

12. SİNİR SİSTEMİ

Omurgalılarda sinir sisteminin üç yaşamsal önemi vardır:

1- Organizmanın bulunduğu çevrede uygun bir konumda olmasını sağlar. 2- İç çevrenin bir bütün halinde işlevsel kontrolünü sağlar. 3- Yüksek omurgalılarda öğrenme merkezi olarak görev yapar. Bu görevler sinirler, omurilik, beyin, bunlarla bağlantılı reseptörler (duygu organları) ve efektörler (kaslar ve bezler) aracılığıyla yerine getirilir.

Herhangi bir dış uyaran, duygu organında yer alan **afferent (duysal)** sinirlerle alınır. Bu uyarana cevap; impulsların **efferent (motor)** sinir vasıtasıyla, vücut kaslarını uyarması, böylece örneğin balığın yüzmesi veya tetrapodun sürünmesi, koşması ya da daha yükseğe uçuşması şeklindeki vücut hareketi ile oluşturulur. Dış çevreden gelen bilgi aynı zamanda üreme hormonlarının mevsimsel salgılanması ve iç salgının neurosekresyon yoluyla regülasyonunda da kullanılır.

Organizmanın sürekli olarak kontrol edilmesi gereken bir iç çevresi vardır. Afferent sinirler, visseral reseptörlerden aldıkları uyarıları merkezi sinir sistemine, efferent sinirler de uyarıları merkezi sinir sisteminden çizgili kaslara, düz kaslara ve bezlere taşır. Binlerce fonksiyonun birçoğu homeostasis ile ilişkilidir. Bu bakımdan da refleks ile düzenlenirler. Sinir sisteminin homeostasteki rolü endokrin organlar bölümünde tartışılacaktır.

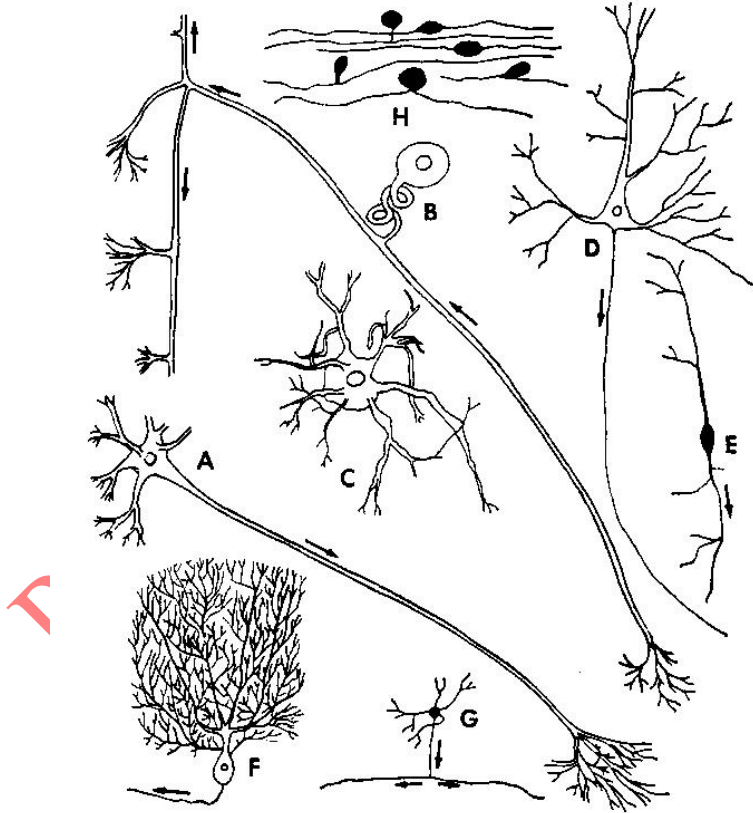
Bellek de sinir sisteminin fonksiyonlarından. Bellek olmadan hiçbir hayvan herhangi bir düşünceye sahip olmadığı için hakkında düşünülecek bir şey de bulamaz. Defalarca denendiği gibi bellek biriktirilir. Geçmiş hataların cezaları ve başarıların ödülleri daha sonra ortaya çıkan yeni durumlarda değerlendirilir ve sonuçta yanıtlar bu durumlara göre değiştirilir. Böylece beyin aynı zamanda bir geri çağırma merkezi olarak da görev yapar.

Sinir sistemi, kolay anlaşılabilmesi bakımından **Merkezi sinir sistemi** ve **periferal sinir sistemi** halinde incelenir. Merkezi sinir sistemi, beyin ve omurilik'ten ibarettir. Periferal sinir sistemi; Kranial, spinal, otonomik sinirler ve bunlarla ilişkili belirli otonomik ganglionlar ve plexusları içerir.

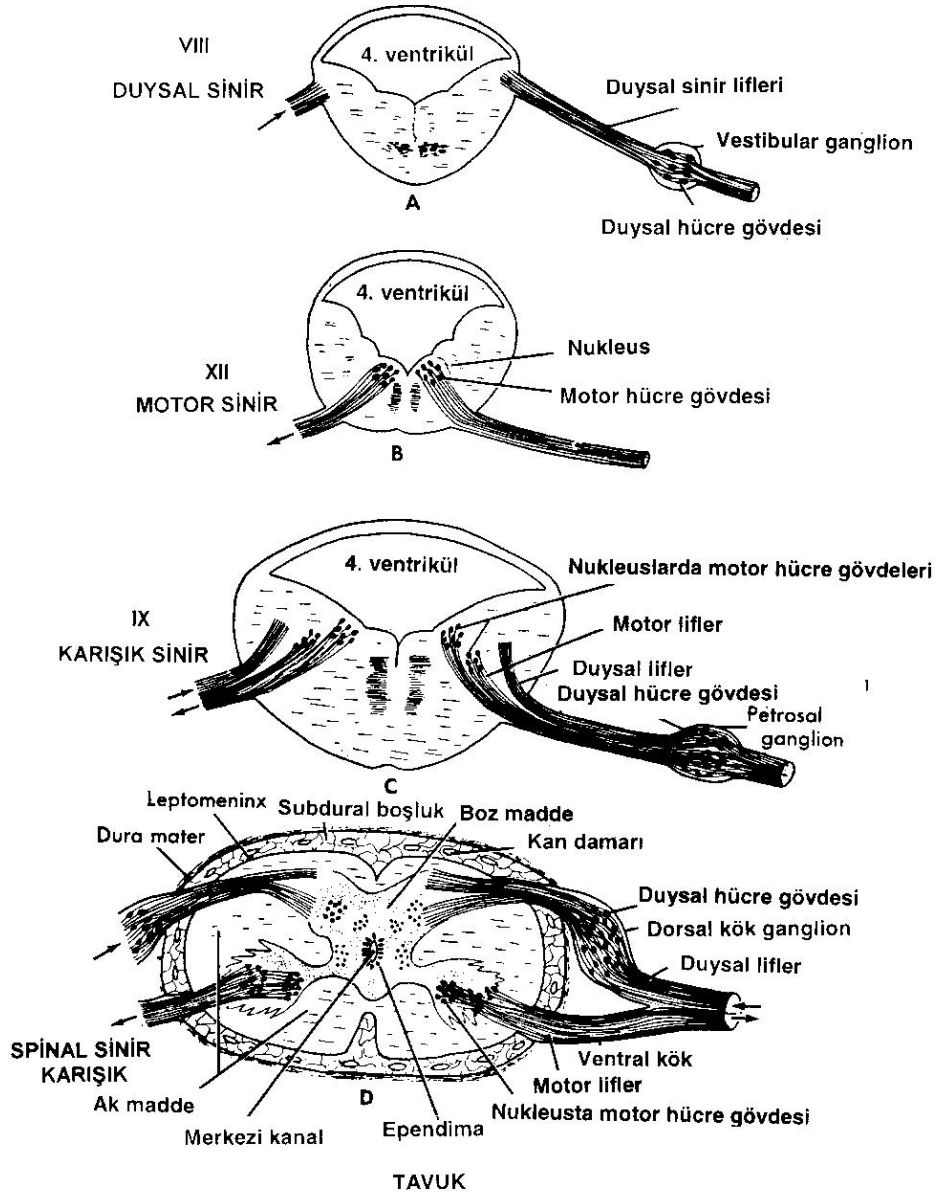
Sinir sisteminin düz kasları, kalp kaslarını ve bezleri sinirlendiren yani uyarıları isteğimiz dışında hareket eden yapılara ileten kısmı ise **Otonomik sinir sistemi** olarak tanımlanır.

Neuron :

Sinir sisteminin anatomisini anlamak için önce neuron (sinir hücresi)'u tanımak gerekir. Kas sistemi için kas hücresi ne anlama geliyorsa sinir sistemi için sinir hücresi de aynı anlamdadır. Sistemde özel bir fonksiyonu vardır. Neuron, sinir impulslarını aktarır. Çeşitli tiplerde olabilir (Şekil 12-1). Ancak hepsinde bir **hücre gövdesi** ve **uzantılar** vardır. Uzantılardan bir tanesi Nissl cisimcikleri içermediği için sitolojik olarak ayırt edilebilir ve **Akson** olarak adlandırılır. Akson, sinir impulslarını synaps'lara veya efektörlere aktarır. Beyinden ve omurilikten daha aşağı ve yukarı uzanabilir. Gerçekte bu uzantı, merkezi sinir sistemi dışında bir sinir lif demeti olup bağ dokusu kılıfı ile örtülüdür ve kan damarları ile donatılmıştır (**Vasa nervorum**). Diğer uzantılar Nissl cisimcikleri içerirler ve hücre gövdesinden nadiren uzakta olabilirler. Bu uzantılar da **Dendrit**'lerdir.



Şekil 12.1. Morfolojik olarak neuron tipleri. **A.** Omurilikte motor hücre gövdesi, **B.** Doğrusal kök ganglion hücresi (duysal), **C.** Sempatik ganglion hücresi, **D** ve **E.** Serebral korteksten piramidal ve horizontal hücreler, **F** ve **G.** Serebellumdan purkinje ve granüler hücreler, **H.** Bir grup embriyonik dorsal kök ganglion hücresi. **A, C, D, F, G.** Multipolar neuronlar, **E.** Bipolar, **B.** Unipolar. Oklar uyarının yönünü göstermektedir.



Şekil 12. 2. Duysal, motor ve karışık sinirler. A. Hücre gövdesi ganglionda olan duysal sinir, B. Hücre gövdesi nukleusta olan motor sinir, C. Karışık sinir, D. Omurilikten enine kesitte spinal sinir kökleri (duysal hücre gövdeleri ganglionda, motor hücre gövdeleri omurilikte). Romen rakamları özel kranial sinirleri göstermektedir.

3 tip neuron vardır: 1. **Duysal veya afferent neuron** - Uyarınları duysal reseptörlerden merkezi sinir sistemine götürür. 2. **Motor veya efferent neuron** - Uyarınları merkezi sinir sisteminden kaslara ve bezlere götürür. 3. **Ara neuron (bağlantı neuronu)** - Uyarınları duysal ve motor sinirler ile merkezi sinir sisteminin bir kısmı arasında taşır. Duysal neuronların hücre gövdeleri daima sinirin yolu

üzerinde bulunan ganglionlarda yer alır. **Ganglion**: Merkezi sinir sistemi dışındaki bir grup hücre gövdesidir. Tipik duysal sinir (VIII. kranial sinir) Şekil 12-2A'da gösterilmiştir. Bir duygu organında başlar (buradaki duygu organı zar labirenttir) ve beyinde sonlanır. Tüm diğer sinirler gibi liflerden oluşmuştur.

Motor neuronların hücre gövdeleri, merkezi sinir sistemi içinde **nukleus** adı verilen hücre kümelerini oluştururlar. Neurolojik anlamda nukleus, beyin veya omurilikte yer alan bir grup hücre gövdesidir. Tipik motor sinir, (amniotların 12. kranial sinirinin bir kısmı) Şekil 12-2B'de gösterilmiştir. 12. sinirin motor lifleri çizgili kaslarda son bulur. Omurgalılarda çizgili kaslar sadece motor liflerle donatılmış değildir. Çizgili kaslardan uyarıtıyı alan duysal lifler de vardır (Şekil 6-1).

Hem duysal hem de motor sinir lifleri içeren sinirler karışık sinirlerdir. Bu sinirler Şekil 12-2C ve D'de gösterilmiştir. Omurgalıların çoğu sinirleri karışıktır.

Neuron gri renktedir. Fakat sinir lifleri çoğunlukla **miyelin kılıfı** adı verilen beyaz bir kılıfla örtülüdür. Miyelinli liflerden oluşan doku, sarımsı beyaz renktedir ve **“ak madde”** adını alır. Hücre gövdelerinden ve miyelinsiz liflerden oluşan sinir dokusu ise **“gri madde”** adını alır. Bazı bölgelerde gri ve ak madde bir dereceye kadar birbiriyle karışmıştır ve bu durum **“retikular formasyon”** olarak adlandırılır.

Sinir sisteminin yapısında neuronlar dışında iki tip hücre daha vardır. Bunlar **neuroglia** hücreleri ve **ependimal** hücreleridir. Neuroglia hücreleri ektoderm orijinlidirler ve neuronlar arasında dağınık halde bulunurlar. Sinir sisteminde bağ dokusu görevi yapan, neuronları destekleyen ve koruyan çeşitli tipte neuroglia hücreleri vardır. Ependimal hücreler ektoderm orijinlidirler. Bunlar da sinir hücreleri olmayıp destek hücreleridir. Beyin boşluğunu ve omuriliği astarlar ve çoğu kez sillidirler.

Sinir Sisteminin Gelişmesi ve Farklılaşması

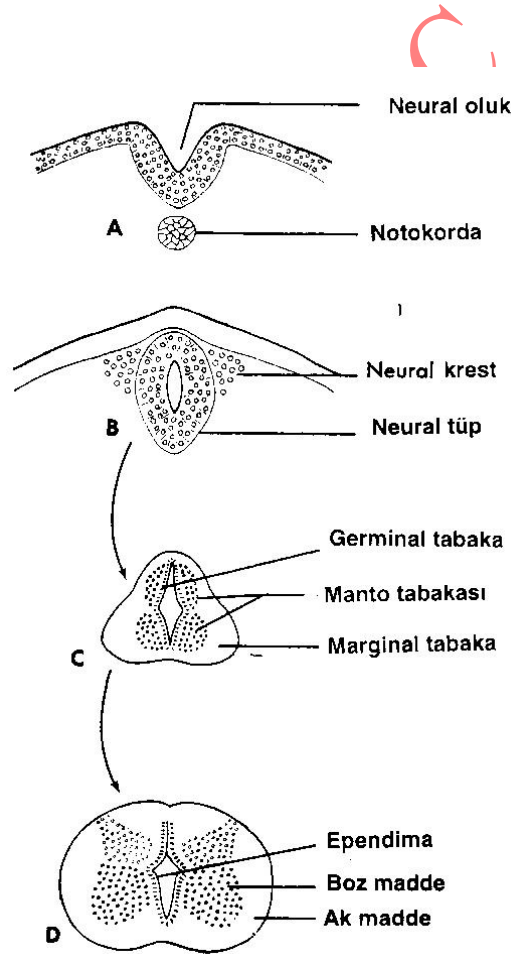
Gelişmekte olan embriyonun neural levhası başlangıçta tek tabakalı epitel hücrelerinden ibarettir. Zamanla neural levha, neural oluk ve neural tüp'ü oluşturmak üzere katlanır, duvarları kalınlaşmaya başlar ve birkaç tabaka halini alır. Neural levhanın orijinal epitel hücrelerinden iki tip hücre gelişir. Bunlar **neuroblast**'lar ve **spongioblast**'lardır. Neuroblast hücreleri sonuçta neuronları oluştururken, spongioblast hücreleri, neuroglia ve ependimal hücreleri oluşturur. Neural oluk, kapalı neural tüp haline döndükten kısa bir süre sonra embriyonik neural tüp 3 tabaka halinde farklılaşır: İçte aktif mitotik hücrelerin oluşturduğu **germinal**

tabaka, germinal tabakadaki hücrelerin farklılaşması sonucu oluşan ortada **manto tabakası** ve dışta **marginal tabaka** (Şekil 12-3). Germinal tabakada farklılaşan hücreler, gelişme tamamlanana kadar manto tabakasının bakımından çoğalmasını sağlarlar. Çoğalan hücreler bir taraftan neuron haline dönüşerek akson ve dendritleri oluştururlar diğer taraftan merkezi sinir sisteminin bağ dokusu görevini yapan neuroglia hücreleri halinde gelişirler. Daha sonra manto tabakasındaki embriyonik neuronların aksonları merkezden uzaklaşırlar ve çoğalarak sinir liflerinden ibaret olan marginal tabakaya katılırlar.

