subaraknoid aralığın geniş olan kısımları *cisterna/sarniç* olarak adlandırılır.^{2,3,6}

Dura Mater

Beyni saran dura mater encephali dışta nörokraniumu oluşturan kemiklerin iç yüzünü döşeyen *stratum periosteale (endosteum)* ile iç tarafta beyin, beyincik ve beyin sapı yapılarını saran *stratum meningeale* olarak iki yapraklıdır. Dış yaprağı olan lamina endostealis nörokranium kemiklerinin iç yüzünü döşeyen periosteum olarak da bilinir ve sütür/sutura (veya eklem) atlamaz; kraniumdaki suturaların içine girer. Meningeal tabaka ise beyin büyük kıvrımlarına/oluklarına uyan uzantılar verir. Bu iki yaprak genellikle birbirine yapışık. Meningeal tabakanın ayrılarak MSS yapılarının aralarına doğru yöneldiği bölgelerde iki yaprak arasında *sinus dura matris* adı verilen boşluklar oluşur. Dura mater ven sinüsleri de denilen bu boşluklara hem MSS yapılarının venleri hem de arachnoid membranın uzantısı olan *granulationes arachnoideae (arachnoid villi)*'ler aracılığı ile BOS drene olur.^{1,5,6}

Dura uzantıları:

Falx cerebri: Sağ ve sol beyin yarı kürelerini saran meningeal tabakalar, kendi taraflarından fissura longitudinalis cerebri boyunca aşağı doğru yönelir ve birbirleriyle birleşerek falx cerebri adını alan yarım ay şeklinde, iki hemisferi birbirinden ayıran uzantıyı oluştururlar. Önde crista galli'ye tutunur, alt kenarı serbesttir; arkada, alt kısmı ise tentorium cerebelli'yle birleşmiştir;

Falx cerebelli: Cerebellar hemisferleri birbirinden ayıran meningeal dura uzantısıdır. Falx cerebri'nin arkada, aşağıya devamı gibidir.

Tentorium cerebelli: Cerebrum ile cerebellum'u ayıran çadır şeklindeki dura mater uzantısıdır. Nörokranium boşluğunu supratentorial ve infratentorial olarak iki kompartmana ayırır. Arkada oksipital kemiğe, yukarıda falx cerebri'ye yanlarda temporal kemiğin pars petrosa'sının üst kenarına tutunur. Ön-yanlarda impressio trigeminalis ve processus clinoidus'lara

kadar uzanır ancak orta hatta, önde incisura tentorii adlı çentik kısmı beyin sapına geçit sağlar.

Diaphragma sellae: İfundibulum kısmı hariç hipofiz bezini sella turcica'ya sabitleyen dura endostealis'in uzantısıdır.

Cavum trigeminale (Meckel's cave, cavum meckeli): Trigeminal sinirin ganglionu kafa tabanında tentorium cerebelli'den uzanan meningeal yaprak ile kafa tabanını döşeyen endosteal yaprakların arasında kalır. Bu dural kese cavum trigeminale adını alır. İçerisinde ganglion trigeminale (semilunare, Gasseri) ve BOS bulunur.

Ayrıca temporal kemiğin pars petrosa'sının arka yüzünde, iç kulağa ait olan saccus endolymphaticus'u saran bir dural kese de vardır.

Bu uzantılar sayesinde merkezi sinir sistemi yapıları birbirlerinden kompartmanlarla ayrılır ve kısmen kemiklere sabitlenirler. Böylece travmalarda az zarar görmeleri sağlanır.

Dura mater cranialis'in endosteal tabakası foramen magnum seviyesinde sonlanırken, meningeal tabaka foramen magnum'dan sonra tek yaprak olarak medulla spinalis'in etrafında, canalis vertebralis içinde sakral 2. vertebra seviyesine kadar dura mater spinalis adıyla devam eder.^{1,2,5}

Dura Mater Cranialis'in Beslenmesi ve Innervasyonu

- Duyusal innervasyonu tentorium'un üst kısmında nervus trigeminus'un üç dalı tarafından, tentorium'un alt kısmında fossa cranii posterior'da ise esas olarak n. vagus, n. glossopharyngeus ve C2, C3 spinal sinirlerinden gelen dallar tarafından sağlanır. Ayrıca plexus caroticus externus'tan meningeal arterlerle gelen sempatikler ve n. vagus'un parasempatik lifleriyle de otonom innervasyonu sağlanır.

- Beslenmesi esas olarak a. maxillaris'in dalı olan a. meningea media tarafından sağlanır. Önde a. meningea anterior (a. ethmoidalis anterior'un veya a.ophthalmica'nın dalı), arkada ise genellikle a. pharyngea ascendens'in dalı olan a. meningea posterior adlı dallar da beslenmesine katılır.

Bu damarlardan özellikle a. meningea media parietal ve temporal kemiklerin iç yüzüne yapışık seyir gösterir ve sulci arteriosi adlı olukları yapar. Kafa travması nedeniyle parietal kemik veya temporal kemiğin skuamoz parçasının kırılması bu arter dallarında yırtılmaya ve kanamaya sebep olur. Bunun sonucunda kemikle dura arasında lens (mercek) şeklinde, sütür atlamayan, konveksitesi beyin parankimine doğru bakan *epidural hematoma* oluşur.^{1,4,6}

Sinus Dura Matris (Dura Mater Ven Sinüsleri)

Dura mater cranialis'in endosteal ve meningeal yapraklarının belli bölgelerde ayrılmasıyla ortaya çıkan boşluklardır.

- **Sinus sagittalis superior:** Falx cerebri'nin üst kenarı boyunca önde foramen caecum'dan arkada confluens sinuum'a kadar uzanır. Vv. emissariae parietalia, vv. cerebri superficiales ve superiores ve bol miktarda araknoid villi bu sinüse açılır.

- **Sinus sagittalis inferior:** Falx cerebri'nin serbest alt kenarı boyunca uzanır, vv.cerebri inferiores'i drene eder ve sinus rectus'a açılır.

Nöroanatomî Ders Notları

- Sinus rectus : sinus sagittalis inferior'un devamıdır. Falksaların ve tentoriumun kesişme noktasında yer alır. V. cerebri magna buraya dökülür.

- Sinus marginalis: Foramen magnum ve etrafında yer alır.

- Sinus occipitalis: Foramen magnum bölgesinin ven pleksuslarından ve sinus marginalis'den gelen venöz kanı confluens sinuum'a boşaltır.

- Confluens sinuum: Sinus sagittalis superior, sinus rectus, sinus occipitalis ve sinus transversus'ların protuberentia occipitalis interna üzerindeki birleşim yeridir.

Not: Sık görülen bir varyasyon olarak sinus sagittalis superior confluens sinuum ve sonrasında da sağ sinus transversus olarak; sinus rectus ise sol sinus transversus olarak devam etmektedir.^{1,2}

- Sinus transversus: Tentorium cerebelli'nin oksipital kemiğe tutunan arka yaprakları arasındaki boşluktur. Oksipital kemik ile temporal kemik eklemi hizasından itibaren kıvrılıp aşağı doğru yönelir ve sinus sigmoideus adını alır. Sinus transversus'lar confluens sinuum'da biriken venöz kan ve BOS içeriğini alarak sinus sigmoideus yoluyla v.jugularis interna'ya boşaltırlar.

- Sinus sigmoideus: Sinus transversus'ların devamıdır. Foramen jugulare'nin üstünde bulbus jugularis adını alan geniş kısma dökülür. Bulbus jugularis, kafatasının dışında v. jugularis interna olarak devam eder.

- Sinus cavernosus: Hipofiz bezinin her iki yanında, sella turcica'yı saran venöz ağ şeklindeki sinüslerdir. Her iki tarafın kavernöz sinüsleri sinus intercavernosus'lar ile birbirleriyle bağlantılıdır. Klinik açıdan en önemli dural sinüslerdir. Vv. ophthalmiceae buraya döküldüğünden, göz çevresindeki basit bir enfeksiyon kavernöz sinüs trombozu (menenjit) yapabilir. İçinden ve/veya iç yan duvarından a.carotis interna ve n. abducens; dışyan duvarından ise n.oculomotorius, n. trochlearis, n. maxillaris geçer.

- Sinus petrosus superior: Temporal kemiğin petros parçasının üst kenarı boyunca uzanır ve sinus cavernosus'u sinus sigmoideus'a bağlar.

- Sinus petrosus inferior: Temporal kemiğin petros parçasının alt kenarı boyunca uzanır; vv. labyrinthi'yi de drene eder ve sinus cavernosus'u bulbus jugularis'e bağlar.

- Sinus sphenoparietalis: Sfenoid kemiğin ala minor'lerinin alt kenarı boyunca uzanarak v.meningea media'ları drene eder ve sinus cavernosus'a açılırlar.^{1,5,6}

Arachnoidea Mater

Dura mater'in meningeal yaprağının hemen altında uzanan saydam zardır. Pia mater'e doğru trabeculae arachnoideae adlı uzantılar verir; bu da örümceğe benzer bir görüntü oluşturduğundan örümceksi zar olarak adlandırılmıştır. Arachnoidea mater ile pia mater arasında uzanan trabeküller nedeniyle ortaya çıkan boşluk spatium subarachnoideum adını alır ve BOS bulunur. Arachnoidea mater'in özellikle sinus sagittalis superior'un ve kısmen de diğer komşuluk yaptığı dural sinüslerin içine doğru yönelen uzantıları *granulationes arachnoideae (arachnoi villi)* adını alırlar. BOS

miktarı ve basıncı arttığında bu uzantılarda bulunan kapaklar açılır ve sinus sagittalis superior başta olmak üzere BOS kısmen dural sinüslere dökülür. BOS miktarı ve basıncı normal değerlere düştüğünde kapaklar kapanır ve bu akım durur. Arachnoidea mater beynin sulcus ve fissuralarına girmez, gevşek bir zardır; dura mater'e daha sıkı yapışmıştır ancak komşu olduğu sinirler ve damarları sıkıca sarar.^{1,2,3}

Dura mater ile arachnoidea mater arasında seyir gösteren ve subaraknoid aralıktan geçerek sinus sagittalis superior'a dökülen vv. cerebri superficiales ve superiores (köprü venleri) bir sarsıntı nedeniyle koparlarsa kanama subdural aralıkta genişlemeye ve subdural hematoma sebep olur. Subdural hematoma, yarım ay (hilal) şeklinde, yaygın, konkavitesi beyin parankimine bakan bir hematomdur. Bu kanama beyni küçük olan yenidoğan bebeklerde veya yaşlılarda (köprü venleri gergin olacağından) sık görülür.^{4,6}

Dikkat: Epidural hematoma suture atlamaz ve tek bir kemiğin konturlarıyla sınırlıdır; subdural hematoma ise yaygındır. Her iki hematoma da falx cerebri nedeniyle orta hattı geçemez.

Arachnoidea mater foramen magnum'dan sonra canalis veretbralis içerisinde de dura mater spinalis'e yapışık olarak sakral 2. vertebra seviyesine kadar devam eder.

Cisternae Subarachnoideae

Subaraknoid aralığın geniş olduğu BOS havuzlarıdır.

- *Cisterna cerebellomedullaris (cisterna magna)*: Dördüncü ventrikülün delikleri buraya açılır. Böylece BOS subaraknoid aralığa geçmiş olur.

- *Cisterna fossae lateralis cerebri*

- *Cisterna chiasmatica*: Chiasma opticum'u çevreler

- *Cisterna interpeduncularis*: Willis's poligonu buradadır ve n.oculomotorius buradan geçer. Willis poligonuna katılan a. communicans anterior veya posterior'lar konjenital anevrizmalar nedeniyle kanar ve bu aralığa, dolayısıyla tüm subaraknoid boşluğa kan geçer. Bu tablo SAK (subaraknoid kanama) olarak adlandırılır.

- *Cisterna ambiens*

- *Cisterna pericallosa*

- *Cisterna pontocerebellaris*

- *Cisterna lamina terminalis*

- *Cisterna quadrigeminalis*: Vena cerebri magna, a. cerebri posterior, n. trochlearis buradan geçer; pineal bez de komşudur.

Bunların tümü intrakranial sisternalardır. Ayrıca erişkinde L1 ile S2 vertebra arasında da subaraknoid aralık geniştir ve lumbal ponksiyon yapılarak BOS örneği alınan bu havuz da *cisterna lumbalis* olarak adlandırılmaktadır.^{3,6}

Pia Mater

Arachnoidea mater'e ince bağ dokusu lifler ve trabecula'larla bağlı, ince ve damardan zengin olan zardır. Beyin ve uzantılarına sıkıca yapışmıştır. Tüm sulcus (oluk) ve fissura'lara girer. Duyusunu V., VII., IX. ve X. kafa çiftleri alır. III-VII-IX ve X. kafa çiftlerinden gelen parasempatik lifler, plexus caroticus internus'tan gelen sempatik

liflerle innerve edilir.^{1,4}

Pia mater cranialis'in uzantıları ventrikül duvarlarında yer alan plexus choroideus ve ependimal hücreleri de iki yaprak olarak içerisine alır ve bu uzantılar *tela choroidea* olarak isimlendirilir.³

Foramen magnum'dan sonra medulla spinalis'i sınımsız sararak devam eden pia mater erişkinde medulla spinalis alt ucunun (conus medullaris) bulunduğu lumbal 1. vertebra seviyesinde toplanıp bir ip gibi dural kesenin içinde sakral 2. vertebra seviyesine kadar uzanır ve *filum terminale internum* (pars pialis) adını alır. Sakral ikinci vertebra seviyesinden coccyx 1 vertebra seviyesine kadar ise bu başın etrafına dura mater ve arachnoidea mater de toplanarak katıldığından kısmen daha kalınlaşan yapı *filum terminale externum* (pars duralis veya lig.coccygeum) adını alır. Subaraknoid aralık foramen magnum'dan sonra da canalis vertebralis boyunca uzanır ve sakral 2. vertebra seviyesinde üç zar da toplanarak *filum terminale externum* adıyla devam ettiğinden kapanmış olur. Yani erişkinde subaraknoid aralık sakral 2 vertebra seviyesinde kapanır ve bu seviyenin altında BOS yoktur.

Özetle L1 – S2 arası *filum terminale internum* (pars pialis) sadece pia mater spinalis; S2 – Co1 arası *filum terminale externum* (pars duralis) dura, arachnoid ve pia tarafından oluşturulur ve lig. coccygeum olarak da adlandırılır.^{3,4}

Pia mater spinalis C1 le L1 arasında spinal sinir köklerini de sararak laterale doğru dura mater'e yapışmak üzere uzanan lifler verir ve bunlara lig. denticulatum adı verilir. Bu ligamentler

ortalama 21 çifttir ve gövdenin hareketleri sırasında medulla spinalis'in dura mater kılıfı içinde sabitlenmesine yardımcı olarak spinal sinir köklerinin kanal içerisinde korunmasını sağlarlar.^{4,5,6}

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that he has no competing interest.

Kaynaklar

1. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*. 7th edition. Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
2. Standring S. (Editor) *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. 42nd Edition, Elsevier; 2022.
3. Terminologia Anatomica, FCAT. Stuttgart, New York, Thime; 1998
4. Doğan T. ve ark. *Fonksiyonel Nöroanatomî*. Ankara, Metu Press; 1998.
5. Yıldırım M. *Temel Nöroanatomî*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
6. Schumacher GH, Aumüller G. *Klinik Temelli Topografik İnsan Anatomisi*, Çeviri Editörleri: S. Murat Akkın, Tania Marur. İstanbul, Deomed Yayıncılık; 2010.

BÖLÜM 2

TELENCEPHALON

Ali İhsan SOYLUOĞLU

Telencephalon

Cerebrum

BÖLÜM HAKKINDA

Telencephalon prosencephalon'un sulcuslar ile lob ve gyruslara ayrılan bir bölümüdür. Lob ve gyrus'lar sınırları da belirtilerek tanımlanmıştır. Buralarda yer alan Brodmann'a göre numaralandırılmış, fonksiyonel korteks alanları yerleşimlerine göre anlatılmıştır. Serebral hemisferlerin iç yapısında yer alan, gri cevher toplulukları olan, bazal çekirdeklerin tanımı, buldukları yer de belirtilerek yazılmıştır. Yine burada yer alan, fibrae commissurales, fibrae associationes ve fibrae projectiones tarafından oluşturulan beyaz cevher kitleleri, fonksiyonel özellikleri de belirtilerek anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Telencephalon, cortex cerebri, hemispherium cerebri, nucleus basalis, substantia alba

ABOUT the CHAPTER

Telencephalon is a part of the prosencephalon, which is divided into lobes and gyri by sulci. Lobes and gyri are defined by indicating their borders. The functional cortex areas are numbered according to Brodmann and are described according to their location. The definition of the basal nuclei, which are gray matter groups located in the inner structure of the cerebral hemispheres, is written, including their location. Here again, white matter masses formed by fibrae commissurales, fibrae associations and fibrae projectiones are described, also indicating their functional properties.

Keywords: Telencephalon, cerebral cortex, cerebral hemisphere, basal nucleus, white substance

Embriyolojik olarak önbeyin keseciğinden gelişen prosencephalon'un, diencephalon ve telencephalon olarak adlandırılan iki bölümü vardır.

Telencephalon'u, hemispherium cerebralis'ler oluşturur.

Cerebrum, fissura longitudinalis cerebri ile sağ ve sol iki hemisfere (hemispherium cerebralis) ayrılır. Bu yarık içinde, dura mater'in bir parçası olan falx cerebri yer alır. Sağ ve sol iki hemisfer, kommissural liflerin oluşturduğu bir yapı olan corpus callosum ile birbirlerine bağlanır. Her bir hemisferin içinde, beyin-omurilik sıvısı ile dolu lateral ventrikül adı verilen bir boşluk vardır. Hemisferlerin en dış katmanı, nöronların gövdesinin bulunduğu cortex olarak adlandırılır. Cortex, substantia grisea'nın büyük bölümünü oluşturur.^{1,2,3}

Hemispherium Cerebri'nin Dış Görünüşü

Hemispherium cerebri'nin facies superolateralis, facies medialis ve facies inferior adlı üç yüzü, polus frontalis, polus temporalis ve polus occipitalis adlı üç ucu bulunur. Korteksin daha çok nöronu kapsayabilmesi için derin ve sığ çok sayıda sulcus ile, gyrus'lara ve lob'lara ayrılarak, yüzey alanı genişlemiştir.^{1,2,3}

Hemispherium Cerebri'nin Ana Sulcus'ları

Sulcus centralis (Rolando oluşu): Bu oluk, hemisferin iç yüzünden başlayıp, sulcus lateralis ile birleşmeden, oluşun hemen üstünde sonlanır. Lobus frontalis ile lobus parietalis arasındadır.

Sulcus lateralis (Sylvius oluşu): Facies inferior ile facies lateralis'de yer alan derin bir oluktur. Temporal lobu önde frontal, arkada parietal lobdan ayırır. Üç bölümü vardır.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.



Ali İhsan Soyluoğlu

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: ihsans@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Soyluoğlu Al. Telencephalon. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 6-11

Bunlar, önde frontal loba doğru uzanan ramus anterior ve ramus ascendens ile arkada, sulcus'un esas bölümünü oluşturan ramus posterior'dur. Ramus anterior ve ascendens dalları, pars triangularis'in sınırlarını oluşturur.

Sulcus parieto-occipitalis: Polus occipitalis'in yaklaşık 5 cm önünde olarak üst kenardan başlayıp, medial yüzde sulcus calcarinus'a kadar uzanır.

Sulcus calcarinus: Medial yüzde corpus callosum'un arka ucundan başlayıp, polus occipitalis'te sonlanır. Ortasında sulcus parieto-occipitalis ile birleşir. ^{1,2,3}

Hemispherium Cerebri'nin Lobları ve Gyrus'ları

Lobus frontalis: Sulcus centralis'in önünde, sulcus lateralis'in üstünde yer alır. Sulcus precentralis sulcus centralis'in önünde yeralan, ona paralel oluktur. Sulcus centralis ile aralarında **gyrus precentralis** bulunur. Sulcus frontalis superior ve inferior, frontal lobun üzerinde sulcus precentralis'ten öne doğru uzanarak, gyrus frontalis superior, medius ve inferior'u birbirinden ayırır. Gyrus frontalis inferior, sulcus lateralis'in ramus anterior, ascendens ve posterior'u ile önden arkaya doğru pars orbitalis, pars triangularis ve pars opercularis adlı bölümlere ayrılır. ^{1,2,3}

Lobus parietalis: Sulcus centralis'in arkasında, sulcus lateralis'in üstünde ve sulcus parieto-occipitalis ile incisura preoccipitalis arasında yer alan göreceli hattın önünde bulunan lobdur. ¹

Sulcus postcentralis: Sulcus centralis'in arkasında yer alan ona paralel oluktur. Sulcus centralis ile aralarında gyrus postcentralis bulunur. ¹

Sulcus intraparietalis: Sulcus postcentralis'in ortasından arkaya doğru uzanır. Gyrus postcentralis'in arkasında, gyrus (lobulus) parietalis superior ile gyrus (lobulus) parietalis inferior'u ayırır. Gyrus parietalis inferior'da, sulcus lateralis'i sınırlandıran bölümü gyrus supramarginalis'i, sulcus temporalis superior'u sınırlandıran bölümü gyrus angularis'i oluşturur. ¹

Lobus occipitalis: Sulcus parieto-occipitalis ile incisura preoccipitalis arasında yer alan göreceli hattın arkasında bulunan lobdur. ¹

Lobus temporalis: Sulcus lateralis'in altında kalan lobdur. Sulcus lateralis'e paralel uzanan sulcus temporalis superior ve inferior ile, gyrus temporalis superior, medius ve inferior olarak üç gyrus'a ayrılır. ¹

Lobus insularis / Insula: Sulcus lateralis'in derininde yer alan lobdur. Üstten operculum frontale ile, alttan operculum temporale ile örtülmüştür. Görülebilmesi için operculum'ların ekarte edilmesi gerekir. ¹

Lobus limbicus: Hemisferin medial yüzünde yer alan, corpus callosum'un çevresinde yer alan korteks bölümüdür. ¹

Hemispherium Cerebri'nin Medial ve Inferior Yüzü

Hemisferlerin medial ve inferior yüzünde loblar net bir şekilde tanımlanamaz. Kommissural yapıların en büyüğü olan corpus callosum, bu yüzde yer alan en belirgin yapıdır. ^{1,2}

Gyrus cinguli: Corpus callosum'un üstünde, sulcus corporis callosi ile sulcus cinguli arasındaki gyrusdur. ¹

Lobulus paracentralis: Sulcus centralis'in medial yüzdeki parçasını çevreleyen korteks bölümüdür. Lobulus paracentralis'in ön bölümü, gyrus precentralis'in medial yüzdeki devamı tarafından, arka bölümü ise, gyrus postcentralis'in medial bölümü tarafından oluşturulur. ¹

Precuneus: Arkada sulcus parieto-occipitalis, önde sulcus cinguli'nin yukarı dönen ucu ile sınırlanmış alandır. ¹

Cuneus: Yukarıda sulcus parieto-occipitalis, aşağıda sulcus calcarinus ile sınırlanmış üçgen alandır. ¹

Hemispherium cerebri'nin inferior yüzü iç tarafta yer alan sulcus collateralis, dış tarafta yer alan sulcus occipitotemporalis tarafından gyrus parahippocampalis, gyrus occipitotemporalis medialis ve gyrus occipitotemporalis lateralis olmak üzere üç gyrus'a ayrılır. Sulcus collateralis ile sulcus calcarinus arasında kalan bölüm gyrus lingualis'tir. Gyrus parahippocampalis, önde kanca şeklindeki uncus ile sonlanır. ^{1,2,3}

Frontal lobun alt yüzünde, bulbus ve tractus olfactorius'un yerleştiği sulcus olfactorius yer alır. Sulcus olfactorius'un medial'inde gyrus rectus, lateralinde gyri orbitales bulunur. ¹

Serebral Hemisferlerin İç Yapısı

Her bir hemisferin içinde beyin-omurilik sıvısıyla dolu ventriculus lateralis adlı bir boşluk vardır. Ventriculus lateralis ve korteks arasında da bazal çekirdekler ve sinir lifleri bulunur. ^{2,3}

Serebral Korteksin Fonksiyonel Lokasyonu

Cortex cerebri hemisferlerin örtüsüdür. Yaklaşık 10-15 milyar nöron içerir. Bu nöronlar kendi aralarında olduğu gibi diğer bölümlerdeki nöronlar ile de bağlantı halindedir. Cortex cerebri, tabakalar şeklinde organize olmuştur. Filogenetik olarak üç korteks tipi tanımlanmıştır. En genç bölümü neocortex, yaşlı korteks bölümü paleocortex, en yaşlı bölümü de archicortex olarak adlandırılır. Neocortex, korteksin altı tabakasını da içerir, isocortex denir. Formatio hippocampi korteksinin içeren archicortex ile piriform,olfaktor ve insular korteksi oluşturan paleocortex üç tabakalı olup, allocortex olarak adlandırılır. ^{2,3}

Tabakalar:

1. Lamina molecularis – Lamina I
2. Lamina granularis externa – Lamina II
3. Lamina pyramidalis externa – Lamina III
4. Lamina granularis interna – Lamina IV
5. Lamina pyramidalis interna – Lamina V
6. Lamina multiformis – Lamina VI^(2,3)

Lamina I, V ve VI tüm korteks tiplerinde bulunurken, Lamina II, III ve IV sadece neocortex'de bulunur. ²

Granüler tip korteks: 2. ve 4. granüler tabakalar iyi gelişmiştir. Talamokortikal lifleri alırlar. Gyrus postcentralis, gyrus temporalis superior ve gyrus hippocampalis'te bulunur. ²

Agranüler tip korteks: Granüler tabakalar az gelişmiştir; fakat 3. ve 5. tabakalar iyi gelişmiştir. Gyrus precentralis ve frontal lobun diğer alanlarında bulunur. ²

Kortikal Alanlar

Korteks ile ilgili klinik araştırmalar, hayvanlarda yapılan ablasyon ve elektrofizyolojik çalışmalar, serebral korteksin farklı fonksiyonel alanlar içerdiğini göstermiştir. Geçen yüzyılda yoğunlaşan bu çalışmalar içinde en kabul göreni Brodmann tarafından yapılandır. Brodmann alanları olarak tanımlanır, numaralandırılmış 52 alandır.^{4,5}

Lobus Frontalis

Temel motor alan (4. alan): Gyrus precentralis'te bulunur. Temel motor alanda, vücut karşı yarımı, ters bir şekilde (motor homonkulus) temsil edilir. Hareketin planlamasından sorumlu değildir.⁴

Premotor alan (6. alan): Temel motor alanın önündedir. İç yüzde gyrus cinguli'ye kadar uzanır. Hareketlerin planlanmasından sorumludur. Daha önceki hareket deneyimlerini de depolar. Hasarında, yetenek gerektiren ince hareketler yapılamaz.⁴

Sekonder (yardımcı) motor alan: Gyrus frontalis medialis'tedir. Doğrudan alt motor nöronlara ulaşmazlar. Spinal internöronlarda sonlanırlar. Hasarında kalıcı bir kayıp yaşanmaz.⁴

Frontal göz merkezi (8. alan): Gyrus frontalis medius'ta, premotor alanın önündedir. Her iki taraf görme korteksi ile ilişkilidir. Görme uyarısından bağımsız olarak istemli göz hareketlerinden sorumludur. Tek taraflı hasarında, gözler karşı tarafa döndürülemez.⁴

Broca'nın motor konuşma merkezi (44,45. alan): Gyrus frontalis inferior'un pars triangularis ve pars opercularis'inde yer alır. Dominant hemisferde bulunur. Larynx, dil, damak ve solunum kaslarının koordineli şekilde çalışarak konuşmanın gerçekleşmesini sağlar. Wernicke duysal konuşma merkezi ile bağlantısı vardır.⁴

Prefrontal korteks (9,10,11,12. alan): Gyrus frontalis superior, medius ve inferior ile gyri orbitales, gyrus frontalis medialis'in büyük kısmı ile gyrus cinguli'nin ön yarısını kapsar. Çok yaygın bağlantıları vardır. Bireyin kişiliğinin gelişiminde, karar vermede ve yorumlamada etkindir.⁴

Lobus Parietalis

Temel (primer) somatik duyu alanı (SI,3,1,2. alan): Gyrus postcentralis ve lobulus paracentralis'in arka bölümünde yer alır. Vücut karşı yarımı, ters bir şekilde (duysal homonkulus) temsil edilir. Hasarın ya da operasyonun erken döneminde tüm genel duylar kaybolur.⁴

Sekonder somatik duyu alanı (SII): Sulcus lateralis'in ramus posterior'un üst dudağında, gyrus postcentralis'in en alt bölümündedir. Vücudun bilateral olarak temsil edilmesine karşın, karşı taraf dominant olarak temsil edilir.⁴

Somatik duyu asosiyasyon alanı (5,7. alan): Temel somatik duyu alanının arkasında yer alıp, hemisferin iç yan yüzüne de uzanır. Lobulus parietalis superior ve inferior'dadır.⁴

Tad merkezi (43. alan): Sulcus lateralis'in üst duvarı ile gyrus postcentralis'in alt ucunda yer alır.⁴

Lobus Occipitalis

Temel (primer) görme alanı (17. alan): Sulcus calcarinus'un arka bölümünde, her iki dudağında ve polus occipitalis korteksinde yer alır. Corpus geniculatum laterale'den afferent lifler alır. Retina'nın merkezi bölümü ve macula lutea 17. alanın arka bölümünde, periferi ise ön bölümünde temsil edilir.⁴

Sekonder görme alanı (18, 19. alan): Primer görme alanının etrafında yer alır. Primer görme alanına gelen görme bilgisinin, geçmiş görme bilgisi ile karşılaştırılmasını sağlar. Oksipital görme merkezi 19. alan içinde bulunur. Bir obje takip edilirken gözün hareketlerini koordine eder. Frontal görme alanı ise görme uyarısından bağımsızdır.⁴

Lobus Temporalis

Temel (primer) işitme alanı (41,42. alan): Gyrus temporalis superior'daki gyri temporales transversi (Heschl girusları)'de bulunur. Corpus geniculatum mediale'den afferent lifler alır. Ön bölümü düşük frekanslı, arka bölümü yüksek frekanslı seslerin algılanması ile ilgilidir. Tek taraflı hasarında çift taraflı işitme azalması olur. Bu azalma karşı tarafta daha fazladır. Sesin yerinin tesbiti bozulur.⁴

Sekonder işitme merkezi (22. alan): Gyrus temporalis superior'da primer işitme merkezinin arkasındadır. Seslerin yorumlanmasını sağlar.⁴

Duysal konuşma merkezi (Wernicke merkezi, 22,39,40.alanlar): Parietal lob ile temporal lob birleşiminde, gyrus supramarginalis (40) ve gyrus angularis (39) ile gyrus temporalis superior'da bulunan 22. alandır. Fasciculus arcuatus ile Broca merkezine bağlanır. Yazılan ve konuşulan dilin anlaşılmasını sağlar. Hasarında, yazılanları ve konuşulanları, görmesine ve duymasına rağmen anlayamaz. Sol dominant lobdadır.⁴

Koku merkezleri (primer 34. alan, sekonder 28. alan): Lobus temporalis'in gyrus parahypocampalis'inde bulunur. Uncus'un ön bölümü ile piriform korteks primer koku merkezini, entorhinal korteks ise, sekonder koku merkezini oluşturur. Koku korteksi afferentleri thalamus'a uğramazlar. Limbik sistemin içindedirler. Yakın hafıza da temporal lobda yer alır. Koku merkezinin de bulunduğu temporal lobun medialinde bulunan gyrus parahypocampalis, limbik lob kapsamındadır.⁴

Serebral Hemisferlerin İç Yapısı

Lateral Ventriküller

Her bir hemisferde bir lateral ventrikül olmak üzere toplamda iki lateral ventrikül vardır. C harfi biçimindedir. Pars centralis parietal lobda, cornu anterius frontal lobda, cornu inferius temporal lobda, cornu posterius ise oksipital lobda yer alır. Foramen interventriculare ile üçüncü ventriküle bağlanırlar.^{3,4}

Nuclei Basales (Bazal Çekirdekler)

Her bir hemisferde yer alan gri cevher topluluklarıdır. Bunlar, corpus striatum, corpus amygdaloideum ve claustrum'dur. Motor hareketlerin başlatılması, durdurulması, kaba koordinasyon ve postür kontrolünde etkindir. Tekrarlanan hareketlerin öğrenilmesi

ve yapılmasını sağlar. Amygdaloideum limbik sistem içindedir. Klinik ve fonksiyonel yönden, diencephalon'da yer alan nuc. subthalamicus, mesencephalon'da yer alan substantia nigra da bazal çekirdeklerden sayılabilir.^{4,5}

Corpus Striatum

Thalamus'un lateral ve önünde yer alır. Capsula interna ile, nucleus caudatus ve nucleus lentiformis'e ayrılır.⁴

Nucleus caudatus: Thalamus'un dış tarafındadır. Caput, corpus ve cauda bölümleri vardır. Caput, önde yer alan büyük bölümdür. Lateral ventrikülün cornu frontale'sinin dış yan duvarındadır. Corpus, caput'un foramen interventriculare hizasında arkaya doğru devamıdır. Ventriculus lateralis'in döşemesinin bir bölümünü oluşturur. Cauda, corpus'un thalamus'un arka ucunda devamıdır. Ventriculus lateralis'in cornu inferius'unun tavanında öne doğru uzanıp corpus amygdaloideum'da sonlanır.^{4,5}

Nucleus Lentiformis

Geniş konveks tabanı lateralde yer alan, kama şeklinde bir gri cevher kitlesidir. İç tarafta capsula interna ile komşudur. Capsula interna nucleus lentiformis'i thalamus ve nucleus caudatus'tan ayırır. Dış tarafta capsula externa ile komşudur. Capsula externa nucleus lentiformis'i claustrum'dan ayırır. Nucleus lentiformis, lamina medullaris lateralis ile dış yanda putamen, iç yanda globus pallidus'a ayrılır. Putamen globus pallidus'a göre daha koyudur. Her ne kadar morfolojik olarak birlikte olsalar da fonksiyonu farklı iki bölümdür.^{4,5}

Nucleus caudatus ve putamen, striatum veya neostriatum olarak adlandırılır. Bilgi girişi striatum'a olup, bilgi çıkışı, globus pallidus ve substantia nigra'dandır. Medulla spinalis ile direkt bilgi alışverişi yoktur.⁴

Clastrum

Capsula externa ile nucleus lentiformis arasında bulunan ince bir gri cevher tabakasıdır. Fonksiyonu tam olarak belli değildir.²

Corpus Amygdaloideum

Temporal lobda uncus'a yakındır. Limbik sistem içindedir. Duygusal bellek alanıdır.

Dışardan gelen duygusal uyarılara karşı vücudun tepki vermesinde rol oynar.²

Substantia Alba (Beyaz Cevher)

Neuroglia'larla desteklenen myelinli sinir liflerinden oluşturulur. Bunlar, fibrae commissurales, fibrae associationes ve fibrae projectiones olmak üzere üç gruptur.¹

Fibrae Commissurales

Corpus callosum: Kommissural yolların oluşturduğu en büyük ve belirgin yapıdır. Rostrum, genu, truncus ve splenium olarak dört bölümdür. Rostrum corpus callosum'un ön ucunda, arkaya doğru kıvrılan bölümdür. Genu corpus callosum'un ön ucunda, kavisli bölümdür. Truncus genu'dan sonra arkaya doğru kalınlaşarak uzanan bölümdür. Splenium truncus'un kalınlaşan arka bölümdür.^{1,4,5}

Frontal loblar arasında genudan geçerek öne doğru kavis yapan lifler, forceps minor'u oluşturur. Truncus'dan geçen lifler, radiatio corporis callosi'nin oluşumuna katılır. Bu lifler, lateral ventrikülün cornu posterius'unun, dış yan duvarı ve tavanı ile, cornu inferius'unun dış yan duvarında tapetum adını alır. Arkada oksipital loblar arasında, splenium'a ait lifler forceps major'u oluşturur.^[1,4,5]

Commissura anterior: Corpus callosum'un rostrum'u ile lamina terminalis arasında yer alan komissural liflerden oluşur. Koku ve limbik sistem yapılarını birbirine bağlar.^[1]

Commissura posterior: Aqueductus mesencephali'nin ventriculus tertius'a açılma yerindedir. Nucleus pretectalis liflerini birbirine bağlar. Pupilla ışık refleksi ile ilgilidir.^[1]

Fornix: Hippocampus'un miyelinli aksonlardan oluşan efferent bölümüdür. Hippocampus'tan beyaz cevher kitlesi alveus ile başlayan lifler, fimbria'yı oluşturur. Sonrasında crus fornicis olarak devam edip, corpus callosum'un altında birleşerek corpus fornicis'i oluştururlar. Corpus fornicis, önde septum pellucidum ile corpus callosum'un alt yüzüne bağlanır. III. ventrikülün duvarlarının derininde, iki columna fornicis'i oluşturarak, corpus mamillare'de sonlanır.^[1,4,5]

Commissura habenculorum: Glandula pinealis'in hemen üstünde yer alan küçük bir demettir. Nuclei habenculares ile ilgilidir.^[1]

Fibrae Associationes

Aynı hemisfer içinde önden arkaya, arkadan öne doğru ilerleyen ve fonksiyonel olarak birbiri ile ilintili kortikal bölgeleri birbirine bağlayan liflerden oluşur.

Fibrae arcuatae breves: Korteksin hemen altında yer alıp, komşu girusları birbirine bağlar.^[2]

Fasciculus longitudinalis superius (arcuatus): En uzun assosiasyon liflerinin oluşturduğu demettir. Frontal lobun ön bölümünü oksipital ve temporal loblara bağlar. Broca ve Wernicke merkezleri arasındadır.^[2]

Fasciculus longitudinalis inferius: Oksipital lob ile temporal lob arasındadır. Radiatio optica'nın dış yanındadır.^[2]

Cingulum: Gyrus cinguli içinde yer alan ve limbik sistem ile ilgili liflerdir.^[2]

Fasciculus uncinatus: Temporal lob ile konuşma merkezini de içine alan frontal lobdaki gyri orbitales'i bağlar.^[2]

Fibrae Projectiones

Serebral korteks ile beyin sapı arasında yer alan, afferent ve efferent liflerdir. Bu liflerin beyin sapının üst bölümündeki yerleşimine capsula interna denir.^[2]

Capsula Interna: Nucleus caudatus ve thalamus ile nucleus lentiformis arasında bulunan projeksiyon liflerinin oluşturduğu yapıdır. Nucleus caudatus ve thalamus iç yanında, nucleus lentiformis dış yanındadır. Nucleus lentiformis'in kama şeklinde olması, capsula interna'yı crus anterior, crus posterior ve genu olarak üç bölüme ayırır. Crus anterior, nucleus caudatus'un caput'u ile nucleus lentiformis arasındadır. Crus posterior,

thalamus ile nucleus lentiformis arasında yer alır. Genu bölümü ise, ikisinin birleşim yeridir. Efferentler, genu bölümünde baş ve boyuna gidenler olmak üzere, arkaya doğru üst ekstremité, alt ekstremitéye gidenler şeklinde yerleşim gösterirler. Pars retrolentiformis ve pars sublentiformis, crus posterior içindedir. Pars retrolentiformis'i, corpus geniculatum laterale ile görme korteksi arasında yer alan radiatio optica lifleri oluşturur. Pars sublentiformis'i ise, corpus geniculatum mediale ile işitme korteksi arasında yer alan radiatio acustica lifleri oluşturur.^{2,3,4}

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that he has no competing interest.

Kaynaklar

1. Taner D. ve ark. *Fonksiyonel Nöroanatomi*. Ankara, MetuPress; 1998.
2. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*. 7th edition, Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
3. Ozan H. *Premium Ozan Anatomi*. 3.baskı. Ankara, Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014
4. Moore KL, Persaud TVN. *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*. 6th. Philadelphia, WB Saunders; 1998.
5. Standring S. (Ed.). *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. 41st ed. Amsterdam, Elsevier; 2016

BÖLÜM 3

DIENCEPHALON (ARA BEYİN)

Yusuf Zeki YILDIZ

Diencephalon (Ara Beyin)

Diencephalon (Midbrain)

BÖLÜM HAKKINDA

Diencephalon beyin yarım küreleri tarafından hemen hemen tamamı kuşatılmış olarak merkezi bölümde yer almaktadır. Günlük yaşamımızda yer alan birçok fonksiyonun (yemek yeme, su içme, vücut ısısını kontrolü, uyku uyuma...) kontrolünde rol oynayan temel anatomik yapıları (Thalamus, epithalamus, hypothalamus...) içermektedir. Aynı zamanda ventriculus tertius (III. beyin ventrikülü) de diencephalon kapsamında bulunur.

Anahtar kelimeler: Diencephalon, ara beyin, thalamus

ABOUT the CHAPTER

The diencephalon is located in the central part, almost completely surrounded by the cerebral hemispheres. It contains the basic anatomical structures (Thalamus, epithalamus, hypothalamus...) that play a role in the control of many functions in our daily life (eating, drinking, body temperature control, sleeping...). At the same time, the ventriculus tertius (III. brain ventricle) is also located within the scope of the diencephalon.

Keywords: Diencephalon, midbrain, thalamus

Diencephalon, prosencephalon'un iki bölümünden biridir. Prosencephalon'un merkezi bölümünü oluşturur. 3.ventrikül boşluğunun her iki yan tarafında yer alır. Alt yüzü dışında üst ve dış yan yüzleri hemispherium cerebri ile sarılıdır. Hemen alt kısmında beyin sapının ilk bölümü olan mesencephalon bulunur. Temel olarak içeriği gri maddeden yapıldır.^{1,2}

Diencephalon, embriyolojik olarak ön beyin keseciğinin kaudal bölümünden (sekonder veziküllerinden) yaklaşık 4.hafta sonu ile 5.hafta başında gelişmeye başlar.

Beyin bütününe dıştan bakıldığında diencephalon'un sadece alt kısmı görülür. Dışyan tarafı beyin yarım küreleri ile sarılı iken tavan kısmı corpus callosum ile örtülüdür.^{1,2}

Diencephalon'un Sınırları

Ön-üstte; foramen interventriculare > commissura anterior > lamina terminalis ve chiasma opticum'dan geçirilen hayali bir çizgi ile hemisferlerden ayrılır. Arka-altta; corpus mamillare'den commisura posterior'a çizilen hayali bir çizgi ile mesencephalon'dan ayrılır. Horizontal kesitte; dış yan tarafında capsula interna, iç yan tarafında ise III. ventrikül yer alır.³

Diencephalon embriyolojik dönemde, lamina dorsalis ve iki lamina alaris'den geliştiği için (lamina ventralis ve lamina basalis'den değil) motor fonksiyonları doğrudan etkileyen yapılar içermez.³

Diencephalon, prosencephalon'un kabaca % 2-2.5 kadarı büyüklüğünde olmasına karşın çok önemli fonksiyonlara sahiptir. Toplam ağırlığı yaklaşık 25 gr kadardır. ³

Diencephalon'un Bölümleri

Diencephalon 5 alt bölümde incelenir (Ancak genellikle önce 2 ana bölüme ayrılıp sonra 5 alt bölümde de incelenebilir).

Pars dorsalis diencephali: Thalamus (Dorsal thalamus), Metathalamus ve Epithalamus isimlerini alan bölümleri vardır. ^{4,5}



Yusuf Zeki Yıldız 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: yzyildiz@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Yıldız YZ. Diencephalon. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 12-19



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atif 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Pars ventralis diencephali; Hypothalamus ve Subthalamus (Ventral thalamus) isimli alt bölümleri bulunur. ^{4,5}

Diencephalon'un Kanlanması (Arter ve Venleri)

Diencephalon'u oluşturan bölümlerin beslenmesi; *A.cerebri posterior* (a.basilaris kaynaklı), *a.communicans posterior* (a.carotis interna > a.cerebri media kaynaklı), a.choroidea anterior (a.carotis interna kaynaklı) tarafından sağlanır. Venöz damarları ise *v.internae cerebri* ve *v.basalis'e* dökülür. Buradan da *v.magna cerebri* yoluyla *sinus rectus'a* drene olur. Son aşamada *v.jugularis interna'ya* dökülür. ^{4,5}

Thalamus

Thalamus: Gri cevher yapısındadır ve içeriğindeki yaklaşık 120 çekirdeğin yer alması ile (10-12 tanesi major çekirdektir) sinir sisteminin en büyük çekirdek kitlesini oluşturur. İri bir ceviz büyüklüğünde, yumurta/beyzbol topu şeklinde olup, diencephalon'un en büyük bölümüdür (≈ 20 gr. kadar ağırlığında, 3x2x2 cm. boyutlarındadır). III.ventrikül'ün üst ve dışyan duvarlarını oluşturan thalamus, Grekçe bir kelime olup «iç oda» anlamındadır. Thalamus'un iki yarımı arasında çekirdekleri birbirine bağlayan adhesio interthalamica isimli anatomik yapı genellikle görülmektedir. ^{4,5}

Thalamus'un 2 ucu, 4 yüzü olduğu kabul edilir.

