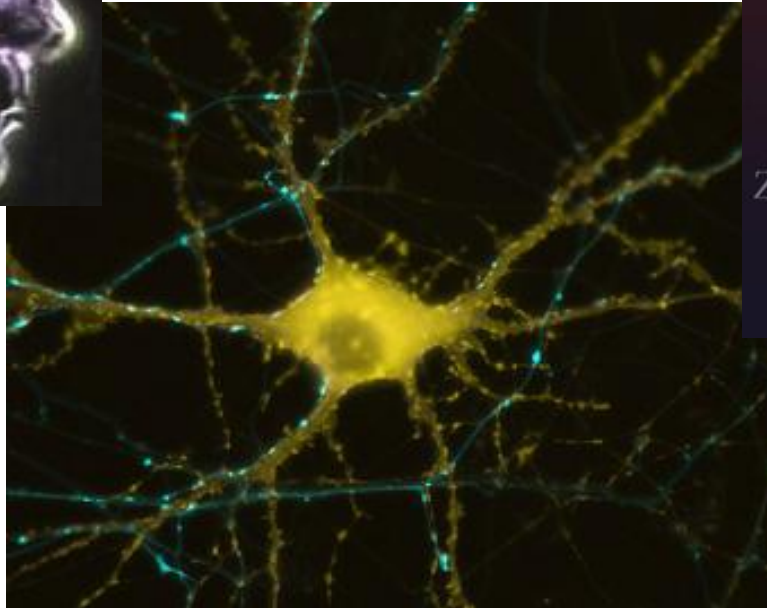
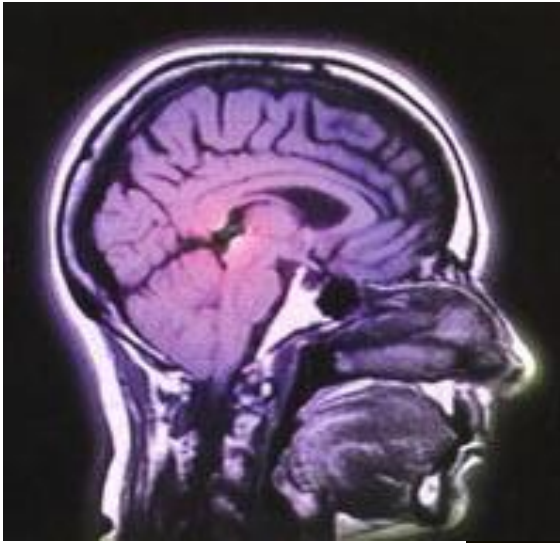


Sinir Sistemi

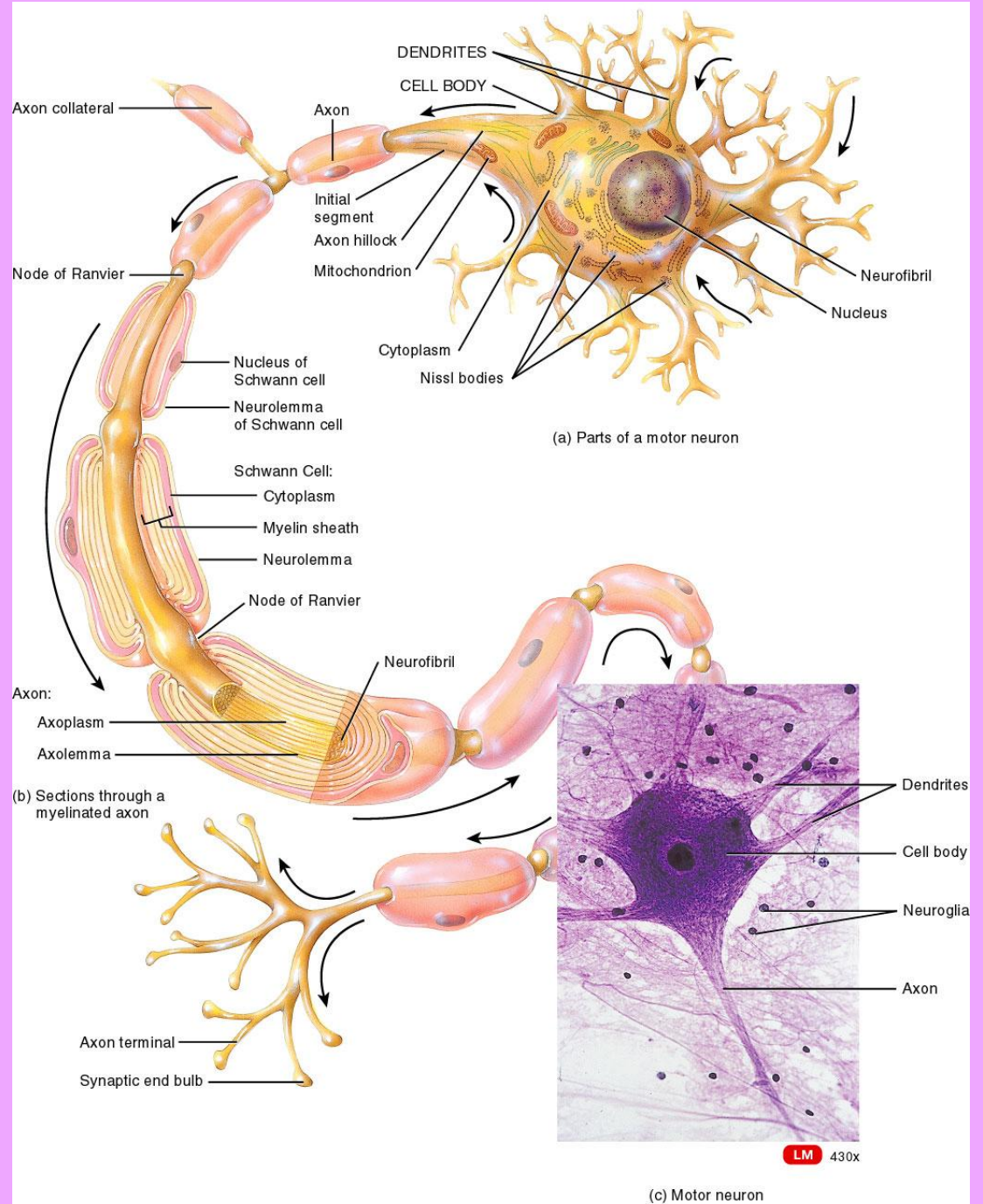


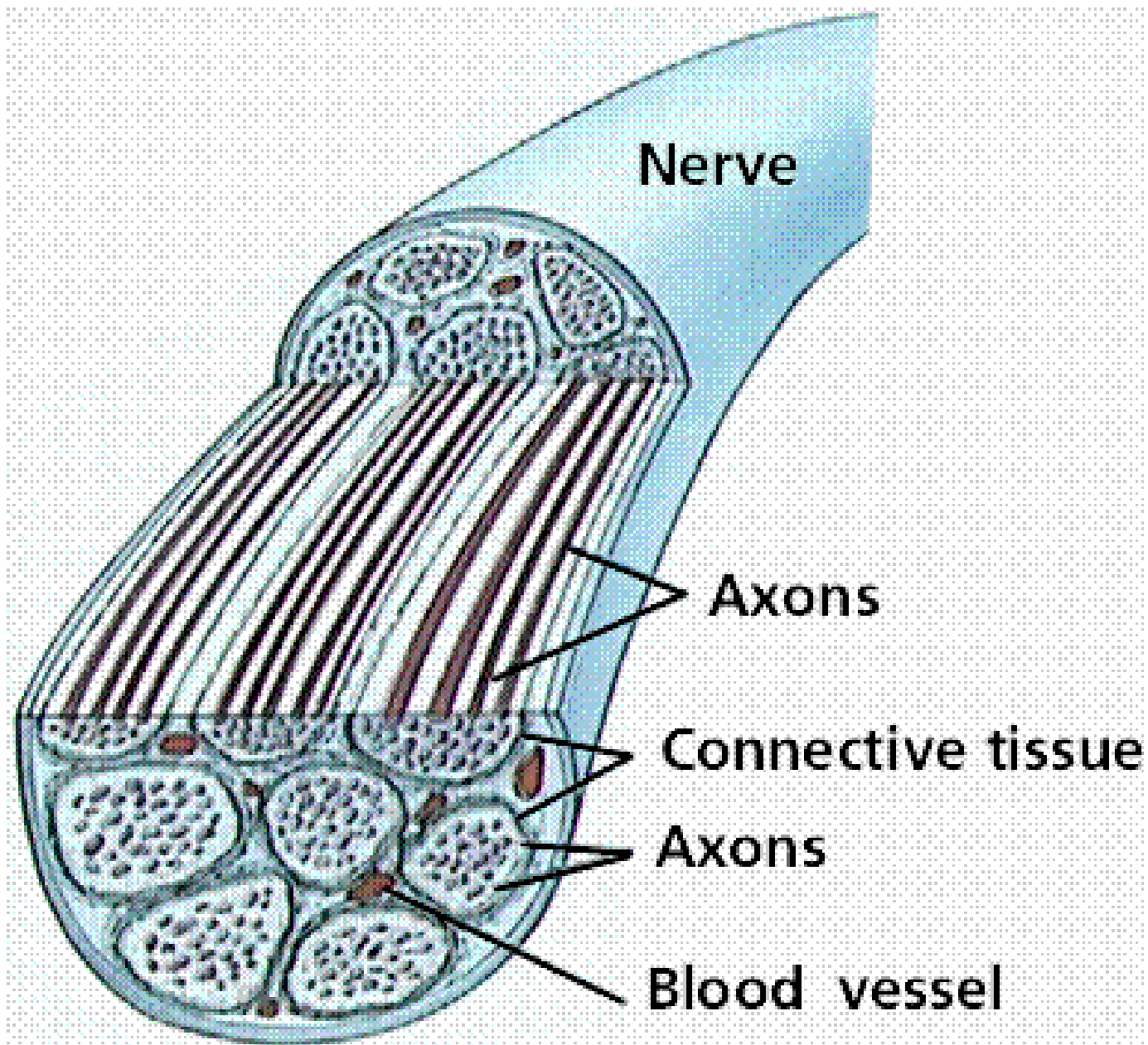
- Sinir sistemi hayvanın kendisini ya da bir parçasını iç ve dış çevredeki değişimlere göre ayarlamasını sağlayan bir iletişim ağıdır.
- Sinir sisteminin karışık olan fonksiyonlarının çoğu iki hücre tipi ile başılır. *Nöronlar* ve *gliyal* (*gliya* veya *nörogliya*) hücreler.
- *Nöronlar* sinir impulslarını iletirler ve sinapslar yoluyla diğerleri ile bağlantı kurarlar.
- *Gliyal* hücreler nöronlara ve çevrelerine destek sağlarlar.
- İnsan beyni yaklaşık 100 milyon nöron ve sayıca 10 kat daha fazla gliyal hücre içerir.

Nöron

- Hücre gövdesi
- Dendritler
- Akzonlar

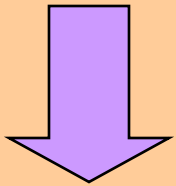
Eğer sinir impulsu hücre gövdesine doğru yönlendirilirse *dendritler*, hücre gövdesinden uzaklaştırılırsa *akzonlar* iş görür.



