

NÖROANATOMİ

Prof. Dr. Reha Erzurumlu
Prof. Dr. Gülgün Şengül
Prof. Dr. Emel Ulupınar

GÜNCELLENMİŞ
2.
BASKI



GÜNEŞ TIP
KİTABEVLERİ

NÖROANATOMI

NÖROANATOMİ

Prof. Dr. Reha Erzurumlu

*University of Maryland, School of Medicine
Department of Anatomy and Neurobiology
Baltimore, A.B.D.*

Prof. Dr. Gülgün Şengül

*Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı
SBE Sinirbilim Anabilim Dalı
Bornova, İzmir*

Prof. Dr. Emel Ulupınar

*Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı
SBE Disiplinlerarası Sinirbilimleri Anabilim Dalı
Eskişehir*

Medikal İllüstrasyonlar

*Reha Erzurumlu
Emel Ulupınar
Elif Ceren Çümen*



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

NÖROANATOMİ

Copyright © 2023

Bu Kitabın her türlü yayın hakkı **Güneş Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.**'ne aittir.
Yazılı olarak izin alınmadan ve kaynak gösterilmeden kısmen veya tamamen kopya edilemez;
fotokopi, teksir, baskı ve diğer yollarla çoğaltılamaz.

ISBN: 978-975-277-933-4

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni: Murat Yılmaz
Genel Yayın Yönetmeni Yardımcısı: Polat Yılmaz
Yayın Danışmanı ve Tıbbi Koordinatör: Dr. Ufuk Akçıl
Yayına Hazırlama: Güneş Dizgi-Grafik Tasarım Birimi
Baskı: Ayrıntı Basım Yayın ve Matbaacılık Hiz. San. Tic. A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20 Kahramankazan / Ankara
Telefon: 0312 802 00 53-54
Sertifika No: 49599

UYARI

Medikal bilgiler sürekli değişmekte ve yenilenmektedir. Standart güvenlik uygulamaları dikkate alınmalı, yeni araştırmalar ve klinik tecrübeler ışığında tedavilerde ve ilaç uygulamalarındaki değişikliklerin gerekli olabileceği bilinmelidir. Okuyuculara ilaçlar hakkında üretici firma tarafından sağlanan ilaca ait en son ürün bilgilerini, dozaj ve uygulama şekillerini ve kontrendikasyonları kontrol etmeleri tavsiye edilir. Her hasta için en iyi tedavi şeklini ve en doğru ilaçları ve dozlarını belirlemek uygulamayı yapan hekimin sorumluluğundadır. Yayıncı ve editörler bu yayından dolayı meydana gelebilecek hastaya ve ekipmanlara ait herhangi bir zarar veya hasardan sorumlu değildir.

GENEL DAĞITIM GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnan Sokak No: 3
06410 Sıhhiye / Ankara
Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92
Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak
No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul
Tel: (0212) 356 87 43
Faks: (0212) 356 87 44

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak
No: 4 / A Kadıköy / İstanbul
Tel: (0216) 546 03 47

www.guneskitabevi.com
info@guneskitabevi.com



YAZARLAR HAKKINDA



Profesör Reha ERZURUMLU

1972 yılında Ankara Üniversitesi DTCF Felsefe Bölümünden mezun olmuştur. 1975 yılında Fulbright bursu ile Washington University (St Louis, MO, A.B.D.), Fizyolojik Psikolojide Master ve M.E.B. bursu ile 1981'de University of California, Irvine'da Biyolojik Bilimlerde PhD derecelerini almıştır. 1981-1985 yılları arasında Cumhuriyet Üniversitesi Biyoloji Bölümü ve Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı'nda yardımcı doçent olarak çalışmıştır. 1985-1990 yılları arasında Brown Üniversitesi (Providence, RI, A.B.D), Neuroscience Center ve Massachusetts Institute of Technology (Cambridge, MA, A.B.D.) Brain and Cognitive Sciences Bölümünde Postdoctoral Associate ve 1990-1994 yılları arasında yine M.I.T'de Research Scientist olarak çalışmıştır. 1994-2005 yılları arasında Louisiana State University Health Sciences Center'da Hücre Biyolojisi ve Anatomi Bölümünde profesör olan Dr. Erzurumlu,

2005 yılından beri Maryland Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Anatomi ve Nörobiyoloji profesörü olarak görev almaktadır. Gelişimsel nörobiyoloji, duysal sistemler ve talamokortikal plastisite, nörogelişimsel bozukluklar konularında çalışan Dr. Erzurumlu'nun yüzden fazla yayını ve editörlüğünü yaptığı kitapları bulunmaktadır. Araştırmaları 25 yıldan beri National Institutes of Health tarafından desteklenmektedir.



Profesör Gülgün ŞENGÜL

1990 yılında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun olmuş, 1995 yılında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda Tıpta Uzmanlık eğitimini tamamlamıştır. Karolinska Enstitüsü Sinirbilim Bölümü'nde 1997 ve 1998 yıllarında araştırmalar yapmıştır. 2008 yılından bu yana Sydney'de Neuroscience Research Australia'da George Paxinos ve Charles Watson ile birlikte bilimsel çalışmalar yapmaktadır. Elsevier tarafından basılan The Spinal Cord (2009), Atlas of the Spinal Cord (2012) ve The Mammalian Spinal Cord (2022) kitaplarının yazarlarındandır. Ayrıca The Mouse Nervous System (Elsevier, 2012), The Human Nervous System (Elsevier, 2012) ve The Rat Nervous System (Elsevier, 2014), An Illustrated Terminologia Neuroanatomica (2018) kitaplarında bölüm yazarlıkları bulunmaktadır. Allen Institute for Brain Science (Seattle, Washington, A.B.D.) Mouse Spinal Cord ve Human Brain Atlas gen atlas projelerinde danışmanlık yapmıştır.

Halen Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Sinirbilim Anabilim Dalı öğretim üyesi, Türkiye Beyin Araştırmaları ve Sinirbilimleri Derneği (TÜBAS) Başkan Yardımcısı, Society for Neuroscience (SfN) Turkey Chapter Leader'ı, International Brain Research Organization (IBRO) Yönetim Kurulu üyesi ve uluslararası Anatomy dergisinin baş editörü olarak görev yapmaktadır.



Profesör Emel ULUPINAR

1992 yılında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun olmuştur. Pratisyen hekim olarak mecburi hizmetini tamamladıktan sonra, YÖK bursu ile Amerika Birleşik Devletleri'nde doktora eğitimine başlamış ve 1999 yılında Louisiana State University, Health Sciences Center'da doktora eğitimini tamamlayarak, "Hücre Biyolojisi ve Anatomi" alanında Bilim Doktoru (Ph.D) ünvanını almıştır. Bu tarihten itibaren Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak görev yapmaktadır. Gelişimsel nörobiyoloji ve sinirbilimleri alanında yapmış olduğu çalışmaları nedeniyle 2001 yılında Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA) Seçkin Genç Bilimci Ödülüne layık görülmüştür. İlk kez 2002 yılında Eskişehir'de düzenlenen Ulusal Sinirbilimleri Kongresi'nin sekreterlik görevini üstlendikten sonra, 2007 yılı itibarıyla bu kongrenin Bilimsel Danışma Kurulu'nda yer almaktadır. 2010 yılında

Amerika Birleşik Devletleri'nin Northwestern Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Departmanı'nda afiliye öğretim üyesi olan Dr. Ulupinar, halen 2012 yılında Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne bağlı olarak kurulan Disiplinlerarası Sinirbilimleri Anabilim Dalı'nda Başkanlık ve Türkiye Beyin Araştırmaları ve Sinirbilimleri Derneği'nde (TÜBAS) Genel Sekreterlik görevlerini sürdürmektedir. Evli, Selin ve Nehir adlarında iki kız çocuk annesidir.

ÖNSÖZ

İlk baskısı 2019 yılında yayınlanan *Nöroanatomi* kitabımızı yurt içinde ve yurt dışındaki tıp fakültelerinde verdiğimiz derslerde yıllar içinde edindiğimiz birikim ve deneyimlerimizden yola çıkarak, uzun soluklu ve yoğun bir hazırlık süreci sonrasında, bu alanda basılmış güncel kitap, atlas ve makalelerden yararlanarak büyük bir zevkle ve titizlikle hazırladık.

Bu kitabı hazırlarken hedefimiz nöroanatomik yapıları sadece makroskopik özellikleri ile değil, aynı zamanda klinikle ilişkileri, histolojik özellikleri, fonksiyonları ve zaman zaman da hastalıklarının patofizyolojik temelleri ile de tanımlayan bir kaynak oluşturmaktır. Bu nedenle kitabımızda, sinir sistemine ait anatomik bilgilere klasik bir sınıflama çerçevesinde yaklaşmak yerine, yapıların makroskopik ve mikroskopik özelliklerini embriyolojik gelişiminden başlayarak işlevleriyle birlikte kapsayan ve kliniğine de atıfta bulunan bütüncül bir yaklaşım izledik.

Bölgelere konunun önemli alt başlıklarına dikkat çeken bir bölüm özeti ile başladık; metinlerde yapıların önce makroskopik anatomisi, yerleşimi ve komşuluklarına, ardından beyin kesitleri üzerinden iç yapıları ve mikroskopik özelliklerine, son olarak da bağlantılı oldukları yapılar ve fonksiyonel özelliklerine yer verdik. Temel nöroanatomik bilgilerin öğrenilmesini kolaylaştırmak ve öğrenilen bilginin uzun süreyle akılda kalmasını sağlamak amacıyla tablolara ve şematik çizimlere ağırlık vererek, konuyla ilgili klinik bilgi kutuları hazırladık, ve yapılar mümkün olduğunca *Terminologia Anatomica*'yı temel alarak adlandırmaya özen gösterdik.

Kitabımıza basıldığı ilk günden itibaren gerek öğrencilerimiz gerekse meslektaşlarımız yoğun bir ilgi gösterdi ve çok sayıda olumlu geri bildirimlerde bulundular. Özellikle, mevcut nöroanatomi kitaplarından farklı şekilde, tümü bu kitap için özgün olarak hazırlanmış kadavra diseksiyonları, histolojik preparatlar, medikal illüstrasyonlar ve şematik çizimlerden oluşan zengin görsel materyal koleksiyonumuz okuyucular tarafından beğeniyle karşılandı. Kitabımızın ilk baskısının kısa zamanda tükenmesi hedeflerimize büyük ölçüde ulaştığımızı ve eserimizin nöroanatomi alanında camiamızdaki önemli bir boşluğu doldurduğunu gösterdi. Bu vesile ile kitabımız hakkında yapılan değerlendirmelerinize, bizlere daha fazla sorumluluk yükleyen övgü dolu yorumlarınıza ve takdirlerinize sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Kitabımızın ilk baskısından bu yana geçen zaman kısa zaman içinde sinirbilimleri alanında ve sinir sistemini ilgilendiren hastalıklar hakkında olağanüstü gelişmeler yaşanmaktadır. Özellikle yeni geliştirilen moleküler biyolojik teknikler, biyoinformatik araçlar ve görüntüleme teknolojileri sayesinde her geçen gün hastalıkların etiyopatogenezinde rol oynayan yeni hücresel mekanizmalar ortaya çıkarılmakta ve bunlara yönelik yeni bireysel tedavi yaklaşımları geliştirilmektedir. Böylesine dinamik ve baş döndürücü bir hızla ilerleme gösteren bir bilim alanında, daha kitabın yeni baskıya girdiği anda dahi güncelliğini yitirecek bilgilerin var olması kaçınılmazdır. Bununla birlikte, insan vücudundaki tüm sistemlerinin işleyişini doğrudan veya dolaylı yolla etkileyen bir sistem olması yönüyle, sinir sisteminin yapısal ve işlevsel özellikleri hakkında temel bilgilerin bütüncül bir yaklaşımla edinilmesi ve güncel gelişmelere paralel olarak yenilenmesi bir gerekliliktir.

Bu noktadan hareketle kitabımızın genişletilmiş bu ikinci baskısında, ilk baskıda gözümüzden kaçan hataları düzelterek, alandaki heyecan verici yeni gelişmeleri içeren güncellemelere yer vermeye çalıştık. Nöroanatomi kitabımızın son bölümünde yer alan kadavra beyin kesitleri ile korele edilen MR görüntülerini daha yüksek çözünürlüklü imajlar kullanarak yeniledik ve görüntüler arasındaki kesit kalınlığını azal-

tarak, her üç planda da daha fazla kesitsel görüntü kullandık. Böylece okuyucuların anatomik yapıları seri kesitler boyunca takip edebilmelerini ve yapısal özelliklerini düzlemsel yerine üç boyutlu olarak algılamalarını kolaylaştırmayı amaçladık.

Nöroanatomi kitabının bu ikinci baskısı, mevcut bilgilerimize göre, İngilizce'ye çevirilerek 2023 yılı içinde Elsevier Yayınevi tarafından *Human Neuroanatomy* adı altında basılarak tüm dünyada nöroanatomi eğitimi alan öğrencilere ulaştırılacak ilk tıp ders kitabı olacaktır. Bu bakımdan yoğun emeklerimizin daha geniş bir okuyucu kitlesine ulaşacak olması bize ayrı bir mutluluk ve heyecan vermektedir.

Kitabımızın yazım aşamasında bizlere her anlamda destek olan aile üyelerimize minnettarlığımızı bir kez daha ifade ederiz. Ayrıca, yazarların nezaretinde, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi öğrencisiyken kitabımızın kapak resmini ve bazı bölümlerindeki çizimleri gerçekleştiren Dr. Elif Ceren Çümen'e teşekkür ederiz. Bu kaynak eserin ikinci baskıya hazırlanmasında da, başından beri olduğu gibi, bizlerle aynı titizliği sergileyerek özverili bir şekilde çalışan Güneş Tıp Kitabevi ve özellikle dizgi departmanı çalışanlarına da teşekkürü bir borç biliriz.