Thalamus'un uçları: Küçük yuvarlak çıkıntı şeklindeki ön ucuna **tuberculum anterius thalami** denir. Burası foramen interventriculare'yi arka tarafından sınırlar. Geniş ve daha şişkin olan arka ucuna **pulvinar thalami** adı verilir ve colliculus superior'un hemen üst-dış tarafındadır. ^{3,4,5}

Thalamus'un Yüzleri

Üst yüzü: Ventriculus lateralis'e bakan bu konveks yüzün üstünde kalın bir lif demeti olan fornix uzanır. Üst yüzün yaklaşık orta kısmında yer alan olukta plexus choroideus seyredir. Üst yüzün en dış yan tarafındaki sulcus terminalis adlı oluk, nuc.caudatus ile thalamus'u birbirinden ayırır. Bu olukta v.thalamostriata ve stria terminalis (beyaz cevher şeridi) yer alır. Üst yüzün dış yan bölümü aynı zamanda ventriculus lateralis'in tabanının bir kısmını yapar. ^{3,4,5}

Alt yüzü: İçyan yüz ile alt yüzün birleşim yerinde, önden-arkaya doğru uzanan sulcus hypothalamicus adlı oluk yer alır. Thalamus'un alt yüzü, hemen altında önden arkaya doğru yer alan hypothalamus, subthalamus ve tegmentum mesencephali ile komşuluk yapar. ^{3,4,5}

İç yan yüzü: III.ventrikül'ün iç yapısı duvarının üst bölümünü yapar. Bu yüzün ortalarında sağ-sol thalamus yarımalarını birbirine bağlayan (bazen olmayabilir) adhesio interthalamica adlı gri cevher kitlesinden oluşan yapı yer alır. İçyan yüz ile üst yüz arasındaki sınırı, stria medullaris thalami adlı sinir lifi demeti; Alt yüz ile arasındaki sınırı ise sulcus hypothalamicus yapar. ^{3,4,5}

Dış yan yüzü: Lamina medullaris externa/lateralis adlı beyaz cevher yaprağı, dışyan yüzü örter. Bunun da dış yan tarafında ise sırasıyla nuc.reticularis thalami, capsula interna'nın crus posterior'u ve nuc.lentiformis [globus pallidus + putamen] yer alır. ^{3,4,5}

Thalamus – Fonksiyonel Özellikleri

Thalamus, cortex cerebri'ye gelen tüm duysal uyarıların ilk durağıdır (koku duyusu hariç). Yani serebral kortekse açılan kapı (iletim istasyonu) görevi görür. Beyin sapı, bazal çekirdekler, cerebellum ve omurilikten aldığı uyarıları çözümler, düzenler ve capsula interna aracılığıyla duyu korteksine gönderirken, en fazla uyarıyı serebral korteksten alır. Duysal uyarıların alınması-yanıt verilmesi ve sinir sisteminin farklı bölümlerinden gelen duysal bilgilerin entegrasyonunda rol oynar. *Dokunma, ağrı, ısı* gibi duyarların korteksten önce *kabaca algılanma* yeri thalamus olduğu için **primitif duyu merkezi** olarak kabul edilir. *Bilinçlilik, affektif (duygulara dayanan) davranışlar ve hafıza* üzerinde de etkilidir. Limbik sistemle bağlantıları sayesinde kişinin *emosyonel durum ve davranışlarının düzenlenmesinde* katkı yapar (düşünme, yaratıcılık, yorumlama, dikkatli ve tetikte olma...). Kısaca thalamus; Duyuların, motor aktivitelerin, öğrenme ve hafızanın serebral kortekse yönlendirilmesinde bir nevi anahtar konumundadır. ^{4,5,6,7}

Radiatio thalami: Thalamus'u, serebral korteksin dört temel lobuna ışınal bir şekilde bağlayan 4 talamik lif demetidir. Bu lifler; *Radiatio thalami anterior* (thalamus ile lobus frontalis arasında), *radiatio thalami posterior* (thalamus ile lobus occipitalis arasında), *radiatio thalami superior* (thalamus ile lobus parietalis arasında) ve *radiatio thalami inferior* (thalamus ile lobus temporalis arasında) ismini alırlar. Bu lif demetleri sayesinde thalamus'daki çekirdekler, cortex cerebri'deki özgül alanlarıyla bağlantılar kurar. Böylece thalamus'a gelen ham bilgi, duyu korteksindeki assosiasyon alanlarına iletilmiş olur. ^{6,7}

DİKKAT; Bunlar çıkan yollardır, inen ana motor yollar thalamus'a uğramazlar.

Thalamus – İçyapısı ve Çekirdekleri

Arkadan - öne doğru uzanan "Y" şeklinde bir beyaz cevher yapısı olan **lamina medullaris interna/medialis** ile thalamus çekirdekleri düzenli olarak 3 bölgede organize olacak şekilde yer almaktadır. Ön grup çekirdekler; İç yan grup çekirdekler ve Dış yan grup çekirdekler.⁸

Bu ana grupların dışında thalamus'da arka grup, intralaminer grup, orta hat grubu ve retiküler grup çekirdekleri de bulunmaktadır.

Thalamus ön bölüm çekirdekleri; Emosyonel duyarların (korku, heyecan, hüzn, sevinç...) oluşumunda ve yakın hafızada rol oynayan limbik sistemin önemli bir ünitesidir. ^{5,8}

İçyan bölüm çekirdekleri; Hafıza, heyecana bağlı tonus, ruhsal durum regülasyonu ve duyarların integrasyonu ile ilgilidir. Prefrontal korteks ile sıkı ilişkilidir. ⁵

Dış yan bölüm çekirdekleri; Duysal (Brodmann 3,1,2.alan) ve motor (Brodmann 4,6,8.alan) serebral korteks ile sıkı ilişkilidir. Dokunma, ağrı, ısı ve tat duyusunun iletimi dışında proprioseptif duyarlar (kas tonusu, vücut pozisyonu ve muskuler koordinasyon) ile motor bağlantıyı da sağlar. ^{5,8}

Thalamus – Ön Grup Çekirdekleri

"Y" harfinin üst iki kolu arasında kalan bu bölge, emosyon ve yakın hafıza ile ilgili olarak limbik sistemin bir ünitesi gibidir. Burada nuclei anteriores thalami adı altında 3 çekirdek yer alır. Afferentleri

fornix yoluyla, gyrus parahippocampalis'den (Hippocampus) ve tr.mamillothalamicus (Vicq d'Azyr demeti) yolu ile corpus mamillare'den gelir. Efferent liflerini, gyrus cinguli'ye gönderir.^{5,7,8}

Thalamus – İç yan Grup Çekirdekler

“Y” harfinin alt kolunun iç yanında kalan bu bölge, *emosyon ve hafıza* ile ilgili limbik sistem bağlantısının dışında, *somatik ve visseral duyu*ların integrasyonunda da (hipotalamusla bağlantılı olarak pis ortamda kuma, strese bağlı anoreksia...v.b.) rol oynar. **Nuclei mediales** ortak başlığındaki bu grup çekirdeklerin en büyüğü **nuc.mediodorsalis**'dir (MD). Prefrontal ve temporal korteks, corpus amygdaloideum, substantia nigra, hypothalamus, globus pallidus ve diğer thalamus çekirdekleri ile bağlantılıdır.^{7,8} İçyan grupta değerlendirilen, ancak ayrı ayrı 2 grup çekirdek daha vardır:

a. **Nuc.intralaminare thalami:** Lamina medullaris interna içine gömülü küçük çekirdeklerdir. En büyüğü nuc.centromedianus (CM) olup, *bilinç ve atıklık düzeyini artırır (uyanma sistemi), ağrı impulslarını* gyrus cinguliye gönderir. Formatio reticularis, cerebellum, globus pallidus, substantia nigra, cortex cerebri'den afferentler alır. Efferent lifleri, putamen, nuc.caudatus ve diğer talamik çekirdeklere gider.^{7,8}

b. **Nuc.mediani:** III.ventriküle bakan iç yüzde, ependima tabakasının hemen altında ve *adhesio interthalamica çevresinde* yer alır. *Visseral aktivite ile ilgili çekirdeklerdir.* Formatio reticularis ve hypothalamusla bağlantılıdır.^{7,8}

Thalamus – Dış yan Grup Çekirdekleri

Y” harfinin alt kolunun dış yanında bulunan çekirdeklerdir. **Nuc. laterales thalami** ortak adını taşıyan bu çekirdekler, **nuc.dorsales thalami** ve **nuc.ventrales thalami** ismini alan iki gruba ayrılır.^{5,7,8}

I. **Nuc.dorsales thalami:** Dorsal (üst) tarafta esas olarak 2 çekirdek vardır:

1. **Nuc.dorsalis lateralis** (LD): Limbik sistemle ilgilidir. Bu çekirdekler, *nuc.anteriores thalami* ile bağlantılı olduğu için ikisi birlikte **limbik thalamus** olarak da adlandırılır.^{5,7,8}

2. **Nuc.lateralis posterior** (LP): Afferentlerini, diğer talamik çekirdekler ve colliculus superior'dan alır. Efferentleri, gyrus cinguli, parietal loba gider.^{5,7,8}

3. **Nuc.pulvinares:** Dorsal çekirdekler kapsamında olup, thalamus'un arka ucundaki pulvinar kabartısını oluştururlar ve thalamus'un en büyük çekirdek grubudur. *Görme, işitme ve somatik duyu*ların (özellikle *ağrı duyusu*) integrasyonunda önemli rol oynar. Afferentleri, colliculus superior, corpus geniculatum laterale+mediale'den gelir. Efferentleri, oksipital, temporal ve parietal lobların assosiasyon korteksleri ile karşılıklı olarak bağlantılar kurar.^{5,7,8}

II. **Nuc.ventrales thalami:** Ventral (alt) tarafta yer alan 3 çekirdek vardır:

Nuc.ventralis anterior, Nuc.ventralis lateralis ve Nuc.ventrales posteriores.

1. **Nuc.ventralis anterior (VA):** Bazal çekirdekler ile motor korteks (frontal lob) arasında major düzenleyici istasyon rolü oynar. İç yan

tarafı, *baş-boyun-göz;* Dış yan tarafı ise *gövde ve ekstremitelerin istemli hareketlerinin kontrolü ile ilgilidir* Afferent lifleri, globus pallidus, substantia nigra, diğer talamik çekirdeklerden gelir. Efferentler, primer motor kortekse gider.^{5,7,8}

2. **Nuc.ventralis lateralis (VL):**VA çekirdeği gibi motor fonksiyonlarda (*kas tonusunun korunması, istemli hareketlerin kontrolü...*) etkili olan *proprioseptif-motor assosiasyon* çekirdekleridir. VA'dan farkı, cerebellum ve nuc.ruber'den de afferent lifler alır. Efferentleri, primer motor kortekse (Brodmann 4,6.alan) gider.^{5,7,8}

Nuc.ventralis anterior ile Nuc.ventralis lateralis ikisi birlikte **motor thalamus** olarak da adlandırılır.⁸

3. **Nuc.ventrales posteriores/Nuc.ventrobasales:** Genel somatik duyu yollarının (+Tat duyusu) esas düzenleyici çekirdekleridir. Primer duysal kortekse (Brodmann 3,1,2.alan) bağlanır. İki alt gruba ayrılır.^{5,7,8}

a- **Nuc.ventralis posterolateralis (VPL);** Afferentleri, tr.spinothalamicus anterior, tr.spinothalamicus lateralis ve lemniscus medialis (fasciculus gracilis+fasciculus cuneatus) ile *vücudun karşı yarımından gelen (baş hariç) genel somatik ve proprioseptif duyu*ları alır. Efferentleri, duysal kortekse (Brodmann 3,1,2. alan) gider.^{5,7,8}

b- **Nuc.ventralis posteromedialis (VPM);** Afferentleri, tr.trigeminothalamicus ile *baş ve yüz bölgesinden gelen genel somatik+proprioseptif duyu*lar ve *Tat duyusunu* alır. Efferentleri, duysal korteks (Brodmann 3,1,2. alan) ve Brodmann 43.alana (Tat merkezi) gider (Corona radiata içinde olarak capsula interna'nın crus posterius'undan geçer.)^{5,7,8}

Thalamus – Diğer Küçük Çekirdekler

Nuc.reticularis thalami: Thalamus'un dış yan yüzünü saran lamina medullaris externa/ lateralis ile capsula interna'nın crus posterius'u arasında kalan çekirdektir. Bütün thalamic çekirdeklerle ilgili karşılıklı olarak kortikothalamic bağlantılar, bu çekirdekten geçer. Böylece thalamic çıkışı organize eder. **Aksonları thalamusu terk etmeyen tek çekirdek olduğu kabul edilmektedir.**^{7,8}

Metathalamus

Metathalamus, thalamus'un arka (kaudal) tarafında, pulvinar'ın altında olarak dış yan tarafa doğru uzanan 2 küçük kabartı şeklinde yapıdır. İç yan taraftakine **corpus geniculatum mediale;** dışyan taraftakine ise **corpus geniculatum laterale** denir. Bu iki yapı, bazı anatomistler tarafından **metathalamus** olarak adlandırılır.^{7,8}

Corpus geniculatum laterale içinde yer alan çekirdeğe, **nuc. corporis geniculati lateralis** adı verilir ve görme yolunun III. nöronlarını içerir. Afferentleri, tractus opticus ve colliculus superior'dan gelir. Efferentleri, **radiatio optica** ile oksipital lobdaki primer görme merkezi (Brodmann 17.alan) ile sekonder görme merkezlerine (Brodmann 18,19.alan) gider.^{7,8}

Corpus geniculatum mediale içinde yer alan çekirdeğe, **nuc. corporis geniculati medialis** adı verilir ve işitme yolunun III. nöronlarını içerir. Afferentleri, lemniscus lateralis ve colliculus inferior'dan gelir. Efferentleri, **radiatio acustica** ile temporal

lobdaki primer işitme merkezine (Brodmann 41,42.alan) gider.^{7,8}

Subthalamus (Thalamus Ventralis)

Subthalamus, thalamus'un hemen altında, thalamus ile tegmentum mesencephali arasında yer alır. İç yan tarafın ön-alt kısmı hypothalamus, dış yan tarafı ise capsula interna ile komşuluk yapar. Embriyolojik gelişim sırasında dış yana doğru yer değiştirerek globus pallidus'u oluşturur. Subthalamus, içerdiği motor fonksiyonlu çekirdeklerin mesencephalon ile bağlantılı olması nedeniyle, tegmentum mesencephali'nin kranial uzantısı olarak da kabul edilmesine yol açar.^{7,8}

Subthalamus Yapıları: Nuc.subthalamicus, zona incerta ve Forel alanları ile birçok duysal lif demetini (Tr.spinothalamicus, lemniscus lateralis, lemniscus medialis, lemniscus trigeminalis...) içerir. Bu yapılar göç etmezler. Başlangıçta subthalamus bölgesinde yer alan, ancak gelişim esnasında capsula interna'nın lifleri aracılığıyla göç eden globus pallidus, subthalamus yapısı olarak kabul edilebilir. *Subthalamus, motor yolların ara istasyonu konumunda olup ekstrapiramidal sistemde görev yaparlar.*^{7,8}

Nuc.subthalamicus (Corpus/Nuc.Luysii): Subthalamus'un ön bölümünde, capsula interna'ya yaslanan, substantia nigra'nın rostral uzantısı gibi yer almaktadır. Yakınında yer alan globus pallidus ile karşılıklı bir şekilde (fasciculus subthalamicus) bağlantılıdır. Ayrıca corpus striatum, frontal korteks (Brodmann 4. ve 6.alan), thalamus ve formatio reticularis'den afferent lifler alırken; Efferentleri, globus pallidus ve substantia nigra'ya gider. Kas kontraksiyonun kontrolünde rol oynar. *Bu çekirdeğin hasarında vücudun karşı yarımında hemiballismus (istem dışı ve ani, hızlı, şiddetli hareketler) oluşur.* Fonksiyonel olarak, bazal çekirdekler kapsamındadır.^{7,8}

Zona incerta: Nuc.subthalamicus'un arka-içyan tarafında, thalamus ile nuc. subthalamicus arasında yer alan gri cevher kitlesidir. Mesencephalon'daki formatio reticularis'in rostraldeki uzantısıdır. Bağlantıları ve fonksiyonları, hypothalamus'un lateral bölümüne benzemektedir (içme davranışlarının düzenlenmesi...)^{7,8}

Forel alanları: Globus pallidus ve nuc.dentatus'dan (cerebellum), thalamus'a giden efferent liflerin oluşturduğu demetlerdir. H (prerubral alan), H1 ve H2 olarak 3 alan bulunur.^{7,8}

Epithalamus

Epithalamus, diencephalon'un arka-üst tarafında birkaç yapının biraraya gelerek oluşturduğu bölgenin genel adıdır. Thalamus'un üst-arka tarafında yerleşmiş bu yapılar, splenium corporis callosi ile tectum mesencephali arasındadır. Epithalamus yapıları, aynı zamanda III.ventrikül'ün üst-arka duvarının yapımına da katkıda bulunurlar.⁹

Epithalamus yapıları: Epithalamus kapsamında dıştan bakıldığında 3 temel yapı bulunur;⁹

- Habenula (Yular/Şerit şeklindeki yapı)
- Commissura posterior (Commissura epithalamica)
- Gl.pinealis (Epiphysis cerebri - Corpus pineale)

a. Habenula: Colliculus superior'un ön-üst kısmında, epifizin yan

tarafında, commissura posterior'un üzerinde, stria medullaris thalami'nin arka ucunun yular/şerit şeklinde genişleyerek oluşturduğu epitalamik bir kabartıdır. Limbik sistemin bir bölümü olarak olfaktor ve visseral fonksiyonların integrasyonunda rol oynar (Örneğin; Koku uyarılarına bağlı olarak boyun+ vücudun, uyariya doğru yönelme/uzaklaşma hareketini kontrol etmesi...). Habenula kapsamında üçgen şeklinde bir alan olan trigonum habenulare ve içeriğinde yer alan çekirdekler ile birkaç lif demeti yer alır.^{9,10}

-Trigonum habenulare: Habenula kapsamındaki bu yapı, iç yapısında bulunan üç grup çekirdeğin bağlantı liflerinin üçgen şeklinde oluşturduğu bir alandır. Üçgenin köşeleri kabaca colliculus superior, epifiz ve pulvinar thalami arasında yer alır. Üçgenin derinliklerinde nuc.habenulares isimli çekirdekler bulunur.^{9,10}

-Nuclei habenulares: Trigonum habenulare'nin derinliklerinde, medial ve lateral olarak yer alan sağlı-sollu bir çift çekirdektir. Habenular çekirdekler, *limbik sistemin parçası olarak olfaktor uyarılar için istasyon görevi yapar. Tükrük salgısı ve sindirim sisteminde motilite ve salgılar üzerine arttırıcı etki yapar. Uyku mekanizmasında da rol oynar.*^{9,10}

– Üçgenin derinliklerinde bu çekirdeklerle ilgili afferent/efferent lif demetleri, trigon/üçgen şeklinde 3 grup bağlantı yolu oluştururlar; **Stria medullaris thalami, tr.habenulointerpeduncularis/ Meynert demeti ve commissura habenulorum.**

Stria medullaris thalami: Thalamus'un içyan yüzünün üst tarafında seyreden liflerdir. Area septalis, area preoptica ve area olfactoria'yı, nuc.habenulares'e bağlayan afferent liflerdir.^{9,10}

Tr.habenulointerpeduncularis: Nuc.habenulares'i, tegmentum mesencephali'deki çekirdeklere (Nuc.interpeduncularis ve nuc. reticularis) bağlayan efferent liflerdir.^{9,10}

Commissura habenulorum: Gl.pinealis'in üst ayakçıklarının bağlandığı habenula derinindeki nuc.habenulares liflerini karşılıklı olarak birbirine bağlayan çapraz liflerin oluşturduğu yapıdır.^{9,10}

b. Commissura posterior (Commissura epithalamica): III. ventrikül'ün arka duvarında, aqueductus cerebri/mesencephali girişinin üst tarafında yer alan komissural liflerin oluşturduğu demettir. Esas olarak nuclei pretectales'i (colliculus superior'un rostralinde, diencephalon-mesencephalon geçiş yerinde yer alan) karşı taraftaki Edinger-Westphal çekirdeğine bağlar. Esas olarak *Pupilla ışık refleksi ile ilgilidir.* Ancak diğer görme ile ilgili baş-boyun reflekslerinde etkin rol oynar. Ayrıca fasciculus longitudinalis medialis (MLF), nuc.interstitialis (Cajal çekirdeği), thalamus arka çekirdeklerini karşılıklı olarak birbirine bağlar. Vestibuler liflerin de buradan geçtiği kabul edilir.^{9,10}

c. Corpus pineale (Gl.pinealis/Epiphysis cerebri): III.ventrikül'ün arka duvarında, colliculus superior'ların üstünde, splenium corporis callosi'nin altında olarak diencephalon'a bir sapla tutunan, 7x5x4 mm. ebadında, yaklaşık olarak 0.1-0.2 gr. ağırlığında, çam kozalağı şeklinde **endokrin bir bezdir.** Tutunduğu sapın üst bacağı commissura habenulorum, alt bacağı commissura posterior ile devam eder. Arada kalan III.ventrikül kısmına ise *recessus pinealis* denir. III.ventrikül'ü döşeyen ependim hücrelerinden geliştiği için *epifizde sinir hücreleri* bulunmaz. Yapısı, pinealosit ve

glial hücrelerden oluşur. Karanlıkta aktif bir bezdir. *Biyolojik ritim ve gonadal fonksiyonlarda genellikle inhibitör etkilidir. Serotonin ve Melatonin hormonlarının salgılanmasında aktif rol oynar.* Epifiz bezi, karmaşık bir nöral yol izleyerek retinadan gelen ışık ile ilgili impulsları, endokrin sinyallere dönüştüren bir yapıdır. ^{8,9,10}

İmpulslar, N.opticus > Nuc.suprachiasmaticus (hypothalamus) > Formatio reticularis (mesencephalon) > Tr.reticulospinalis > Medulla spinalis > Gang.cervicale superius > N.pinealis (Nn. conarii) yolarını izleyerek gl.pinealis'e sempatik liflerle ulaşır. Epithalamus, aslında hypothalamus etkisi altında olup, MSS ile direkt bağlantısı yoktur. Uyku periyodu (uyku-uyanık kalma sirkülasyonunu düzenleme), vücut ısısı ayarlanması, metabolizma, immün sistem, lokomotor aktivite... gibi birçok fonksiyonda rol oynamaktadır. Yaşın ilerlemesiyle, epifizde radyolojik olarak görülen kalsifiye odaklarına acervulus cerebri (beyin kumu) adı verilir. ^{8,9,10}

Hypothalamus

Hypothalamus, diencephalon'un en altta yer alan ventral bölümüne verilen isimdir. Ağırlığı az (yaklaşık 4 gr.), fonksiyonel özelliği çoktur. **Otonom fonksiyonların temel kontrol merkezidir.** Endokrin sistem üzerinde de etkin rol oynar. ¹⁰

Hypothalamus sınırları: **Önde** commissura anterior ve lamina terminalis, **arkada** subthalamus ve tegmentum mesencephali; **yukarıda** sulcus hypothalamicus; **aşağıda** III.ventrikül tabanını yapan oluşumlar (chiasma opticum, tuber cinereum, infundibulum ve corpus mammillare); Dış yanda capsula interna; iç yanda III. ventrikül tarafından oluşturulur. ¹⁰

Diencephalon'un dışarıdan görülebilen tek bölümü olan hypothalamus yapıları, beyin tabanında önden-arkaya doğru sıralanan infundibulum, tuber cinereum, corpus mammillare'dir. Bunlardan ayrı olarak, chiasma opticum ve infundibulum yoluyla beyin tabanına tutunan hipofiz bezi de görülmektedir. ¹⁰

Hypothalamus'un iç yapısında 30'dan fazla çekirdek vardır. Bu çekirdekler; **homeostasis**'in (vücut iç ortam dengesi) korunmasında çok önemli rol oynar. Hypothalamus, son yıllarda *otonom sinir sistemi, endokrin sistem, immün sistem ve limbik sistemin merkezi olarak da kabul edilmektedir.* ¹⁰

Hypothalamus Yapıları

Tuber cinereum: Chiasma opticum ile corpus mammillare arasında, III.ventrikül tabanından aşağıya doğru uzanan gri cevherden yapıli kabarık alandır. Bu alanın aşağıya doğru bakan kısmı daha çıkıntılı şekilde olup, eminentia mediana adı verilir. ^{9,10}

Infundibulum: Tuber cinereum ve eminentia mediana'nın devamı şeklinde olup, bir sap gibi aşağıda nörohipofize doğru uzanır. ¹⁰

Corpus mammillare: Önde tuber cinereum, arkada substantia perforata posterior arasında ve orta hatta yer alan, 5 mm. çapında 2 tane yuvarlağımsı beyaz kitledir. Limbik sistemle bağlantılı olup, *beslenme refleksi ile ilgili fonksiyonunun* dışında birçok fonksiyonu bulunmaktadır. ¹⁰

Gl.pituitaria (Hypophysis cerebri): Infundibulum adlı bir sapla hypothalamus'a bağlı olan, 1x1x0.5 cm ebatlarında, 0.5-1 gr

ağırlığında oval şekilli bir iç salgı bezidir. Hipofizden hormon salınımı, hypothalamus tarafından kontrol edilmektedir. **adenohypophysis** (Lobus anterior/Ön bölüm) ve **neurohypophysis** (Lobus posterior/Arka bölüm) olmak üzere iki bölümü vardır. Nörohipofiz bölümü gerçekte, hypothalamus'un uzantısı iken, adenohipofiz bölümü aslında endokrin bir bezdir. Dolayısıyla endokrin organlar kapsamında anlatılacaktır. ^{9,10}

Hypothalamus dışında olup bölgede yer alan yapılar

Fonksiyonel olarak diencephalon yapıları ile ilişkili olan bazı oluşumlar da bölgede yer almaktadır. Bu yapılar:

Area preoptica: Lamina terminalis'in arka tarafında yer alan, gri cevher kitlesi olan area preoptica, telencephalon'a ait yapı olmasına rağmen fonksiyonel olarak hypothalamus'un bir bölümü gibi kabul edilmektedir. ^{10,11}

Chiasma opticum: N.opticus'un çaprazlaştığı yassı sinir lifi kitlesi olup, III.ventrikül'ün ön ve alt duvarlarının birleşim yerindedir. Üstte lamina terminalis, aşağıda diaphragma sellae aracılığıyla hipofiz bezi ile komşudur. Görme yollarının bir bölümüdür (corpus geniculatum laterale). ^{10,11}

Hypothalamus iç yapısı - çekirdekler (Nuclei hypothalamicae)

Hypothalamus'daki çekirdeklerin yerleşimi ve adlandırılması, farklı ekollere göre değişkenlik gösterir. Anlatım kolaylığı açısından hypothalamus'un içinden geçen fornix ile tr.mammillothalamicus, hypothalamicus'u dış yan/lateral ve iç yan/medial diye ikiye ayırdığı için hipotalamik çekirdekler de **lateral grup** ve **medial grup** olarak iki gruba ayrılarak incelenirler: ^{10,11}

I- Area hypothalamica lateralis: Bu bölgede iki çekirdek grubu vardır.

Nuc.hypothalamicus lateralis Buradaki çekirdekler **açlık merkezini** oluşturur. İştahı artırır. Hasarında anoreksi görülür. ¹⁰

Nuc. preopticus lateralis- Biyolojik ritimde (uyku oluşumunda) rol oynarlar. ¹⁰

II- Area hypothalamica medialis: Bu bölgedeki çekirdekleri, midsagittal kesitte önden-arkaya doğru 3 gruba ayrılarak incelenir; ¹⁰

1- Ön grup; 2- Orta grup ve 3- Arka grup çekirdekleri.

1-Ön Grup (Regio anterior, Regio chiasmatica: Area hypothalamica rostralis): Ön bölgede yer alan çekirdeklerdir. Bu gruba ait bazı çekirdekler;

Nuc. preopticus medialis - Area preoptica'nın (lamina terminalis'in arkasında olarak) iç yan tarafında yerleşen çekirdeklerdir. Vücut ısısını düzenler, su içme hissini oluşturur, cinsel davranışların kontrolünü sağlar. ¹¹

Nuc. supraopticus - Chiasma opticum'un hemen üzerindedir (4 tanedir). Burada üretilen hormon olan ADH (Vasopressin), sıvı dengesi ile ilgilidir. ¹¹

Nuc. paraventricularis - Sulcus hypothalamicus altında yer alır. Oksitosin hormonu üretir. ¹¹

Nuc. anterior hypothalami- Nuc.supraopticus ile Nuc. paraventricularis arasında yer alan çekirdeklerdir. *Parasempatik etkiye sahiptir. Vazodilatasyon ve terleme ile yüksek vücut ısısını düşürülmesinde rol oynar.*¹¹

Nuc.suprachiasmaticus- Chiasma opticum'un hemen üzerindedir. Retinadan impulsları alır, epifize iletir. Biyolojik ritim ve uyku ile ilgilidir.¹¹

2-Orta grup (Regio tuberalis; Area hypothalamica intermedia): Orta bölgede yer alan çekirdekler olup, hypothalamus'un en geniş yerini kaplarlar. Bu gruba ait bazı çekirdekler;¹¹

Nuc. ventromedialis hypothalami - Tokluk merkezi olarak kabul edilir.¹¹

Nuc. dorsomedialis hypothalami - Ruhsal durumla (emosyon) ilgilidir.¹¹

Nuc. infundibularis/Nuc.arquatus - Infundibulum'da, recessus infundibularis yakınında yer alır. Ürettiği RH ve IH hormonları ile adenohipofizde üretilen hormonların kontrolünü sağlar.¹¹

Nuclei tuberales - Fonksiyonu nuc.infundibularis ile aynı olup, tuber cinereum derinliklerinde yer alır.¹¹

3-Arka grup (Regio mammillaris; Area hypothalamica posterior): Arka bölgede yer alan çekirdeklerdir. Bu gruba ait bazı çekirdekler;

Nuc. posterior hypothalami - *Sempatik etkili çekirdeklerdir.* Vücut ısısı düşüklüğüne duyarlı olup, vazokonstriksiyon ve titreme ile vücut ısısını yükselterek, mevcut vücut ısısının korunmasını sağlar.¹¹

Nuclei mammillares - Corpus mammillare içinde yer alan çekirdekler olup *limbik sistem, koku yolları, beslenme refleksi, emosyon ve kısa süreli hafıza* ile ilgilidirler.¹¹

Hypothalamus - Afferent Lifler

Hypothalamus, otonomik fonksiyonların kontrol merkezi olmasının yanında, hipofiz bezi ile olan bağlantısı sayesinde endokrin sistem üzerinde de etkilidir. İç organlar, regio olfactoria, cortex cerebri ve limbik sistemden çok sayıda afferent lifler alır.¹¹

Temel afferent yollar:

Fornix - Hippocampus'dan, corpus mammillare'ye lifler taşır.¹¹

Stria terminalis - Corpus amygdaloideum'dan afferent lifler taşır.¹¹

Fasciculus medialis telencephali - Olfaktor merkez, prefrontal korteks, formatio reticularis ile hypothalamus arasında karşılıklı lifler taşır.¹¹

Pedunculus corporis mammillare - Erojen alanlardan mesencephalon'a, buradan corpus mammillare'ye giden liflerdir.¹¹

Fasciculus longitudinalis dorsalis (Schütz demeti) - Beyin sapındaki çekirdeklerden, hypothalamus'a karşılıklı bilgi akışını sağlar.¹¹

Tr.thalamohypothalamicus - Thalamus'dan, hypothalamus'a gelen lifler.¹¹

Hypothalamus - Efferent Lifler

Hypothalamus, hipofize iki yol ile bağlanır. Bu yollarla, sinir sistemi ile endokrin sistem arasında etkileşim sağlanır:

1-Tr.hypothalamohypophysialis - Hypothalamus'daki nuc. supraopticus ve nuc.paraventricularis'de üretilen ADH ve oksitosin hormonları, bu çekirdeklerden çıkan aksonlarla, tuber cinereum ve infundibulum yoluyla hypothalamus'un devamı gibi olan nörohipofiz'e gelir. Burada yer alan nörosekretuar hücrelerde depolanır (Herring cisimcikleri). Hormonların salınması gerektiği zamanlarda, nörohipofizdeki bu depolardan serbestleşir ve açığa çıkarak kana karışır.^{5,11}

2-Tr.tuberohypophysialis/Tr.infundibularis-Hypothalamustaki nuclei tuberales, nuc.infundibularis ve diğer küçük çekirdeklerde üretilen RH (Releasing Hormon/ Aktive eden) ve IH (Inhibiting Hormon/ inhibe eden) hormonları, aksonlarla infundibulum çevresindeki vasküler pleksusa gelir. Buradan kan yoluyla (Hipofizyal portal yol) adenohipofizdeki kapiller sisteme geçer. Adenohipofiz hormonlarının salınımı veya inhibe edilmesi bu yolla kontrol edilir.^{5,11}

Hypothalamus, hipofiz dışında birçok yapılarla da efferent bağlantılar kurar: **Fasciculus/Tractus mammillothalamicus (Vicq-d'Azyr demeti)** - Corpus mammillare'den, nuc.thalami anteriores'e oradan da gyrus cinguli'ye ulaşan limbik sistemle ilgili liflerdir.^{5,11}

Tr.mammillotegmentalis - Corpus mammillare'den, mesencephalon'un tegmentum'undaki formatio reticularis çekirdeklerine giden liflerdir.⁵

İnen otonomik lifler - Formatio reticularis aracılığıyla beyin sapı (kranial sinir çekirdekleri) ve omurilikte yer alan otonomik çekirdeklere ulaşır.⁵

Fasciculus longitudinalis dorsalis (Scüztz demeti) - Hypothalamus'un iç yan tarafındaki çekirdekleri, mesencephalon'daki substantia grisea centralis'e bağlar.⁵

Fasciculus medialis telencephali - Hypothalamus'un dış yan tarafındaki çekirdekleri, ön tarafta nuc.septales'e; arkada nuc. tementales'e ve mesencephalon'daki substantia grisea centralis'e bağlar.^{5,11}

Fornix - Formatio hippocampi ile corpus mamillare arasında karşılıklı bağlantılar vardır.¹¹

Stria terminalis - Hypothalamus ile corpus amygdaloideum arasında karşılıklı bağlantıları (Afferent-Efferent) sağlar.¹¹

Hypothalamus Fonksiyonları Ve Lezyonlarındaki Bazı Belirtiler

1- Otonom sinir sistemi kontrolü- Otonom sinir sisteminin üst merkezi gibidir. Beyin sapı ve omurilikte yer alan parasempatik ve sempatik çekirdekleri etkiler. **Hypothalamus'un ön ve medial bölümü parasempatik, arka ve lateral bölümü ise sempatik fonksiyonları düzenler.** Parasempatik sistemle ilgili çekirdekler

uyarıldığında; kan basıncı düşer, kalp atımı yavaşlar, mesane kasılarak miksiyon olur, sindirim sistemi hareketleri ve salgısı artar, pupilla daralır. Sempatik sistem de tam tersi olaylar oluşur.¹²

2- Endokrin sistem kontrolü- Hypotalamus'da üretilen RH ve IH, portal yolla adenohipofizdeki hormon salınımını eksite veya inhibe ederek, üreme ve büyüme gibi birçok fonksiyonları (direkt yolla dokuları veya indirekt yolla diğer endokrin bezleri) etkiler. Hypotalamus arka bölge lezyonlarında **LH, FSH** salınımı bozulur; Bu durum puberte öncesi olursa sekonder seks karakterleri gelişmez (**Hipogonadizm**).¹²

3-Yeme-içmenin düzenlenmesi- Hypotalamus'un lateral bölgesi **açlık merkezi** olup, uyarılmasında iştah (besin alımı) artar. Lezyonlarında hipofaji sonucu aşırı kilo kaybı oluşur. Ventromedial çekirdek ise **tokluk merkezi**dir. Uyarılmasında iştah deprese olur. Lezyonları obezite ile sonuçlanır.¹²

4- Vücut ısısı kontrolü (Termoregülasyon)- **hypotalamus'un ön bölümü** kandaki **ısı artışına** (<0.1° C) çok **duyarlı** olup, uyarılma sonucu (parasempatik etki) vazodilatasyon ve terleme ile vücut ısısını düşürme mekanizmaları harekete geçer. Bilateral lezyonlarında ısı düşürülemediği için **Hipertermi** oluşur. **Arka hypothalamus** bölgesi kandaki **ısı düşmesine** duyarlı olup, uyarılmasıyla vazokonstriksiyon oluşur, terleme önlenir ve ısı yükselir. Bilateral lezyonlarında vücut ısısı artmazsa önce **poikilotermi**, daha sonra ısı düşüşü devam ederse **hipotermi** oluşur.¹²

5- Vücut sıvı dengesinin sağlanması ve su alımının kontrolü- Ön hypothalamus'da yer alan bazı küçük çekirdekler ve nuc. supraopticus, plasma osmotik basıncında çok küçük artışlara (%1) ve kan basıncındaki düşüşlere duyarlıdır. Bu duyarlılığa bağlı olarak, uyarılma sonucu nörohipofizden, ADH salınımı sağlanır. Dehidratasyon veya kanamalarda olduğu gibi plazma osmotik basıncı yükselince, ADH üretimi ve salınımı artar. Aşırı hidratasyonda (alkol alımı), ADH salınımı azalır. ADH yetersiz üretilirse **diabetes insipidus** tablosu oluşur. **Hypotalamus'un ön ve lateral bölümleri susuzluk merkezi** olarak bilinir.¹²

6- Biyolojik ritim ve uyku-uyanıklık- Nuc.suprachiasmaticus, retinadan aldığı ışık uyarıları sayesinde, vücut fonksiyonlarını düzenleyen biyolojik bir iç saat gibi çalışır. **Hypotalamus ön bölgesi uyuma merkezi, arka bölgesi uyanma merkezi** olarak fonksiyon yapar. Ön bölge lezyonunda **insomnia** (uyuyamamak); arka bölge lezyonunda **hipersomnia** (uzun süreli uyumak) tablosu gelişir. Yaşlılıkta ve Alzheimer hastalığında oluşan biyolojik ritim bozukluğu (uyku problemi), genellikle bu çekirdeğin lezyonu ile

oluşur.¹²

7- Emosyonel/duygusal davranış kontrolü- Duygular (sevgi, nefret, öfke, korku, neşe, üzüntü...) kişilere göre farklı emosyonel davranışlara yol açar. Hypotalamus > Limbik sistem > Beyin sapı > Omurilik bağlantıları ile kişilerde somatik yanıtlar (deride kızarma, pupilla dilatasyonu, terleme, kalp atımı ve solunum sayısında artış, midede yanma...) doğurur; Ventromedial hypothalamus lezyonlarında öfke ve saldırganlık arka hypothalamus lezyonlarında uysallık ve apati (ilgisiz, umursamaz tavır...) ortaya çıkar.¹²

8- Bellek- Hypotalamus arka bölge lezyonlarında (corpus mamillare ve fornix içeren lezyonlarda) hafıza kaybı (özel olaylar) olur ve yenileri belleğe alınmaz.¹²

9- Üreme ve seksüel davranış- Hypotalamus'un dorsal bölgesi, orgazm oluşmasını sağlar.¹²

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that he has no competing interest.

Kaynaklar

1. Afifi AK, Bergman RA. *Functional neuroanatomy text and atlas*. New York, London, Tokyo, McGraw; 1998.
2. Akesson EJ, Loeb JA, Paulwels-Wilson L. *Thompson's core textbook of anatomy*. 2nd Edition. Philadelphia, JB Lippincott Company;1990.
3. Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. *Neuroscience exploring the brain*. Baltimore, London, Williams&Wilkin; 1996.
4. Yıldırım M. *İnsan Anatomisi*. 7. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2012.
5. Yıldırım M. *Temel nöroanatomisi*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
6. Dere F. *Nöroanatomisi-fonksiyonel nöroloji atlası ve ders kitabı*. 3. Baskı. Adana, Adana Nobel Tıp Kitabevi; 2000.
7. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. *Tıp fakültesi öğrencileri için Gray's anatomi*. 2. Baslı. Çeviri Editörü: M. Yıldırım, T. Marur. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
8. England MA, Wakely J. A *Color Atlas of the Brain&Spinal Cord*. Aylesbury, Wolfe Publishing Ltd; 1991.
9. Fix JD. *BRS Neuroanatomy*. LippincottWilliams & Wilkin; 1992.
10. Hansen JT. *Netter's anatomy coloring book*. Philadelphia, Saunders-Elsevier; 2010.

BÖLÜM 4

TRUNCUS ENCEPHALI (BEYİN SAPI)

Yusuf Zeki YILDIZ
Ayşe Derya ERTEM

Mesencephalon (Orta Beyin)

Mesencephalon

BÖLÜM HAKKINDA

Beyin sapı olarak adlandırılan bölüm, beyin yarım küreleri arasında sıkışmış olup, serebrum ile omurilik arasında bir geçiş yeridir. Kafatasının arka çukurluğunda yer alırken, IV. beyin ventrikülünün oluşumuna da katkı sağlar. Hayati fonksiyonların kontrolünde (solunum sayısı, kalp atımı...) rol oynayan çekirdekleri içermesine ilaveten 12 çift kranial sinirin 10 tanesinin çekirdekleri de burada yer alır. Ayrıca omurilikten, beyin korteksine giden afferent yollar veya beyin korteksinden omuriliğe giden efferent yollar da kavşak yeri olan beyin sapından geçerler. Beyin sapının proksimalden-distale doğru üç temel alt bölümden oluştuğu görülür: Mesencephalon, Pons ve Medulla oblongata/Bulbus. Bu bölümde bu üç temel yapı hakkında anatomik bilgiler verilecektir.

Anahtar kelimeler: Beyin sapı, mesencephalon, pons, bulbus, medulla oblongata

ABOUT the CHAPTER

The part called the brainstem is stuck between the brain hemispheres and is a transition place between the cerebrum and the spinal cord. It is located in the posterior fossa of the skull. It also contributes to the formation of the brain ventricle. In addition to containing nuclei that play a role in the control of vital functions (respiratory rate, heartbeat, etc.), the nuclei of 10 of the 12 pairs of cranial nerves are also located here. In addition, afferent pathways from the spinal cord to the cerebral cortex or efferent pathways from the cerebral cortex to the spinal cord pass through the brainstem, which is the junction point. It is seen that the brainstem consists of three basic subdivisions from proximal to distal: Mesencephalon, Pons and Medulla oblongata/Bulbus. In this section, anatomical information about these three basic structures will be given.

Keywords: Brainstem, mesencephalon, pons, bulbus, medulla oblongata



Truncus Encephali (Beyin Sapı)

Merkez sinir sisteminin, cerebrum ile medulla spinalis arasındaki bağlantıyı sağlayan bölümüdür. Beyin sapında birçok çekirdek ve inen-çıkan yollar yer alır.^{1,2,3}

Beyin sapı yapıları (midsagittal kesitte, yukarıdan-aşağıya) 3 alt bölümde incelenir:

1. Mesencephalon (Orta beyin)
2. Pons (Köprü)
3. Medulla oblongata/Bulbus (Omurilik soğanı)^{1,3}

Son iki yapı aynı zamanda rhombencephalon bölümüdür. Fossa cranii posterior'da, clivus boyunca uzanan beyin sapı, yukarıya doğru uzanırken genişler ve iki ayak ile cerebrum'a bağlanır. Beyin sapının boyu \approx 7-8 cm. olup her biri \approx 2.5 cm. kadardır. Ağırlığı ise tüm beyinin \approx %2.5'lük kısmını (\approx 25-30 gr.) oluşturur.^{1,3}

Beyin Sapının Temel fonksiyonları:

-III.-XII. (ilk 2 çift dışındaki) kranial sinirlerin çekirdekleri ile birlikte *formatio reticularis* ve *ekstrapiramidal* sistem çekirdekleri de bulunur.