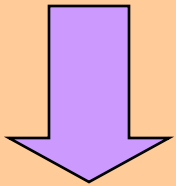


Neuron tipleri

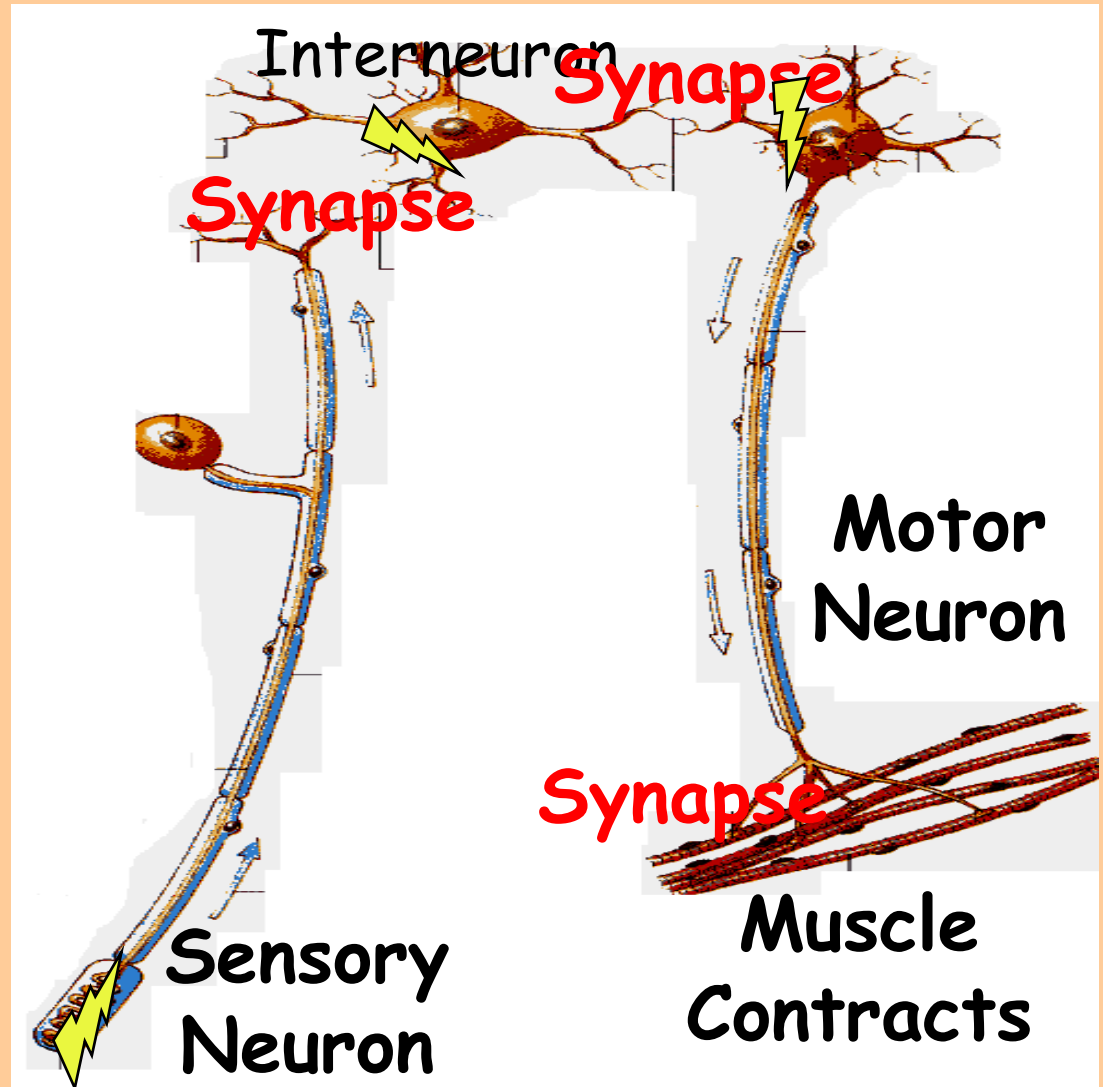
Sensory
Neuron



Interneuron

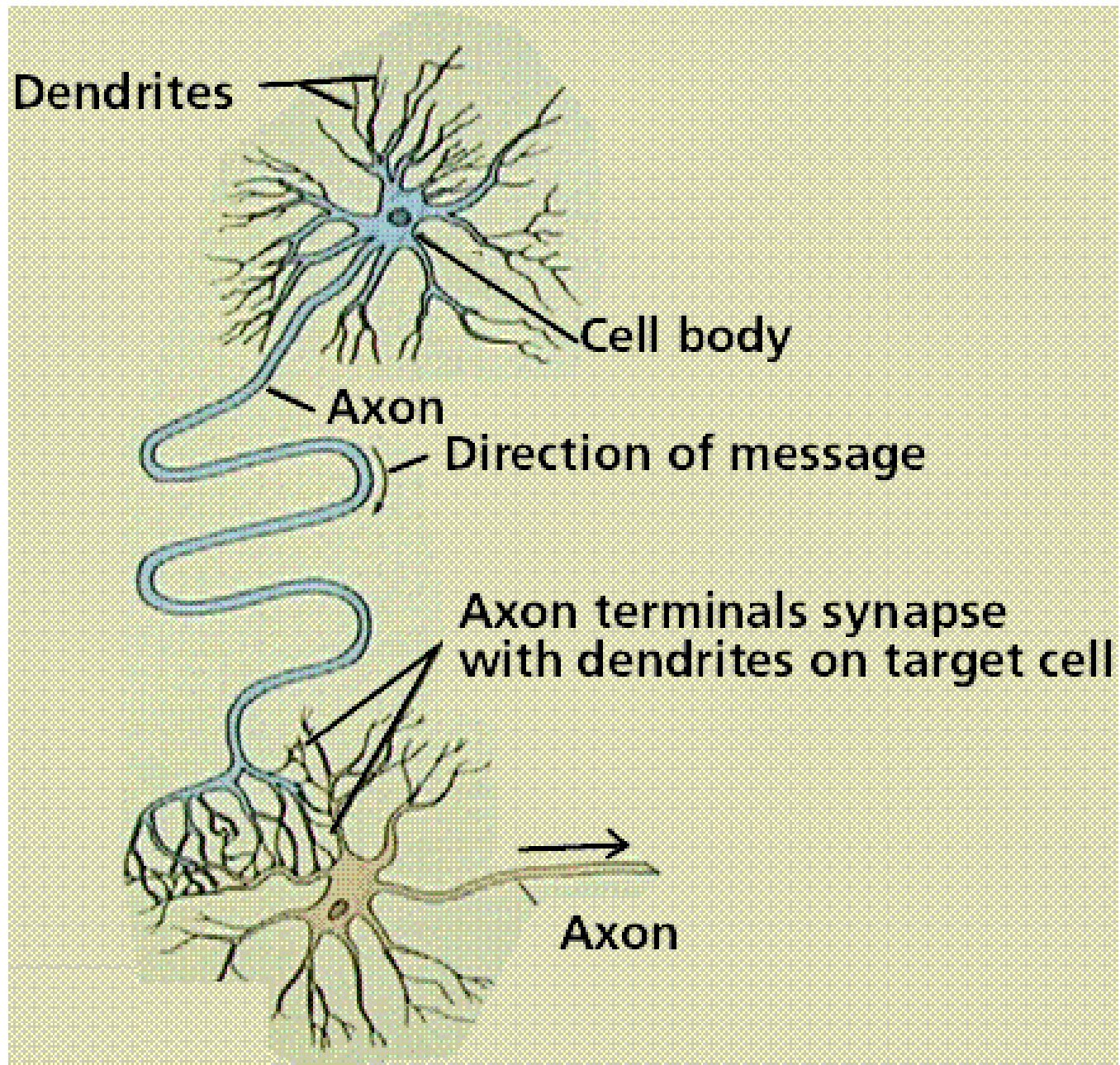


Motor
Neuron



Nöronlar ve Sinapslar

- Bir nöron (sinir hücresi), sadece bir **aksona** fakat birçok **dendrite** sahiptir.
- **Dendritler** diğer nöronlardan bilginin alındığı bölümdür (dallanmalarının amacı aksonla iletişim kurabilmek).
- Hücre gövdesi içinde Nissel granülleri, mitokondri'ler, golgi aparatı ve nörofibril'ler bulunur.
 - **Nissel granülleri** diğer hücrelerde bulunan *endoplasmic reticulum*'a benzer.
 - **Mitokondri** sinir hücresinde bol miktarda bulunur ve hücrenin enerji santrali yani biyolojik oksidasyon ve ATP'nin yapıldığı yerdir.
 - **Golgi aparatı**, bitki ve hayvan hücrelerinde bulunan membranla çevrili veziküllerdir.
 - **Nörofibriller** ince iplikçiklerdir. Dendritlerde hücre gövdesinde sitoplazma içerisinde bulunur, akzon içinde de devam eder.

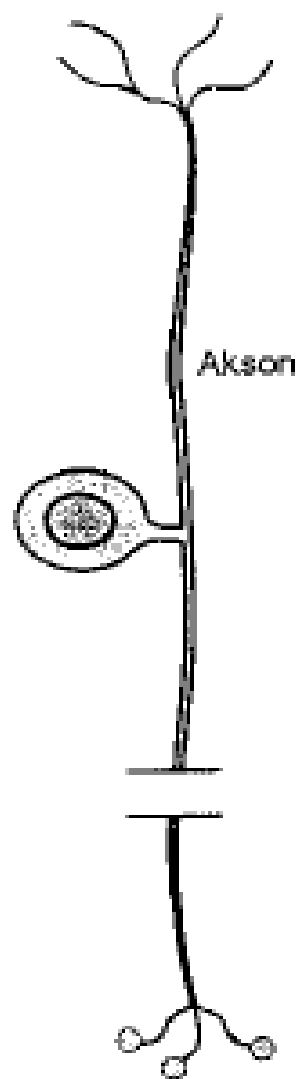


- **Nöron polaritesi**, uçların-kutupların sayısı veya hücre gövdesinden köken alan uzantılardır.

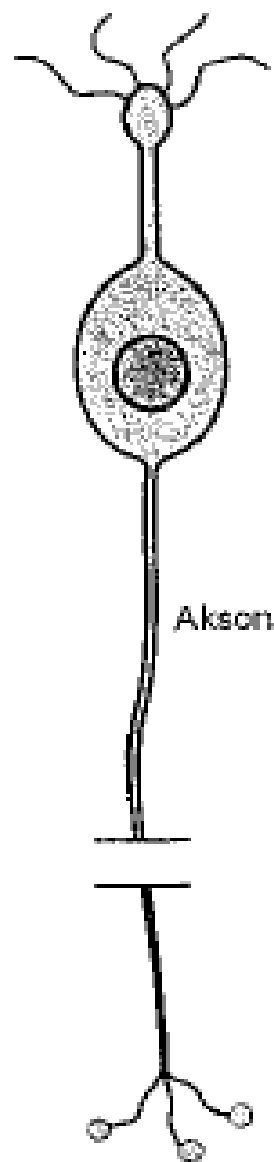
Memeli nöronları;

- **Bipolar** (çift kutuplu, bir akson ve hücre gövdesinden uzanan bir dendrit, **gözün retinasında ve burunda olfaktorik bölgede**)
- **Pseudounipolar** (yalancı tek kutuplu, bipolar nöronun akson ve dendritinin hücre gövdesine yakın yer alması , **birçok primer afferent nöron**)
- **Multipolar** (çok kutuplu, çok dallı dendritler ve hücre gövdesinden uzanan bir akson, **merkezi sinir sisteminin birçok nöronu**)

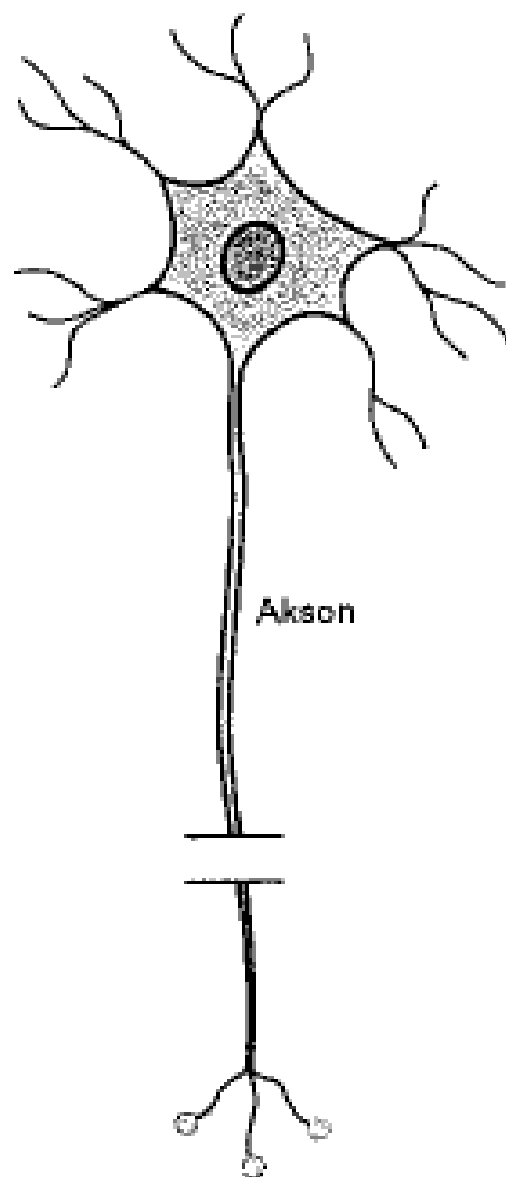
olarak sınıflandırılır.



Psödonipolar
nöron



Bipolar
nöron



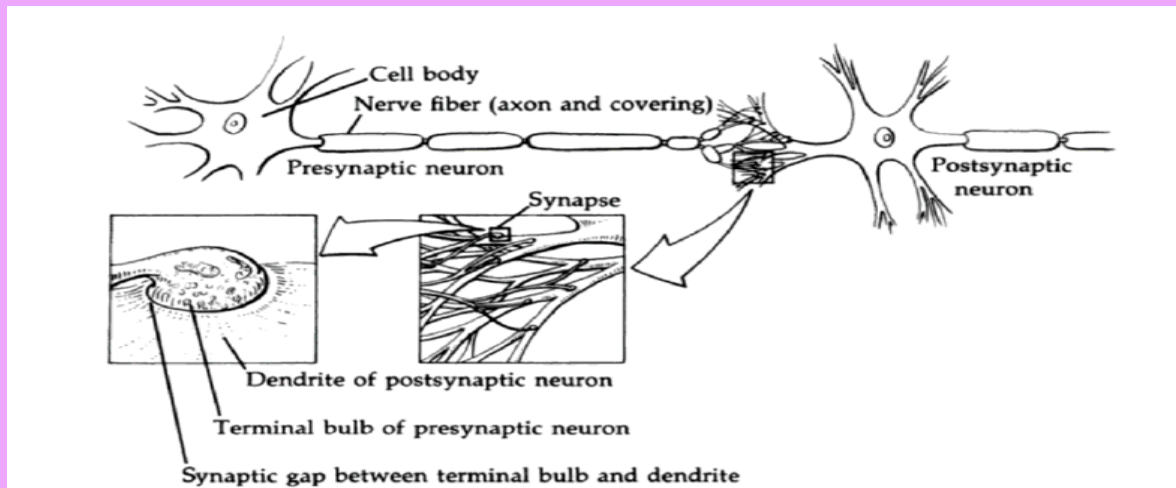
Multipolar
nöron

- **Akson** (ve eğer varsa miyelin tabakası) ***sinir lifi*** olarak adlandırılır. Hücre membranının aksonu örten bölümüne ***aksolemma*** denir.
- Miyelinli aksonda aksolemma, düzenli aralıklarla miyelinsiz boşlukların oluşturduğu ***Ranvier boğumları*** denen aralarla bölünmüş bir miyelin kılıfı ile çevrilmiştir (***nörolemma***).
- Beyin veya spinal iliğin içindeki bir grup sinir hücre gövdesine ***nükleus*** , dışındakilere ise ***gangliyon*** denir.
- Beyin ya da spinal iliğin içinde birbirine paralel nöron liflerinin bir demeti ***traktus*** ya da ***fasikulus***, dışındakiler ise ***sinir*** olarak bilinir.

- **Sinaps**, bir nörondan sonrakine devamlılık sağlar.
- Sinapsla nöronların fiziksel bir teması yoktur.
- **Sinaptik aralık** nöronlar arasındaki boşluktur ve boşluk boyunca impulslar bir nörondan diğerine kimyasal araçlarla iletilmektedir.

Bu kimyasal sinapsların üç karakteristik özelliği;

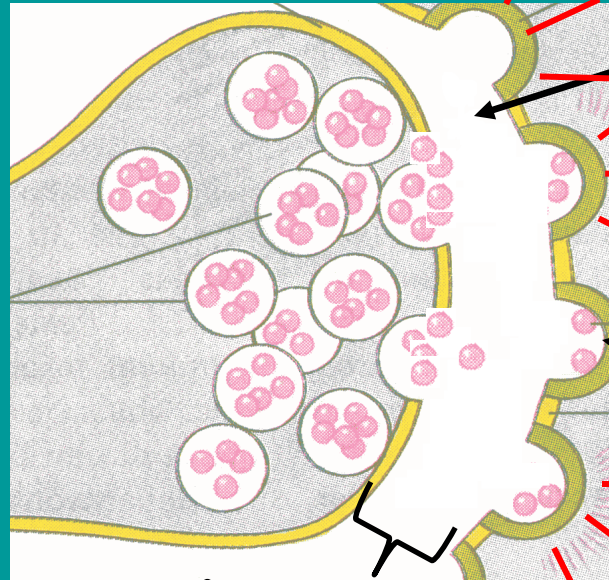
- **Tek yönlü iletim (yön)**
- **Kolaylaştırma** (tekrarlanan impulslar sonraki iletimi kolaylaştırmada işe yararlar)
- **Nörona göre daha çabuk yorulma** (tekrar eden impulsların etkilerinin azalmasına izin verme)



Nöronlar dokunamadıklarından, **nörotransmitter** olarak isimlendirilen kimyasal uyarılar, sinaps olarak bilinen iki nöron arasına doğru salınırlar.



Nörotransmitterler (pembe küreler)



Reseptörler
nörotransmitterleri
aldıklarında
mesaj
iletilmiş olur.

Sinaps (gap-boşluk-aralık)

- **Gliyal hücreler** MSS'nin nöronal olmayan hücresel elementleridir.
- Nöronların sayısının on katı ve hacminin yarısı kadardır.
- Nöronların yoğunluğu ve sayıca çok olan gliyal hücreler sinir dokuda diğer dokulara göre daha az hücreler arası boşluk olmasına neden olur.
- Metabolik olarak oldukça aktiftirler.
- **Gliyal hücreler**; ***Makroglia***, ***mikroglia*** ve ***ependimal hücreler*** olarak sınıflandırılırlar.

