

Serebral Korteks ve Subkortikal Yapılar 8

Mahmut Tunç¹

Esin Özşahin²

Özet

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

1. Prosencephalon

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

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

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

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

2. Telencephalon / Cerebrum

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

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

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

2.1. Beyin Hemisferlerinin Topografisi

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

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

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

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

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

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

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

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

2.2. Beynin lobları (Lobi Cerebri)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.3. Cortex Cerebri'nin Yapısı

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.4. Cortex Cerebri'nin Fonksiyonel Sahaları

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

2.4.1. Lobus Frontalis

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.4.1.1. Klinik Bilgi

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2.4.2. Lobus Parietalis

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

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

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

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

2.4.2.1. Klinik Bilgi

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

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

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

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

2.4.3. Lobus Occipitalis

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

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

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

2.4.3.1. Klinik Bilgi

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

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

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

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

2.4.4. Lobus Temporalis

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

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

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

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

2.4.4.1. Klinik Bilgi

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

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

2.4.5. Diğer Kortikal Sahalar

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

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

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

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

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

2.5.1. Substantia Alba Encephali

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

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

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

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

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

3. Subkortikal Yapılar

3.1. Nuclei Basales (Bazal Çekirdekler)

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

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

3.1.1. Nucleus Caudatus

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

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

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

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

3.1.2. Nucleus Lentiformis (Lenticularis)

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

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

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

3.1.3. **Clastrum**

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

3.1.4. **Corpus Amygdaloideum**

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

3.1.5. **Substantia Nigra**

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

3.1.6. **Nucleus Subthalamicus (Luys çekirdeği)**

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

3.1.7. Bazal Çekirdeklerin Bağlantıları

- a) **Afferent Bağlantılar:** Bazal çekirdeklere bilgi girişi en yoğun cortex cerebri'den gerçekleşir. Fibrae corticostriata adı verilen afferentler ile kortika anların büyük bir kısmından gelen lifler capsula interna ve kısmen capsula externa içerisinde seyrederek neostriatum'a (nuc. caudatus + putamen) ulaşırlar. Neostriatum korteks dışında ayrıca thalamus'un nuc. centromedianus ve nuclei reticulares'inden çıkan fibrae thalamostriata adı verilen lifler afferent lifler alır. Substantia nigra'nın pars compacta parçasından dopamin salgılayan ve fibrae nigrostriata adı verilen lifler de striatum'da sonlanır.
- b) **Efferent Bağlantılar:** Esas olarak globus pallidus'tan lifler ayrılır. Afferentler'in büyük kısmını alan striatum da efferentlerinin büyük bölümünü globus pallidus'a gönderir. Globus pallidus'un pars medialis'inden ansa lenticularis ve fasciculus lenticularis (Forel'in H₂ sahası) çıkmaktadır. Bu lifler daha sonra birleşerek fasciculus thalamicus (Forel'in H₁ sahası) içinde thalamus'un nucleus ventralis anterior kısmına ulaşırlar. Ayrıca substantia nigra'dan çıkan lifler de doğrudan thalamus'a gider. Globus pallidus direkt ve indirekt yolla thalamus ve korteks'i uyarak motor aktivasyonda son derece önemli bir organizasyonu oluşturur. Bazal çekirdekler, thalamus ve cortex cerebri'nin birlikte organize olduğu motor bir halkadan söz edilebilir. Burada globus pallidus medialis'in tek istasyon olduğu direkt yol ve uyarının önce globus pallidus lateralis ve nuc. subthalamicus'ta daha sonra globus pallidus medialis'te sinaps yaptıktan sonra thalamus'a ulaştığı üç istasyon'lu indirekt yol tanımlanmıştır. Direkt yol cortex cerebri'de motor sahanın aktivasyonunu artırırken indirekt yol inhibisyonunu artırır. Substantia nigra'nın pars compacta'sı nigrostriatal lifleri aracılığıyla direkt ya da indirekt hangi yolun tercih edileceği belirlenir. Sağlıklı bir substantia nigra'da genellikle direkt yol aktiftir ve böylece tonik aktivite etkindir. Hasarı dopamin eksikliğine bağlı olarak indirekt yolun daha etkin olmasına ve motor aktivitenin azalmasına neden olmaktadır (1-4).

3.2.Diencephalon

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

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

3.2.1. Epithalamus

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

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

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

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

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

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

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

3.2.2. Metathalamus

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

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

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

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

3.2.3. Thalamus (dorsalis)

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

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

3.2.3.1. *Thalamus'un iç yapısı*

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

3.2.3.2. *Thalamus'un Çekirdekleri*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.3.2.3.1. Klinik Bilgi

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

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

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

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

3.2.4. Thalamus ventralis (Subthalamus)

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

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

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

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

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

3.2.4.1. Klinik Bilgi

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

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

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

3.2.5. Hypothalamus

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

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

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

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

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

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

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

3.2.5.1. Hypothalamus'un Çekirdekleri

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

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

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

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

3.2.5.2. Hypothalamus'un Bağlantıları

3.2.5.2.1. Afferent bağlantıları

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.5.2.2. Efferent bağlantıları

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

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

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

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

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

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

3.2.5.3. Hypothalamus'un Fonksiyonları

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2.5.4. Klinik Bilgi

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

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

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

3.2.6. Hypophysis Cerebri (Glandula pituitaria)

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

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

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

3.2.6.1. Adenohypophysis (lobus anterior)

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

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

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

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

3.2.6.2. Neurohypophysis (lobus posterior)

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

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

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

Neurohypophysis'den salgılanan hormonlar;

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

3.2.6.3. Hypophysis Cerebri'nin Damar ve Sinirleri

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

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

3.2.6.4. Klinik Bilgi

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

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

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

3.3. Limbik Sistem

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

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

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

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

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

3.3.1. Limbik Sistemle ilgili Anatomik Yapılar

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

3.3.2. Olfaktor Sistem

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

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

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

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

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

3.3.3. Hippocampus Formasyonu

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

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

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

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

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

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

3.3.4. Limbik Sistemi Birbirine Bağlayan Yapılar

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

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

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

3.3.5. Diğer Yapılar

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

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

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

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

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

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

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

3.3.6. Limbik Sistemin Fonksiyonu

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

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

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

Kaynakça

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