-Medulla spinalis ile prosencephalon arasındaki bağlantıları sağlayan tüm inen-çıkan yolların geçiş yeridir.

-Bilinçliliğin kontrolü ile birlikte, temel yaşam refleks merkezlerini (dolaşım, solunum, uyku, öksürük, yutma ve kusma merkezleri...) ve görme-işitme refleks merkezlerini içerir.^{1,3}

Yusuf Zeki Yıldız 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: yzyildiz@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Yıldız YZ. Mesencephalon. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 20-24



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Beyin sapı longitudinal kesitte 3 alt bölümde incelenir. Bu yapılar arkadan öne doğru;

a-Tectum (Tavan kısmı olan bu bölüm, beyin sapında sadece mesencephalon'da bulunur).^{1,2,3}

b-Tegmentum (orta bölüm)

c-Basis (Taban)¹

Beyin sapı önden arkaya doğru incelenirse;

Taban (Basis) bölümünde: Mesencephalon'da *crus cerebri*'ler; Pons'da: *Pars basilaris pontis*; Bulbus'da piramidumlar;¹

Tegmentum (Orta) bölümünde: Her 3 bölümün yapıları;

Ventriküler sistemin kesitinde Üst bölümde: aqueductus mesencephali; orta bölümde: ventriculus quartus; alt bölümde: canalis centralis.

Tectum (Tavan) bölümünde: Sadece mesencephalon'da olup, corpora quadrigemina vardır. Beyin sapının geri kalan bölümlerinin arkasında ise bitişik olarak cerebellum bulunur.

Beyin sapı yapılarının hepsi, beyin yarım kürelerinin aşırı büyümesi sonucu, orta hatta ve arkada gizlenmiş olarak yer alır. Bu nedenle sadece beyinin alt yüzünden görülebilir.^{1,3}

Beyin sapı: Yukarıda diencephalon aşağıda medulla spinalis ile devam eder. Sağ-sol 2 tane pedunculus cerebri ile hemispherium cerebri'ye, 3 tane pedunculus cerebellaris (superior/medius/inferior) ile cerebellum'a bağlanır. I.ve II. kranial sinir hariç, tüm **kafa çiftleri** beyin sapına bağlanır ve bunlara ait **çekirdekler** beyin sapında yer alır. Ayrıca motor ve duysal karakterli başka çekirdekler de (Nuc. gracilis, nuc.pontis, nuc.ruber...) var.^{1,3}

Omurilikte sonlanan **tüm inen yollar** ile beyin sapına ve kortekse ulaşan **tüm çıkan yollar** da beyin sapının içyapısında yer alır.^{1,3}

1-Mesencephalon

Mesencephalon, beyin sapının en kısa/küçük bölümüdür (≈ 2 cm). Yukarıda diencephalon, aşağıda pons ile devam eder.

ÖN YÜZÜ: Yukarıya doğru gittikçe birbirinden ayrılan, her iki korteksle bağlantıyı sağlayan sağ-sol 2 dikey sütun **crus/pedunculus cerebri** yer alır. Bu ayakçıklar arasında bulunan çukurluğa, **fossa interpeduncularis** denir. Bu çukurluğun tabanı delikli olup, **substantia perforata posterior** ismini alır. İçinden *a.cerebri posterior* ve *a.communicans posterior* dalları geçer. Ayrıca cerebellum ile bağlantıyı sağlayan pedunculus cerebellaris superior vardır.^{4,5}

ARKA YÜZÜ: Dikey ve enine oluklarla birbirinden ayrılmış 4 adet yuvarlak şişkinlik (**corpora quadrigemina**) görülür. Üstteki 2 şişkinliğe **colliculus superior**, alttaki 2 şişkinliğe **colliculus inferior** adı verilir. Colliculus superior'dan başlayıp, dışyana doğru ilerleyerek corpus geniculatum laterale'ye ulaşan yapıya **brachium colliculi superioris** (görme refleksi yolu), aynı şekilde colliculus inferior'dan başlayıp corpus geniculatum mediale'ye ulaşan yapıya **brachium colliculi inferioris** (işitme refleksi yolu) denir. Colliculus inferior'un altından orta hatta mesencephalon'u arka yüzden terk

eden tek kranial sinir olan CN-IV (N.trochlearis) görülür.^{4,5}

Mesencephalon - İç Yapısı

Mesencephalon'un iç yapısı; çekirdekler ve yollar olarak iki bölümde değerlendirilir.

Bu yapıları incelemek için bir longitudinal kesit (aqueductus cerebri'den geçen), bir de transversal kesit yapılır (bu kesitin biri colliculus superior'dan, diğeri colliculus inferior'dan geçer).^{2,4}

Longitudinal kesitte;

Aqueductus cerebri'nin arkasında kalan mesencephalon bölümüne **tectum mesencephali** (burada *colliculus superior* ve *colliculus inferior*'dan oluşan dördüz yapı corpora quadrigemina yer alır) denir.^{1,3}

Aqueductus cerebri'nin ön tarafında kalan mesencephalon bölümü **crus/pedunculus cerebri** adını alır. Burası **substantia nigra** adlı pigmentöz bir lamina ile ikiye ayrılır.

Dorsal bölümü, **tegmentum mesencephali**,

Ventral bölümü ise **basis pedunculi** olarak adlandırılır.¹³

Mesencephalon iç yapısı - çekirdekler

1- Nuc. nervi oculomotorii: CN-III'un **motor (GSE)** karakterli çekirdeğidir. **Colliculus superior seviyesinde**, aqueductus cerebri'nin ön tarafında ve orta hat yakınında tegmentum'da yer alır. Buradan çıkan lifler, ekstraokuler kaslarla birlikte (*m.rectus superior*, *m.rectus inferior*, *m.rectus medialis* ve *m.obliquus inferior*), **üst göz kapağı kası olan m.levator palpebrae superioris**'i innerve eder.^{5,6}

2- Nuc. accessorii nervi oculomotorii (Etinger-Westphal çekirdeği/ Nuclei autonomici / Nuc. viscerales): CN-III'un **parasempatik (GVE)** çekirdekleridir. Nuc.nervi oculomotorii'nin arka-ıçyan tarafındadır. Aksonları, CN-III içinde olarak gang. ciliare'ye gelir. Buradan da nn. ciliares breves isimli dallarla, *m.sphincter pupillae* ve *m.ciliaris*'e gider.⁶

3- Nuc. nervi trochlearis: CN-IV'in **motor (GSE)** çekirdeğidir. **Colliculus inferior seviyesinde**, aqueductus cerebri'nin ön tarafında, orta hatta tegmentum'da yer alır. Aksonları substantia grisea centralis'i dolanıp, arka-ıçyana ilerler, mesencephalon içinde **çapraz** yaptıktan sonra **arka yüzünden** terk eder. M.obliquus superior'u innerve eder.⁵

4- Nuc. mesencephalicus nervi trigemini: Çiğneme kasları, diş ve dişetleri, sert damak ve çene eklemine, basınç ve proprioseptif duyusunun I.nöronlarıdır (**merkez Sinir Sistemi içinde I.nöronun olduğu tek çekirdek**). Substantia grisea centralis'in dışyan tarafında yer alır. Isırma kuvvetini (çene refleksi) kontrol eder.⁵

5- **Strata/Nuc. colliculi superioris**: Colliculus superior içinde 7 tabakalı çekirdek grubudur. İki colliculus superior, commissura posterior lifleri ile birbirine bağlanır. Tr.opticus ve görme korteksinden, colliculus inferior'dan, medulla spinalis'den gelen ani görsel ve somatik uyarıları alır. Fasciculus longitudinalis medialis, tr.tectospinalis, tr.tectobulbaris yollarıyla görmeye bağlı göz ve baş-boyun refleksi hareketlerini kontrol eder (Görme refleksi merkezi).^{6,7}

6- Nuc. colliculi inferioris: Colliculus inferior içinde yer alan 3 çekirdektir. Diğer colliculus inferior ile birbirine bağlanır. Lemniscus lateralis, temel işitme korteksi, cerebellar korteks ve corpus geniculatum mediale bağlantıları ile sese bağlı baş-boyun refleks hareketlerini kontrol eder (**İşitme refleksi merkezi**).^{6,7}

7- Nuc. ruber: Tegmentumda, aqueductus cerebri ile substantia nigra arasında olarak yukarıda subthalamus'a kadar uzanan yuvarlak kırmızı pigmentli bir çekirdektir. *Ekstrapiramidal sistemin önemli bir yapısı olup, kas tonusunun düzenlenmesi ile ilgilidir (Fleksör motor nöronları uyarır, ekstensor motor nöronları inhibe eder)*. Afferentlerini cerebellum, cortex cerebri (motor-premotor alanlar), bazal çekirdeklerden alır; Efferentleri ise Forel çaprazı sonrası medulla spinalis (tr.rubrospinalis), formatio reticularis (tr.rubroreticularis), thalamus, nuc.olivaris (tr. rubroolivaris), substantia nigra'ya gider.⁷

8- Substantia nigra: Tegmentum ile basisi birbirinden ayıran siyah pigmentli bir bazal çekirdektir. *Motor kontrolde anahtar rolü oynar. Dopaminerjik ve GABAerjik (inhibitör transmitterler) nöronlardan oluşur.* Afferentleri, cortex cerebri, nuc. basales, nuc.subthalamicus, nuc.raphae'den gelir. Efferentleri ise cortex cerebri, nuc. basales, corpus amygdaloideum, thalamus, colliculus superior ve nuc.ruber'e gider.⁸

Nuc. ruber lezyonlarında, tremor; **Substantia nigra** lezyonlarında ise Parkinson (rijidite, tremor, motor aktivitede yavaşlama) ortaya çıkar.⁸

9- Substantia grisea centralis: Aqueductus cerebri'nin etrafını saran gri cevher kitlesi olup, **ağrı duyusunun baskılanmasında** etkili **endorfin üreten** çekirdeklerdir. İnen otonom lifler de buradan geçer.⁸

10- Nuclei formatio reticulares: Otonomik fonksiyonların (solunum, dolaşım...) düzenlenmesini sağlayan ve tüm beyin sapı boyunca yer alan çekirdeklerdir.⁸

11- Nuclei raphes: Orta hattın yanında yer alırlar. **Serotonin** salgılanmasında rol oynarlar.⁹

12- Nuclei pretectales: Area pretectalis'de (colliculus superior'ların hemen üst tarafındaki diencephalon-mesencephalon geçiş yeri olup, epitalamus kapsamında da değerlendirilmektedir) yer alan pupilla ışık refleksi ile ilgili çekirdeklerdir.⁹

13- Nuc. interstitialis (Cajal çekirdeği): Aqueductus cerebri'nin üst ucuna yakın yerde bulunur. Göz hareketleri (vertikal) ile ilgilidir.⁹

Mesencephalon'daki Yollar

Mesencephalon'un Basis'inden Geçen Yollar

Crus cerebri- Mesencephalon'un ventral bölümünde yer alan *piramidal* ve *kortikopontin* yollara ait liflerden oluşur. Yukarıda capsula interna ile devam ederken, aşağıda pons'un basisinde uzanır. Crus cerebri'nin ortadaki 3/5'inde *piramidal yollar*; İçyan ve dışyan tarafındaki 1/5'lik bölümlerinde ise *kortikopontin lifler* uzanır.¹⁰

Fibrae corticospinales mesencephalon ve pons'u geçerek

bulbus'a ulaşan liflerin büyük bir kısmı bulbus'da çapraz yaptıktan sonra medulla spinalis'e ulaşırlar. Çaprazlaşan bu liflere *tr.corticospinalis lateralis*; Çaprazlaşmayan liflere ise *tr.corticospinalis anterior* denir.¹⁰

Fibrae cortico nucleares beyin sapındaki bazal çekirdeklere giden liflerdir. * Kortikospinal ve kortikonükleer yolların ikisi birlikte **tr.pyramidalis** adını alır.

Tr.corticopontinus cortex cerebri'nin değişik bölümlerinden orijin alan lifler nuc.pontis'e ulaşırlar, çaprazlaştıktan sonra pedunculus cerebellaris medius yoluyla karşı taraf cerebellum hemisferine gider.^{1,10}

Mesencephalon'un tegmentum'undan geçen yollar:

Lemniscus medialis- Substantia nigra'nın hemen arkasında seyreder. Vücudun karşı taraf gövde ve ekstremitelerinden alınan bilinçli derin duyu, vibrasyon ve diskriminitif dokunma duyusunu talamusa iletir.^{1,9}

Lemniscus spinalis- Lemniscus medialis'in dışyan-arka tarafında seyreder. Vücudun karşı taraf gövde ve ekstremitelerinden alınan ağrı, ısı, basınç ve hafif dokunma duyusunu thalamus'a iletir.¹⁰

Lemniscus trigeminalis- Lemniscus medialis'e bitişik seyreder. Yüzün karşı tarafındaki ağrı, ısı, basınç ve dokunma duyusunu thalamusa iletir.^{9,10}

Lemniscus lateralis- Lemniscus spinalis'in arka-dışyan tarafındadır. İşitme ile ilgili impulsları, nuc. cochleares'den, colliculus inferior'a, oradan da corpus geniculatum mediale'ye ulaştırır demettir.⁸

Fasciculus longitudinalis medialis (MLF)- Aqueductus cerebri'nin önünde paramedian ve bilateral olarak mesencephalon'dan servikal spinal segmentlere kadar uzanan demettir. Nuclei vestibulares ile göz ve baş-boyun hareketlerinin koordinasyonunda rol oynar (visual fiksasyon).¹⁰

Pedunculus cerebellaris superior- Nuclei cerebelli'yi mesencephalon'a bağlayan demettir. Tegmentum'da çaprazlaşır, nuc. ruber ve thalamus'da (nuc.ventrolateralis) sonlanır.

Tr.rubrospinalis ve **Tr.rubroreticularis-** Nuc.ruber'den başlayan lifler tegmentum'da çapraz yapar (decussatio tegmentalis anterior- **Forel çaprazı**), medulla spinalis ve nuc.formatio reticulares'e gider.¹⁰

Tr.tectospinalis ve **Tr.tectonucleares-** Colliculus superior'dan çıkan lifler; tegmentum'da çapraz yapar (decussatio tegmentalis posterior- **Meynert çaprazı**), üst servikal spinal segmentlerde sonlanır.^{8,10}

Fasciculus longitudinalis posterior (Schultz demeti)- Substantia grisea centralis içinde uzanan otonom lif demetidir. Hypothalamus'dan başlar; beyin sapındaki otonom çekirdeklere ulaşır.¹⁰

Mesencephalon - Arterleri

Mesencephalon'un Kanlanması (Arter ve Venleri)
Mesencephalon'un **arteryel beslenmesi**; Temelde beyin sapını

besleyen arterler etken rol alırlar. Arka taraftan gelen *a.basilaris* kökenli dallar (*a.superior cerebelli*, *aa.mesencephalicae*), *a.cerebri posterior* kökenli dallar (*aa.circumferentiales*, *aa.centrales posteromediales/paramedian* dallar, *aa.centrales posterolaterales*, *a.choroidea posterior* ve *rr.pedunculares*) ile birlikte ön taraftan gelen *a.cerebri media* (veya *a.carotis interna*) kökenli dallar (*a.communicans posterior*) tarafından sağlanır. ^{1,3} Mesencephalon'un **venöz damarları** çok sayıda küçük-ince venöz damarlar (*v.intercollicularis*, *v.pedunculares*, *v.mesencephalica lateralis*, *v.pontomesencephalica*) yoluyla *v.interna cerebri*'ye drene olurlar. Bu dallar da *v.magna cerebri* (*Galen veni*) ve *v.basalis* (*Rosenthal veni*) aracılığı ile *sinus rectus*'a dökülür. Buradan da *confluens sinuum* > *sinus transversus* > *sinus sigmoideus* yollarını izleyerek sonunda *v.jugularis interna*'ya dökülür. ^{3,10}

Mesencephalon Sendromları

En sık olarak *a.basilaris* ve *a.cerebri posterior*'un paramedian dallarının tıkanması sonucu CN-III veya bunun çekirdekleriyle ilgili belirtiler (asimetrik pupilla) görülür. Bazı sendromlar:

1- Weber sendromu: Lezyon mesencephalon'un ventral alanındadır. CN-III ve *crus cerebri* harabiyetine bağlı belirtiler (*a.cerebri posterior* dallarının tıkanması sonucu) görülür: ipsilateral CN-III felci belirtileri [Aynı taraf göz kaslarında felç, ptozis (üst göz kapağının düşmesi), midriyazis (pupillaların büyümesi) ve akomodasyon reflekslerinde kayıp] ve *t.corticospinalis*'in hasarına bağlı olarak da vücutta kontralateral hemipleji (**UMN/Üst Motor Nöron felci**) tablosu ortaya çıkar. ^{5,6,13}

2- Tegmental/Benedict sendromu: Lezyon mesencephalon'un medial veya santral tegmental alanındadır. Ipsilateral CN-III felci belirtilerine (Weber sendromu ile aynı) ek olarak *nuc.ruber* hasarına bağlı tremor (ataksi, kore...) gibi istem dışı hareketlerin yanında *lemniscus medialis* hasarına bağlı kontralateral hemiparezi (proprioception, diskriminif dokunma ve titreşim duygusu kayıpları) belirtileri de görülür. ^{5,6,13}

3- Parinaud/Pineal/Kolliküler/Pretektal sendrom: Lezyon mesencephalon'un dorsal alanında, pretektal bölgededir (en çok pineal bez tümörlerinde görülür). Pupiller anormallikler (anizokori, midriyazis, akomodasyon refleks kaybı...) ve vertikal planda gözün yukarı bakışında felç oluşur. ^{5,6,13}

4- Koma ve Kilitlenme/Locked-In sendromu: Uyanık kalmanın sağlanmasında bölge önemli rol oynadığı için, buradaki lezyonlar sonucu sıklıkla **koma belirtileri** görülür. Gözler kapalı, konuşmayan ve tepki vermeyen durumla birlikte derin uyku hali tablosu ortaya çıkar. Eğer hasta ışığa reaksiyon vermiyorsa ve midriyazis varsa, ilk önce düşünülmesi gereken lezyon yerinin mesencephalon'da

olduğu varsayımı unutulmamalıdır (Eğer vücut ısısı, kan basıncı, nabız ve solunumun bozulması belirtileri de varsa o zaman pons ve bulbus'daki vital merkezlerde hasar olduğu da akla getirilmelidir). Özellikle *a.basilaris* ve dallarının lezyonlarında hastada sadece kortikobulber veya kortikospinal yollar da kesinti oluşmasına rağmen (bilateral piramidal sendrom) bilinç ve gözler açık, gözkapakları da hareket ettirilebiliyorsa o zaman hasarın beyin sapının ventral bölümlerinde olduğu düşünülmelidir. İşte beyine uyarıların iletilmesine rağmen motor yanıtların bloke edildiği bu tabloya **Kilitlenme (Locked-In) sendromu** veya **Pseudocoma** adı verilir. ^{5,6,13}

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that he has no competing interest.

Kaynaklar

1. Amerally P. *Anatomy, Mosby's Crash Course*. Türkçe Çeviri Editörü A Elhan. Ankara, Güneş Kitabevleri; 1999.
2. Burt AM. *Textbook of Neuroanatomy*. Philadelphia, London, Toronto, WB Saunders Company; 1993.
3. Carpenter MB. *Core Text of Neuroanatomy*. Fourth Edition. Baltimore, London, Williams&Wilkin; 1995.
4. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. *Tıp Fakültesi Öğrencileri için Gray's Anatomi*, 2. Baslı. Çeviri Editörü: M. Yıldırım, T. Marur. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
5. Fix JD. *BRS Neuroanatomy*. Williams&Wilkin-MASS Pub; 1992.
6. Hansen JT. *Netter's Anatomy Coloring Book*. Philadelphia, Saunders-Elsevier; 2010.
7. Lippert LS. *Clinical Kinesiology and Anatomy*. Fourth Edition. Philadelphia, FA Davis Company; 2006.
8. Moore KL, Persaud TVN. *The Developing Human: Clinically Oriented Embryology*. 6th. Philadelphia, WB Saunders; 1998.
9. Yıldırım M. *Temel Nöroanatomî*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
10. Yıldırım M. *Topografik Anatomi 2*. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2004.
11. Young PA, Young PH. *Basic Clinical Neuroanatomy*. Baltimore, Philadelphia, London, Williams&Wilkins; 1997.
12. Waxman SG. *Correlative Neuroanatomy*. Twenty-fourth Edition. Çeviri Editörü: M. Yıldırım. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2004.
13. Taner D ve ark. *Fonksiyonel Nöroanatomî*. Ankara, Metu Press; 1998.

Rhombencephalon (Art Beyin)

Hindbrain

BÖLÜM HAKKINDA

Fossa cranii posterior'da bulunan rhombencephalon (art beyin, arka beyin) prosencephalon'u medulla spinalis'e bağlayan yapılardan oluşur. Embriyolojik olarak metencephalon ve myelencephalon olarak iki bölümden oluşur. Metencephalon'dan pons ve cerebellum gelişir; myelencephalon'dan medulla oblongata gelişir. Rhombencephalon'da bulunan boşluk arkada cerebellum, önde pons ile medulla oblongata arasında oluşan ventriculus quartus' (dördüncü ventrikül) tur.

Anahtar kelimeler: rhombencephalon, art beyin, pons, medulla oblongata, dördüncü ventrikül

ABOUT the CHAPTER

Rhombencephalon or hindbrain is housed in the posterior cranial fossa and is formed by the brain parts that connect the forebrain to the spinal cord. Embryologically it is divided into metencephalon and myelencephalon. Pons and cerebellum develop from the metencephalon whereas medulla oblongata develops from the myelencephalon. The cavity of the rhombencephalon is the fourth ventricle which is formed between cerebellum posteriorly, pons and medulla oblongata anteriorly.

Keywords: hindbrain, pons, medulla oblongata, bulbus, cerebellum, fourth ventricle

Rhombencephalon

Artbeyin pons, medulla oblongata (bulbus) ve cerebellum'dan oluşur. Pons ve bulbus mesencephalon'la birlikte truncus encephali'yi (beyin sapı) oluşturur. Mesencephalon'da olduğu gibi pons ve bulbus'un iç yapısı da önden arkaya doğru basis ve tegmentum olarak bölümlere ayrılır.^{1,2}

PONS (Pons Varolii)


Fossa cranii posterior'un ön bölümünde, clivus'ta, tentorium cerebelli'nin altındadır. Truncus encephali'nin en büyük parçası olan pons, medulla oblongata'nın yukarısında mesencephalon'un aşağısındadır. Arkasında ise dördüncü ventrikül ve cerebellum vardır. Pons Latince köprü anlamında olup sinir sisteminin farklı bölümlerini, örneğin cortex cerebri ile cerebellum'u sinir lifleri ile birbirine bağladığı için bu adı aldığı düşünülmektedir.

Pons cerebellum gibi, embriyoda metensefalondan gelişmiştir.

Uzunluğu yaklaşık 2,5 cm olan pons'un konveks olan ön yüzünde enine çizgiler görülür. Fibrae pontis transversae adı verilen bu lifler pons'un her iki yanında birleşip pons'u cerebellum'a bağlayan pedunculus cerebellaris medius'ları oluşturur. Ön yüzde orta hattaki uzunlamasına olukta a.basilaris bulunduğu için bu oluğa sulcus basilaris denir. Pons'un anterolateral yüzlerinden n.trigeminus'lar çıkar. Her bir n.trigeminus medialde küçük bir motor kök, lateralde büyük bir duysal kökten oluşur. Ön yüz her iki yanda pedunculus cerebellaris medius olarak arkaya, cerebellum'a uzanır. Önde bulbus ile pons, sulcus bulbopontinus adı verilen bir olukta birleşir. Bu oluktan, iç yandan dış yana doğru n.abducens, n.facialis ve n.vestibulocochlearis çıkar.^{1,2,3,4}

Cerebellum'un örttüğü pons arka yüzü üçgen biçiminde olup dördüncü ventrikülün tabanının (fossa rhomboidea) üst yarısını oluşturur; lateral sınırlarını pedunculus



Ayşe Derya Ertem 

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: aysederya.ertem@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Ertem AD. Rhombencephalon. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 25-28



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atif 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

cerebellaris superior'ların yaptığı bu yüz tam ortada bulunan ve bulbus ile medulla spinalis'in de arka yüzünde devam eden sulcus medianus ile iki simetrik yarıma ayrılır. Bu oluşun iki yanında aşağı inen uzunlamasına kabartıya eminentia medialis denir. Eminentia medialis dış yanda sulcus limitans ile sınırlanır. Eminentia medialis'in distal ucu yuvarlak bir kabarıklık olarak sonlanır. Colliculus facialis denen bu kabarıklık n.facialis'in, nucleus nervi abducentis'in arkasından dolanan aksonları tarafından oluşturulur. Sulcus limitans'in üst kısmındaki mavimsi gri alana locus caeruleus (substantia ferruginea) denir. Rengini pigment hücrelerinin varlığından alan bu bölgenin hücrelerinin noradrenalin içerdiği bilinmektedir. Sulcus limitans'in dış yanında bulunan alan üzerini örttüğü vestibüler çekirdeklerden ötürü area vestibularis adını alır. ^{1,2,3,4}

Pons'un İç Yapısı

Pons, corpus trapezoideum ile iki bölüme ayrılır: önde bulunan pars basilaris pontis ve arkada bulunan tegmentum pontis. Filogenetik olarak pars basilaris tegmentum'dan daha gençtir. Pars basilaris cortex cerebri'den gelen aksonlardan ve nuclei pontis denen küçük çekirdeklerden oluşmuştur. Aksonlar kaynaklandıkları ve sinaps yaparak sonlandıkları yere göre isimlendirilir: fibrae corticospinales, fibrae corticonucleares pontis, fibrae corticoreticulares, fibrae corticopontinae. Bu yollardan cerebellum'a gidecek olanların aksonları pars basilaris pontis'teki pontin çekirdeklerde sinaps yaptıktan sonra transvers olarak orta hattı çaprazlayarak karşı tarafa geçer ve fibrae pontocerebellares olarak pedunculus cerebellaris medius'ları oluşturup beyinciğe ulaşır. Beyinden beyinciğe kadar olan ve tractus corticopontocerebellaris adı verilen bu yol motor fonksiyon ve hareketlerin koordinasyonu ile ilgilidir. Tegmentum pontis'i oluşturan yapılar şunlardır: inen ve çıkan yollar, formatio reticularis ve büyük kısmı kraniyal sinirlere (V, VI, VII, VIII) ait olmak üzere çekirdekler (corpus trapezoideum çekirdekleri, retiküler çekirdekler). Pons'un iç yapısı, bazı seviyelerde farklı olduğu için alt kısmındaki colliculus facialis'ten ve üst kısmındaki nucleus trigeminus'tan geçen enine kesitlerde incelenir. ^{1,2,3,4}

Colliculus facialis kesitindeki pars basilaris'te başlıca nuclei pontis, tr.corticospinalis, tr.corticonuclearis ve tr.corticopontinus'tan oluşan fibrae pontis longitudinales ile transvers seyreden postsinaptik pontocerebellar lifler görülür. Tegmentum'da ise nervus facialis'e ait çekirdekler, nucleus nervi abducentis, nuclei nervi vestibulocochlearis, nucleus spinalis nervi trigemini gibi çekirdekler ile fasciculus longitudinalis medialis, lemniscus medialis, lemniscus spinalis, lemniscus lateralis gibi yollar ve formatio reticularis bulunur. Pons'un ön ve arka bölümlerini birbirinden ayıran corpus trapezoideum, her iki taraftaki nuclei cochleares'ten çıkıp transvers seyreden ve çapraz yaparak karşı tarafa geçen liflerden ve bunların aralarında bulunan trapezoid çekirdeklerden oluşmuştur. ^{1,2,3,4}

Nucleus trigeminus'tan geçen kesitte pars basilaris'te n.trigeminus'un motor ve duysal çekirdekleri bulunur; alt bölümden nucleus spinalis nervi trigemini burada duysal çekirdekle devam eder. Diğer yapılar colliculus facialis kesitindeki gibidir. Bu seviyedeki tegmentum'da fasciculus longitudinalis medialis, formatio reticularis ve lemniskusların (lemniscus medialis, lemniscus spinalis, lemniscus lateralis) devam ettiği

görüldür. Bunların yanı sıra sulcus bulbopontinus yakınında, corpus trapezoideum'un arkasında işitme yollarına ait olan nucleus olivaris superior adı verilen çekirdekler grubu bulunur. ^{1,2,3,4}

Yukarıda anlatılanlar dışında pons'ta başka bir çok çekirdek ve inen-çıkan yollar vardır.

Pons'un Arterleri ve Venleri

Pons'un büyük kısmı a.basilaris'in dalları olan aa.pontis ile, küçük bir bölümü ise a.inferior anterior cerebelli ve a.superior cerebelli ile beslenir. Üst kısmının venleri serebral venlere, alt kısmı ise yakındaki dura mater ven sinüslerine dökülür. ^{3,4}

Medulla Oblongata (Bulbus) (Omurilik Soğanı)

Medulla oblongata beyin sapının son parçasıdır. Arkada cerebellum ile komşudur. Yukarıda pons, aşağıda medulla spinalis ile devam eder. Medulla oblongata'nın bitip medulla spinalis'in başladığı sınır olarak birinci servikal spinal sinirin medulla spinalis'ten çıktığı seviye kabul edilir. Burası da yaklaşık olarak bulbus'un foramen magnum'dan çıktığı seviyedir. Bulbus fossa cranii posterior'da, oksipital kemiğe ait pars basilaris'e oturur. Kemik ile bulbus arasında sağ ve sol a.vertebralis'ler bulunur. Medulla oblongata tepesi kesik bir koniye benzetilir. Kesik tepe aşağıda medulla spinalis ile devam eder. Bulbus'un uzunluğu yaklaşık 3 cm'dir. Yukarıda pons ile devam eden ve en geniş yeri olan tabanının eni 2 cm kadardır. Embriyoda myelencephalon'dan gelişen medulla oblongata inen ve çıkan yollar ile önemli çekirdeklerden oluşmuştur. Medulla spinalis'te bulunan canalis centralis bulbus'un alt yarısında da devam eder. Üst yarısı ise dördüncü ventrikülün tabanının alt bölümünü yapar. ^{1,2,3,4}

Medulla oblongata'nın ön yüzünde, orta hatta görülen fissura mediana anterior, medulla spinalis ön yüzünde de aynı adla devam eder. Bu oluşun her iki tarafındaki uzunlamasına kabartılara pyramis denir. Her bir pyramis, cortex cerebri'deki gyrus precentralis'ten başlayıp periferik giden kortikospinal liflerden oluşur. Aşağı doğru incelen pyramis'lerdeki liflerin büyük kısmı orta hattı çaprazlayarak karşı tarafa geçer. Çaprazın olduğu yere decussatio pyramidum denir; çaprazın olduğu yerde fissura mediana anterior kesitiye uğrar. Pyramislerin ön yüzünde bulunan ve yer değiştirmiş nuclei pontis olduğu düşünülen nucleus arcuatus'lardan çıkan fibrae arcuatae externae anteriores, decussatio pyramidum'un yukarısında olarak fissura mediana anterior'dan çıkar ve bulbus'un yüzeyinin lateralini dolayıp arkaya döner, pedunculus cerebellaris inferior'a katılarak cerebellum'a ulaşır; bir grup akson ise orta hattan derine girerek arkaya ilerleyip arka yüzde striae medullares ventriculi quarti olarak belirir ve dış yana yönelerek pedunculus cerebellaris inferior'a karışır. Piramislerin posterolateralinde oliva adı verilen oval kabartılar vardır. Bu kabartıları nuclei olivares inferiores denen bir grup çekirdek oluşturur. Pyramis ile oliva arasındaki oluklara sulcus anterolateralis denir; bu oluklardan sağ ve sol n.hypoglossus'ların lifleri çıkar. Oliva'nın arkasında ise medulla oblongata'yı cerebellum'a bağlayan pedunculus cerebellaris inferior görülür. Oliva ile pedunculus cerebellaris inferior arasında sulcus posterolateralis yer alır. Bu oluktan n.glossopharyngeus, n.vagus ve n.accessorius'a ait kraniyal lifler çıkar. ^{1,2,3,4}

Medulla oblongata'nın arka yüzünün açık olarak tanımlanan üst

yarısı, dördüncü ventrikül tabanının alt yarısını oluşturur; kapalı olarak tanımlanan ve canalis centralis'in bulunduğu alt yarısı ise medulla spinalis'in arka yüzü gibidir. Burada, medulla spinalis'in arka yüzünde de aynı isimle anılan sulcus medianus posterior bulunur. Bu oluşun her iki tarafında, derinde bulunan nucleus gracilis'i örten kabartılara tuberculum gracile denir. Tuberculum gracile'nin dış yanında da benzer kabartılar vardır. Bunlara da derininde nucleus cuneatus bulunduğu için tuberculum cuneatum denir. Nucleus gracilis ve nucleus cuneatus, fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus'un birinci nöron aksonlarının sinaps yaparak sonlandığı yerdir; postsinaptik lifler orta hatta çapraz yapıp fibrae arcuatae internae olarak karşı tarafa geçer. Bu çapraz decussatio lemnisci medialis (büyük duysal çapraz) denir. ^{1,2,3,4}

Medulla Oblongata'nın İç Yapısı

Diğer beyin sapı yapılarında ve medulla spinalis'te olduğu gibi inen ve çıkan yollar ile çekirdeklerden ve formatio reticularis'ten oluşan bulbus'ta aksonların ve çekirdeklerin düzeni daha değişik ve karmaşıktır. Bunun nedeni embriyolojik gelişim sırasında nöral tüpün, rhombencephalon'un oluşacağı bölgede dördüncü ventrikülü oluşturmak için genişlemesi ve bunun sonucu olarak aksonların ve çekirdeklerin yerlerinin değişmesidir. ^{1,2,3,4} Birkaç seviyede yapılan transvers kesitlerde medulla oblongata'daki majör yapılar görülebilir:

Decussatio pyramidum, bulbus'un 1/3 alt kısmı ile 2/3 üst kısmının birleştiği seviyededir. Buradan geçen kesitte bulbus'un ön kısmında pyramis'ler ve motor yollar olarak tractus corticospinalis'in aksonlarının %90 kadarının yaptığı büyük motor çapraz ; duysal yollar olarak tractus spinalis nervi trigemini, tractus spinocerebellaris posterior, tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinocerebellaris anterior; çekirdek olarak nucleus gracilis, nucleus cuneatus, nucleus spinalis nervi trigemini, nucleus nervi accessorii görülür. Canalis centralis de bu kesit seviyesinde görülmektedir. ^{1,2,3,4}

Decussatio lemnisci medialis seviyesinden geçen kesit, decussatio pyramidum'un hemen üzerindedir. Bu kesitte motor yol olarak tractus corticospinalis; duysal yol olarak büyük duysal çapraz, fasciculus gracilis, fasciculus cuneatus, tractus spinalis nervi trigemini, tractus spinocerebellaris posterior, tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinocerebellaris anterior; çekirdek olarak nucleus gracilis, nucleus cuneatus, nucleus spinalis nervi trigemini, nucleus nervi accessorii, nucleus nervi hypoglossi bulunur. Canalis centralis de görülür. ^{1,2,3,4}

Oliva hizasındaki kesit dördüncü ventrikülün alt kısmından geçer. Bulbus'un bu seviyesinde çekirdeklerin fazla olması nedeni ile substantia grisea miktarı substantia alba'dan daha çoktur. Bu kesitte motor yol olarak tractus corticospinalis; duysal yol olarak fasciculus longitudinalis medialis, tractus tectospinalis, lemniscus medialis, tractus spinalis nervi trigemini, tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinocerebellaris anterior; çekirdek olarak pyramis'lerin önünde nucleus arcuatus'lar, nuclei olivares inferiores, nucleus spinalis nervi trigemini, nuclei vestibulares, nuclei cochleares, nucleus ambiguus, nucleus dorsalis nervi vagi, nucleus nervi hypoglossi, nuclei tractus solitarii görülür. Canalis centralis genişleyerek dördüncü ventrikül boşluğuna dönüşür. ^{1,2,3,4}

•Nuclei olivares inferiores (complexus olivaris inferior): bulbus'un

anterolateralindeki oliva kabartısını oluşturan ve istemli hareketlerle ilgili olan bu çekirdek kompleksi, sağ ve sol tarafta üçer çekirdekten oluşur. Kesitteki biçimi açık tarafı iç yana yönelmiş, çentikli bir C harfine benzer. ^{1,2,3,4}

•Nucleus ambiguus: derinde, formatio reticularis'in içinde bulunan bu somatomotor çekirdekten n.glossopharyngeus, n.vagus ve n.accessorius'un kranial parçasının somatomotor lifleri çıkar. ^{1,2}

•Nuclei vestibulares-Nuclei cochleares: nucleus vestibularis medialis ve nucleus vestibularis inferior bu kesitte görülür. Nucleus cochlearis anterior ve nucleus cochlearis posterior dördüncü ventrikülün tabanının dış yanında olarak, pedunculus cerebellaris inferior'un ön ve arka yüzünde bulunur. Oliva seviyesindeki kesitte görülen dördüncü ventrikül tabanında içten dışa doğru nucleus nervi hypoglossi, nucleus dorsalis nervi vagi, nucleus solitarius, nuclei vestibulares bulunur. ^{1,2,3,4}

Pons'un hemen altında yapılan kesitte oliva hizasındaki kesitte görülen yapılara ek olarak nucleus vestibularis lateralis bulunur. Ayrıca koklear çekirdekler bu kesitte daha belirgindir. Nuclei pontis'in devamı olan nucleus arcuatus'lar bulbus'un pons'a yakın kısmında, pyramis'lerin önündedir ve görevleri nuclei pontisle aynıdır. ^{1,2,3,4}

Medulla Oblongata'nın Arterleri ve Venleri

Medulla oblongata'yı besleyen arterler a.vertebralis, a.spinalis anterior, a.spinalis posterior, a. inferior posterior cerebelli ve a.basilaris'tir. Medulla oblongata'dan anterior, anterolateral, lateral ve posterior olarak çıkan venler yakındaki sinus occipitalis'e, sinus/plexus basilaris'e ve sinus petrosus inferior'a açılır. ^{3,4}

Cerebellum Beyincik olarak da adlandırılan ve metencephalon'dan gelişen cerebellum, rhombencephalon'un en büyük parçasıdır; yukarıdan aşağı basık, ovalimsi bir biçimi olup sağdan sola uzunluğu ortalama 10 cm , önden arkaya ve yukardan aşağıya uzunluğu ortalama 5-6 cm.dir. Cerebellum beyinin altında, fossa cranii posterior'da yerleşmiştir; üzerini örten tentorium cerebelli beyinciği lobus occipitalis ve lobus temporalis'lerden ayırır. Pons, medulla oblongata ve dördüncü ventrikülün arkasıdır. İki yanda pons, medulla oblongata ve cerebellum'un karşılaştığı üçgen alana serebellopontin açığı (angulus pontocerebellaris) denir. Klinik önemi olan bu açıda n.facialis, n.vestibulocochlearis, a.inferior anterior cerebelli, dördüncü ventrikülün recessus lateralis'i ve Luschka deliği bulunur. Serebellumun motor hareketleri başlatma görevi yoktur fakat motor hareketlerin düzenlenmesi ve koordinasyonu ile vücut postürü, kas tonusu ve denge kontrolünden sorumludur. Merkez sinir sistemindeki en büyük motor yapı olup, nöron sayısı beyindeki nöron sayısının %50 fazlasıdır. Cerebellum orta hatta ince uzun bir yapı olan vermis'in birleştirdiği iki hemispherium cerebelli'den meydana gelir; üst, alt ve ön yüzleri vardır. Vermis cerebelli üst yüzde uzunlamasına bir kabartı iken , alt yüzde iki hemisferin arasındaki derin bir oluşun içinde bulunur. Medulla oblongata ve falx cerebelli'yi barındıran bu derin oluşa vallecula cerebelli denir. Cerebellum'un ön yüzünde pedunculi cerebellares görülür. Bunlar beyinciği mesencephalon'un arka yüzüne bağlayan pedunculus cerebellaris superior'lar, pons'un arka yüzüne bağlayan pedunculus cerebellaris medius'lar ve bulbus'un arka yüzüne bağlayan pedunculus cerebellaris inferior'lardır. ^{1,2,3,4}

Serebellar korteks sagittal planda üç fonksiyonel bölgeye ayrılır: ortada vermis, vermis'in hemen iki yanındaki hemisfer bölgeleri olan zona intermedia ve hemisferlerin lateral bölgeleri olan zona lateralis. Zona intermedia ile zona lateralis arasında morfolojik bir sınır yoktur. Vermis gövdenin uzun ekseninin, yani boyun, omuzlar ,toraks, abdomen ve kalça kaslarının hareketlerini kontrol eder. Zona intermedia ekstremitelerin distal bölgelerinin özellikle el ve ayaklarını kaslarını kontrol eder. Zona lateralistler vücudun art arda hareketlerinin planlanması ile ilgili görünmektedir ve hatalı hareketlerin farkındalığı ile ilgilidir. Cerebellum'un transvers planda birbirinden oluklarla ayrılmış üç lobu vardır : lobus cerebelli anterior, lobus cerebelli posterior, lobus flocculonodularis . Ön lob cerebellum'un üst yüzündedir ve arka lobdan(orta lob da denir) fissura prima ile ayrılır. Arka lob ise lobus flocculonodularis'ten fissura posterolateralis ile ayrılır. Hemisferlerin alt ve üst yüzünü, arka kenarda bulunan derin bir yarık olan fissura horizontalis ayırır. ^{1,2,3,4}

Serebellar loblar bölümlere (lobüller) ve bunlara uyan vermis bölümlerine ayrılır. Beyinciğin ön lobunda başlayıp flokkulonodüler lobda sonlanan vermis bölümleri sırasıyla lingula, lobulus centralis, culmen, declive, folium, tuber, pyramis, uvula ve nodulus'tur. Hemisferlerin bölümleri de yine ön beyincik lobunda başlayıp arka lobda sonlanan ala lobuli centralis, lobulus quadrangularis, lobulus simplex, lobuli semilunares, lobulus biventer ve tonsilla'dır. ^{1,2,3,4}

Fonksiyonel olarak beyincik üç bölümde incelenir: vestibulocerebellum, spinocerebellum, cerebrocerebellum

•Vestibulocerebellum lobus flocculonodularis'ten oluşmuştur. Evrimsel gelişim sırasına göre (filogenetik olarak) beyinciğin en eski bölümüdür ve archicerebellum olarak da adlandırılır. Nuclei vestibulares ile bağlantısı olan bu bölüm dengenin sağlanmasından sorumludur . ^{1,2}

•Spinocerebellum lobus anterior, vermis'in bazı bölümleri, lobus posterior'un medial bölümlerinden oluşmuştur. Adından anlaşılacağı gibi spinocerebellar yollardan afferent lifler alır. Filogenetik olarak paleocerebellum olarak adlandırılır. Archicerebellum'dan sonra gelişen bu bölüm kas tonusunun düzenlenmesinde rol alır. ^{1,2}

•Cerebrocerebellum beyinciğin en son gelişen, en genç bölümüdür. Filogenetik olarak neocerebellum adı verilen bu bölüm lobus posterior'un lateral bölümlerinden oluşur. Tractus corticopontocerebellaris aracılığı ile cortex cerebri'yle bağlantısı vardır.İstemli olarak yapılan karmaşık ve ince hareketlerle ve bunların planlaması ve zamanlaması ile ilgilidir. ^{1,2}

Cerebellum'un İç Yapısı

Cerebellum beyinde olduğu gibi substantia grisea ve substantia alba'dan meydana gelmiştir. Gri maddeden oluşan cortex cerebelli içindeki substantia alba'yı kabuk gibi sarar. Cortex cerebelli'de fissurae cerebelli denen sık ve birbirine paralel transvers yarıklarla birbirinden ayrılmış çok sayıda kıvrım vardır. Akordiyona benzeyen bu kıvrımlara folia cerebelli adı verilir. Her bir kıvrım, ya da folium, substantia grisea tarafından sarılan substantia alba'dan oluşur. Median kesitte substantia alba gövdesi ve dalları olan bir ağaca benzetildiği için bu görüntüye arbor vitae= yaşam ağacı denir. ^{1,2,3,4} Cortex cerebelli'nin tamamı aynı mikroskopik yapıdadır ve üç katmandan oluşmuştur:

en dışta stratum moleculare, ortada stratum purkinjense, en içte stratum granulosum bulunur. ^{1,2}

Beyinciğin ak maddesinin derininde, sağ ve sol hemisferde bulunan dört çift çekirdeğe nuclei cerebelli denir. Bunlar iç yandan dış yana doğru dizilmiş olan nucleus fastigii, nucleus globosus, nucleus emboliformis, nucleus dentatus'tur. Nucleus globosus ve nucleus emboliformis birlikte nucleus interpositus olarak da isimlendirilir. Nucleus fastigii vermis'tedir, archicerebellum'a aittir ; orta çizgiye ve dördüncü ventrikül tavanının tepesine yakındır (fastigium Latince tepe anlamı taşır). Dış yanında nucleus interpositus, bunun da dış yanında nucleus dentatus yer alır. Nucleus globosus ve nucleus emboliformis spinocerebellum'a dahildir. Nucleus dentatus en büyük beyincik çekirdeğidir ve pontocerebellum'un bir parçasıdır. Beyincik çekirdeklerinin aksonları cerebellum'un efferent yollarını oluşturur. Bu aksonlar pedunculus cerebellaris superior ve inferior'dan cerebellum'u terk eder. ^{1,2,3,4}

Beyinciğin ak maddesi (corpus medullare), afferent ve efferent aksonlardan ve cerebellum içinde yol alıp, cerebellum bölgelerini birbirine bağlayan intrinsik komissural ve asosiyasyon yollarından oluşur. Vermis'in ak madde miktarı azdır, sagittal kesitte arbor vitae olarak görülür . Hemisferlerin substantia alba'sının büyük kısmını afferent aksonlar yapar. Bu aksonlar başlıca pedunculus cerebellaris medius ve pedunculus cerebellaris inferior ile beyinciğe girip cortex cerebelli'de sonlanır. Efferent lifler nuclei cerebelli'nin aksonlarıdır; beyinciği pedunculus cerebellaris superior ve pedunculus cerebellaris inferior ile terk ederler. ^{1,2,3,4}

Cerebellum'un başlıca afferent lifleri şunlardır:

- pedunculus cerebellaris superior ile gelen tractus spinocerebellaris anterior, tractus tectocerebellaris
 - pedunculus cerebellaris medius ile gelen tractus corticopontocerebellaris
 - pedunculus cerebellaris inferior ile gelen tractus spinocerebellaris posterior, tractus cuneocerebellaris, tractus olivocerebellaris, tractus reticulocerebellaris, tractus vestibulocerebellaris
- Cerebellum'un başlıca efferentleri:
- pedunculus cerebellaris superior ile giden tractus cerebellorubralis, tractus dentothalamicus
 - pedunculus cerebellaris inferior ile giden tractus cerebelloolivaris, tractus cerebellovestibularis ^{1,2,3,4}

Cerebellum'un arterleri ve venleri

A.superior cerebelli, a.inferior anterior cerebelli ve a.inferior posterior cerebelli beyinciğin başlıca arterleridir. A.superior cerebelli ile a.inferior anterior cerebelli a.basilaris'in, a.inferior posterior cerebelli ise a.vertebralis'in dalıdır. Venleri sinus rectus, sinus transversus, sinus petrosus superior, sinus occipitalis gibi çevredeki dura mater ven sinüslerine dökülür.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Kaynaklar

1. Doğan T. ve ark. *Fonksiyonel nöroanatomî*. Ankara, MetuPress; 1998.
2. Kaplan A, Elhan Alaitti. *Anatomî*. Ankara, Güneş Kitabevi; 1997.
3. Splittgerber R. *Snell's clinical neuroanatomy*; 8th edition, Philadelphia, Wolters Kluwer; 2019.
4. McMinn R. M. H. *Last's anatomy regional and applied*. 8th edition, Edinburgh, Churchill Livingstone;1990.

