

Sinir Sisteminin Kısa Anatomisi

Sara Zarko BAHAR - Edip AKTİN

Sinir sisteminin santral ve periferik olmak üzere iki bölümü vardır. Santral sinir sistemi de beyin ve medulla spinalis'ten oluşur. Embriyolojik dönemde nörol tübün kaudal parçasından medulla spinalis, rostral parçasından ise önden arkaya doğru *prosencephalon* (ön beyin), *mesencephalon* (orta beyin) ve *rhombencephalon* (arka beyin) gelişir. Ön beynin bölünmesi ile serebral hemisferler ve diensefalon yapıları ortaya çıkar. Arka beyinden pons, bulbus (medulla oblongata) ve serebellum gelişir. Santral sinir sisteminin mezensefalon, pons ve bulbustan oluşan parçasına beyin sapı adı verilir.

Merkezi sinir sistemi ile onu çevreleyen zarlar kemik ile örtülüdür. Beyin, yassı kemiklerden oluşan kafatası boşluğunda, medulla spinalis ise vertebral kanalda yerleşmiştir. Santral sinir sistemini çevreleyen üç zar (*meninks*) vardır. Bu zarlar, dıştan içe doğru giderek inceler ve sırayla dura mater, arachnoidea ve pia mater adını alır.

Pia mater ile araknoid arasında, içinde beyin-omurilik sıvısının (*liquor cerebrospinalis*) dolaştığı boşluğa subaraknoid aralık (SAA) adı verilir. Kalın ve esneme-yen bir zar olan dura mater'in kafa boşluğuna doğru iki uzantısı vardır. Bunlardan tentorium cerebelli kafa boşluğunu üst ve alt olmak üzere ikiye böler. Supratentoryel bölgede serebral hemisferler, arka çukur adı da verilen infratentoryel bölgede ise beyin sapı ve serebellum yer alır. İki serebral hemisfer arasındaki dura mater uzantısına falx cerebri adı verilir.

Serebral hemisferlerin dış yüzüne bakıldığında beyin yüzeyinin çok sayıda girinti (*sulcus*) ve çıkıntıdan (*gyrus*) oluştuğu görülür. Serebral hemisferler, ortasında falx cerebri'nin yer aldığı bir yarı (fissura lon-

gitudinalis cerebri) ile birbirinden ayrılır. Yarığın alt bölümünde iki hemisfer arasındaki bağlantıyı sağlayan yoğun lif demetlerinden oluşan corpus callosum yer alır. Corpus callosum, iki hemisfer korteksindeki benzer noktaları bir ayna imajı gibi birbirine bağlar.

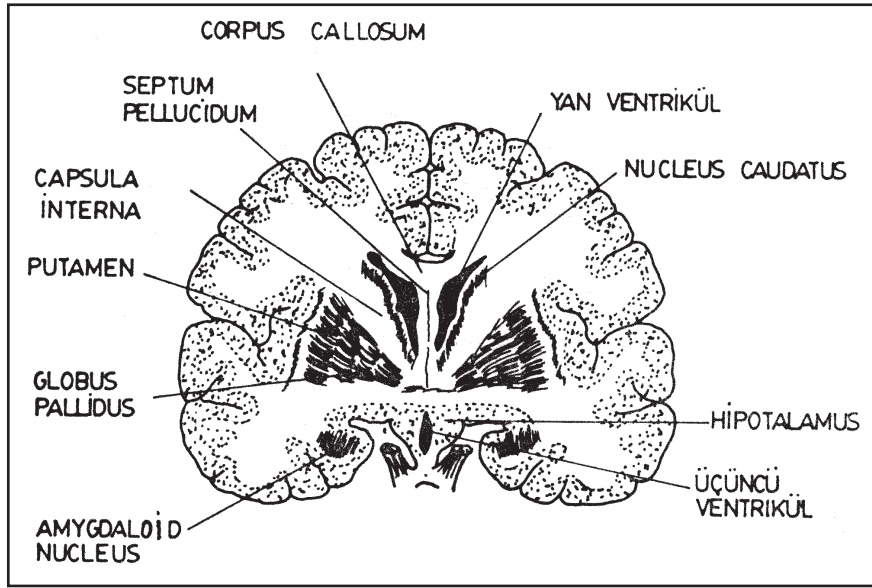
Her bir hemisfer dört loba ayrılır. Bu loblar kendilerini örten kemiklerin adını alır. Frontal lob Rolando (*) yarığının (*sulcus centralis*) önü ve Sylvius (**) yarığının (*sulcus lateralis*) üstünde yeralır. Rolando yarığı ile fissura parieto-occipitalis arasındaki loba parietal lob adı verilir. Sylvius yarığının altında temporal lob, temporal ve parietal lobların arkasında ise oksipital lob yeralır.