Nöroanatomi kitabımızın sağlık alanında eğitim gören, tıp, diş, eczacılık ve sağlık bilimleri fakülteleri öğrencilerinin yanı sıra, anatomi, histoloji, fizyoloji, farmakoloji, nöroloji, pediatrik nöroloji, beyin cerrahisi, psikiyatri ve radyoloji gibi alanlardaki uzmanlık öğrencileri, sinirbilimleri alanındaki lisansüstü programlarda eğitim gören biyolog, moleküler biyolog, psikolog, veteriner ve farklı mühendislik alanlarından araştırmacılar için açık, akıcı ve özlü anlatımı ile güvenilir bir rehber, spesifik konuları sınırlı bir sürede kavramak ve kalıcı bilgilere sahip olmak için faydalı ve temel bir kaynak olduğu inancımızla, kitabımızı siz değerli okuyucularımızın dikkatine yüce önderimiz Gazi Mustafa Kemal ATATÜRK'ün şu sözleriyle sunarız:

“Dünyada her şey için, medeniyet için, hayat için muvaffakiyet için en hakiki mürşit ilimdir, fendir. İlim ve fennin haricinde mürşit aramak gaflettir, cehalettir, dalalettir”

Reha ERZURUMLU

Gülgün ŞENGÜL

Emel ULUPINAR

Görüş ve önerileriniz için:

rerzurumlu@som.umaryland.edu • gulgun.sengul@ege.edu.tr • eulupi@ogu.edu.tr

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1: SİNİR SİSTEMİNİN GELİŞİMİ

1. Gastrulasyon, nörülasyon 14
2. Nöral tüp ve MSS'nin bölgesel farklılaşması . . 16
3. Beynin oluşumu 18
4. Akson güdümü 19
5. Nöron göçü 21

Bölüm 2: SİNİR SİSTEMİNİN GENEL ORGANİZASYONU

1. Genel bilgiler 23
2. Beynin yüzeysel anatomisi 25

Bölüm 3: NÖROHİSTOLOJİ

1. Beyaz cevher ve gri cevher 32
2. Nöronların temel yapıları ve özellikleri 34
3. Aksonal taşıyım 39
4. Nöron sınıflamaları 40
5. Glia hücreleri 41

Bölüm 4: TELENCEPHALON

1. Brodmann alanları 47
2. Frontal lob 49
3. Parietal lob 51
4. Oksipital lob 53
5. Temporal lob 54
6. Insula 56
7. Cortex cerebri'deki hücre tipleri ve histolojik yapı 57
8. Beyin hemisferlerinin beyaz cevheri 62
9. Kortikal assosiasyon lifleri 62

Bölüm 5: DIENCEPHALON

1. Epithalamus 71
2. Thalamus 72
3. Hypothalamus 80
4. Subthalamus 87

Bölüm 6: BAZAL GANGLİONLAR

1. Sınıflandırma 89
2. Nucleus caudatus 91
3. Nucleus lentiformis 91
4. Substantia nigra 93
5. Nucleus subthalamicus 94
6. Corpus striatum'un afferent ve efferent bağlantıları 95
7. Bazal ganglionların motor devresinin iç organizasyonu 99

Bölüm 7: LİMBİK SİSTEM

1. Limbik sistemi oluşturan yapılar ve işlevleri 104
2. Hippocampus 104
3. Area septalis 116
4. Amygdala 118
5. Prefrontal korteks 121
6. Gyrus cinguli anterior 122
7. Mezokortikolimbik sistem 123
8. Genişletilmiş Papez döngüsü 124

Bölüm 8: BEYİN SAPI

1. Mesencephalon	127
2. Mesencephalon'da bulunan yollar	134
3. Pons	135
4. Fossa rhomboidea	135
5. Bulbus (Medulla oblongata)	140
6. Pons ve bulbus'da bulunan yollar	146
7. Formatio reticularis	147

Bölüm 9: BEYİN DAMARLARI ve ZARLARI

1. Beyin ve omuriliği besleyen arterler	152
2. Beynin venleri	168
3. Dura sinusları	170
4. Merkezi sinir sistemi yapılarını çevreleyen oluşumlar	174
5. Meninksler	174
6. Beyin ventrikülleri	177
7. Beyin omurilik sıvısı (Liquor cerebrospinalis)	180
8. Kan-beyin bariyeri	183
9. Sirkumventriküler organlar	184

Bölüm 10: CEREBELLUM

1. Makroskopik anatomi	186
2. Pedunculus cerebellaris	190
3. Cerebellum'un işlevsel bölümleri	191
4. Cortex cerebelli'deki hücre tipleri	194
5. Serebellar mikrodevre	195
6. Cerebellum'un kan dolaşımı	196

Bölüm 11: OMURİLİK

1. Omuriliğin makroskopik anatomisi	199
2. Omuriliğin mikroskopik anatomisi	199
3. Omuriliğe gelen primer afferent lifler	204
4. Rexed lamina'ları	205
5. Omurilik nükleusları	209
6. Omuriliğin kan dolaşımı	211

Bölüm 12: OMURİLİĞİN ÇIKAN VE İNEN YOLLARI

1. Propriospinal yollar	213
2. Funiculus dorsalis yolları (Dorsal kolon-lemniscus medialis yolu)	214
3. Funiculus anterolateralis yolları	216
4. Omurilikten cerebellum'a giden (spinoserebellar) yollar	219
5. Diğer çıkan yollar	221
6. İnen yollar	221
7. Fleksor ve ekstensor yollar	228

Bölüm 13: KRANİAL SİNİRLER

1. N. olfactorius (KS I)	236
2. N. opticus (KS II)	236
3. N. oculomotorius (KS III)	239
4. N. trochlearis (KS IV)	239
5. N. trigeminus (KS V)	241
6. N. abducens (KS VI)	248
7. N. facialis (KS VII)	249
8. N. vestibulocochlearis (KS VIII)	250
9. N. glossopharyngeus (KS IX)	250
10. N. vagus (KS X)	253
11. N. accessorius (KS XI)	258
12. N. hypoglossus (KS XII)	259

Bölüm 14: SPİNAL SİNİRLER

1. Spinal ganglionlar	263
2. Spinal sinirlerin arka dalları	265
3. Spinal sinirlerin ön dalları	266
4. Plexus cervicalis	266
5. Plexus brachialis	269
6. Plexus lumbalis	275
7. Plexus sacralis	278
8. Plexus coccygeus	286
9. Dermatomlar	286
10. Myotomlar	287

Bölüm 15: OTONOM SİNİR SİSTEMİ

1. Sempatik sinir sistemi 293
2. Pars cephalica trunci sympathici 294
3. Pars cervicalis trunci sympathici 296
4. Pars thoracica trunci sympathici 297
5. Pars lumbalis trunci sympathici 298
6. Pars pelvica trunci sympathici 298
7. Parasempatik sinir sistemi 300
8. Pars cranialis systema parasympathici 300
9. Pars sacralis (caudalis) systema parasympathici 302
10. Otonom sinir sisteminin afferent bölümü ... 303
11. Otonom sinir sistemi işlevlerinin yüksek merkezlerden kontrolü 304
12. Enterik sinir sistemi 306
13. Beyin-bağırsak eksenini 308

Bölüm 16: GÖRME SİSTEMİ

1. Bulbus oculi 310
2. Göz küresinin tabakaları 310
3. Gözde ışığı kıran yapılar 315
4. Nöral retina'daki hücre tipleri ve işlevleri ... 316
5. Görme yolları 322
6. Gözün yardımcı oluşumlarının anatomisi ... 327
7. Göz kasları 331

Bölüm 17: İŞİTME VE DENGİ SİSTEMLERİ

1. İşitme sistemi 336
2. Dış kulak 337
3. Orta kulak 338
4. İç kulak 338
5. Merkezi işitme duyusu sistemi 343
6. Vestibüler sistem 347

7. Merkezi vestibüler duyu sistemi 351
8. Sekonder vestibüler bağlantılar 351
9. Nistagmus 352

Bölüm 18: KİMYASAL DUYU SİSTEMLERİ

1. Koku organı (Organum olfactorium) 357
2. Merkezi koku yolları 359
3. Tat organı (Organum gustus) 363
4. Merkezi tat yolları 365

Bölüm 19: SOMATİK DUYU SİSTEMİ

1. Duyusal reseptörler ve reseptif alan 369
2. Reseptörlerde uyarılma ve uyum mekanizmaları 369
3. Duyusal reseptörlerin yapısal özellikleri 370
4. Spinal ganglionlar, primer duyu nöronları ve afferent sinir lifleri 373
5. Omurilikte somatik afferent yollar 374
6. Trigeminal sistem 378
7. Primer ve sekonder somatik duyu korteksi 382
8. Ağrı 384

Bölüm 20: BEYİN ATLASI

1. Transvers kesitler (Planum horizontale) 389
2. Koronal kesitler (Planum frontale) 417
3. Sagittal kesitler (Planum sagittale) 451

KAYNAKLAR

1. Kaynaklar 475

İNDEKS

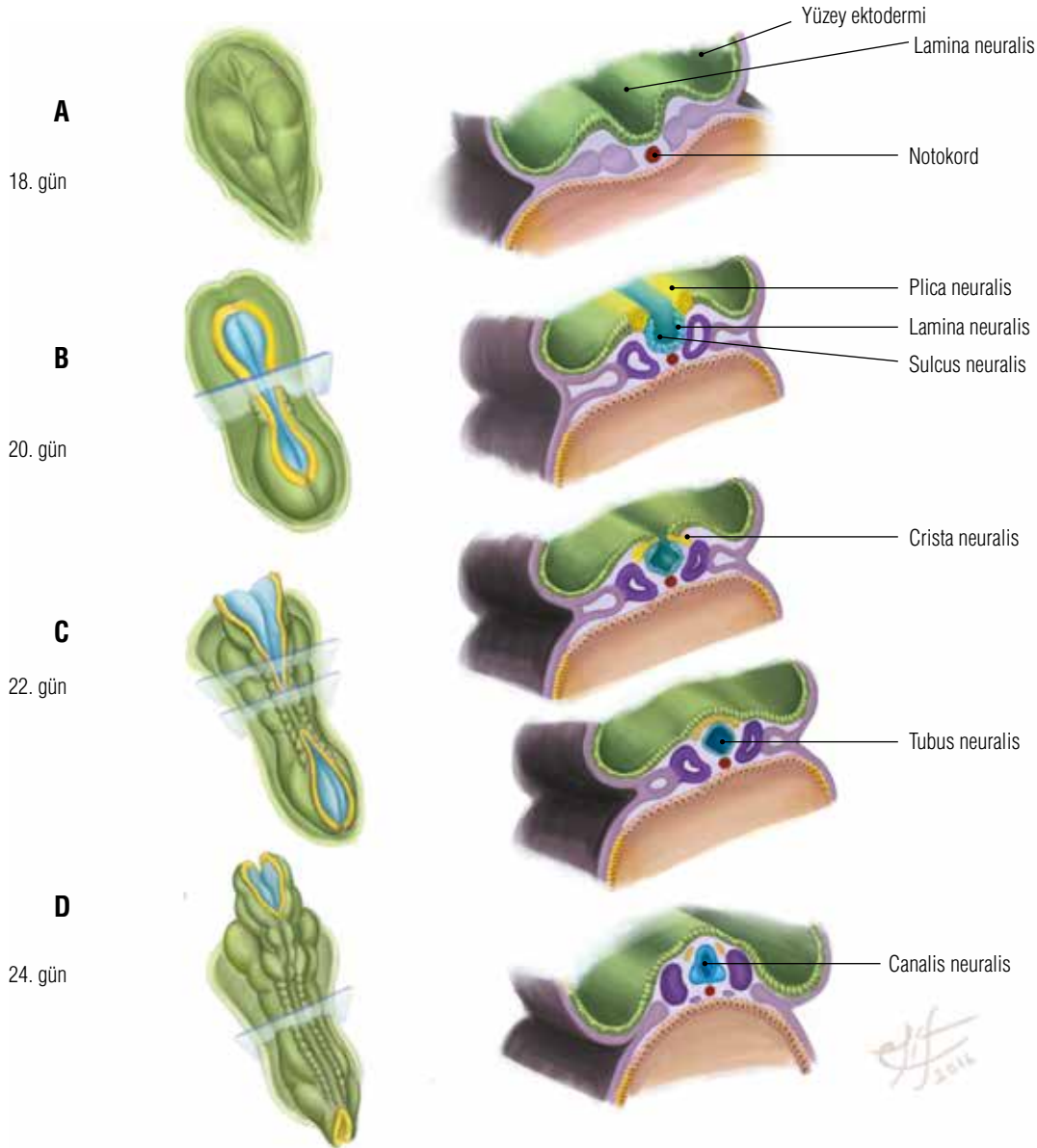
1. İndeks 477

çerek, orta hat boyunca embriyonun baş kısmına doğru ilerledikleri görülür. Başlangıçta prenotokordal hücreler endoderm hücreleriyle iç içedir; hücreler çoğaldıkça, endoderm hücrelerinden ayrılıp yoğun bir kordon oluştururlar. Oluşan notokord sinir sisteminin kilit organizasyon merkezidir.

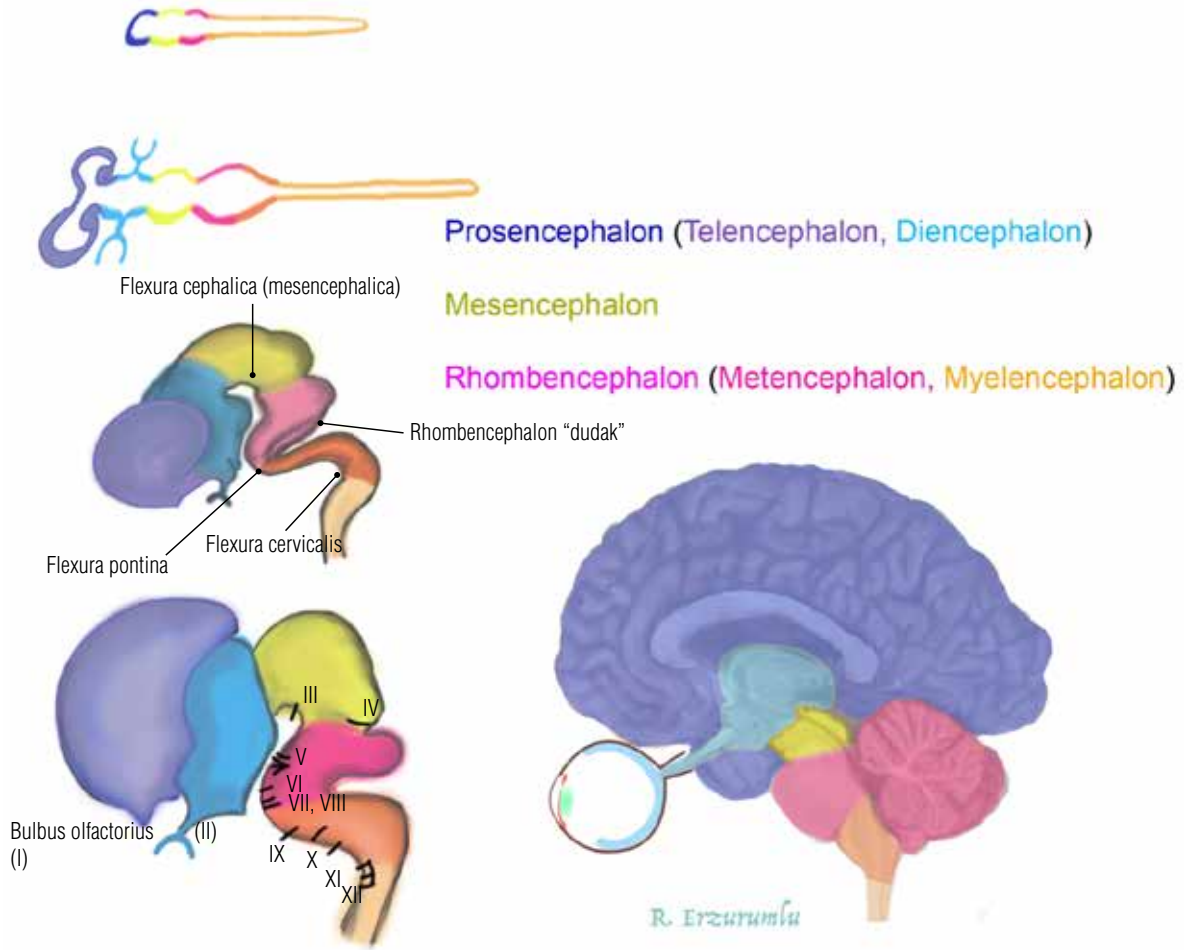
Embriyonun transvers kesitinde ise, notokord ektoderm altında tam ortada yer alır (Şekil 1.1C). Notokord moleküler sinyaller salgılayarak, üzerindeki ektoderm sinir sistemi olarak gelişmesini sağlar. Moleküler sinyaller ektoderm bir kısmının nöral öncü hücreler olarak farklılaşmasına yol açar. Nöral öncü hücreler çoğalarak ektodermde terlik biçiminde bir nöral plak (lamina neuralis) oluşturur. Nöral plak ilk olarak embriyonun kranial ucunda oluşur ve kaudale doğru ilerler. Üçüncü haftada, nöral plak merkez eksen boyunca içe doğru çökerek ve yanlardan yukarı doğru katlantılar (plica neuralis) yaparak nöral oluğu (sulcus

neuralis) meydana getirir. Nöral oluğun tam alt orta hattında (median) ve her iki yanında (dorsolateral) katlantı noktaları gelişir. Dorsolateral katlantılar birbirlerine yaklaşıp kaynaşarak nöral tüpü (tubus neuralis) oluşturur.