BÖLÜM 5

MEDULLA SPINALIS (OMURİLİK), İNEN VE

ÇIKAN YOLLAR

Fatma Güler KAHRAMAN YILDIRIM
Zennure ADIGÜZEL ŞAHİN

Medulla Spinalis (Omurilik)

Spinal Cord

BÖLÜM HAKKINDA

Medulla spinalis (omurilik), merkezi sinir sisteminin canalis vertebralis içinde bulunan uzun ve silindirik yapıdaki bölümüdür. Segmental yapıda olan medulla spinalis, kendisine bağlanan 31 çift spinal sinir ile vücudun duyuşsal ve motor innervasyonunu sağlamaktadır. Torakolumbal segmentlerinde sempatik, sakral segmentlerinde parasempatik merkezler bulunur. Medulla spinalis'in substantia grisea'sı içtedir ve canalis centralis etrafında H harfi şeklinde organize olmuştur. Columna anterior, lateralis, posterior ve centralis bölümleri bulunur. Gri maddenin etrafında funiculus anterior, lateralis ve posterior adı verilen üç bölüm halinde substantia alba yer alır. Medulla spinalis'in substantia grisea'sında yer alan çekirdeklerin çoğu fonksiyonları ile uyumlu bir şekilde sütunlar halinde laminer bir dizilim gösterirken, substantia alba'yı oluşturan sinir lifleri de longitudinal uzanan, afferent ve efferent yollar olarak fonksiyonel bir dizilim gösterirler. Medulla spinalis'in beslenmesinde uzunluğu boyunca komşu arterlerden kaynaklanan ve longitudinal seyreden spinal arterler yer alır.

Anahtar kelimeler: Omurilik, medulla spinalis, inen-çıkan yollar, longitudinal yollar

ABOUT the CHAPTER

Medulla spinalis (spinal cord) is the long and cylindrical section of the central nervous system located within the canalis vertebralis. The medulla spinalis, which has a segmental structure, provides sensory and motor innervation of the body with 31 pairs of spinal nerves connected to it. There are sympathetic centers in the thoracolumbar segments and parasympathetic centers in the sacral segments. The substantia grisea of the medulla spinalis is internal and organized in the shape of the letter H around the canalis centralis. The column has anterior, lateral, posterior and central sections. Around the gray matter, substantia alba is located in three parts called funiculus anterior, lateralis and posterior. While most of the nuclei as the substantia grisea of the medulla spinalis show a laminar arrangement in columns, consistent with their functions, the nerve fibers forming the substantia alba also show a functional arrangement as longitudinal, afferent and efferent pathways. The spinal arteries, which originate from neighboring arteries along their length and follow a longitudinal course, are included in the nutrition of the medulla spinalis.

Keywords: Spinal cord, medulla spinalis, descending-ascending tracts, longitudinal tracts



Medulla Spinalis Morfolojisi

Medulla spinalis merkez sinir sisteminin uzun ve şekli silindire yakın olan parçasıdır. Canalis vertebralis içinde uzanır. Atlas'ın üst kenarı hizasında başlar. 1. ve 2. lumbal vertebralar arasındaki discus intervertebralis seviyesinde sonlanır.¹

Çapı 6-12 mm, uzunluğu yetişkin erkekte ortalama 45 cm, kadında 42 cm kadardır. Total ağırlığı bir insanın ağırlığının %2 si kadardır.²



Yukarıda medulla oblongata ile devam eder. Aşağıda konik bir sonlanma gösterir. Bu konik uca conus medullaris adı verilir. Koninin ucundan fibröz bir iplik uzanır. Buna filum terminale denir. Filum terminale dura materin dışına çıktığında bir bağ haline gelir. Lig. coccygeale adı verilen bu bağ coccyx'e tutunur.³

Silindirik şekilli medulla spinalis iki yerde şişkinlik gösterir. Birinci şişkinlik 3. servikal ile 2. torakal segmentler arasında bulunur. Buna intumescencia cervicalis denir. 2. şişkinlik 9. torakal segment ile conus medullaris arasındadır. Buna da intumescencia lumbosacralis denir.^{2,3}

Embriyonal yaşamın 3. ayına kadar medulla spinalis canalis vertebralis'in tamamını



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atif 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Fatma Güler Kahraman Yıldırım  ID
Zennure Adıgüzel Şahin  ID

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa
Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı,
İstanbul, Türkiye
E-posta: gulerk@iuc.edu.tr
zennure.sahin@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Kahraman Yıldırım FG, Adıgüzel Şahin Z. Medulla spinalis. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomî ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 29-35

doldurur. Doğumdan sonra columna vertebralis daha hızlı bir gelişim gösterir. Böylece medulla spinalis daha kısa kalır. Alt ucu 1. ve 2. lumbal vertebra arası seviyeye çekilir. Ancak her spinal sinir kendine ait foramen intervertebrale seviyesinden geçer. Bu nedenle kendi deliklerine ulaşmak için aşağıya doğru yol katederler. Böylece filum terminale çevresini sinir kökleri sarar ve at kuyruğuna benzer bir görünüm oluştururlar. Buna cauda equina denir. Bu görünüm L2 ile S4 arasında bulunur. Bu alan serebrospinal sıvı almak, spinal anestezi uygulamak için kullanılır.^{4,5}

Medulla spinalisin yüzeyinde boyuna seyreden oluklar bulunur. Ön yüzde fissura mediana anterior (2 mm derinliktedir), arka yüzde sulcus medianus posterior bulunur. Bu iki oluk medulla spinalis'i simetrik iki parçaya ayırır. Fissura mediana anterior'un iki yanında sulcus anterolateralis'ler, sulcus medianus posterior'un iki yanında da sulcus posterolateralis'ler bulunur. Servikal ve üst torakal segmentler hizasında sulcus medianus posterior ile sulcus posterolateralis arasında sulcus intermedius posterior adında bir oluk daha bulunur. Bu oluk daha az belirgindir. Radix anterior'lar sulcus anterolateralis'ten çıkar, radix posterior'lar sulcus posterolateralis'ten girer.^{3,5}

Medulla spinalis çap bakımından da canalis vertebralis'e göre daha küçüktür. Spinal sinirler foramen intervertebrale'lerden çıkarlar. C1 atlas ile oksipital kemik arasından, C2-C7 ilişkili oldukları vertebra'nın üstünden çıkarlar. C8 ise 7. servikal vertebra ile T1. vertebra'nın arasından çıkar. Diğer bütün torakal, lumbal, sakral spinal sinirler ilişkili oldukları vertebra'nın altından çıkarlar.^{6,7}

Medulla Spinalis'in İç Yapısı

Substantia Grisea

Nöral tüpten gelişir. Canalis centralis'in çevresinde yer alır. Transvers kesitlerde "H" harfi şeklindedir. Medulla spinalis'in orta parçasında yerleşir. Fissura mediana anterior ile sulcus medianus posterior medulla spinalis'i iki eşit parçaya böler. Gri cevherin ön çıkıntılarında cornu anterius, arka çıkıntılarında cornu posterius, ara parçaya cornu laterale (pars intermedia) denir. Medulla spinalis boyunca uzandığı için cornu yerine columna terimi kullanılmaktadır. Gri madde sinir hücreleri, bu hücrelerin arasını dolduran glia hücrelerinden yapılmıştır. Columna posterior uzun ve dardır, sulcus posterolateralis'e ulaşır ve afferent lifleri alır. Apex, caput, cervix ve basis bölümleri vardır. Apeksin ucunda ters V şeklindeki küçük alana substantia gelatinosa denir. Columna anterior daha kısa ve kalındır. Motor nöronlar içerir. Columna lateralis'te otonom sisteme ait nöronlar bulunur.^{4,5,6,7}

Servikal bölgelerde columna posterior'un basis'inin hemen yan kısımlarında gri ve beyaz madde lifleri birbirine karışır. Buna medulla spinalis'in formatio reticularis'i denir. Diğer segmentlerde silik izlenir.

Gri maddenin ortasında canalis centralis bulunur. Yukarıda IV. ventrikülle devam eder. Aşağıda conus medullaris üstünde mekik şeklinde genişler. Buraya ventriculus terminalis denir.^{5,6}

Columna grisea'daki çekirdekler ve laminar organizasyon:

Columna anterior nukleusları:

Nuclei mediales: Ekstremiter dışı gövde kaslarının ve

ekstremitelerin proksimal kaslarının innervasyonundan sorumludurlar.

Nuclei laterales: Ekstremitelerin distal kaslarının innervasyonundan sorumludurlar.

Nuclei centrales:Yalnızca üst servikal ve lumbosakral segmentlerde vardır. Servikal bölümde n. phrenicus'un motor liflerine ve n. accessorius' a ait çekirdekler bulunur.^{7,8,9}

Columna posterior nukleusları:

Nucleus posteromarginalis (Lissauer traktusu): Ağırlıklı olarak ağrı duyusunu taşıyan lifleri bulundurur.

Substantia gelatinosa: Bütün medulla spinalis boyunca bulunur, medulla oblongata'ya kadar uzanır. Yüzeysel duylardan sorumlu nukleusları bulundurur. Afferent impulsları düzenler.^{5,7}

Nucleus proprius: Substantia gelatinosa önündedir. Bütün segmentlerde bulunur. Ağrı, ısı, hafif dokunma duyusunu taşıyan liflerin II. nöronlarını oluşturur.

Nucleus thoracicus (Stilling Clarke Kolonu, nucleus dorsalis, nucleus spinocerebellaris):^{5,7} C8-L2-3 segmentler arasında bulunur. Alt ekstremitere ait bilinçsiz proprioseptif duyuyu alır. Üst ekstremitere ait bilinçsiz proprioseptif duyuyu taşıyan aksonlar medulla oblongata'da bulunan nucleus cuneatus accessorius'ta sinaps yapar.^{4,5}

Columna lateralis nukleusları: Buradaki nukleus grupları otonom sistemle ilgilidir. Visseral duyları algılar ve bunları visseromotor merkezlere iletirler. Nöronlar iki grup oluştururlar. T1-L2 arasında dışta yer alan columna intermediolateralis sempatik bölümle ilgilidir. T1-L2 arasında içte yer alan columna intermediomedialis sempatik visseral reflekslerle ilgilidir. S2-S4 arasında yer alan bölüm ise parasempatik sistemle ilgilidir.^{8,9}

Rexed isimli araştırmacı medulla spinalis'in columna posteriorunda yer alan hücresel yerleşimi kedilerde incelemiş ve laminar organizasyon olarak sınıflandırmıştır. On tane lamina bulunur. I-VI : columna posterior, VII: columna lateralis, VIII-IX: columna anterior, X: canalis centralis çevresi bölümlerinde yer alırlar.^{1,3,7}

Lamina I: Columna posterior ucunda yer alır.

Lamina II-III: Substantia gelatinosa

Lamina IV: Nucleus proprius

Lamina V-VI: İçte nucleus thoracicus, dışta formatio reticularis'i içerir.

Lamina VII: Pars intermedia'ya uyar. Nucleus intermediomedialis, nucleus intermediolateralis bulunur.

Lamina VIII: Columna anterior tabanıdır. Motor yollarla ilgili ara nöronlar bulunur.

Lamina IX: Columna anterior'daki motor nöronlar bulunur.

Lamina X: Canalis centralis'i kuşatan laminadır. Bir yarıdan diğer yarıya geçen comissura grisea'dan oluşmuştur.^{10,11}

Substantia Alba

Uzun, miyelinli sinir lifleri gri cevherin etrafında dizilirler. Böylece beyaz cevheri oluştururlar. Substantia alba her bir yarıda üç büyük kordona ayrılır. Funiculus anterior, fissura mediana anterior ile sulcus anterolateralis arasında; funiculus lateralis, sulcus anterolateralis ile sulcus posterolateralis arasında; funiculus posterior, sulcus posterolateralis ile sulcus medianus posterior arasında bulunur. Funiculus posterior, septum intermedium ile içte fasciculus gracilis, dışta fasciculus cuneatus olarak ikiye ayrılır.^{2, 6, 7}

Substantia alba'nın (beyaz cevher) ince yapısı:

Değişik uzunlukta, çoğunlukla longitudinal seyreden miyelinli sinir liflerinden ve aralarındaki glia hücreleri ve liflerinden oluşmuştur. Miyelinli sinir lifleri afferent, efferent ve refleks yollarla aittir.⁴

Fasciculus proprius: Medulla spinalis'in kısa, segmentler arası yollarıdır. Bütün funiculuslar'da bulunurlar.

Medulla Spinalis'in Kanlanması

- A. vertebralis: a. spinalis anterior et posterior
- A. cervicalis ascendens
- Aa. intercostales posteriores: Aa. radicales
- Aa. lumbales
- Aa. sacrales laterales⁵

Adamkiewicz Arteri

A. radicularis anterior (a. radicularis magna); alt torakal, üst lumbal bölümler ve lumbosakral genişlemeleri besler. Diğer radiküler arterlerden daha büyüktür. Klinik önemi vardır. Medulla spinalis'in 2/3 alt kısmını besler.¹⁰

Afferent Yollar

Medulla spinalis'te uzanan bütün afferent yolların I. nöronu spinal ganglionlarda bulunan psödounipolar hücreler ve uzantılarıdır. Psödounipolar hücrelerin uzun periferik uzantıları gövdenin değişik kısımlarından duyu alır. Santral uzantıları alınan duyu medulla spinalis'in cornu posterior'una iletir. Medulla spinalis'e giden bu afferent sinir lifleri ya çeşitli segmentleri bağlayarak kısa afferent yolları oluştururlar, ya da medulla spinalis'teki çekirdekleri beyinde bulunan merkezlere bağlayarak uzun afferent yolları oluştururlar.^{2, 5, 7}

I. Kısa afferent yollar: Gri cevhere yakın iç kısımda yer alırlar.

II. Uzun afferent yollar: Direkt ve indirekt afferent yollarıdır.

D.1. **Direkt afferent yollar:** Cerebellum'a uğramazlar.

D.1.1. **Tractus spinothalamicus:** Psödounipolar hücrelerin santral lifleri gri cevherden sokularak arka boynuz nukleusları ile sinaps yaparlar. Bu alıcı hücreler (nukleuslar) 2. nöronlardır. Bu nöronlardan çıkan liflerin çoğu çaprazlaşır ve karşı tarafın funiculus anterior ve lateralis'ine geçerler. Buradan yukarıya doğru devam ederek talamus'taki VPL çekirdeklere giderler. Talamustaki çekirdekler bu yolun 3. nöronunu oluştururlar. Bundan sonra yol tractus thalamocorticalis adını alarak devam eder ve korteksteki duysal merkezlerin bulunduğu gyrus postcentralis'e ulaşır .

Tractus spinothalamicus basınç, dokunma, ağrı ve ısı duyuğunu iletir. Funiculus anterolateralis'te alt segmentlere ait lifler dışta, üst segmentlere ait lifler içte olmak üzere yerleşim vardır. Duyunun çeşidine göre de bir sıralanma söz konusudur. Fissura mediana anterior yakınından başlayarak dışa doğru sırasıyla basınç, dokunma, ağrı, ısı duyuğunu ileten lifler yerleşir.^{12,13}

Fasciculus Gracilis Et Cuneatus (Tractus Spinobulbaris)

Spinal ganglionlarda bulunan 1. nöronun çıkan bazı santral uzantılar, gri cevhere sokulmadan yukarı doğru funiculus posterior'da uzanırlar. Bu yolun lifleri kesintiye uğramadan bulbus'a çıkar ve burada nucleus gracilis (Goll) ve nucleus cuneatus (Burdach) adlı çekirdeklerde sinaps yaparlar ve 2. nöronları oluştururlar. Bunlardan çıkan liflere tractus bulbothalamicus veya lemniscus medialis denilir. Lifler çapraz yapar (decussatio lemniscorum). Daha sonra tractus spinothalamicus lifleri ile birlikte seyrederek thalamus çekirdeklerindeki hücrelerde sinaps yaparlar (3. Nöron). Bundan sonra tractus thalamocorticalis içinde korteksteki duyu merkezlerine giderler. Lemniscus medialis'in bazı lifleri bulbusta çapraz yaptıktan sonra bu yoldan ayrılarak cerebellum'a giderler.^{12, 13}

Bu yol eklem kas ve tendonlardan gelen derin bilinçli duyu iletir. Derin duyu yolları ile gövdenin durumu, basılan yerin niteliği algılanır. Dengenin sağlanmasında önemlidir. Ayrıca funiculus posterior'da duyu yollarının karakterini algılayan yollar da yer almaktadır (örneğin dokunulan cismin durumu, nerede olduğu, derecesi, iki nokta duyarlılığı, titreşim duyuğu.) Funiculus posterior'da yer alan yollar insanda aşağı sınıf hayvanlara göre daha iyi gelişmiştir. Dengenin sağlanması açısından iç kulaktaki vestibüler sistemden gelen yollardan üstündür. Filogenetik açıdan daha yenidir. Bu iki yol cerebellum'a uğramadığı için direkt afferent yollarıdır.¹⁴

İndirekt Afferent Yollar

Thalamus'tan önce cerebellum'a uğrayan yollarıdır. Bunların da 1. nöronları ganglion spinale'de bulunur.

Tractus Spinocerebellaris Anterior Et Posterior (Gowers Ve Flechsig Demetleri)

Funiculus anterolateralis'in dış kenarında bulunurlar. Bu yollar bilinçsiz derin duyu iletirler. Ancak insanlarda az gelişmiştir.

2. nöron medulla spinalis'te nucleus thoracicus'ta (stilling-clark kolonu) ve V,VI,VII. laminada bulunan nukleuslarda bulunur. Bu nukleuslar medulla spinalis'in cornu posterius'unun basisinde bulunur.

3. nöron cerebellum'da bulunur (lobulus centralis, culmen, declive, pyramis, uvula, vermisin ön ve arka parçaları). Cerebellum'dan çıkan liflerin bir kısmı talamus aracılığı ile kortikal merkezlere giderler, korteks emirleri hazırlar, motor merkezler aracılığı ile motor çekirdeklere gönderir. Böylece düşünerek isteyerek hareket ederiz. Bazıları da kortikal merkezlere gitmez ve mesencephalon (nucleus ruber), pons (nuclei vestibulares), bulbus (nucleus olivaris)'teki çekirdeklere giderler. Buradan başlayan lifler aşağı iner ve medulla spinalis'teki ön boynuzlardaki motor hücrelerde sonlanırlar. Bu hareketler istem dışı, refleks olarak yapılan hareketlerdir. Cerebellum'dan çıkan bu yollar aynı zamanda efferent yolları oluştururlar. Tractus bulbothalamicus liflerinin

bir kısmı da çaprazdan sonra cerebellum'a uğramaktadır (fibrae arcuatae externae). İndirekt yollar eklem, kas, tendonlardan gelen gövdemizin durumuyla ilgili duyarları cerebellum'a iletirler.^{8,9,12}

Afferent yollar içinde ayrıca tractus spinotectalis, tractus spinovestibularis gibi subkortikal çekirdeklere giden yollar da vardır.

Efferent Yollar

Beyinde bulunan üst merkezleri medulla spinalis'e bağlayan bu yollar üç kısımda incelenir:

E.1. Piramidal yollar

E.2. Ekstrapiramidal yollar

E.3. Otonom sisteme ait merkezleri medulla spinalis'e bağlayan yollar¹⁴

Piramidal Yollar

Gyrus precentralis'ten başlar ve burada bulunan piramidal hücrelerin (Betz'in dev piramidal hücreleri) aksonlarından meydana gelir. Kesintiye uğramadan medulla spinalis'e gelirler. Columna anterior'lardaki motor hücrelerin etrafında sonlanırlar. Bu yollara tractus corticospinalis denilir. Bu yol medulla spinalis'in en son kısmına kadar devam eder. Tractus corticospinalis'i oluşturan aksonlar sırasıyla corona radiata ve capsula interna'nın crus posterior'undan geçtikten sonra bir araya toplanarak pedunculus cerebri'lerden geçerler. Daha sonra pons'a gelirler. Pons'ta bazı aksonlar pontin nükleuslarla sinaps yapar, diğer lifler birçok huzmelere ayrılarak nuclei pontis'ler arasından geçerler. Ponsun alt parçasında yeniden bir araya toplanarak medulla oblongata'ya gelirler.^{6, 14} Burada fissura mediana anterior'un iki yanında iki kabartı oluştururlar. Bu kabartılara pyramis denir. Medulla oblongata'nın alt kısmında bu liflerin % 80-90'ı çaprazlaşır. Bu çaprazlaşma decussatio pyramidum denir. Alt ekstremitelere ait lifler çaprazın yukarı kısmında, üst ekstremitelere ait lifler çaprazın aşağı kısmında bulunur. Çaprazlaşan lifler tractus corticospinalis lateralis'i oluştururlar. Çaprazlaşmayan lifler ise tractus corticospinalis anterior'u oluştururlar. Tractus corticospinalis lateralis, funiculus lateralis'in ortasında seyreder. Dış kısmında tractus spinocerebellaris posterior (Flechsig Demeti) yer alır. Alt taraflara ait lifler yolun dış parçasında, üst taraflara ait lifler yolun iç parçasında yer alır. Tractus corticospinalis anterior, fissura mediana anterior'un iki tarafında dar bir alan işgal eder.^{7, 8} Bunların da büyük kısmı comissura alba'da çapraz yaparak karşı tarafa geçer. Tractus corticospinalis'i oluşturan lifler yolu boyunca birçok kollateral verir. Bu sayede çeşitli segmentlere doğrudan veya ara nöronlarla bağlanır. Böylece impulsları birçok motor çekirdeğe iletir. Bu sayede dar bir alan kaplayan kortikal merkezler çok değişik hareketleri yaptırabilir. Piramidal liflerin % 55'i servikal, %20'si torakal, % 25'i lumbosakral segmentlerde sonlanır.^{6,9}

Üst motor nöron (1. nöron) kortekste bulunur. Alt motor nöron (2. nöron) medulla spinalis'in ön boynuz motor hücreleridir. Ayrıca aracı motor nöronlar da vardır.

Embriyonal hayatta medulla spinalis'in çeşitli segmentlerindeki motor hücrelerin aksonları yalnız kendi segmentlerindeki

miyotomlara giderler. Gövde ve etraf kasların çoğu birkaç miyotomdan oluştuğu için kasların çoğu da birkaç segmentten sinir lifi alır. Bu nedenle bir segmentin harabı veya bir ön kökün kesilmesi ile kas tamamen felce uğramaz.¹⁵

Tractus Corticospinalis Dalları

Tractus corticonuclearis: V-VII - IX - X - XI - XII. kranyal sinirlerin motor çekirdeklerinde sonlanırlar. Bunlar piramidal yollardan decussatio pyramidum'dan önce ayrılırlar. Motor çekirdeklere iki taraflı olarak bağlanırlar. Yalnız nucleus motorius n.facialis'in üst yarısı karşı hemisferden tek taraflı olarak bağlanır.

Tractus corticospinalis'ten üst düzeylerde ayrılıp geri dönen lifler; korteksin komşu alanlarını inhibe ederler.

Nucleus caudatus, nucleus lentiformis, nucleus ruber, nucleus olivaris inferior ve formatio reticularis'e giden lifler; piramidal yollardan ayrılırlar. Bu lifler bu merkezleri istemli bir hareketten haberdar ederler.

Mesencephalon'un üst düzeyinde bulunan nucleus interstitialis'lere occipital ve frontal korteksten inen lifler; fasciculus longitudinalis medialis yoluyla göz kaslarını innerve eden sinirlerin (III, IV, VI) çekirdeklerini kontrol ederler.^{13, 15}

Ön boynuzda bulunan motor hücreler başka yollarla da bağlantılıdır (ör. thalamus, hypothalamus, cerebellum merkezlerinin bağlantısı). Ayrıca bu hücrelere arka köklerden doğrudan doğruya sensitif uyarılar da gelmektedir. Böylece ön boynuz motor hücreleri son istasyon görevi görmektedir. Ön boynuz çeşitli kaynaklardan impulslar alır. Bu impulsların ayarlanmasını tractus corticospinalis sağlar. Böylece bu yol diğer kaynaklardan gelen uyarıları hafifletir ve bunlara gösterilecek reaksiyonları frenler. Tractus corticospinalis kesildiğinde tam bir felç oluşmaz. Hatta frenleyici etki ortadan kalktığı için refleks hareketler daha kuvvetli olurlar. Yalnız isteğimize göre hareket yapamayız.^{4,7}

Tractus corticospinalis filogenetik açıdan daha yeni bir yoldur. Miyelinleşme aşaması doğumdan önce başlar ve doğumdan sonra 3-4 yıl sürer. Miyelin tabakası uyarıların iletilmesi açısından çok önemlidir. Çocukların hareketlerine piramidal yollar katılmaz. Babinski refleksi çocuklarda pozitifdir. Bu refleks erişkinlerde yoktur. Korteksin frenleyici etkisi vardır. Ancak tractus corticospinalis arızalarında ortaya çıkar (patolojik refleks).¹³

Ekstrapiramidal Yollar

Piramidal sistem dışında daha çok ekstrapiramidal sistemin çalışması ile ilgili yollardır.

Ekstrapiramidal sistemde serebrospinal sistem tarafından yönetilen ve çizgili kaslar tarafından yapılan bazı hareketler kortikal merkezlerden emir almadan ve bilincimiz dışında yapılır. Dengenin sağlanması, yazı yazma, yüzme, dans etme, bisiklete binme gibi önceden öğrendiğimiz, alıştığımız ve defalarca tekrarladığımız hareketlerde görülür.^{3,7,13} Karmaşık refleks hareketler, çeşitli ruh durumlarımızı belirten mimik hareketleri, jestler düşünülmeden, kortikal merkezlerden emir almadan yapılan hareketlerdir. Bu hareketler subkortikal merkezler tarafından idare edilir. Bu merkezlerden çıkan yollara da ekstrapiramidal yollar denir. Ekstrapiramidal terimi bu yolların medulla oblongata'daki

piramislardan geçmemesi nedeniyle söylenmiştir. Ancak kortikal merkezlerle subkortikal merkezler arasında bağlantılar mevcuttur. Bu sayede korteks subkortikal merkezler üzerinde her zaman etkilidir. Subkortikal merkezlerin yönettiği hareketlere karışabilir, değiştirebilir veya durdurabilir (otonom sistemden farkı: korteks otonom sistemin hareketlerini etkileyebilir ancak tamamen durduramaz).^{12, 15} Eğer korteks karışmazsa ekstrapiramidal sistemin yönettiği hareketlerde her insanın kendine has özellikleri ortaya çıkar (ör. yürüyüş tarzı, el yazıları, yüzme tarzı).

Bunların tersine ekstrapiramidal yollar da korteksin başlattığı istemli hareketlerden haberdar olurlar ve istemli hareketlerin birçok komponentine katılırlar. Sinerjistik ve antagonistlerin harekete katılma zamanı, kasların gerginlik derecesi hareketlerin ahenkli ve akıcı olmasında önemli rol oynar.^{2,5}

Ekstrapiramidal Yollar

Tractus reticulospinalis:

Mesencephalon, pons ve bulbustaki formatio reticularis'ten başlar. Funiculus anterior ve lateralis'te seyrederek. Medulla spinalis'in ön boynuzlarındaki motor hücrelere bağlanır. Aksonların bir kısmı da kranyal sinirlerin motor çekirdeklerinin etrafında sonlanır. Fonksiyonu; istemli ve refleks hareketleri kolaylaştırır veya inhibe eder. Kas tonusuna, solunum hareketlerine, dolaşıma etki eder.¹⁶

Tractus rubrospinalis (Monakov'un yolu):

Mesencephalon'daki nucleus ruber'den başlar. Lifler iki nucleus ruber arasında çaprazlaşırlar (Forel çaprazı). Medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde seyrederek. İnsanda ilk 3 servikal segmente kadar izlenir. Fonksiyonu; fleksor kasların çalışmasını kolaylaştırır. Ekstensör kasların çalışmasını inhibe eder. Korteks ve cerebellum'la bağlantılı çalışır.

Tractus vestibulospinalis:

Medulla oblongata'daki nucleus vestibularis lateralis'ten başlar. Lifleri çaprazlaşmadan funiculus anterior'da iner. Fonksiyonu; vücudun dengesini sağlamak amacıyla ekstensör kasların çalışmasını kolaylaştırır, fleksor kasları inhibe eder. İç kulak denge reseptörleri ve cerebellum ile bağlantılı çalışır. Hasarında denge bozukluğu görülür.^{13,16}

Tractus tectospinalis:

Mesencephalon'da tectumun colliculus superior'undan başlar. Lifleri çaprazlaşır (Meynert çaprazı). Funiculus anterior'da iner. Servikal segmentlerin altında bu yol gözlenmez. Bir kısım kranyal sinirlerin motor çekirdeklerinde sonlanır. Fonksiyonu; görme impulslarına göre baş ve boyun hareketlerini ayarlar. Refleks hareketler de yapılırlar.^{7, 16}

Tractus olivospinalis (Bechterew- Helweg Yolu):

Medulla oblongata'daki nucleus olivaris inferior'dan başlar. Funiculus lateralis içinde ilerler. Fonksiyonu; baş ve boyun hareketlerini ayarlar.¹⁶

İnen Otonom Yollar

Diencephalon ve beyin sapındaki yüksek otonom merkezleri

medulla spinalis'teki otonom merkezlere bağlayan yollardır. Bu yolların en yüksek koordinasyon merkezi hipotalamustur. Otonom yollar tam olarak açıklanamamıştır. Ancak araştırmacılar tractus corticospinalis lateralis, tractus reticulospinalis, fasciculus proprius'lar arasındaki ilişkinin varlığından söz etmektedirler. Bu yolların daha çok funiculus lateralis'te daha az funiculus anterior'da oldukları gözlenmiştir. Kesilmeleri durumunda alt segmentlerdeki otonom faaliyet felce uğrar. Tractus reticulospinalis'te yer aldıkları düşünülmektedir. Üst merkezler; cortex, hypothalamus, corpus amygdaloideum, formatio reticularis'tir. Medulla spinalis'in columna lateralis'indeki otonom nukleuslardan sempatik bölüme ait olanlar T1-L2, parasempatik bölüme ait olanlar S2-5'tedir.¹⁷

Refleks Yollar

Dışarıdan gelen uyarılara karşı vücudun gösterdiği ani yanıtı refleks denir. Refleks hareketlerinde beynin katkısı olmaz.

Refleks kavsi:

1. Özel duyu organı veya bir reseptör (kas içiçigi).
2. Afferent nöron
3. Merkez sinir sistemi organlarındaki nöronlar
4. Effektör organ (kas ya da bez)^{12,17}

Refleks kavsinin herhangi bir yerindeki kesilme verilecek yanıtı engeller.

Yansıyan Ağrılar

Ağrının ilgili olduğu organ bölgesinde değil de vücudun başka bölgelerinde hissedilmesidir. Örneğin kalp ağrısı 3-4. interkostal aralıklarda, boyun kökünde, pektoral kaslar üzerinde, kolun iç tarafında hissedilir.

Visseral ağrı lifleri medulla spinalis'teki nöronlarla sinaps yapar. Bu nöronlar aynı zamanda deriden gelen aynı segmentlere ait liflerle de (postganglioner efferent lifler) sinaps yaparlar. Uyarılar kortekse iletilir. Bu da kortekste sadece deriden geliyormuş gibi algılanır.^{11,15}

Diğer Çıkan Yollar

Tractus Spinotectalis

Tractus spinothalamicus lateralis'in önünde yer alır. Colliculus superior'da sonlanır. Spinovisual refleksle ilgilidir. Baş ve boyunun tractus spinotectalis'i uyaran etkene doğru refleks olarak yönelmesini sağlar (sırtta aniden batan cisme refleks olarak bakmak ve kaçmak gibi).^{15,16}

Tractus Spinoolivaris

Funiculus anterior ile funiculus lateralis arasında bulunur. Nucleus olivaris inferior görev alır. Deriden yüzeysel duyu, kas ve tendonlardan proprioseptif duyu alır.^{12,13}

Tractus Spinoreticularis

Ağrı duyusunu taşır. Lifleri tractus spinothalamicus lateralis ile karışmış durumda bulunur. Liflerin çoğu bulbus'un, azı pons'un, çok azı mesencephalon'un formatio reticularis'inde sonlanır.

Fasciculus Sulcomarginalis

Fissura mediana anterior'un hemen yanında uzanan ince

bantlar şeklindedir. Boyunda bulunur. Baş ve boyun hareketleri ve refleksleri ile ilişkilidir.¹³

Medulla Spinalis'in Intersegmental Yolları

Fasciculi Proprii Anteriores (Tractus Intersegmentalis Anterior)

Columna anterior'u şerit şeklinde çevrelerler. Spinal reflekslerin oluşumunda önemli rol oynarlar. Tractus spinospinalis de denir. Kısa olanlar iki segment arasında, uzun olanlar medulla spinalis boyunca seyredirler.^{5, 18}

Fasciculi Proprii Laterales (Tractus Intersegmentalis Lateralis)

Columna lateralis'in hemen dış tarafında bulunur. Lifleri arasında tractus reticulospinalis ve otonom inen yollar bulunur.⁵

Fasciculi proprii posteriores (tractus intersegmentalis posterioris)

Funiculus posterior'un gri maddeye yakın bölümüdür. En fazla lumbal bölgede bulunur.^{5, 18} Bu yollar intersegmental spinal reflekslerin oluşumunda rol oynarlar.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that she has no competing interest.

Kaynaklar

1. Afifi AK, Bergman RA. *Functional neuroanatomy text and atlas*. New York, London, Tokyo, McGraw;1998.
2. Akesson EJ, Loeb JA, Paulwels-Wilson L. *Thompson's core textbook of anatomy*, 2nd Edition. Philadelphia, JB Lippincott Company;1990.
3. Bear MF, Connors BW, Paradiso MA. *Neuroscience exploring the brain*. Baltimore, London, Williams&Wilkin; 1996.
4. Yıldırım M. *İnsan anatomisi 7*. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2012.
5. Yıldırım M. *Temel nöroanatomi*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
6. Dere F. *Nöroanatomi-fonksiyonel nöroloji atlası ve ders kitabı*. 3. Baskı. Adana, Adana Nobel Tıp Kitabevi; 2000.
7. Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM. *Tıp fakültesi öğrencileri için Gray's anatomi*. 2. Baslı. Çeviri Editörü: M. Yıldırım, T. Marur. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
8. England MA, Wakely J. *A color atlas of the brain&spinal cord*. Aylesbury, Wolfe Publishing Ltd; 1991.
9. Fix JD. *BRS Neuroanatomy*. Williams&Wilkin-MASS Pub; 1992.
10. Hansen JT. *Netter's anatomy coloring book*. Philadelphia, Saunders-Elsevier; 2010.
11. Lippert LS. *Clinical kinesiology and anatomy*. Fourth Edition. Philadelphia, FA Davis Company; 2006.
12. Mesut R, Yıldırım M. *Topografik Anatomi Cilt 1*. Edirne, Teksir kitap; 1988.
13. Joseph J. *A textbook of regional anatomy*. London, The MacMillan Press Ltd; 1982.
14. Fuller G. *Neurological examination made easy*. London, Edinburgh, Churchill Livingstone; 1999.
15. Moore KL, Persaud TVN. *The developing human: Clinically oriented embryology*. 6th. Philadelphia, WB Saunders; 1998.
16. Bergman RA, Afif AK, Heidger PM. *Histology*. Philadelphia, Sydney, Tokyo, WB Saunders Company; 1996.
17. Applegate EJ. *Sectional anatomy learning system*. Concepts. Philadelphia, London, WB Saunders Company; 2002.
18. Waxman SG. *Correlative neuroanatomy*. Twenty-fourth Edition. Çeviri Editörü: M. Yıldırım. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2004.

BÖLÜM 6

BEYİN VENTRİKÜLLERİ

Mehmet ÜZEL

Beyin Ventrikülleri

Brain Ventricles

BÖLÜM HAKKINDA

Encephalon içinde yerleşik olup içlerinde beyin omurilik sıvısı (BOS) bulunan ve birbirleriyle bağlantılı hacimlere ventriculus (ventrikül) adı verilir. Telencephalon'larda birer adet bulunan ventriküllere ventriculus lateralis'ler (sol ve sağ lateral ventriküller), iki diencephalon arasında bulunan ventriküle ventriculus tertius (üçüncü ventrikül), truncus cerebri ve cerebellum arasında bulunan ventriküle ventriculus quartus (dördüncü ventrikül) adı verilir.

Anahtar kelimeler: ventrikül, lateral ventrikül, 3. ventrikül, 4. Ventrikül

ABOUT the CHAPTER

The interconnected volumes located within the encephalon, containing cerebrospinal fluid (CSF), are called ventricles. The ventricles, one each in the telencephalons, are called ventriculus lateralis (left and right lateral ventricles), the ventricle located between the two diencephalons is called ventriculus tertius (third ventricle), and the ventricle located between the truncus cerebri and cerebellum is called ventriculus quartus (fourth ventricle).

Keywords: ventricle, lateral ventricle, 3rd ventricle, 4th ventricle

Ventriculus Lateralis

Ventriculus lateralis yandan bakıldığında açıklığı öne bakan ve kuyruğu arkaya yönelmiş Ç harfine benzer ve beş bölüme ayrılarak incelenir: cornu frontale (anterior), cornu occipitale (posterius), cornu temporale (inferius), pars centralis ve atrium.^{1,2}

Cornu frontale lobus frontalis içinde olup ön duvar, tavan ve tabanını corpus callosum, lateral duvarını nucleus caudatus oluşturur. Cornu frontale arkada foramen interventriculare (Monro deliği) olarak adlandırılan ve lateral ventrikülün üçüncü ventrikülle bağlantısını sağlayan delik hizasında sonlanır. Bu delikten itibaren arkaya, corpus callosum'un splenium'una kadar uzanan lateral ventrikül bölümü pars centralis olarak adlandırılır. Bu bölümün lateral duvarını nucleus caudatus ve thalamus, medial ve alt duvarını fornix'in corpus'u oluşturur. Lateral duvarda sinir liflerinin oluşturduğu stria terminalis bulunur. Pars centralis arkada, cornu temporale ve cornu occipitale'nin de açıldığı atrium ile devam eder. Atrium'un tavanını corpus callosum, medial duvarını corpus callosum ve calcar avis (sulcus calcarinus'un oluşturduğu kabartı), lateral duvarını nuc. caudatus, tapetum lifleri, ön duvarını fornix ve pulvinar oluşturur.^{1,2,3}

Cornu occipitale'nin uzunluğu değişkenlik göstermektedir. Medial yüzünü calcar avis ve forceps major oluşturur.

Cornu temporale pulvinar'ın arkasından dolanıp öne, amygdala'ya doğru uzanır. Tavanını tapetum lifleri ve nuc. caudatus'un cauda'sı oluşturur. Tabanını hippocampus oluşturur.