Aksonların çoğu, yağsı tabiattaki myelin kılıfı ile örtülü olduğu için marginal tabaka beyaz görünümündedir ve **ak madde** olarak adlandırılır. Manto tabakasındaki hücre gövdelerinin protoplâzması ise bu bölgenin gri görülmesine neden olur ve **boz madde** olarak adlandırılır.

Marginal tabakayı oluşturan sinir liflerinin çoğu omurilikte veya beyinde aşağı veya yukarı doğru kıvrılırlar ve merkezi sinir sisteminin herhangi bir yerindeki neuronlarla synaps oluştururlar.

Tüm sinir hücreleri oluştuğunda (hem beyinde hem de omurilikte) germinal tabakadaki hücrelerin bölünmesi durur. En içte



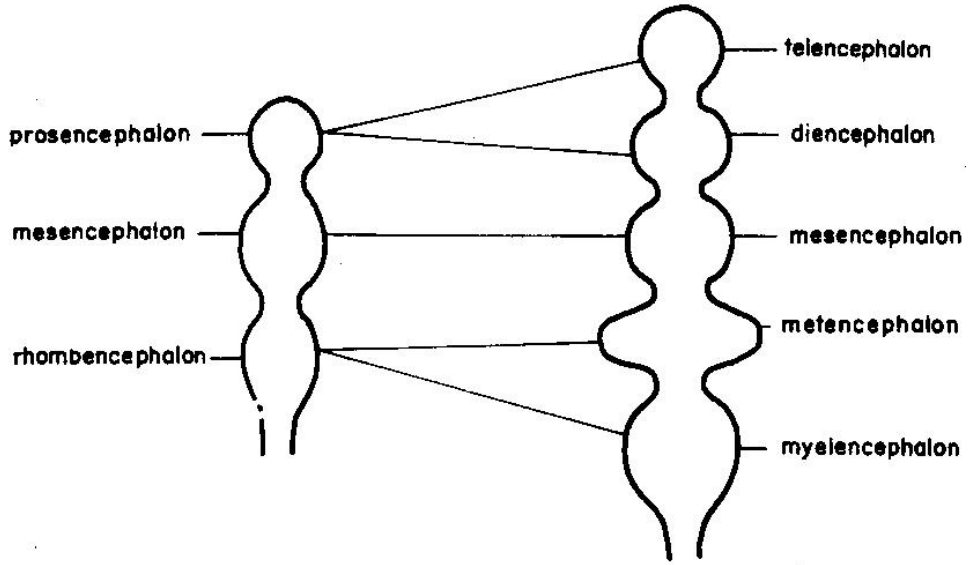
Şekil 12. 3. Omuriliğin embriyogenezi.

yani merkezi kanala yakın alanlar ependimal hücreler halini alırlar ve merkezi kanalı astarlayan bağ dokusu benzeri tabakayı oluştururlar. Merkezi sinir sistemindeki tüm hücre gövdeleri ve çıkıntıları esas olarak ektoderm orijinli olan özel bir bağ dokusu niteliğindeki neuroglia hücreleri ile desteklenmişlerdir. Ependimal hücreler de bir neuroglia tipidirler.

Neural boru da beyin ve omurilik olarak gelişir.

Beyin

Balıktan insana kadar her omurgalının beyni tek bir yapısal plana sahiptir. Embriyonik neural tüp oluştuğunda anterior ucu genişler ve 3 temel beyin vesikülü olan ön beyin (**Prosensefalon**), orta beyin (**Mesensefalon**) ve arka beyin (**Rhombensefalon**) halinde farklılaşır (Şekil 12-4). Beynin bu üç bölümü farklılaşmaya başlayınca bölümler arasında da katlanmalar olur. Bu katlanmalar ön beyin ile orta beyin arasında **sefalik flexur**, orta beyin ile arka beyin arasında **pontin flexur**, arka beyin ile omurilik arasında **servikal flexur** olarak tanımlanır (Şekil 12-4).

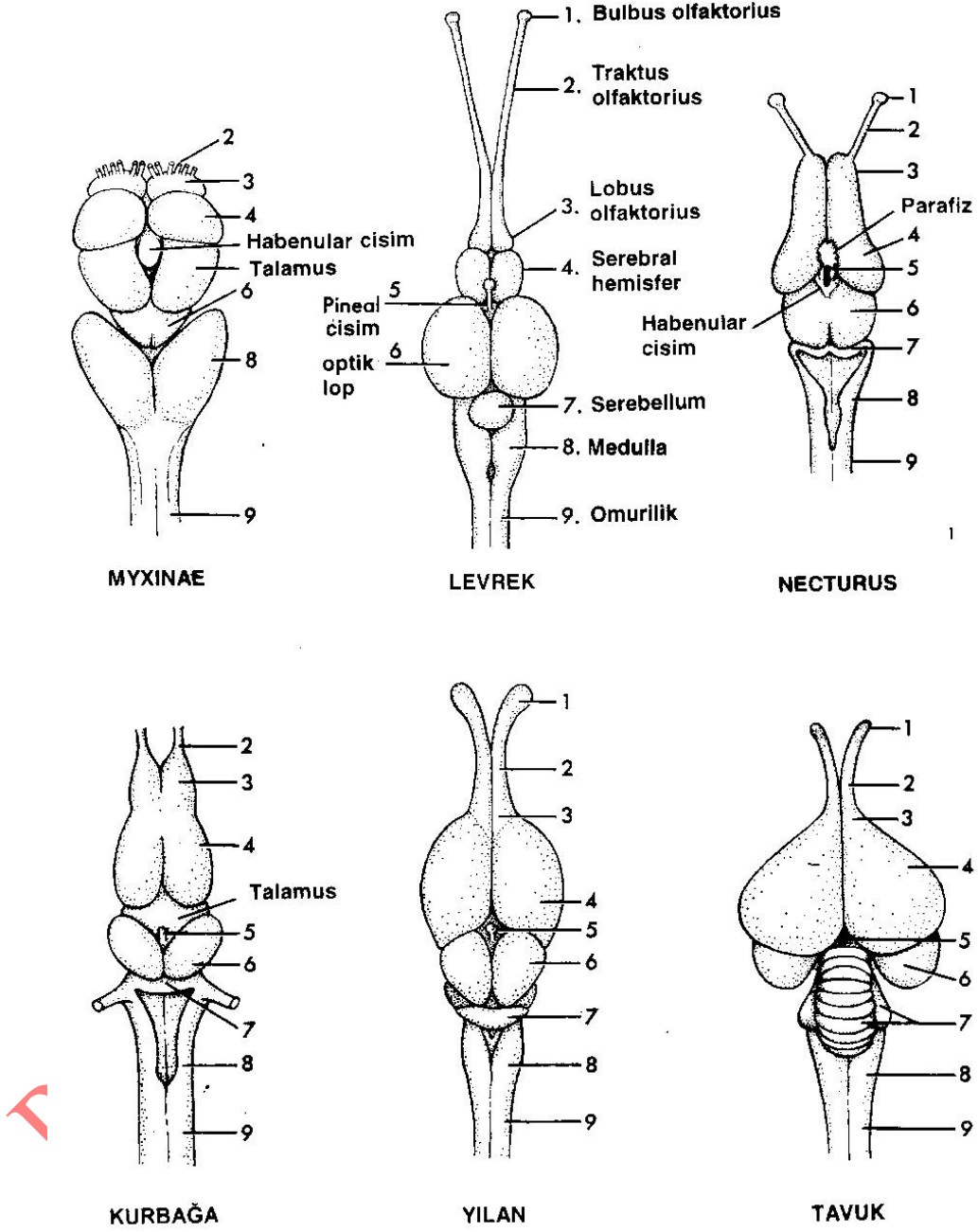


Şekil 12.4. Neural tüpün anterior ucunun beyinin bölümleri halinde farklılaşması (şematik).

Beyin'in bölümleri:

Beynin daha çok büyümesi ve farklılaşması ile beyinin bölümleri daha alt bölümlere ayrılmağa başlar. Prosensefalon iki alt bölüme ayrılır: Anterior kısmı **telensefalon**'u oluşturur, bu da yüksek omurgalılarda **serebral hemisferler** (beyin yarımküreleri)'i yapar. Posterior kısmı ise **diensefalon**'u verir. Diensefalon ara beyin olarak da bilinir. Mesensefalon az çok farklılaşmadan gelişmesine devam eder. Rhombensefalon ise anteriorde, **metensefalon**'u verir. Bu da **serebellum** (beyincik)'u yapar. Posteriorde ise **myelensefalon** veya **medulla oblongata**'yı oluşturur. Embriyonik yaşam esnasında bu beş farklılaşmış alt bölümde daha ileri farklılaşmalar bazı yerlerde duvarlarda kalınlaşmalar, bazı yerlerde girinti ve çıkıntılar içererek son şeklini alır (Şekil 12-4).

Beynin alt bölümlerinin primitif yapısı balıklarda görülmektedir ve diğer omurgalı gruplarla karşılaştırılması Şekil 12-5'de gösterilmiştir.



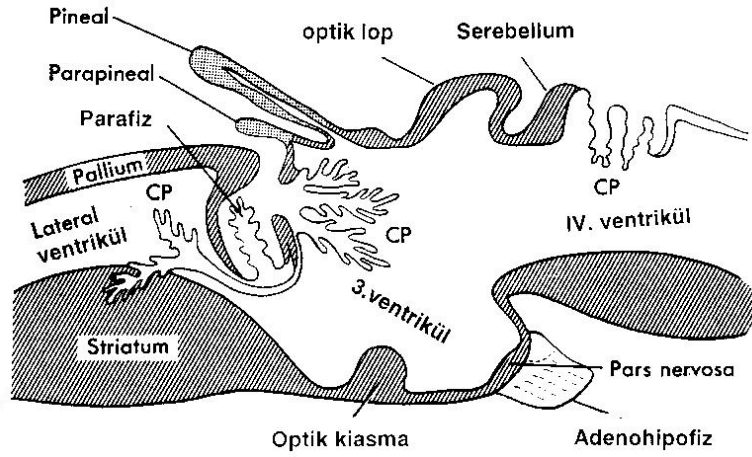
Şekil 12. 5. Farklı omurgalı gruplarında beyin yapısı.

Beynin bütün bölümleri ayrı ayrı incelenirse posteriörde myelensefalon (Siklostomatlarda en iyi gelişmiş beyin bölümü) ile başlanır ve anteriöre doğru ilerleyerek telensefalon (Memelilerde en ileri düzeyde gelişme gösteren beyin bölümü)'a varılır.

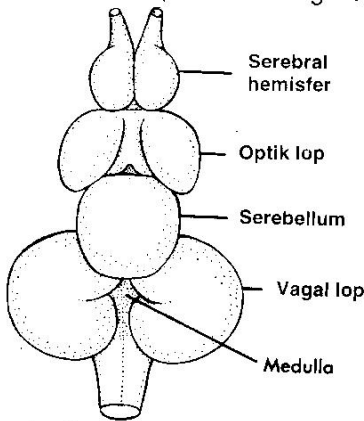
Myelensefalon:

Myelensefalon, esas olarak **medulla oblongata** ile temsil edilir ve omurilik ile sınırı belli olmayacak şekilde birleşmiş durumdadır. Omurgalıların tümünde iyi gelişmiştir. Tabanı ve yan duvarları hafifçe kalınlaşmıştır fakat tavanı oldukça incedir. Çünkü beynin tek tabakalı ependimal hücreleri ile beyini çevreleyen zardan (**pia tabakası**) ibarettir. Bu iki tabaka tek bir örtü oluşturmak üzere birleşir. Bu örtü **Tela choroida** adını alır ve myelensefalon'un tavanını oluşturur.

Arka beyinin içindeki boşluk **dördüncü ventrikül**'dür (Şekil 12-6). Tela koroida'nın IV. Ventriküle doğru katlandığı yer **posteriör choroid pleksus** olarak bilinir.



Şekil 12.6. Omurgalı beyinde diensefalon ve bu bölge ile ilişkili alanlar (sagittal kesit). CP: ikinci (lateral), üçüncü ve dördüncü ventriküllerin koroid pleksusları (larval kurbağa beyine dayalı olarak).



DENİZ DİBİNDEN BESLENENLERDE
MODİFİKASYON

Şekil 12. 7. Dipte yaşam için beyinde oluşan modifikasyonlar (Carpoides velifer).

Anamniotlarda beyin sinirlerinin V. den X. ya kadar olanları ile Amniotlardaki beyin sinirlerinin V. den XII. ye kadar olanları myelensefalondan kök alırlar.

Birkaç balıkta, medullanın anterior ucunda **vagal lop**'lar olarak adlandırılan belirgin yapılar vardır (Şekil 12-7). Bu yapılar insan dahil tüm omurgalılarda VII., IX. ve X. kranial sinirlerden gelen tat alma liflerini alan visseral duysal nukleus (nukleus solitorius)'ların bulundukları yerdir.

Arka beyinin bir diğer yatay lif bölgesi **trapezoid cisim**'dir. Burası ses impulslarını düzenler. İlk kez kurbağalarda gösterilmiştir.

Metensefalon:

Myelensefalonda olduğu gibi kalın tabanı ve kalın yan duvarları vardır. Ayrıca tavanı da **cerebellum** (beyincik)'u oluşturmak üzere kalınlaşmıştır.