Nöral tüpü oluşturan dorsal katlantıların kaynaşması ve tüpün kapanması yaklaşık embriyonik üçüncü haftada, dördüncü somit hizasında başlar ve fermuar gibi kapanarak kranial ve kaudal yönlerde devam eder. Kapanmayan kranial ve kaudal uçlar anterior nöropor (neuroporus anterior) ve posterior nöropor (neuroporus posterior) adını alır ve nöral tüpün tamamıyla kapanmasına kadar amniyon boşluğuyla bağlantısı sürer. İnsan embriyosunda kranial nöropor 23-26. gün, kaudal nöropor ise yaklaşık 28. günde kapanır. Kaudal nöroporun kapanmaması spina bifida, kranial nöroporun kapanmaması anensefaliye yol açar. Anensefali



Şekil 1.2 • Nöral tüp oluşumu.



Şekil 1.4 • Beyin vezikülleri ve onlardan farklılaşan yapılar.

Nöral tüpün sefalokaudal eksenini ve orta çizgisi olduğuna göre mediolateral ekseninde de farklılaşması gerekir. Bu eksenin oluşumunda notokord ve taban plağının salgıladığı SHH rol oynar. Medial kısımlar yüksek SHH, lateral kısımlar da düşük SHH konsantrasyonu ile belirlenir.

Orta çizgi SHH sinyalinde bir aksaklık olursa beyin sol ve sağ hemisferleri oluşmaz, bu duruma holoprosencephali adı verilir. Alobar holoprosencephali'de beyin hemisferleri ayrılmadığından lateral ventriküller oluşmaz, yerine tek bir ön ventrikül bulunur. Bu olgularda simetrik yüz hatları da bozuktur (tek delikli hortum burun veya siklops -tepe göz-oluşumu gibi).

Beynin Oluşumu

HOX genleri nöral tüpün ön kısmında üç özel bölge belirler. Nöral tüpün en ön kısmında prosencephalon, arkasında mesencephalon, omuriliğe yakın en arka bölümde de rhombencephalon yer alır (Şekil 1.4). Rhombencephalon da yine *HOX* genlerinin ifadesiyle rhombomer denilen

boğumlara ayrılır. Primer beyin veziküllerinin içi genişleyerek beyin ventriküllerini, nöroepiteli ise hızla çoğalarak ön, orta ve arka beyin kısımlarını oluşturur.

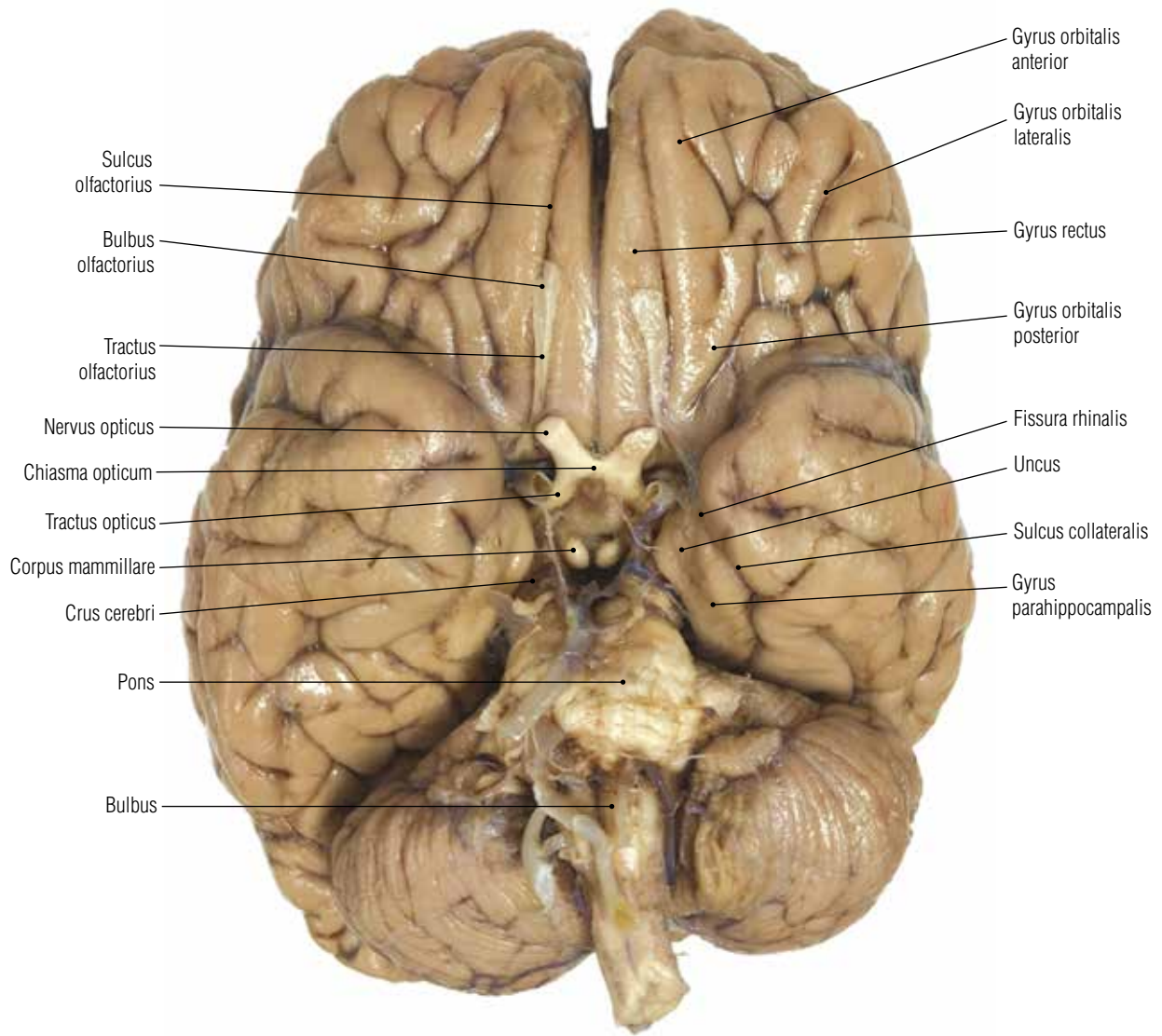
Primer beyin veziküllerinin oluşumuyla, başlangıçta uzun silindirik bir yapı olan nöral tüp bükülmeye başlar. Bu bükülmelerden ilki ventral yönde omurilik ile rhombencephalon arasında oluşan flexura cervicalis'dir, ardından da ortabeyin kısmında flexura cephalica (mesencephalica) oluşur. Bu iki flexura ile oluşan açılanma sonucunda nöral tüpün omurilik kısmında dorsal pozisyonda bulunan yapılar beyinde tepe pozisyonuna geçerler. Daha sonra pons seviyesinde oluşan flexura pontina nedeni ile beyin sapı primitif cerebellum oluşumunun altında kalır (Şekil 1.4).

Primer beyin veziküllerinin oluşumu ve kranial nöral tüpün bükülmelerinden sonra primer veziküller tekrar boğumlanarak sekonder vezikülleri oluştururlar. Prosencephalon telencephalon ve diencephalon olmak üzere iki yeni bölüme ayrılır (Şekil 1.4, Tablo 1.1). Telencephalon'dan serebral korteks, bazal ganglionlar, bulbus olfactorius ve hippocampus gelişir. Diencephalon'dan ise epithalamus, thalamus, hypothalamus, nörohipofiz, pineal bez ve retina gelişir. Mesencephalon bir değişiklik göstermez ve orta beyni oluşturur. Rhombencephalon'dan

ve sulcus'ların düzeni genel benzerlikler göstermekle birlikte her insanda, hatta bir beynin iki hemisferi arasında farklılıklar bulunur.

Her bir hemisferin dış yüzünde iki büyük sulcus, sulcus centralis (fissura centralis, Rolando) ve sulcus lateralis (fissura lateralis, Sylvii) bulunur (Şekil 2.3, Şekil 2.4). Sulcus centralis her hemisferin yaklaşık orta noktasında üst kenardan başlayıp öne ve aşağı, sulcus lateraliş'e kadar S şeklinde kıvrımlarla iner. Bu sulcus lobus frontalis ile lobus parietalis arasındaki sınırdır. Lobus parietalis önde sulcus centralis ve altta sulcus lateralis ile belirgin bir şekilde sınırlandırılmış olmakla birlikte, lateral yüzeydeki

arka sınırı belirgin değildir. Ancak medial yüzden görülen fissura parieto-occipitalis aracılığıyla lobus occipitalis'den ayrılır. Lobus temporalis, frontal ve parietal loblardan sulcus lateralis ile ayrılır, ancak oksipital lobla olan sınırı belirgin değildir. Sulcus parieto-occipitalis'den yüzeyde aşağıya incisura preoccipitalis adı verilen noktaya kadar çizilen hayali bir çizgi sınır kabul edilir. Sulcus lateralis'in derinliğinde archicortex'den neocortex'e geçiş bölgesi olarak bilinen bir laminasyon tipine sahip olan lobus insularis bulunur. Hemisferlerin en arkasında yer alan lobus occipitalis diğer loblara göre daha küçük bir alan kaplar.



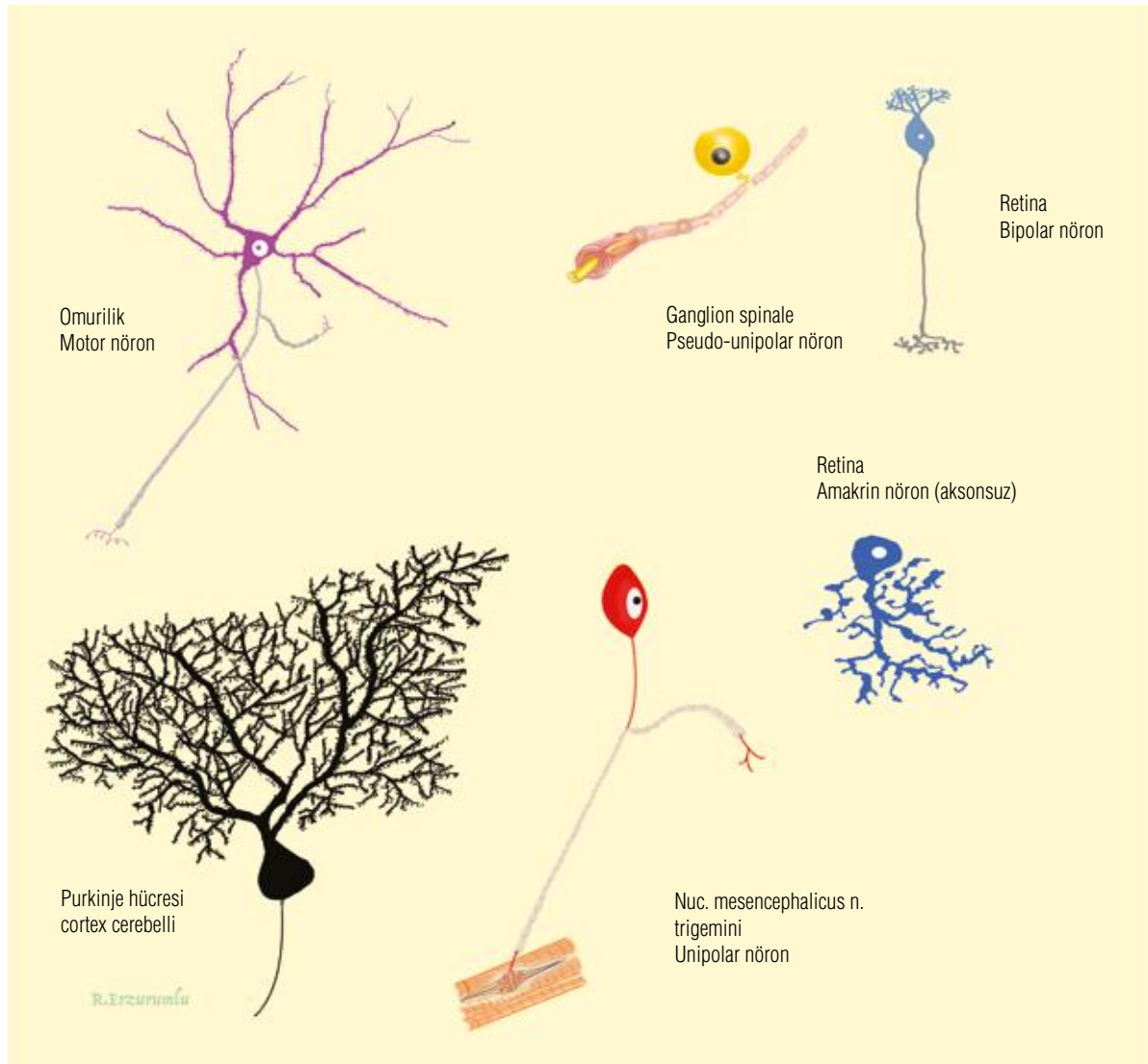
Şekil 2.5 • Beyin hemisferleri, ventral yüz.

proteinlerdir. Anterograd taşınımın hızlı ve yavaş olmak üzere iki tipi vardır. Hızlı taşınım günde 20-400 mm hızında, lipidler, glikoproteinler ve salgılanan maddeleri (örn. peptid nörotransmitterler) iletir; yavaş taşınım da günde 0.2-4 mm hızında, hücre iskeleti proteinleri, mikrofilamentler, veziküller, bazı organeller ve enzimleri iletir. Nöroanatomik araştırmalarda, aksonal taşınım anterograd ve retrograd işaretleyici molekülleri (örn. biotinli dekstran aminler, virüsler, toksinler) kullanılarak beyindeki bağlantıların incelenmesinde önemli yol alınmıştır.