Makroglialar iki tiptir ;

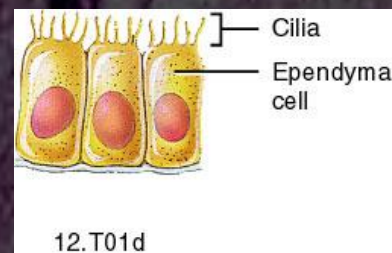
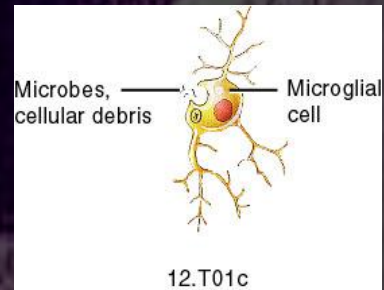
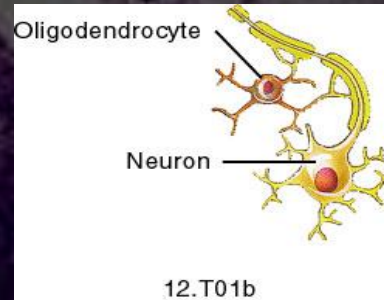
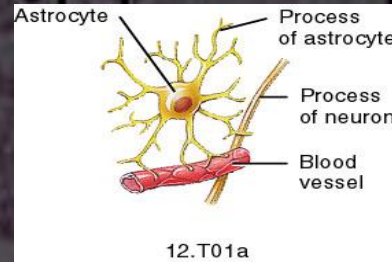
- ***Oligodendrositler*** (MSS'de miyelin kılıfı oluşumuna katılma)
- ***Astrositler*** (Destek görevleri yanında kandaki bileşimlerin kapillerlerden nöronlara taşınımını kolaylaştırma, uyarıya yanıt vermede uyarıcı nörotransmitter glutamati salgılama)

Mikroglialar fagositoz fonksiyonuna sahiptirler.

Ependimal hücreler, beyin ventriküllerini ve omuriliğin merkez kanalını döşeyen epiteli sararlar.

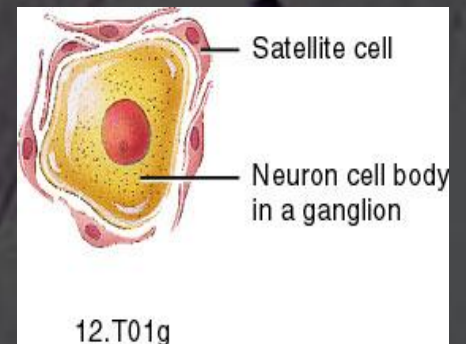
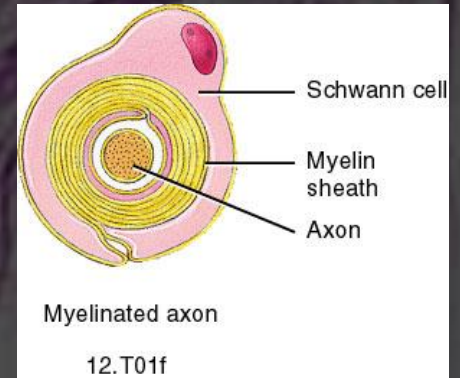
MSS neuroglia

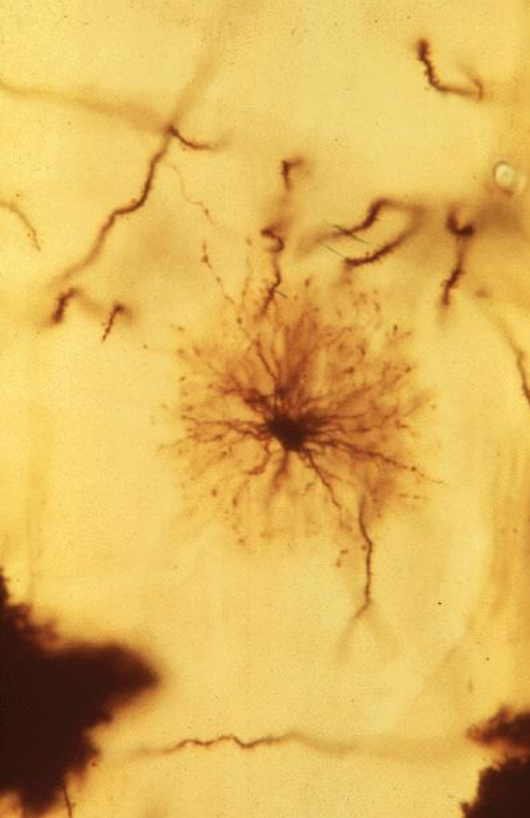
- Neuroglia
 - Sayıca nöronlardan fazla
 - Sinirleri değişik şekillerde destekler



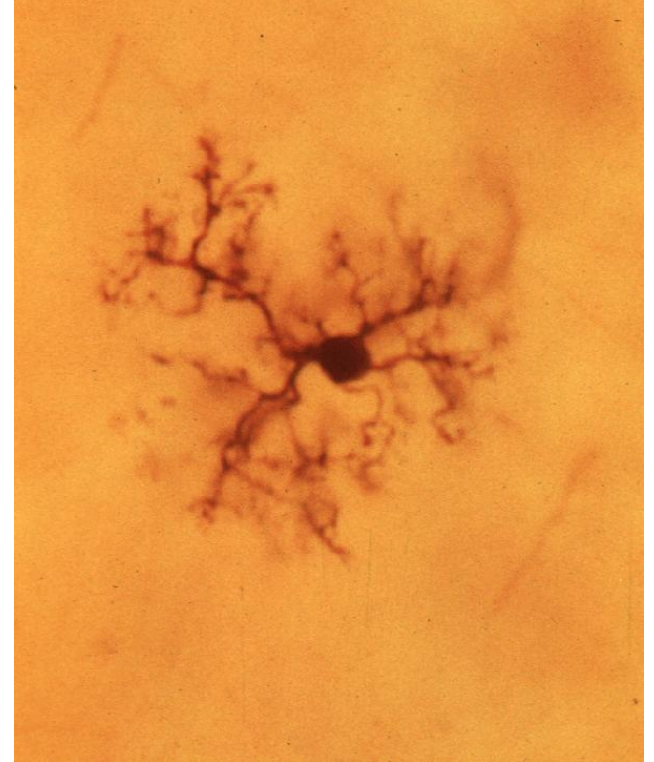
ÇSS

neuroglia



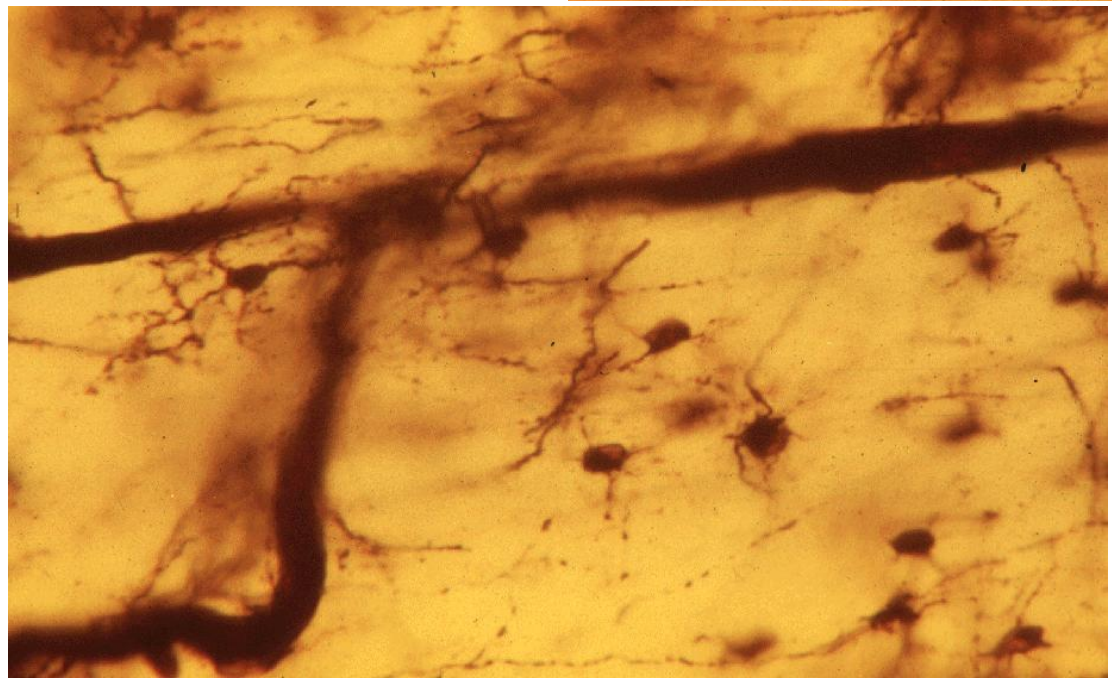


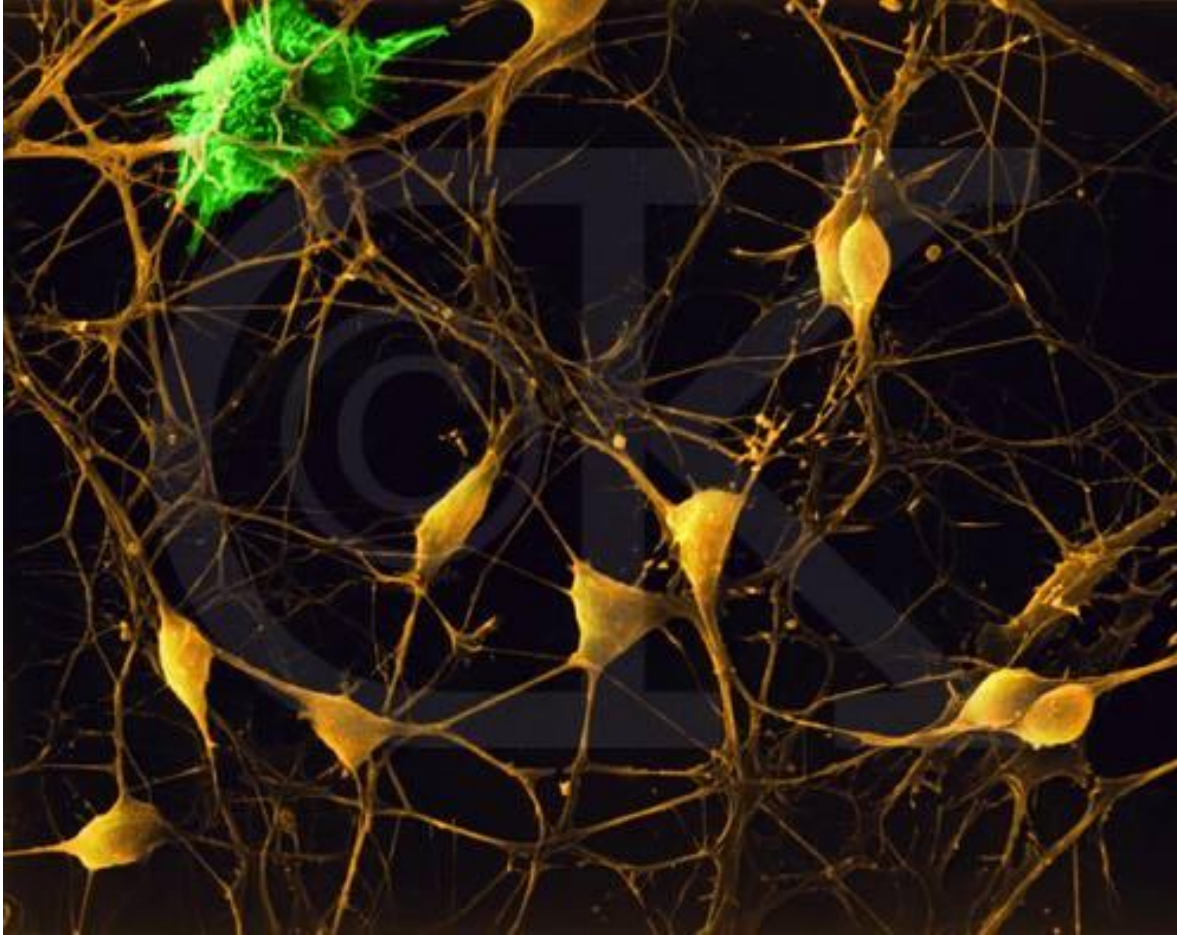
microglial



astrocyte

oligodendrocyte

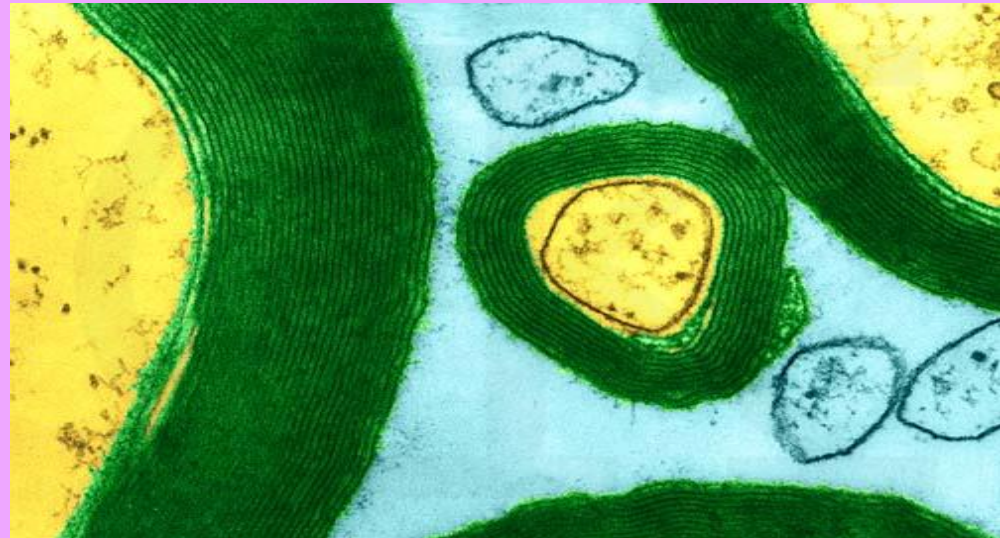




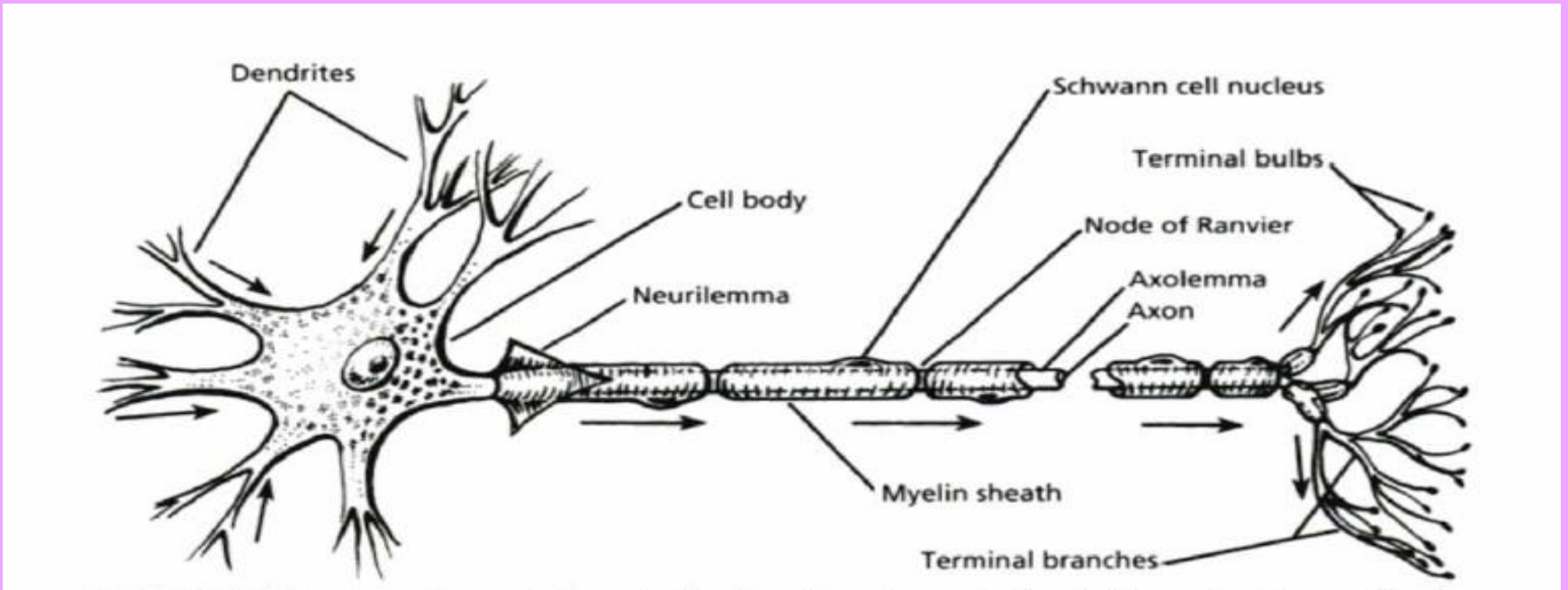
Sinir hücresi ve **astrosit**

<http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/biobk/BioBookNERV.html>