Her iki ventriculus lateralis kendilerine ait birer foramen interventriculare yolu ile ventriculus tertius'a bağlanır.¹

Ventriculus Tertius

Ventriculus tertius iki diencephalon arasına yerleşmiş, iki yandan basık, ön-arka eksenini üst-alt ekseninden daha uzun biçimde dar bir hacimdir. Sağ ve sol duvarlarının üst bölümlerini thalamus, alt bölümlerini hypothalamus'lar oluştururlar. Thalamus ve hypothalamus arasında bulunan sulcus hypothalamicus önde foramen interventriculare



Mehmet Üzel 

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: muzel@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıyla / Cite this chapter as:
Üzel M. Beyin ventrikülleri. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomik ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 36-40



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

ile arkada aqueductus mesencephali (aqueductus cerebri) arasında uzanır. Ventrikülün yan duvarları adhesio interthalamica yoluyla birleşmiş durumdadır. Ventrikülün ön duvarını columna fornicis'ler, commissura anterior ve lamina terminalis (corpus callosum ile chiasma opticum arasında uzanır) oluşturur. Ventrikülün tabanı hypothalamus'a ait yapılar (recessus infundibularis, tuber cinereum, corpus mammillare) tarafından oluşturulur. Ventrikülün tavanı forniksler, tela choroidea, serebral venler tarafından oluşturulur. Ventrikülün arka duvarını ise recessus suprapinealis, recessus pinealis, commissura habenularis, commissura posterior oluşturur. Üçüncü ventrikülün dördüncü ventrikülle bağlantısını mesencephalon'da bulunan aqueductus cerebri sağlar. ^{1,2,3}

Ventriculus Quartus

Dördüncü ventrikül, tabanı beyin sapının arka yüzüne, tepesi cerebellum'a doğru yönelmiş piramit şeklinde bir hacimdir. Ventrikülün tabanı (fossa rhomboidea) eşkenar dörtgen şeklindedir ve ponsun arka yüzünün tümü, medulla oblongata'nın arka yüzünün üst yarısı tarafından oluşturulur. Fossa rhomboidea'nın üst köşesini yanlardan pedunculus cerebellaris superior'lar sınırlarken, alt köşesinde tuberculum gracile ve tuberculum cuneatum bulunur. Tabanda orta hatta bulunan oluğa sulcus medianus adı verilir ve bu oluğun her iki yanında bu oluğa paralel gidış gösteren sulcus limitans bulunur. Sulcus medianus ile sulcus limitans arasındaki alana eminentia medialis, sulcus limitans'in lateralinde kalan alana area vestibularis adı verilir. Locus coeruleus tabanın üst bölümünde yer alır. Ventrikül tabanının her iki yanında bulunan apertura lateralis'ler (Luschka delikleri) ventrikülü cisterna pontocerebellaris'e bağlar. Ventriculus quartus'un çatısını velum nedullare superius ve inferius oluşturur. Çatıda bulunan apertura mediana (Magendie deliği) ventrikülü cisterna magna'ya (cisterna cerebellomedullaris posterior) bağlar. Ventrikül ayrıca, alt köşesi ile medulla spinalis'te bulunan canalis centralis'e açılır. ^{1,2,3}

Plexus Choroideus

Ventriküllerde ve spatium subarachnoideum'da bulunan beyin-omurilik sıvısı (BOS) plexus choroideus adı verilen damarsal pia mater yapıları tarafından üretilir. Plexus choroideus'lar tüm ventriküllerde bulunur. Ventriculus lateralis'lerde bulunan plexus choroideus'lar cornu temporale, atrium ve pars centralis tabanında bulunur ve foramen interventriculare'den geçerek ventriculus tertius'un tavanına ulaşır ve burada sonlanır. Ventriculus quartus'un plexus choroideus'u ventrikül tavanının alt yarısında bulunur. ^{1,2}

Beyin-Omurilik Sıvısının Dolaşımı

Beyin-omurilik sıvısı ventriculus lateralis'lerden foramen interventriculare'ler yoluyla ventriculus tertius'a, buradan da aqueductus cerebri yoluyla ventriculus quartus'a ulaşır. Ventriculus quartus'a gelen BOS aşağıda canalis centralis'e, apertura mediana ve apertura lateralis'ler yoluyla da spatium subarachnoideum'a ulaşır. Apertura mediana'dan geçen BOS cisterna magna'ya, apertura lateralis'lerden geçen BOS ise cisterna pontocerebellaris'e ulaşır. Spatium subarachnoideum içinde bulunan BOS yukarı-dış yana doğru hareket eder ve granulationes arachnoideae ile başta sinus sagittalis superior olmak üzere dural ven sinüslerine, serebral kapillerlerle de venlere geçer. ^{4,5}

Merkezi Sinir Sisteminin Kanlanması

Meninkslerin Kanlanması

Kranial dura mater'in kanlanması meningeal damarlar ile olur. Bu damarlara meningeal damarlar denmekle beraber bunlar aslında periosteal damarlardır.

Fossa cranii anterior'u kaplayan dura mater a. ethmoidalis anterior'un ramus meningeus anterior'u, a. ethmoidalis posterior, a. carotis interna'nın meningeal dalları ve a. meningeal media tarafından; fossa cranii media'yı kaplayan dura mater a. maxillaris'in dalları, a. pharyngea ascendens, a. carotis interna ve a. lacrimalis tarafından; fossa cranii posterior'u kaplayan dura mater de a. occipitalis, a. vertebralis, a. pharyngea ascendens ve a. carotis interna tarafından beslenir. Dura mater'in beslenmesine en fazla katkı sağlayan damar a. maxillaris'in bir dalı olan a. meningeal media'dır. ^{4,5}

Arteria meningeal media: A. maxillaris'in birinci bölümünden çıktıktan sonra n. auriculotemporalis'in iki kökü arasından geçer ve for. spinosum'dan geçerek fossa cranii media'ya girer. Arter cavitatis cranii'ye girdikten sonra r. frontalis ve r. parietalis'lere ayrılır. Ramus frontalis, pterion'un derininden geçer. Bu arter kanadığı zaman dura mater ve kemikler arasına dolar ve epidural kanama oluşturur. ^{4,5}

Dura mater'in venöz kanı ise önce dura mater'deki venlere, oradan da dura mater ven sinüslerine dökülür.

Encephalon'u Besleyen Arterler

Encephalon iki büyük arter sisteminden beslenir: a. carotis interna ve a. vertebralis. Arteria carotis interna'nın dalları encephalon'un ön 2/3 bölümünü, a. vertebralis ise arka 1/3 bölümünü besler. ⁴

Arteria Carotis Interna

Arteria carotis communis sağda truncus brachiocephalicus'tan, solda arcus aortae'den çıkarak yukarı yönelir, cartilago thyroidea'nın üst kenarı (C3) düzeyinde a. carotis externa ve a. carotis interna'ya ayrılır. İpsilateral beyin hemisferinin çoğunu (okspital lob, temporal lobun alt bölümü dışındaki prosencephalon bölümlerini), gözü ve aksesuar organlarını, alnı, kısmen burnu besler. Arter, dört bölüme ayrılarak incelenir: a. carotis communis'ten ayrıldığı yerden başlayıp canalis caroticus'a kadar olan pars cervicalis, canalis caroticus içindeki pars petrosa, sinus cavernosus içindeki pars cavernosa ve dura mater'i delerek geçtikten sonraki pars cerebralis. Pars cervicalis klasik olarak dal vermeden ilerler. Pars petrosa'dan ayrılan aa. caroticotympanicae orta kulağın beslenmesine katkı sağlarlar. Pars petrosa'ya yolu üzerinde venöz plexus ve plexus caroticus internus (sempatik sinir sistemi) eşlik eder ve cavitatis cranii'ye beraber girerler. Bu bölümden ayrıca a. canalis pterygoidei de ayrılır ve fossa pterygopalatina'ya ulaşır. Pars petrosa'nın hemen arkasında, çok ince bir kemik duvarla ayrılmış olarak auris media ve v. jugularis interna bulunmaktadır. Pars cavernosa'nın dura mater'i besleyen dallarının dışında a. hypophysialis inferior dalı (nörohipofizi besler) ve gang. trigeminale'yi besleyen dalları bulunmaktadır. Pars cavernosa'dan sonra gelen bölüm olan pars cerebralis'ten önemli yan dallar ayrılır. Bu bölümün ilk dalları a. ophthalmica ve a. hypophysialis superior'dur. Arteria hypophysialis superior

infundibulum ve ön hipofizi besler. Infundibulum'da kapillerlerine ayrılan arter ön hipofize inerken birleşerek ön hipofizde tekrar kapillerlere ayrılır ve bir portal sistem oluşturur. Pars cerebri daha sonra a. choroidea anterior (plexus choroideus, chiasma opticum, capsula interna, globus pallidus, nuc. caudatus, corpus geniculatum laterale, hippocampus, amygdala, crus cerebri'ler, nuc. ruber, substantia nigra'yı besler) ve a. communicans posterior (circulus arteriosus cerebri'ye katılır) dallarını verir. Pars cerebri, terminal dalları olan a. cerebri anterior ve a. cerebri media'ya ayrılarak sonlanır.^{2,4,5}

Arteria cerebri anterior, fissura longitudinalis cerebri'ye ön tarafından girdikten sonra corpus callosum'un hemen üzerinden arkaya doğru gider ve a. cerebri posterior ile anastomoz yapar. Fissura longitudinalis cerebri'ye girerken karşı eşi ile a. communicans anterior aracılığıyla anastomoz yapar. Yolu üzerinde aa. centrales anteromediales dalları corpus callosum'un rostrum'unu, septum pellucidum'u, putamen'in ön bölümünü, nuc. caudatus'un baş bölümünü, capsula interna'yı besleyen dallarını verir. Arterin a. orbitofrontalis medialis, a. frontalis polaris, a. callosomarginalis ve a. pericallosa dallarından çıkan dallar olfaktor korteksi, gyrus rectus'u, gyrus orbitalis medialis'i, corpus callosum'u, gyrus cinguli'yi, lobulus paracentralis'i, precuneus'u beslerler.^{2,4}

Arteria cerebri media, a. cerebri anterior'dan daha kalın olup sulcus lateralis'e ön taraftan girdikten sonra lobus insularis'in yüzeyinde olarak arkaya doğru ilerler. Arteria cerebri media'nın merkezi dalları olan aa. centrales anterolaterales (lentikulostrat arterler) substantia perforata anterior'dan girerler ve globus pallidus, putamen, capsula interna ve nuc. caudatus'u beslerler. Arterin superior kortikal dallarından a. frontobasalis lateralis ve a. orbitofrontalis lateralis, gyrus frontalis inferior'u ve lobus frontalis'in orbital yüzünü besler; a. sulci postcentralis, a. sulci centralis, a. sulci precentralis dalları ilgili bölgeleri beslerler; a. parietalis anterior ve a. parietalis posterior gyrus post centralis'i, lobulus parietalis'leri besler; temporal dalları lobus temporalis'in lateral yüzünü beslerler.^{2,4}

Arteria Vertebralis

Arteria vertebralis, a. subclavia'dan çıktıktan sonra foramen transversarium'lardan geçmek üzere çoğunlukla C6'nın foramen transversarium'undan girerek yukarı çıkar ve foramen magnum'dan cavitas cranii'ye girer. Arter geçtiği yerlere göre 4 bölüme ayrılarak incelenir: pars prevertebralis (V1), pars transversaria (V2), pars atlantica (V3), pars intracranialis (V4). Pars atlantica, membrana atlantooccipitalis posterior'u delerek geçtikten sonra pars intracranialis olarak devam eder. Her iki a. vertebralis, sulcus bulbopontinus hizasında birleşerek a. basilaris'i oluştururlar. Arteria vertebralis ve dalları merkezi sinir sisteminde medulla spinalis'in üst bölümünü, truncus cerebri'yi, cerebellum'u, cerebrum'un arka bölümünü besler.^{4,5}

Arteria vertebralis'lerin distal uçlarından çıkan birer adet dal medulla oblongata'nın ortası hizasında birleşerek a. spinalis anterior'u oluştururlar; a. spinalis anterior, fissura mediana anterior'da aşağı doğru ilerleyerek medulla spinalis'in beslenmesini sağlar.⁵

Arteria vertebralis, a. basilaris'i oluşturmadan hemen önce a.

inferior posterior cerebelli dalını verir. Bu dal serebellar hemisferin iç yüzünü, vermis'in alt bölümünü, cerebellum'un alt yüzünü besler ve a. basilaris'in dalları olan a. inferior anterior cerebelli ve a. superior cerebelli ile anastomoz yapar. Arteria inferior posterior cerebelli, medulla oblongata'nın arka yüzünü de besler.^{4,5}

Arteria basilaris oluştuktan sonra a. inferior anterior cerebelli dalını verir. Bu dal cerebellum'un alt yüzünü, pons'un alt bölümünü besler.⁴

Arteria basilaris'in a. labyrinthi adlı dalı porus acusticus internus'tan girerek auris interna'yı besler.⁴

Arteria basilaris'in aa. pontis adlı dalları ponsu besler.⁴

Arteria basilaris'in a. superior cerebelli adlı dalı cerebellum'un üst yüzünü, ponsu, corpus pineale'yi, velum medullare superius'u, tela choroidea'yı, ventriculus tertius'u besler.⁴

Arteria basilaris, iki adet a. cerebri posterior'a ayrılarak sonlanır. Arteria cerebri posterior'un kortikal dalları uncus, gyrus parahippocampalis, cuneus, precuneus, lobus occipitalis'in posterolateral yüzünü, görme korteksini besler. Arterin merkezi dalları thalamus, ventriculus tertius, globus pallidus, plexus choroideus'lar (lateral ve 3. ventrikül), fornix, colliculus superior ve inferior, corpus geniculatum mediale'yi beslerler.^{4,5}

Circulus Arteriosus Cerebri (Willis Poligonu)

Arteria basilaris ile a. carotis interna arasındaki arteriyel anastomoz sistemidir. Bu sisteme a. carotis interna, a. cerebri anterior, a. communicans anterior, a. cerebri posterior ve a. communicans posterior katılır.^{1,4}

Encephalon'un Venleri

Venae Diploicae

Diploik venler, kafa kemiklerindeki diploe'lerde bulunan ince duvarlı venlerdir ve dura mater ven sinüslerine drene olurlar. Vena diploica frontalis sinus sagittalis superior ve v. ophthalmica superior'a; v. diploica temporalis anterior sinus sphenoparietalis'e; v. diploica temporalis posterior sinus transversus'a; v. diploica occipitalis sinus transversus'a, confluens sinuum'a veya v. occipitalis'e açılır.^{2,5}

Venae Emissariae

Emissar venler, dural sinüsleri ekstrakranial ventlere bağlayan venlerdir. Bu venler ekstrakranial infeksiyonların dural sinüslere ulaşması veya sinüs trombozlarında kan akımını yönlendirmeleri bakımından klinik öneme sahiptirler.²

Venae Superficiales Cerebri

Beynin yüzeysel venleri vv. superiores cerebri, v. media superficialis cerebri ve vv. inferiores cerebri olarak üç grupta incelenir. Venae superiores cerebri sinus sagittalis superior'a açılır; v. media superficialis cerebri sinus cavernosus'a açılır; vv. inferiores cerebri sinus sagittalis superior'a, sinus cavernosus'a ve sinus transversus'a açılır. Vena anastomotica superior (Trolard veni) v. media superficialis cerebri'yi sinus sagittalis superior'a bağlar; v. anastomotica inferior (Labbé veni) v. media superficialis cerebri'yi sinus transversus'a bağlar.^{2,4}

Beynin yüzeysel venlerinin arachnoidea mater ile dura mater arasında bulunan bölümlerine köprü veni adı verilir ve kanamalarında subdural kanama oluşur.⁴

Vena basalis üç venin (v. anterior cerebri, v. media profunda cerebri ve v. thalamostriatae inferiores) birleşmesiyle oluşur; v. magna cerebri'ye drene olur.

Vena magna cerebri (Galen veni) v. basalis'leri drene eder ve sinus rectus'un ön ucuna açılır.

Vena interna cerebri, v. thalamostriata superior (nuc. caudatus ve thalamus'tan kan getirir) ve v. choroidea superior'un (hippocampus, fornix, corpus callosum ve plexus choroideus'tan kan getirir) birleşmesiyle oluşur. İki v. interna cerebri birleşerek v. magna cerebri'yi oluştururlar.^{1,4}

Sinus Duræ Matris

Sinus sagittalis superior lobus frontalis, lobus parietalis ve lobus occipitalis'in üst bölümlerinden gelen kortikal venleri, lakunaları, v. anastomotica superior'u drene eder.^{4,5}

Sinus sagittalis inferior falx cerebri'den ve hemisferlerin medial yüzlerinden venler alır; sinus rectus'a açılır.

Sinus rectus v. magna cerebri'yi drene eder; sinus transversus'a drene olur.

Confluens sinuum sinus sagittalis superior, sinus rectus, sinus occipitalis'ten gelen venöz kanın sinus transversus'lara drene olduğu kavşak bölgesidir.

Sinus transversus'lar protuberantia occipitalis interna'dan başlarlar. Sağdaki sinus transversus sinus sagittalis superior'un, soldaki ise sinus rectus'un devamıdır. Lateralde sinus sigmoideus olarak devam eder. Sinus transversus lobus temporalis ve occipitalis'lerin yüzeylerini, v. anastomotica inferior'u drene eder. Sinus transversus ile sinus sigmoideus'un birleşme yerine sinus petrosus superior drene olur.^{4,5}

Sinus sigmoideus v. emissaria mastoidea ve v. emissaria condylaris'i drene eder; v. jugularis interna'ya drene olur.

Sinus cavernosus birçok sinus ve veni drene eder. Bunlar v. ophthalmica superior ve inferior, plexus basilaris, v. media superficialis cerebri, sinus sphenoparietalis'tir. Sinus cavernosus'tan sinus petrosus superior'a drene olan kan sinus transversus'a, sinus petrosus inferior'a drene olan kan ise v. jugularis interna'ya boşalır.^{1,4,5}

Medulla Spinalis'in Beslenmesi

Medulla spinalis üç adet longitudinal arter ve çok sayıda segmental arter tarafından beslenir.

Medulla spinalis'in longitudinal arterleri a. spinalis anterior (fissura mediana anterior'da ilerler) ve a. spinalis posterior'lardır (sulcus posterolateralis'lerde ilerlerler). Arteria spinalis anterior, a. vertebralis'lerin intrakraniyal bölümlerinden ayrılan spinal dalların birleşmesi ile oluşur; a. spinalis posterior'lar, a. vertebralis'lerin intrakraniyal bölümlerinden veya a. inferior posterior cerebelli'den çıkarlar.^{2,4,5}

Medulla spinalis'in segmental arterleri (a. medullaris segmentalis'ler) a. vertebralis'in pars transversaria'sından, a. intercostalis posterior'ların r. dorsalis'lerinden ve a. lumbalis'lerin r. spinalis'lerinden çıkarlar. Bir segmental arter ilgili foramen intervertebrale'den girerek canalis vertebralis'e ulaşır; a. spinalis anterior ve posterior'lar ile anastomozlaşır. Segmental arterlerden çıkan a. radicularis anterior ve a. radicularis posterior'lar, o düzeyde bulunan spinal sinirin radix anterior ve radix posterior'unun üzerlerinden medulla spinalis'e giderler.^{1,2,3}

Arteria radicularis anterior'ların çoğu ve a. radicularis posterior'ların hepsi küçük damarlar olup medulla spinalis'te sonlanırlar. Bazı a. radicularis anterior'lar ise oldukça kalın olup medulla spinalis'te yukarı ve aşağı giden dallara ayrılırlar ve a. spinalis anterior ile anastomoz yaparlar. Kalın a. radicularis anterior'ların bir tanesi diğerlerine göre çok daha belirgin olup Adamkiewicz arteri olarak adlandırılır ve T9-L2 düzeyleri arasından çıkar ve medulla spinalis'in alt 2/3 bölümünün beslenmesini sağlar.^{2,4,5}

Arteria spinalis anterior'dan çıkan ve medulla spinalis'e giren merkezi dallar, medulla spinalis'in periferi dışında kalan orta bölümünün ön 2/3'ünü besler; arka 1/3'lük bölüm ise a. spinalis posterior'dan gelen dallarla ve pia mater'de yerleşmiş olan pleksustan gelen dallarla beslenir.^{4,5}

Arteria spinalis anterior ve a. spinalis posterior'lar conus medullaris'te anastomoz yaparlar.

Medulla spinalis'in içindeki venler, pia mater ven plexusuna açılırlar. Bu pleksusta yer alan ve medulla spinalis'in beş oluğu ve bir yarığında ilerleyen v. spinales anteriores ve v. spinales posteriores aralarında zengin bir anastomoz yaparlar ve serebellar venlere, dura mater ven sinüslerine ve medüller venlere drene olurlar. Anterior ve posterior radiküler venler medulla spinalis'i segmental olarak drene ederler ve intervertebral venlere, buradan da plexus venosus vertebralis externus'lara ve plexus venosus vertebralis internus'lara drene olurlar.^{2,4}

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that he has no competing interest.

Kaynaklar

1. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*, 7th edition, Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
2. Standring S. (Editor) *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 42nd Edition, Elsevier; 2022.
3. Schumacher GH, Aumüller G. *Klinik temelli topografik insan anatomisi*. Çeviri Editörleri: S. Murat Akkın, Tania Marur. İstanbul: Deomed Yayıncılık; 2010.
4. Yıldırım M. *Temel Nöroanatomî*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
5. Moore KL, Persaud TVN. *The developing human: Clinically oriented embryology*. 6th. Philadelphia: WB Saunders; 1998.

BÖLÜM 7

PERİFERİK SİNİR SİSTEMİ

Kaya ÖZKUŞ

Periferik Sinir Sistemi

Systema Nervosum Periphericum

BÖLÜM HAKKINDA

Periferik sinir sistemi encephalon ve medulla spinalis dışında kalan sinir lifleri, sinir pleksusları ve ganglionlardan oluşan sinir sistemi yapılarına denir.

Periferik sinirler fonksiyonel olarak afferent (duysal) ve efferent (motor), yapısal olarak ise spinal sinirler ve kranial sinirler olarak ikiye ayrılırlar.

Spinal sinirlerin duysal sinirlerinin hücre gövdeleri spinal ganglionlarda, motor sinirlerin hücre gövdeleri medulla spinalis'in önboynuzunda yer alır. Kranial sinirlerin hücre gövdeleri ise beyin sapında yer alan ilgili çekirdeklerde yer alır.

Anahtar kelimeler: Periferik sinir, spinal sinir, periferik sinir sistemi

ABOUT the CHAPTER

Peripheral nerve refers to the nervous system structures consisting of nerve fibers, nerve plexuses and ganglia other than the encephalon and medulla spinalis.

Peripheral nerves are functionally divided into afferent and efferent, and structurally into spinal nerves and cranial nerves.

The cell bodies of the sensory nerves of the spinal nerves are located in the spinal ganglia, and the cell bodies of the motor nerves are located in the anterior horn of the medulla spinalis. The cell bodies of the cranial nerves are in the relevant nuclei in the brainstem.

Keywords: Peripheral nerve, spinal nerve, peripheral nervous system




Periferik sinir sistemi beyin ve omurilik dışında kalan sinir lifleri, sinir ağları ve ganglionlardan oluşan sinir sistemi yapılarına denir.

Ganglion: Merkezi sinir sistemini oluşturan yapıların dışında bulunan sinir hücresi gövdelerinin bir araya gelerek oluşturdukları yapıya denir.

Periferik sinir: Merkezi sinir sistemini oluşturan yapıların dışında duysal ve motor fonksiyonlu aksonların bir araya gelerek oluşturdukları sinir demetleridir. Yalnızca motor veya yalnızca duysal olabildikleri gibi mikst (karışık) sinirler de olabilirler.

Sinir lifleri fonksiyonlarına göre farklı gruplara ayrılır:

1. **Genel somatik afferent** lifler periferden aldıkları duyuları merkezi sinir sistemine taşır
2. **Genel visseral afferent** lifler organlardan aldıkları duyuları merkezi sinir sistemine taşır.
3. **Spesiyal (özel) somatik afferent** lifler görme, işitme ve denge duyusunu merkezi sinir sistemine taşır.
4. **Spesiyal (özel) visseral afferent** lifler koku ve tad duyusunu ilgili merkezi sinir sistemi alanına taşır.
5. **Genel somatik efferent** merkezi sinir sisteminden aldığı emirleri istemli çalışan kaslara ileten liflerdir.
6. **Genel visseral efferent** merkezi sinir sisteminin ilgili alanlarından aldıkları emirleri düz kaslara, organlara ve bezlere ileten sinir lifleridir.
7. **Spesiyal (özel) visseral efferent** yutak, gırtlak ve mimik kaslarını innerve eden liflerdir.

Kaya Özkuş 

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: kaya@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Özkuş K. Periferik sinir sistemi. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 41-46



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Spinal Sinirler

Medulla spinalis'e cornu posterius'tan giren ve periferden duyuları getiren spinal ganglionların merkezi uzantısı olan lifler radix posterior'u oluşturur. Cornu anterius'tan çıkarak medulla spinalis'i terkeden motor liflerin, foramen intervertebrale'ye kadar uzanan kısmına radix anterior denir.¹

Spinal sinirler, medulla spinalis'in ön kökünden çıkan motor nöronların aksonları ile spinal gangliondaki(ganglion spinale/ganglion sensorium nervi spinalis) duysal nöronların periferik uzantılarının foramen intervertebrale' de birleşmesi ile oluşur. Spinal sinirler C1 spinal sinir hariç canalis vertebralis'i foramen intervertebrale'den terk eder. C1 spinal sinir ise oksipital kemik ve atlas arasından çıkar. Her omurilik segmentinden birer çift olmak üzere toplam 31 çift spinal sinir bulunmaktadır. Bu sinirler mikst sinirlerdir ve içinde motor, duysal ve otonom lifler bulunur.¹

Spinal sinirler buldukları bölgeye göre gruplandırılır. Buna göre 8 çift nervi cervicales/ boyun siniri (Birinci servikal spinal sinir atlas ile occipital kemik arasından, sekizinci servikal spinal sinir C7-T1 vertebraların arasından çıkar.), 12 çift nervi thoracici/göğüs siniri; 5 çift nervi lumbales/bel siniri; 5 çift nervi sacrales/sakral sinir; 1 çift nervi coccygeus/koksigeal sinir bulunur.^{1,2}

Spinal sinirler foramen intervertebrale'den çıkınca ramus anterior, ramus posterior ve ramus meningeus (ramus recurrens) olmak üzere dallara ayrılır. Meningeal dal geri dönüp foramen intervertebrale'den geçerek canalis vertebralis'girer. Burada intraspinal ligamentleri, vertebral periosteumu, anulus fibrosus'u, zigapofizeal eklem kapsüllerini innerve eder.^{1,2}

Ramus posterior vertebraların transvers çıkıntıları arasından arkaya doğru dönerek medial ve lateral dallarına ayrılır. Bu dallar ilgili vertebral kasların motor innervasyonunu sağlar. Ayrıca arkada bu kasları örten derinin sensitif innervasyonunda da görev alır. Ramus anterior'lar ise boyunun bir kısmının, gövdenin ve ekstremitelerin ön ve yan bölümlerinin innervasyonunu sağlar.^(1,2) Gövdenin innervasyonu segmental olarak torakal spinal sinirlerden ayrı ayrı sağlanırken, boyun ve ekstremitelerin innervasyonunu sağlayan spinal sinirlerin ramus anterior'ları servikal, brakial, lumbal ve sakral sinir ağlarını (plexus) oluştururlar.¹

İlk üç servikal spinal sinirin arka dalları dışında spinal sinirlerin arka dalları buldukları segmentlerin ramus posterior'ları olarak adlandırılırlar.

- C1 spinal sinirin arka dalı ön dalından daha kalındır. N. suboccipitalis olarak adlandırılır. M.rectus capitis posterior major ve minor, m. obliquus capitis superior ve inferior, m. semispinalis capitis' i innerve eder.¹
- C2 spinal sinirin arka dalı da ön dalından daha kalındır. Arka dallar içerisinde en kalın dal C2 spinal sinirin ramus medialis' idir ve n. occipitalis major olarak adlandırılır. N. occipitalis major kafanın arka tarafından vertex'e kadar olan alanın duyusunu alır.¹
- C3 spinal sinirin arka dalının ramus medialis' i deri dalı olup n. occipitalis tertius olarak adlandırılır. Ensenin orta hatta yakın bölgesinin duyusunu alır.¹

Plexus Cervicalis

C1-C4 spinal sinirlerin ön dallarının birleşmesi ile oluşur.

Boyun kaslarını innerve eden derin motor dalları ve boyun derisinin duyusunu alan yüzeyel deri dalları bulunur. Ayrıca diafragma kasının motor innervasyonunu sağlar. Plexus cervicalis m.sternocleidomastoideus kasının derininde yer alır.^{1,2}

Plexus cervicalis'in deri dalları m.sternocleidomastoideus kasının arka kenarının orta noktası olan punctum nervosum'dan yüzeyelleşirler; yukarı çıkan dalları n. occipitalis minor ve n. auricularis magnus, inen dalı n. supraclavicularis, transvers seyreden dalı n. transversus colli'dir.²

- N. occipitalis minor (C2), kulak kepçesinin üst 1/3'lük bölümü, mastoid çıkıntı ve oksipital bölgenin deri duyusunu alır.²
- N. auricularis magnus (C2- 3), plexus cervicalis'in en kalın duysal dalıdır. Punctum nervosum' da yüzeyel olur; sonra angulus mandibulae'ye doğru ilerler. Kulak kepçesinin alt 2/3'lük bölümü, mastoid çıkıntı ve masseter kası ile parotis bezinin üstünü örten derinin innervasyonunu sağlar.²
- N. transversus colli (C2-3), platysma ve v. jugularis externa'nın derininde öne doğru uzanır ve corpus mandibulae'den sternuma kadar uzanan bölgenin duyusunu alır.²
- N. supraclavicularis (C3-4), arkaya ve aşağıya doğru uzanarak bölgenin duyusunu alır ve r.medialis, r.intermedii, r.lateralis dalları ile omuz bölgesi ile angulus sterni arasında kalan göğüs ön duvarının deri innervasyonunu sağlar.²

-Plexus cervicalis'in motor dalları: Bu dallar m.rectus capitis anterior ve lateralis'ler, m. longus capitis ve cervicis gibi prevertebral kasların ve infrahyoid kaslar ile diafragma'nın motor innervasyonunu sağlar. Bunun dışında m.levator scapulae'nin innervasyonuna ve n. accessorius'un yapısına katılarak m.sternocleidomastoideus ve m.trapezius'un motor innervasyonuna da katkıda bulunurlar.²

- Ansa cervicalis bir sinir halkasıdır. C1 bazen C1-C2' den gelen lifler radix superior' unu, C2- C3 ise radix inferior'unu oluşturur. Ansa cervicalis'ten çıkan lifler m. thyrohyoideus hariç infrahyoid kasları innerve eder. M.thyrohyoideus ve m. geniohyoideus, ansa cervicalis yapısına katılmadan radix superior'dan ayrılan aynı isimli iki sinir tarafından innerve edilir.²
- Plexus cervicalis'in bir dalı olan n.phrenicus (C3-5) motor lifleri ile diaphragma'nın motor innervasyonunu, sensitif lifleri ile de diaphragma'nın abdominal yüzeyini örten peritonun, seyri boyunca komşuluk yaptığı pleura ve perikardın duysal innervasyonunu sağlar.^{1,2} M.scalenus anterior'un medial kenarında a. ve v.subclavia'nın arasından geçerek toraks içine girer. Sağ tarafta soldan farklı olarak ductus thoracicus'u arkadan çaprazlar. Toraks içinde n. vagus'un ön tarafında ve radix pulmonis'in önünden geçerek mediastinal pleura ve perikard arasında yoluna devam eder. Diaphragma'yı sağ tarafta genellikle v. cava inferior'un geçtiği aralıktan solda ise diaphragma'yı doğrudan delerek innerve eder.^{1,2}

Plexus Brachialis: C5-T1 spinal sinirlerin ön köklerine C4 ve T2 den gelen dalların katılmasıyla oluşur. Plexus brachialis, üst ekstremitelerin motor ve duysal innervasyonunun neredeyse tamamını sağlar. M. scalenus anterior ve medius arasında oluşur ve axilla'ya kadar devam eder.³

C5 ve C6'ya C4'den gelen dalların katılımıyla truncus superior,

C7'den çıkan lifler tek başına truncus medius, C8 ve T1'e T2'den gelen dalların katılımıyla da truncus inferior oluşur. Truncus'lar daha sonra birinci kostanın lateral kenarında ön ve arka dallarına ayrılır. Truncus'ların ön ve arka dalları kendi aralarında birleşerek fasciculus'ları oluştururlar. Fasciculus'lar isimlerini a.axillaris ile olan pozisyonlarına göre alır. Her üç trunkusun arka dalı a.axillaris'in arkasında bir araya gelerek fasciculus posterior'u, truncus superior ve medius'un ön dalları a.axillaris'in dış tarafında birleşerek fasciculus lateralis'i, truncus inferior'un ön dalı tek başına a.axillaris'in iç yanında fasciculus medialis'i oluşturur.³

Plexus brachialis'in dalları:

Direkt olarak plexus'un yapısına katılan spinal sinirlerin ramus anterior'undan ayrılanlar:

- N. dorsalis scapulae (C5) mm.rhomboidei'yi ve m. levator scapulae'yi innerve eder.³
- N. thoracicus longus (C5-7) m.serratus anterior'un innervasyonunu sağlar.³

Trunkuslardan ayrılan sinirler: Her iki sinir de truncus superior'dan ayrılır.

- N. subclavius truncus superior'dan ayrılır. M. subclavius'un innervasyonunu sağlar. N. phrenicus'a gönderebileceği dallar dolayısıyla klinik olarak önemlidir. [3]
- N. suprascapularis truncus superior'dan ayrılır. Scapula'nın üst kenarındaki incisura scapulae'nin içinden geçer ve m.supraspinatus ve infraspinatus'un innervasyonunu sağlar.³

Fasciculus'lardan ayrılan sinirler:

a. Fasciculus medialis'den ayrılanlar:

- N.pectoralis medialis m. pectoralis major ve minor'un motor innervasyonunu sağlar.
- N.cutaneus brachii medialis kolun iç bölümünün derisinden duyu alır.
- N. cutaneus antebraçhii medialis ön kolun iç bölümünün derisinden duyu alır.
- Radix medialis n. mediani plexus brachialis'in terminal dallarından olan n.medianus'u oluşturan dallardan biridir.
- N. ulnaris terminal dallardan biridir.^[2,3]

b. Fasciculus lateralis'den ayrılanlar:

- N. pectoralis lateralis m. pectoralis major'un innervasyonunu sağlar.
- Radix lateralis n. mediani plexus brachialis'in terminal dallarından olan n.medianus'u oluşturan dallardan biridir.
- N. musculocutaneus terminal dallardan biridir.^{2,3}

c. Fasciculus posterior'dan ayrılanlar:

- N.subscapularis m.subscapularis ve m.teres major'un innervasyonunu sağlar.
- N.thoracodorsalis göğüs duvarının yan tarafında seyreder ve m. latissimus dorsi'nin innervasyonunu sağlar.
- N. radialis plexus brachialis'in en kalın dalıdır. Terminal dallarından biridir.
- N. axillaris diğer terminal daldır.^{2,3}

Plexus brachialis' in terminal dalları:

- N. axillaris (C5-6) fasciculus posterior'dan ayrıldıktan sonra a. axillaris' in arkasından seyrederek a.v.circumflexa humeri posterior ile beraber spatium axillare laterale'den geçerek fossa axillaris'i terk eder. (Spatium axillare laterale: Dışta humerus, içte m.triceps brachii'nin uzun başı, yukarıda m. teres minor, aşağıda m. teres major arasında sınırlanmıştır.) Omuz eklemine innerve eden dallar verir. Motor dalları m.deltoideus ve m.teres minor' e gider. R. cutaneus brachii lateralis superior kol üst-dış bölümünün derisinin duysunu sağlar.^{2,3}
- N. musculocutaneus (C5-7) fasciculus lateralis'den ayrılır; m.coracobrachialis' i delerek kola girer ve kolun ön yüzünde m.brachialis ile m.biceps brachii arasında seyrederek her üç kasa da motor dallar verir. Dirsek eklemine hemen üstünde fascia profunda'ya delerek yüzeyleşir ve önkolun dış bölümündeki derinin innervasyonunu sağlayan n.cutaneus antebraçhii lateralis olarak sonlanır. Ayrıca dirsek eklemine de duysal dallar verir.^{2,3}
- N.ulnaris (C7-T1), radix medialis n.mediani dalını verdikten sonra fasciculus medialis'in aşağı doğru devamıdır. Kolun ortalarına kadar a.brachialis'in medialinde uzanır. Humerus'un medial epikondilinin arkasında kemiğe dayalı olarak geçtikten sonra m. flexor carpi ulnaris'in iki başı arasından önkola girer. Önkoldaki seyri esnasında m.flexor carpi ulnaris ve m. flexor digitorum profundus'un medial bölümünün innervasyonunu sağlayan motor dallar verir. Önkolun distalinde terminal dalları olan ramus dorsalis nervi ulnaris ve ramus palmaris nervi ulnaris' e ayrılır. El sırtında 5. ve 4. parmağın medial yarımının duysunu alır. Bazen 4. parmağın tamamı ve 3. parmağın medial bölümü de bu sinir tarafından innerve edilebilir. Avuç içerisinde 5. ve 4. parmağın tamamını ve 3.parmağın medial bölümünün duysunu alır. Hipotenar kasların, palmar ve dorsal interosseal kasların ve 3.-4. lumbrikal kasların motor innervasyonunu sağlar. Ayrıca n.ulnaris'in el bileği ve dirsek eklemine gönderdiği dalları da vardır.^{2,3}
- N. medianus(C5-T1) fasciculus lateralis'den gelen radix lateralis ile fasciculus medialis'den gelen radix medialis'in aksiller arterin ön yüzünde birleşmesi ile oluşur. Dirsek eklemi hizasında m.biceps brachii'nin aponevrozu ve v.mediana cubiti'nin derininden geçerek önkola girer. Önkol üst bölümünde pronator teres'in iki başı arasından geçer. M.flexor digitorum superficialis ve profundus arasında el bileğine kadar ilerler; burada karpal tünelden geçer. N.medianus dirsek eklemine kadar herhangi bir dal vermez. Dirsek ve el bileği eklemine sensitif dallar verir. N.medianus önkolun ön yüzündeki n. ulnaris'in innerve etmediği kasların, elde tenar bölge kaslarının ve ilk iki lumbrikal kasın motor innervasyonunu sağlar. Ayrıca elde tenar bölge derisinde ve ilk 3,5 parmağın dorsal yüzeyinin derisinde dağılan deri dalları vardır. Ramus palmaris nervi mediani el bileğinin hemen proximalinde yüzeyleşir ve tenar bölgeye uzanır. Bu sinirden lumbrikal kaslara giden motor dallar görülebilir.^{2,3}
- N. radialis (C5-T1) a.axillaris'in arka bölümünde oluşur. Plexus brachialis'in en kalın dalıdır. M.triceps brachii'nin uzun başı ve medial başı arasından, canalis humeromuscularis' ten kolun arka yüzüne girerek a.brachialis'in dalı olan a. profunda brachii ile birlikte humerus üzerindeki sulcus nervi radialis'te

seyreder. Humerus'un lateral epikondilinin ön yüzünde derin ve yüzeysel dallarına ayrılarak sonlanır. Sinir seyri boyunca kol ve ön kolun arka tarafında yer alan ekstensor kompartman kaslarını innerve eden musküler dallar verir. Bu dallar m. triceps brachii, m. brachioradialis, m. anconeus, m. extensor carpi radialis longus'u innerve eder. Bunların dışında kalan arka kompartman kasları radial sinirin posterior interosseal dalı tarafından innerve edilir. N. radialis ayrıca kol ve ön kolun arka yüzündeki ve kolun lateral bölümünün alt yarısındaki deriden duyu alan kutanöz dallar verir. El sırtının duysal innervasyonunu ise radial sinirin yüzeysel dalı sağlar. İlk 3,5 parmağın median falanksları dahil olmak üzere el sırtındaki deriden duyu alır.^{2,3}

Nervi thoracici: 12 çift torakal spinal sinir foramen intervertebrale'den çıkar çıkmaz ramus anterior ve ramus posterior'a ayrılır. Ramus anterior'lar servikal, lumbal ve sakral spinal sinirlerin aksine plexus oluşturmaz (T1 ve T12 hariç) ve nervi intercostales olarak uzanırlar. İlk altı kostaya ait spinal sinirlerin ramus anterior'ları interkostal aralıklarda a.v. intercostalis'lerle birlikte seyreder; göğüs anterolateral duvarını oluşturan kaslara, seyri boyunca komşuluk yaptığı parietal plevraya ve göğüs duvarını oluşturan deriye dallar verirler. Aynı zamanda m. serratus posterior'u da innerve ederler. İlk altı kostaya ait spinal sinirlerin ramus anterior'larına tipik interkostal sinir denir. 7-11. interkostal sinirler hem göğüs hem de karın duvarının innervasyonuna katıldıklarından onlara torakoabdominal sinirler yada atipik interkostal sinirler denir.⁴

Plexus Lumbalis: L1-4 spinal sinirlerin ön köklerine T12'den gelen dalların katılımıyla m. psoas major'un arkasında oluşan bir yapıdır. Plexus lumbalis'de 7 ana dal ve direkt olarak lumbal pleksustan ayrılıp m. psoas major ve minor, m. iliacus, m. quadratus lumborum'un innervasyonunu sağlayan musküler dallar bulunur.⁴

Plexus lumbalis'in dalları:

- N. obturatorius (L2-4) m. psoas major'un medial kenarında aşağı doğru pelvis duvarında seyreder ve obturator kanala girer. Daha sonra uyluğa girerek medial kompartman kasları olan m.adductor longus ve brevis'i, m. gracilis'i, m. adductor magnus'un adductor bölümünü innerve eder. Bunun dışında m. obturatorius externus'un innervasyonunu da sağlar. Diz ekleminin medialinde yüzeleşir ve bacağın iç yüzünün derisinden duyu alan kutanöz bir dal verir. N. obturatorius aynı zamanda popliteal fossada diz eklemini innerve eder.⁴
- N. obturatorius accessorius'un (L3-4) görülme oranı %10-%30 arasındadır. Bulunduğu durumlarda lig. inguinale'nin derininden uyluğun ön kompartmanına girer ve m. pectineus ile kalça eklemini innerve eden dallar verir.⁴
- N. femoralis (L2-4), plexus lumbalis'in en kalın dalıdır. M. psoas major ve iliacus arasında seyrederek inguinal ligamentin altından uyluğa girer ve burada ön ve arka dallarına ayrılır. Ön dal m. pectineus ve m. sartorius'un motor innervasyonunu sağlar; ayrıca uyluk ön ve medial bölge derisine duyu dalları verir. Arka dal ise m. quadriceps femoris'in motor innervasyonunun yanı sıra kalça ve diz eklemine duysal dallar verir. Femoral sinirin en uzun ve kalın dalı olan n. saphenus da ön daldan ayrılır, aşağı doğru

ilerleyip adduktor kanala girer ve kanalın distalini delerek bacağın medialinde yüzeleşir. Sadece duysal dallar içeren n. saphenus, bacakta v. saphena magna ile medial malleolun ön tarafından geçer ve 1. metatarsal kemiğin distal bölümüne kadar bu bölgenin deri duysunu alır.⁴

- N. iliohypogastricus (T12-L1) plexus lumbalis'in en yukarıda yer alan dalıdır. Plexus lumbalis' ten çıktıktan sonra crista iliaca hizasına kadar ilerler ve iki terminal dalı olan n.iliiacus ve n.hypogastricus'u verir. N.iliiacus gluteal bölgenin üst-dış bölüm derisini innerve eder, n.hypogastricus ise m. rectus abdominis' in alt bölümünün üzerindeki derinin duysunu alır. Aynı zamanda m. obliquus internus ve m.transversus abdominis'e de somatomotor dallar verir.⁴
- N. ilioinguinalis (L1), n. iliohypogastricus'un biraz altından crista iliaca'ya doğru seyreder; m. obliquus internus kasını delerek canalis inguinalis'e girer. Canalis inguinalis'de funiculus spermaticus'u izler. Motor dallarını m. obliquus internus ve m. transversus abdominis' e verir. Bunun yanında uyluğun superomedial bölümünün, erkeklerde penis kökü ve scrotum'un, kadınlarda ise mons pubis'in ve labium majus'un ön bölümünün deri duysunu alır.⁴
- N. genitofemoralis (L1-L2), oluştuktan sonra m. psoas major'un ön yüzünü delerek çıkar. R. genitalis ve r. femoralis olarak iki dal verir. Ramus genitalis canalis inguinalis' e girerek erkekte funiculus spermaticus'u, kadında ise lig. teres uteri' yi takip eder; erkekte m. cremaster'e motor ve scrotum'a duyu dalları, kadında mons pubis ve labium majus'a duyu dalları verir.⁴
- N. cutaneus femoris lateralis (L2-3), sadece duysal dalları olan bir sinirdir. M. psoas major'un lateral kenarından çıkarak fossa iliaca'ya doğru iner. İliak fossayı örten parietal peritona duyu dalları verir. Inguinal ligamentin altından geçerek uyluğa girer ve uyluğun lateralinde kalan tractus iliotibialis boyunca uzanan deriyi innerve eder.⁴

Plexus Sacralis

L4 spinal sinirin ön dalının bir bölümü, L5-S3 spinal sinirlerin ön dallarının tamamı ve S4 spinal sinirin ön dalının bir kısmının bir araya gelmesiyle pelvis içerisinde, sacrum'un her iki yanında oluşur. Sakral pleksusun dalları başlangıç aldıkları bölümlere göre 3 gruba ayrılır. Ön bölümden çıkan sinirler n.musculi obturatorii interni (L5, S1-2), n. musculi quadrati femoris (L4-5, S1), n. tibialis / pars tibialis nervi ischiadici (L4-5, S1-3), n. pudendus'tur. Arka bölümden çıkan sinirler n. gluteus superior (L4-5, S1), n. gluteus inferior (L5, S1-2) n. cutaneus perforans (S2-3), n. musculi piriformis (S1-2), n. pars peronei communis nervi ischiadici (L4-5, S1-3)'dir. Her iki bölümden ve ön dallardan orijin alan sinirler n.cutaneus femoris posterior (S2-3), n.ischiadicus (L4-5, S1-3)'tur.^{4,5}

Plexus sacralis'i diğer spinal sinir pleksuslarından ayıran önemli bir özelliği de parasempatik lifler içermesidir. Visseral dalları, S2-4 medulla spinalis segmentlerindeki parasempatik merkezden ayrılarak otonom sinir sistemine ait pelvik pleksusun yapısına katılır ve ilgili organlara gider.^{4,5}

- N. gluteus superior pelvisi terk ederken foramen suprapiriforme'den geçer ve burada m.gluteus medius,

- m.gluteus minimus ve m. tensor fascia lata'ya dallar verir.⁵
- N. gluteus inferior pelvisi foramen infrapiriforme'den terk eder ve m. gluteus maximus'a motor dallar verir.⁵
 - N.cutaneus femoris posterior pelvisi foramen infrapiriforme'den terk eder ve uyluk arka bölgesi ve fossa poplitea bölgesine duyu dalları verir.⁵
 - N. muscoli obturatorii interni gluteal bölgeye foramen infrapiriforme'den girer ve m. gemellus superior'a motor dal verir. Daha sonra foramen ischiadicum minus'tan geçerek fossa ischioanalis'e girer ve m. obturator internus'u innerve eder.⁵
 - N.musculi quadrati femoris foramen infrapiriformis' ten geçerek gluteal bölgede yer alan m. quadratus femoris ve m.gemellus inferior'u innerve eder.⁵
 - N. muscoli piriformis m. piriformis'i innerve eder.⁵
 - N. cutaneus perforans intergluteal yarık ve anus çevresinin duyusunu alır.⁵
 - N. pudendus foramen infrapiriforme'den geçerek pelvisi terk eder ve foramen ischiadicum minus'tan geçerek fossa ischioanalis'e girer. Fossa ischioanalis' de canalis pudendalis'e girerek perineal bölge ve dış genital organlara doğru uzanır. Kanalin içerisinde m. sphincter ani externus'un motor innervasyonunu sağlayan n. rectalis inferior dalını verir. Daha sonra kanaldan çıkmak üzereyken terminal dalları olan nn. perineales ve n. dorsalis penis/clitoridis dallarına ayrılır. Bu sinirler m. sphincter urethrae dahil olmak üzere diaphragma urogenitale'deki kasları, perineum ve dış genital organların derisini innerve ederler.⁵
 - N. ischiadicus insan vücudundaki en kalın sinirdir. Uyluğun ön ve iç tarafındaki kaslar hariç alt ekstremitte kaslarının tamamının motor innervasyonunu, bacak ve ayak derisinin büyük bölümünün duysal innervasyonunu sağlar. N.ischiadicus pelvis boşluğunu foramen infrapiriforme'den terk eder; uyluğun distal 1/3 kısmında kendisini oluşturan ana dalları olan n.tibialis ve n.peroneus communis (n.fibularis communis) dallarına ayrılır.⁵
 - N. tibialis n. ischiadicus'un terminal dallarından daha kalın olanıdır. İç yanda m.semitendinosus ve m.semimembranosus, dış yanda m.biceps femoris'in uzun başı ile örtülü olan bu sinir fossa poplitea'da eklem kapsülü ve m.popliteus'un üzerinde seyredir. Fossa poplitea'nın aşağısında m. gastrocnemius'un iki başı tarafından örtülmüştür. Fossa poplitea seviyesinde m. popliteus, m. gastrocnemius, m. soleus ve m. plantaris'e musküler dallar verir. Ayrıca bu seviyede diz eklemine artiküler dallar ve bacak dış bölge derisinin duyusunu alan n. suralis'i verir. N. suralis ayak bileğinde lateral malleolun arkasından geçerek 5.parmağın dış yüzündeki deride sonlanır. N. tibialis, a.tibialis posterior ile beraber bacak arka kompartmanında malleolus medialis'in arkasına kadar seyredir. Ayak tabanına

girerken terminal dalları olan n. plantaris medialis ve lateralis'e ayrılır. N. tibialis seyri boyunca bütün bacak arka kompartman kaslarını ve m. interosseus dorsalis dışındaki ayak kaslarını innerve eder.⁵

- N.fibularis (peroneus) communis n.ischiadicus' tan ayrıldıktan sonra caput fibula'ya doğru seyredir. M.fibularis longus'un derininde fibula boynunu dolanarak terminal dalları olan n.fibularis (peroneus) profundus ve superficialis dallarına ayrılır.
1. N.peroneus profundus ana daldan ayrıldıktan sonra m. extensor digitorum longus'un derininde ve membrana interossea cruris'in ön yüzünde a.tibialis anterior ile beraber seyredir ve ayak bileğinin ön yüzüne doğru ilerler. Seyri boyunca m. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus, m. extensor digitorum longus ve m. fibularis tertius'a motor dallar verir. Ayak bileğine giden artiküler dallarını verdikten sonra terminal dalları olan medial ve lateral dallara ayrılır. Ayakta 1.ve 2.parmakların birbirlerine bakan bölgesinin duyusunu alır ve m.extensor digitorum brevis ile m.interosseus dorsalis 1'in motor innervasyonunu sağlar.
 2. N. peroneus superficialis, bacağın lateral kompartmanında seyredir. M. fibularis longus ve brevis'e motor dallar verir. Bacığın distal 1/3' ünde ayak sırtından duyu alan n. cutaneus dorsalis medialis ve intermedius isimli iki dalına ayrılır. Medial dal başparmağın mediyali ile 2. ve 3. parmakların dorsal bölümünden, lateral dal 3 ve 4. parmaklar ile 4 ve 5. parmaklar arasındaki bölgeden duyu alır.⁵

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that he has no competing interest.