NÖRON SINIFLAMALARI

Nöronlar biçimsel veya işlevsel farklılıklarına göre sınıflandırılırlar. Biçimsel açıdan multipolar (çok kutuplu), bipolar (çift kutuplu), unipolar (tek kutuplu), pseudo-

unipolar (yalancı tek kutuplu), dikenli veya dikensiz olarak sınıflandırılırlar (Şekil 3.9). Gövde veya uzantılarının şekillerine yapılan benzetmelere göre de biçimsel alt sınıflamalar bulunur; örneğin piramidal, yıldızsı (stellat), sorguçlu (tufted), mitral (piskopos tacı biçimli), granüler, amakrin (uzantısız), sepet, avize hücreleri gibi. MSS'de en yaygın olarak bulunan tip olan multipolar nöronların çok sayıda dendritik uzantıları ve tek bir aksonları vardır. Bipolar nöronların (bazen de sahte unipolar – pseudo-unipolar – nöronlar olarak adlandırılırlar) biri dendritik, diğeri aksonal iki uzantıları vardır veya her iki uzantı da akson yapı ve işlevine sahiptir. Birinci tipe örnek nöronlar retina ve bulbus olfactorius'da, ikinci tipe örnek nöronlar da ganglion spinale'de bulunur. Ganglion spinale'deki primer duyu nöronlarının gövdelerinden çıkan akson ikiye ayrılır; bir akson periferde bir duyu reseptörüne bağlanırken (veya



Şekil 3.9 • Nöron tipleri.

Kanca biçimindeki fasciculus uncinatus temporal lobun ön kısımları ile gyrus frontalis inferior arasında, ve orbitofrontal korteks ile hippocampus ve amygdala arasında bağlantı sağlar.

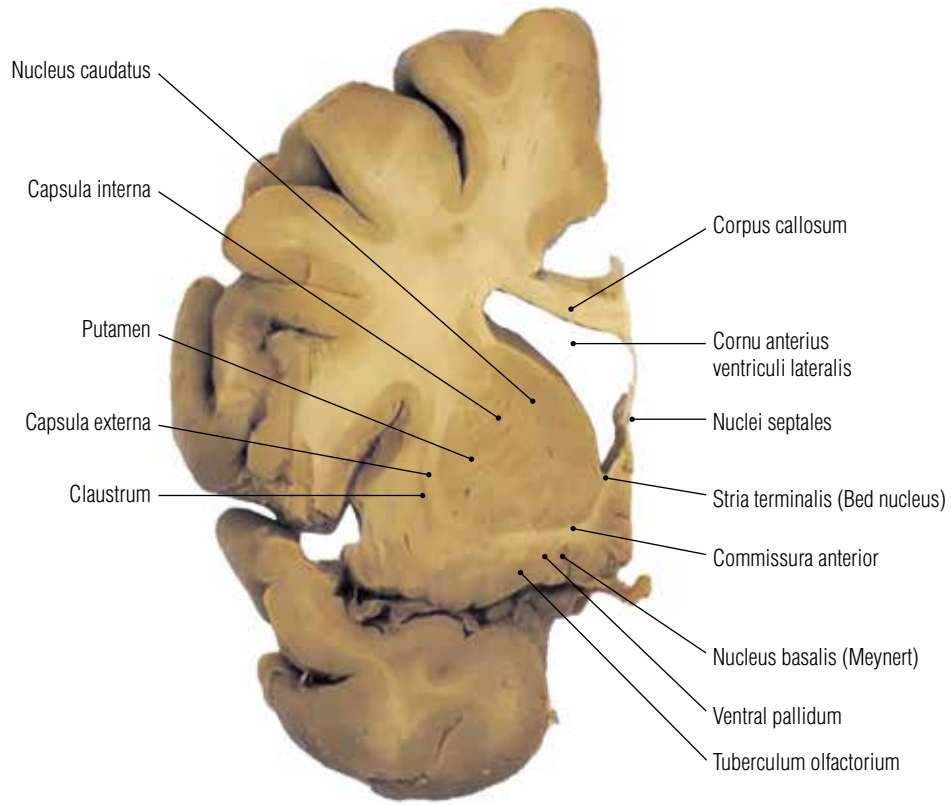
'C' harfi şeklindeki cingulum frontal lobdan temporal loba doğru corpus callosum'un üzerinde ve gyrus cinguli'nin içinde seyreder. Cingulum'un ana akson yolu, çoğunlukla cortex cinguli ile entorhinal cortex bağlantılarını taşır. Gyrus cinguli anterior ve posterior olmak üzere iki kısma ayrılır ve emosyonel duygulardan ağrı duyusuna kadar pek çok farklı işlevlere sahiptir.

Fasciculus longitudinalis superior hemisferlerin önüyle arkasını bağlayan bir yoldur. Bu yolda seyreden aksonlar, frontal, oksipital, parietal ve temporal lob gyrus'ları arası bağlantıları taşır. Üç alt yola ayrılır. Birincisi dorsal bir yol izler ve superior medial parietal korteksle frontal lobu birbirine bağlar. İkincisi, dorsolateral prefrontal korteksle kaudal ve alt parietal korteksi bağlar. Üçüncüsü ise, gyrus supramarginalis ile premotor ve prefrontal korteksi bağlar.

Fasciculus longitudinalis inferior temporal lob ile oksipital lob arasında bağlantı kurar ve ventriculus



Şekil 4.13C-D • C. Fasciculus longitudinalis inferior. **D.** Cingulum.
Klingler tekniği ile beyin fibril diseksiyonu, Prof. Dr. Uğur Türe'nin lütfü ile.

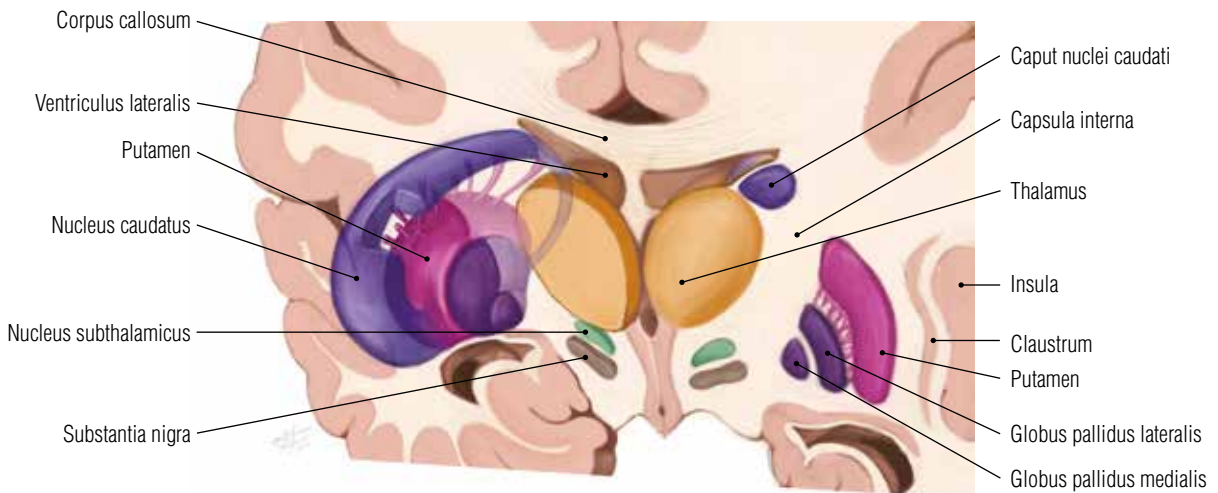


Şekil 6.2 • Commissura anterior seviyesinden geçen koronal kesitte neostriatum ve ventral striatum'u oluşturan yapılar.

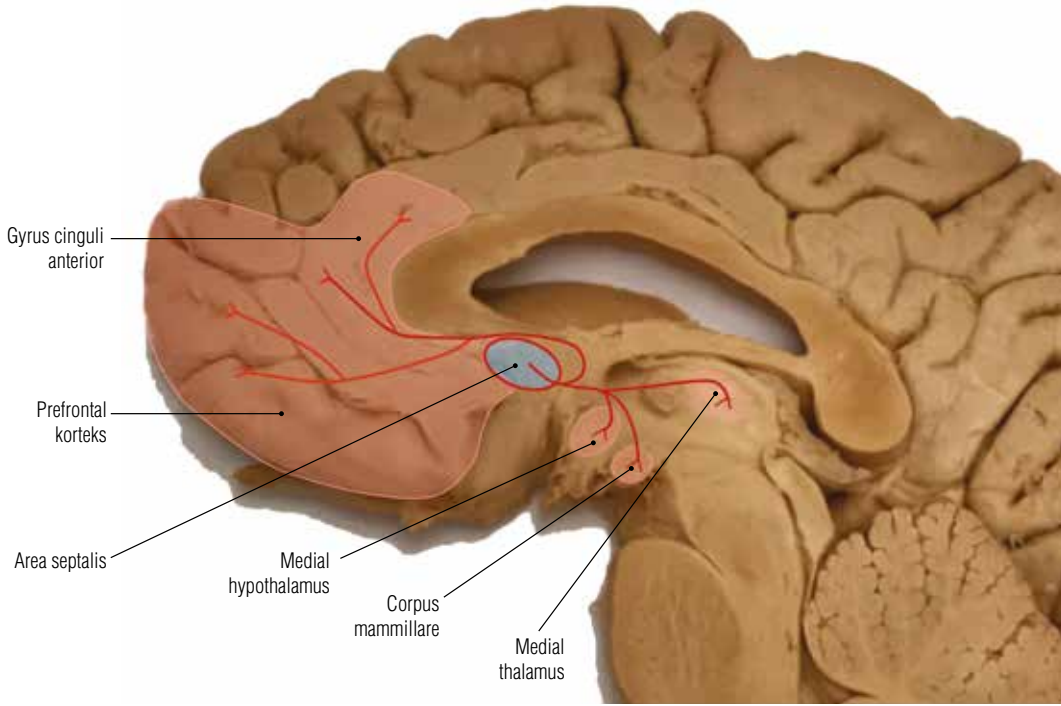
hemen dış tarafında yer alan putamen, lense benzer bir görünüme sahip oldukları için, bu gri cevher kitlesinin tamamına nucleus lentiformis adı verilir.

Striatum'un filogenetik açıdan gelişimini en son tamamlayan bölümü olan neostriatum nucleus caudatus ve putamen tarafından oluşturulur. Striatum terimi capsula

interna'nın miyelinli liflerinin bu iki gri cevher yapısı arasından geçerken oluşturduğu çizgili görünüm nedeniyle kullanılmaktadır (Şekil 6.3). Striatum'un en önde ve ventralde kalan ve nucleus caudatus'un caput bölümü ile putamen'in birbirleriyle devamlılık gösterdiği bölümü nucleus accumbens olarak adlandırılır. Ancak bu yapı, sahip



Şekil 6.3 • Bazal ganglionların lokalizasyonu (Sol hemisfer kesit yüzeyini göstermektedir).



Şekil 7.13 • Sagittal beyin kesitinde area septalis'in efferentleri.

Substantia Innominata

Substantia innominata striatum'un hemen altında nuclei septales seviyesinde yer alan bölgedir ve amygdala extenta'nın bir bölümü olarak da kabul edilmektedir. Medial sınırını area diagonalis ve area preoptica oluştururken lateralde prepiriform alandaki (area transitionis amygdalopiriformis) hücrelerle kaynaşacak şekilde uzanır. Ventral sınırını basis cranii oluşturur. Bu bölgede komşuluk yaptığı büyük çaplı hücrelerden oluşan bölgeye nucleus basalis (Meynert'in bazal çekirdeği) adı verilir. Bu hücrelerin en önemli özelliği serebral korteksteki ve limbik sistemdeki pek çok yapıya (amygdala ve hippocampus gibi) aksonal uzantılar göndermesidir. Bu hücreler kolinerjik olup Alzheimer hastalarında dejenerasyona uğradığı gösterilmiştir (Bknz. klinik kutu). Substantia innominata amygdala ile karşılıklı bağlantılara sahiptir ve aynı zamanda lateral hypothalamus'a lifler gönderdiği için bu iki yapı arasında bir röle işlevi de görmektedir.

Area Septalis'in Afferent ve Efferent Bağlantıları

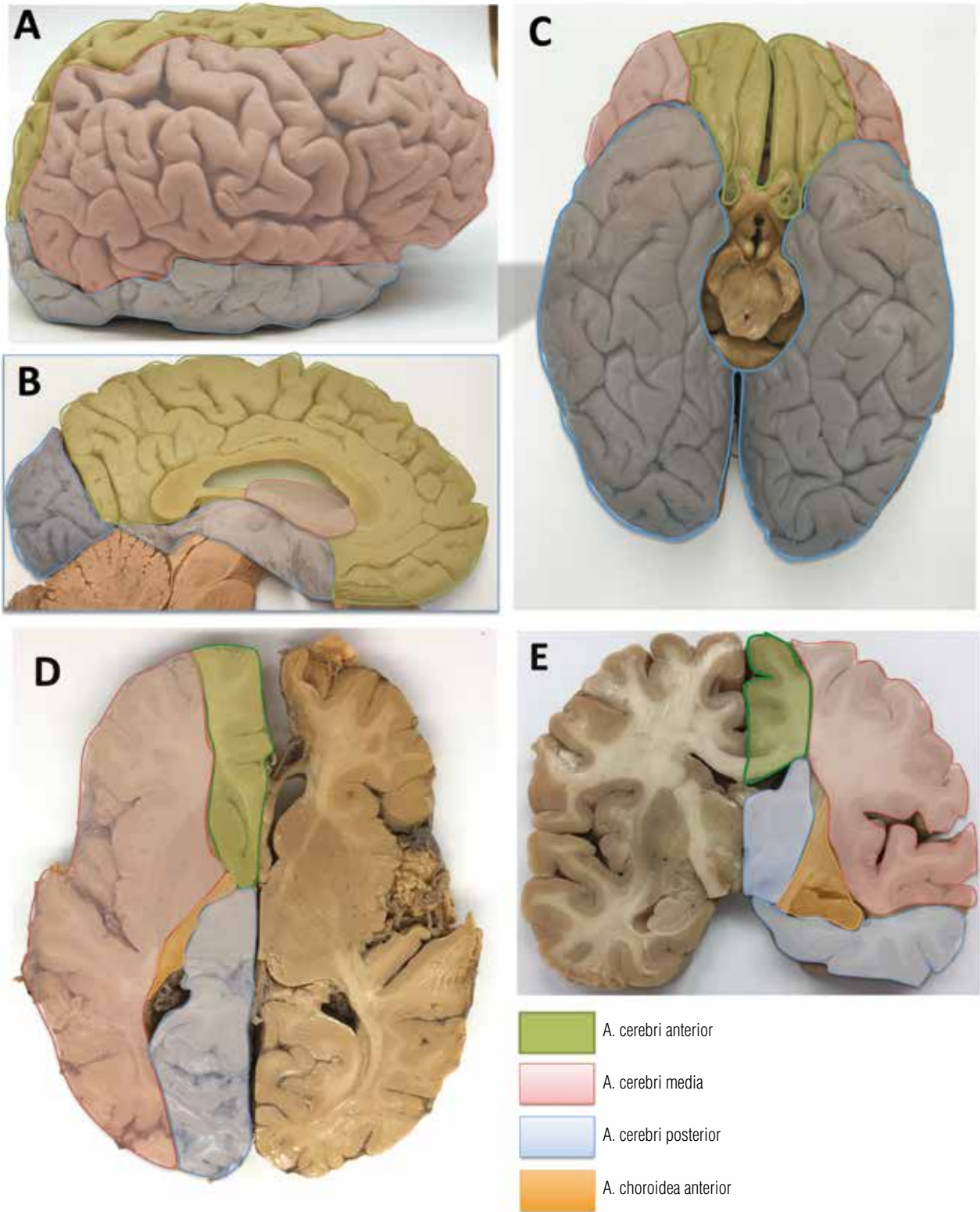
Area septalis stria olfactoria medialis aracılığıyla bulbus olfactorius'dan, fornix aracılığıyla formatio hippocampi'den, stria terminalis ve ventral amygdalofugal lifler aracılığıyla amygdala'dan, beyin sapındaki monoaminerjik sistemlerden ve lateral hypothalamus'dan lifler alır. Nuclei septales bu alanların bir çoğu ile çift yönlü bağlantılara sahiptir. Area septalis hippocampus ve hypothalamus arasında bir röle istasyonu olarak görev yapar. Bu nedenle hippocampus'dan gelen afferentler area septalis'de topografik bir organizasyon gösterir ve buradan da spesifik bölgelere dağılırlar (Şekil 7.13).