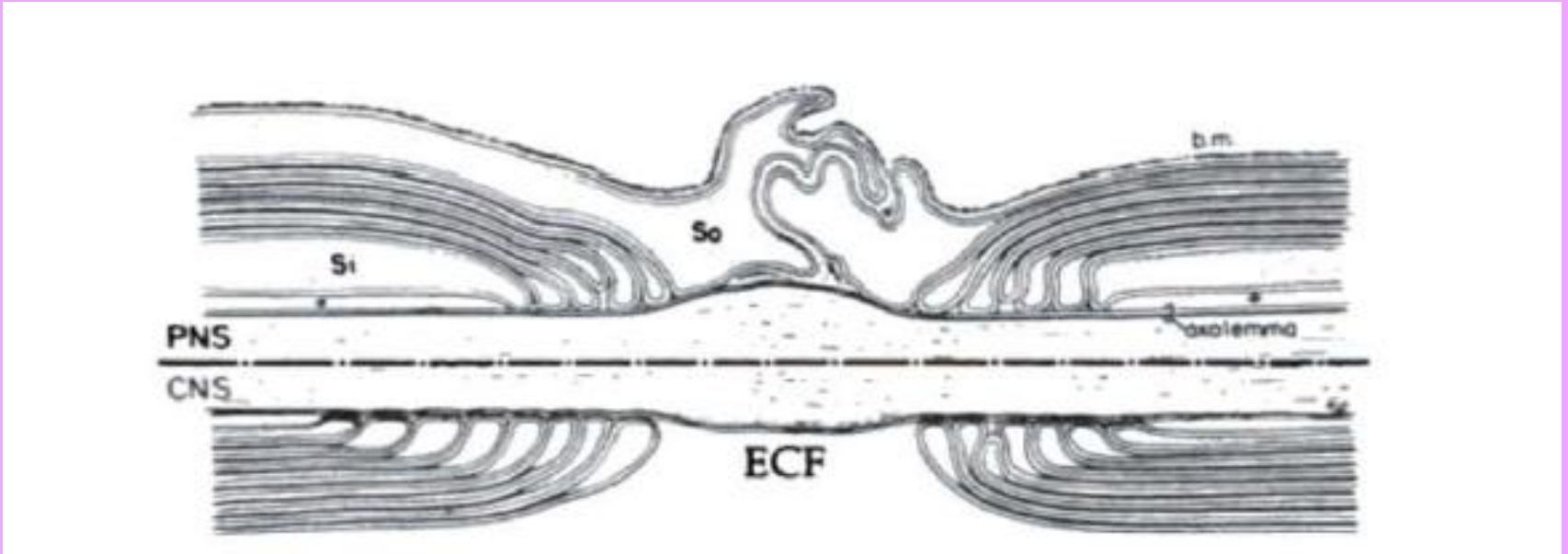
- **Miyelin Kılıfları:** Miyelin sinir liflerini çevreleyen kılıfı oluşturan beyaz lipit tabakasıdır (*sfinjomiyelin*) ve elektrik yalıtkanı olarak iş görür.
- MSS'de *oligodendritlerden*, periferal sinir sinir sisteminde ise *Schwann* hücrelerinden oluşur.
- MSS'de gri madde içerisindeki sinir lifleri miyelinli olmadığı gibi dışındakilerinin de hepsi miyelinli değildir ancak miyelinsiz liflerin miyelinli liflere olan yakınlığı sebebiyle miyelin yapısının içerisine girmiş (baskılanmış) gibi görünürler ve izole edilemezler çünkü uzunlukları boyunca ekstrasellüler sıvı ile olan direkt ilişkiyi sağlarlar.



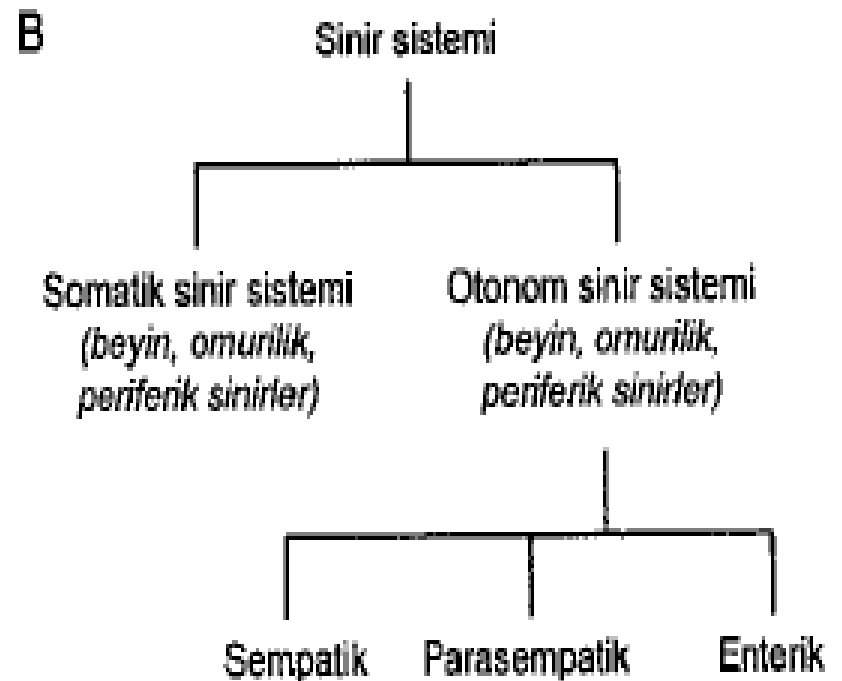
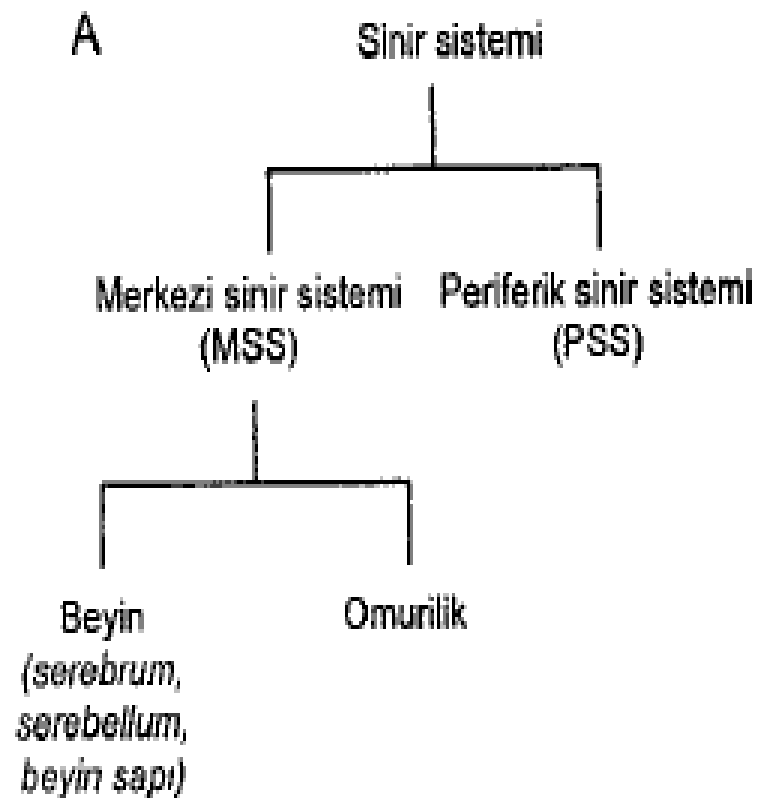
- **Schwann hücre sitoplazması** (miyelin içerir) nöron lifi üzerinde birçok kere sarılmıştır ve nukleus miyelin kılıfında eksternal nörolemanın hemen altında Schwann hücresinin içinde uzanmaktadır.
- Lif boyunca meydana gelen miyelin tabakasındaki bölünmeler **Ranvier boğumları** olarak adlandırılır. Bunlar, Schwann hücrelerinin ya da oligodendrosit uzantılarının çok yakın olan sarılımlarının kavşaklarıdır.



- **Ranvier boğumlarında**, sinir lifinin plazma membranı (aksolemma) direkt ekstrasellüler sıvı ile ilişki halindedir. MSS'de bu bağlantı daha yakındır. Öyle ki sinir lifinin kılıflı bölümü bu durumdan izole iken, boğumların olduğu bölge izole değildir. **Depolarizasyon** boğumlarda olur ve miyelin kılıflarının sinir iletimi açısından fonksiyonu önemlidir.

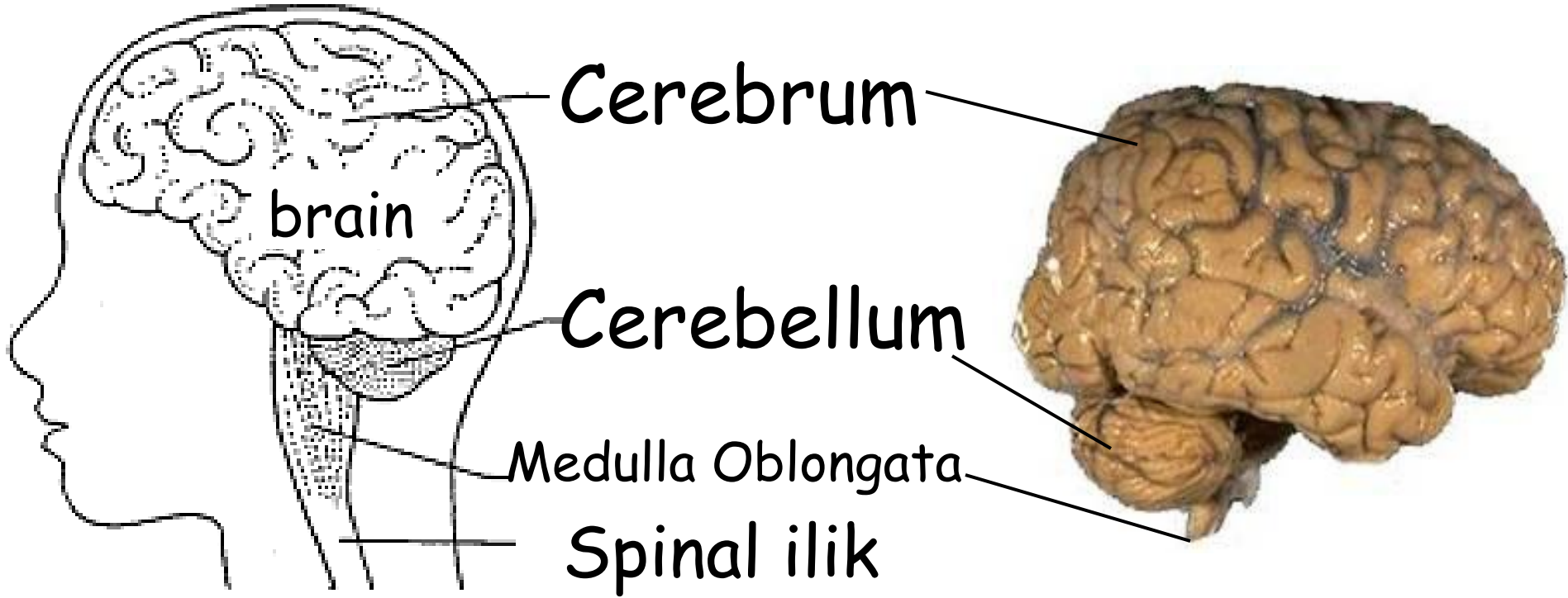


Sinir Sistemi



Merkezi sinir sistemi

Beyin ve spinal ilikten oluşur



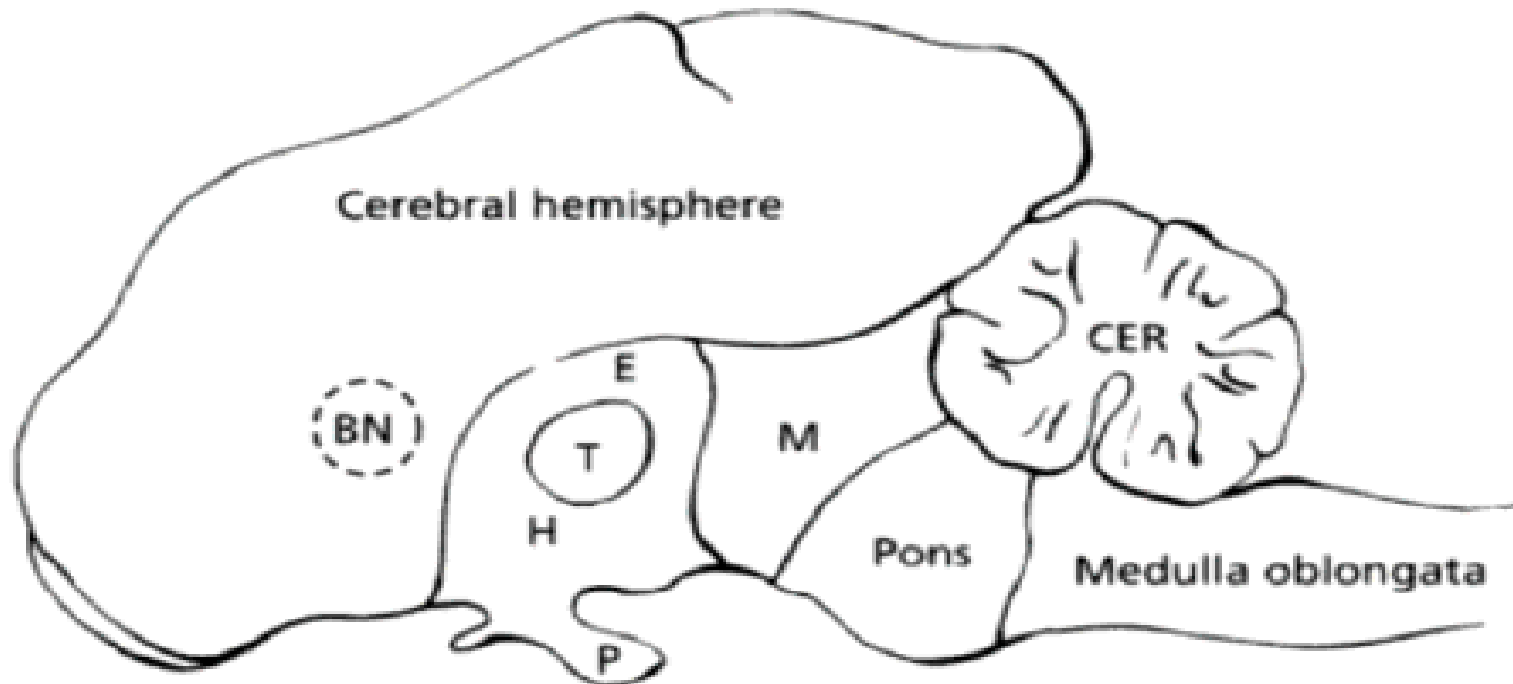
Merkezi sinir sistemi

Cerebrum	İstemli veya bilinçli aktiviteler, öğreneme, muhakeme vb.
Cerebellum	Kas hareketlerinin dengeli ve koordineli olması
Medulla Oblongata (Brain Stem)	Kan basıncı solunum , yutkunma gibi istem dışı fonksiyonların kontrolü
Spinal Cord	Beyin ile vücudun diğer kısımları arasındaki ilişki ağlarının yeri

Merkezi Sinir Sistemi

Beyin

- Serebrum (bir çift serebral hemisfer)
- Serebellum
- Beyin kökü



Merkezi Sinir Sistemi

Serebral hemisferler: Her bir hemisfer dışta ***gri madde*** (serebral korteks), merkezde ***beyaz medullar madde*** (sinir liflerinden oluşur) ve ***bazal nukleuslardan*** oluşur.