Serebral hemisferlerin herhangi bir bölgesinde yapılan bir kesitin çıplak gözle incelenmesinde en dıştaki ince bir tabakanın beyin iç kısımlarına göre daha kırmızı-kahverengi olduğu görülür. Bu tabaka, gri maddeden (*substantia grisea*) yapılmış olan beyin korteksidir. Korteksin kalınlığı 1.5-4.5 mm arasında değişir. Beyin korteksinde 10 milyardan fazla nöron olduğu hesaplanmıştır. Bazı bölgesel değişiklikler göstermekle birlikte, beyin korteksi altı tabakadan oluşur. Korteks altındaki beyaz madde (*substantia alba*) içinde bazı gri madde adacıkları bulunmaktadır. Nucleus caudatus, nucleus lentiformis gibi gri madde yapılarına bazal nüveler adı verilir (**Şekil 2.1 ve 2.2**).

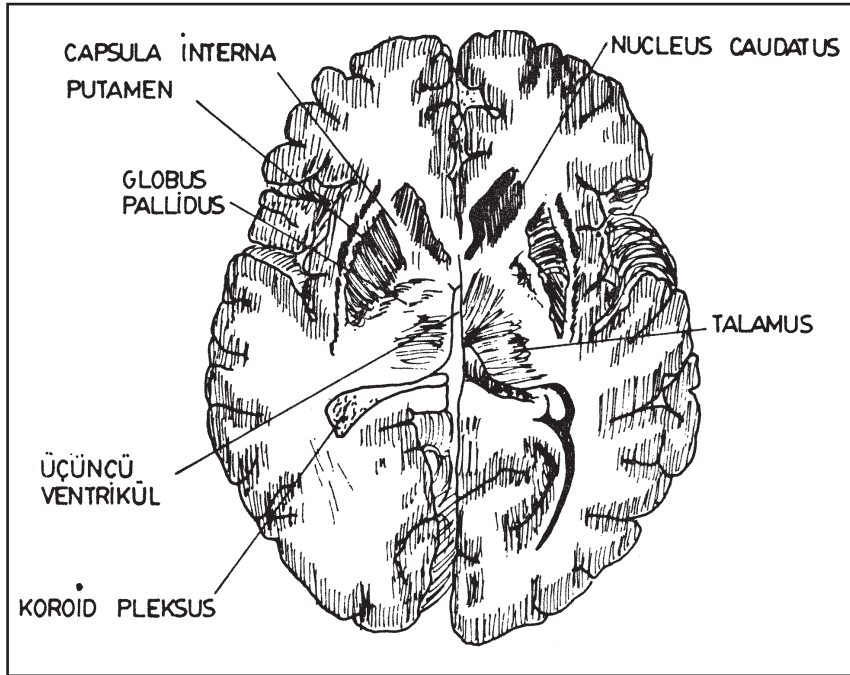
Sinir hücresine nöron denir. Nöron, sinir sisteminin parenkimal hücresidir. İmpuls iletimini sağlayacak şekilde spesyalize olan nöron, hücre gövdesi ve bazı uzantılardan yapılmıştır. Bu uzantılardan kısa olanlarına dentrit adı verilir. Bir nöronun bir veya çok sayıda dentriti olabilir. Dentritler impulsun hücre gövdesine doğru iletimini sağlar. Nöronun akson denilen ve

* **Luigi ROLANDO (1773-1831):** İtalyan anatomist. Özellikle sinir sistemi anatomisindeki çalışmalarıyla tanınmıştır. Frontal ve parietal lobları ayıran santral fisür Rolando'nun adıyla anılır.

** **Franciscus De Le Bœe (SYLVIUS) (1614-1672):** Hollandalı hekim. Temporal lobu üstten sınırlayan lateral fisür ile III. ve IV. ventrikülleri birleştiren aqueductus'u tanımlamıştır. Bazı tremorların istirahat, bazılarının ise ancak hareketle ortaya çıktığına dikkati çekmiştir.



Şekil 2.1. Serebral hemisferlerin koronal kesiti.