Serebellum, iskelet kaslarının refleks kontrolünü sağlar, zar labirentten bilgiyi alır. Ayrıca kaslar, eklemler ve tendonlardaki **proprioreseptif reseptörler** (*kaslarda, eklemlerde, tendonlarda, yarım daire kanalı ve utrikulus'ta oluşan uyarılara cevap veren reseptörler*)' le feed back yapar. Kas kasılmasıyla sonuçlanan motor impuls gönderir. Balıktan insana kadar tüm omurgalılarda vücudun duruşunu düzenler. Balık öldüğünde; serebellum, duruşu düzenleyen kasların birlikte kasılmalarını koordine edemeyeceğinden bir yana düşer. Bir kuş veya memeli şuurunu kaybederse kısmen yıkılır. Serebellum, duruşlarında ve dengelerini sağlamada büyük problemleri olan ve özellikle aktif yüzen formlarda daha büyüktür. Balıklarda, kuşlarda ve memelilerde medulla'yı ve orta beyini örtebilecek şekilde büyüktür. Siklostomat'larda iyi gelişmemiştir.

Serebellum aynı zamanda serebral korteks'in istemli motor merkezlerinden ve beyinin diğer merkezlerinden düzenleyici impuls alır. Serebellum'da gri madde yüzeyde yer alır. Bu durum beyinin büyük bir kısmında görülmez.

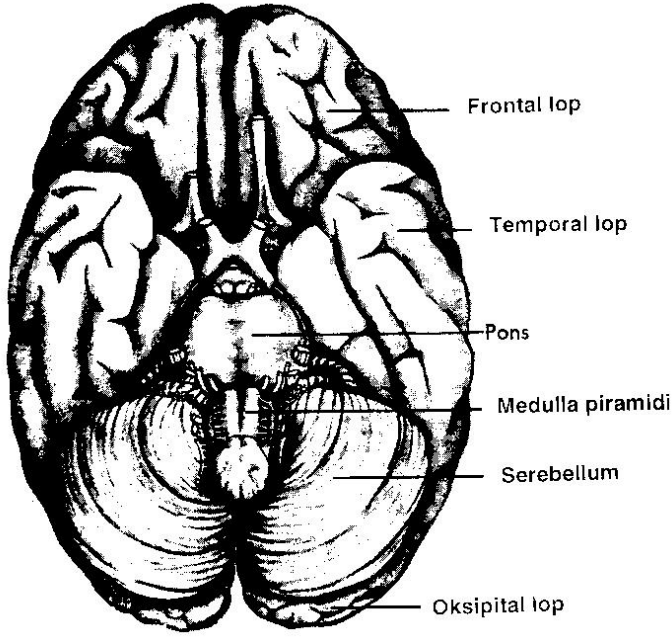
Serebellum'un elasmobranşlar dahil bazı balıklarda dengenin sağlanmasında bir refleks merkezi olarak işlev görmesini sağlayan yapı medullanın anteriolateral köşelerindeki **restiform cisim**'lerdir. Bu yapılar serebellum gibi zar labirentten impuls alır.

Bir diğer yapı da **pons** (serebellum'un tabanında sinir lifleri tarafından oluşturulan kalınlık)'tur. Bir taraftan diğer tarafa geçen çapraz lifleri içerir ve serebral hemisferler'i serebellum ile bağlantılı kılar (Şekil 12-8).

Mesensefalon:

Mesensefalon'un az kalın tabanı ve oldukça kalın yan duvarları vardır. Tavanı (**tektum**) tüm omurgalılarda bir çift belirgin **optik lop** içerir. Optik lopların her biri yatay bir yarık (transvers fissur) ile bölünebilir. Bu tür bir bölünme yapmazlarsa **corpora bigemina** olarak adlandırılırlar. Optik loplar, retinadan sinir liflerini alan optik refleks merkezidir. Özellikle kuşlarda görme yoluyla elde ettikleri haberleşmeyi

sağlamaları açısından iyi gelişmişlerdir. Reptillerden itibaren mesensefalonun tavan kısmında optik lopların kaudalinde bir çift **oditorial lop** bulunur. Bu loplar, balıklarda ve amfibilerde de vardır. Ancak yüzeyden taşacak kadar yeterli bir çıkıntı oluşturmazlar. Oditorial loplar titreşimli uyarılara duyarlı olan zar labirentin lagena ve homologu olan kohlea kısımlarından impulsları alır. Kohlea'nın hacim bakımından büyümesi halinde oditorial loplar da genişlerler.



Şekil 12. 8. İnsan beyni (ventralden görünüş).

Mesensefalon

boşluğu Sylvius kanalı veya serebral kanal halindedir. Beyinin myelensefalon bölgesindeki IV. Ventrikülü, diensefalonun anterioründe III. Ventrikül ile bağlantılı kılar.

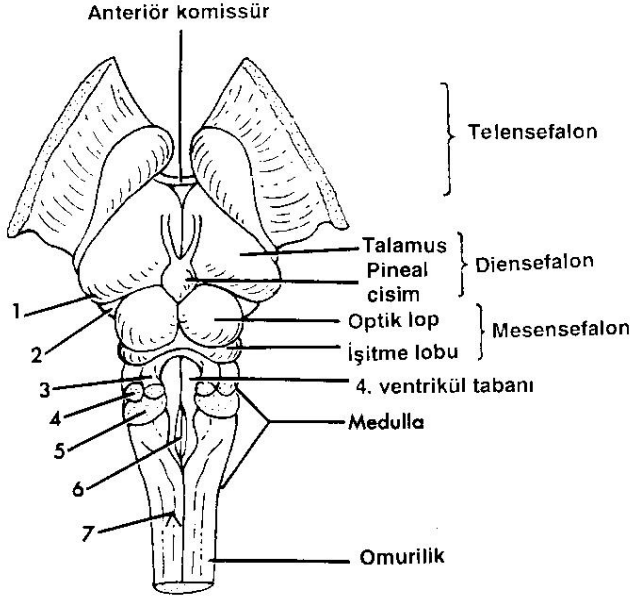
Diensefalon:

Beynin en kompleks kısmıdır. Boşluğu III. Ventriküldür. Tavanının ön kısmı myelensefalon tavanı gibi incedir. Sadece

ependimal ve pia elementlerinden oluşmuş tur. Damarlı bir yapı halindedir ve Tela koroida'yı yapar. Tela koroida ventrikül içine doğru kıvrılarak telensefalonun I. ve II. ventrikülüne uzanan anterior koroid pleksus'u oluşturur (*Tela koroida'nın öne doğru uzanan kıvrımı telensefalon'un üzerine doğru gelişerek **paraphys**'i yapar*).

Tela koroida'nın posterioründe diensefalonun tavanı daha kalındır ve **epithalamus** olarak adlandırılır. Epitalamustan dışa doğru çıkıntı halinde iki yapı gelişir. Bunlardan anteriorde olanı **parapineal (parietal)** posteriorde olanı ise **pineal cisim (epiphysis)** dir (Şekil 12-6). Parapineal cismin geçmişte omurgalılar arasında geniş bir dağılımı vardı fakat modern formlarda kaybolmaya başlamıştır. Petromyzon'larda bulunur fakat Myxinoid'lerde bulunmaz. **Amia** gibi günümüzde de yaşayan bazı balıklarda bulunur ancak modern teleostlarda da bulunmaz. Atasal amfibilerde geniş dağılımı vardır. Larval anura'da yaygındır ve **frontal organ** olarak bilinir. Atasal reptillerde bulunurlar ve hala *Sphenodon*'da ve birçok modern

kertenkelede bulunur ve **parietal göz (III. göz)** olarak bilinir. Diğer reptillerde, kuşlarda ve memelilerde körelmiş haldedir. Kuş embriyolarında bir çıkıntı halinde belirir.



Şekil 12. 9. Koyun beyninin gövde kısmı. Tipik yapıların gösterebilmesi için serebral hemisferler ve serebellum kesilmiştir. 1. Lateral geniculate cisim, 2. medial geniculate cisim, 3-5. anterior, orta ve posterior serebellar pedinküller (serebelluma ve serebellumdan lifler taşır), 6. hipoglossal nukleusun dördüncü ventrikülün tabanındaki yerleri.

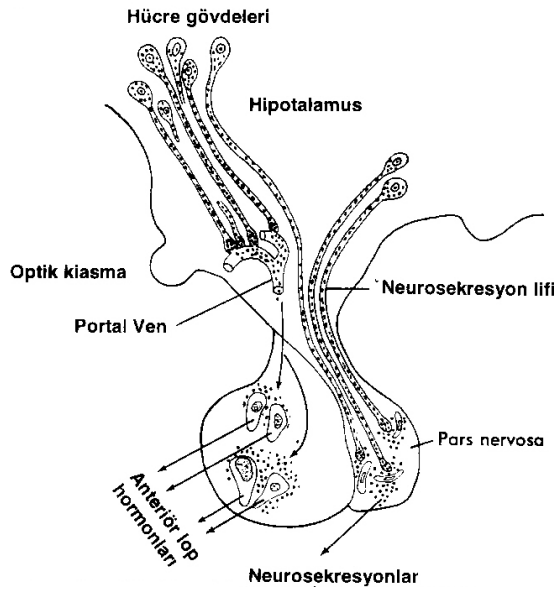
Pineal cisim (Şekil 12-9) tek halde, uzamış, topuz veya düğüm şeklinde veya bazen iplik şeklinde bir organ olup bir sap vasıtasıyla diensefalonun posterior tavan kısmına eklemlenmiş haldedir. Balık ve amfibilerde kafatasının sagittal süturundaki deliğe doğru uzanır ve gözlerin arasında baş derisi altında düğüm şeklinde bir çıkıntısı vardır. Amniotlarda pineal cisim genişlemiş olan serebral hemisferler arasında ve altında gizlenmiştir. Myxinae'de pineal cisim gelişmez. Bu *Bdellostoma*'da embriyonik olarak gelişmesine karşın erginde körelmiş haldedir.

Pineal cisim krokodillerde, *Armadillo*'larda, siren'lerde ve edentat'larda bulunmaz. Yunus balığında mikroskobik, kuşlarda ve bazı memelilerde küçülmüş haldedir. Pineal cisim krokodillerde, *Echidna*, kemiriciler, ungulatlar, insan ve diğer memelilerde nispeten büyüktür.

Pineal ve parapineal cisimler fotoreseptör olarak görev yapıyorlardı ve yaşayan omurgalıların çoğunda bu görevleri devam etmektedir. Pineal cismin çoğu yüksek omurgalıda endokrin fonksiyonu da vardır. (Pineal ve parapineal cismin fotoreseptör olarak fonksiyonları duyu organları bölümünde tartışılacaktır).

Pineal cismin hemen ön tarafında hafifçe kabartı halinde **habenular cisim** uzanır. (Şekil 12-5). Habenular cisimler koku uyarılarının geçtiği nukleuslardır ve habenular komissür ile birbirleriyle bağlantılıdır.

Diensefalonun yan duvarları **thalamus**'u oluşturmak üzere kalınlaşmıştır. (Şekil 12-9) ve talamus, diensefalonun en büyük alt bölümünü oluşturur. Nukleus kitlesi halinde olup üçüncü ventrikülü çevreler. Talamus aşağı omurgalılarda küçüktür. Yüksek omurgalılara doğru gittikçe büyür ve serebral hemisferlere artan sayıda duysal neuronlar taşır. Memelilerde talamus o denli büyümüştür ki sağ ve sol taraflar ventriküle doğru kabarcıklaşırlar ve gri komissür (orta komissür veya massa intermedia) oluşturmak üzere birleşirler. Memeli talamusundaki görme ve işitme düzenleyici merkezler sırasıyla lateral ve genikulat cisimleri oluşturmak üzere yuvarlaklaşmıştır.

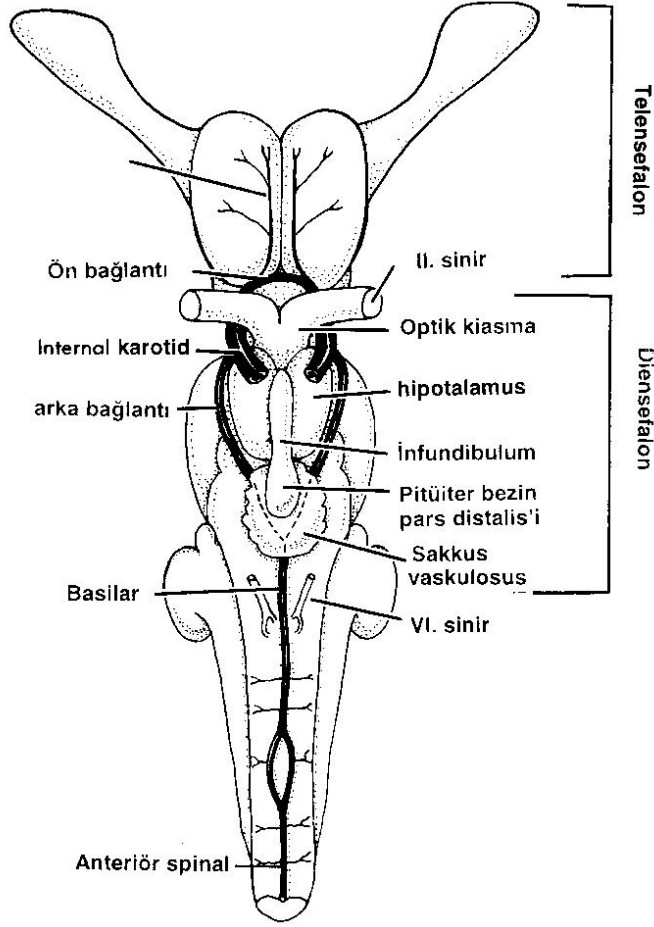


Şekil 12.10. Neurosekresyon salgılayan hipotalamik neuronlar. Hipotalamustaki hücreler neurosekresyon (siyah granüller) salgılar. Bu salgı aksonlar (neurosekresyon lifleri) boyunca akar ve hipofizial portal ven ile pituitier bezin pars nervosa'sına boşalır.

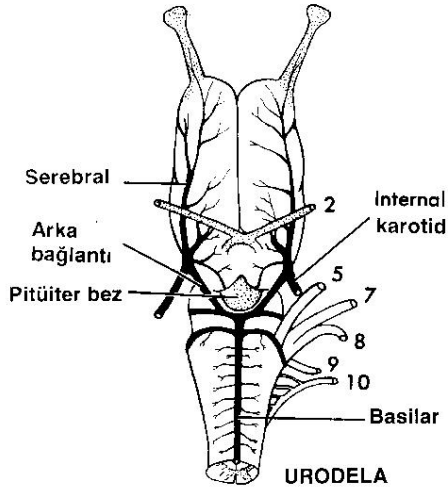
nından oluşan Rathke cebi ile birleşerek **Pituitier cisim** veya **hipofiz**'i oluşturur. Pituitier bez, beyin dokusundan oluşan bir beyin sapı ile diensefalonun tabanına tutunmuş haldedir. Embriyonik orijini endokrin sistemde tartışılacaktır.

Siklostomatlar hariç balıklar, pituitier bezin kaudalinde ve genelde pituitier bezden daha büyük ince duvarlı bir bez (**saccus vasculosus**) içerirler. Bu bez belirgin bir şekilde bir duyu organı olarak görev yapar ve sinir lifleri aracılığıyla serebellum ile bağlantılıdır.