Kaynaklar

1. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*. 7th edition, Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
2. Standring S. (Editor) *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 42nd Edition, Elsevier; 2022.
3. *Terminologia Anatomica*. FCAT. Stuttgart, New York, Thime; 1998
4. Doğan T. ve ark. *Fonksiyonel Nöroanatomi*. Ankara, Metu Press; 1998.
5. Schumacher GH. Aumüller G. *Klinik Temelli Topografik İnsan Anatomi*. Çeviri Editörleri: S. Murat Akkın, Tania Marur. İstanbul, Deomed Yayıncılık; 2010.

BÖLÜM 8

KRANIAL SINIRLER

Ercan TANYELİ
Tania MARUR

Kranial Sinirler

Nervi Craniales

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölüm kranial sinirlerin genel özellikleri, çekirdekleri, beyninden çıkış özellikleri, fonksiyonları ve seyirleri hakkında bilgiler içermektedir.

Anahtar kelimeler: Kranial sinir, beyin sapı, kafa tabanı

ABOUT the CHAPTER

This section contains information about the general characteristics of cranial nerves, their nuclei, their exit from the brain, their functions and courses.

Keywords: Cranial nerves, brainstem, skull base

Kranial Sinirlerin Genel Özellikleri

12 çift kranial sinir vardır. Nervus vestibulocochlearis (CN VIII) hariç kafa tabanındaki delik veya kanalları kullanarak kafatasına girer veya çıkarlar. Beyne bağlanma dizilişine göre önden arkaya doğru Romen rakamları ile numaralandırılırlar. Tipik kranial sinir olmayan ilk iki çift ön beyine bağlanırken, geri kalan on çift truncus cerebri/beyin sapına bağlanırlar. Bu sinirlere ait motor ve duysal nukleuslar truncus cerebri'de yer alırlar. Tüm kranial sinirler, **baş** ve **boyun** bölgesindeki yapıları innerve ederler. **Nervus vagus (CN X)** ise ek olarak thorax ve abdomen içi organları da innerve eder.¹

N. olfactorius (Koku siniri) CN I

Tamamı duysal bir sinirdir. Cavitas nasi'nin üst bölümünde yer alan olfaktor epiteldeki **koku reseptör hücrelerinden** başlar. Koku reseptör hücreleri bipolar nöron yapısındadır. Bu koku nöronlarının periferik uzantılarının ucunda **cilia**'lar vardır. Nöronların merkezi uzantıları, her burun boşluğunda yaklaşık 20 adet **fila olfactoria** adı verilen lifleri oluşturur. Bu lifler lamina cribrosa'dan geçerek lobus frontalis'in alt yüzünde bulunan **bulbus olfactorius**'taki **mitral** hücrelerle sinaps yaparlar. Buradaki nöronların aksonları, bulbus olfactorius'un arkasından başlayan **tractus olfactorius** adlı dar, uzun bir yapı oluşturur. Tractus olfactorius arkaya doğru uzanarak **stria olfactoria lateralis** ve **stria olfactoria medialis** olarak ikiye ayrılır. Stria olfactoria lateralis temporal lob ön bölümdeki kortekste yer alan **primer koku merkezine (34. alan)** ulaşır. Bu yol talamusa uğramadan cortex'e giden tek duysal yoldur. **Stria olfactoria medialis**, commissura anterior yolu ile karşı taraf olfaktor yapılarına uzanır. Primer koku merkezinden de birçok lif, sekonder koku merkezine **(28. alan)** ulaşır. Her iki koku merkezi de **gyrus parahippocampalis**'te yer almaktadır.¹

N. opticus (Görme Siniri) (CN II)

Göz küresinde, retinada yer alan multipolar nöronlardan başlar. Discus nervi optici'de bir araya gelen bu retinal ganglion hücrelerinin aksonları n. opticus'u oluşturur. Tamamı duysal bir sinir olan n. opticus, canalis opticus'tan geçip cavitas cranii'ye girer. Sağ ve sol iki n. opticus, **fossa cranii media**'da birbirleri ile birleşerek **chiasma opticum**'u oluştururlar. Bu birleşme yerinde sağ ve sol bulbus oculi'nin retina'larının medial (nasal) yarımından gelen lifler birbirleri ile çapraz yaparlar. Retina'ların lateral (temporal) yarımından gelen lifler ise çapraz yapmadan aynı tarafta ilerlerler. Hipofiz bezi ile chiasma opticum yakın komşudurlar.²



Ercan Tanyeli 
Tania Marur 

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa
Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı,
İstanbul, Türkiye
E-posta: tanyeli@iuc.edu.tr
tania@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıyla / Cite this chapter as:
Tanyeli E, Marur T. Kranial sinirler. Ertem AD,
Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders
notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 47-55



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

N. opticus lifleri chiasma opticum'dan sonra tractus opticus'u oluştururlar. Tractus opticus'taki liflerin çoğunluğu thalamus'daki corpus geniculatum laterale'ye gider. Lifterin az bir kısmı ise mesencephalon'daki colliculus superior ve nucleus pretectales'e (ışık refleksi ile ilgili lifler) ulaşır. Corpus geniculatum laterale'de nöron değiştiren lifler **radiatio optica** olarak capsula interna içinden geçerek **okspital lob** korteksindeki **temel görme merkezine (17. alan)** ulaşır.²

N. oculomotorius (CN III)

Mesencephalon'dan başlar. Motor ve parasempatik işlevleri olan bir sinirdir. Sinus cavernosus ve fissura orbitalis superior'dan geçerek orbita'ya ulaşır.¹ Mesencephalon'da colliculus superior düzeyinde iki nükleusu bulunur:

1- Nuc. nervi oculomotorii (motor lifler)

2- Nuc. accessorius nervi oculomotorii (Edinger-Westphal) (parasempatik lifler)

N. oculomotorius mesencephalon'un ön yüzünde, fossa interpeduncularis'ten beyin sapını terk eder. Fossa interpeduncularis'te a. cerebri posterior ile a. cerebelli superior arasında öne ve yukarı doğru ilerler. Daha sonra sinus cavernosus'a girer ve onun dış yan duvarında seyrederek. Burada plexus cavernosus'tan sempatik lifler alır. Sempatik lifler m. tarsalis /Müller kasını innerve eder.²

Sinus cavernosus'un dış yan duvarında yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla; n. oculomotorius, n. trochlearis, n. ophthalmicus ve n. maxillaris bulunur. Sinus cavernosus'tan çıkan n. oculomotorius, fossa cranii media'yı katederek fissura orbitalis superior'dan ve Zinn halkası içinden geçip, orbita'ya ulaşır. Genellikle orbita dışında **r. superior** ve **r. inferior** adlı iki dal verir.²

Ramus superior; m. rectus superior ve m. levator palpebrae superioris'i innerve eder. Müller kasına giden sempatik lifler de bu dal içinde seyrederek.²

Ramus inferior; m. rectus medialis, m. rectus inferior ve m. obliquus inferior'a motor; ganglion ciliare'ye parasempatik lifler taşır. Parasempatik lifler m. ciliaris ve m. sphincter pupillae'yi innerve eder.²

N. trochlearis (CN IV)

Tamamıyla motor bir sinirdir. Göz küresini hareket ettiren göz kaslarından sadece m. obliquus superior'u innerve eder. Kranial sinirlerin içinde en incesidir. İntraserebral çapraz yapan ve beyin sapının dorsal yüzünden çıkan tek kranial sinirdir. Nuc. nervi trochlearis mesencephalon'da colliculus inferior düzeyinde bulunur.¹

Nükleustan gelen lifler, substantia grisea centralis'in arkasından dolanarak mesencephalon'un arka bölümüne ulaşır ve birbirleri ile çapraz yaptıktan sonra buradan beyin sapını terk eder. N. trochlearis, beyin sapını arkadan öne dolanarak dura mater'i deler ve sinus cavernosus'un içine girer. Sinus cavernosus'un içinde ve dış yan duvarında, CN III'ün hemen altında ilerler. Fissura orbitalis superior'dan geçip orbita'ya girer. Orbita iç yan duvarında seyrederek m. obliquus superior'a ulaşır.¹

N. Trigeminus (CN V)

Çapı/kalınlığı en geniş olan kranial sinirdir. Pons'un dış yan tarafından beyin sapını terk eder. Başın esas duysal siniridir; ağrı, ısı ve dokunma duyularını beyin sapına iletir. Çiğneme kasları dahil birçok kasın da motor siniridir.³

4 merkezi nükleusu, 2 kökü (radix motoria ve radix sensoria), 1 duysal ganglionu/Ganglion trigeminale / Gasser ganglionu ve 3 ana periferik uç dalı vardır.³

N. ophthalmicus (V1), N. maxillaris (V2) ve N. mandibularis (V3)

N. Trigeminus'un motor nükleusu:

Pons'ta, ventriculus quartus'un derininde yer alır. Bu nöronların aksonları, pons'un ön yüzünden dışarı çıkar. N. mandibularis'in oluşumuna katılacak bu lifler, 1. faringeal arkus kaslarını (çiğneme kasları, m. mylohyoideus, m. digastricus venter anterior, m. tensor veli palatini ve m. tensor tympani) innerve eder.^{1,3}

N. Trigeminus'un Duysal Nükleus'ları

Nuc. mesencephalicus nervi trigemini: Mesencephalon'da ve pons'ta yer alır. Mimik kaslar, dil kasları, çiğneme kasları ve ekstraoküler göz kaslarından propriyoseptif uyarılar alır.^{1,3}

Nuc. principalis nervi trigemini: Pons'ta yer alır. Sinirin dağılım alanlarından dokunma duyusu ile ilgili uyarıları alır.^{1,3}

Nuc. spinalis nervi trigemini: Pons, medulla oblongata ve medula spinalis'in üst bölümüne uzanır. Sinirin dağılım alanlarından ağrı ve ısı duyusu ile ilgili uyarıları alır.^{1,3}

N. Trigeminus'un Kökleri

N. trigeminus; **radix motoria** ve **radix sensoria** adlı iki kökten oluşur. Motor kök küçük, duysal kök büyüktür. Bu iki kök pons'un ön yüzünden çıkıp fossa cranii posterior'da öne doğru uzanır. Fossa cranii media içinde pars petrosa'ya ulaşınca, radix sensoria genişleyerek yarım ay şeklinde **ganglion trigeminale**'yi oluşturur.^{1,3}

N. Trigeminus'un Duysal Ganglionu

N. trigeminus'un duysal ganglionu olan ganglion trigeminale (Gasser ganglionu, semilunar ganglion); 1-2 cm. boyutunda, yassı ve yarım ay şeklindedir. Pars petrosa'nın hemen üzerinde yer alır. Ganglion trigeminale'deki duysal nöronların merkezi uzantıları n. trigeminus'un beyin sapındaki duysal nükleusları olan nuc. mesencephalicus, nuc. principalis, nuc. spinalis'e ulaşır.^{2,3}

Periferik uzantıları; öne doğru çıkan **3 ana periferik dal** içinde yüz derisi, baş bölgesi ve mukozalarında dağılırlar:

N. Trigeminus'un Periferik Dalları

1. **N. ophthalmicus:** Sadece duysal lifler taşır. Fissura orbitalis superior'dan geçer.³
2. **N. maxillaris:** Sadece duysal lifler taşır. Foramen rotundum'dan geçer.³
3. **N. mandibularis:** Duysal ve motor lifler taşır. Foramen ovale'den geçer.³

N. Ophthalmicus

3 periferik dal içinde en ince ve en üstte olan daldır. 2-3 cm. uzunluğunda olup, tamamı duysaldır. Sinus cavernosus'un içinde, dış yan duvarında öne doğru ilerler. Önce dura mater'e giden r. meningeus recurrens'i verir. Uç dallarını fissura orbitalis superior civarında verir.^{1,3} Bu dallar:

- N. lacrimalis
- N. frontalis
- N. nasociliaris

N. Lacrimalis

Üst göz kapağı derisinin dışyan kısmı ile konjunktivasının sensitif duygusunu sağlar. Ayrıca glandula lacrimalis ve konjunktival salgı bezlerinin r. zygomatiçi yolu ile gelen parasempatik liflerin katılımı ile parasempatik innervasyonunu da sağlar.¹

N. Frontalis

Orbita ortasında n. supraorbitalis ve n. supratrochlearis adlı iki dala ayrılır.¹

N. Supraorbitalis

Üst göz kapağı ve konjunktivasının lateral bölümü, alın lateral bölümü ve saçlı derinin duysal innervasyonunu sağlar.¹

N. Supratrochlearis

Üst göz kapağı medial yarısının konjunktiva ve derisi, alın orta bölgesinin duysal innervasyonunu sağlar.¹

N. Nasociliaris

Burun iç ve dışının üst bölümleri, sfenoid ve etmoidal sinüslerin mukozası, göz kapağı iç yan derisi, gözdeki lakrimal yapılar, konjunktiva, corpus ciliare, iris ve cornea'nın duygusu sağlar.¹

N. nasociliaris'in dalı **n. ciliaris longus**'un içinden aynı zamanda sempatik lifler de taşınır. Bunlar m. dilatator pupillae ve m. ciliaris'e giderler.¹

Ganglion ciliare'den çıkan **n. ciliaris brevis** içinden de n. oculomotorius kaynaklı parasempatik lifler taşınır.¹

N. Maxillaris

Tamamı duysal liflerden oluşur. Sinus cavernosus'un içinde, n. ophthalmicus'un altında seyreder. Cavitas cranii'yi for. rotundum'dan terk eder ve fossa pterygopalatina'ya gelir. Burada ganglioner dallarını verir. Fossa pterygopalatina'dan öne doğru ilerler. **N. zygomatiçus** ve **nn. alveolares superiores** dallarını verdikten sonra fissura orbitalis inferior'dan geçerek, orbita'ya ulaşır. N. maxillaris'in uç dalı **n. infraorbitalis** olarak orbita tabanında ilerler ve foramen infraorbitale'den geçip yüz bölgesinde dağılır. Dallar buldukları bölgelere göre üst dudak, yanak, üst çene, üst dişler ve diş etleri, burun mukozası, damak, yüzün orta bölümü, alt göz kapaklarının duygusunu alır.^{1,3}

N. Mandibularis

N. trigeminus'un en kalın dalıdır. Duysal lifler ile birlikte motor

lifler de taşır. Foramen ovale'den geçince motor lifler, duysal liflere katılır ve fossa infratemporalis'e girer. Fossa infratemporalis'te ana gövdeden ön kök ve arka kök olarak iki dal ayrılır.^{1,3}

Ana gövde'den r. meningeus (duysal) ve n. pterygoideus medialis (motor) dalları ayrılır.

N. Mandibularis'in Arka Kök Dalları

Arka kök ön köke göre daha kalındır. İki duysal, biri de motor olmak üzere üç dal çıkar.³

- N. auriculotemporalis (duysal)
- N. lingualis (duysal)
- N. alveolaris inferior (motor ve duysal)

N. Auriculotemporalis

Arka kökten çıkan ilk duysal daldır. Arkaya doğru ilerler, başlangıç yerine yakın a. meningea media'yı halka gibi sarar. Daha sonra dış yana doğru döner ve glandula parotidea'nın kapsülüne duysal dallar verdikten sonra yukarı doğru ilerler. Temporal bölge derisinde dağılır. N. auriculotemporalis'e eşlik eden parasempatik lifler, rr. parotidei adıyla gl. parotidea'ya innerve eder.³

N. Lingualis

Duysal liflerden oluşur. M. pterygoideus medialis'in dış yan yüzünde seyrederken, **chorda tympani** ile birleşir. Bu lifler, tükrük bezlerine parasempatik sinirlerin taşınmasını sağlar. N. lingualis, m. pterygoideus medialis'in dış yüzünden dilin yan kenarlarına, oradan da ön ucuna gider.³

N. Alveolaris Inferior

Duysal ve motor liflere sahiptir. Pterygoid kaslar arasında foramen mandibulae'ya doğru iner. Deliğe girmeden önce m. digastricus'un venter anterior'unu ve m. mylohyoideus'u innerve eden motor bir dal verir. M. digastricus'un venter posterior'unu n. facialis innerve eder. Canalis mandibulae içinde seyrederken verdiği yan dallar alt çene diş ve diş etlerine giden duysal liflerden oluşan plexus dentalis inferior'u oluşturur. Foramen mentale'den çıkınca n. mentalis adını alarak alt dudak ve çene ucu derisinde dağılan duysal dallarını vererek sonlanır.³

N. Mandibularis'in Ön Kök Dalları

- N. massetericus**: Motor bir daldır. M. masseter'i innerve eder.³
- N. pterygoideus lateralis**: Motor bir daldır. M. pterygoideus lateralis'i innerve eder.³
- Nn. temporales profundi**: Motor bir daldır. M. temporalis'i innerve eder.³
- N. buccalis**: Ön kökün tek duysal dalı olup, yanak derisinin bir kısmının duygusunu sağlar.³

N. Abducens (CN VI)

Tamamıyla motor bir sinirdir. Göz küresini laterale doğru çeviren göz kası m. rectus lateralis'i innerve eder. Cavitas cranii içinde en uzun seyirli kranial sinirdir. N. abducens'in nukleusu pons; colliculus facialis'in derininde, orta hatta yakın olarak bulunur.^{1,4}

N. abducens lifleri, pons içinde öne doğru ilerleyerek, pons ile bulbus arasındaki sulcus bulbopontinus'ta orta hatta yakın

pons'u terk eder. Pons'tan çıktıktan sonra, beyin tabanında ilerler ve sinus cavernosus'a girer. Sinus cavernosus'un içinde ve a. carotis interna'nın hemen altında ilerler. Sinus cavernosus'tan çıkınca fissura orbitalis superior'dan ve Zinn halkası içinden geçip orbita'ya girer. Orbita dış yan duvarında seyredip m. rectus lateralis'e ulaşır.^{3,4}

N.facialis (CNVII)

N.facialis motor ve duysal özellikleri olan mikst bir sinirdir. Fasiyal sinir iki kökten oluşur: Sinirin ana bölümünü oluşturan geniş motor kök n.facialis propria ve daha küçük duysal ve parasempatik özelliğe sahip n.intermedius.⁴

Motor kök tegmentum pontis'in alt kısmında bulunan nucleus nervi facialis'ten orijin alır. Yüzün mimik kaslarını, m.stapedius, suprahiyoid kaslardan m.stylohyoideus ve m.digastricus'un venter posterior'unun innervasyonunu sağlar.^{3,4}

N. intermedius hem visseral motor lifleri (parasempatik) hem de genel ve özel duyu nöronlarını taşır. Nucleus salivatorius superior, gl.submandibularis ve gl.sublingualis'i parasempatik olarak innerve ederken nucleus lacrimalis, glandula lacrimalis, gl.nasalis ve gl.palatina'ları innerve eder. Nucleus tractus solitarius dilin ön üçte ikisinin tat duygusunu alır. Nucleus spinalis n.trigemini ise meatus acusticus externus derisinden genel duyu taşıyan nöronları alır.^{3,4}

Sinirin karmaşık anatomisi, kafatası boşluğu ve os temporale boyunca izlediği seyirle açıklanabilir. Sinir topografik lokalizasyonuna göre intrakraniyal, intratemporal ve ekstratemporal kısımlara ayrılabilir.^{2,4}

N.facialis propria beyin sapından, n.intermedius ile birleştiği serebellopontin açıdan çıkar. N.facialis'in intratemporal bölümü, n.vestibulocochlearis ile birlikte temporal kemikte yer alan meatus acusticus internus'tan canalis facialis'e girer. Kulağın arkasındaki foramen stylomastoideum'dan çıkarak kanalı terk eder. Burada n.facialis'in ekstratemporal bölümü başlar.^{3,4}

Canalis facialis içinde verdiği dallar:

-N.petrosus major (n.petrosus superficialis) n.intermedius'un dalı olup parasempatik ve duysal lifler içerir. Pregangliyonik parasempatik lifler nucleus salivatorius superior'dan orijin alır ve canalis facialis'in 1.dirseğinde yerleşmiş olan duysal özellikteki ganglion geniculi'nin önünden sinaps yapmadan çıkar. Kanalı, hiatus canalis n.facialis'ten terk ederek fossa cranii media'da, os temporale pars petrosa'nın facies anterior'undaki sulcus nervi petrosi majoris'te öne doğru uzanır. N.petrosus major, foramen lacerum'da plexus caroticus internus'tan gelen sempatik özelliği olan lifler içeren n.petrosus profundus (Vidius siniri) ile birleşerek n.canalis pterygoidei adını alır. N.canalis pterygoidei, os sphenoidale'nin canalis pterygoideus'undan geçerek fossa pterygopalatina'ya gelir. Parasempatik lifler fossa'da bulunan ganglion pterygopalatinum'da sinaps yaparak postgangliyonik lifler n.maxillaris'in n.zygomatikus dalı içinde seyredir. N.zygomatikus, fissura orbitalis inferior'dan geçerek orbita'nın dış duvarında uzanır. Parasempatik lifler n.zygomatikus'un n.zygomaticotemporale dalından ramus communicans nervi lacrimalis cum nervi zygomatiko dalı ile n.lacrimalis'e

ulaşarak glandula lacrimalis'in sekretomotor (parasempatik) innervasyonunu sağlar.³

- N.stapedius, n.facialis'in kanal içinde verdiği ikinci daldır. Bu sinir canalis facialis içinde cavitas tympani'in eminentia pyramidalis'inin karşısından çıkar. Bu çıkıntının içindeki bir kanaldan geçerek innerve ettiği m.stapedius'a ulaşır.³

-Chorda tympani glandula submandibularis ve sublingualis'e parasempatik lifler ve dilin ön 2/3'ünün tat duygusunu taşıyan lifler içerir. Tat duygusu taşıyan liflerin hücre gövdeleri ganglion geniculi'de bulunur. Çarda tympani, canalis facialis içinde foramen stylomastoideus'un birkaç milimetre (5-6mm) yukarisından n.facialis'ten ayrılır. Cavitas tympani'nin arka duvarındaki canaliculus chordae tympani'den geçip cavitas tympani'ye girer. Orta kulak boşluğundan fissure petrotympanica'dan geçerek fossa infratemporalis'e gelir. Burada n.mandibularis'in bir dalı olan n. lingualis'e geçer. Chorda tympani içerisindeki pregangliyonik parasempatik lifler ganglion submandibulare'de sinaps yapar. Postsinaptik 2. nöronlar gl.submandibularis, gl.sublingualis ve yanaktaki küçük tükürük bezlerine giderek tükürük sekresyonunu (sekretomotor etkiyi) sağlar.

Ganglion submandibulare parasempatik bir gangliyon olup n.lingualis'e iki dal ile asılı olarak m.hyoglossus'un lateral yüzeyinde bulunur.

N.facialis'in Ekstratemporal Bölümü

Fasiyal sinir foramen stylomastoideum'dan çıktıktan sonra m.digastricus'un venter posterior ve m.stylohyoideus'a motor dallar verir.³

Nauricularis posterior dalı ile m.auricularis posterior ve venter occipitalis m.epicranii'yi innerve eder.³

Daha sonra parotis bezinin arka kenarından gl.parotidea'ya girerek bezin içinde plexus intraparotideus'u oluşturur. Bu pleksustan mimik kasları innerve eden motor dallar ışınsal olarak bezin ön kenarından çıkar.

- Rami temporales : m.orbicularis oculi, m.corrugator supercilii ve venter frontalis
- Rami zygomatici : m.orbicularis oculi
- Rami buccales: burun kasları, üst dudak kasları, m.buccinator
- Ramus marginalis mandibulae: m.risorius, alt dudağın depresor kaslarını
- Ramus colli: platysma'yı innerve eder.^{3,4}

N.vestibulocochlearis (CNVIII)

Denge ve işitme siniri olan n.vestibulocochlearis duysal bir sinirdir. İşitme ve denge ile bağlantılı iki fonksiyonel bölümü vardır. N.cochlearis ve n.vestibularis.⁵

N.vestibularis

Fossa rhomboidea'nın lateral kenarında area vestibularis'te 4 adet nuclei vestibulares bulunur. Bunlar nucleus vestibularis superior, nucleus vestibularis inferior, nucleus vestibularis medialis, nucleus vestibularis lateralis'tir.⁵

Bu çekirdekler vücudumuzun denge, üç boyutlu oryantasyon ve

Nöroanatomi Ders Notları

kas tonusunun modifikasyonunda rol oynar. Bu çekirdeklerde vestibüler yolağın 2.nöronları bulunur. 1.nöronların bipolar hücre gövdeleri meatus acusticus internus'un fundusunda yerleşmiş olan ganglion vestibulare'de yer alır. Nöronların periferik uzantıları canalis semicirculares'in crista ampullaris'lerinde ve utriculus ve sacculus'ların macula utriculi ve sacculi'lerinde bulunan tüy hücrelerinde sonlanır. Merkezi uzantılar pons ve bulbus arasından beyne girer. Bazı lifler vestibüler çekirdeklerde sinaps yapmadan pedunculus cerebellaris inferior aracılığı ile doğrudan cerebellum'a ulaşır. Vestibüler çekirdeklerden çıkan lifler pedunculus cerebellaris inferior yoluyla cerebellum'a ulaşır.^{1,5}

Vestibüler çekirdeklerin, fasciculus longitudinalis medialis aracılığı ile CNIII, CNIV, CNVI kranial sinirlerin çekirdekleri ile bağlantısı vardır. Bu bağlantılar bir objenin takibinde baş ve gözlerin koordinasyonunu sağlar.

Ayrıca vestibüler çekirdeklerden çıkan efferentler, tractus vestibulospinalis aracılığı ile omuriliğin motor nöronlarını ulaşarak kas tonusunun ve vücut dengesinin ayarlanmasında rol oynar.

Vestibüler çekirdeklerden yukarı çıkan lifler thalamus'un nucleus ventralis posteromedialis'inde sinaps yaptıktan sonra gyrus postcentralis'te Brodmannın 3.alanında sonlanır.^{1,5}

Dallar

Pars superior: N.utriculoampullaris, n.utricularis, n.ampullaris lateralis

Pars inferior: N.ampullaris posterior, n.saccularis

N.cochlearis

N.cochlearis işitme ve sesin lokalizasyonu ile ilgili impulsları taşır. Sinirin 1. nöronunu canalis spiralis modioli içerisinde yerleşmiş ganglion spirale cochlea'de bulunan bipolar hücreler oluşturur. Perifere uzanan lifler korti organındaki reseptörlerde sonlanır; merkezi uzantılar nervus vestibularis ile birlikte meatus acusticus internus'tan çıkar.^{1,5} N.facialis'in lateralinde olarak pontomedüller birleşme yerinde beyin sapına girer ve nucleus cochlearis anterior ve posterior'da sonlanır. Bu çekirdekler medulla'nın üst kısmında, pedunculus cerebellaris inferior'un yüzeyine yakın yerde bulunur. Çekirdeklerdeki 2. nöronlardan çıkan lifler pons'ta ipsilateral veya kontralateral corpus trapezoideum'da ve nucleus olivaris superior'da sinaps yapar. Buradaki 3. nöronların lifleri lemniscus lateralis adı altında pons ve mesencephalon'da yukarı yönelir. Bir kısım lif colliculus inferior'da sonlanırken bir kısım lif de lemniscus lateralis çekirdeklerinde sinaps yaparak kontralateral colliculus inferior'da sonlanır. Colliculus inferior'dan lifler kontralateral tarafa çapraz yaparak veya yapmadan corpus geniculatum mediale'ye gelir. Buradan çıkan lifler radiatio acustica olarak temporal lobun Heschl girusunda (Bodmann'ın 41-42 alanları) sonlanır. Bir kulaktan alınan impulsların çoğu kontralateral olmak üzere her iki işitme yolu ile kortekse taşınır. İşitilen seslerin tanındığı ve anlamlandırıldığı korteks alanı ise Brodmann'ın 22. alanı olup gyrus temporalis superior'da bulunur.^{1,3,5}

N.glossopharyngeus (CNIX)

N.glossopharyngeus parasempatik özelliği olan 4 kranial

sinirden biridir. Ek olarak duysal ve motor lifler de içeren n.glossopharyngeus mikst bir sinirdir. Medulla oblongata'da yer alan 4 çekirdeği vardır.^{4,5}

Motor liflerinin çekirdeği nucleus ambiguus'un üst bölümü olup brankiyal arkus kaynaklı pharynx kaslarından m.stylopharyngeus'u innerve eder.

Parasempatik lifleri pons ile medulla oblongata'nın birleşim yerinin hemen arkasında medullar tegmentumda bulunan nucleus salivatorius inferior'dan kaynaklanıp glandula parotidea'nın parasempatik innervasyonunu sağlar.^{4,5}

Visseral afferent lifler sinus caroticus, glomus caroticum, yumuşak damak, tonsilla palatina ve pharynx mukozasından gelen duyu nucleus tractus solitarius'a taşır. Duysal liflerin gövdeleri ganglion inferius'ta bulunur.

Oropharynx, dil kökü ve yumuşak damağın uyarılması sonucu oluşan faringeal refleks (bulantı ve kusma refleksi olan gag refleksi) afferent kolunu n.glossopharyngeus oluşturur.

Ayrıca duysal olarak dilin sulcus terminalis'inin arkasında kalan 1/3 arka kısmının tat duysunu nucleus tractus solitarius'a taşır.

Somatik afferent lifleri, membrana tympanica'nın iç kesiminin, dış kulak derisinin ve dilin 1/3 arka kısmının genel duysunu nucleus spinalis nervi trigemini'ye taşır. Sinir liflerinin hücre gövdeleri ganglion inferius'ta bulunur.^{4,5}

N.glossopharyngeus medulla oblongata'yı sulcus retroolivaris'ten, (pedunculus cerebellaris inferior ve oliva arasında) n.vagus'un yukarisında terk eder. Fossa cranii posterior'da foramen jugulare'den geçer. Delik içerisinde ganglion superius ve inferius olmak üzere iki duysal gangliyonu vardır. Bu ganglionlar duysal liflerin hücre gövdelerini içerir. Ganglion superius, ganglion inferius'un bir parçası kabul edilir. Ganglion superius orta kulak, glomus caroticum ve sinus caroticus, parotis bezi ve farinks ile ilgili visseral duysal liflerin hücre gövdelerini içerir.^{2,4,5}

Ganglion inferius'ta dilin 1/3 arka kısmının genel duyu ve tat duysunu oropharynx ile yumuşak damak mukozasının genel duysunu taşıyan liflerin hücre gövdeleri bulunur.³

Foramen jugulare'den cranium'u terk eden n.glossopharyngeus, boyunda a.carotis interna ve v.jugularis interna arasında seyrederek Processus styloideus ve buraya tutunan kasların derininden geçerek m.stylopharyngeus'un etrafından ve n.hypoglossus'un derininden pharynx duvarına gelir. M.constrictor pharyngis superior ve medius arasından geçip oropharynx'e ulaşır ve dilde sonlanır. Burada dilin arka bir bölü içinin genel duysunu ve tat duysunu alır. N.glossopharyngeus, nervus vagus ve ganglion cervicale superius'tan gelen sempatik liflerle birlikte pharynx'in posterolateral duvarında plexus pharyngeus'un oluşumuna katılır. Pleksusun duysal lifleri n.glossopharyngeus'a ait olup pharynx'in mukozasının innervasyonuna katılır. ^{1,4,5}

Dallar

- Ganglion inferius'tan çıkan bir dal n.vagus ile anastomoz yapar.
- N.tympanicus (Jacobson siniri): Ganglion inferius'tan çıkan lifler

duysal ve parasempatik lifler taşır. Parasempatik liflerin kaynağı nucleus salivatorius inferior'dur. Os temporale pars petrosa'nın facies inferior'unda yer alan canalicus tympanicus'tan cavitas tympanica'ya girer. Burada promontorium'un yüzeyinde dallara ayrılarak plexus tympanicus'un oluşumuna katılır. Plexus tympanicus cavitas tympanica'nın, tuba auditiva'nın, cellulæ mastoideae'nin mukozasını innerve eder. N.tympanicus'un parasempatik pregangliyoner lifleri bu pleksustan kesintisiz çıkıp n.petrosus minor olarak devam eder. Hiatus nervi petrosi minoris'den geçerek fossa cranii media'da os temporale pars petrosa'nın ön yüzüne gelir. N.petrosus minor kafatası tabanını foramen ovale veya canaliculus innominatus'tan (Arnold deliği) terk ederek fossa infratemporalis'e gelir. Bazen foramen spinosum veya sutura sphenopetrosa'dan da çıkabilir. Ganglion oticum'da sinaps yapan postgangliyonik lifler n.mandibularis'in n.auriculotemporalis dalı ile glandula parotidea'ya ulaşarak tükürük bezinin parasempatik innervasyonunu sağlar.^{1,4,5}

- Rami pharyngei, n.vagus ve sempatik liflerle birlikte farinks duvarında plexus pharyngeus oluşumuna katılarak farinks mukozasının duysal innervasyonunu sağlar.⁵

-Ramus musculi stylopharyngei musküler bir dal olup m.stylopharyngeus'un innervasyonunu sağlar.⁵

-Ramus sinus carotici, foramen jugulare'nin hemen altında n.glossopharyngeus'tan orijin alır. A.carotis interna'nın yüzeyinde aşağıya inerek sinus caroticus ve glomus caroticum'a yayılır. Afferent lifleri bu yapılardaki sırasıyla baroreseptör ve kemoreseptörlerden aldığı duyu bilgilerini nucleus tractus solitarius'e taşır.⁵

-Rami tonsillares yumuşak damak, isthmus faucium ve tonsilla palatina'nın innervasyonunu sağlar.⁵

-Rami linguales dilin sulcus terminalis'inin arkasında kalan kısmının genel somatik afferent ve özel visseral afferent liflerle genel duysunu ve tat duysunu taşır.⁵

Nervus vagus (CNX)

N.vagus, karşılığı gezinmek olan latince 'vagus' kelimesinden kaynaklanmaktadır.

İsminden de anlaşıldığı gibi n.vagus vücudumuzda en uzun ve en geniş yayılıma sahip mikst bir kranial sinirdir. N.vagus'un 4 kranial çekirdeği vardır. Motor çekirdekleri nucleus dorsalis nervi vagi ve nucleus ambiguus olup visseral duyu ile ilgili çekirdeği nucleus solitarius'tur. Medulla oblongata'da yer alan nucleus spinalis n.trigemini, az miktarda n.vagus'tan genel somatik afferent duyu alır.⁶

N.vagus, medulla oblongata'yı olivaya ve pedunculus cerebellaris inferior arasındaki sulcus retroolivaris'ten terk eder. Laterale doğru angulus pontocerebellaris ve cisterna cerebellomedullaris'ten geçerek foramen jugulare'den çıkıp boyuna gelir. Foramen jugulare'nin içinde veya hemen altında ganglion superius ve ganglion inferius (nodosum) adında iki duysal gangliyonu vardır.⁶

Kulak, meatus acusticus externus, membrana tympanica'nın dış yüzeyi ve fossa cranii posterior'daki dura'nın duysunu taşıyan liflerin hücre gövdeleri ganglion superius'ta bulunur. Bu hücre

gövdelerinden çıkan liflerin merkezi uzantıları nucleus spinalis n.trigemini'de sonlanır.⁶

Dil, pharynx'in bir bölümü, larynx, oesophagus, trachea, akciğer, bronş, kalp, mide ve barsaklardan kaynaklanan visseral afferent liflerin hücre gövdeleri ganglion nodosum'da bulunur. Ağrı dışındaki duysal lifler parasempatik liflerle taşınırken, visseral ağrı duysusu sempatik liflerle taşınır. Ganglion nodosum'daki hücre gövdelerinin merkezi uzantıları nucleus solitarius'ta sonlanır. Arcus aortae'daki baroreseptörlerden kan basıncı ile ilgili sinyalleri ve glomus caroticum'daki kemoreseptörlerden karbondioksit konsantrasyonu ile ilgili bilgileri taşıyan visseral afferent lifler n.vagus ile nucleus solitarius'a iletilir.^{3,6}

Epiglottis ve laryngopharynx'ten tat duysusu taşıyan liflerin hücre gövdeleri ganglion nodosum'da bulunur. Buradan çıkan liflerin merkezi uzantıları da nucleus solitarius'ta sonlanır.⁶

Nucleus dorsalis n.vagi 4.ventrikül tabanının ön kısmında bulunur. Buradan çıkan visseral efferent lifler parasempatik sistemin en güçlü siniri olarak pharynx, larynx, thorax ve abdomendeki organların düz kaslarını ve bezlerin innervasyonunu sağlar. Nucleus dorsalis n.vagi'den orijin alan pregangliyonik parasempatik lifler çeşitli otonom pleksusların oluşumuna katılarak, hedef organın duvarındaki postgangliyonik nöronların hücre gövdelerinde sinaps yaparlar. Kısa olan parasempatik lifler kalp atış hızının, adrenal bezler, mide, pankreas ve karaciğer sekresyonunun regülasyonunda rol oynar. Vagal stimülasyon kalp atım hızını yavaşlatır, akciğerlerde bronkokonstriksiyona ve glandüler sekresyona neden olur. Meissner ve Auerbach pleksusunu da uyarak sindirim olaylarını kolaylaştırır. Parasempatik uyarı gastrointestinal peristaltizmi uyarır, pilorik ve ileokolik sfinkterleri gevşetir, gastrik asidik sekresyonu ve pankreas enzim sekresyonunu artırır.^{2,3,6}

N.vagus'un konuşma ve yutkunma fonksiyonları ile ilgili lifleri nucleus ambiguus'tan orijin alır. R.pharyngeus, n.laryngeus superior ve n.laryngeus recurrens içinde uzanan lifler pharynx, larynx ve servikal özofagusun çizgili kaslarına motor uyarılar taşır.

N.vagus, fossa cranii posterior'da foramen jugulare'den geçerek kafatasını terk eder. Sinir, foramen jugulare'nin altında bulunan ganglion inferius'un aşağısında n.accessorius'un pars vagalis'i ile birleşerek vagina carotica içerisine girer. Boyunda, vagina carotica içinde başlangıçta a.carotis interna ve v.jugularis interna arasında arkada iken, C4 vertebra (cartilage thyroidea'nın laminasının üst kenarı) seviyesinden itibaren a.carotis communis ve v.jugularis interna arasında, arkada boyun köküne kadar iner.^{2,3,6}

Sağ n.vagus a.subclavia'nın birinci parçasının önünden, v.brachiocephalica dextra ve sternoklaviküler eklem arkasından geçerek toraksa girer. Sol n.vagus ise a.carotis communis sinistra ve a.subclavia arasında aşağıya iner, sternoklaviküler eklem arkasından geçerek toraksa girer.³

N.vagus'un Boyun Dalları

-R.meningeus: Fossa cranii posterior'da dura mater'in duysal innervasyonunu sağlar. Ganglion superius'tan ayrıldıktan sonra foramen jugulare'den geçip tekrar cranium'un içine girer.³

-R.auricularis (Arnold siniri): Auricula, meatus acusticus externus

ve membrana tympanica'nın duysal innervasyonuna katılır.³

Trigonum caroticum'da verdiği dallar rr.pharyngeales, ramus glomus carotici, n.laryngeus superior'dur.

-Rr pharyngeales: Motor lifler içerir. A.carotis interna'yı çaprazlar ve m.constrictor pharyngis superior'un yüzeyinde plexus pharyngeus'a katılır. N.accessorius'a ait olan bu motor lifler n.vagus aracılığı ile taşınır. Bu lifler m.stylopharyngeus hariç tüm pharynx kaslarını ve m.tensor veli palatini hariç tüm yumuşak damak kaslarını ve m.palatoglossus'u innerve eder.