Şekil 2.2. Serebral hemisferlerin horizontal kesiti.

her hücre için tek olan uzantısı ise sinir impulsunu gövdeden periferiye doğru iletir. Birkaç milimetre uzunluğunda olan aksonlar olduğu gibi boyu bir metreyi geçen aksonlar da vardır. Santral sinir sisteminin ikinci grup hücrelerine glia veya nöroglia adı verilir. Astrosit, oligodendrosit (oligodendroglia) ve mikroglia hücreleri bu gruba gider.

Substantia alba'da gri maddedeki nöronların uzantıları yer alır. Sinir sistemi içinde impuls iletimini sağlayan bu lifler projeksiyon, asosiyasyon ve komisural olmak üzere üç gruba ayrılır. İki hemisfer korteksindeki benzer bölgeleri birbirine bağlayan corpus callosum komisural liflerden oluşur. Asosiyasyon lifleri aynı hemisferin değişik kortikal alanlarını birbirine bağlar.

Projeksiyon lifleri ise inen (motor) ve çıkan (duyusal) sinir liflerinin yaptığı sisteme verilen addır.

Beyin kesitinde, nöral yapıların derinliğinde ventrikül adı verilen ve ependim hücreleri ile örtülü boşluklar göze çarpar.

Toplam dört tane ventrikül vardır. Bunlardan iki tanesi hemisferlerin içine sağlı sollu yerleşmiş olan yan ventriküllerdir. Beyin-omurilik sıvısının (BOS) büyük bölümü yan ventriküllerdeki koroid pleksuslardan salgılanır. Yan karıncıklar interventriküler foramen'ler ile (*Foramen Monro*) diensefalonun ortasında yer alan üçüncü ventriküle açılır. Üçüncü ventriküle geçen BOS aquaductus Sylvii aracılığı ile ponsla serebellum arasındaki dördüncü ventriküle, buradan da *foramen Magendie* ve *Luschka* yoluyla beyin ve m. spinalis'i çevreleyen subaraknoid aralığa geçer (**Şekil 2.3, 2.4**).

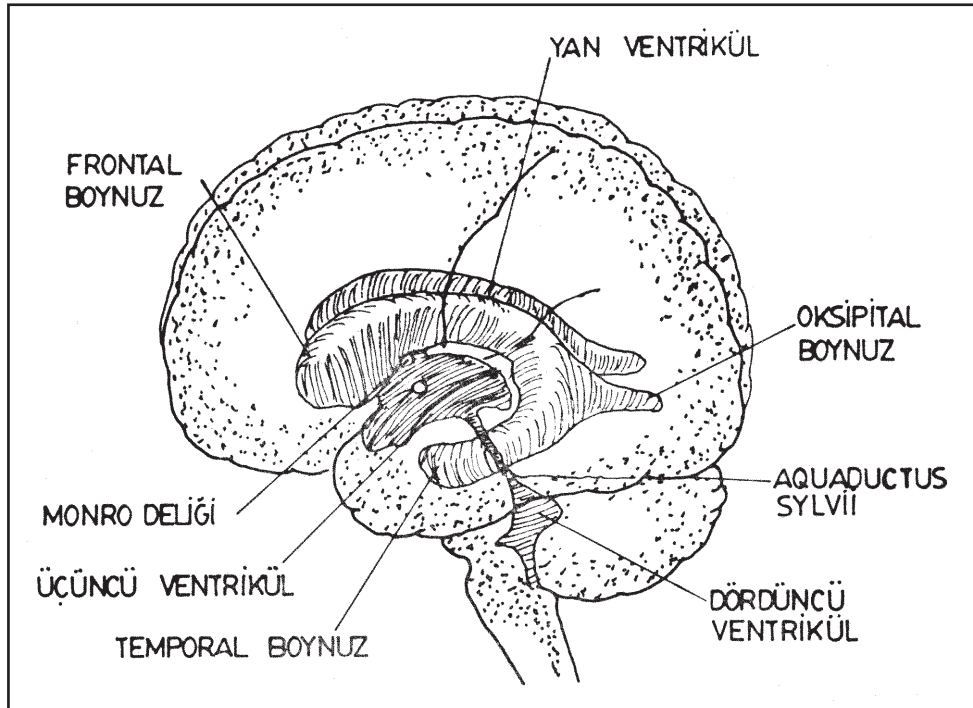
Diensefalon beyin sapının rostralinde, serebral hemisferlerin derinliğinde yer alır. Diensefalondaki en büyük ve önemli nöral yapı çok sayıda nukleustan oluşan talamustur. Talamus üçüncü ventrikülün iki yanında bulunan yumurta şeklinde bir yapıdır. İlerde de görüleceği gibi, talamus somato-sensoriyel duyu- lar, görme ve işitme impulslarının kortekse ulaşma- dan önceki durağıdır. Talamusun bu spesifik çekir-