Diensefalonun tabanı ile üçüncü ventrikülün ventrolateral duvarları **hypothalamus** olarak adlandırılır. II. Beyin siniri burada **optik kiasma**'yı yapar (Şekil 12-11, 12-12). Hypotalamus bir seri nukleus içerir. Otonomik sinir sistemi yoluyla düz kaslar ve bezleri kısmen kontrol eder. Genelde hipotalamusun anterior kısmı parasempatik fonksiyonlarla, kaudal kısmı ise sempatik fonksiyonlarla ilişkilidir. Hipotalamus aynı zamanda neurosekresyonun önemli bir kaynağıdır (Şekil 12-10). Hipotalamusun taban kısmından gelişen infundibulum, stomodeumun tava-



Şekil 12.11. *Squalus* beyni (ventral görünüm).

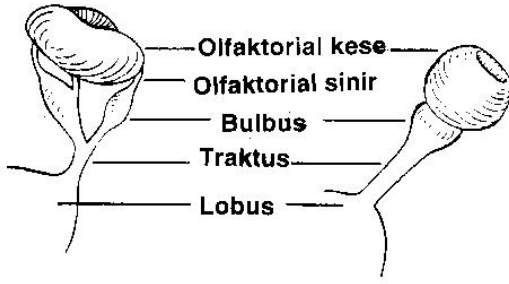


Şekil 12.12. Ürodelerde beyin. Kan damarlarının dağılımının ventralden görünümü.

Telensefalon:

Telensefalon beyinin en ön kısmıdır. **Rhinensefalon** ve **serebral hemisfer** (beyin yarım küresi)'leri içerir. Rhinensefalon, "**olfaktorial (koku alma) lop**" larını oluşturur. Serebral hemisfer' ler ise olfaktorial lop'ların arkasında yer alır. Aşağı formlarda rhinensefalon, serebral hemisferler kadar gelişmiş çıkıntılar halindedirler. Yüksek omurgalılarda ise serebral hemisferler boyca büyürler ve rhinensefalonun üzerinde kabarcık

oluşturacak şekilde ileriye doğru gelişirler.



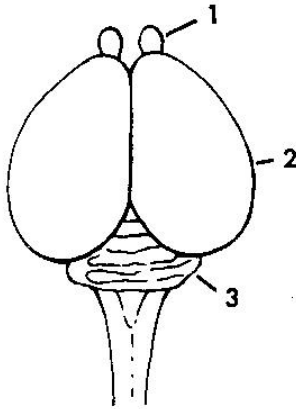
A. SCOLIODON

B. SQUALUS

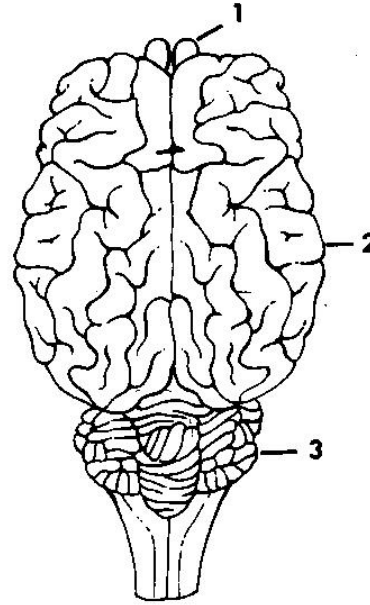
Şekil 12.13. Köpek balıklarında rhinensefalon. Olfaktorial keseler beynin bir bölümü değildir. Olfaktorial sinir lifleri olfaktorial kese ve olfaktorial bulbusu bağlantılı kılar ve Scoliodon'da ayrı bir sinir oluştururken Squalus'ta oluşturmaz.

Rhinensefalon, balıktan insana kadar **bulbus olfaktorius**, **traktus olfaktorius** ve **lobus olfaktorius**'u içerir (Şekil 12-13). Bulbus olfaktoriuslar olfaktorial epitele yakındır ve bu iki yapı birbirinden olfaktorial kapsüller yoluyla ayrılır. Hücre gövdeleri olfaktorial epitelde yer alan olfaktorial sinir lifleri bir iki delikten geçerek bulbus olfaktoriuslarla synaps oluştururlar. Bulbuslar, traktus

olfaktoriusların hücre gövdelerini içerir. Traktuslar, olfaktorial loplarda sonlanırlar. Bu yapılar atasal olfaktorial korteks (**archipallium**)'i içerir.



A PLATYPUS

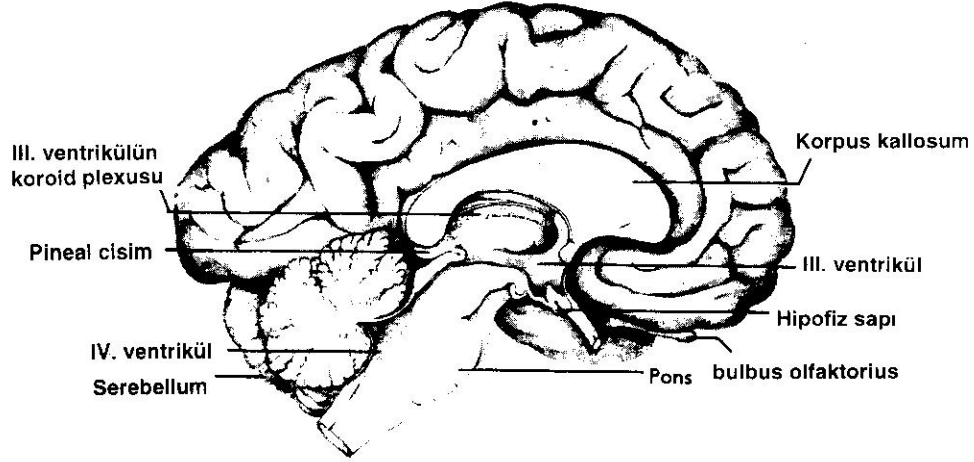


B KOYUN

Şekil 12.14. A.Primitif memeli Platypus'ta beyin (kortikal gyri'ler gösterilmemiştir). B.Koyun beyini. 1. Bulbus olfaktorius, 2. Serebral hemisfer, 3. Serebellum.

Serebral hemisferler, beyinin ilk akla gelen ve en gelişmiş olan kısmıdır (Şekil 12-14, 12-15). Birinci (sağ) ve ikinci (sol) ventrikülleri içerir. Hemisferlerin tabanı daha kalındır ve **corpus striatum**'u oluşturur. Hemisferlerin geri kalan kısmı

ventriküllerin tavanını yapar. Burası da **pallium** adını alır. **Pallium** yüksek omurgalıların **cerebral cortex**'ini yapar. Balıklarda serebral hemisfer, esas olarak korpus striatum olarak adlandırılırlar (Çoğu kez eski -paleo- oluşundan dolayı paleostriatum da denir).



Şekil 12.15. İnsan beyni (sol yarı sagittal kesit).

Korpus striatum, rhinensefalondan gelen liflerin ulaştığı motor nukleusları içerir. Korpus striatumdan çıkan lifler kranial ve spinal sinirlerin motor nukleuslarında sonlanırlar. Böylece olfaktorial uyarılar vücudun çoğu kısmında motor aktivitelerin refleksi ile sonlanır ve reflekse striatum aracılık etmiş olur. Olfaktorial epitel dışında reseptörlerden gelen duysal impulslar balıklarda çoğunlukla hemisferlerden daha aşağı düzeyde (hemisferlere ulaşmadan) sonlanır. Optik sinirlerin çoğu optik loplarda ve talamusta sonlanır. Zar labiretten gelen impulslar serebelum ve mesensefalonda sonlanır. Deriden gelen impulslar (dokunma, acı ve sıcaklık) sadece talamusa ulaşır. Amfibilerin korpus striatuları, talamustan ileriye doğru uzamış duysal lifleri balıklardakinden çok daha fazla sayıda alır. O nedenle striatum reseptörlerden gelen bilgiyi çok daha geniş bir spektrumda alır. Kuşkusuz ki talamustan striatuma uzanan sinir liflerinin sayısı yüksek omurgalılarınkı ile karşılaştırıldığında zaman azdır ve amfibilerin serebral hemisferleri hala öncelikle olfaktorial uyarılarla uyarılırlar.

Özelleşmiş reptillerde hemisferlere ilave nukleuslar katılır ve bu nukleuslar **neostriatum**'u oluştururlar. Bu nukleuslar daha çok sayıdaki duysal lifleri talamustan alırlar. Reptillerde serebral korteksin izleri palliumun yüzeyinde görülmeye başlar. Hücre gövdeleri ve synapsların katılımı nedeniyle reptillerin hemisferleri büyük olup yanlarda ve dorsalde kabarık haldedir. Kısmen arkaya diensefalonun üzerine doğru

uzanır. Hemisferlere duysal bilginin fazla miktarda akması nedeniyle fazla miktardaki motor aktivitenin kontrolü yüklenilmiş olur.

Kuş hemisferleri temel yapı olarak reptillerinkine benzer ve çoğu bakımdan krokodillerin hemisferleriyle aynıdır. Striatum, ileri düzeyde gelişmiştir ve yeni nukleusların katılımıyla **hiperstriatum**'u oluşturur. Hiperstriatum, eski striatumun üzerine yerleşir. Hiperstriatuma birçok duysal uyarılar gelir ve sonuçta yuva yapma, kuluçkaya yatma gibi davranışların kazanılması ve baskılanması sağlanmış olur. Kuşların serebral korteksi reptillerinkinden daha iyi gelişmiştir ancak korteksin çıkartılması halinde yuva yapma, kur yapma, çiftleşme veya yavru bakımı davranışlarında bir etkilenme olmaz. Kuşlarda olfaktorial loplara boy bakımından büyük ölçüde küçülmüştür ve kokunun davranış üzerine etkisi daha azdır.

Memelilerde striatum ve diğer nukleus kümeleri (ikisi birden basal ganglionlar olarak adlandırılırlar), tam olarak anlaşılmamasına rağmen sinir sisteminde önemli bir rol oynarlar. Ancak serebral korteks memeli beyninin en belirgin parçası olma özelliği göstermektedir. Korteksi oluşturan palliumun aşırı derecede yukarı, öne ve arkaya doğru gelişmesi; striatum, diensefalon ve orta beyinin dorsalden görünmesini engeller. Serebral hemisferlerin bu ileri derecede büyüyen kısmının kaldırılması halinde, rhinensefalon, striatum, talamus, mesensefalon, metensefalon ve medulla'nın birbiriyle olan primitif ilişkisi görülecektir.

Memeli korteksinin en az 4 önemli fonksiyonu vardır:

1. Duysal uyarıların geçebildiği en gelişmiş merkezdir. Bu uyarılarla gelen duyunun farklı şekilde algılanması sağlanmış olur.
2. Geçmiş deneyimlerin hafıza olarak depolandığı ve günümüzde hatırlanmasının sağlandığı merkezdir.
3. Tüm verilerin geldiği ve çağrıldığı, birbiriyle ilişkilendirildiği, analiz edildiği ve seçim yapabilme şansının verildiği merkezdir.
4. Motor aktivitenin başlatıldığı en ileri düzeydeki merkezdir.

Tüm bu bakımlardan korteks, beynin düşünen kısmıdır. Böylece uygarlığın kişinin kontrolü altında gelişmesi ve insanlıkla ilgili problemlerin çözümünün tasarlandığı yerdir.

Memelilerin çoğunda serebral korteks **gyrus** ve **sulkus**'lar olarak adlandırılan çıkıntılar ve girintiler yaptığı için oldukça gelişmiştir. Korteksin altında ventriküllerin tavanında geniş transvers sinir şeritleri uzanır. Burası **Corpus callosum**'dur ve iki hemisferin korteksini birbirine bağlar.

Daha önceden de belirtildiği gibi diensefalonun tela koroida'sı telensefalonun üzerine doğru katlanarak **parafiz**'i oluşturuyordu. Anteriör koroid pleksus, I. ve II. ventrikülün III. ventrikül ile birleşme bölgesinde yer alır. 0. ve I. beyin sinirlerinin kökleri telensefalondan orijinlenirler.

Lateral ventriküller: Serebral hemisferlerin boşlukları lateral ventriküllerdir. Bu ventriküller interventriküler foramen vasıtasıyla III. ventrikülle bağlantılıdır. Ventriküllerin tavanı memelilerde korpus kallosum'u oluşturur ve korteksi çevreler. Tabanı kısmen striatum ve ilgili nukleusları içerir. Sağ ve sol ventrikül birbirinden ince çift duvarlı vertikal bir bölme ile ayrılmıştır. Bu bölme **septum pellucidum** adını alır. Lateral ventriküller diğer beyin ventriküllerinde olduğu gibi ependimal hücrelerle astarlıdır. Çoğu türde insan dahil ependimal hücreler yaşam boyu sillidir.

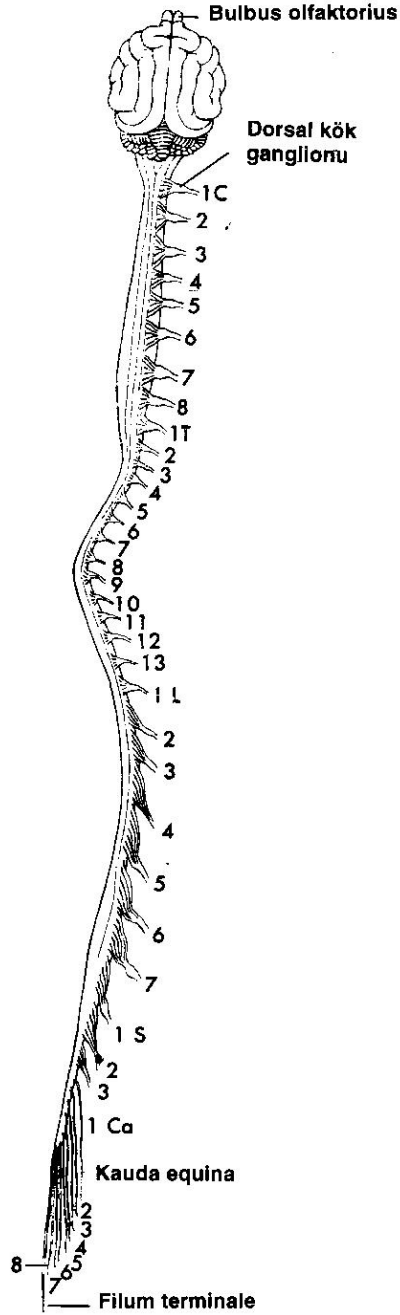
Paraphysis: Omurgalı beyninin tavanı çoğu yerde incedir ve sinirsel yapıda olmayıp ependimal hücreler ile veya koroid pleksus ile çevrilidir. Balıklarda ve bazı kuyruklu kurbağalarda telensefalonun arka kısmı, tavan bölgesinde kese şeklinde bir çıkıntı halinde parafiz olarak adlandırılan yapıyı oluşturur (Şekil 12-6). Parafiz, otonomik sinirler bakımından zengindir ve aynı zamanda buraya hipotalamusun paraventriküler nukleuslarından uzanan neurosekresyon taşıyıcı lifler de uzanırlar.

Koroid pleksus ve serebrospinal sıvı: Beyin ve omurilik boşlukları ve belirli bazı submeningeal boşluklar, koroid pleksus tarafından salgılanan lenf benzeri **serebrospinal sıvı** ile doludur. Tipik bir koroid pleksus, ventrikülün tavanını oluşturan ince ve ependimal hücreler ve pia mater (veya balıklarda leptomeninx)'den ibaret olup zengin damar ağı ile kuşatılmıştır. Koroid pleksus üçüncü ve dördüncü ventriküle doğru asılı durur ve III. ventrikülden ileriye lateral ventriküle doğru uzanır (Şekil 12-6).