Serebral korteks;

- omurga evriminde geç kazanıldığı düşünülür,
- bilince ait sinirsel reaksiyonlara ilgili,
- en yüksek sinirsel korelasyonun olduğu yer,
- eğitilebilirliği en yüksek kısım,
- motor alana sahiptir

a. bir hemisferdeki bu alandan gelen impulslar vücudun diğer tarafında kas hareketlerine neden olur,

b. motor alanın ölçüsü, hayvanın yapabildiği iskelet kas hareketlerinin sayısı ve karışıklığı ile direkt ilişkilidir.

- duysal liflerin ulaştığı duysal alanlar veya merkezler vardır.

Merkezi Sinir Sistemi

Sensorik alanlar;

1. **Somestetik** veya **vücut duyu alanı**, deriden temas, sıcaklık, soğuk ve ağrı impulslarını, kas, tendon ve eklem yerlerinden impulsları alır,
2. **Görme alanı (görme)**,
3. **İşitme alanı (işitme)** ve
4. **Koklama alanı (koku)**.

Beyaz madde; serebral korteksin altına yerleşmiş miyelinli sinir liflerinden oluşur.

- a.birleştirici lifler (korteksin farklı bölümleri arasında),
- b.kommisural lifler (iki hemisferi bağlar),
- c.projeksiyon lifleri (serebral korteksle beynin ve spinal iliğin arasında)

Merkezi Sinir Sistemi

Bazal nukleuslar; serebral hemisferlerin derininde uzanır. Bunlar yürüme ve koşma gibi yarı istemli karışık hareketlerin kontrolü için ayrı ve geniş sinir organizasyonlarından oluşmuş alanlardır.

- Kuşlarda serebral korteks az gelişmiştir ancak bazal nukleuslar çok iyi gelişmiştir. Bu zıtlık nedeniyle bazal nukleusları neredeyse tüm motor fonksiyonları hatta istemli hareketleri bile çoğunlukla, istemli hareketleri kontrol eden insan korteksindeki motor alanlarla aynı tarzda yapar.
- Kedide ve daha az sıklıkta olmakla beraber köpekte serebral korteksin çıkarılması birçok karmaşık motor fonksiyonları önler.
- Bununla birlikte bazal nukleuslar nedeniyle yürüme, yeme, kavga etme ve hatta seksüel aktiviteye katılma gibi yetenekler engellenemez.

Merkezi Sinir Sistemi

Serebellum: Serebral korteks gibi duyarlılık veya bilinçle ilişkilendirilmez. Serebral korteks zıt gücü harekete geçirmeye organize olmamasına karşın, serebellum eylemsizlik ve ivme bozukluklarını önlemek için otomatik ayarlamalar yapabilir. Bunu başarmak için serebellum;

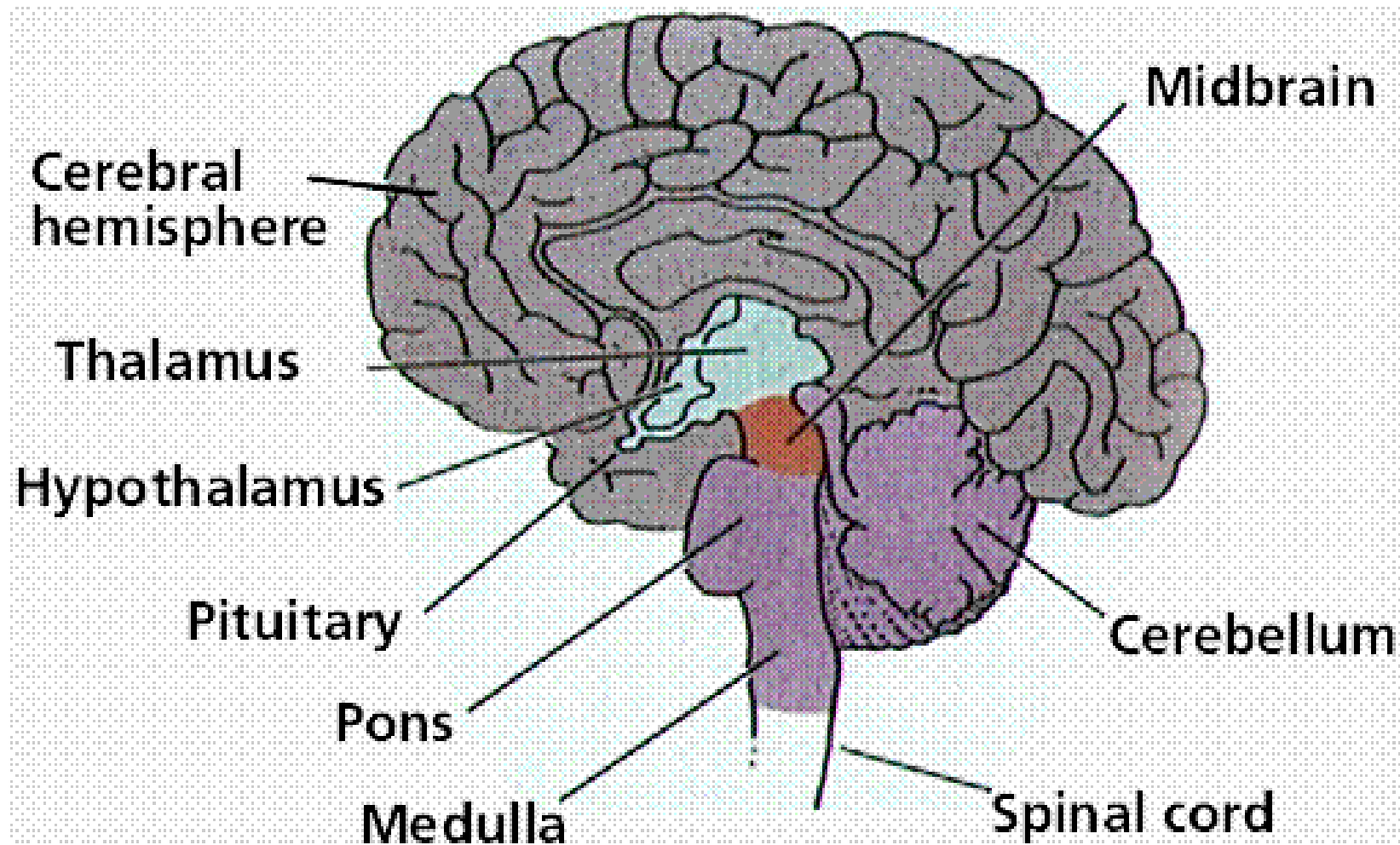
- 1) tüm eklemlerde, kaslarda ve basınç alanlarında (örn, ayak yastıkçıkları) bulunan propriyoseptif reseptörlerden (vücudun iç yapısına yerleşenler),
- 2) iç kulakta bulunan denge aparatından,
- 3) görme ile ilgili korteksten,
- 4) kaslara tüm motor impulsların gönderildiği motor korteksten impulslar alır.

Serebral hemisferin motor alanı etkisini vücudun zıt (*kontralateral*) tarafına uygularken, **serebellumun bir tarafının etkisi**, vücudun aynı tarafına (*ipsilateral*) uygulamaktadır. **Serebellum** vücudun anlık fiziksel durumu ile ilgili bilgilerin toplandığı «**toplama evi**» gibi iş görür.

Merkezi Sinir Sistemi

Beyin Sapı: Ara beyinden oluşan **beyin sapı** önden arkaya doğru **mezensefalon** (orta beyin), **pons** ve **medulla oblongatadan** oluşmaktadır.

- **Ara beyin** aşağıdan yukarıya, hipotalamus, talamus ve epitalamusdan oluşmaktadır.
- **Hipotalamus**, endokrin bir organ olan hipofiz bezini içerir. Karmaşık bir algılama ve nörosekretorik fonksiyon hipotalamusla ilişkilidir. Anteriyör ve orta bölümleri parasempatik bileşenleri, posteriyör bölümü ise sempatik bileşenleri içermektedir.
- **Talamus**, bir çok nukleus içerir ve vücudun tüm bölgelerinden gelen impulslar serebral kortekse iletilmek için talamusa gelirler.
- **Epitalamus**, olfaktorik bağlantı merkezi ve pineal bezi (bazı günlük ritimleri ve gonadal hormonları düzenleyen nörosekretorik bir organ) içerir.
- **Orta beyin** görme ve duyma ile ilgili refleks merkezlerini, iki kraniyal sinirin nükleuslarını ve birkaç inisi sinir yollarını içerir.



Merkezi Sinir Sistemi

Hipotalamus;

Bedende homeostasis'i sağlamada önemli görevler üstlenmiştir.

- ***Su dengesinin kontrolu:*** Hipotalamusta susama ile ilgili çekirdekler vardır. Çünkü belirli bölgelerin uyarıldığında su alınımları artar (polydipsi). Aksine bu bölgenin haraplanması su alınımlarını duraksatır. Hipofiz arka lobundan salgılanan ADH hipotalamus'taki *n.supra-opticus* ve *n. paraventricularis*'te yapılarak hipofiz arka lobuna getirilmektedir.
- ***Açlık, tokluk ve iştah'ın kontrolu:*** Hipotalamus'ta yeme-içmeyi kontrol eden merkezler vardır. Ventro-medial bölgesi haraplanınca hayvanda aşırı yeme isteği (*hyperphagia*) doğurur ve aşırı yemeden dolayı yağlanma söz konusudur. Hipotalamus'un her iki yanında (bilateral) haraplanma olunca bu kez aksine hayvan yemeden kesilir veya çok az yer. Kan glikoz düzeyinin lateral bölgelerdeki açlık merkezlerini etkilediği görülmüştür.

Hipotalamus

- **Isı dengesinin kontrolu:** Bedende iç ısının sabit kalma işini hipotalamus üstlenmiştir. Hipotalamus'un ön kısmında ısı kaybetme merkezi bulunur ve uyarıldığında; terleme, vazodilatasyon, hızlı soluma meydana geldiği, buranın tahrip edilme durumunda ise beden ısının sürekli yüksek seviyede kaldığı gözlenmiştir. Hipotalamus'un arka kısmında bulunan ısı yapım ve koruma merkezinin varlığı ise, haraplanması durumunda hayvanın beden ısının düşmesi (titremenin olmaması, damarlarda daralmanın görülmemesi) ile tespit edilmiştir.
- **Hormonal dengenin kontrolu:** Hipotalamus ile bir çok hormonun salgılandığı hipofiz bezi arasında çok sıkı bir işbirliği vardır. Bunlara en iyi örneklerden birisi hipotalamusta TRH'nin (tirotropin uyarıcı hormon) oluşturulup hipotalamo-hipofizyal portal yolla hipofiz ön lobuna getirilmesi ve buradan salınan TSH'nin da (tirotropin salgılatıcı hormon) tiroit bezine giderek tiroksin yapım ve salgılanımını arttırmasıdır. Kanda tiroksin miktarı artınca, bu kez hipotalamusta TIF (tirotropin inhibe edici faktör) yapıp ön loba getirilir. TSH miktarı ve buna bağlı olarak da tiroksin azalır.

Hipotalamus

- **Heyecan, hiddet ve korku kontrolu:** Hipotalamus'ta bazı bölgeler korku, hiddet ve heyecan veren olaylarla yakından ilgilidir. Korku ve heyecan olaylarının bir zihinsel bir de fiziksel yönü vardır. Bir olay (korku, heyecan) meydana gelirken, olayın algılanması, canlı üzerindeki etkisi ve bu olaya karşı gösterilen tepkiler zihinsel yönden ele alınır. Heyecan veya korku duyulurken, terleme kıl ve tüylerin dikleşmesi, solunum ve kalp atım sayısının artması ise fiziksel yönden ele alınır ve incelenir. Hayvanlar anestezi altında iken hipotalamusa elektrot yerleştirilip hayvan uyandığında uyarı verilirse, hayvanda kusma, korkma, kaçma gibi tepkiler gözlenir. Bu gibi olaylar hipotalamus, amigdala ve limbik sistemin bazı bölgelerince denetlenir.
- **Üreme ve cinsel davranışların kontrolu:** Hipotalamus'un cinsel hormonların kontrolünü yaptığı bir çok deneysel çalışma ile gösterilmiştir (Sıçanlarda hipotalamusun' ön bölgesi haraplanınca cinsel arzunun ortadan kalkması). Kedi ve tavşanlarda çiftleşme sonunda meydana gelen ovulasyonun, hipotalamuslarının ventromediyal çekirdeklerinin de uyarılmasıyla gerçekleşebildiği gözlemlenmiştir.