-Ramus glomus carotici: Glomus caroticum ve sinus caroticus'a giden bu dal çoğunlukla n.glossopharyngeus'tan çıkar.³

-N.laryngeus superior: A.carotis externa ve interna'nın derininde uzanırken ramus externus ve internus dallarına ayrılır. Ramus internus, a.laryngea superior ile birlikte membrana thyrohyoidea'yı delerek glottisin yukarisında kalan larynx mukozasını innerve eder.³

Ramus externus, m.omohyoideus'un venter superior'unun derininden geçip m.constrictor pharyngis inferior ve m.cricothyroideus'u innerve eder.

-N.laryngeus recurrens: Sağ tarafta boyun kökünde n.vagus'tan ayrılan n.laryngeus recurrens, a.subclavia'nın önünden arkaya dolanıp trachea ve oesophagus arasındaki olukta yukarıya yönelerek larynx'in m.cricothyroideus hariç tüm intrinsik kaslarını innerve eder. Solda ise thorax'ta n.vagus'tan orijin alır.^{3,4}

-Rami cardiaci superiores 2 adet olup boynun üst ve alt kısmında n.vagus'tan ayrılır. Bu dallar a.subclavia'nın derininden geçerek mediastinum medius'ta plexus cardiacus'a katılır.^{3,4}

-N.cardiacus inferior boyun kökünde n.vagus'tan orijin alırken, solda n.laryngeus recurrens'ten orijin alır. Rami cardiaci thoracici torakal n.vagus'tan orijin alıp arcus aortae'nin yakında yer alan plexus cardiacus'un oluşumuna katılırlar. Plexus cardiacus içerisinde az miktarda parasempatik gangliyonlar bulunur. Çoğunluğu ise kalbin yakınında bulunur.^{3,4}

Sağ n.vagus sağ a.subclavia'nın önünde thorax'ta mediastinum superius'a girerek arkaya ve aşağıya yönelir. Burada trachea'nın sağında v.brachiocephalica dextra'nın ve v.cava superior'un arkasında uzanır. Radix pulmonis'in arkasından geçerken sempatik liflerin de katılımı ile plexus pulmonalis'i oluşturmak için dallar vererek özofagus'a yönelir. Radix pulmonis'in altında özofagusun arkasına geçerek rami oesophagei ile plexus oesophageus'un oluşumuna katılır.^{3,4,6}

Sol n.vagus, a.carotis communis sinistra ve a.subclavia sinistra arasında mediastinum superius'a girer. Arcus aortae'nin soluna ulaşır ve alt kenarında sol n.laryngeus recurrens'i vererek mediale yönelir. N.laryngeus recurrens, arcus aortae'nin aşağısında ligamentum arteriosum'un lateralinden geçip arcus aortae'nin arkasından dolanarak trakea ve özofagus arasındaki olukta yükselerek larynx'e ulaşır. Sol n.vagus da radix pulmonis'in arkasından geçerek plexus pulmonalis'in oluşumuna katılır. Radix pulmonis'in altında özofagusun önüne geçen sol n.vagus dallar vererek plexus oesophageus'un oluşumuna katılır.^{3,4}

Plexus oesophageus'tan sol n.vagus'un devamı olarak çıkan

truncus vagalis anterior ve sağ n.vagus'un devamı olarak çıkan truncus vagalis posterior oesophagus ile birlikte T10 vertebra seviyesinde torakal diyafragmadaki hiatus oesophageus'tan geçerek abdomene girer.⁵

Truncus vagalis anterior ve posterior midenin cardia bölümüne gelip curvature ventriculi minor'da devam eder. Her iki truncus, hepatic ve çölyak olmak üzere birer dal verir.

Truncus vagalis anterior karaciğeri ve mideyi besler ve plexus coeliacus'a katılır. Truncus vagalis posterior mideye ve plexus coelicus'a dallar verir.

Plexus coeliacus ve plexus mesentericus superior'un oluşumuna katılan vagal lifler karaciğer, pankreas, ince bağırsak ve kalın bağırsağın flexura coli sinistra'ya kadar olan kısmının (colon transversum'un son üçtebirlik kısmına kadar olan bölümünün) parasempatik innervasyonunu sağlar.^{3,4}

N.accessorius (CNXI)

N.accessorius motor bir sinirdir. Damak, larynx ve pharynx kaslarını innerve eden liflerin oluşturduğu pars cranialis (pars vagalis, ramus internus) ve m.sternocleidomastoideus ile m.trapezius'u innerve eden liflerin oluşturduğu pars spinalis (ramus externus) olmak üzere iki bölüme ayrılır. Sinirin kranial ve spinal bölümleri farklı çekirdeklerden orijin alır. Pars cranialis'in çekirdeği, medulla oblongata'da yer alan nucleus ambiguus'un en kaudal kısmı olup buradan çıkan lifler medulla oblongata'yı ventrolateral yüzeyindeki sulcus retroolivaris'ten terk eder. Bu oluktan yukarıdan aşağıya doğru n.glossopharyngeus, n.vagus ve n.accessorius çıkar. Pars cranialis, fossa cranii posterior'da yer alan cisterna cerebellomedullaris içerisinde laterale, foramen jugulare'ye doğru yönelir.⁶ Nucleus ambiguus tr.corticonuclearis ve tr.corticobulbaris lifleri ile her iki tarafın korteksine bağlanır. Pars spinalis veya n.accessorius spinalis ise üst beş servikal spinal sinirin cornu anterior'unda yer alan nucleus nervi accessorii'den (nucleus spinalis) çıkan liflerin birleşmesi ile oluşur. Bu bölüm omuriliğe paralel olarak yukarıya doğru seyrederek, a.vertrebralis'in arkasında foramen magnum'dan kraniyuma girer. Fossa cranii posterior'da pars cranialis ile birleşerek ortak bir kütük oluşturup foramen jugulare'den çıkar. Çıktıktan hemen sonra pars cranialis ve pars spinalis bölümlerine ayrılır. Pars cranialis, n.vagus ile birleşerek plexus pharyngeus'un oluşumuna katılır; damak ve pharynx kaslarının innervasyonunu sağlar. Yumuşak damak kaslarından m.levator veli palatini, m.uvulae, m.palatoglossus, m.palatopharyngeus, pharynx'in üç konstriktör kası ve m.salpingopharyngeus innerve olur. Bazı ramus internus lifleri ise n.laryngeus recurrens aracılığı ile m. cricothyroideus hariç intrinsik larynx kaslarının innervasyonuna katılır.^{5,6}

Pars spinalis posterolateral yönde v.jugularis interna'nın medialinde veya lateralinde ilerler. M.digastricus, m.stylohyoideus ve processus styloideus'un içyanında oblik olarak aşağıya iner. M.sternocleidomastoideus'un üst kısmında kasın derin yüzüne girerek, kasın arka kenarının ortasının biraz yukarisından çıkar ve trigonum cervicale posterius'a girer. Burada nodi accessorii ile komşuluğu vardır. Üçgende sinir, m.levator scapulae'nin ön yüzünde aşağıya ve laterale doğru m.trapezius'a yönelir. Clavicula'nın yaklaşık 3-5cm yukarisında m.trapezius'un ön kenarının arkasından geçerek kasın derininde pleksus oluşturup

kası innerve eder. N.accessorius spinalis, m.trapezius hariç m.sternocleidomastoideus'un da innervasyonunu sağlar.^{5,6}

N.hypoglossus (CN XII)

N.hypoglossus somatomotor özellikte 12. kranial sinirdir. Tüm intrinsik dil kaslarını ve m.palatoglossus hariç 3 ekstrinsik dil kasını (m.genioglossus,m.hyglossus ve m.styloglossus) innerve eder. Çekirdeği nucleus nervi hypoglossi, medulla oblongata'nın dorsal kısmında, fossa rhomboidea'nın tabanında, orta hatta yakın olarak yerleşmiştir. Buradan çıkan lifler medulla oblongata'ya, oliva ve pyramis bulbi arasındaki sulcus preolivaris'ten terk eder.^{5,6}

Sinir a.vertebralis'in lateralinden ilerleyerek os occipitale'de bulunan canalis nervi hypoglossi'den geçip cranium'dan çıkar. Canalis n.hypoglossi'den çıktıktan sonra a.carotis interna ve v.jugularis interna arasında aşağıya iner. Os hyoideum'un cornu majus'unun hemen yukarısında a.occipitalis'in orijininin etrafından döner ve horizontal bir seyirle öne yönelir. A.carotis interna, a.carotis externa ve a.lingualis'i çaprazlayarak m.digastricus'un venter posterior'unun ve m.stylohyoideus'un derininden geçip trigonum caroticum'dan trigonum submandibulare'ye girer. Trigonum submandibulare'de, m.hyglossus'un yüzeyinde m.mylohyoideus'un ise derininde seyrederek dile yönelir. N.lingualis'in aşağısında terminal dallara ayrılarak dile girer.^{5,6}

M.geniohyoideus ve m.thyrohyoideus C1 ve C2 spinal sinirin ramus anterior'u tarafından innerve edilir. Bu kaslara giden dallar kısa bir mesafe boyunca n.hypoglossus tarafından taşınır.³

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Kaynaklar

1. Schumacher GH, Aumüller G. *Klinik temelli topografik insan anatomisi*. Çeviri Editörleri: S. Murat Akkın, Tania Marur. İstanbul, Deomed Yayıncılık; 2010.
2. Yıldırım M. *Temel nöroanatomi*. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2007.
3. Doğan T. ve ark. *Fonksiyonel nöroanatomi*. Ankara, Metu Press; 1998.
4. *Terminologia Anatomica*. FCAT. Stuttgart, New York, Thime; 1998.
5. Standring S. (Editor) *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 42nd Edition, Elsevier; 2022.
6. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*. 7th edition. Lippincott Williams & Wilkins; 2010.

BÖLÜM 9

DUYU ORGANLARI

Yusuf Zeki YILDIZ
Ercan TANYELİ
Kıvanç GORAL
Elif Cansu İBİŞ

Deri (Cutis)

Integument (Skin)

BÖLÜM HAKKINDA

Vücudumuzun en büyük organı olan deri, epidermis ve dermis olmak üzere iki tabakadan oluşan bir örtü sistemidir. Bu sistem, vücudun çevresel faktörlerden korunmasında ve vücut ısısının düzenlenmesinde görevlidir. Ayrıca genel duyu organı ve boşaltım organı olarak fonksiyon gösterir.

Anahtar kelimeler: cutis, deri, dermis, epidermis, subkutanöz doku

ABOUT the CHAPTER

The skin, the largest organ of our body, is a covering system consisting of two layers: epidermis and dermis. This system is responsible for protecting the body from environmental factors and regulating body temperature. It also functions as a general sense organ and excretory organ.

Keywords: cutis, dermis, epidermis, skin, subcutaneous tissue

Deri (Cutis)

Deri, insan vücudunun en büyük organı olup, toplam yüzey alanı yaklaşık 2 m², kalınlığı ise 0,5 ile 5 mm arasındadır. Vücudun büyük bölümünü örten ince ve kıllı deri (hirsute); elin palmar yüzü ile ayağın plantar yüzünü örten kalın ve kılsız deri (glabrous) olmak üzere iki farklı türdür. Derinin en ince olduğu yer göz kapaklarıdır.

Vücudun osmotik, kimyasal, mekanik ve termal faktörlerden korunması; kan damarları ve ter bezleri aracılığı ile vücut ısısının düzenlenmesi; ağrı, ısı ve dokunma reseptörleri ile en geniş genel duyu organı olması; ter ve yağ bezleri ile boşaltım organı olması gibi dört temel fonksiyonu vardır.

Deri, yüzeyel hücre tabakası olan ve ektodermden köken alan epidermis ile, derin bağ dokusu tabakası olan ve mezodermden köken alan dermis olmak üzere iki tabakadan oluşur.

Epidermis

Ektoderm orijinli, keratinosit denilen çok katlı yassı epitelden yapılmış, melanositleri içeren yüzeyel tabakadır. Kan damarı içermez, dermis tabakasındaki damarlardan difüzyon yolu ile beslenir. Ter bezleri, yağ bezleri, tırnaklar ve kıllar epidermis'in derivasyonlarıdır. Epidermis, derinden yüzeye doğru sırasıyla; stratum basale (germinativum), stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum ve stratum corneum olmak üzere beş tabakadan oluşur.

Derinde yer alan ilk üç tabaka, hücrelerin buradan geçip farklılaşarak morfolojilerini değiştirdikleri, metabolik olarak aktif olan katmanlardır. **Stratum basale**, yeni hücrelerin üretildiği; **stratum spinosum ise** Langerhans hücreleri'nin bulunduğu en kalın tabaka olup, ikisi birlikte Malpighian tabakası adını alırlar. **Stratum granulosum** ise sitoplazmasında keratohyalin granülleri içeren keratinositlerin bulunduğu tabakadır. Daha yüzeyde yer alan hücre tabakaları ise terminal keratinizasyona (kornifikasyon) uğrayan tabakalardır. Bu değişim, yalnızca keratinositlerdeki yapısal değişiklikleri değil, aynı zamanda hücreler ve çevrelerindeki moleküler ve biyokimyasal değişiklikleri de içerir. **Stratum lucidum**, cildi güneşin ultraviyole ışınlarından koruyan, ince ve saydam tabakadır. Vücudun her yerinde bulunmayan bu tabaka, elin palmar yüzü ile ayağın plantar yüzünde daha kalındır. Bu nedenle elin palmar yüzü ve ayağın plantar yüzü bronzlaşmaz. En dışta yer alan **stratum corneum ise** çekirdeksiz, keratinize hücrelerden oluşur.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.



Elif Cansu İbis

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: elifcansu.ibis@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıyla / Cite this chapter as:
İbis EC, Deri, Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomî ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 56-58

Epidermiste 4 tip hücre bulunur. Bunlar; keratinosit, melanosit, Langerhans hücresi ve Merkel hücresidir.

Keratinositler, epidermis'in esas hücreleridir ve tüm tabakalarında bulunur. Sitoplazmasında keratin içeren bu hücreler, stratum basale'de üretilir ve bu tabakadan stratum corneum'a 20-30 günde ulaşır.

Melanositler, stratum basale'de yer alan ve derinin renginin belirlenmesini sağlayan melanin'i üreten hücrelerdir. Melanin; epidermis ve derivasyonları (kıl,tırnak), iris, choroidea, retina, ağız epiteli, orta kulak, iç kulak ve leptomeninkste bulunur.

Langerhans hücreleri, başlıca stratum spinosum'da bulunan, kemik iliğinden orijin alan fagositik hücrelerdir (makrofaj). İmmunolojik deri reaksiyonlarında rol alırlar. Karakteristik organeli Birbeck granülleridir.

Merkel hücreleri, stratum basale'de yer alan ve tabanındaki miyelinsiz sinir sonlanmaları ile mekanoreseptör olarak işlev gören hücrelerdir. Parmak uçları gibi kılsız deride ve kıl foliküllerinde bulunan Merkel hücreleri, yavaş adaptasyon gösteren dokunma reseptörleridir. Bu sayede deriye uygulanan basıncın derecesi ile ilgili bilgileri algılar (örn. kalem tutmak).

Dermis (Corium)

Epiderminin altında yer alan, kollajen ve elastik bağ dokusu liflerinden oluşmuş, mezoderm kökenli, damar ve sinirden zengin bir tabakadır. Burada yer alan kollajen lif demetleri genellikle birbirine paralel sıralanmıştır ve derinin tonusunu sağlar. Lif ağının yoğunluğu ve dolayısıyla fiziksel özellikleri vücudun farklı bölgelerine, yaşa ve cinsiyete göre değişiklik gösterir. Bu liflerin oluşturduğu karakteristik gerilme ve kırışma çizgileri (Langer çizgileri, cleavage, lineae distractiones) ekstremitelerde longitudinal, gövde ve boyunda ise sirkülerdir. Cerrahi işlemlerde, gerilme çizgilerine paralel yapılan insizyonların daha hızlı iyileştiği ve daha az skar (yara izi) oluşumuna neden olduğu, çizgilere dik geçen insizyonların ise daha fazla skar ve keloid oluşumuna neden olduğu görülmüştür. Bu nedenle insizyonların gerilme çizgilerine paralel olacak şekilde yapılması tavsiye edilmektedir. Gebe veya fazla kilolu olmak da kollajen liflerin bozulmasına, dolayısıyla çatlaklara (stria) neden olabilir. Çatlaklar, genellikle karın, kalça, meme ve uyluk derisinde, başlangıçta kırmızı, sonrasında mor ve son olarak da beyaz renkte görülen, değişik uzunlukta ve derinlikte çizgilerdir.

Dermis, stratum papillare ve stratum reticulare olarak iki [2] tabakadan oluşur. Bu iki tabaka arasındaki sınır belirsizdir.

Stratum papillare, epidermis'in stratum basale'sine komşudur ve burada fibroblastlar, makrofajlar, mast hücreleri bulunur. Zengin bir kılcal damar ağına sahip bu tabaka, epidermis'in kanlanmasına ve vücut ısısının korunmasına katkı sağlar. Ayrıca, Meissner ve Krause korpüskülleri'de bu tabakada yer alır.

Meissner korpüskülleri, özellikle avuç içinde ve ayak tabanında olmak üzere derinin dermal papillasında lokalize olur. Her bir korpüskül ovoid şekilli olup, korpüskülün uzun eksenini boyunca transvers yönde yerleşmiş bulunan modifiye olmuş, yassılaştırmış Schwann hücrelerini içerir. Yaşlılıkla birlikte sayısı azalan Meissner korpüskülleri, dokunma duyusuna karşı çok hassas, hızlı adapte olabilen mekanoreseptörlerdir. Kişinin derisi üzerinde birbirine yakın iki noktaya verilen uyarının ayırt edilmesini sağlar (iki nokta taktik diskriminasyonu).

Krause korpüskülleri, soğuk duyusunun algılanmasında görev alır.

Stratum reticulare ise düzensiz yapıda olup, sıkı bağ dokusu ve kollajen yönünden zengindir. Burada bol miktarda ter ve yağ bezleri, kan ve lenf damarları, kıl kökü folikülleri, m. arrector pili'ler ve fibroblastlar yer alır. Ter bezleri, termoregülasyonun (ısı düzenleyici mekanizma) sağlanmasında yardımcıdır. Stratum reticulare'nin derin kısımlarında, kasıldığında kılın dikleşmesini sağlayan ve yağ bezlerini (gll. sebaceae) sıkıştırarak, yağlı sekresyonun deriye yayılması sağlayan, m. arrector pili denen düz kaslar bulunur. Ruffini'nin end organı ve Pacini korpüskülleri burada yer alır.

Ruffini korpüskülleri, kıllı derinin dermisinde lokalize olur. Yavaş adapte olabilen bu mekanoreseptörler gerilme reseptörleri olup, deri gerildiği zaman yanıt verirler.

Pacini korpüskülleri tüm vücutta yaygın olarak dağılmış olup, dermis, subkutanöz doku, ligamentler, eklem kapsülleri, pleura, peritoneum, dış genital organlar ve meme başında yaygın olarak bulunur. Pacini korpüskülü hızlı adapte olabilen mekanoreseptörlerdir ve vibrasyon duyusuna hassastır.

Dermis ile fascia profunda (derin fasya) arasında yer alan fascia superficialis (hypodermis, yüzeysel fasya, subkutan doku) kan damarları ile dokunmaya ve ağrıya duyarlı afferent sinir uçları içeren, yağ ve gevşek bağ dokusundan oluşan bir katmandır. Glandula mammaria, yüzdeki mimik kasları, yüzeysel damarlar ve sinirler fascia superficialis içinde yer alır. Ayrıca dermis'i, derin fasyaya bağlayan retinacula cutis hipodermisten geçer. Derinin gevşek ve hareketli ya da sıkı olması, bu fibröz deri bağlarının uzunluğuna ve miktarına bağlıdır. Örneğin el sırtındaki deri, bu bağların uzun ve seyrek olması nedeniyle hareketli, avuç içindeki deri ise bağların kısa ve çok sayıda olmasına bağlı olarak, altındaki derin fasyaya sıkıca yapışmıştır. Memedeki ligg. suspensoria mammaria uzun, fakat iyi gelişmiş bir deri bağına örnektir. Fascia superficialis'in en kalın olduğu yerler scalp, palmar bölge ve plantar bölgedir.

Kıl (pili), tırnak (unguis), yağ bezleri (glandula sebacea), ter bezleri (glandula suderifores) ve meme bezleri (glandula mammaria) deriden türeyen yapılardır¹⁻⁵.

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that she has no competing interest.

Kaynaklar

1. Yıldırım M. *Resimli Sistemik Anatomi*. 2nd ed. Nobel Tıp Kitabevleri; 2013.
2. Dalley AF, Agur AMR. *Moore's Clinically Oriented Anatomy*. 9th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2022.
3. Standring S. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. 42nd ed. (Standring S, ed.). Elsevier; 2020.
4. Snell RS. *Snell's Clinical Neuroanatomy*. 8th ed. (Splittgerber R, ed.). Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2019.
5. Ozan H. *Ozan Anatomi*. 3rd ed. Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014.

Koku Organı (Nasus/Burun)

Olfactory Organ (Nose)

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölüm koku duyusunun algılanması ile ilgili görevli olan anatomik yapılar ve bu yapıların birbirleri ile ilişkileri hakkında bilgiler içermektedir.

Anahtar kelimeler: Nervus olfactorius, bulbus olfactorius, tractus olfactorius

ABOUT the CHAPTER


This section contains information about the anatomical structures responsible for the perception of the sense of smell and the relationships of these structures with each other.

Keywords: Olfactory nerve, olfactory bulb, olfactory tract

Koku duyusunu algılamamızı sağlayan organ nasus'tur. Koku duyusunun alınmasını sağlayan sinir hücreleri burun boşluğu içinde regio olfactoria (koku bölgesi) denilen bölgede yer alır. Regio olfactoria burun boşluğunun tavanında, concha nasalis superior'da ve septum nasi'nin üst kısmında yer alan, koku için özelleşmiş sarı-kahverengi renkli bir bölgedir. Regio olfactoria'da koku duyusunun reseptör hücreleri olan bipolar nöronlar, destek hücreleri ve bazal hücreler bulunur. Bu hücrelere ek olarak glandula olfactoria (Bowman bezleri) denilen ve muköz salgı yapan bezler bulunur. Bu bezlerin salgıları sayesinde regio olfactoria sürekli nemli kalır ve koku molekülleri bu salgı içinde çözünerek koku reseptörleri tarafından daha kolay tutulur. Destek hücreleri koku bölgesinde sayıca en fazla bulunan hücre tipidir. Destek hücreleri, koku nöronlarını metabolik ve fiziksel olarak destekler. Bazal hücreler yüksek çoğalma ve farklılaşma kapasitesine sahip hücrelerdir. Bu sayede koku nöronlarına ve destek hücrelerine dönüşebilir. Koku nöronları insan organizmasının çoğalabilme özelliğine sahip tek nöron grubudur. Ayrıca insan sinir sisteminde bulunan en ince ve miyelinsiz aksonlara sahip nöron topluluğudur. Bu nedentle insan organizmasında bulunan en düşük ileti hızlı sinir grubudur. Koku nöronları, koku yolunun birinci nöronudur. Bipolar nöron olan koku hücrelerinin dendritleri regio olfactoria mukozası içine ulaşır ve dağılır. Bu hücrelerin aksonları ise nervi olfactorii denilen birinci kranial siniri oluşturur. Yaklaşık 20 adet nervi olfactorii os ethmoidale'nin lamina cribrosa'sında bulunan deliklerden geçerek cranium içine girer. Ardından dura mater ve arachnoidea mater'i delip, lobus frontalis'in alt yüzündeki bulbus olfactorius'ta bulunan mitral hücrelerle sinaps yapar. Mitral hücreleri koku yollarının ikinci nöronlarıdır. Mitral hücrelerin aksonları tractus olfactorius denilen uzun bir yapı oluşturur. Tractus olfactorius arkaya doğru uzanarak stria olfactoria medialis ve stria olfactoria lateralis denilen iki demete ayrılır. Stria olfactoria lateralis temporal lob ön bölümdeki kortekste yer alan primer koku merkezine (34. alan) ulaşır. Primer koku merkezinden de birçok lif sekonder koku merkezine (28. alan) ulaşır. Stria olfactoria medialis, commissura anterior yolu ile karşı taraf olfaktor yapılarına ve area septalis'e uzanır. Area septalis limbik sistemle ilişkilidir ve koku uyarıları sonucu meydana gelen emosyonel cevapları oluşturmada görevlidir. Her iki koku merkezi de gyrus parahippocampalis'te yer almaktadır. Dikkat edilirse koku yolları diğer duysal yolların aksine iki nöron aracılığıyla serebral kortekse ulaşır. Ek olarak diğer duysal yolların aksine thalamus'a uğramadan direkt olarak ilgili kortikal alana ulaşır.^{1,2,3,4,5}

Nervi olfactorii kafa travmaları sonucunda sık olarak hasar görebilen sinirlerdendir. Os ethmoidale kırıklarında yaralanabilmektedir. Bu durumda hastalarda koku duyusu kaybı (anosmi) meydana gelebilir. Ayrıca burun boşluğunda meydana gelen enfeksiyonlar, fossa



Yusuf Zeki Yıldız 
Kıvanc Gorat 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa
Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı,
İstanbul, Türkiye
E-posta: yzyildiz@iuc.edu.tr
kivanc.goral@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Yıldız YZ, Gorat K. Koku organı. Ertem AD, Özkus
K, Adigüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları*
içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 59-60



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu derginin içeriği Creative Commons Atif 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

crani anterior'da yerleşen beyin tümörleri, menenjit, ensefalit ve ilaç intoksikasyonu gibi birçok klinik durumda koku algılanması bozulabilir. Koku duyusunun aşırı algılanması durumuna ise hyperosmia denir.^{2,3,4,5}

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Kaynaklar

1. Yıldırım M. *İnsan Anatomisi* 7. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2012.
2. Snell RS. *Clinical anatomy for medical students*. Sixth Edition. Çeviri Editörü: M. Yıldırım. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2004.
3. Ozan H. *Premium ozan anatomi*. 3.baskı. Ankara, Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014
4. Moore KL, Persaud TVN. *The developing human: clinically oriented embryology*. 6th. Philadelphia, WB Saunders; 1998.
5. Standring S. (Ed.). *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 41st ed. Amsterdam, Elsevier; 2016

Tat Organı (Dil - Organum Gustatorium) ve Tat Duyu

The Organ of Taste (Tongue) and Sense of Taste

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölümde tat alma duyusundan sorumlu anatomik yapılar ve bu yapılar arasındaki ilişkiler hakkında bilgiler yer almaktadır.

Anahtar kelimeler: Nervus facialis, nervus glossopharyngeus, nervus vagus

ABOUT the CHAPTER

This section contains information about the anatomical structures responsible for the sense of taste and the relationships between these structures.

Keywords: Facial nerve, glossopharyngeal nerve, vagus nerve

Dil konuşma ve beslenme gibi motor faaliyetlerin yanında, mukozasında yer alan papillalar aracılığı ile tad duyusu ve ince-taktıl diskriminasyon duyusunun (dokunma duyusu ayırt etme) algılanmasını sağlamaktadır. Dildeki papillaların büyük çoğunluğunda bulunan tat tomurcuklarının (Tat duyusu organları / Caliculus gustatorius) içinde yer alan **tat reseptör hücreleri** (Nöro-epitelyal hücreler/ Kimyasal tad reseptörleri / Kemoreseptörler) aracılığı ile tat organı olarak görev yaparken; papillaların az bir kısmı ise dokunma duyusunun algılanmasını sağlar. Tat reseptör hücreleri, sıvı solüsyon olan tükürük salgısında çözülen gıda maddesindeki kimyasallarla uyarılmaktadır.^{1,2,3,4}

Tat tomurcukları yaklaşık olarak 10 000 tane kadar olup, çoğunluğu dil üzerindeki papillalarda, çok az bir kısmı ise isthmus faucium çevresi, oropharynx, epiglottis, palatum molle'de fıçıcıklar şeklinde bulunur.^{1,3}

Fıçıcık şeklindeki tat tomurcuğunun iç yapısında tat duyusunun iletilmesini sağlayan nöro-epitelyal hücreler ve bunları destekleyen destek hücreleri bulunur. Reseptör görevi gören nöro-epitelyal hücrenin ucundan tüy şeklinde uzanan mikrovilluslar (duyarlı kısım), dilin epitelyal yüzeyindeki tat porlarına (porus gustatorius) doğru uzanırlar ve tükürük salgılarıyla karşılaşılır. Nöro-epitelyal hücrelerin aralarında sarmal şekilde uzanan yapılar, tat duyusunu taşıyan nöronların uzantıları olup, bunlar tat duyusunun iletimindeki başlangıç bölümünü oluşturur.^{1,2,3,4}

Dildeki papillalar (Papillae linguales) : Dil mukozasının çivi gibi uzantılarıdır. Dil yüzeyinde pürtüklü bir yapı oluşturur. Dil yüzeyine bakan küçük delikleri aracılığıyla tadı algılanacak partikülleri, tükürük salgısıyla birlikte içine alır. Papillalarda yer alan tat tomurcuklarının içindeki nöro-epitelyal hücreler, tat duyusunu n.facialis (CN-VII), n.glossopharyngeus (CN-IX) ve n.vagus (CN-X) aracılığı ile Merkez Sinir Sistemine (MSS) taşırlar.^{1,2,3}

Dildeki Papillar ve Tat Tomurcukları

Dildeki papillaların büyük çoğunluğu, dilin dorsal yüzü ile yan yüzlerinde olarak sulcus terminalis'in önündeki alanlarda yer alırlar. Dilin alt yüzünde bulunmazlar. İçinde tat tomurcuklarının yerleştiği dil papillaları, şekillerine göre adlandırılır:

Papillae vallatae/circumvallatae – Sulcus terminalis'in ön tarafında ve ona paralel gibi dizilmiş olup, bir duvarla kuşatılmış (kale/hisar gibi) şekilli yapılardır. En geniş ve en az sayıda bulunan gruptur. Daha çok acıya karşı duyarlıdır.^{3,4}

Papillae foliatae – Daha çok dilin yan kenarlarında yer alırlar ve yaprak şeklindedirler.



Yusuf Zeki Yıldız 
Kıvanç Goral 

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa
Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı,
İstanbul, Türkiye
E-posta: yzyildiz@iuc.edu.tr
kivanc.goral@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıyla / Cite this chapter as:
Yıldız YZ, Goral K. Tat organı (Dil-organum gustatorium) ve tat duyusu. Ertem AD, Özkus K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 61-62



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

Papillae fungiformes - Daha çok dilin dorsal (üst) yüzü ile yan kenarlarında yer alırlar. Mantar şekilli olarak bulunurlar. Papillae filiformes adını alan ve iplik şekilli olan papilla ise tat tomurcuğu içermez. Taktıl organı gibi (mekanik etkili) görev yapar. Dilin bazı bölümlerinde bazı duyuvar daha baskın olarak algılanır.

Dil ucu, **tatlı-tuzlu tatların algılanmasında**;

Dilin kenarları, **ekşi tadın algılanmasında**;

Dil köküne yakın bölümler ise **acı tadın algılanmasında** rol oynarlar.^{3,4}

Dil dışında tat alan yerler palatum molle'nin alt yüzü, arcus palatoglossus, pars oralis pharyngis'in arka duvarı ve epiglottis'in ön yüzüdür. Bazı yazarlara göre larynx'te ve esophagus'un üst kısmında da tat tomurcuvarı mevcuttur.¹

Lezzet: Besin maddesinin tadı, kokusu, ısısı ve görünümünün yarattığı ortak duyuya verilen bir isimdir.

Umami: Zor algılanan bir tattır. Bu his, biftteki siğır eti tadından sorumlu olan glutamat ve aspartat amino asidlerinden sağlanır. Ayrıca umami hissi eski peynirlerin tipik keskin tadında veya gıda katkı maddesi olan monosodyum glutamat tan da alınabilir.^{1,2}

Tat Duyusu İletimi

Dil papillalarındaki tat tomurcuvarlarında yer alan reseptör (nöro-epitelyal) hücreler tarafından tat duyusu algılanır. Nöro-epitelyal hücreler, tat duyusu alınacak bir besinle kimyasal olarak uyarılınca, bu hücrelerden glutamat serbestleşir. Bu da kranial sinirlerin periferik uzantılarını uyararak tat duyusunun algılanmasını ve merkeze iletilmesini sağlar. Tat duyu impulsu, 3 ayrı yolla MSS'ine iletilir:^{1,2}

a. Dilin 2/3 ön tarafındaki tat duyusu, n.mandibularis'in dalı olan n.lingualis'le birlikte yol alan chorda tympani (N.facialis'in dalı) ile **gang. geniculi**'de bulunan **I.nöron**'lara ulaşır;

b-Dilin 1/3 arka taraf tat duyusu, **n.glossopharyngeus**'un rr.linguales dalları ile **gang.inferius**'daki (Ganglion petrosum) 'lara ulaşır;

c-Radix linguae ile epiglottis'ten gelen tat duyusu n.vagus ile **gang. inferius**'taki (ganglion nodosum) I.nöronlara ulaşır.

Aslında, bu gangionlarda yer alan pseudo-unipolar nöronların (I.nöronlar) periferik uzantıları tat tomurcuvarlarında sonlanan uç dallarıdır. Merkezi uzantıları ise tat duyusunun 2.nöronlara iletilmesini sağlar.

2.nöron'lar; bulbus ve ponsta daha yoğun olmak üzere beyin sapında longitudinal bir şekilde uzanan nuc.tractus solitarii'nin üst bölümündeki pars gustatorius'da (nuc.gustatorius) bulunur. Bu 2.nöronda sinaps yaptıktan sonra, 2.nöronun aksonlarının büyük bölümü buradan çapraz yaparak lemniscus trigeminalis (veya çaprazlaşmadan tr.tegmentalis centralis) ile thalamus'a ulaşır.

3.nöron'lar; thalamus'da bulunan nuc.ventralis postero medialis'deki (nuc.VPM) nöronlardır. Buradaki nöronların aksonları da capsula interna'nın crus posterius yolu ile lobus parietalis korteksindeki gyrus postcentralis'in en alt kısmında (operculum parietale) yer alan ve Brodmann'ın **43.alanı** olan **TAT MERKEZİ**'ndeki 4.nöron'larına (Buranın yakınlarındaki insular korteks bölümü de tat liflerinin sonlandığı alan olarak kabul edilmektedir) ulaşarak sonlanır.^{3,4,5}

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Kaynaklar

1. Yıldırım M. *İnsan anatomisi* 7. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2012.
2. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*. 7th edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
3. Ozan H. *Premium Ozan Anatomi*. 3.baskı. Ankara, Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014
4. Moore KL, Persaud TVN. *The developing human: Clinically oriented embryology*. 6th. Philadelphia, WB Saunders; 1998.
5. Standring S. (Ed.). *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 41st ed. Amsterdam, Elsevier; 2016

Görme Organı

Organum Visuale

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölümde görme organı olan gözün tabakaları, göze ile ilgili yapılar ve çalışma sistemi anlatılmaktadır.

Anahtar kelimeler: göz, görme, gözün yardımcı organları

ABOUT the CHAPTER

In this section, the layers of the eye, which is the organ of vision, the structures related to the eye and its working system are explained.

Keywords: eye, vision, auxiliary organs of the eye

Görme Sistemi

Görme sistemi, duysal bir sistemdir. Bu sistem göz, optik sinirler ve beyin içindeki görme yolları ile görme merkezini içerir. Görüntü bilgilerini beyine iletir. Bu bilgiler şekillendirilmek üzere beyinde (vizüel kortekste) bir dizi işlemde geçerler.

Görme Organı – Organum Visuale (Göz)

Görme organı iki bölümde incelenir:

Bulbus oculi (göz küresi)

Organa oculi accessoria (gözün yardımcı organları)

Bulbus Oculi (Göz Küresi)

Bulbus oculi, çevremizdeki objeleri görmemizi sağlayan, orbita içine yerleşmiş, küresel, ufak bir ceviz büyüklüğünde olan duyu organıdır. 2.5 cm çapında ve yaklaşık 10 gr ağırlığında, yukardan aşağıya doğru hafifçe basılmış küre şeklindedir. Öndeki konveksitenin ucuna **polus anterior**, arkadaki konveksitenin ucuna ise polus posterior adı verilir. Polus anterior korneada, polus posterior sklerada yer alır. **Axis bulbi** adı verilen göz küresi eksenini ön ve arka poluslardan geçer.^{1,2}

Axis opticus adlı görme eksenini ise sırasıyla polus anterior, lens orta noktası ve fovea centralis' den geçer. Fovea centralis retina'nın en iyi gören yeridir.

Göz küresi (BULBUS OCULI) üç katmanlı bir yapı gösterir:

Tunica fibrosa bulbi: Sclera ve cornea'dan oluşur.

Tunica vasculosa bulbi (uvea): Choroidea, corpus ciliare ve iris'ten oluşur.

Tunica nervosa bulbi (retina) ^{1,2}

Tunica Fibrosa Bulbi

Fibroz katmanın **1/6 ön** bölümüne **cornea**, **5/6 arka** bölümüne ise **sclera** adı verilir.

Sclera

Önde, kornea ile sclera arasındaki sınıra **limbus cornea** adı verilir. Sclera'nın dış yüzü, göz



Ercan Tanyeli

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: tanyeli@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıyla / Cite this chapter as:
Tanyeli E. Görme organı. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomi ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 63-66



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

kapaklarının örttüğü ön bölümde transparan **bulbar conjunctiva** ile sarıdır. Sclera, göz küresinin arka ve dış yan bölümlerini kaplar. Kapladığı alan yaklaşık göz küresinin 5/6'sı kadardır. Opak, beyaz renkli, sert ve sağlam bir katmandır. Göz küresinin şeklinin ve hacminin korunmasını ve göz içindeki hidrostatik basınca karşı direnci sağlar. Aynı zamanda ekstra oküler göz kaslarının da tutunduğu yapıdır.^{1,2,3}

N. opticus, sclera'nın arka tarafında yer alan delikli bir bölgeden geçer. Buraya **lamina cribrosa sclerae** adı verilir. Buradaki deliklerin en büyüğünün içinden **a.v. centralis retinae** geçer. Lamina cribrosa, sclera'nın en zayıf parçasıdır. Göz içi basıncı yükseldiğinde (**GLOKOM**) bu zayıf bölgede sclera dışa doğru çıkıntı yapar. N. opticus, çıkışından itibaren **her üç meninges** ile sarıdır. Sclera'nın dış yüzünün arka bölümü **vagina bulbi (Tenon kapsülü)** ile sarıdır.^{2,3}

Kornea

Saydam, şeffaf ve damarsız olup, fibröz katmanın **ön 1/6'sını** oluşturur. Beslenmesi, arkasında yer alan **humor aquosus** ve daha az oranda da önünde bulunan **göz yaşı sıvısı** tarafından sağlanır. Cornea, gözde ışığı kırma gücü en yüksek yapıdır.^{1,2}

Cornea'nın konveks olan ön yüzü **facies anterior**, konkav olan arka yüzü **facies posterior** olarak adlandırılır. Bu yüz **camera anterior'u** önden sınırlar. Cornea'nın incelenerek sclera ile birleşen dış kenarına **limbus cornea** adı verilir.^{1,2}

Damarlanması olmadığından immün sistemin ulaşabileceği sınırın dışındadır. Bu da sorunsuz **kornea nakillerine** olanak tanır. Dış tabakasındaki epitel hücreleri devamlı olarak yenilenmektedir.^{2,3}

Kornea ile skleranın birleşme yerinde **sinus venosus sclerae (Schlemm kanalı)** bulunur. Camera anterior'daki **humor aquosus** adlı sıvı bu kanaldan venöz dolaşıma geri emilir.^{2,3}

Kornea Kırıcılığı

Cornea, gözde kırıcılığı **en yüksek** yapıdır (**40-43 diyoptri**). Işık, kornea yolu ile göze girer. Kornea kırıcı gücünün yetersizliği **hipermetropi** etkenlerinden biridir. Bu kırma kusurunda odak noktası retina arkasına düşer. Bu durumda kişi yakını net göremez. Kornea kırıcı gücünün aşırı olması ise **miyopi** etkenlerinden biridir. Bu kırma kusurunda odak noktası retina önüne düşer. Bu durumda kişi uzağı net göremez. Kornea kırıcılığına bağlı miyopi ve hipermetropi oldukça düşük bir orandadır. Asıl etken göz küresinin kısa veya uzun oluşudur. Kornea yapısındaki düzensizlikler, odak noktalarının farklılaşmasına neden olur. Bu görme kusuruna ise **astigmatizm** adı verilir.^{3,4}

TUNICA VASCULOSA BULBI (Uvea)

Kan damarları ve pigment açısından yoğun bir katmandır. Pigmentöz yapısı nedeniyle kahve rengi görünür.

3 bölümü vardır:

1-Iris: Lens'in önünde yer alır. Merkezindeki açıklığa pupilla adı verilir.

2-Corpus ciliare: Sclera 1/4 ön bölümünün derininde yer alır. M. ciliaris'i barındırır.

3-Choroidea: Sclera'nın 3/4 arka bölümünün derinindedir.²

Iris

Iris, kişilerde farklı renklerde bulunur. 1-9 mm arasında değişebilen çapta, renkli, ortasında **pupilla** adı verilen delik bulunan bir diaframdır. Vasküler tabakanın ön bölümünde, **cornea** ile **lens** arasında yer alır. Corpus ciliare'den öne doğru uzanır.^{3,4}

Iris ile cornea arasındaki dar açı şeklindeki bölüme **angulus iridocornealis** denir.

Iris **4** katmanlı bir histolojik yapıya sahiptir. Kesitinde dıştan içe doğru sıra ile **epitel tabakası**, kollagen lifler, damar ve sinirler içeren **stroma**, m. sphincter ve m. dilatator pupillae'den oluşan **düz kas tabakası** ve melanin içeren **epithelium pigmentosum** bulunur.^{3,4}

Iris, kornea ile lens arasındaki boşluğu **camera anterior** ve **camera posterior** olarak ikiye ayırır. Iris'in ortasında yer alan açıklığa **pupilla** (göz bebeği) adı verilir. Pupilla çapı göze gelen ışık miktarına göre 1-9 mm. arasında değişme özelliğine sahiptir.^{2,3,4}

M. sphincter pupillae dairesel yerleşimlidir. **Parasempatik** etki ile kasılarak pupilla çapını küçültür. Pupilla çapının küçülmesine **miyozis** adı verilir.³

M. dilatator pupillae radial yerleşimlidir. **Sempatik** etki ile kasılınca pupilla çapını artırır. Pupilla çapının artmasına **midriyazis** adı verilir.³

CORPUS CILIARE

Skleranın 1/4 ön bölümünün derininde yer alır. Arka tarafında **choroidea**, ön tarafında ise **iris** ile devam eder. Vasküler tabakanın **en kalın** bölümünü oluşturur. Yapısı, choroidea'ya benzer. Ek olarak **m. ciliaris** düz kasları da barındırır. Yapısındaki **plıcae ciliares** adlı ince plikalar irise doğru birleşerek, processus ciliaris adlı daha kalın çıkıntıları oluşturur. Processus ciliaris'ler 70-80 adettir. Ön ve arka kamaraları dolduran **humor aquosus** adlı sıvıyı salgırlarlar.^{3,4}

Corpus ciliare'deki sirküler, radial ve longitudinal olarak yerleşmiş olan **düz kaslar parasempatik sinirler** tarafından innerve edilir. Corpus ciliare'deki sirküler düz kaslar kasıldığında, proc. ciliaris'e tutunan **lig. suspensorium lentis gevşer** ve lens'in kalınlığı, dolayısı ile kırıcılığı **artar**. Yakına bakıştaki net görme veya yakın akomodasyon bu şekilde sağlanır.^{1,4}

Choroidea

Vasküler tabakanın arka 2/3 ünü oluşturur. Damar ve pigment açısından **çok yoğun** bir katmandır. Dışındaki **sclera**'ya gevşek, iç tarafındaki **retina'nın pigment tabakasına** ise sıkı bir şekilde tutunur.³

Tunica Interna Bulbi (Tunica Nervosa Bulbi = Retina)

Işığa duyarlı ve en içte yer alan katmandır. Dış yüzü choroidea, iç yüzü corpus vitreum ile temastadır. Arkada **n. opticus** ile devam eder.