Serebrospinal sıvı, ventriküllere doğru salgılanan ve ağır bir şekilde kısmen sillerin hareketi yardımıyla arka uca doğru omuriliğin merkezi kanalına akar. Sıvı aynı zamanda IV. ventrikülden submeningeal boşluklara doğru da akar. Serebrospinal sıvı, submeningeal boşluklardan kranial ve spinal sinirlerin köklerine doğru akar. Aynı zamanda merkeze doğru omuriliğe ve beyine akar ve her motor neuron bu sıvıya gömülür. Serebrospinal sıvı, iç kulağa da sızar ve burada perilenfe katılır.

Serebrospinal sıvı spinal sinirlerin kökleri boyunca lenf kanallarıyla taşınır. Yüksek omurgalılarda dura mater'e sızarak beynin büyük ven sinüslerine boşalır.

Serebrospinal sıvı merkezi sinir sistemini çarpmalara karşı korur. Ayrıca sıvı, içine gömülü dokularla metabolit değiş-tokuşu yapar.



Şekil 12.16. Bir memelide (kedi) beyin ve omurilik). Dura mater çıkartılmıştır. C. servikal spinal sinir, T. torasik, L. lumbar, S. sakral, Ca. kaudal spinal sinirler. Spinal sinirlerin birçok kökten orijinlendiğine ve omuriliğin servikal ve lumbar bölgelerdeki genişlemelerine dikkat ediniz.

da doğum esnasında omurilik omurgadan daha kısa kalır. İnsanda omurilik 3. lumbar

Omurilik

Omurilik myelon olarak da bilinir.

Tipik olarak vertebral kanal içinde yer alır. Etrafı yağla çevrilidir ve siklostomatlar hariç, omur gövdeleri ve neural yaylarla korunmuştur. Balıkların çoğunda omurilik **primitif meninx** olarak adlandırılan bağ dokusu zarı ile çevrilidir. Bazı teleostlarda, amfibilerde, reptillerde ve bazı kuşlarda embriyonik primitif meninx daha sonra dışta fibröz **dura mater** ile içte vasküler **leptomeninx**'i oluşturur. Birkaç kuşta ve memelilerde leptomeninx daha sonra ağ şeklindeki **arachnoid** tabaka ile **pia mater**'e farklılaşır. Omuriliği en içten kuşatan tabaka pia mater'dir.

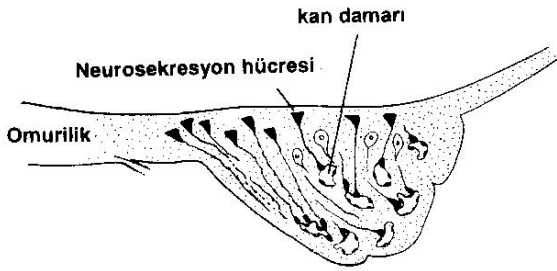
Omuriliğin foramen magnumdan itibaren başladığı dikkate alınır ancak beyin ya da omuriliğin birbirinden ayrıldığı yerle ilgili herhangi bir belirti yoktur. Beyinden omuriliğe doğru bir veya birkaç vücut segmentinde giderek bir geçiş vardır. Geçiş yüksek formlarda çok daha belirgindir.

Ergin omuriliği aşağı balıklar, kuyruklu amfibiler ve reptiller gibi kuyruk kasları fazla olan omurgalı gruplarında omurganın arka ucuna kadar uzanır. Diğer omurgalılarda embriyonik omurga, omurilikten çok daha çabuk uzar sonuçta

omurda son bulur. Kurbaçalarda urostilin önünde sonlanır. Birkaç kemikli balıkta ise omurilik beyinden daha kısadır.

Omurilik, omurga ile aynı uzunlukta olduğu zaman her bir spinal sinir bulunduğu yerdeki intervertebral foramenden doğrudan doğruya çıkar. Eğer omurga omurilikten daha uzun ise spinal sinirler dışarı çıkmak üzere omurilik kanalı içinden kuyruk ucuna doğru uzanırlar. Bu durumda en uçta olan spinal sinirler omurilik kanalı içinde **cauda equina** (at kuyruğu) adı verilen paralel sinirlerden ibaret bir demet oluştururlar (Şekil 12-16). Kısalmış omuriliğin sinirsel olmayan elemanları (ependima ve meninx'ler) ise daha uca doğru ince iplikler şeklinde uzanırlar ve **filum terminale** olarak adlandırılırlar.

Omurilik genellikle anterior ve posterior ekstremiteler hizasında servikal ve lomber genişlemeler gösterir. Bu genişlemeler ekstremiteleri sınırlendiren çok sayıdaki sinir hücre gövdesi ve liflerinden kaynaklanmaktadır. Ekstremit çiftlerinden birinin kaslı olması halinde örneğin kuş kanatları veya dinazorların arka ekstremitelerinin bulunduğu bölgelerde omurilikteki genişlemeler çok belirgindir. Buna

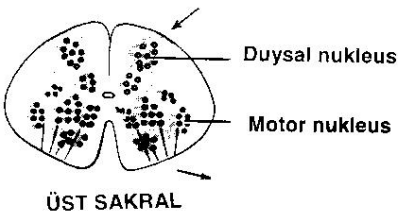
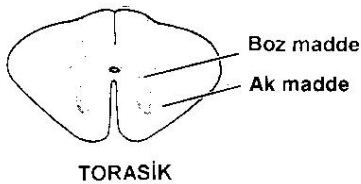


Şekil 12.17. Sazanda ürohipofiz.

karşın kaplumbağaların omuriliği göğüs bölgesinde özellikle

yassılaştırmıştır çünkü torasik ve abdominal kaslar büyük ölçüde indirgenmiştir ve kabuğa giden duysal lifler de çok sınırlı sayıdadır. Balıkların çoğunda omurilik kaudal yüzgecin kaidesinde bir şişkinlik

içerir. Bu şişkinlik urohipofizin varlığını gösterir (Şekil 12-17).



Şekil 12. 18. İnsan omuriliğinin iki farklı düzeyinden enine kesit.

olmaya veya yanlarda köşelenme yapmaya doğru meyillidir. Omurilik içindeki merkezi kanal aşağı formlarda nispeten büyük, yüksek omurgalı-larda ise daralmış haldedir.

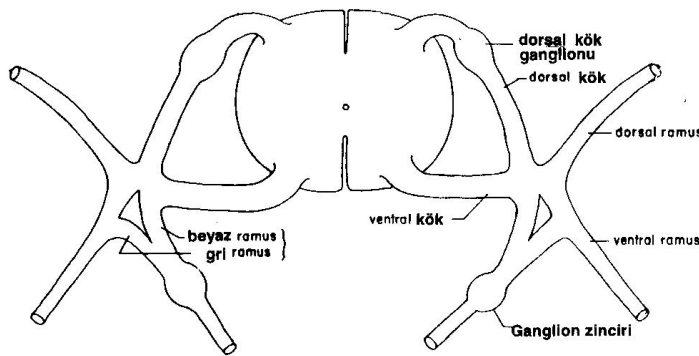
Tipik bir omurilikten enine kesit yapıldığında hücre

gövdelerinin oluşturduğu nukleus merkezi kanal etrafında belirgin bir şekilde yerleşerek boz maddeyi temsil ettikleri görülür (Şekil 12-18). Sinir lifleri ise omuriliğin periferine yerleşir ve ak maddeyi oluştururlar. Aşağı ve yukarı doğru uzanan sinir lifleri omuriliğin belli bir bölgesini veya omuriliği beyin ile bağlantılı kılar. Liflerin bir kısmı, dokunma ile ilgili bir demet oluştururken, bir kısmı istemli motor kontrol için bir demet oluştururlar. Siklostomatlarda omurilikteki sinir lif demetleri az ve basittir. Yüksek formlara doğru sayıca ve komplekslik bakımından artarlar.

Spinal Sinirler

Kökler ve Ganglionlar: Spinal sinirler çift halde metamerik yapılar olup Petromyzontia (Siklostomata) hariç omurilikten iki kök (dorsal ve ventral kök) halinde çıkarlar. Her kök, bir seri çok kısa kökçükten ibarettir ve bu kökçükler omurilikten orijinlendikleri yere yakın yerde birbirleriyle birleşirler (Şekil 12-16). Dorsal kök bir kabarcık halinde dorsal kök ganglionu taşır ve duysal neuronların hücre gövdelerini içerir. Ventral kök ise motor özelliğidir. Sadece motor lifler taşır. Bu liflerin hücre gövdeleri omurilikte yer alır (Şekil 12-19).

Petromyzon'da dorsal ve ventral kökler birbirinden bağımsızdırlar fakat Myxinae'de birleşirler. Siklostomatlardan daha üst düzeydeki omurgalılarda dorsal ve ventral kökler daima birleşir. Dorsal kök, teleostlarda duysal liflere ilave olarak hala çeşitli sayıda visseral motor lifleri içerir fakat tetrapodlarda bu liflerin çoğu kaybolmuştur. Duysal hücre gövdelerinin hepsi olmasa bile çoğu dorsal kök ganglionunda yer alırlar. Bu hücreler kıkırdaklı balıklarda bipolar, kemikli balıklarda bipolar ve unipolar, amfibilerde esas olarak unipolar ve amniotlarda tamamen unipolardırlar (Şekil 12-1,B). Ventral kök motordur (somatik ve visseral) ve hücre gövdeleri omuriliğin içindedir.

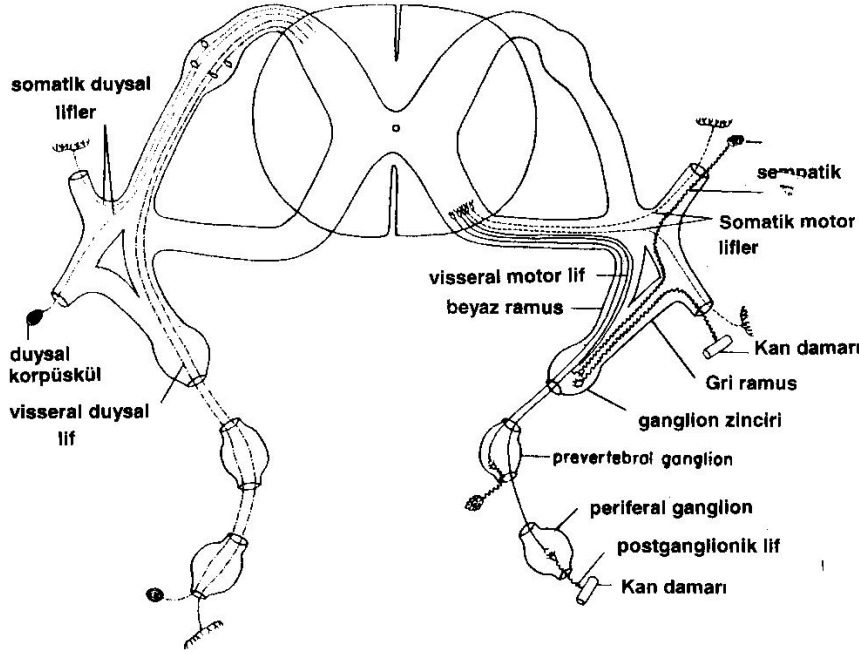


Şekil. 12.19. Memeli torasik spinal sinirlerin kökleri ve ramusları (şematik) Ramus kominikans tipik bir şekilde gri ramus ve beyaz ramus'a ayrılır.

Metamerism: Bir spinal sinir, omuriliğin her segmentinden çıkar. Bu sinirler metamerik olarak vücut duvarındaki deriye ve kaslara, boyun ve kuyruğa metamerik olarak dağılırlar. Yüzgeç veya ekstremiteler tomurcuk halindeyken, ekstremitelerin derisini ve kaslarını donatırlar. Spinal sinirlerin peş peşe gelen myomerlere segmental dağılımı en iyi şekilde balıklarda görülür. Çünkü balıkların vücut duvarı kaslarındaki metamerizm henüz bozulmamıştır. Kuşlarda ve memelilerde abdominal kasların metamerik dağılımı belirgin değildir. Çünkü myoseptumlar kaybolmuştur veya embriyonik kas kütleleri orijinal segmental yerlerinden göç etmişlerdir. Omurgalılarda omur sayısı kadar spinal sinir vardır (kuyruk ucu hariç). Kurbağa tetarları 40 çift kadar spinal sinire sahiptirler (kuyruk ucu hariç) fakat metamorfoz esnasında 10 çifti hariç diğerlerini kaybederler.

Ramus ve Pleksus'lar: Spinal sinirlerin her biri omurilik kanalından çıktıktan sonra üç dala ayrılır: **Dorsal ramus, ventral ramus, ramus kominikans (visseral ramus)**. Bu dalların her biri hem motor hem duysal lifler taşır yani karışıktır. Küçük dorsal ramus, epaxial kaslar ile derinin üst kısımlarını, büyük ventral ramus vücudun yan duvarlarına geçer ve hipoxial kaslar ile yanlardaki deriyi ve karını sinirlendirir. Üçüncü dal ise ramus kominikans'tır ve sempatik sistem ganglionlarına gider, iç organlara lifler taşır ve visseral organlardan da lifler alır (Şekil 12-19, 12-20).

Peş peşe gelen spinal sinirlerin ventral ramusları, bir pleksus oluşturmak üzere birleşirler. Bu pleksustan büyük sinirler çıkar. Temel pleksuslar, brankial ve pelvik pleksuslardır, anterior ve posterior ekstremitelere sinir gönderirler. Pleksuslar anamniotlarda nispeten basittirler. Çünkü kas metamerizmi yüzgeçler tarafından hafifçe kesintiye uğratılmıştır. Pleksuslar tetrapodlarda karmaşık yapı halini almaya başlarlar. Çünkü ekstremitelerin peş peşe gelen birçok somitten uzanan çok sayıda kasları vardır. Otonomik pleksuslar visseral organlarda yer alırlar.



Şekil 12.20. Memeli torasik spinal sinirlerin kökleri ve ramuslarındaki lif tipleri (şematik). Sağda sadece motor lifler, solda ise duysal lifler gösterilmiştir.

Oksipitospinal sinirler: Balıkların ve amfibilerin birçoğunda, vagal sinirin hemen arkasında beyin ve omurilik arasındaki geçiş bölgesinden birkaç oksipitospinal sinir çıkar. Bu sinirlerin ilk çifti veya iki çifti foramen magnumun anterioründen çıkabilir. Bu sinirlerin duysal kökleri yoktur ve hipobranchial kaslar ile dili sinirlendirirler. Amniotların XI. ve XII. kranial siniri duysal kök içermezler ve kısmen balık ve amfibilerde bulunan atasal oksipitospinal sinirlerden orijinlenirler.

Spinal Sinirlerin Karşılaştırmalı Anatomisi

Spinal sinirlerdeki en büyük evrimsel değişiklik, dorsal kökün yapısında görülür. Primitif olarak dorsal kök hem duysal hem motor lifler içerir, fakat amniot'larda motor lifler ventral köke kaymıştır, dolayısıyla dorsal kök sadece duysaldır.