Area septalis'in primer efferent projeksiyonları hypothalamus'a uzanır. Özellikle nucleus septalis lateralis'den

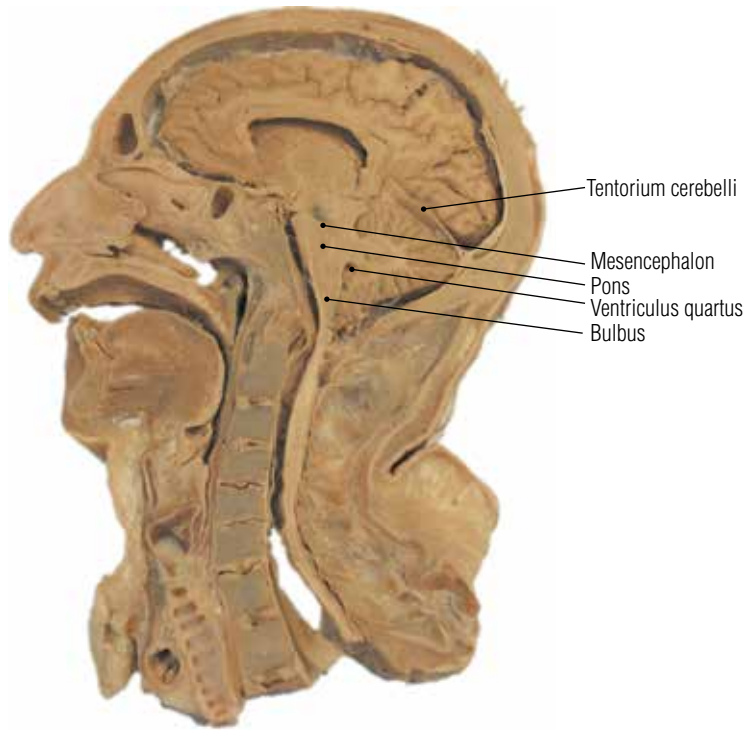
kaynaklanan lifler fasciculus medialis telencephali'nin (medial ön beyin demeti) inen bölümünün büyük bir kısmını oluşturur ve medial hypothalamus'da sonlanır. Fasciculus medialis telencephali aynı zamanda nuclei septales'e de dopaminerjik uyarı sağlar ve hypothalamus ile beyin sapının formatio reticularis'ini birbirine bağlar. Böylece beyin sapı ve omurilikteki visseral ve motor çekirdeklerle bağlantı kurulmasına aracılık eder.

Nucleus septalis lateralis'den afferentler alan bir diğer hücre grubu olan diagonal band çekirdeklerinin de hippocampus'a topografik projeksiyonları vardır. Buna göre, daha medial kısımlarda bulunan nöronlar hippocampus'un septal kısmına yakın bölgede sonlanırken, daha lateralde yer alan nöronlar hippocampus'un polus temporalise yakın kısımlarında (daha ventral ve anterior kısımlar) sonlanır (Şekil 7.11). Broca'nın diagonal bandının limbik sistemi oluşturan diğer yapılarla da yaygın sinaptik bağlantıları vardır. Bunlardan başlıcaları olfaktorik, prefrontal ve anterior gyrus cinguli korteksleri, amygdala, corpus mamilare, habenula ve nucleus medialis ve dorsalis thalami'dir. Bu nedenle septo-hippokampal aksın projeksiyon bölgeleri ve aktiviteleri benzerlik gösterir.

Nucleus accumbens'den kaynaklanan aksonlar ise substantia innominata aracılığıyla hypothalamus, amygdala ve kortikal alanlara yaygın aksonal uzantılar verir. Nucleus accumbens'in bir grup aksonu da ventral tegmentum'a uzanır. Ventral tegmentum, limbik sisteme (mezolimbik yol) ve neokortekse giden dopaminerjik liflerin önemli bir kaynağı olarak, özellikle bağımlılık ile ilgili süreçlerde ve limbik sistemdeki nöronal aktivitenin düzenlenmesinde önemli rol oynar (Şekil 7.14).



Şekil 9.3 • A. cerebri anterior, media ve posterior'un beyinde beslediği alanlar. Beyin hemisferlerinin dış yandan (**A**), iç yandan (**B**), alttan (**C**), horizontal (**D**) ve koronal kesitlerindeki (**E**) farklı arterlerin perfüzyon alanları.



Şekil 10.2 • Cerebellum'un yerleşimi.

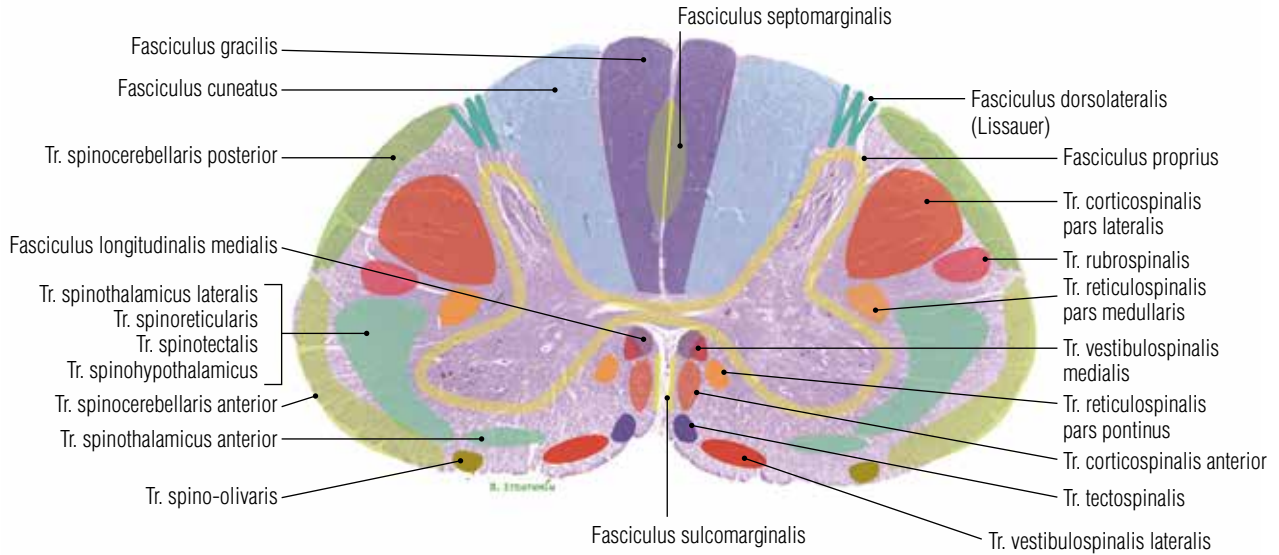


Şekil 10.3 • Cerebellum'un arka yüzden görünümü.

hemisferin en lateral kısmından diğer hemisferin en lateral kısmına kadar vermal zonu da içine alacak şekilde devamlılık gösterir (Şekil 10.6). Bununla birlikte serebellum'dan transvers planda alınan bir kesitte, paravermis ve serebellar hemisferlerde bulunan loblara verilen isimler ile vermis bölgesindeki loblara verilen isimler farklıdır (Şekil 10.7). Örneğin, nodulus lobulus flocculonodularis'in vermal bölümüne karşılık gelir ve flocculus ile devam eder. Tonsilla cerebelli ise, vermal bölgedeki uvula lobuna karşılık gelen

hemisfer bölümüdür. Her bir lobdaki vermis bölümü ile bununla devamlılık gösteren hemisfer bölümleri Şekil 10.6'da şematize edilmiştir.

Cerebellum'da aynı zamanda fissura'ların seyrine dik olarak uzanan üç adet longitudinal bölge bulunur. Bunlardan en medialde yer alan bölge vermiş, en lateralde yer alan bölge ise serebellar hemisferlere karşılık gelir. İkisinin arasındaki geçiş bölgesine paravermis adı verilir. Bu bölgeler arasındaki sınırlar morfolojik olmaktan çok, burada yerleşim



Şekil 12.1 • İnsanda C5 segmenti transvers kesitinde omuriliğin çıkan ve inen yolları.

detaylı olarak gösterilebilirken, insanda bölgesel omurilik lezyonlu (travma, inflamasyon, tümör, enfarkt gibi) hastalardan edinilen bilgilerle sınırlıdır.

Bilinç seviyesine çıkan yollarda 1. nöron (primer duyu nöronu) ganglion spinale içinde bulunur. Buradaki pseudo-unipolar nöronların aksonlarının merkezi uzantıları olan aksonlar omuriliğe radix posterior'lar yoluyla girer. Bir kısmı yaygın kollateraller ile spinal refleksler için intersegmental bağlantılar yaparken, bir kısmı omurilikte ipsilateral olarak uzanır, ve omurilik gri cevherindeki ya da bulbus'da nucleus gracilis ve nucleus cuneatus'daki 2. (sekonder duysal) nöronlarla sinaps yapar. 2. nöronların aksonları çaprazlaşarak karşı tarafa geçer ve thalamus'daki 3. (tersiyer duysal) nöronlarla sinaps yapar. 3. nöronların aksonları da ipsilateral serebral hemisferin parietal lobundaki somatosensoriyel kortekse giderler.

FUNICULUS DORSALIS YOLLARI (DORSAL KOLON-LEMNISCUS MEDIALIS YOLU)

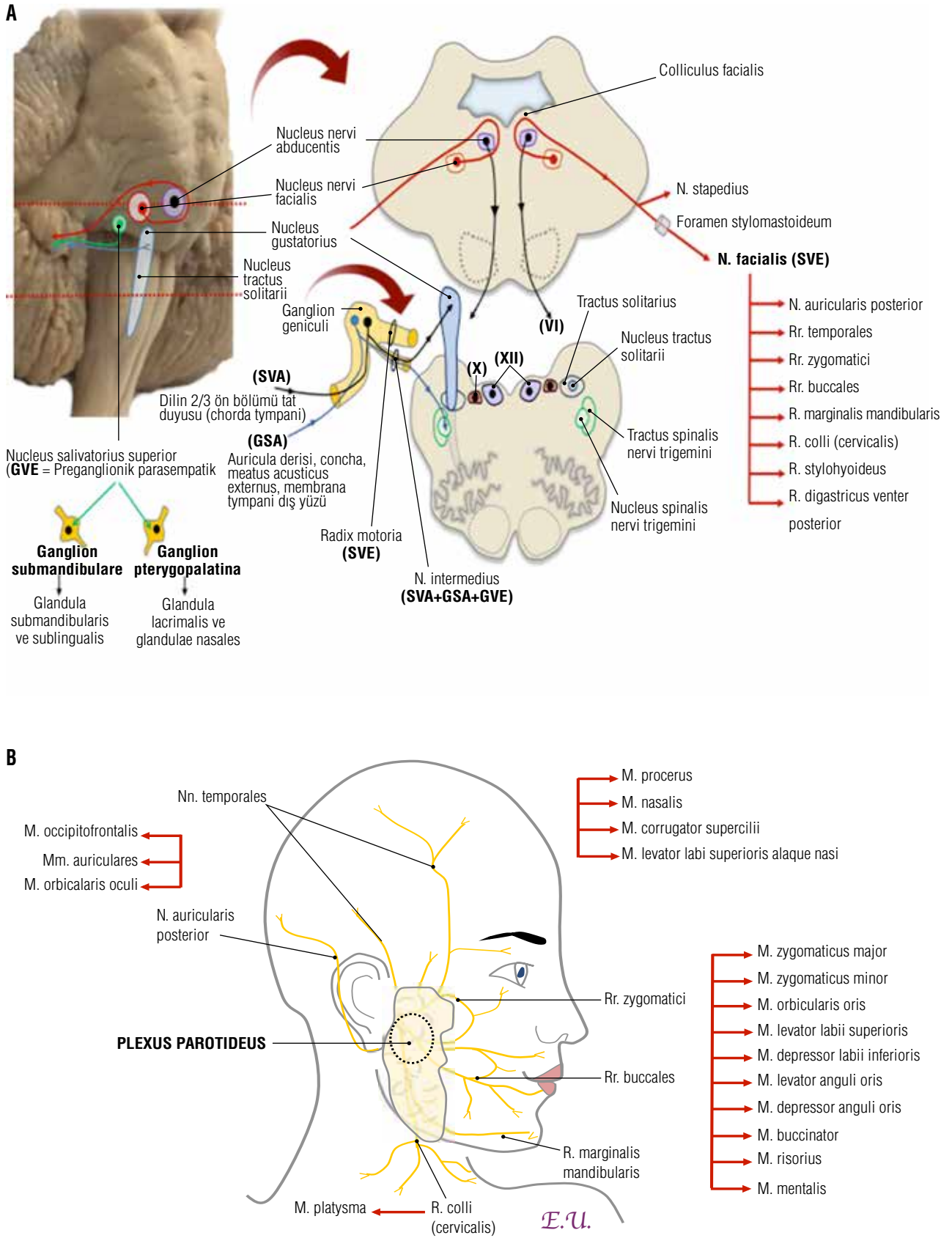
Funiculus dorsalis'de bulunan çıkan yollar dorsal kolon yolları olarak da bilinirler. Ganglion spinale nöronlarının merkezi uzantıları ve bazı omurilik gri cevher nöronlarının dorsal kolon nucleus'larına (nucleus gracilis ve nucleus cuneatus) giden uzun aksonlarından oluşur. Bunlar sırasıyla direkt dorsal kolon yollarını (fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus) ve postsinaptik (indirekt) dorsal kolon yollarını

oluştururlar. Ganglion spinale nöronlarının merkezi uzantılarının bir kısmı ise propriospinal yollar olarak inen ve çıkan dallar şeklinde beyaz cevherde uzanır ve intersegmental bağlantılar yapar.