deklerinden kalkan nöronlar da serebral korteksin bu duyuyla ilgili alanlarına projete olurlar. Bu alanlar somato-sensoriyel duyu için pariyetal, görme için oksipital, işitme için de temporal kortekstedir. İşte, değişik duyu için ayrı ayrı traktuslarla talamusun spesifik nüvelerine ulaşan, oradan da korteksin belirli duyu alanlarına varan bu sisteme spesifik projeksiyon sistemi adı verilir. Bu sistemin yanısıra, beyin sapının üst bölümünden ve talamustaki dağınık nüve gruplarından kalkıp korteksin her tarafına yaygın bir şekilde dağılan ve onun sürekli bir uyarılma halinde olmasını sağlayan ikinci bir projeksiyon sistemi daha vardır. Buna difüz veya spesifik olmayan projeksiyon sistemi denir. Lezyonunda kişinin uyanıklık durumunda bozukluk görülür.

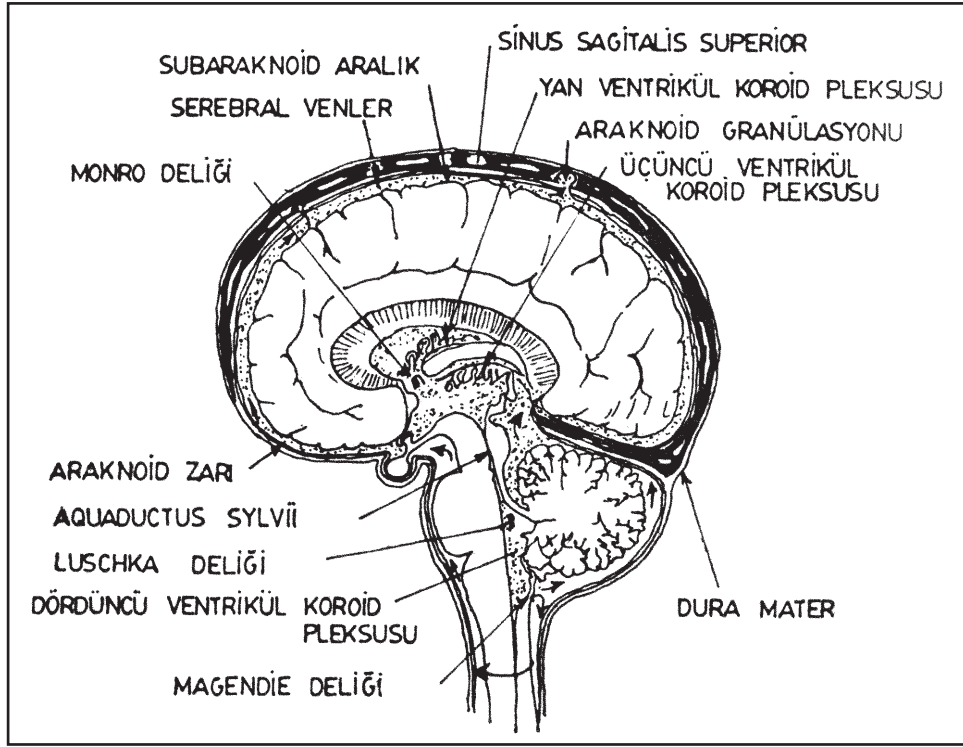
Beyin sapı serebellum önünde yer alır ve sinir lifi demetlerinden oluşan üst, orta alt olmak üzere üç çift serebellar pedonkül aracılığıyla serebelluma bağlanır. Beyin sapı içinde inen (*motor*) ve çıkan (*duyusal*) liflerin yaptığı traktuslar ile kranyal sinir çekirdekleri bulunur.

Mezensefalon beyin sapının en üst bölümünü oluşturur. Üçüncü (*N. Oculomotorius*) ve IV. (*N. Trochlearis*) kranyal sinirlerin nukleusları buradadır.

Pons, beyin sapının en geniş parçasıdır. Beşinci (*N. Trigemini*), VI. (*N. Abducens*), VII. (*N. Facialis*) ve



Şekil 2.3. Ventrikül sistemi.



Şekil 2.4. Beyin omurilik sıvısı dolanımı.