Agnatha: *Petromyzon*'larda dorsal ve ventral kökler tek bir sinir oluşturmak üzere birleşmez. Dorsal ve ventral sinirler birbirleriyle alması dururlar. Omuriliğin dorsal kısmından çıkan dorsal sinir, somatik duysal, visseral duysal ve visseral motor lifleri taşır. Ventral sinir, omuriliğin ventral tarafından çıkar ve sadece somatik motor lifleri taşır. Myxinoid'lerde iki kök, kuyruk bölgesi hariç genellikle birleşir.

Chondrichthyes ve Osteichthyes: Balıklarda dorsal ve ventral köklerin birleşmesiyle oluşmuş az çok tipik spinal sinirler vardır. Dorsal kök hem somatik hem visseral duysal lifleri taşıdığı gibi visseral motor lifleri de taşır. Plexuslar vardır. Öndeki spinal sinirlerin bazılarının dorsal kökleri kaybolur ve sinirler artık yalnız motor sinirlerdir ve **oksipito-spinal** sinirler olarak adlandırılırlar.

Amphibia: Amfibi'lerin spinal sinirleri temelde balıklarinkine benzerdir. Dorsal kök hala bazı visseral motor elementler içerir. İyi gelişmiş **brankial plexus** (ön ekstremiteleri sinirlendirir) ve **lumbosakral plexus'** lar (arka ekstremiteleri sinirlendirir) vardır.

Reptilia: İlk defa tüm visseral motor elementler ventral kökle birleşirler, bu nedenle de dorsal kök tamamen duysaldır. Bu durum XI. ve XII. kranial sinirleri bulunan amniot'lar için karakteristiktir. Oksipito-spinal sinirler, amniot'larda artık bulunmaz, çünkü bu sinirlerin lifleri XI. ve XII. kranial sinirlerin oluşumuna katılırlar.

Ekstremiteleri bulunan reptil'lerde iyi gelişmiş plexuslar vardır. Bazı yılanlar ve bacaksız kertenkelelerin oldukça belirgin olmakla beraber zayıf gelişmiş lumbosakral plexusları vardır. Bu durum yılanlar ve bacaksız kertenkelelerin, ekstremiteleri olan formlardan geliştiklerini gösterir.

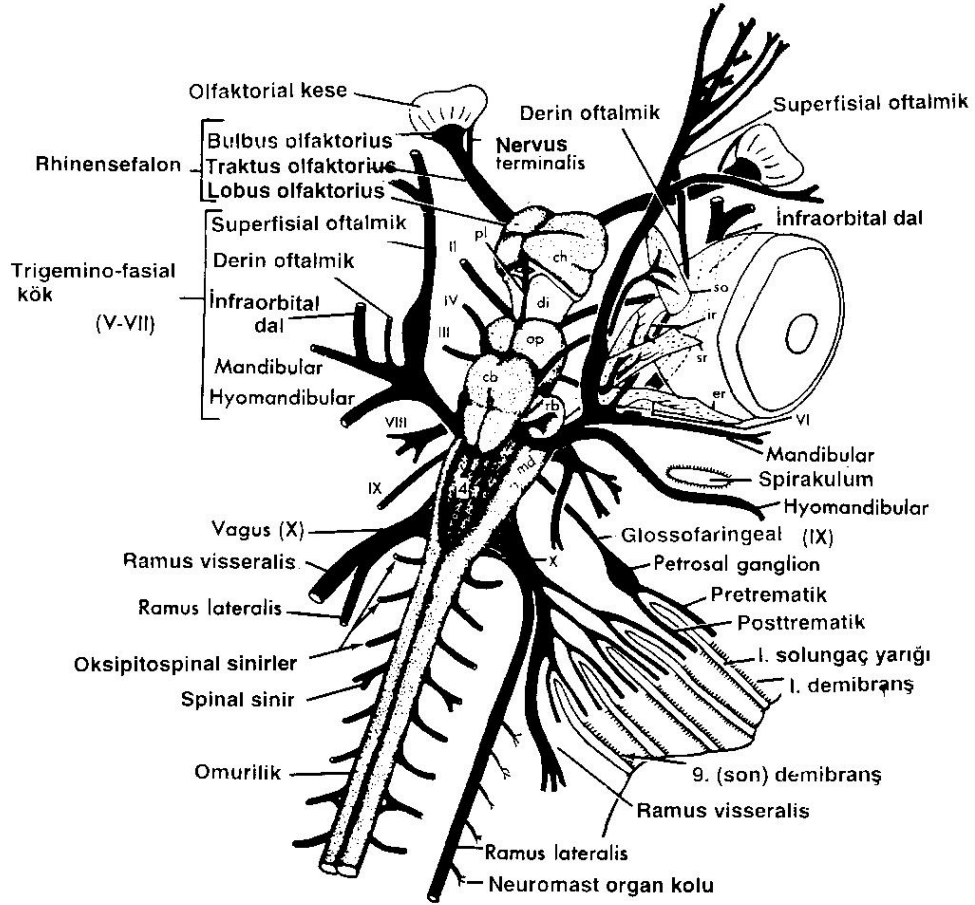
Kuşlar ve Memeliler: Kuş ve memeli'lerde spinal sinirlerin dorsal kökü tamamen duysaldır ve somatik duysal ile visseral duysal elementler taşır. Ventral kök tamamen motor sinirdir. Visseral motor ve somatik motor elementler taşır (Kuşlarda ve memelilerde torasik spinal sinirlerin tipik yapısı Şekil 12-20 de gösterilmiştir).

Beyinden çıkan sinirler (Kranial Sinirler)

Tüm omurgalıların ilk on kranial siniri temel bir modele uygun olarak dağılım gösterir. Amniotlarda bu sinirlere ek olarak tamamen veya predominant olarak motor özellikli iki sinir daha vardır (XI. ve XII. sinir) (Tablo 12-1). Ayrıca tüm omurgalıların numaralandırılmış sinirlerinin önünde bir çift de terminal sinir vardır (0. sinir). Kolaylık olması bakımından bu sinirler şu şekilde gruplandırılabilirler: Esas olarak duysal sinirler (I., II. ve VIII. sinir), göz küresi kasları sinirleri (III., IV. ve VI. sinir) ve brankiomerik sinirler (V., VII., IX. ve X. sinir).

Tablo 12-1. Omurgalılarda kranial sinirler

Sinirler	Somatik Duysal	Visseral duysal	Visseral Motor	Somatik Motor	Ganglion
0. Terminalis	X				
I. Olfactorius	X				
II. Opticus	X				
III. Oculomotorius			X	X	
IV. Trochlearis				X	
V. Trigeminus	X		X		Gasserian
VI. Abducens				X	
VII. Facialis	X	X	X		Genikulat
VIII. Acusticus	X				Akustik (tetrapodlarda Vestibular +spiral)
IX. Glossopharingeal	X	X	X		Petrosal (+amniotlarda superiör)
X. Vagus	X	X	X		Jugular (+aşağı formlarda lateralis+ Memeli'lerde nodalis)
XI. Accessorius			X	X	
XII. Hypoglossalis				X	



Şekil 12. 21. *Squalus*'ta beyin ve kranial sinirler. **cb.** serebellum, **ch.** serebral hemisfer, **di.** diensefalon, **er.** eksternal rektus göz kası, **ir.** internal rektus kası, **md.** medulla, **op.** optik lop, **pl.** pineal cisim, **rb.** restiform cisim, **so.** superior oblik kası, **sr.** superior rektus kası, **4.** dördüncü ventrikül (tavanı çıkartılmıştır), **II-X.** kranial sinirler (faringeal solungaçlar çıkartılmıştır).

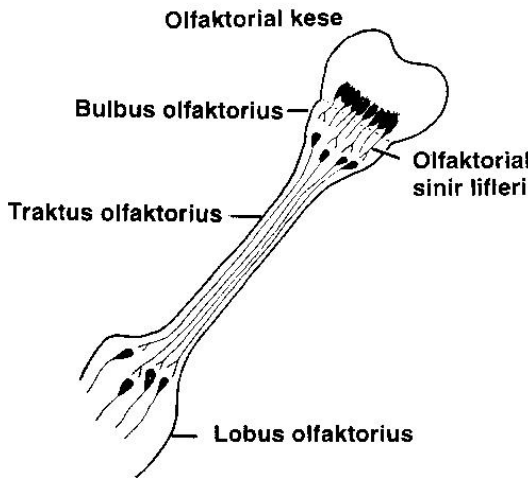
Kranial sinirlerin dağılım düzeni esas olarak köpek balıklarında görülür. Tetrapodlarda bu sinirlerin dağılımında görülen herhangi bir varyasyon, karasal yaşama adaptasyondan kaynaklanmaktadır. Kranial sinirlerin kökleri, spinal sinirlerde olduğu gibi dorsal ve ventral seriler halinde beyini terk etmezler. Myotomal kasları donatan sinirler (III., IV., VI. ve XII.)'in sadece ventral kökleri vardır. Brankiomerik sinirler (V., VII., IX., X.) ve XI. sinirin kökleri, spinal sinir kökleri ile paralel uzanmazlar. Bu sinirler beyini lateral olarak terk ederler ve lateral kökler olarak adlandırılırlar.

Kranial Sinirler:

0. sinir - Nervus terminalis (Terminal sinir) (Şekil 12-21) : Terminal sinir, olfaktorial köklere yakın olarak rhinensefalondan çıkar ve olfaktorial epitele gider. Nasal mukozanın vasomotor siniri halindedir. İnsan dahil tüm omurgalılarda görülür.

Predominant olarak duysal olan kranial sinirler:

I. Sinir - Nervus olfactorius: Telensefalondan orijinlenir. Olfaktorial sinirin hücre gövdeleri olfaktorial epitelde yer alır. Sinir lifleri ise uca doğru uzanır ve olfaktorial kapsülü delerek olfaktorial bulbus'larda son bulur (Şekil 12-22). *Squalus* ve



Şekil 12.22. Köpekbalığında olfaktorial keseler ve rhinensefalon (duysal liflerin hücre gövdelerinin konumu).

Acanthias gibi köpek balıklarında, olfaktorial epitel bulbuslara çok yakın uzandığı için olfaktorial sinir anatomik bir varlık olarak ayırt edilemez. Tetrapodlarda olfaktorial sinirin bir dalı vomeronasal organı sinirlendirir.

Memelilerde olfaktorial epitel nasal geçidin üst kısmını oluşturur ve Bulbus olfaktorius'tan, ethmoid kemiğin cribriform levhası ile ayrılır. Cribriform levhadaki delikler olfaktorial liflerin geçişini sağlarlar.

II. Sinir - Nervus opticus: Hücre gövdeleri retina'da yer alır. Optik sinir göz küresinin arka duvarından çıkar, diensefalonun altında çaprazlaşarak optik kiasmayı yapar ve mesensefalonun ventral tarafına girer. Memeliler hariç tüm optik sinir lifleri kiasmada çaprazlaşırlar. Memelilerde her yandaki sinir liflerinin yaklaşık yarısı gözün bulunduğu beyin tarafında kalır sadece retinanın nasal tarafındaki lifleri çaprazlaşır. Sonuçta binoküler görme alanında bir çakışma olur ve binoküler görme gerçekleşir.

VIII. Sinir – Nervus acusticus (Vestibulocochlear): VIII. sinir (akustik sinir olarak bilinir). Aşağı omurgalılarda anterior ve posterior olmak üzere iki kökü vardır. Anterior ramus, anterior vertikal ve horizontal semisirkular kanalları ve utrikulus'u sinirlendirir. Posterior ramus, posterior vertikal kanalın ampulla'ları olan sacculus ve lagena'yı sinirlendirir. Amfibilerden başlamak üzere lagena kohlea'yı oluşturmak üzere genişler ve işitebilmek için farklılaşır. Dolayısıyla posterior ramus büyük ölçüde genişlemiştir. Bu nedenle kohlear sinir olarak ta adlandırılır ancak zar labirent'in diğer

kısımlarından da lifler taşımağa devam eder. Anteriör kol ise vestibular sinir olarak adlandırılır. Her iki dal da medulla'ya girerler ve bu geçiş yolunda bir ganglionları (kohlear veya vestibular) vardır. Kohlear ganglion kohlea'nın içinde spiral membran üzerinde yer alır ve bu nedenle spiral ganglion olarak adlandırılır.

Göz küresi kasları sinirleri:

III., IV. ve VI. sinir - Nervus oculomotorius, trochlearis ve abducens :

Göz küresinin myotomal kaslarına dağılmışlardır. Göz kaslarından superior obliq IV. sinir, external rektus VI. sinir, kalan dört ekstrinsik göz kası ve gözün belirli bazı diğer myotomal kasları III. sinir tarafından sinirlendirilir (Şekil 6-8, Tablo 6-1). Göz küresi kaslarının sinirleri dorsal köklerini kaybettikleri için spinal sinirlere benzerler. Bu sinirler somatik motor liflere ilave olarak, sinirlendirdikleri kasların kasılması ile oluşan uyarıyı almak (proprio resepsiyon) üzere duysal lifler de içerirler.

III. sinir mesensefalonun ventral tarafından çıkar. Tamamen motor sinirdir.

IV. sinir beyinin dorsal tarafından Mesensefalonun posteriyör ucundan çıkan yegane sinirdir ve çıktıktan sonra motor lifleri çaprazlaşan birkaç sinirden biridir.

VI. sinir arka beyinin anteriör ucundan ventral olarak çıkar. IV. ve VI. sinir kranial sinirlerin en küçük sinirleridir o nedenle de çok az lifleri vardır. Bu sinir liflerinin tümünün (hem motor hem proprio reseptif olanlar) hücre gövdeleri, merkezi sinir sistemindeki nukleuslardadır. O nedenle de bu sinirlerin duysal ganglionları yoktur. Petromyzonlarda abducens sinirinin eksik olduğu düşünülüyorsa da bazı yazarlar trigeminal sinirin, arka beyinin anteriör yüzünden çıkan küçük bir lifinin abducens'i temsil ettiğini varsaymaktadırlar.

Brankiomerik sinirler: Omurgalıların karakteristik özelliklerinden biri de, embriyonik olarak yutak keseleri ile ayrılmış bir seri visseral yayın gelişmesidir. Splanchnokraniumun ve bu yayların brankiomerik kaslarının gelişimi daha önceki bölümlerde tartışılmıştır. İster balık veya tetrapod olarak gelişsin, I. yaydan gelişen kaslar V. kranial sinir ile donatılmıştır. II. yaydan gelişen kaslar da VII. sinir ile donatılmıştır III. yay IX. sinir, bunu izleyen yaylarda X. sinir ile donatılmıştır. V., VII., IX. ve X. sinir brankiomerik kasları sinirlendirdikleri için brankiomerik sinirler olarak adlandırılırlar.