Fasciculus Gracilis ve Fasciculus Cuneatus

Fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus direkt dorsal kolon yollarının iki büyük çıkan bölümünü oluştururlar. Fasciculus gracilis (Goll tractus'u) tüm omurilik boyunca uzanır ve gövdenin T6 omurilik segmentinin altındaki bölümünden ve alt ekstremitelerden gelen afferent aksonlardan oluşur. Fasciculus cuneatus (Burdach tractus'u) servikal ve üst torakal segmentlerde (C1-T6) fasciculus gracilis'in lateralinde bulunur, gövdenin üst kısmından ve üst ekstremitelerden gelen afferent aksonları içerir. Beyaz cevherdeki septum intermedius posterior T6 seviyesinde başlayarak fasciculus gracilis ve cuneatus'u birbirinden ayırır (Şekil 12.1).

Bu yolların 1. nöronu (primer duyu nöronu) ganglion spinale içinde bulunur. Pseudo-unipolar şekilli bu nöronların periferik uzantıları Meissner cisimcikleri, Pacini korpuskülleri, Ruffini sonlanmaları, Merkel diskleri, kas içicikleri ve Golgi tendon organlarındadır. Merkezi uzantıları omuriliğe radix posterior'lar yoluyla girer. Bir kısmı yaygın kollateraller ile spinal refleksler için intersegmental bağlantılar yaparken, bir kısmı da fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus adıyla ipsilateral olarak yükselir ve bulbus'da sırasıyla nucleus gracilis ve cuneatus'da (2. nöron) sonlanır (Şekil 12.2). Bu yollarda somatotopik bir organizasyon vardır; aksonlar omurilikte üst segmentlere doğru çıkarken funiculus dorsalis'in lateral kısmına eklenir, böylece üst servikal segmentlerde üst omurilik segmentlerinden gelen lifler en lateralde bulunurken, alt



Şekil 13.11. A. N. facialis'in nükleusları, duyuusal innervasyonu, **B.** Foramen stylomastoideum'dan çıktıktan sonra mimik kaslarını innerve eden dalları.

PLEXUS SACRALIS'DEN ÇIKAN PERİFERİK SİNİRLERİN LEZYONLARI

N. gluteus superior hasarında, m. gluteus medius ve minimus kaslarının fonksiyon bozukluğuna bağlı olarak, kişi hasarın olduğu taraftaki tek ayak üzerinde durduğunda pelvis yatay pozisyonda tutulmadığından sağlam tarafa doğru eğilir (Trendelenburg belirtisi). Yürürken de kişi bu düşmeyi kompanse etmek için gövdesini hasarlı tarafa doğru eğir (Duschenne topallaması).

N. gluteus inferior hasarında m. gluteus maximus'un fonksiyon bozukluğuna bağlı olarak kalça ekleminde ekstensiyon ve dış rotasyon bozulur. Merdiven çıkmak ve çömelmiş pozisyondan ayağa kalkmak mümkün olmaz.

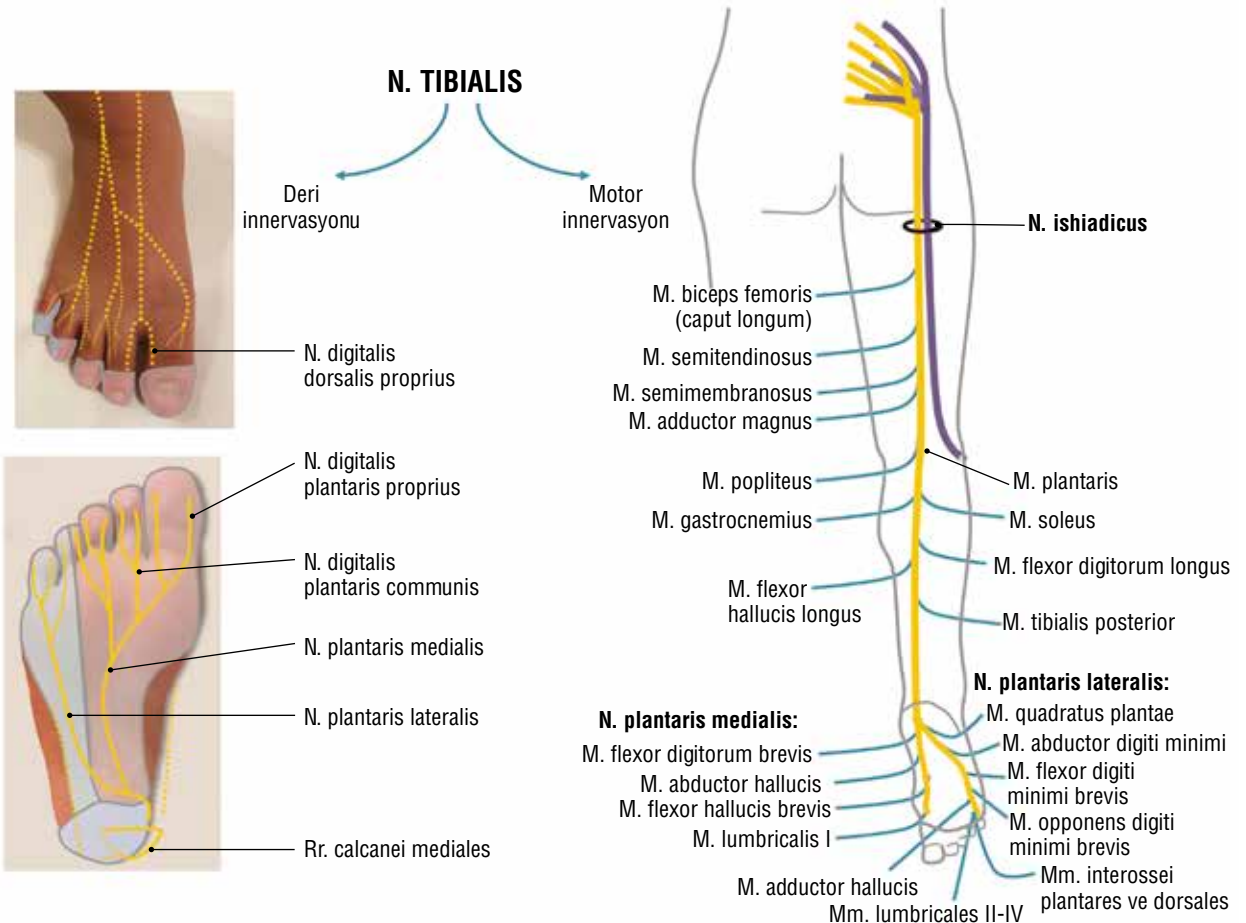
N. ischiadicus disk hernisi sonucu sıklıkla bası altında kalabilir. Ayrıca kalça kırık ve çıkıkları, pelvis tümörleri ve hatalı gluteal bölge intramusküler enjeksiyonları sonucunda zarar görebilir. Tam kesisinde hamstring kasları, tüm bacak ve ayak kaslarında paralizis olur. Aşil ve Babinski refleksleri kaybolur. Gluteal bölgede, uyluk arka yüzünde, bacak ve ayak dış kısmında ağrı (siyatalji) olur.

N. femoralis pelvis ve femur kırıkları, delici yaralanmalar, psoas abseleri ve pelvis tümörü gibi durumlarda hasar görürse kalça ekleminde fleksiyon zayıflar. Diz eklemi ekstensiyon yapamaz, patella refleksi kaybolur, ve uyluk ve bacak ön-iç yüzünde duyu kaybı olur.

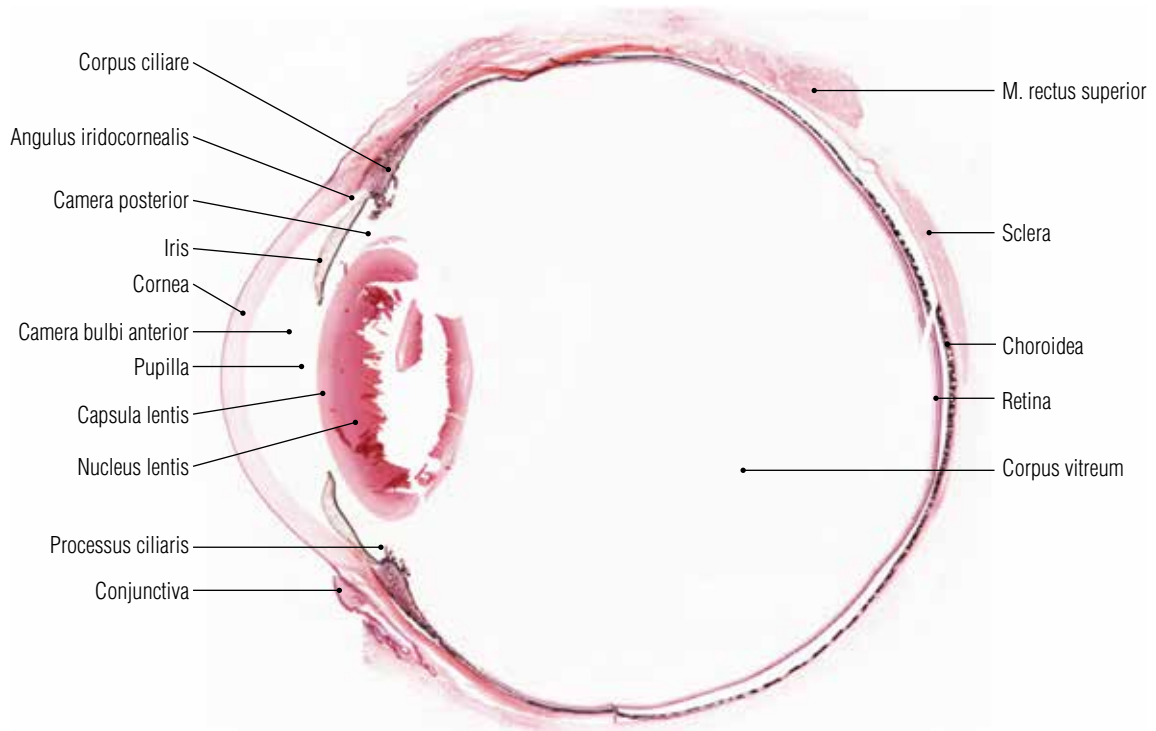
N. obturatorius n. femoralis ile birlikte hasar görebilir; ayrıca, gebelikte ve doğum sırasında bası altında kalabilir. Bu durumda uyluk adduksiyonu ve dış rotasyonu bozulur; bası ile kalça eklemi ve diz bölgesinde ağrı ortaya çıkar.

N. tibialis paralizisinde ayakta plantar fleksiyon ve inversiyon bozulur. Ayak parmakları adduksiyon ve abduksiyon yapamaz. Metatarsophalangeal eklemlerin hiperekstensiyonu ve interphalangeal eklemlerin fleksiyonu ile pençe ayağı (claw foot) görünümü ortaya çıkar. Aşil refleksi bozulur. N. plantaris medialis dalı tarsal tünelde bası altında kalırsa tarsal tünel sendromu ortaya çıkar; ayak tabanı medialinde duyu kaybı ve başparmak kaslarında paralizis olur.

N. fibularis communis sıklıkla caput fibulae bölgesinde hasar görür. Ayak ekstensorlarının fonksiyon kaybına bağlı sivri ayak pozisyonu ortaya çıkar. Bu durumu kompanse etmek için kalça fleksiyonu artar. Bacak ve ayak sırtında duyu kaybı ortaya çıkar.



Şekil 14.15 • N. tibialis, dalları ve ayakta deri innervasyon bölgeleri.



Şekil 16.4 • Bulbus oculi'nin histolojik görünümü. Hematoksilen eozin boyaması.

Tunica Vasculosa Bulbi (Choroidea, Corpus Ciliare ve Iris)

Tunica vasculosa bulbi (uvea) choroidea, corpus ciliare ve iris'den oluşur (Şekil 16.2, Şekil 16.3, Şekil 16.4).

Choroidea damarlar ve bağ dokusundan oluşan ve sclera ile retina arasında yer alan bir tabakadır. Arkada n. opticus'dan başlar ve önde corpus ciliare'ye kadar uzanır. Macula bölgesinde 0,25 mm, periferde ise 0,1 mm kalınlığa sahiptir. Retina pigment epiteli ile nöral retina'nın dış yarısının beslenmesini sağlar. Uvea tabakası dıştan içe doğru büyük venleri içeren lamina suprachoroidea (Haller tabakası), orta büyüklükteki venler ve arterioller içeren lamina vasculosa (Sattler tabakası), büyük fenestra'lı kapillerleri içeren lamina choroideocapillaris ve lamina basilaris'den (Bruch membranı) oluşur. Bruch membranını retina pigment epiteline komşu olan ortalama 7 µm kalınlığındaki bağ dokusu katmanları yapar. Bu yapı lamina choroideocapillaris'deki damarların retina'ya yayılmasını önleyen bir bariyer görevi yapar. Bu membranın defektlerinde yüksek miyopi gibi bozukluklar görülebilir. Yaşa bağlı makula dejenerasyonu da bu membranın bütünlüğünün bozulmasına bağlı olarak gelişir.

Choroidea'yı besleyen başlıca damarlar aa. ciliares breves, aa. ciliares posteriores longae ve aa. ciliares anteriores'dir. Bu arterler birbirleriyle anastomoz yapar ve lamina choroideocapillaris ile bağlantılıdır. Venöz dönüşleri ise

venae vorticosae yoluyla gerçekleşir. Bu tabakanın duyuşal innervasyonu yoktur; burada sadece damarların tonusunu kontrol eden sempatik sinirler bulunur.

Corpus ciliare iris kökünden (skleral mahmuz olarak da adlandırılır) choroidea'ya kadar uzanan 6 mm kalınlığında bir halkadır ve camera bulbi posterior'u corpus vitreum'dan ayırır. Yandan bakıldığında ikizkenar bir üçgen şeklinde görünen bu yapının taban kısmı camera bulbi anterior, iç yan kısmı vitreus ve dış yan kısmı sclera ile komşuluk yapar (Şekil 16.2). Corpus ciliare uveal ve epitelial olmak üzere iki kısımdan oluşur. Uveal kısmı oluşturan en önemli yapı m. ciliaris'dir. M. ciliaris'in sclera'ya en yakın ve en kalın kısmı longitudinal kas liflerinden oluşur. Bu lifler ortada sirküler liflerle devam eder ve en içte Müller kası olarak adlandırılan lifler yer alır. M. ciliaris'in en önemli görevi akomodasyon (uyum) yapmaktır. Fibrae zonulares adı verilen ince fibröz iplikçikler aracılığıyla lens'in kapsülüne tutundukları için, dinlenme halinde gergin pozisyonda olan lifler lensi yassı biçimde tutarlar. Akomodasyon yapıldığında mm. ciliares kasılır ve zonula lifleri (fibrae zonulares) gevşer. Bu durumda lens'in şekli değişerek (konveksleşerek) kırma gücü artar ve ışık retina üzerine düşürülür; böylece yakın cisimlerin daha net görülmesi sağlanır. Mm. ciliares içerdiği elastik lifler nedeniyle kasılmaları bittiğinde tekrar eski halini alırlar. Buna lensin akomodasyonu adı verilir.

semicirculares aşağıda denge duyusu bölümünde detaylı olarak anlatılmıştır.