Merkezi Sinir Sistemi

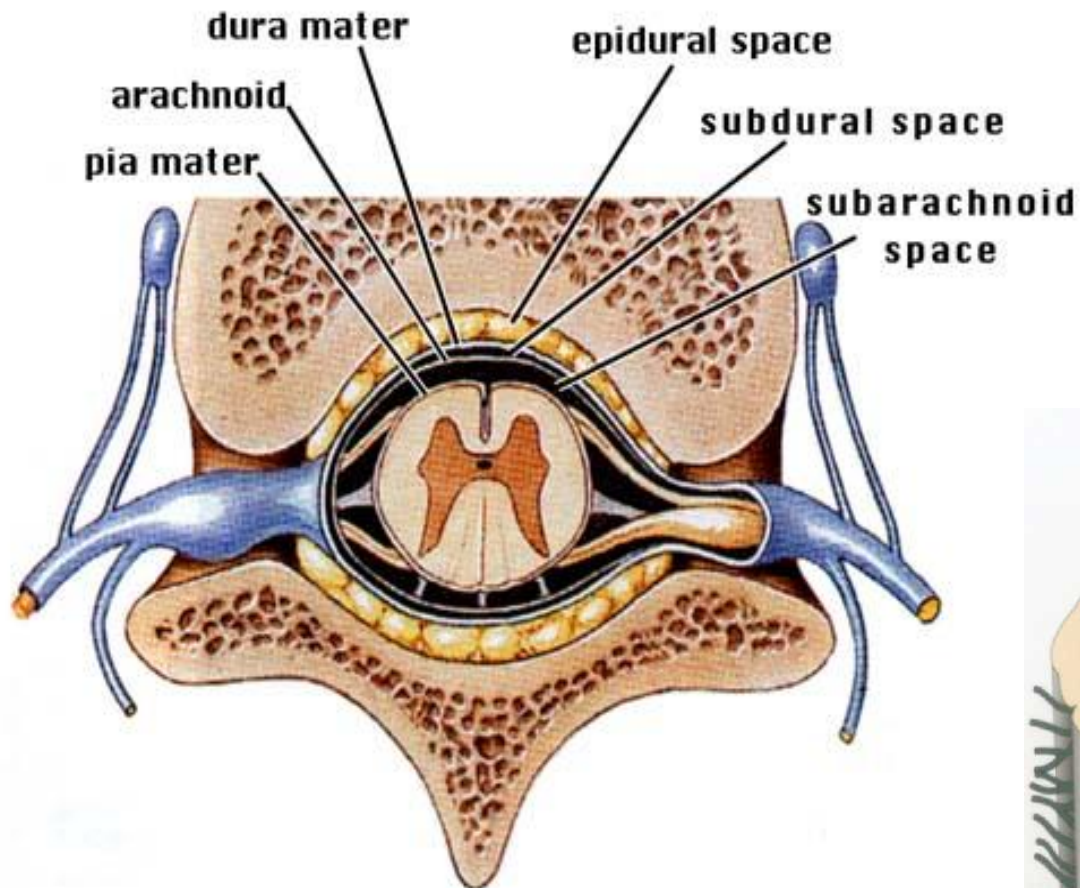
- **Medulla oblongata ve pons**, birçok *aşağı ve yukarı giden sinir yolları*, beyin sapından köken alan *kraniyal sinirlerin* (orta beyinde yerleşmiş ikisi hariç) *sensorik ve motorik nükleusları*, *postural reflekslerin* (ör; hoplamak, düzeltme, yerleştirmek) *merkezi mekanizmalarının büyük bir bölümünü* içermektedir. Kalp atım sayısı, kan damarları kaslarının tonusu (vazomotor tonus), solunum, sindirim sisteminin motorik ve sekretorik aktiviteleri gibi önemli organlara ait fonksiyonların düzenlenmesi ile ilgili birkaç refleks merkezi vardır.

Merkezi Sinir Sistemi

Spinal ilik

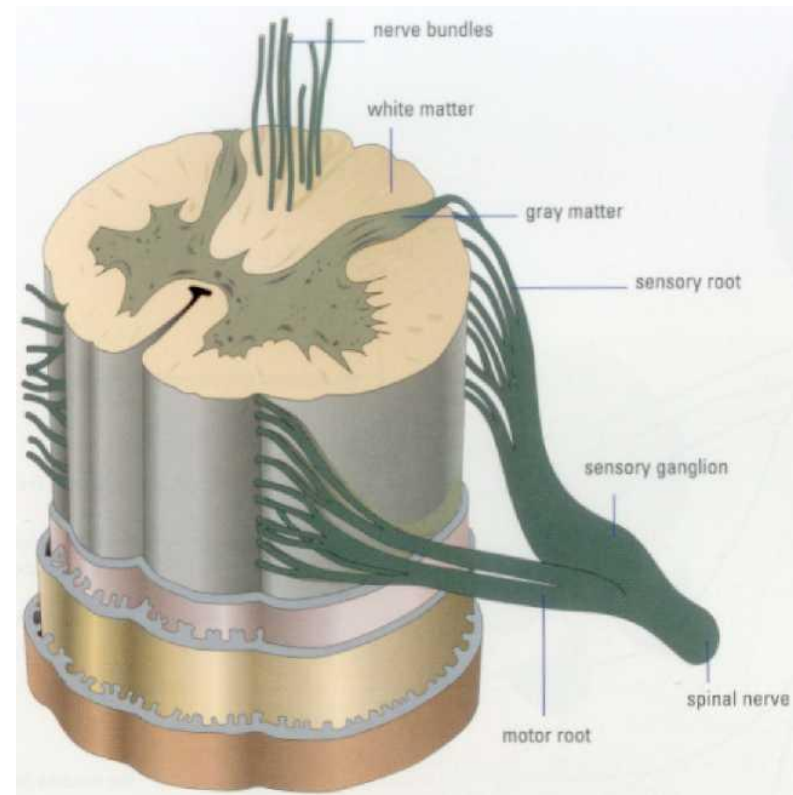
- Medulla oblongata'nın kaudal devamıdır,
- Her bir segmentte bir çift spinal sinire dal verir,
- Spinal sinirlerin dorsal kökü yoluyla duysal **afferent** lifler alır ve spinal sinirlerin ventral köküne de **efferent** motor lifler verir.
- Merkezi olarak yerleşmiş olan **gri madde** (H şeklinde) öncelikle sinir hücre gövdeleri ve onların uzantılarından meydana gelir.
- Periferal olarak düzenlenmiş, miyelin tabakası nedeniyle beyaz görünen **beyaz madde**, birçok farklı sinir yollarından oluşur.
- Başlangıcı, bitişi ve fonksiyonu ortak olan beyin sapı ve daha yüksek merkezleri birbirine bağlayan sinir liflerinin bir demeti olan traktuslar, farklı duysal ve motor traktuslar olarak spinal ilikte ayrılmışlardır.

Spinal Meninges

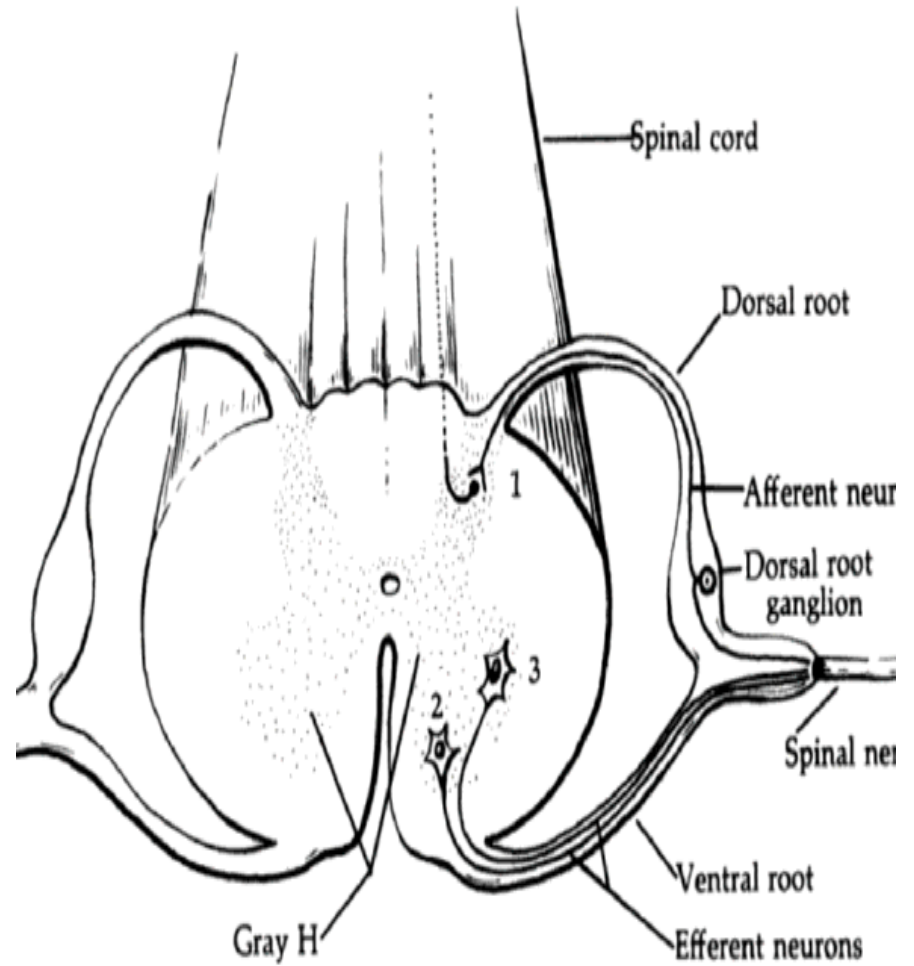


Note: The epidural space is not present in the cranium.

Modified from Fig. 14.2
Prentice Hall, Martini/Timmons 1997



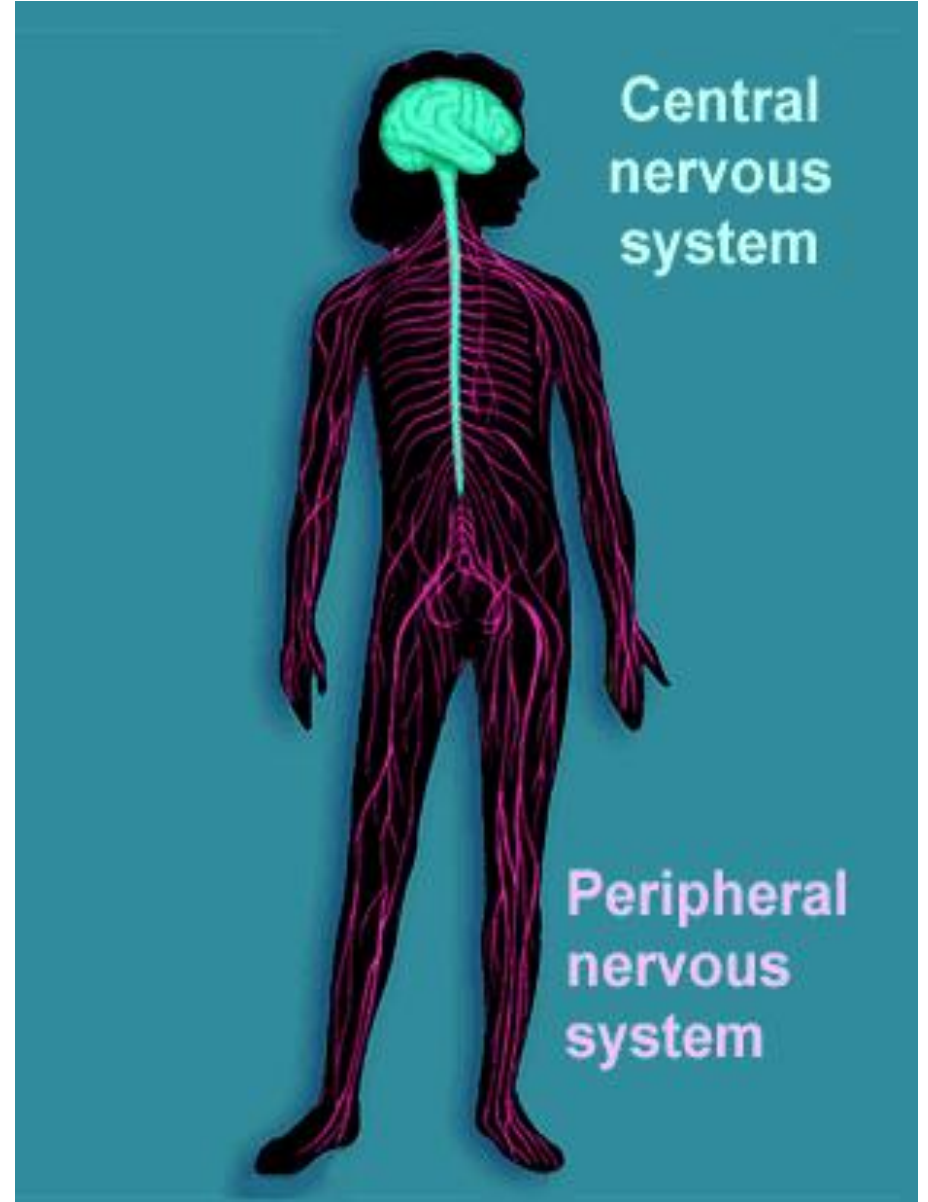
- Ağrı, ısı ve dokunma duyu impulsları gibi kaslar, tendonlar ve eklem yerlerinden gelen **propriyoseptif impulslar ascendes yollarla**, belli motor fonksiyonlarla ilişkili impulslar **descendes** belirli traktuslarla birlikte.
- Traktusların çoğu, bağlantı kurdukları yapılara göre isimlendirilir (ör: **ventral spinoserebellar traktus**).
- Beyine ya da spinal iliğin diğer bölümlerine giden duysal impulsların köken aldığı hücreler **gri maddenin dorsal kolonunda**, spinal sinirlere giden motor impulsların köken aldığı hücreler ise **gri maddenin ventral kolonunda** yerleşir.
- Spinal ilikten kaynaklanan otonom motor impulsların köken aldığı hücreler gri maddenin **ventral kolonunun lateral bölümünde** yer alırlar.
- Spinal ilik aşağı ve kaudal olarak inerken, enine kesit alanı azalmaktadır. Spinal iliğin son bölümü, beyin zarları ve sinirler **kauda ekuina** olarak isimlendirilir



Köpeğin spinal iliğinin enine kesiti. Gri madde içerisinde bulunanlar: 1) dorsal kolondaki duyu nöronlarının sinir hücre gövdeleri; 2) ventral kolondaki somatik motor nöronlar; 3) ventral kolonun lateral kısmındaki otonom motor nöronlar.

Çevresel sinir sistemi

Spinal sinirler ve
kraniyal
sinirlerden
oluşur.



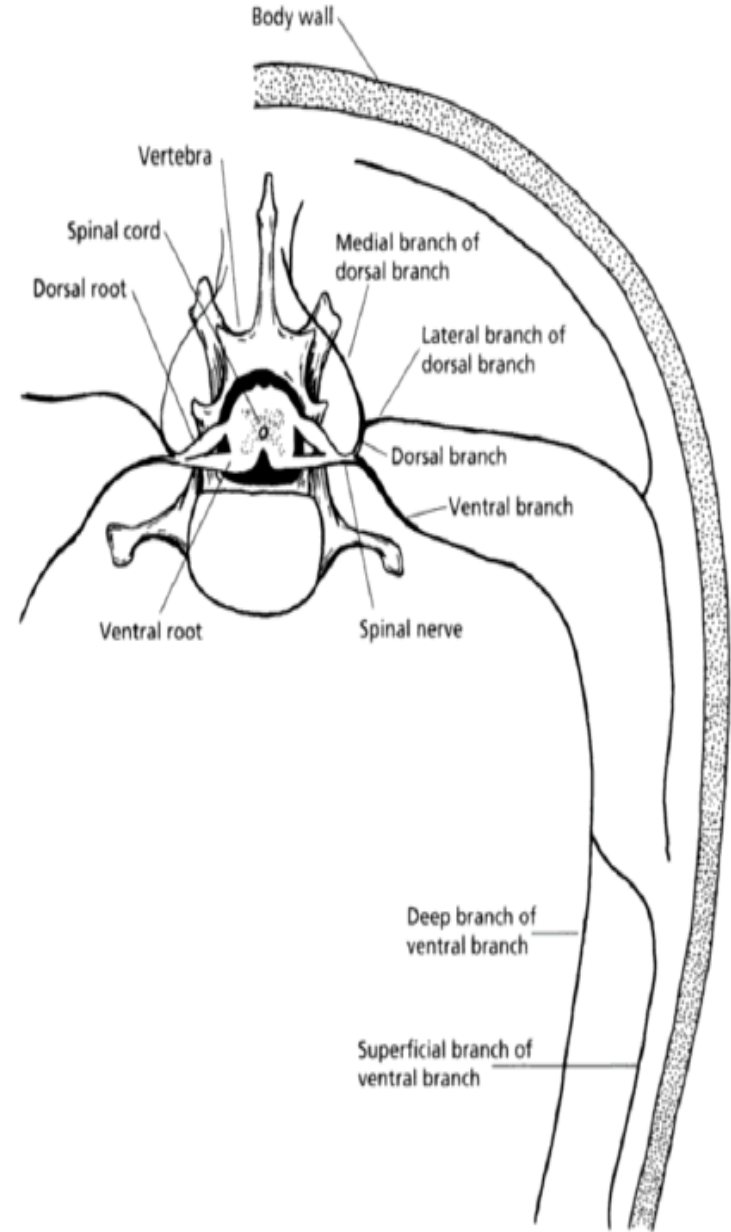
Çevresel Sinir Sistemi

Spinal Sinirler: Kraniyal sinirler gibi kasların istek içi kontrolüyle ilişkili olduklarından **somatik sinirler** olarak adlandırılır. **Otonom sinirler** düz kasların, kalp kaslarının ve bezlerin kontrolü gibi istem dışı fonksiyonlarla ilişkili olduklarından **visseral sinirler** olarak adlandırılmaktadır.