VIII. (*N. Stato-Acusticus*) kranyal sinir çekirdekleri ponsa yer alır.

Ponsun alt sınırı ile foramen magnum arasında kalan beyin sapı parçasına bulbus adı verilir. Dokuzuncu (*N. Glossopharyngeus*), X. (*N. Vagus*), XI. (*N. Accessorius*) ve XII. (*N. Hypoglossus*) kranyal sinir çekirdekleri de bulbustadır (Şekil 8.1, 8.2). Rolando yarığının önündeki motor korteksten başlayarak m. spinalis'in ön boynuz hücrelerinde sonlanan kortikospinal traktus (piramidal yol) bulbusun alt ucunda çaprazlaşarak *decussatio pyramidum*'u oluşturur.

Serebellumun ortada vermis ve iki yanda serebellar hemisfer adı verilen üç parçası vardır. Kesitine bakıldığında, serebral hemisferlerde olduğu gibi, dışta daha koyu renkte serebellar korteks, altında beyaz madde ve bunun içinde gri madde çekirdeklerinin bulunduğu görülür.

M. Spinalis foramen magnum seviyesinde bulbusun alt ucundan başlar ve lomber birinci vertebra korpusunun altında sonlanır. Bu sonlanım bölümüne conus medullaris adı verilir. Omurilik vertebral kanal içinde yer alır ve intrakranyal oluşumlar gibi meninksler ile örtülmüştür. M. Spinalis'in L1-L2 vertebra arasında sonlanmasına karşın çevresindeki subaraknoid aralık ikinci

sakral vertebraya kadar uzanır (Şekil 7.7). Omuriliğin transvers kesintinde ortada, ön bölümleri daha geniş olan kelebek şeklinde bir gri madde kitlesi dikkati çeker. Beyaz madde dışıdır ve gri maddeyi çepeçevre sarar. Burada sinir liflerinin yaptığı fasikuluslar yer alır. Gri maddenin ortasında epandim hücreleri ile çevrili canalis centralis bulunur (Şekil 2.5).

Gri madde içinde, beyinde olduğu gibi, hücre gövdeleri ve uzantıları yer almıştır. Gri maddenin öndeki çıkıntılarına ön boynuz, arkadaki çıkıntılara da arka boynuz adı verilir. Omuriliğin beyaz maddesi boynuzların yaptığı çıkıntılarla funikulus veya kordon adı verilen bölümlere ayrılmış gibidir. Arka boynuzlar arasında arka, ön boynuzlar arasında ön, arka ve ön boynuzların arasında ise yan kordonlar yer alır. Kordonlardaki inen (motor) ve çıkan (duyusal) traktuslar Bölüm 3 ve 7'de ele alınmıştır (Şekil 7.1, 7.2, 7.3).

Omuriliğin servikal ve lomber parçalarında intumescencia cervicalis ve i. lumbalis denilen birer şişlik dikkati çeker. Bu şişlikler kol ve bacak sinirlerini oluşturan duyusal ve motor liflerin m. spinalis'e girdiği ve çıktığı bölgeler olup gri madde, hücre yoğunluğu nedeniyle, bu hizalarda daha geniştir.

M. Spinalis'in ön ve arka radiksleri intervertebral foramenler hizasında birleşerek spinal sinirleri yaparlar. Omurilik boyunca herhangi bir segmanter bölünme olmadığı halde sağlı sollu 31 çift spinal sinir dıştan bakıldığında m. spinalis'e segmanter bir görünüm verir. Bu nedenle omuriliğin 31 segmenti olduğu kabul edilir. Bunların 8'i servikal, 12'si dorsal, 5'i lomber, 5'i sakral, 1'i de koksigealdir.