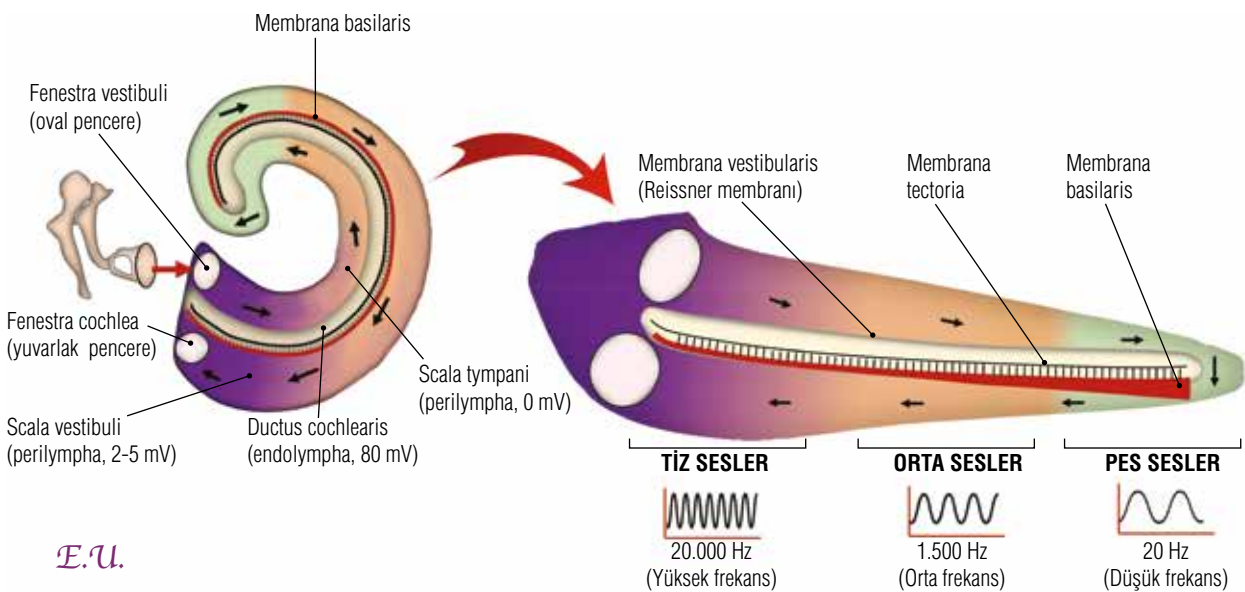
Cochlea vestibulum'un ön kısmında yer alır. Yunanca salyangoz (cochlos) kelimesinden gelen cochlea, tıpkı bir salyangoz kabuğu gibi modiolus adı verilen ekseninde, giderek küçülen $2\frac{3}{4}$ kıvrımlı bir yapıdır. Cochlea'nın tabanına basis cochlea, tepesine apex (cupula) cochlea adı verilir.

Modiolus'dan ductus cochlearis'e doğru kemiksi bir çıkıntı uzanır, bu çıkıntıya lamina spiralis ossea adı verilir (Şekil 17.4). Lamina spiralis'in uç kenarından uzanan ince bir bağ dokusu tabakası membrana basilaris adını alır ve ductus cochlearis'in karşı duvarına uzanarak cochlea periest'unun kalınlaşmasıyla oluşan ligamentum spirale'ye bağlanır. Membrana vestibularis (Reissner membranı) adı verilen bir diğer membran da lamina spiralis'in üst yüzünden çıkarak ligamentum spirale'ye bağlanır. Böylece ductus cochlearis yukarıda scala vestibuli, ortada scala media ve aşağıda scala tympani olmak üzere üç spiral odaya bölünmüş olur (Şekil 17.4). Scala tympani ve scala vestibuli helicotrema'da (salyangozun tepesinde) birleşir. Orta kulak kemikçiklerinin titreşimi ve stapes taban kısmıyla oval pencereye iletilen titreşim pencerenin iç kulak kısmındaki scala vestibuli'deki sıvıyı dalgalandırır. Scala vestibuli ile scala tympani cochlea'nın apeksinde helicotrema adı verilen küçük bir delikle birbiriyle bağlantılıdır ve her ikisi de perilympa ile doludur. Böylelikle scala vestibuli'deki perilympa dalgalanması scala tympani'ye geçer ve scala tympani'nin sonlandığı ve adeta subap rolü oynayan esnek, timpanik bir zarla kaplı yuvarlak pencereden basınç havaya boşalır (Şekil 17.5). Perilympa'da yayılan dalgalar scala tympani ile scala media'yı ayıran fibröz bir membran olan membrana

basilaris'i ve dolayısıyla scala media'daki endolympa'yı (endolenf) titreştirir. Membrana basilaris'in scala media yüzünde yer alan, tüy (reseptör) ve destek hücrelerini içeren Corti organı duyu transdüksiyonu ile afferent sinirleri uyarır. Cochlea'nın orta kanalı olan scala media diğer iki skalayı cochlea'nın apeks noktasına kadar ayırır ve labyrinthus membranaceus (zar labirent) ile devam eder. Scala media'nın diğer iki skalayla bir bağlantısı yoktur ve apekte kör bir uç olarak sonlanır. Scala media ile scala vestibuli arasında Reissner membranı, scala tympani ile scala media arasında membrana basilaris yer alır. Corti organı ductus cochlearis'in alt duvarında bulunur (Şekil 17.5).

Zar labirent içinde endolympa'nın dolaştığı, birbiriyle bağlantılı kapalı kanallar sistemidir. Utriculus ve sacculus birbirine ductus utriculosaccularis ile bağlanır. İç kulağı besleyen a. labyrinthi genellikle a. basilaris'den ayrılır ve meatus acusticus internus'dan geçerek zar labirenti besler. Zar labirent utriculus, sacculus, 3 adet ductus semicircularis, ductus cochlearis ve ductus endolymphaticus'dan oluşur. Ductus endolymphaticus aqueductus vestibuli içinde pars petrosa'nın arka duvarına doğru uzanır ve burada saccus endolymphaticus şeklinde genişler. Sacculus ve cochlea ductus reuniens ile birbirine bağlanır (Şekil 17.3).

Cochlea kanalının dış kısmını oluşturan ligamentum spirale'de stratifiye epitel ve intraepitelial kapiller ağdan oluşan stria vascularis yer alır. Buradaki özel kapiller ağ ve endotel hücreleri potasyum (K^+) konsantrasyonu oldukça yüksek bir sıvı olan endolympa'yı salgılar ve bu sıvı scala media'yı doldurur. Scala tympani ve scala vestibuli ise perilympa sıvısı ile doludur ve her iki sıvı türü kompartman ayrılığından birbirine karışmaz. Perilympa'da, ekstrasellüler



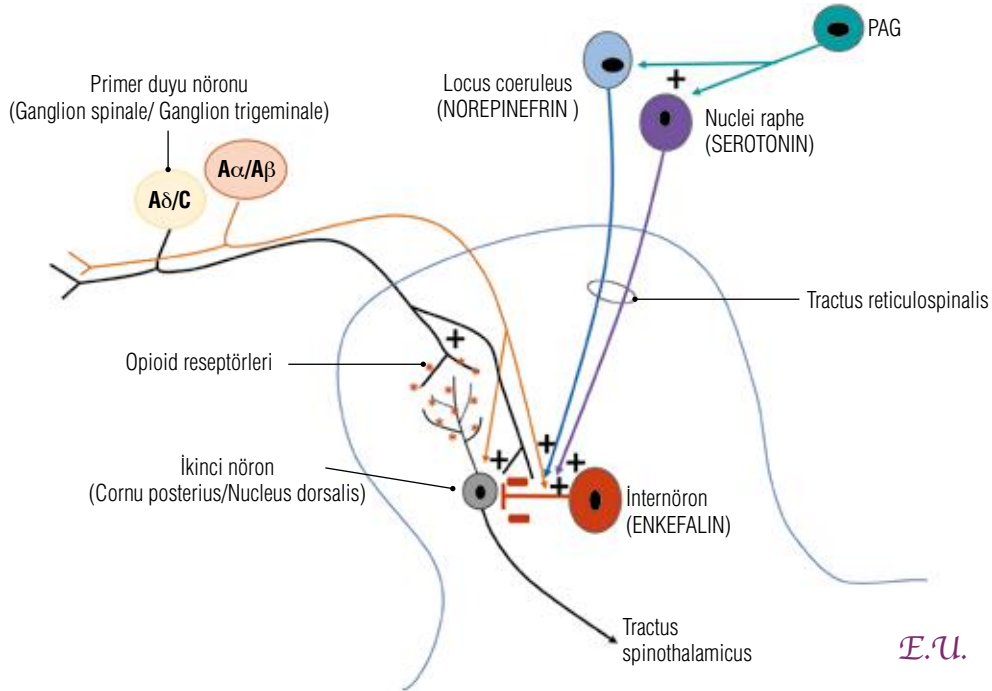
Şekil 17.5 • Ses dalgalarının cochlea'da yayılımı. Oval penceredeki membranı titreştiren ses dalgaları perilympa aracılığıyla membrana basilaris'e iletilir. Ses dalgalarının genişliği sesin frekansına bağlı olarak artış gösterir. Buna göre tiz sesler cochlea'nın bazal kısmında, pes sesler ise apikal kısmında algılanır.

Nosiseptif çıkan yolların bir diğer komponentini de medial motivasyonel-affektif yolak oluşturur. Bu yolaktaki aksonlar formatio reticularis, mesencephalon, thalamus, hypothalamus, amygdala, insula korteksi, gyrus cinguli anterior ve çeşitli kortikal assosiasyon alanlarına giderler. Bu grupta yer alan lifler ağrı duyusunu düzenleyen inen yollarla birlikte aktive olarak ağrıya karşı emosyonel ve visseral yanıtların oluşmasında rol oynar. Nosiseptif medial yolak lateral sisteme benzer şekilde commissura alba anterior'da çapraz yaptıktan sonra funiculus lateralis'in ön bölümünde yukarı çıkar. Tractus spinomesencephalicus bölümünde seyreden lifler mesencephalon'da PAG (substantia grisea centralis) ve colliculus superior'da sonlanır. PAG limbik sistemle karşılıklı bağlantılara sahiptir ve aynı zamanda serebral korteks ve hypothalamus'dan afferentler alır. Bu yapı ağrı ile ilgili edinilmiş deneyimlerde kritik rol oynar. Colliculus superior'da sonlanan projeksiyonlar ise göz hareketlerini etkiler ve bakışların hasarlanma bölgesine odaklanmasında işlev görür. Tractus spinoreticularis'de seyreden lifler ağrıya karşı motor yanıtların oluşmasında görev alırlar. Locus coeruleus ve özellikle opioid reseptörlerin zengin olduğu rostral ventromedial medulla (RVM: nucleus raphe magnus, nucleus reticularis magnocellularis, nucleus reticularis paragigantocellularis) bölgesindeki nöronlarla sinaps yaparlar. Thalamus'un dorsomedial ve intralaminar çekirdeklerinde sinaps yapan bir diğer grup akson ise kortikal assosiasyon alanlarında sonlanır (Şekil 19.5).