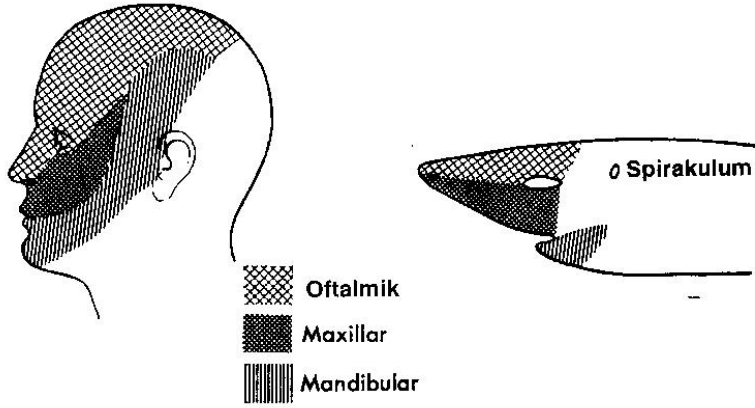
Brankiomerik sinirler brankiomerik kasları sinirlendirmeleri yanında önemli fonksiyonları olan karışık sinirlerdir. Bazı motor lifleri otonom sinir sistemi ile ilgilidir. Duysal lifleri duyu organlarının bazılarını sinirlendirirler ve her sinir proprio reseptif

lifler içerir. Bu liflerin temel dağılım modeli *Squalus*'ta görülür. Tetrapodlardaki değişiklik ise esas olarak solungaçların kaybolmasından ve karasal yaşama diğer adaptasyonlardan kaynaklanmaktadır.

V. Sinir – Nervus trigeminus: Esas olarak mandibular yay siniridir. V. kranial sinir arka beynin anteriör ucundan çıkar ve tipik olarak 3 kola ayrılır: Oftalmik, maxillar ve mandibular. Balıklarda oftalmik, superfisial ve derin oftalmik dallara ayrılabilir. Tüm kollar duysal lifler içerir, sadece mandibular kol motor lif içerir.

Duysal dağılım: V. sinir, dişler ve dilin anteriör kısmı dahil, başa duyarlı sinirdir (Şekil 12-23). Mandibular kol aynı zamanda proprio reseptif lifler de içerir. Proprio reseptif lifler hariç, tüm duysal liflerin hücre gövdeleri semilunar ganglionda bulunur. Ancak bazı aşağı omurgalılarda oftalmik kolun kendi ganglionu vardır.

Motor dağılım: Mandibular lifler I. yutak yayından orijinlenen tüm kasları donatır. O nedenle predominant dağılım çene kaslarıdır.



Şekil 12.23. Omurgalılarda trigeminal sinirin derideki dağılımı.

VII. Sinir – Nervus facialis: VII. sinir, V. sinir ile çok yakın olarak arka beynin anteriör ucundan çıkar. Köpek balıklarında V. ve VII. sinirin ortak (trigeminofacial) kökleri vardır.

Duysal dağılım: VII. sinir balık ve aquatik amfibilerin neuromast organlar (bir grup veya bir seri epitelial reseptör)'ünü sinirlendirir. Karaya adaptasyonla bu lifler kaybolurlar. Kolları aynı zamanda II. yay hizasındaki tat tomurcuklarını, balıkların dış yüzeyindeki herhangi bir tat tomurcuğunu ve tetrapodlarda dilin anteriör kısmındaki tomurcukları sinirlendirir. VII. sinir, kasların proprio reseptif liflerini ve ikinci yayın endoderminden gelen genel duysal lifleri içerir. Proprio reseptif olanlar dışında tüm duysal liflerin hücre gövdeleri genikulat (fasialis) ganglionda yer alır.

Motor dağılım: VII sinir, ikinci yayın kaslarında dağılım gösterir. Bu dağılım memelilerin mimik kaslarını da içermektedir. Orta kulak kemiklerinden stapes en dorsaldeki hyoid kıkırdak olduğu için memelilerin stapedia kasları da yedinci sinir tarafından sinirlendirilir. VII. sinir aynı zamanda submandibular ve sphenopalatin ganglionu giden visseral motor lifler içerir (Şekil 12-26). Submaxillar ganglion aynı zamanda submandibular ve sublingual tükürük bezlerini sinirlendirir. Sphenopalatin ganglion ise lakrimal bez ile burunun muköz membranını sinirlendirir.

IX. Sinir – Nervus glossopharyngealis: IX. sinir Köpek balıklarında brankiomerik sinirlerin tipik özelliği olan 3 kola sahiptir. Bu kollar pretrematik (duysal), faringeal (duysal ve postrematik karışık). *V. sinirin maksillar ve mandibular kolları muhtemelen bu sinirin pretrematik ve postrematik kollarını temsil eder. Oftalmik kolun orijinal olarak V. sinire ait olduğu düşünülmemektedir. VII. sinirin pretrematik kolu, infraorbital kök içindedir ve VII. sinirin postrematik kolu (spirakulum'un arkasında) hyomandibular'dır.*

Pretrematik kol genel duyarlılık için I. solungaç odacığının anterior duvarında yer alan demibransı sinirlendirir. Faringeal kol III. visseral yay hizasında tat tomurcuklarını ve faringeal bölgeyi astarlayan endodermdeki visseral reseptörleri sinirlendirir. Postrematik kol I. solungaç odacığının posterioründe yer alan demibranslar için duysal özellikli, III. visseral yayın kasları ve bu kaslardan gelen proprioreseptif lifler için motor özelliklidir. IX. sinirin küçük kolları baş ve gövdenin birleşme yerinde yan çizgi kanal sisteminin küçük bir segmentini sinirlendirir. Otonom sistemin preganglionik lifleri IX. sinir içinde yer alır.

IX. sinir myelensefalondan çıkar.

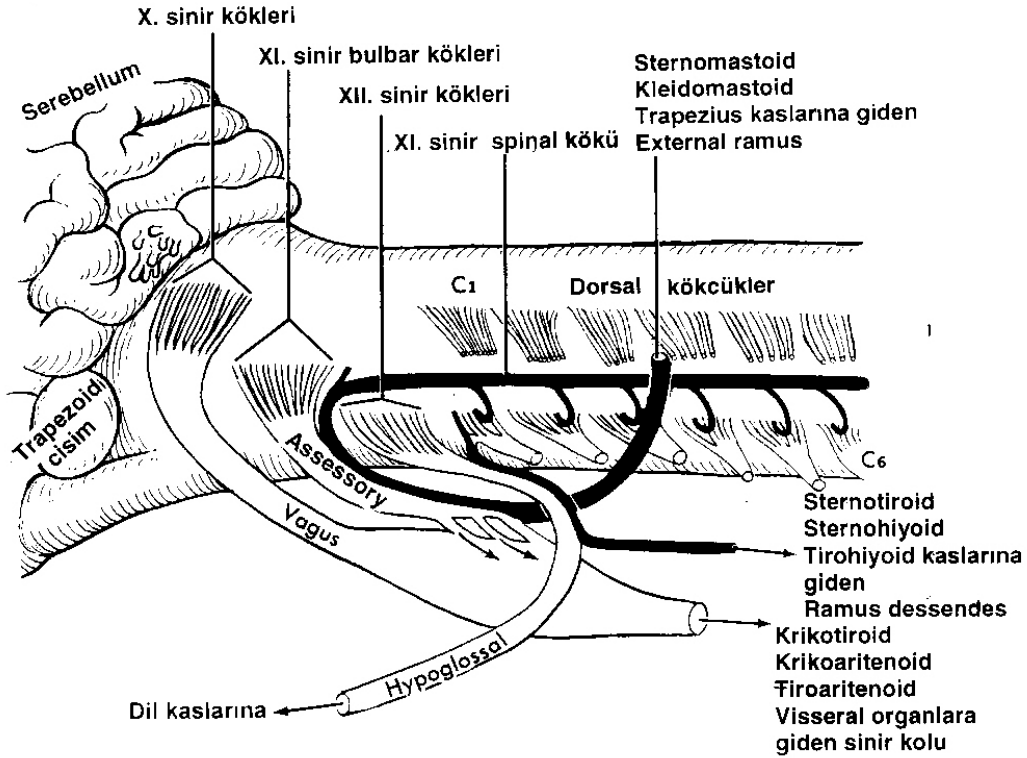
Karasal yaşama uyum sağlandığında solungaçlar ve neuromast organlar kaybolur ve böylece IX. sinir çoğu liflerini kaybeder. Ancak üçüncü yay mukozasında yer alan tat tomurcuklarını (memelilerde dilin posterior ve yutağın üst bölgesindeki) donatır.

IX. sinirin duysal hücre gövdeleri (proprioreseptif olanlar hariç) aşağı omurgalıların petrosal ganglionunda ve memelilerin superior (petrosal) ve inferior ganglionlarında bulunurlar.

X. Sinir – Nervus vagus: Myelensefalunun yanlarından bir seri lif halinde çıkar (Elasmobranchlarda ise çok solungaç odası olduğu için bir seri köklü lifler içerir). Bu köklerin her biri IX. sinirin dalları gibi homolog dağılıma sahip olan pretrematik, postrematik ve faringeal dallar içerir. Pretrematik kol, son dört solungaç odacığının anterior duvarlarını sinirlendirir. Postrematik kollar bu solungaç odalarının posterior

duvarlarını sinirlendirir ve IV-VII.'ye kadar olan yayların motor sinirlerini oluştururlar. Bu nedenle de balıkların solunumla ilgili temel siniridirler. Faringeal kollar, faringeal epiteli tat alma ve genel duyarlılık sağlamak üzere sinirlendirir.

Brankiomerik bileşenleri dışında *Squalus*'ta vagusun iki diğer önemli kökü vardır. Ramus lateralis kuyruk ucuna kadar yanıl çizgi sistemine duyarlılık kazandırır. Ramus visseralis ise sölomik iç organların afferent ve efferent visseral liflerini oluşturur.



Şekil 12.24. Kedide medulladaki hipoglossal kökler (XII) spinal sinirlerin ventral kökleri ile ilgili seride yer alır. Siyah bileşenler spinal sinirlere katılanlar. C₁. I. servikal spinal sinirin dorsal kökleri, C₆. VI. servikal spinal sinirin ventral kökleri.

Karaya adaptasyon esnasında vagus, özellikle sudaki yaşamla ilgili olan fonksiyonlarını kaybeder fakat diğer fonksiyonlarını korur. En belirgin olan ve yanıl çizgiye giden kolu zayıflar. Solungaç odacıklarının duysal kolları kaybolur. Ancak yutak mukozasındaki duysal reseptörleri ve glottis'e yakın tat tomurcuklarını sinirlendirmeye devam eder. Dördüncü ve onu takip eden yayların brankiomerik kaslarına giden motor kolları varlıklarını korurlar. Bu kaslar temel olarak krikotiroid, krikoaritenoid ve tiroaritenoid kaslarıdır. Tetrapodlarda vagusun çoğu yere olan

dağılımı kayb olduğu için ramus visseralis bu sinirin ana kolu haline gelmiştir. Kalbi ve üst sölomdaki iç organları sinirlendirmeye devam eder.

Balıklarda olduğu gibi Tetrapodlarda da vagus, otonomik sistemin gövdedeki belirli terminal ganglionların preganglionik liflerini verir. Amniotlarda accessory sinirinin otonomik lifleri internal ramus vasıtasıyla vagusa katılırlar (Şekil 12-24). Vagus aynı zamanda proprioseptif lifleri de içerir. Vagus memelilerde kulağın aurikül kısmının derisini de kısmen sinirlendirir.

Tüm duysal liflerin hücre gövdeleri (proprioresepsiyon için olan hariç), balıklarda lateralis ve jugularis ganglionlarda, memelilerde ise superiör (jugular) ve inferiör (nodus) vagal ganglionlarda yer alırlar. Bazı elasmobranşlar'ın dört veya daha çok solungacının pretrematik ve postrematik kollarına giden liflerin her birinin kendi epibrankial ganglionu vardır. Bu kollar belli bir dönemde dört bağımsız kranial sinir gibi gözükürler.

Accessory ve Hypoglossal sinirler:

XI. Sinir – Nervus accessorius: Bağımsız bir sinir olan aksessorius, amniotlarda on birinci sinir olarak tanımlanmıştır. Tamamen motor bir sinirdir. Memelilerde myelensefalondan ve vagusun köklerine yakın yerden çıkan bir seri medullar kökleri (bulbar kökler) vardır (Şekil 12-24). Bu sinirin aynı zamanda spinal kökü vardır. Bu kök, hücre gövdeleri omurilikte yer alan bir seri liften ibarettir. Spinal kök lifleri ön tarafa geçerek bulbar kök lifleri ile birleşir ve XI. siniri oluşturur. Daha sonra IX. ve X. sinire katılır. Farinks, larinks ve bazı kaslar (trapezius, sternomastoid ve kleidomastoid)'ı sinirlendirir.

XII. Sinir – Nervus hypoglossalis: Amniotların XII. kranial siniri, proprioseptif lifler dışında somatik motor bir sinirdir. Beyinin arka ucundan bir seri motor lif halinde çıkar. Ön taraftaki bir veya daha çok spinal sinirden de kol alır. Ancak spinal olmaktan öte kranial bir sinirdir. Dilin myotomal kaslarını (genioglossus, styloglossus, hypoglossus ve lingualis) sinirlendirir. Dilin fazla gelişmesi ve hareketli olması nedeniyle en iyi şekilde memelilerde gelişmiştir.

Otonom Sinir Sistemi

Otonom sinir sistemi, esas olarak iç organların fonksiyonlarını isteğimiz dışında kontrol eder. Tamamen visseral motor yapılardan ibarettir. Bir başka ifadeyle, düz kasların ve bezlerin faaliyetini kontrol eden visseral efferent sistemdir.

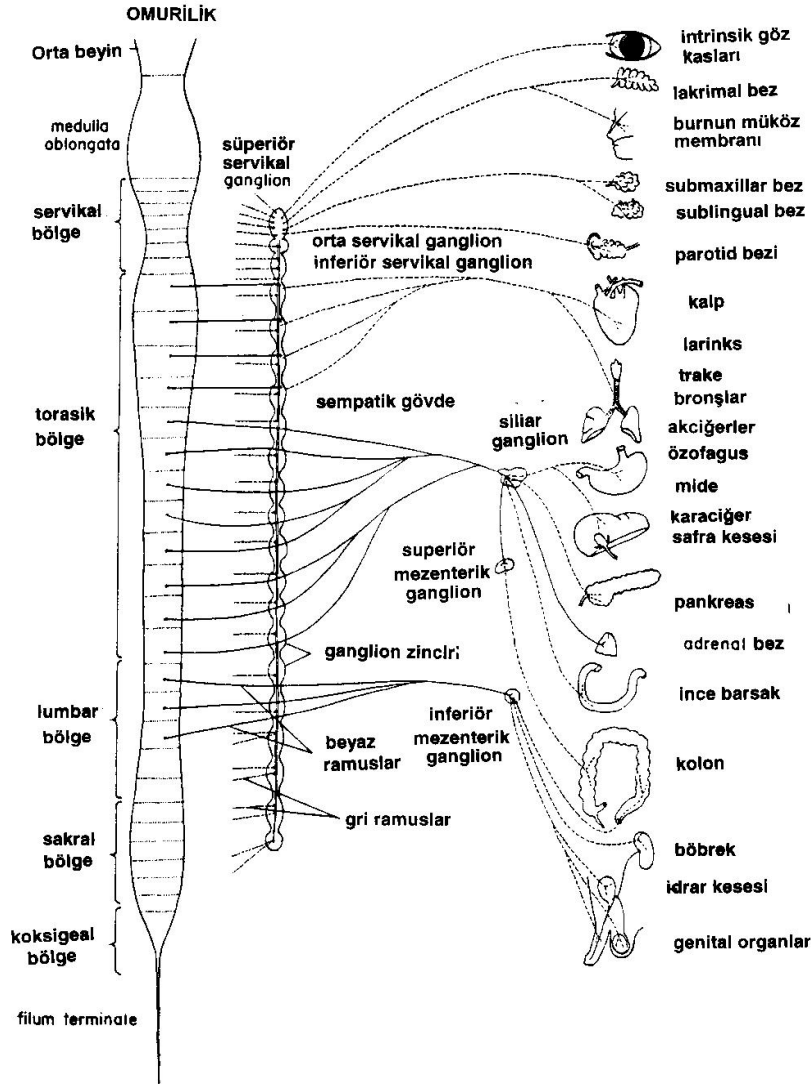
Somatik motor neuronların hücre gövdeleri merkezi sinir sisteminde yer alırlar ve lifleri efektörlere (iskelet kasları) kesintisiz uzanırlar. Oysa otonom sinir sisteminin efferent impulsları iki neuron boyunca yol almak zorundadırlar. Birinci neuronun hücre gövdesi merkezi sinir sisteminde yer alır (aksonları myelinli olup **preganglionik lifler** olarak bilinirler). Preganglionik lifler beyin veya omurilik dışında yer alan ganglionlara geçer ve burada başka bir veya ikinci bir neuronla sinaps oluşturur. Bu ikinci neuronun aksonu myelinsizdir ve **postganglionik lifler** olarak bilinir. Postganglionik lifler efektörlere gider. Sistem ganglionlarla birlikte bu iki tip sinir liflerinden oluşmuştur ve bir düzenleme merkezi halinde çalışır.