Retina'nın 2 bölümü vardır:

Pars optica: Discus nervi optici'den ora serrata'ya kadar olan visual, yani gören bölümdür.

Pars caeca: Ora serrata'nın ön tarafında kalan **nonvisual**, görmeyen bölümdür.

Pars optica retinae'nin dış yüzü önde **ora serrata** dan arkada **discus nervi optici**' ye kadar **choroidea**'nin iç yüzüne tutunmuştur. Pars optica dıştan içe doğru stratum pigmentosum ve stratum nervosum olarak iki tabakalı bir yapıya sahiptir. **Stratum pigmentosum** ince bir pigment tabakadır. Choroid tabakasının iç yüzüne yaslanmış şekilde durur. **Stratum nervosum** stratum pigmentosum'un iç tarafında kalınca bir sinir tabakasıdır. Discus nervi optici'den ora serrata'ya kadar uzanır.^{2,4}

Corpus vitreum'un dışa doğru yaptığı basınç, retina'nın choroidea'ya daha sıkı temasını sağlar. Retina'da dışta yer alan **stratum pigmentosum** choroidea'ya düzenli tutunduğu halde içindeki **stratum nervosum**, pigment tabakasına ora serrata ve optik disk yakınları dışında sıkıca tutunmaz. Bu teması da **corpus vitreum** güçlendirir.^{1,3}

Macula lutea: Retina arka bölümünün ortası civarında sarı renkli bir alandır. Burası en çok ışık alan ve en iyi görmeyi sağlayan retina parçasıdır. Macula'nın ortasında bulunan, 1.5 mm çapındaki (küçük bir toplu iğne başı kadar) hafif çökük alana ise fovea centralis adı verilir.^{1,3}

Koni hücreleri:

Parlak ışık için görme hücreleridir. **Keskin** ve **renkli** görmeyi sağlarlar. Sayıları **7-10 milyon** kadardır. **Macula lutea**'da çoğunlukla bu hücreler yer alırlar. **Fovea centralis**'te ise sadece bu hücreler bulunur.³

Basil (çubuk) hücreleri:

Loş ışık ve **periferik görme** reseptörleridir. Sayıları **100 milyon** kadardır. Sıklıkla retinanın periferine yerleşmişlerdir. Konilere göre sayıları çoktur ve ışığa **çok daha** duyarlıdırlar. Ancak keskin görüntüler veya renkli görme sağlayamazlar.³

Retina dekolmanı

Retina'nın sinirsel tabakası pigmentöz tabakadan ayrılırsa, **koni (cone)** ve **basil (rod)** hücrelerinin metabolizmaları bozulur ve ayrılan bölümün görme yeteneği kalmaz.^{2,3}

Discus nervi optici macula'nın 3 mm kadar iç tarafında n. opticus'un retina'yı deldiği bölgedir. Bunun tam ortasından da **a.v. centralis retinae** geçer. Bu alan **ışığa duyarlı değildir** ve **kör nokta** olarak tanımlanır.^{2,3}

Göz Küresindeki Refraktif (Işığın Kiran) Yapılar:

1- Cornea 2- Humor aquosus 3- Lens 4- Corpus vitreum

Humor Aquosus

Camera anterior ve camera posterior içinde **humor aquosus** adlı berrak bir sıvı bulunur. Bu sıvının **ışığın kırıcı** özelliği vardır. **Corpus ciliare**'den salgılanan humor aquosus, arka kameradan

pupilla yoluyla ön kameraya geçer. Buradan da iridokorneal açıdan **Schlemm kanalı (sinus venosus sclera)** aracılığı ile venöz dolaşıma drene olur. Emiliminde yetersizlik veya pupilla geçişinde tıkanma olursa **glokom** adı verilen göz içi basıncının artması ile karakterize patoloji oluşur.^{2,3,4}

Lens

Lens elastik ve kırma gücü değişebilen bikonveks bir mercektir. Ortalama kırma gücü **20** diyoptridir. Corpus ciliare'ye bağ dokusundan yapılmış liflerle tutunur. Liflerin gerginliği ortadan kalkarsa küreye yakın bir şekil alma eğilimindedir.^{2,3,4}

Lens'ten, corpus ciliare'ye uzanan ve lens'i yerinde tutan bağ dokusu liflerine **fibrae zonulares (lig. suspensorium lentis)** adı verilir. Corpus ciliare'deki **m. ciliaris** lifleri kasılınca kasın çapı daralır. Bu durumda **ligg. suspensorium** gevşer ve lensin kalınlığı, dolayısı ile **kırıcılığı** artar.^{2,3,4}

40-45 yaşından sonra **lensin** elastikiyeti ve akomodasyon özelliği azalmaya başlar, buna **presbyopia** adı verilir.²

Lensin zamanla opaklaşmasına ise **katarakt** adı verilir.²

Yakına bakış: Pupillalar miyotiktir, göz küreleri konverjans halindedir. M. ciliaris kasılır, zonuler lifler gevşer, lens bombeleşir. Böylece lensin ön-arka mesafesi artar.²

Uzağa bakış: Pupillalar dilatedir, m. ciliaris gevşer, zonuler lifler gerilir, lens düzleşir. Böylece lensin ön-arka mesafesi azalır.²

Corpus Vitreum

Işığın kırma yapılarının en büyük hacimlisidir. Lens'in hemen arkasında yer alan ve en arka odacık olan camera postrema (vitrea) içindeki yarı jelatinöz şeffaf bir maddedir. Bu madde humor aquosus'un aksine yer değiştirmez. Ön tarafında lens'in oturduğu çukurluğa **fossa hyaloidea** adı verilir. Bu çukurluktan optik diske kadar uzanan ve embriyolojik dönem artığı olan kanala **canalis hyaloideus** adı verilir.^{2,4,5}

Göz küresi biçimine bağlı kırma kusurları:

Miyopi ve **hipermetropi** büyük oranda **göz küresi biçimi** ile ilişkilidir. Bu kırma kusurları genellikle göz küresinin ön-arka mesafesinin normalden uzun ya da kısa oluşuna göre oluşmaktadır.^{3,4}

Bulbus Oculi Kanlanması

Arteriyel beslenme:

A. carotis interna'nın dalı olan a. ophthalmica'nın uç dalları ile sağlanır. Bu dallar a. centralis retinae, aa. ciliares posteriores (breves / longae), aa. ciliares anteriores'tir.¹

Venöz drenaj:

Arterlere eşlik eden aynı isimli venler ve koroid tabakayı drene eden vv. vorticosae adlı dört adet ven ile sağlanır.

Bu venlerden gelen kan v. ophthalmica superior ve inferior'a dökülür.¹

Gözün Yardımcı Organları

Kaşlar (supercilium), göz kapakları (palpebrae), kirpikler (cilia),

septum orbitale, conjunctiva ve apparatus lacrimalis gözün yardımcı organları olarak kabul edilirler.⁵

Supercilium (Kaş)

Orbitanın üst kenarında bulunan arcus superciliaris'in üzerindeki deriye yerleşmiş kısa kıllar topluluğuna kaş adı verilir. Açıklığı aşağı doğru bakan kavis şeklindedir. Gözü güneş ışınlarından, alından gelen ter salgısından ve kısmen yabancı cisimlerden korur.⁵

Palpebrae (Göz Kapakları)

Palpebra superior ve **palpebra inferior** olmak üzere 2 adettir. Gözü yabancı maddelerden, aşırı ışıktan ve kurumaktan korur. Periyodik olarak açılıp kapanarak salgıların konjunktival yüzde dağılmasını ve sürekli ıslak kalmasını sağlar. Uyku sırasında kapanarak salgıların buharlaşmasını önler.^{3,5}

Göz kapaklarının ince bir deri ile kaplı ön yüzlerine **facies anterior**, arka yüzlerine ise **facies posterior** adı verilir. **Facies posterior**; şeffaf, müköz bir zar olan **conjunctiva** ile döşelidir. Conjunctiva bu bölgede yoğun damarlıdır.^{3,5}

Göz kapakları dıştan içe doğru deri, deri altı, kas, tarsus ve konjunktiva olmak üzere 5 katmanlı bir yapıdadır.

Göz Kapağı Bezleri

Gll. sebaceae (Zeiss bezleri): Göz kapaklarının serbest kenarlarının ön kısmında yer alan **cilia**'ların (kirpik) folikülleri içine açılan modifiye yağ bezleridir.⁵

Gll. ciliares (Moll bezleri): Kirpiklerin aralarındaki deri yüzeyine açılan modifiye ter bezleridir.³

Gll. tarsales (Meibom bezleri): Göz kapaklarının serbest kenarlarının arka bölümüne, konjunktivaya yakın olarak açılan modifiye yağ bezleridir. Gll. tarsales (Meibom bezleri) tarsusların iç yüzüne dikey olarak gömülüdürler. **Sebum palpebrae** adı verilen yağlı salgıları, gözyaşının buharlaşmasını azaltır ve kurumayı önler. Ayrıca kapakların kolayca kayma hareketini de sağlar.^{3,4,5}

Göz kapaklarındaki gll. tarsales (Meibom bezleri)'lerin enfekte olmasına **meibomit**, kanallarının tıkanması ve enflamasyonu sonucu göz kapağının iç yüzünde oluşan kistik yapıya **şalazyon** adı verilir.^{1,5}

Kirpik folikülleri ile ilgili olan gll. ciliares ve/veya gll. sebaceae'ların enfekte olarak kanallarının tıkanması ve enflamasyonu sonucu oluşan patolojik yapıya hordeolum (arpacık) adı verilir. **Hordeolum**, şalazyona göre daha çabuk iyileşir.^{1,5}

Septum Orbitale

Orbita kenarından üst ve alt göz kapaklarına uzanan periost uzantısıdır. Üst göz kapağında m. levator palpebrae superioris'in

tendonuna, alt göz kapağında ise tarsus inferior'a yapışır.^{2,5}

Tarsuslar:

Fibroz bağ dokusundan yapılı, ince plak şeklindedirler. Üst göz kapağında tarsus superior, alt göz kapağında ise **tarsus inferior** bulunur. M. levator palpebrae superioris ile birlikte **m. tarsalis superior** adlı düz kas tarsus superior'un üst kenarına tutunur.^{2,5}

Konjunktiva (Conjunctiva)

Göz kapaklarının **arka yüzeyinin tamamı** ile **sclera**'nın görünen bölümünü örter. **Konjunktiva**, göz kapaklarındaki **tarsus**'lara sıkıca yapışır. Ayrıca sclera ile cornea bileşkesinde de göz küresine yapışır. Diğer bölgelerde göz küresine gevşek olarak tutunur. Göz kapaklarından, scleraya atlarken yukarıda ve aşağıda oluşturduğu çıkmazlara; **fornix conjunctivae superior** ve **fornix conjunctivae inferior** adı verilir.^{2,3,5}

Apparatus lacrimalis: Glandula lacrimalis, canaliculi lacrimalis, saccus lacrimalis ve ductus nasolacrimalis'ten oluşur.¹

Ekstraoküler Göz Kasları ve Göz Küresine Yaptırdıkları Hareketler

M. rectus superior elevasyon, m. rectus inferior depresyon, m. rectus medialis addüksiyon, m. rectus lateralis abduksiyon, m. obliquus superior iç rotasyon, m. obliquus inferior dış rotasyon yaptırır.²

Ekstraoküler Göz Kaslarının İnnervasyonu

M. rectus lateralis'i n.abducens, m. obliquus superior'u n.trochlearis, diğer göz kaslarını n.oculomotorius innerve eder.¹

Çıkar Çatışması: Yazartlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Kaynaklar

1. Yıldırım M. *İnsan anatomisi* 7. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2012.
2. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*. 7th edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
3. Ozan H. *Premium ozan anatomi* 3.baskı. Ankara, Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014
4. Moore KL, Persaud TVN. *The developing human: Clinically oriented embryology*. 6th. Philadelphia, WB Saunders; 1998.
5. Standring S. (Ed.). *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 41st ed. Amsterdam, Elsevier; 2016

Kulak (Auris)

Ear

BÖLÜM HAKKINDA

Bu bölümde işitme organı olan kulağın bölümleri, anatomik yapısı ve çalışma sistemi anlatılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kulak, işitme, denge

ABOUT the CHAPTER

In this section, the parts, anatomical structure and working system of the ear, which is the hearing organ, are explained.

Keywords: Ear, hearing, balance

İşitme ve denge organıdır. Auris externa (dış kulak), auris media (orta kulak) ve auris interna (iç kulak) olmak üzere üç bölümden oluşur.

Auris Externa (Dış Kulak)

Auricula ve meatus acusticus externus'tan oluşur.

Auricula (Pinna, Kulak Kepçesi)

Girintiler ve çıkıntılar içeren bir huniye benzer. Kıkırdak bir iskeleti ve bu iskelete sıkıca yapışmış bir deri dokusu bulunur.

Auricula'nın Bölümleri

Concha auricula: Dış kulak yolunun başlangıcındaki çukurluktur.

Tragus: Dış kulak yolu başlangıcının dış yanında bulunan çıkıntıdır.

Lobulus auricularis: Kulak memesidir. Kıkırdak iskeleti bulunmaz.

Antitragus: Tragus'un arkasında kalan daha küçük bir çıkıntıdır. Tragus ile arasında derin bir çentik (incisura intertragica) bulunur.

Helix: Auricula'nın serbest kenarı boyunca dış yüzü sınırlayan çıkıntıdır.

Antihelix: Helix'in önünde yer alan ve kısmen ona paralel seyreden bir çıkıntıdır.

Auricula'nın **dış yan** yüzünün derisi, altındaki kıkırdağa sıkıca yapışık durumdadır. Lobulus'ta sinir sonlanmaları azdır. Bu nedenle çok az ağrı hissi ile delinebilir. Auricula'nın dış yana doğru olan lokalizasyonu donmasını ve yanıklarını kolaylaştırır. [1]

Kulak Kepçesinin Kanlanması

A. carotis externa'nın a. temporalis superficialis, aa. auriculares anteriores ve a. auricularis posterior dalları ile beslenir. [1]

Meatus Acusticus Externus (Dış Kulak Yolu)

25-30 mm uzunluğunda, 6 mm çapındadır. Porus acusticus externus ile membrana tympanica arasında bulunur. **Pars cartilaginea** adı verilen 1/3 lateral bölümü kıkırdaktır. Bu bölüm yukarı ve öne doğru gider. Auricula'yı döşeyen deri burada da devam eder.



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.



Ercan Tanyeli

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye
E-posta: tanyeli@iuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Tanyeli E. Kulak (Auris). Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomî ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 67-70

Derisinde **tragi** adı verilen kıllar bulunur. Deri altı dokusunda **glandula ceruminosa**'lar ve **glandula sebacea**'lar bulunur. Bu seruminöz ve sebace bezler **cerumen** (kulak kiri) denen bir salgı oluşturur. Bu salgı dış kulak yolunu yabancı cisimlerden ve enfeksiyon etkenlerinden korur, epiteli de nemli tutar. ^{1,3,5}

Dış kulak yolunun **pars ossea** adı verilen 2/3 medial bölümü kemik yapıdadır. Temporal kemiğin **pars tympanica**'sında yer alır. Bu bölüm aşağıya ve arkaya doğru gider. Auricula, otoskopik muayene için erişkinde yukarı ve arkaya doğru çekilir. Böylece kıvrımlar düzeltilir. ^{1,2,3}

Membrana Tympanica

Meatus acusticus externus'un sonunda bulunan ince, oval, ışığa yarı geçirgen bir zarıdır. Çapı yaklaşık 1 cm'dir. Meatus acusticus externus ile cavitas tympanica arasında bir ayraç oluşturur. Membrana tympanica, başın önünden ve yanından gelen ses dalgalarını almak üzere konumlanmıştır. Konkavitesi dış kulak yoluna dönüktür. Uydu anteni gibi konumlanmıştır. **Dış yüzü**, meatusun kemik parçasını kaplayan derinin devamı olan ve sadece epidermis tabakasının bulunduğu ince bir deri ile, **iç yüzü** orta kulağın mukozası ile kaplıdır. İki tabaka arasında fibröz bağ dokusu kaynaklı **lamina propria** yer alır. ^{1,2,3}

Membrana tympanica'ya bir **otoskop** ile bakıldığında, iç bükeyliği (konkavlığı) meatus acusticus externus'a doğru olan, ortası sığ ve koni şeklinde bir çöküntü görülür. Bu çöküntünün en dip orta noktasına **umbo** adı verilir. ^{2,3}

Orta kulak boşluğunda bulunan kemikçiklerden malleus membrana tympanica'nın hemen arkasında yer alır. **Malleus**'un üstünde membran incedir ve **pars flaccida** (gevşek parça) olarak adlandırılır. Burada lamina propria bulunmaz. Membranın geri kalan daha büyük alt parçasına ise **pars tensa** (gergin parça) adı verilir. ^{1,2,3}

Membrana tympanica, meatus acusticus externus yolu ile gelen ses dalgalarına tepki olarak hareket eder. Zarın hareketleri **işitme kemikçikleri** ile **orta** kulaktan **iç** kulağa iletilir. ¹

Kulak zarına insizyon (miringotomi) yapılması gerektiğinde, kulak kemikçikleri ve chorda tympani'nin hasar görmemesi için en sık **arka alt kadran** tercih edilir. ¹

Auris Media (Cavitas Tympani = Orta Kulak)

Pars petrosa'da bulunan içi hava dolu dar bir boşluktur. **Üst duvarı** paries tegmentalis (tegmen tympani), **alt duvarı** paries jugularis, **ön duvarı** paries caroticus, arka duvarı paries mastoideus, **iç yan duvarı** paries labyrinthicus, **dış yan duvarı** paries membranaceus adını alır. ^{1,2,5}

Üst duvar (paries tegmentalis); cavitas tympani'yi fossa cranii media'dan ayıran çok ince bir kemik lameldir. Bazen bu lamel delikliktir. Bu durumda orta kulak mukozası ile dura mater doğrudan temasta olabilir. Buradan beyin zarlarına enfeksiyon etkenleri geçebilir. ^{1,2}

İç yan duvarda (paries labyrinthicus); promontorium (cochlea'nın geniş bazal kıvrımı), **fenestra vestibuli** (oval pencere) ve **fenestra cochlea** (yuvarlak pencere) bulunur. Promontorium ile membrana

tympanica arasındaki aralık yaklaşık 2 mm dir. Bu bölüm cavitas tympani'nin en dar yeridir. ³

Arka duvarda (paries mastoideus); m. stapedius (eminentia pyramidalis), **chorda tympani** ve cellulae mastoidea ile bağlantıda olan **aditus antrum mastoideum** (aditus ad antrum) yer alır. Processus mastoideus içinde yer alan **cellulae mastoideae** otitis media (orta kulak iltihabı)'nın en sık yayıldığı yerlerdendir. Gerektiğinde burada biriken abseyi boşaltmak için mastoid hücrelerin bir kısmı açılır. Bu cerrahi işleme antrotomi adı verilir. ³

Ön duvarda (paries caroticus); semicanalis musculi tensoris tympani ve ostium tympanicum tuba auditiva yer alır.

Alt duvar'ın hemen altında **v. jugularis interna** yer alır.

Dış yan duvar (paries membranaceus); membrana tympanica tarafından oluşturulur. ^{2,3}

Tuba Auditiva

Cavitas tympanica ve nasopharynx arasında uzanan bir kanaldır. Arka üstten, iç yan ön ve aşağı doğru uzanır. Dış 1/3 bölümü kemik, iç 2/3 bölümü kıkırdak yapıdadır. Kulak zarının en etkin şekilde titreşebilmesi için her iki yüzündeki basınç eşit olmalıdır. Bunu sağlayan da tuba auditiva'dır. ⁵

Cavitas Tympani'De Bulunan İşitme Kemikçikleri (Ossicula Auditus)

Malleus, incus ve stapes adında üç kemikçik bulunur. Stapes insandaki en küçük kemiktir. Doğumda tam kemikleşmiştir. Cavitas tympani'yi örten mukozaya ile kaplıdır. Periostları yoktur. Malleus'un manubrium mallei adlı parçası membrana tympanica'nın hemen arkasında yer alır. Malleus incus ile eklem yapar. Incus da fenestra vestibuli (oval pencere)'ye oturan stapes ile eklenmiştir. ^{3,4}

Membrana tympanica titreştiğinde manubrium mallei hareketlenir. Kemikçiklerin özel eklemleşmeleri sonucunda hareketin genişliği azaltılarak ve şiddeti çoğaltılarak (1.3 / 1) stapes'e iletilir. Kulak zarının alanı basis stapedis'ten **17** kat daha büyüktür. Böylece fenestra vestibuli'ye aktarılan basınç yaklaşık **22** kat büyüktür. ^{3,4,5}

Stapes'in fenestra vestibuli'ye temas ettiği basis stapedis'in çevresinde ligamentum anulare adlı yuvarlak bir bağ bulunur. **Lig. anulare**, basis stapedis'in ön ucunun bir kapının açılıp kapanması gibi içe ve dışa doğru hareketine, arka bölüme göre daha fazla izin verir. Ancak yine de bağın varlığı ile salınım aralığı azalır. Böylece stapes'in aşırı hareketliliği engellenir. Lig. anulare zamanla kemikleşebilir. Bu durumda oluşan patolojiye **otoskleroz** adı verilir. Yavaş ilerleyen bir işitme kaybı söz konusudur. Otoskleroz çeşitli yöntemlerle tedavi edilebilir. ^{3,4,5}

İşitme Kemikçikleri ile İlgili Kaslar

M. tensor tympani: Tuba auditiva'nın kıkırdak parçasının üst yüzünden ve sfenoid kemiğin ala major'undan başlar. Manubrium mallei'nin üstünde yer alan collum mallei'ye tutunur. Kasıldığında manubrium mallei'yi mediale çeker. Kemikçiklerin eklemleşmeleri yolu ile basis stapedis'i de fenestra vestibuli'ye doğru iter. Manubrium mallei'yi mediale çekerken aynı zamanda kulak zarını

da gerer. Böylece titreşim amplitüdünü azaltarak yüksek sesin iç kulağa olası hasarını önlemeye çalışır. Bu kas n. mandibularis'in dalı olan n. pterygoideus medialis ile innerve edilir.^{3,4,5}

M. stapedius: Cavitas tympani arka duvarından gelip stapes'in boynuna yapışır. Onu arkaya çekerek, basis stapedis'i bir kapının açılması gibi döndürür ve kısmen oval pencereden ayırır. Vücuttaki en küçük çizgili kastır. Nervus facialis tarafından innerve edilir.^{4,5}

M. tensor tympani çalışmadığında düşük seslerin titreşimlerini alabilmek için kulak zarı gerilemediğinden, işitmede azalma (hypoacusis = hipoakuzi) oluşur.

M. stapedius çalışmadığında (örneğin n. facialis felci) sese karşı duyarlılık artışı (**hyperacusis = hiperakuzi**) oluşur.^{3,5}

Orta Kulağın Kanlanması

A. maxillaris, a. occipitalis, a. auricularis posterior, a. stylomastoidea, a. pharyngea ascendens ve a. meningea media'dan gelen dallar ile kanlanır. Ayrıca a. carotis interna'nın a. caroticotympanicæ dalından da kan alır.^{3,5}

Orta Kulağın Sinirleri

Cavitas tympani ve tuba auditiva'nın sinirleri **plexus tympanicus**'tan gelir.

N. glossopharyngeus'un **n. tympanicus** dalı sensitif ve parasempatik lifler içerir. Ayrıca plexus caroticus internus'tan da sempatik dallar plexus tympanicus'a katılırlar. N. tympanicus, cavitas tympani'yi üst duvarından n. **petrosus minor** adı ile terk eder. Foramen ovale'den geçip ganglion oticum'da nöron değiştirir ve n. auriculotemporalis içinde gl. parotidea'ya gider.^{3,4,5}

Auris Interna (İç Kulak)

Temporal kemiğin pars petrosa'sı içinde, auris media ile meatus acusticus internus arasında yer alır. Hem işitme hem denge duyusunun algılandığı yapıları barındırır.

Labyrinthososseus (kemik labirent) ve **labyrinthus membranaceus** (zar labirent) olarak iki bölümde incelenir.^{2,3}

Labyrinthus Osseus (Kemik Labirent)

Kemik labirentin üç bölümü vardır.

Cochlea, vestibulum ve canales semicirculares

Cochlea

Canlıda işitme ile ilgili yapıları barındırır. **Modiolus** adlı düşey kemik kolon ve bunun çevresinde dönen **canalis spiralis**'ten oluşur. Canalis spiralis, modiolus çevresinde **2,5 tur** dönen bir kemik kanaldır. Bu kanal ortasından **lamina spiralis ossea** adlı bir yarı bölme ile uzunluğu boyunca tam olmayan **scala vestibuli** ve **scala tympani** adlı iki yarıya bölünmüştür. Scala vestibuli üstte bulunur. **Fenestra vestibuli** (oval pencere) ile ilişkidir. Scala tympani altta bulunur. **Fenestra cochlea** (yuvarlak pencere)'ya açıktır. Fenestra cochlea canlıda **membrana tympani secundaria** ile kapatılmıştır. Membrana tympani secundaria perilenfadan gelen basınç dalgaları ile cavitas tympani içine doğru bombeleşir.^{2,3}

İki scala, cochlea'nın tepesinde bulunan helicotrema adlı

geçitte birleşirler. Canlıda canalis spiralis içinde, scala vestibuli ve scala tympani arasında ductus cochlearis doldurur. Böylece canalis cochlearis'in tam olarak bölünmesi gerçekleşir. Ductus cochlearis'in içinde de işitme ile ilgili Corti organı bulunur.^{2,3}

Vestibulum

Kemik labirentin merkez bölümüdür. Önünde cochlea, arkasında canales semicirculares bulunur. Dışyan duvarında yer alan fenestra vestibuli'ye basis stapedis oturur. Vestibulum'da zar labirentin utriculus ve sacculus adlı keseciklerinin oturduğu çukurlar bulunur.^{1,3}

Canales Semicirculares

Lateral, anterior ve posterior olarak üç adet yarım daire kanalı bulunur. Bunlar birbirleri ile yaklaşık 90 derece açı yapacak şekilde yerleşmişlerdir. Her bir yarım daire kanalının vestibulum'a bağlanan uçlarından birinde ampulla **ossea** adlı şişkinlikler bulunur. Ön ve arka yarım daire kanallarının **ampulla** barındırmayan diğer uçları birbirleri ile birleşerek ortak bir kanalla vestibulum'a açılırlar.^{2,3}

Labyrinthus Membranaceus (Zar Labirent)

Kemik labirentin içinde bulunan ve genel olarak onun şekline uyan, birbirleri ile bağlantılı kanallar ve keselerden oluşan kapalı bir sistemdir. İçinde **endolenfa** adlı sıvıyı barındırır. Zar labirent ile kemik labirent arasında ise **perilenfa** adlı sıvı bulunur. Bu iki sıvı birbirlerinden tamamen bağımsızdır ve birbirlerine karışmazlar. Perilenfa, **canaliculus cochlearis** yoluyla subaraknoid aralık (**BOS**) ile bağlantıdadır.^{1,3}

Zar labirentin **işitme** ile ilgili olan **labyrinthus cochlearis** ve **denge** ile ilgili **labyrinthus vestibularis** adlı iki bölümü vardır.

Labyrinthus Cochlearis

İşitme ile ilgili yapı olan **ductus cochlearis**'i içerir. Ductus cochlearis lamina spiralis ossea'nın dış yanına yerleşir. Böylece canalis spiralis içinde scala vestibuli ve scala tympani arasına üçüncü bir kapalı kanal olan **scala media** oluşur.^{2,3}

Corti organı, lamina spiralis ossea'yı tamamlayan **membrana basilaris** üzerine oturur. Ses dalgalarını sinir uyarılarına dönüştürür. Bu organın yapısında tüycüklü reseptör hücreleri ve membrana tectoria bulunur. Reseptör hücrelerinin tepesindeki **stereocilia**'lar membrana tectoria'ya temas ederler. Hücrelerin tabanları ise ganglion spirale'deki nöronların periferik uzantıları ile bağlantılıdır. Farklı frekanstaki sesler kokleanın farklı bölümlerinin uyarılmasını sağlarlar. Her Corti organı sayıları 15.000 ila 18.000 arasında değişebilen tüy hücresi içerir.^{2,3,5}

Cochlear implant: Corti organındaki hasarlanmada, küçük bir dış mikrofondan alınan ses, deri altına yerleştirilen bir stimülatöre ulaştırılır. Bu da cochlea'ya elektrik akımları göndererek n. cochlearis'i uyarır. Seslerin ritmi ve şiddeti algılanır.^{3,5}

Labyrinthus Vestibularis

Denge ile ilgili yapıları içerir.

Utriculus: Kemik labirentin vestibulum bölümünün içinde

yer alır. 5 adet delik ile ductus semicircularis'lere ve **ductus utriculosaccularis** ile de sacculus'a bağlanır. Siliyalı reseptör hücrelerini barındırır. Hücrelerin üstünde jel kıvamlı bir zar olan **membrana statoconiorum** bulunur. Zarın üstünde ise **otolitler (statoconium)** bulunur. Reseptör hücreleri doğrusal hareket ve yer çekimine duyarlıdır. ⁵

Sacculus: Kemik labirentin vestibulum bölümünün içinde yer alır. Utriculus ile aynı reseptör hücre yapısına sahiptir. Ductus utriculosaccularis ile utriculus'a, ductus reuniens ile ductus cochlearis'e bağlanır. ⁵

Ductus semicircularis: Kemik labirentin yarım daire kanalları içinde yer alır. Utriculus ile bağlantı kurarlar. Reseptör hücre yapılanmaları rotasyonel hareketlere duyarlıdır. Canales semicirculares'e uyacak şekilde ductus semicirculares de **ampulla membranacea**'ları barındırır. Ampullalar içinde yer alan kristalardaki tüy hücrelerinde kubbe şeklinde jelöz bir madde bulunur ancak otolitler bulunmaz. ⁵

N. Vestibulocochlearis (CNVIII)

Ganglion vestibulare n. vestibularis'in periferik ganglionu olup, denge ile ilgilidir ve meatus acusticus internus'un dibinde yer alır. Periferik uzantıları; semisirküler kanalların ampulla'larında ve utriculus ile sacculus'ta bulunan tüy hücrelerinde sonlanır. Merkezi uzantıları; nuc. vestibulares'te sonlanır. ⁵

Ganglia cochleare (ganglia spiralia); n. cochlearis'in periferik ganglion'u olup, iç kulak salyangozunda (modiolus) yer alır ve işitme ile ilgilidir. Periferik uzantıları; iç kulaktaki corti organında

bulunan tüy hücrelerinde, merkezi uzantıları ise nuc. cochleares'te sonlanır. ⁵

İç kulağın kanlanması: A. inferior anterior cerebelli kaynaklı a. labyrinthi ve a. auricularis posterior'un a. stylomastoidea'sı tarafından kanlandırılır. A. labyrinthi bazen doğrudan a. basilaris'ten de kaynaklanmaktadır. ⁵

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that he has no competing interest.

Kaynaklar

1. Yıldırım M. *İnsan anatomisi* 7. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri; 2012.
2. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*, 7th edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
3. Ozan H. *Premium ozan anatomi* 3.baskı. Ankara, Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014
4. Moore KL, Persaud TVN. *The developing human: Clinically oriented embryology*. 6th. Philadelphia, WB Saunders; 1998.
5. Standring S. [Ed.]. *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 41st ed. Amsterdam, Elsevier; 2016

BÖLÜM 10

OTONOM SİNİR SİSTEMİ

Kaya ÖZKUŞ

Otonom Sinir Sistemi

Autonomic Nervous System

BÖLÜM HAKKINDA

Otonom sinir sistemi, organların duvarında yer alan düz kas lifleri ve ekzokrin salgısı olan bezleri innerve ederek organ fonksiyonlarını isteğimiz dışında çalıştıran ve yöneten sistemdir.

Anahtar kelimeler: otonom sinir sistemi, sempatik sinir sistemi, parasempatik sinir sistemi, enterik sinir sistemi

ABOUT the CHAPTER

The autonomic nervous system is the system that operates and manages organ functions against our will by innervating the smooth muscle fibers and exocrine glands located in the walls of the organs.

Keywords: autonomic nervous system, sympathetic nervous system, parasympathetic nervous system, enteric nervous system

Limbik sistemle yakın fonksiyonel ilişkisi olmakla birlikte otonom sinir sisteminin en üst merkezi hypothalamus olarak değerlendirilir. Otonom sinir sistemi 3 parçadan oluşur; sempatik sinir sistemi, parasempatik sinir sistemi ve enterik sinir sistemi. Sempatik sinir sistemi, savaş ya da kaç tepkisinin oluşumundan sorumludur ve vücudu ani bir tehlikeye karşı hazır tutar. Parasempatik sinir sistemi ise vücudun rahatlama, sindirim sisteminin çalışması ve enerji depolamasından sorumlu olan sistemdir. Etkileri birbirinin tersi olan bu iki sistem sağlıklı bir insanda denge içerisinde çalışır.^{1,2,3}

Somatik sinir sistemi, korteksten aldığı uyarıyı isteğimiz altında tek bir motor nöron aracılığı ile çizgili iskelet kaslarına götürür. Otonom sinir sistemi ise uyarıyı isteğimiz dışında; presinaptik ve postsinaptik iki nöron aracılığı ile ilgili organlara veya bezlere iletir. Presinaptik (preganglionik) nöronların hücre gövdeleri beyin sapında ve medulla spinalis'in T1-L3, S2-S4 segmentlerinin lateral gri sütunlarında yer alır. Presinaptik nöronlardan çıkan aksonlar hedef organlara ulaşmadan önce, merkezi sinir sistemi dışındaki ganglionlarda bulunan postsinaptik nöronlarla sinaps yaparlar. Postsinaptik nöronlardan çıkan sinir lifleri uyarıyı hedef organa taşır.^{1,2,3}


Sempatik sinir sisteminde; presinaptik nöronlardan salınan nörotransmitter maddesi asetilkolin, postsinaptik nöronlardan salınan nörotransmitter ise noradrenalindir. Parasempatik sinir sisteminde her iki sinapsta da salınan nörotransmitter asetilkolindir.¹

Sempatik Sinir Sistemi

Sempatik sinir sistemine ait presinaptik nöronlar T1-L2 segmentlerinde bulunur. Bu nöronlardan çıkan presinaptik sinir lifleri; radix anterior'lar içerisinde medulla spinalisten çıkarak spinal sinirlere katılır. Presinaptik lifler daha sonra spinal sinirlerden ayrılarak truncus sympathicus'a bağlanır. Truncus sympathicus'a bağlanan lifler myelin kılıf içerdiği için beyaz renktedir ve bu liflere ramus communicans albus denir. Bu myelinle kaplı preganglionik aksonlar çeşitli şekillerde seyahat ederler.^{1,2,3}

1. Sempatik zincir ganglionunda, **aynı ganglionun seviyesindeki** postganglionik nöronlarla doğrudan sinaps yaparak
2. Sempatik zincir ganglionunda, en yakın ganglionunun ya yukarı ya da aşağı seviyesindeki postganglionik nöronlarla doğrudan sinaps yaparak.



Kaya Özkuş 

Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Cerrahpaşa
Tıp Fakültesi, Anatomi Ana Bilim Dalı Başkanlığı,
İstanbul, Türkiye
E-posta: kayaldiuc.edu.tr

Bu bölümü alıntıla / Cite this chapter as:
Özkuş A. Otonom sinir sistemi. Ertem AD, Özkuş K, Adıgüzel Şahin Z, ed. *Nöroanatomî ders notları* içinde. İstanbul: İÜC Yayınevi; 2024: 71-74



CC BY 4.0: Telif hakkı yazarlardadır. Bu kitabın içeriği Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası lisans altında lisanslanmıştır.

3. Sempatik zincir ganglionunu sinaps yapmadan geçip, periferdeki ganglionlarda sinaps yaparak, n.splanchnicus'ları oluşturular. ^{1,2,3}

N. splanchnicus' lar karın boşluğunda yer alan plexusların ganglionlarında yani prevertebral ganglionlarda ve bir kısmı da adrenal medullada yer alan postganglionik hücrelerde sinaps yaparlar. Medulla hücreleri farklılaşmış sempatik nöronlar olarak kabul edilebilir ve uyarılmaları sonucu kana epinefrin ve norepinefrin salgılanmasından sorumludur. Postganglionik liflerin tümü miyelin kılıf içermediği için gri renkte olup ramus communicans grisea olarak adlandırılırlar. Postganglionik sinir lifleri spinal sinirlere katılarak hedef organa ulaşırlar. ^{1,2,3}

Truncus Sympathicus

Truncus sympathicus, omurganın her iki yanında yer alan, kafa tabanından coccyx'in alt ucuna kadar uzanan birbiriyle bağlantılı ganglionlardan oluşan sinir sistemine ait yapıya verilen isimdir. Vücudun sağ ve sol tarafında 22-23 adet gangliondan oluşur ve bu ganglionlara paravertebral ganglionlar denir. Embriyolojik gelişimin ilerleyen dönemlerinde bazı ganglionlar birbiriyle birleşir. Servikal segmentlere ait 3 adet ganglion bulunur; ganglion cervicale superius, ganglion cervicale medium ve ganglion cervicothoracicum(ganglion stellatum). Torakal segmentte 11-12 adet, lumbal segmentlere ait 4 adet, sakral segmentlere ait 4-5 adet sempatik ganglion bulunur. Truncus sympathicus, coccyx'in önünde ve orta hatta yer alan ganglion impar'da birleşerek sonlanır. ^{1,2,3}

Parasempatik Sinir Sistemi

Parasempatik sinir sistemi, otonom sinir sisteminin kraniosakral bölümünü oluşturur. Parasempatik sinir sisteminde bulunan presinaptik nöronlar beyin sapında ve medulla spinalis'in S2-S4 segmentleri arasında yerleşir.

Parasempatik sinir sisteminin kranial bölümü, n. oculomotorius'un nuclei viscerales'i (Edinger- Westphal / nuclei accessorii nervi oculomotorii), n. facialis'in nucleus salivatorius superior'u, n. glossopharyngeus'un nucleus salivatorius inferior'u ve n. vagus'un nucleus dorsalis nervi vagi'si oluşturur. Bu nukleuslardan çıkan presinaptik parasempatik lifler kranial sinirler içerisinde seyredir. ^{1,2,3}

- Nuclei accessorii nervi oculomotorii'den çıkan presinaptik lifler ganglion ciliare'de yer alan postsinaptik nöronlarda sonlanır. Ganglion ciliare'den çıkan postsinaptik parasempatik sinir lifleri nn. ciliares breves'e katılarak m. spinchter pupillae ve m. ciliaris'e gider.
- Nucleus salivatorius superior'dan çıkan presinaptik lifler ganglion pterygopalatinum'da ve ganglion submandibulare'de yer alan postsinaptik nöronlarda sonlanır. Ganglion pterygopalatinum'dan çıkan postsinaptik parasempatik sinir lifleri glandula lacrimalis, burunda yer alan bezler ve küçük tükürük bezlerini inerve eder. Ganglion submandibulare'den çıkan postsinaptik parasempatik sinir lifleri glandula submandibularis ve glandula sublingualis'i inerve eder.
- Nucleus salivatorius inferior'dan çıkan presinaptik lifler ganglion oticum'da yer alan postsinaptik nöronlarda sonlanır. Ganglion oticum'dan başlayan postsinaptik sinir lifleri glandula parotidea'nın, parasempatik inervasyonunu sağlar.

- Nucleus dorsalis nervi vagi'den başlayan presinaptik parasempatik lifler, göğüs boşluğu ve karın boşluğunda yer alan plexuslara katılır ve hedef organların duvarında yer alan ganglionlarda sonlanır. ^{4,5}

Parasempatik ganglionlar organ duvarına yakın olarak yerleşir. Bu nedenle postsinaptik parasempatik lifler çok kısadır.

Parasempatik sinir sisteminin sakral bölümü:

Parasempatik sinir sisteminin sakral bölümü medulla spinalis'in sakral bölümünde, 2-4 segmentlerinde yer alan presinaptik nöronlardan başlar. Bu segmentlere ait olan spinal sinirlerin içinde seyredir ve daha sonra spinal sinirleri terk ederek nn. splanchnici pelvici adını alarak pelvis'te yer alan plexuslara katılır. N. vagus tarafından innerve edilmeyen karın içi organları ve pelviste yer alan organları innerve eder. Presinaptik parasempatik sinir liflerini taşıyan nn. splanchnici; hedef organların duvarlarındaki ganglionlarda veya hedef organa yakın yerleşmiş plexuslardaki ganglionlarda postsinaptik nöronlarla sinaps yapar. ^{1,2,3}

Plexus Viscerales

Büyük otonom sinir plexusları, sempatik ve parasempatik efferent sinir liflerini, ilişkili ganglionları ve visseral afferent lifleri içeren büyük sinir ağlarıdır. Bu plexuslar baş ve boyun, toraks, karın ve pelvis bölgelerinde bulunur ve plexusların dalları iç organları innerve eder. ^{1,2}

- Pars Craniocervicalis: Plexus caroticus communis, plexus caroticus internus ve plexus caroticus externus, a. carotis ve dalları etrafında yerleşmiş sinir ağı. Plexus cavernosus, a.carotis interna etrafında seyreden ve sinus cavernosus'ta yer alan sinir ağı. Plexus vertebralis, a. vertebralis etrafında yer alan sinir ağıdır.
- Pars Thoracica: Göğüs boşluğunda bulunan sinir ağlarıdır. Plexus aorticus thoracicus, aorta thoracica etrafında bulunan otonom sinir ağıdır. Plexus cardiacus, plexus oesophagealis, plexus pulmonalis burada bulunan diğer otonom sinir ağlarıdır.
- Pars Abdominalis: Karın boşluğunda bulunan otonom sinir ağlarıdır. Plexus aorticus abdominalis, truncus coeliacus ile aorta bifurkasyonu arasında, aorta abdominalis etrafında yer alan sinir ağıdır. Plexus coeliacus, otonom plexusların en büyüğüdür ve cerebrum abdominalis (karnın beyni) olarak adlandırılır. Plexus coeliacus'tan kaynaklanan sekonder plexuslar vardır. Bunlar; plexus hepaticus, plexus splenicus, plexus gastrici, plexus pancreaticus, plexus suprarenalis ve plexus testicularis'tir.
- Plexus mesenterica superior, plexus renalis, plexus uretericus, plexus ovaricus, plexus mesenterica inferior, plexus rectalis superior, plexus entericus ve plexus iliaca karın boşluğunda bulunan diğer plexuslardır.
- Pars Pelvica: Pelvis boşluğunda buluna otonom sinir ağları; plexus hypogastricus superior, plexus hypogastricus inferior, plexus rectalis medius, plexus rectalis inferior, plexus uterovaginalis, plexus prostaticus, plexus deferentialis ve plexus vesicalis'tir. ^{1,2,4,5}

Enterik Sinir Sistemi

Sindirim kanalını oluşturan organların, pancreas ve safra kesesinin inervasyonunu sağlayan otonom sinir sistemi

bölümüdür. Enterik sinir sistemi merkezi sinir sisteminden bağımsız bir şekilde çalışabilir. Merkezi sinir sistemi ile olan bağlantıları kesildiğinde kendi başına sindirim sistemindeki bezlerin sekresyonunu, peristaltik hareketleri ve kan akımını düzenleyebilir. Enterik sinir sistemine ait nöronlar; sindirim kanallarının duvarında yer alan intrinsik pleksusların içerisinde yer alan ganglionlarda bulunur. İntrinsik pleksusları birbiriyle bağlantılı olan plexus myentericus(Auerbach pleksusu) ve plexus submucosus(Meissner pleksusu) oluşturur. Auerbach pleksusu organ duvarında yer alan longitudinal ve sirküler kas tabakaları arasında, Meissner pleksusu ise sindirim organının sirküler kas tabakası ile muscularis mucosae tabakası arasında bulunur. ^(4,5)

Çıkar Çatışması: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Declaration of Interests: The author declares that he has no competing interest.

Kaynaklar

1. Taner D. ve ark. *Fonksiyonel nöroanatomî*. Ankara: MetuPress; 1998.
2. Snell R.S, *Clinical neuroanatomy*. 7th edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
3. Ozan H. *Premium ozan anatomî* 3.baskı. Ankara: Klinisyen Tıp Kitabevleri; 2014
4. Moore KL, Persaud TVN. *The developing human: clinically oriented embryology*. 6th. Philadelphia: WB Saunders; 1998.
5. Standring S. (Ed.). *Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice*. 41st ed. Amsterdam: Elsevier; 2016