- **Spinal sinirler** spinal ilikten kaynaklanmakta ve vertebradan dışarı çıkmaktadır.
- **Köpekte**, 7 servikal, 13 torasik, 7 lumbal, 3 sakral ve ortalama 20 kaudal vertebra vardır. Kaudal ve servikal sinirlerin dışında, aynı seri numarası ve isimle vertebranın arkasından çıkan (biri sağda biri solda) bir çift spinal sinir vardır.
- Bir spinal sinir **dorsal** ve **ventral kök** ile **dallarından** oluşur. **Dorsal kök** spinal iliğin dorsal bölümünden girer. Afferent (duysal) impulsları periferden spinal iliğe taşır.
- Dorsal kökü oluşturan nöronların sinir hücre gövdesi **dorsal kök gangliyonunda** bulunur.

Çevresel Sinir Sistemi

- **Ventral kök**, spinal iliğin ventral kolonundan çıkmaktadır. Efferent impulsları spinal ilikten çizgili kas liflerine taşır.
- Spinal sinirlerin ana bölümünü oluşturmak için **dorsal kök**, intervertebral foramenin yakınında **ventral kökle** birleşir.
- Uygun spinal sinir hem sensorik hem de motor lifleri içerdiği için **karişik sinir** olarak adlandırılır.
- Spinal sinir intervertebral foramenden ayrıldıktan sonra dorsal ve ventral dallara ayrılır. Bu, sırasıyla dorsal ve ventral yapılara, vertebranın transvers çıkıntısına innervasyon sağlar.

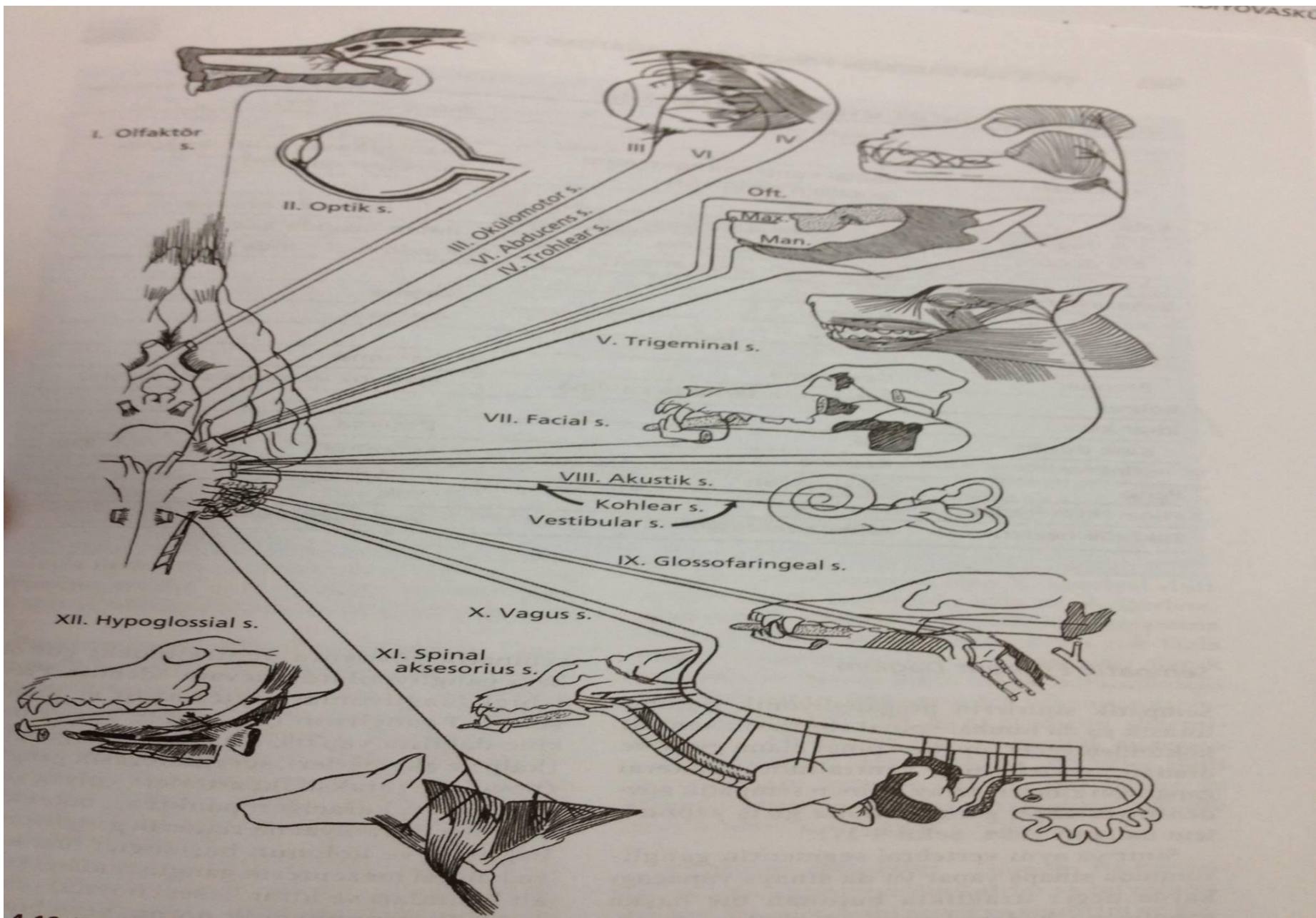


Bir spinal sinir ve onun dalları, kökleri, spinal ilik ve vertebra ile ilgili yerleşimi

Çevresel Sinir Sistemi

Kraniyal Sinirler: Sağ ve sol sinirlerin birlikte bir çift oluşturduğu **12 çift kraniyal sinir** vardır.

- Kraniyal sinirler genellikle baş ve boyundaki yapılara innervasyon sağlar. **Vagus siniri** bunun dışındadır.
- Farenks ve larenkse sensorik ve motorik desteğinin yanında toraks ve abdomendeki visceral yapılara parasempatik lif desteği de yapar.
- Bu sinirler dorsal ya da ventral köklere sahip değildir ve kafatasının foraminasından çıkarlar.
- Bazı kraniyal sinirler belirgin bir şekilde duysal (afferent), bazıları motorik (efferent) ve bazıları karışıktırlar (hem duysal hem motorik).



Köpekte kraniyal sinirlerin kaynağı ve ana dağılımları

KRANİYAL SİNİRLER

NO.	ADI	TİPİ	DAĞILIMI
I	Olfaktör	Sensorik	Nazal müköz membran (koku duyusu)
II	Optik	Sensorik	Gözün retinası (görme)
III	Okülomotor	Motorik	Göz kaslarının çoğu Siliyer kaslara ve irisin sirküler kaslarına parasempatik
IV	Trochlear	Motorik	Gözün dorsal oblik kasları
V	Trigeminal	Karışık	Göze ve yüze sensorik; çiğneme kaslarına motorik
VI	Abducens	Motorik	Gözün retraktör ve lateral kasları
VII	Facial	Karışık	Kulak bölgesi ve tat için dilin kraniyal 2/3'üne sensorik; yüzün mimik kaslarına motorik; mandibular ve sublingual tükürük bezlerine parasempatik
VIII	Vestibulokohlear	Sensorik	Kohlea (duyma); semisirküler kanallar (denge)
IX	Glossopharyngeal	Karışık	Farenkse ve tat için dilin kaudal üçüne sensorik; farenks kaslarına motorik; parotis tükürük bezlerine parasempatik
X	Vagus	Karışık	Farenks ve larenkse sensorik; larenksin kaslarına motorik; göğüs ve karın boşluğundaki iç organ yapılarına parasempatik
XI	Aksesorius	Motorik	Omuz ve boyun kaslarına motorik
XII	Hypoglossial	Motorik	Dil kaslarına motorik

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

İstem dışı, vejetatif veya visceral sinir sistemi olarak da bilinen OSS normal organ fonksiyonunun sağlanması (homeostasis), çevresel değişimlere adaptasyon (vücut ısı) ve strese cevap için gereklidir.

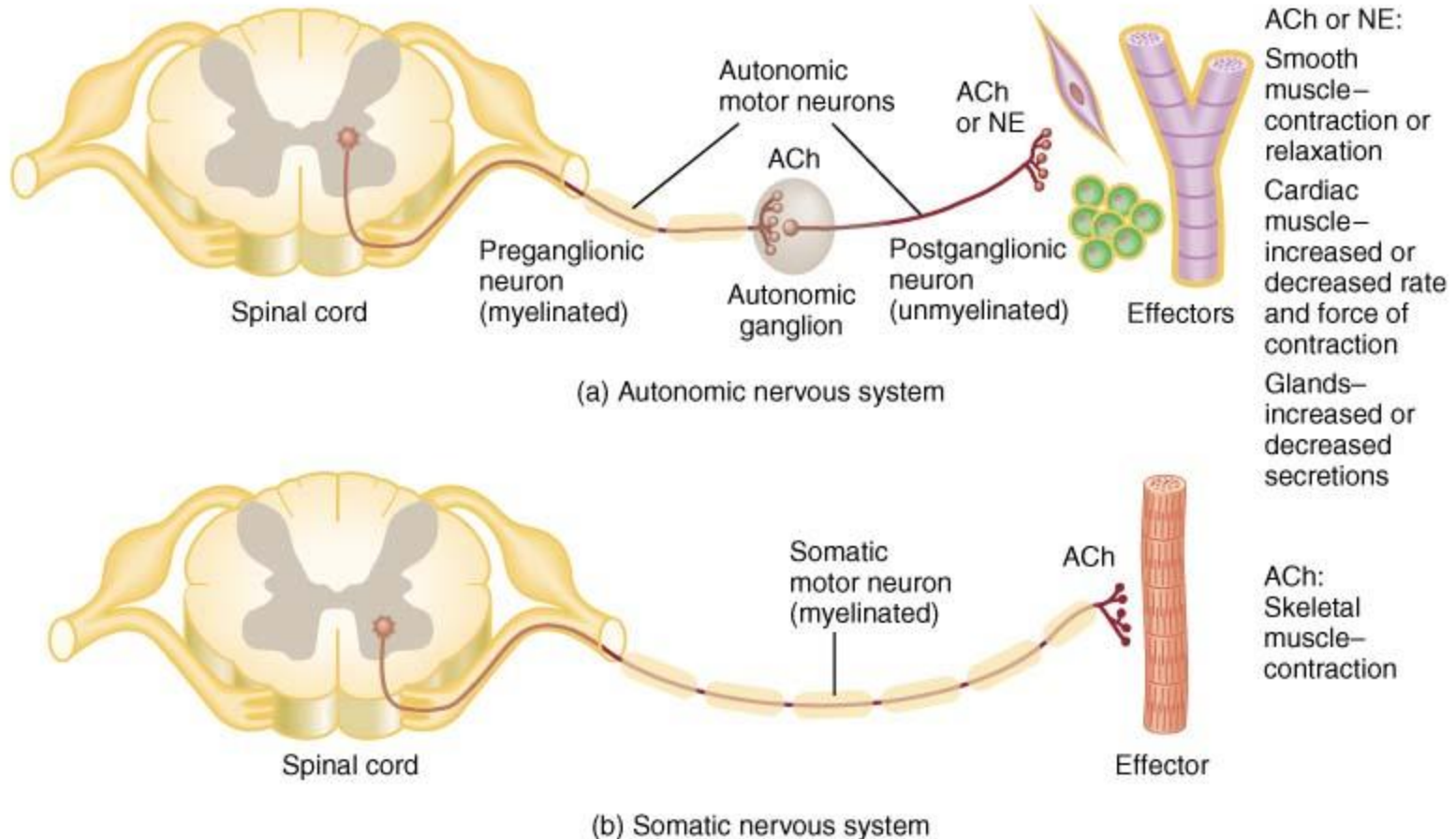
1.Sempatik sinir sistemi (SSS); vücudun strese olan cevabıyla ilişkilidir.

2.Parasempatik sinir sistemi (PSS); stres yokluğunda homeostatik fonksiyonlarla ilişkilidir.

3.Enterik sinir sistemi (ESS); gastrointestinal (sindirim) sisteminin düzenlenmesi ile ilişkilidir. *ESS fonksiyonlarını çoğunlukla kendi kendine yapar fakat bu fonksiyonlar SSS ve PSS'nin her ikisi ile modüle edilebilir.*

- Bütün düz kasları, kalbi ve salgı bezlerini innerve eden otonom sinir sistemi (OSS) iç ortamın belli sınırlar dahilinde sabit ve kararlı kalmasını sağlar.
- İsminden de anlaşılacağı gibi bu sistem isteğimiz dışında çalışmaktadır. Bu özelliği ile, somatik sinir sisteminden ayrılır.
- Somatik sistem ile OSS birbirinden tamamen bağımsız çalışan iki sistem değil, aksine el ele vererek çalışan iki sistemdir.