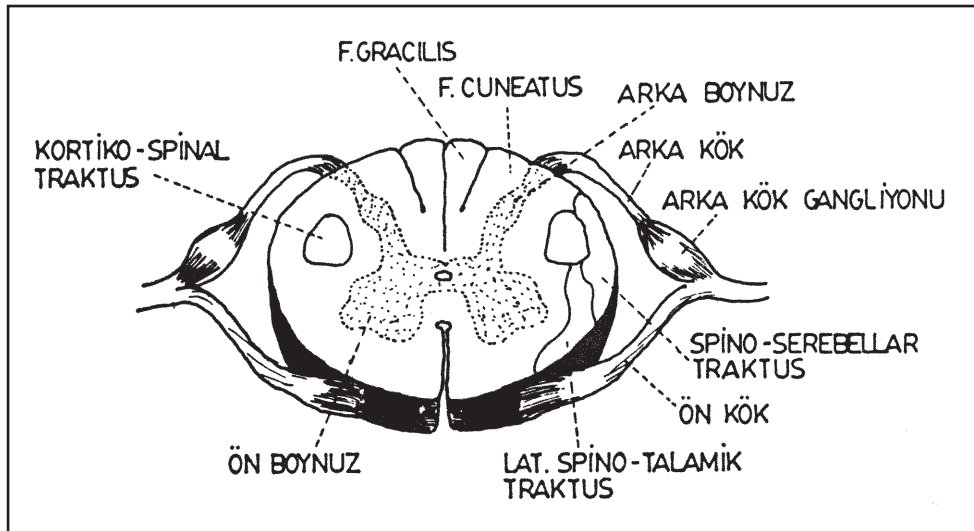
Spinal sinirler mikst sinirlerdir. Duyusal impulsları taşıyan spinal sinir lifleri arka radiks olarak m. spinalis'e ulaşır. Omuriliğin ön boynuz hücrelerinden başlayan motor lifler ise ön kökleri oluştururlar. İşte, ön boynuzdaki bu motor nöronlar kortiko-spinal yollar (*I. motor nöron*) aracılığı ile buraya ulaşan motor impulsları çizgili kısa taşırlar. Motor nöronların yaptığı ve ön boynuzdan iskelet kasına kadar uzanan bu sisteme periferik motor nöron (*II. motor nöron*) adı verilir. (Bölüm 3'e bakınız). Periferik sinirler içinde seyreden ve çerçeveden gelen impulsları m. spinalis'e taşıyan duyusal liflerin hücre gövdeleri ise arka kök üzerinde yer alan spinal gangliyonlardadır (Şekil 2.5) (Bölüm 7'ye bakınız).

Ön ve arka radikslar spinal subaraknoid aralıkta bulunurlar. Servikal bölge dışındaki radikslar aynı sayılı vertebra korpusunun altından geçerek spinal kanal dışına çıkar. Örneğin L2 radiksi L2 ile L3 vertebra arasındaki intervertebral foramenden geçer. Yukarıda belirtildiği gibi erişkinde m. spinalis L1 vertebraının alt kenarı hizasında sonlandığından lomber ve sakral radikslar kendi foramenlerine ulaşana kadar subarak-

noid aralık içinde aşağıya yönelirler. Bu radiksların omurilik sonlandıktan sonraki görünümü at kuyruğuna benzetilerek *cauda equina* olarak adlandırılır.

Bazı spinal sinirler bir araya gelerek brakyal ve lumbosakral pleksüsleri oluştururlar. Buradan da kol ve bacağı giden periferik sinirler doğar. Örneğin kolun başlıca sinirleri olan n. radialis, n. medianus ve n. ulnaris brakyal pleksusun dallarıdır.

Kalp kası iç organlar ve damarların düz kasları ve dış ifrazlı salgı bezleri otonom sinir sisteminin yönetimi altındadır. Otonom sinir sisteminin sempatik ve parasempatik olmak üzere iki parçası vardır. İskelet kasını uyaran spinal sinirler yukarıda belirtildiği gibi, doğrudan kasta bulunan ve terminal plak adını alan motor sonlanma bölgesine varırlar (Bölüm 3'e bakınız). Oysa otonomik (vejetatif) sinir lifleri için durum farklıdır. Santral sinir sistemindeki vejetatif merkezlerden başlayan otonomik lifler, ilgili organa varmadan önce merkezi sinir sistemi dışındaki sempatik veya parasempatik ganglionlarda sonlanır. Bu liflere preganglionik lifler denir. Ganglionlardaki nöronların uzantısı olan ve postganglionik adı verilen sinir telleri ise kalp kası, düz kas ve salgı bezlerinde çıplak sinir uçları halinde son bulur. Santral sinir sisteminde otonom sinir sisteminin düzenleyen önemli yapılardan biri diensefalonda yer alan hipotalamustur. Beyin sapı ve m. spinaliste de bazı nörovejetatif merkezler bulunmaktadır. Otonom sinir lifleri, II. motor nöron aksonları gibi, kranyal ve spinal sinirler içinde seyrederken periferiye giderler. Parasempatik lifler taşıyan kranyal sinirler ilgili bölümde ele alınacaktır (Bölüm 8'e bakınız).



Şekil 2.5. Medulla spinalis kesiti.