Bu iki neuronun izlediği yol otonom ve somatik sistem arasında karakteristik farkı oluşturur. Otonom sistem tamamen yüksek omurgalılarda, özellikle memelilerde çalışıldığından sistemin yapı ve fonksiyonu ile ilgili tanımları memelilerde verilecek, aşağı omurgalılarda da yüzeysel olarak tartışılacaktır.

Otonom Sistemin Yapısı

Otonom sinir sisteminin iki büyük bölümü vardır:

a -Sempatik sistem, b -Parasempatik sistem. (Bu bölümlerin ayrıntılı yapısı Şekil 12-25 ve 12-26 da gösterilmiştir). Sempatik sinir sistemine “**thoracolumbar**” sistem de denir. Omuriliğin torasik ve lumbar bölgelerinden uzanan preganglionik lifleri vardır. Parasempatik sisteme ise “**craniosacral**” sistem de denir. Belirli kranial ve sakral sinirlerden uzanan preganglionik lifleri vardır. Aslında bu iki sistem yani sempatik ve parasempatik sistem birbiriyle antagonist çalışır. Sempatik sistemin temel fonksiyonu hayvanda enerji harcayarak korunmayı güçlendirmek olarak da algılanabilir. Parasempatik sinir sisteminin fonksiyonu ise hayvanı gevşeme durumunda tutarak enerjiyi korumak ve depo etmektir. Her iki sistem de etkisini postganglionik liflerden belirli kimyasal maddeleri salgılayarak gösterir. Örneğin sempatik postganglionik lifler **sympatin** salgılar. Bu madde adrenalin’e benzerdir ve hayvanı kavgaya etmeye veya kaçmaya hazırlamada adrenalinle aynı etkiye sahiptir. Parasempatik postganglionik lifler **asetilkolin** salgılar. Bu da hayvanın gevşemesini sağlar.



Şekil 12-25. Memeli sempatik sinir sisteminin temel kısımları. Preganglionik lifler düz çizgi ile, postganglionik lifler kesik çizgi ile gösterilmiştir.

Sempatik Sinir Sistemi:

Ganglionlu uzun bir kordon halinde olup omurganın ventral tarafının her bir yanında yer alır. Bu yapıya **sempatik kordon** denir (Şekil 12-25). Buradaki ganglionlar “**ganglion zinciri**” olarak da tanımlanırlar. İplik şeklindeki sinir lifleri aracılığıyla birbirleriyle bağlantılıdır. Esas olarak torasik ve lumbar bölgenin her bir omuru için bir ganglion vardır. Boyun bölgesindeki ganglionlar azalmıştır ve sadece üçü kalmıştır. Bunlar: **superior servikal ganglion**, **orta servikal ganglion** ve **inferior servikal ganglion**'dur. Inferior servikal ganglion, I. torasik ganglionla birleşerek yıldız şeklindeki **stellat ganglionu** oluşturur.

Spinal sinirin visseral ramus'u (ramus kominikans) genellikle bu ganglion zinciri ile birleşir ve tipik olarak iki kısım içerir. Bu kısımlar beyaz ramus ve gri ramus'tur. Beyaz ramus, hem visseral duysal hem preganglionik visseral motor lifler içerir. Gri ramus ise sadece postganglionik visseral motor lifler içerir. İç organlardan birinden gelen duysal lifler ganglion zincirinden, synaps yapmadan geçerler ve fonksiyonel olarak otonom sistemin bir parçası olarak kabul edilmezler.

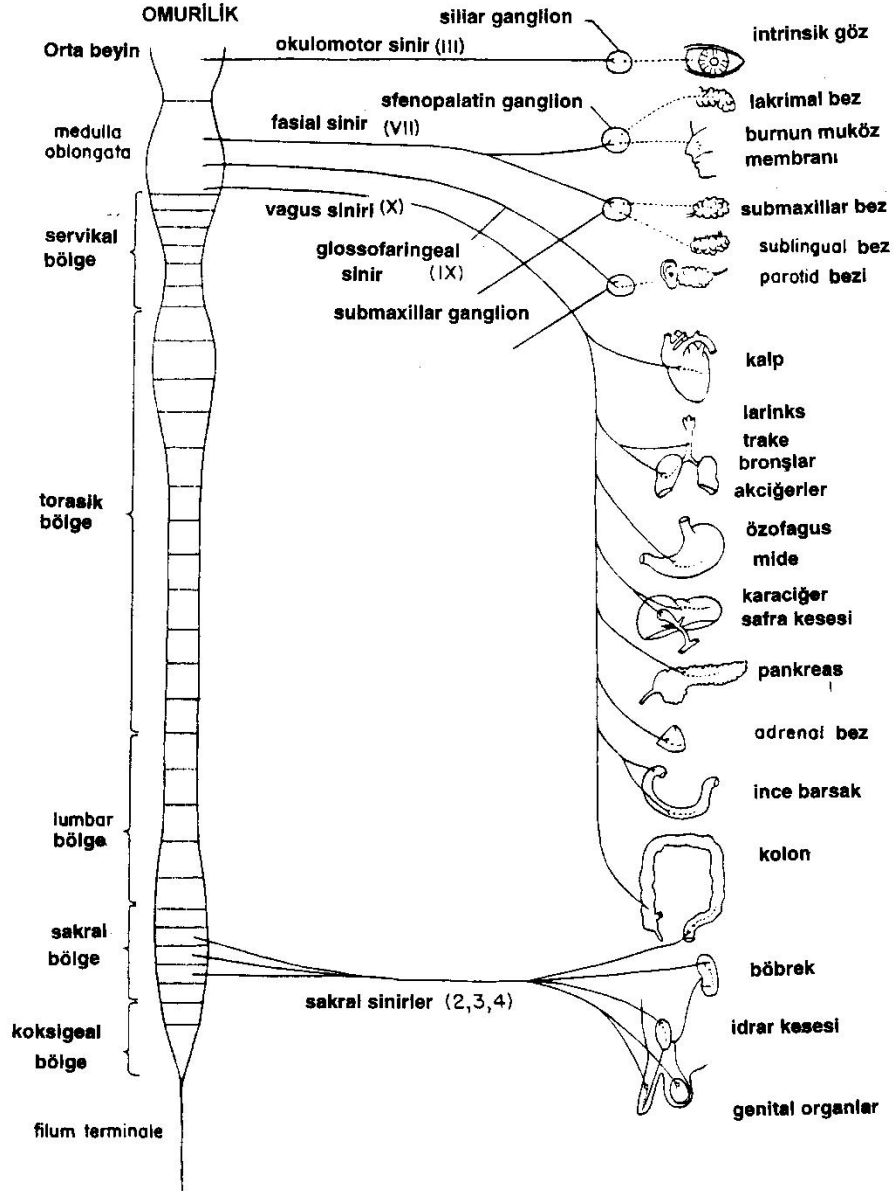
Bir preganglionik visseral motor lif, sempatik ganglionların birinde synaps yapabilir. Veya sempatik kordonu üstten ve alttan geçerek sonra gelen diğer bir ganglion zinciri ile synaps yapabilir veyahut ta abdominal bölgedeki 3 büyük prevertebral ganglionlardan birine (söliak, süperiör mezenterik, inferiör mezenterik) uğramadan gidebilir. Gerek zincir halindeki sempatik ganglionlarda olsun gerekse prevertebral ganglionlarda olsun, preganglionik lifler, postganglionik lifleri verecek olan başka bir neuronla synaps yapar. Her bir efferent visseral sinir, prevertebral ganglionlardaki postganglionik liflerden veya bir ya da daha çok anteriördeki ganglion zincirinden gelişen postganglionik liflerden oluşur. Ganglion zincirinden oluşan diğer postganglionik lifler ramus kominikansın gri ramusundan geçerler ve spinal sinirlerin dorsal ve ventral ramusu boyunca kan damarlarında dağılırlar ve bu bölgedeki bezler de bu sinirler tarafından sinirlendirilirler (Şekil 12-20).

Çoğu yerde sempatik sistemin preganglionik lifleri kısa, postganglionik lifleri ise daha uzundur. Sempatik lifler tarafından üretilen sympatin maddesi nispeten sabit bir bileşendir, kan akımı yoluyla vücut boyunca dağılabilir. O nedenle de geniş bir etkisi vardır.

Parasempatik Sinir Sistemi:

Parasempatik sinir sisteminin preganglionik lifleri 4 kranial sinir (III. veya *oculomotor*, VII. veya *facial*, IX. veya *glossopharyngeal* ve X. veya *vagus*) ile, II., III. ve IV. sakral sinirin beyaz visseral ramus'unu içerir (Şekil 12-26).

Parasempatik sinir sisteminin yapısal olarak sempatik sinir sisteminden farkı, parasempatik preganglionik liflerin çok uzun, postganglionik liflerin kısa oluşudur ve synapsın gerçekleştiği ganglion ya organın içinde veya organa çok yakın bulunur.



Şekil 12-26. Memeli parasempatik sinir sisteminin temel kısımları. Preganglionik lifler düz çizgi ile, postganglionik lifler kesik çizgi ile gösterilmiştir.

Örneğin *oculomotor* sinirin preganglionik lifleri, göz çukurunun arka kısmındaki ciliar ganglionda sonlanır. Bu gangliondan uzanan postganglionik lifler intrinsik göz kaslarına gider.

Parasempatik sinir sisteminin postganglionik lifleri tarafından üretilen asetilkolin nispeten kısa ömürlü bir maddedir ve etkisi de daha çok lokaldir.

Aşağı Omurgalılarda Otonom Sistem

Her ne kadar otonom sistem memelilerde ve özellikle insanda iyi çalışılmışsa da aşağı omurgalılarda sistem hakkındaki bilgiler, sistemin evrimi hakkında yorum yapmaya elverişlidir.

Siklostomat'larda sempatik ganglionlar bulunur, fakat birbirleriyle bağlantılı değildirler ve gerçek bir sempatik kordon oluşturmazlar. Petromyzontia'da dorsal ve ventral sinirler ayrı kalır ve preganglionik lifler merkezi sinir sistemini dorsal sinir aracılığıyla terk ederler. Myxinae'de ise ana spinal siniri oluşturmak üzere iki sinir birleşir ve sempatik lifler ventral kök boyunca dışa doğru uzanırlar.

Siklostomat'larda parasempatik sisteme katılan tek sinir *vagus*'tur. *Vagus*'tan ayrılan kollar kalbe ve barsağın bir kısmına gider.

Kıkırdaklı balıklarda sempatik ve parasempatik sistemler belirgindir. Sempatik sistemdeki peşpeşe gelen ganglionlar birbiriyle bağlantılı olabilir, fakat hala sempatik kordon oluşmamıştır. Parasempatik sistemde *vagus* sinirine ek olarak *oculomotor*, *facial* ve *glossopharyngeal* sinire ait bazı lifler yer alır.

Kemikli balıkların ganglionları birbiriyle tam bir bağlantı oluştururlar dolayısıyla iyi gelişmiş bir sempatik kordona sahip ilk omurgalılardır. Buna rağmen parasempatik sistemin yapısına sadece *okulomotor* ve *vagus* siniri dahil olur.

Amfibi'lerde iki durum vardır. Semenderlerde sempatik sistem temelde amniot'larda olduğu gibidir. Fakat parasempatik sistem sadece kranial sinirleri içerir. Su ve kara kurbağalarında ise parasempatik sistem hem kranial hem de sakral elemanlardan oluşmuştur. Böylece anura'nın otonom sistemi amniot'larınkine yakın ölçüde kompleks yapıya ulaşmıştır.

Reptil ve kuşların otonom sistemi hakkında bildiklerimiz ise memeliler hakkında bildiklerimize çok yakındır ve benzerlik gösterir.

Beyin Zarları

Tüm omurgalıların merkezi sinir sistemi zarlarla çevrilidir. Bu zarlar **meninx** adını alır. Bütün kıkırdak ve kemiklerin yüzeyleri sağlam, damarsız zarlarla çevrilidir. Kıkırdağı çevreleyen zar **Perichondrium**, kemiği çevreleyenler ise **Periosteum**'dur. Kafatasının ve omurilik kanalının boşluklarını çevreleyen zar **endorachis**'dir. Endorachis, gerçek bir meninx değildir, çünkü merkezi sinir sisteminin sinir dokusundan değil, kemik ve kıkırdaktan gelişir.

Agnatha, Chondrichthyes ve Osteichthyes'te merkezi sinir sisteminin koruyucu örtüsü beyin ve omurilik ile çok sıkı bir birleşme gösteren primitif meninx'dir. Primitif meninx ile endorahis arasında bir boşluk vardır. Burası **Perimeningeal boşluk**'tur ve **cerebrospinal sıvı** ile doludur. Bağ dokusunun ince lifleri perimeningeal boşluktan geçerek primitif meninx ile endorahis arasında bağlantı oluştururlar.

Amfibilerde primitif meninx iki tabakaya bölünür; dışta **dura mater**, içte **pia mater**. Bu iki tabaka arasında da boşluk yer alır. Böylece merkezi sinir sisteminden sistemi kuşatan kemiğe kadar olan alanda sırasıyla şu yapıları görürüz: Beyin veya sinir şeridi ile sıkıca bağlanmış pia tabakası, sonra subdural boşluk, dura tabakası, epidural boşluk ve nihayet endorahis. Memelilerde pia mater de bölünerek arada subarahnoid boşluk olmak üzere arahnoid membran ve pia tabakasına ayrılır. Böylece memelilerin sinir şeridinde, içten dışa doğru: Pia mater, subarahnoid boşluk, arahnoid membran, subdural boşluk, dura mater, epidural boşluk ve endorahis sıralanır. Beynin dura mater tabakası endorahis ile birleşir ve epidural boşluk kalkar.

Prof. Dr. M. Nihat Akdoğan