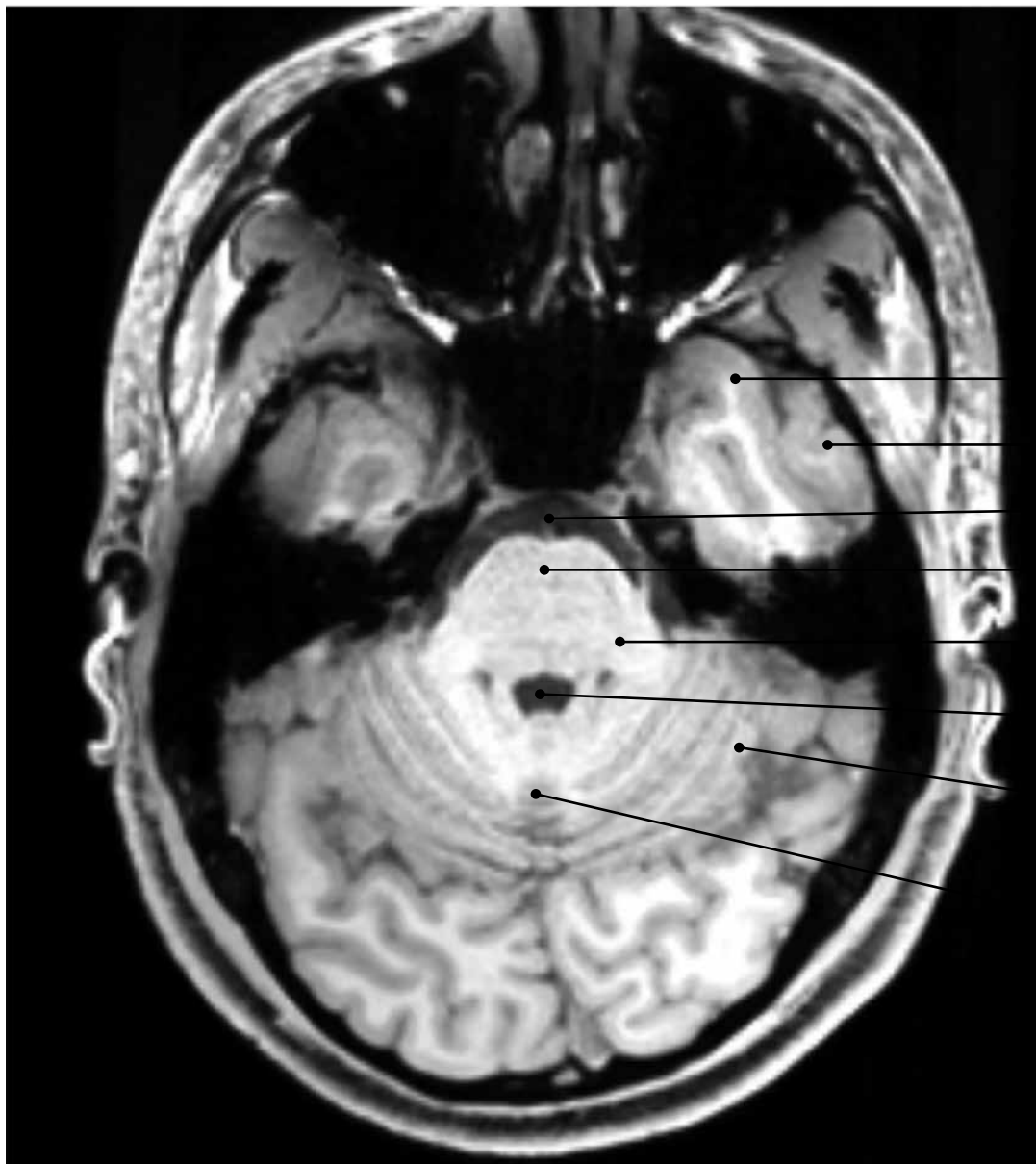
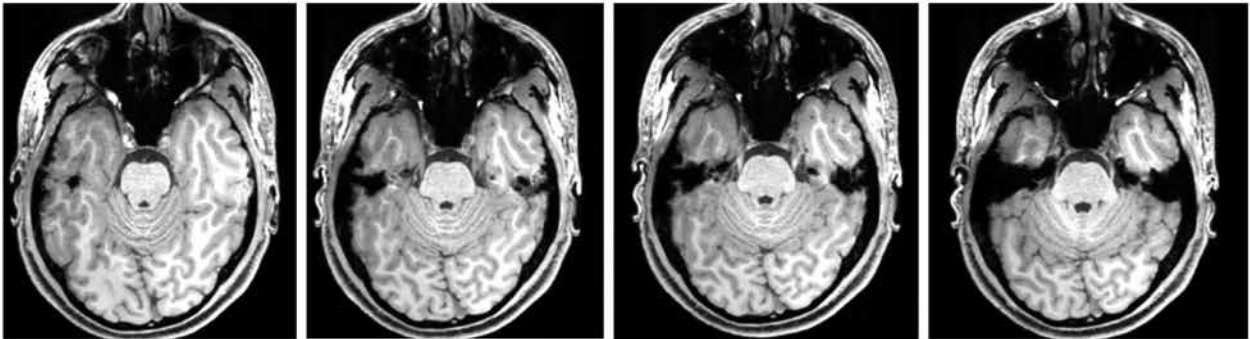
Tüm bunlara ek olarak duyuusal bilgileri doğrudan veya dolaylı yollarla hypothalamus'a ve çeşitli limbik sistem yapılarına taşıyan lif grupları da vardır. Bu lifler ağrıya karşı oluşturulan nöroendokrin ve visseral yanıtlardan sorumludur. Bu yolların devreye girmesi sonucu kortizol ve epinefrin gibi stres hormonları salınarak otonom sinir sistemi aktivasyonu da gerçekleşir. Emosyonel yanıtların oluşmasında gyrus cinguli anterior, amygdala ve kortikal assosiasyon sahalarındaki nöronların aktivasyonu önemlidir. Bu yollar amygdala'dan kaynaklanan projeksiyonların noradrenerjik nöronları aktivasyonu yoluyla organizmanın alarm durumunda olma seviyesini de düzenler. Tüm bu yapılar ve bağlantılar göz önünde bulundurulduğunda sinir sisteminde tek bir ağrı merkezinin olmadığı ve ağrı ile ilgili kişisel deneyimlerin ağrı algısında kritik bir rol oynadığı açıkça görülmektedir. Bu durum ağrı tedavisinde bireye özgü terapötik ajanların ve/veya yöntemlerin denenmesini de gerekli kılmaktadır.

Ağrı Duyusunu Düzenleyen İnen Yollar

Organizmanın işlevlerini uygun bir şekilde sürdürmeye devam edebilmesi için ağrı duyusu omurilik aracılığıyla PSS'ye gönderilen sinyallerle hem inhibitör hem de eksitator olarak denetlenir. Ağrının inhibisyonu konusunda en yaygın ve etkili örneklerinden biri savaş sırasında ağır yaralanan askerlerin hayatları tehlike altındayken bu yaralı bölgeden kaynaklanan ağrıyı hissetmemeleridir (ağrının inhibisyonu). Böyle ciddi bir deneyim yaşamasak da, hemen



Şekil 19.8 • Ağrı duyusunu kontrol eden yollar. Aδ ve C lif tipi içeren nosiseptif nöronlar tractus spinothalamicus'un 2. nöronlarıyla eksitator tipte sinapslar yaparken, cornu posterius'daki inhibitör tipteki internöronları inhibe eder (inhibisyonun inhibisyonu). Oysa Aα ve Aβ lif tipi içeren diğer nöronlar her iki hücre tipini de uyarırlar. Mesencephalon'daki substantia grisea centralis (PAG)'den kaynaklanan ve formatio reticularis'deki nöronlar üzerinden inhibitör tipteki internöronları uyarın yollar ise ağrının üst merkezlerce kontrolünde önemli rol oynarlar.



Polus temporalis,
uncus

Gyrus temporalis
inferior

A. basilaris

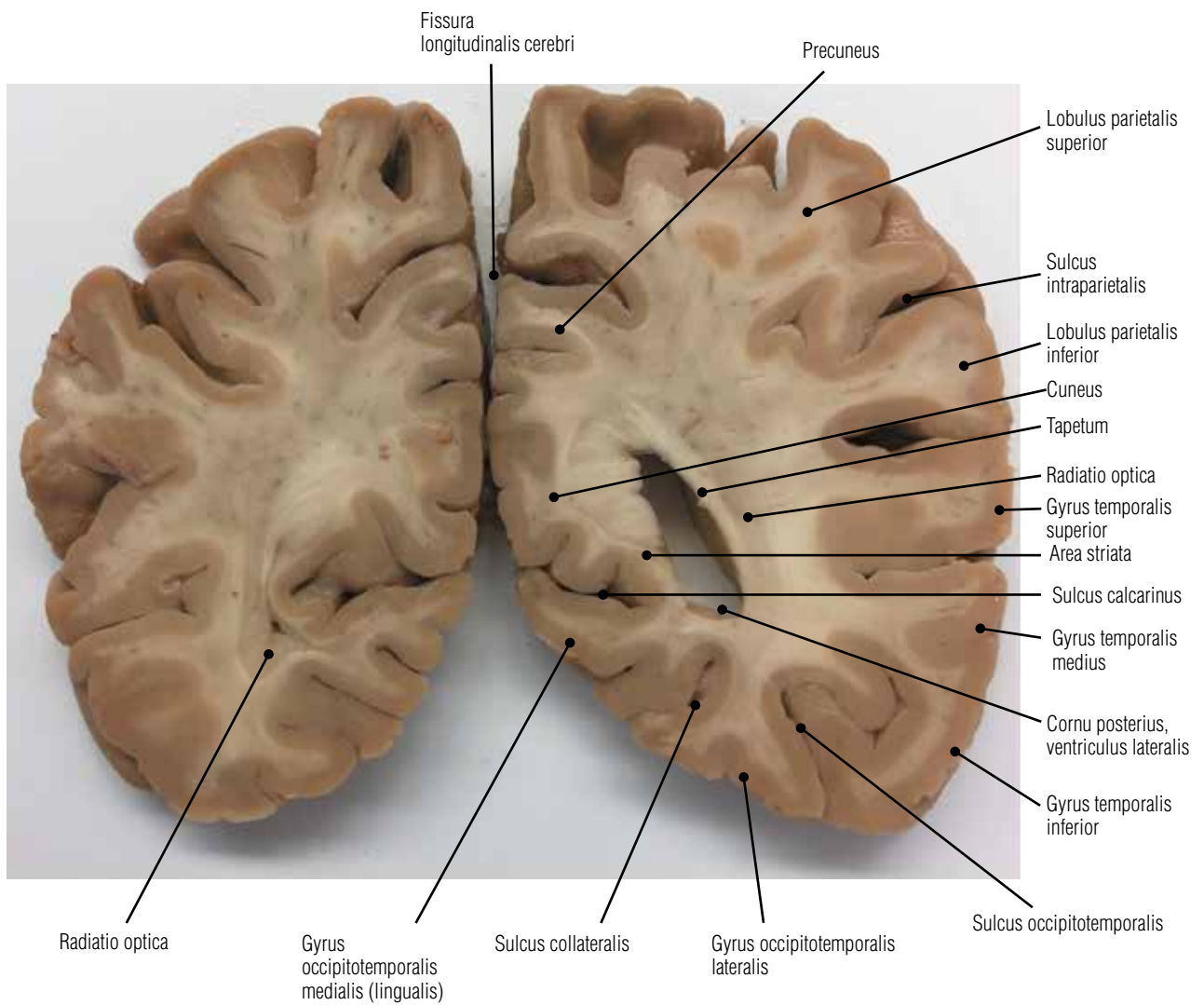
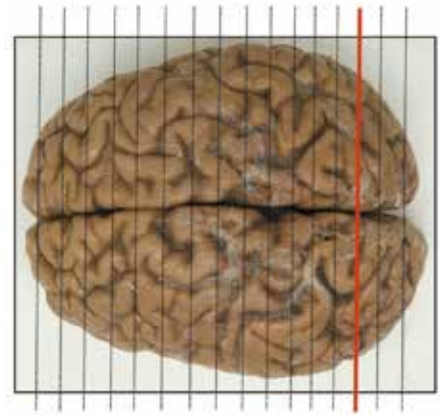
Pons

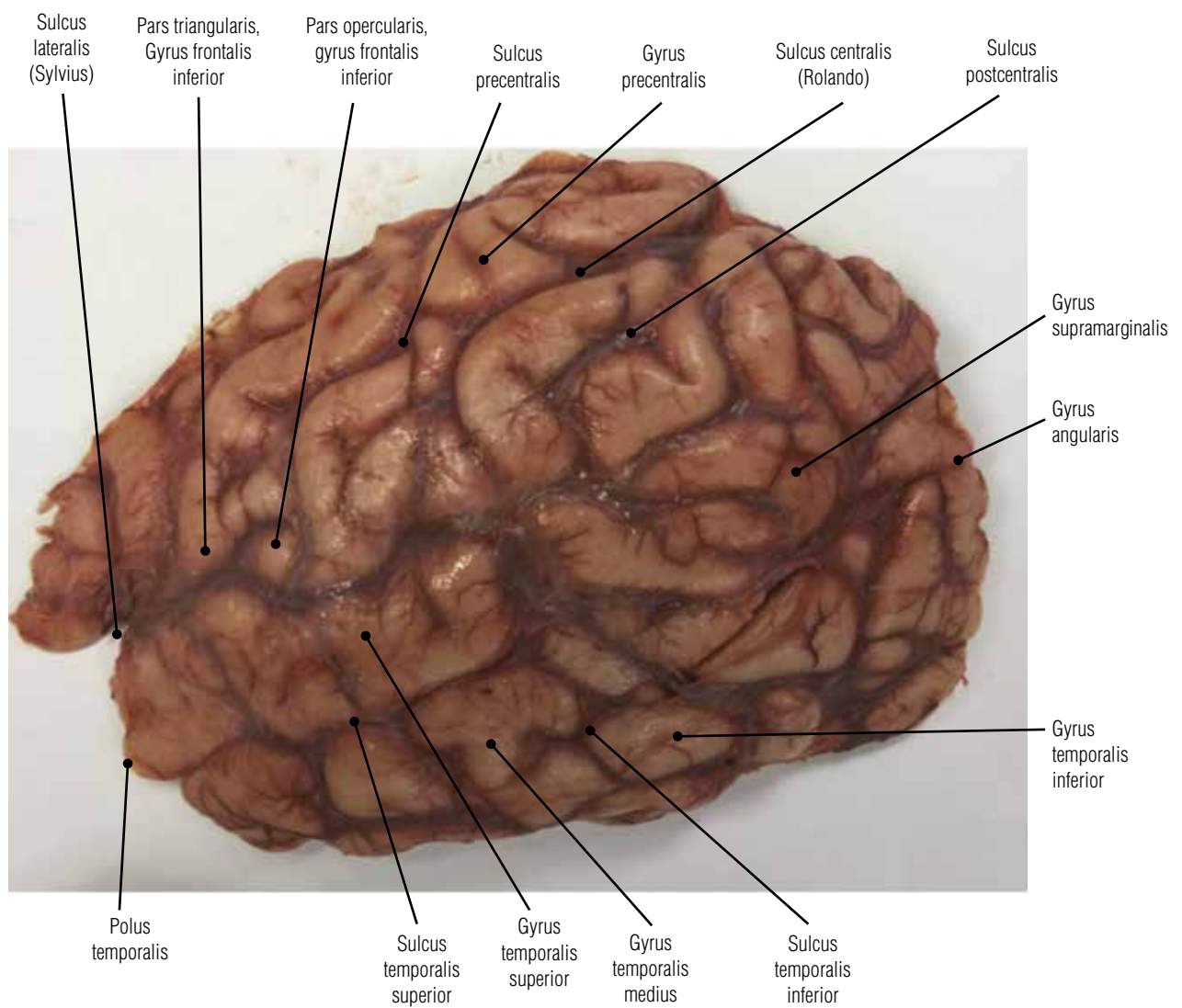
Pedunculus
cerebellaris medius

Ventriculus
quartus

Ventriculus
quartus

Hemispherium
cerebelli





NÖROANATOMİ

Prof. Dr. Reha Erzurumlu

Prof. Dr. Gülgün Şengül

Prof. Dr. Emel Ulupınar

Öğrenmeyi ve öğretmeyi kolaylaştıran güvenilir kaynak kitap

- İnsan sinir sisteminin gelişimini, makroskopik ve mikroskopik anatomisini, yapısal ve fonksiyonel organizasyonunu anlatan 20 kitap bölümü,
- Kitap için hazırlanmış özgün medikal illüstrasyonlar, fotoğraflar ve histolojik görüntüleri içeren zengin görsel materyal,
- Radyolojik MR görüntüleri ile korele edilmiş insan beyin atlası,
- Öğrenmeyi ve öğretmeyi kolaylaştıran açık, akıcı ve özlü anlatımı ile güvenilir bir rehber,
- Nöroanatomideki buluş ve kavramları içeren özgün ve güncel içerik,
- Tıp Fakültesi öğrencileri, sinirbilim lisans üstü öğrencileri, beyin cerrahları, nörologlar, nöroradyologlar ve alanda çalışan araştırmacılar için kaynak,
- Klinik yaklaşımlar ve olgu analizleri ile bağlantılandırılmış konu anlatımları,
- Spesifik konuları sınırlı bir sürede kavramak ve kalıcı bilgilere sahip olmak isteyen tüm öğrenciler, akademisyenler ve klinisyenler için başvuru eseri,
- Nöroanatomisi alanında uluslararası tanınırlığı olan yazarlar

ARADIĞINIZ TÜM TIP KİTAPLARI BU ADRESE



www.guneskitabevi.com

GENEL DAĞITIM

GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnan Sokak No: 3
06410 Sıhhiye / Ankara
Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92
Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak
No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul
Tel: (0212) 356 87 43

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak
No: 4 / A Kadıköy / İstanbul
Tel&Faks: (0216) 546 03 47



Türkiye'nin her yerinden...

0505 734 13 13



ISBN: 978-975-277-933-4



9 789752 77933 4