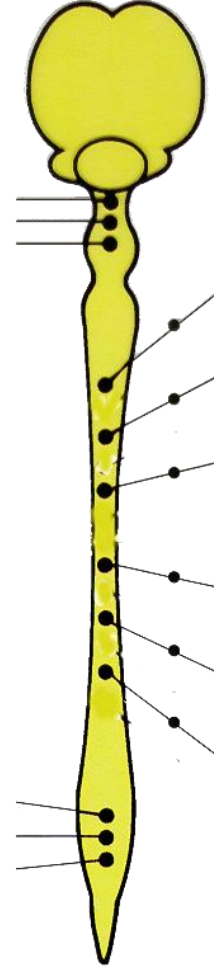
Otonom ve Somatik Sinir Sistemlerinin Motor Nöronları



Otonom Sinir Sistemi

Parasempatik

- Vücutu sakinleştirir, acil durum geçtikten sonra işlevleri normal durumuna döndürür.
- Dinlenme ve sindirim
- Anabolik



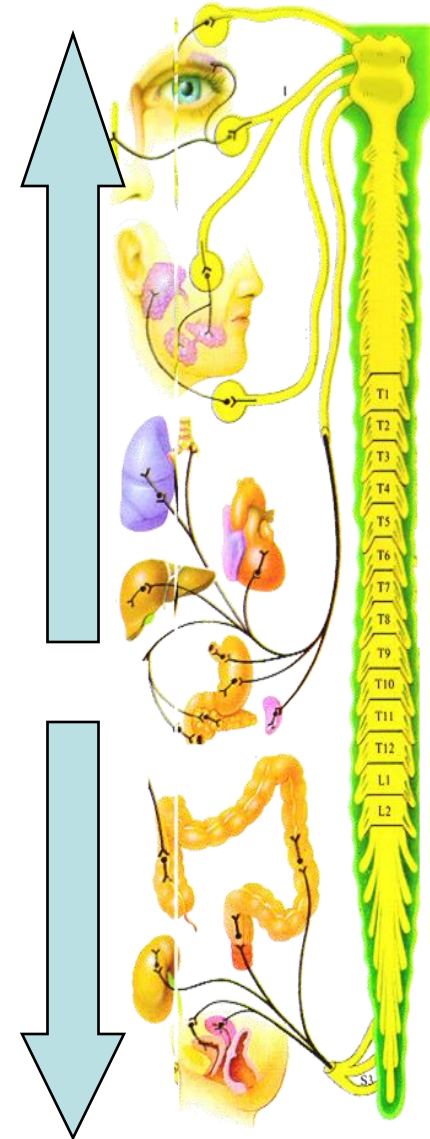
Sempatik

- Vücutu stresli acil durumlara yanıt vermeye hazırlar.
- Savaş veya kaç reaksiyonu
- Katabolik



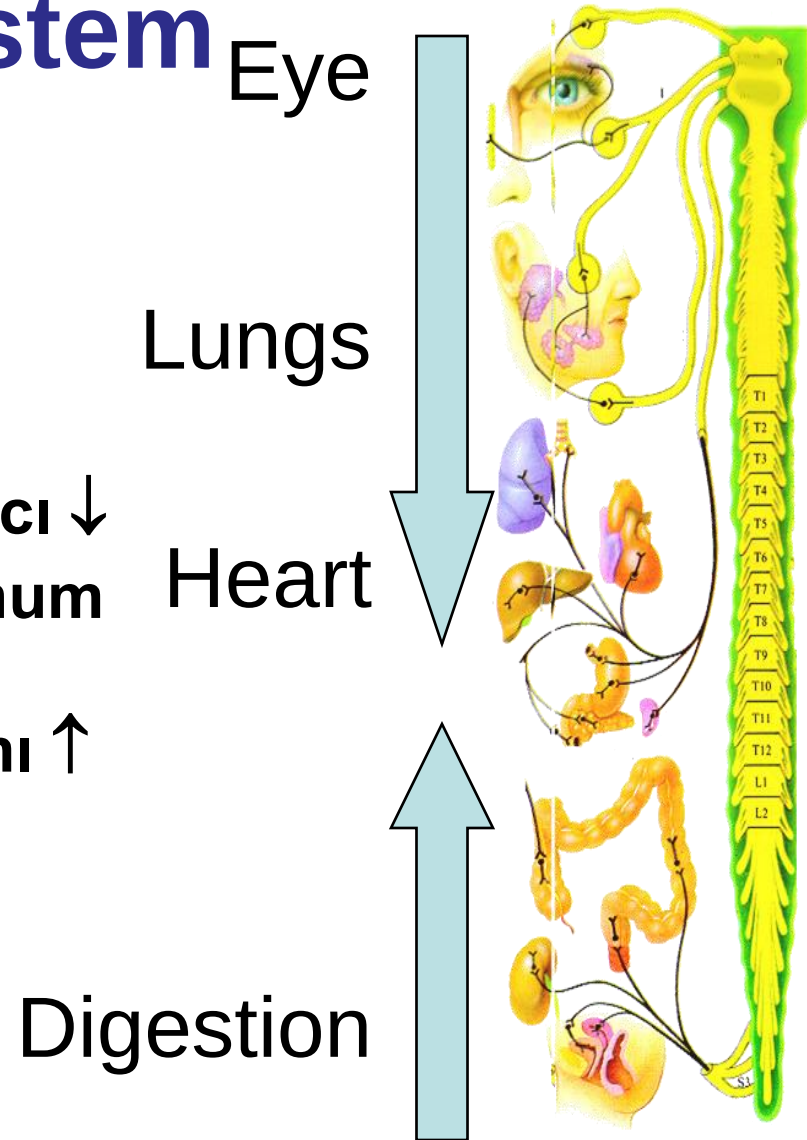
Sempatik Sistem: “Savaş veya Kaç”

- Uyanıklık $\uparrow$ (RF eşiğı düşer)
- Pupilla $\uparrow$
- İskelet kaslarına kan akımı $\uparrow$
- Solunum frekansı ve solunum yollarının çapı $\uparrow$
- Kalp frekansı ve kan basıncı $\uparrow$
- Plazma glukoz ve serbest yağ asidi düzeyleri $\uparrow$ (enerji)
- Sindirim $\downarrow$
- Deriye kan akımı $\downarrow$



Parasempatik Sistem

- Gevşeme
- Pupilla ↓
- Kalp frekansı ve kan basıncı ↓
- Solunum frekansı ve solunum yollarının çapı ↓
- Sindirim kanalına kan akımı ↑
- Glukozun glikojen olarak depolanması ↑



OTONOM UYARIMIN ETKİLERİ

ORGAN/YAPI	SEMPATİK ETKİ	PARASEMPATİK ETKİ
Göz		
İris kasları	Radial kasın kontraksiyonu (pupillayı genişletir)	Sirküler kasın kontraksiyonu (pupillayı daraltır)
Kalp		
S-A düğüm	Kalp atımında artma	Kalp atımında azalma
A-V düğüm	İletim hızında artma	İletim hızında azalma
Kas	Kasılma gücünde artma	Kasılma gücünde azalma
Bağırsaklar		
Kas	Azalma	Artma
Sekresyonlar	Azalma	Artma
Akciğerler		
Bronşlar	Genişleme	Daralma
Böbrek	Afferent arteriolde kasılma	Etki yok ve renin sekresyonu
İdrar kesesi		
Kese duvarı	Yok	Kasılma
Sfinkter	Kasılma	Gevşeme
Penis	ejakülasyon	Ereksiyon
Piloerektör kaslar	Kasılma	Yok
Tükürük bezleri	Müköz sekresyon	Seröz sekresyon

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

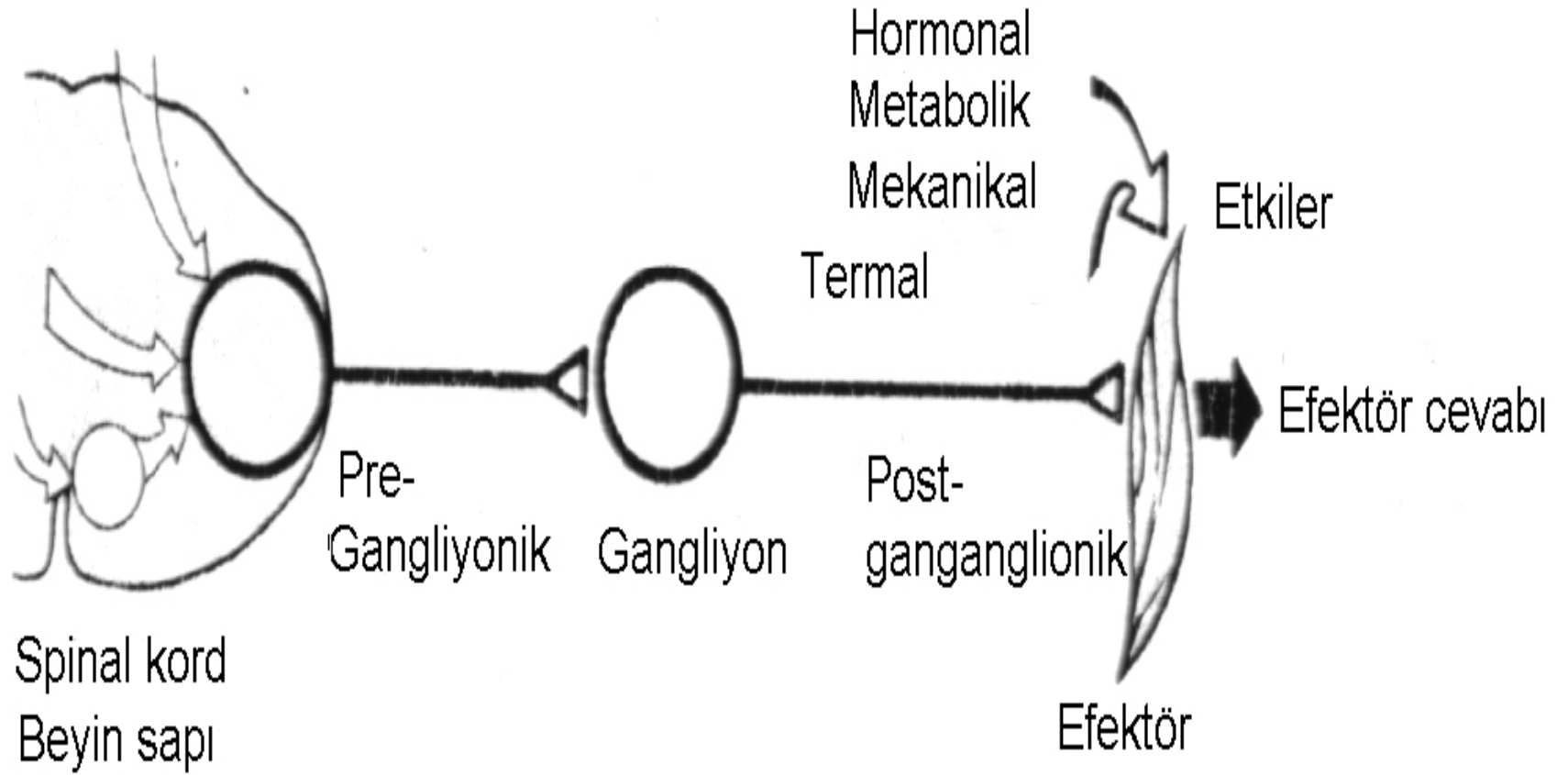
Merkezi Bileşenler; Merkez bileşenleri afferent nöronlardan alınan bilgilerin (örn; kan basıncı, organ gerilmesi-genişlemesi) sonuçlarından oluşan merkezi değerlendirmelere (aynı zamanda ısı, pH, glikoz konsantrasyonu ve diğerleri gibi bazı kanla ilgili bilgiler) dayanmaktadır. OSS tarafından vücut kondüsyonlarının refleks birleşmeleri ve düzenlemeleri için yapılan merkezi düzenlemeler *spinal ilik alanlarında ve bir dizi beyin bölgelerinde* meydana gelir. Beynin bu açıdan en iyi temsil edildiği yer **hipotalamustur**. Merkezi değerlendirmelerden sonra refleks ayarlamaları OSS'nin çevresel (efferent) bileşenleri tarafından yapılır.

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

Çevresel Bileşenler; Sempatik sinirlerin hücresel orjinleri spinal iliğin **torasik** ve **lumbal** kısımlarının ventral kolonunun lateral parçasında ve parasempatik sinirlerin hücre orjinleri spinal iliğin **sakral** kısmında ve **beyin sapında** bulunurlar. Bu nedenle sempatik sinirler için **torakolumbal**, parasempatiklerin orjinleri için **kraniyosakral** denir. Sempatik ve parasempatik aktivitenin her ikisi için spinal ilik ya da beyindeki sinir hücresi kaynağından efektör organa (bezler veya kas) impulsun ulaşabilmesi için iki nöron ilişkisi vardır. **İkinci nöronun hücre kaynağı gangliyondur.** Birinci nöron **pregangliyonik**, ikinci nöron **postgangliyonik** olarak adlandırılır.

Nöronlar

- Pregangliyonik (B tipi lifler)
 - Hücre gövdeleri MSS'dedir
 - Miyelinli aksonlar Otonom Sinir Sistemi gangliyonlarına gider
- Postgangliyonik (C tipi lifler)
 - Hücre gövdeleri Otonom Sinir Sistemi gangliyonlarındadır
 - Miyelinsiz aksonlar efektör bölgelere giderler



Otonom sinir sistemine ait son ortak yol

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

Otonom sinirler ile Somatik sinirler arasındaki farklılıklar;

- Somatik bir sinir herhangi bir nedenle haraplanır veya kesilirse, bu sinirin etkisi ile çalışan kas sistemi etkinliğini yitirir, küçülür ve artık iş yapamaz hale gelir. Otonom sistem haraplanır veya kesilirse, idare ettiği organda ciddi bir bozulma olmaz, başlangıçta organ görev yapamazsa da sonradan bir dereceye kadar görevini yapabilir. Organda bir atrofi söz konusu değildir.
- Somatik sinirde inhibisyon merkezde olur. Bir otonom sinirde inhibisyon hem merkezde, hem de çevrede olabilir. Örneğin n.vagus uyarılınca, kalpteki uyarım merkezinin (sinüs düğümü) uyarılma yeteneği azalır ve sonunda kalp tamamen durabilir.

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

Otonom sinirler ile Somatik sinirler arasındaki farklılıklar;

- Somatik sinirlerin hücre gövdeleri merkezi sistem içinde bulunur. Bu nöronların aksonları hiçbir gangliyona uğramadan doğrudan iş yapan organa gider. Otonom sinirlerde aksonlar mutlaka bir gangliyona uğrar. Gangliyon öncesi aksonlar miyelinli, gangliyon sonrası aksonlar ise miyelinsizdir.
- Somatik sinirlerin çapları oldukça kalındır ve bu nedenle uyarımı iletme hızı da yüksektir (120 m/sn). Otonom sinirlerin çapları incedir ve bu nedenle uyarımı iletme hızı düşüktür (2-14m/sn).

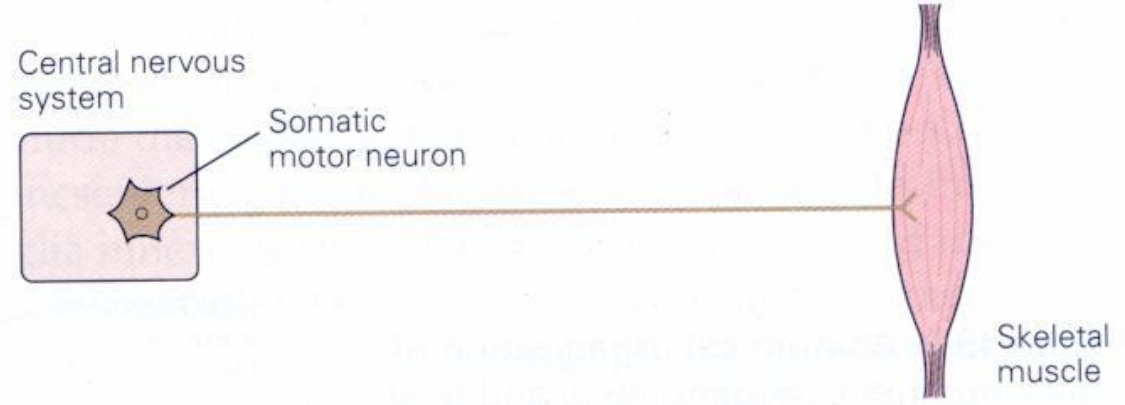
Somatik

- Somatik lifler
- Sinirler ve Pleksuslar
- İstemli kontrol
- İskelet kaslarını kontrol eder
- Hareketi uyarır
- İmpuls frekansı yüksek

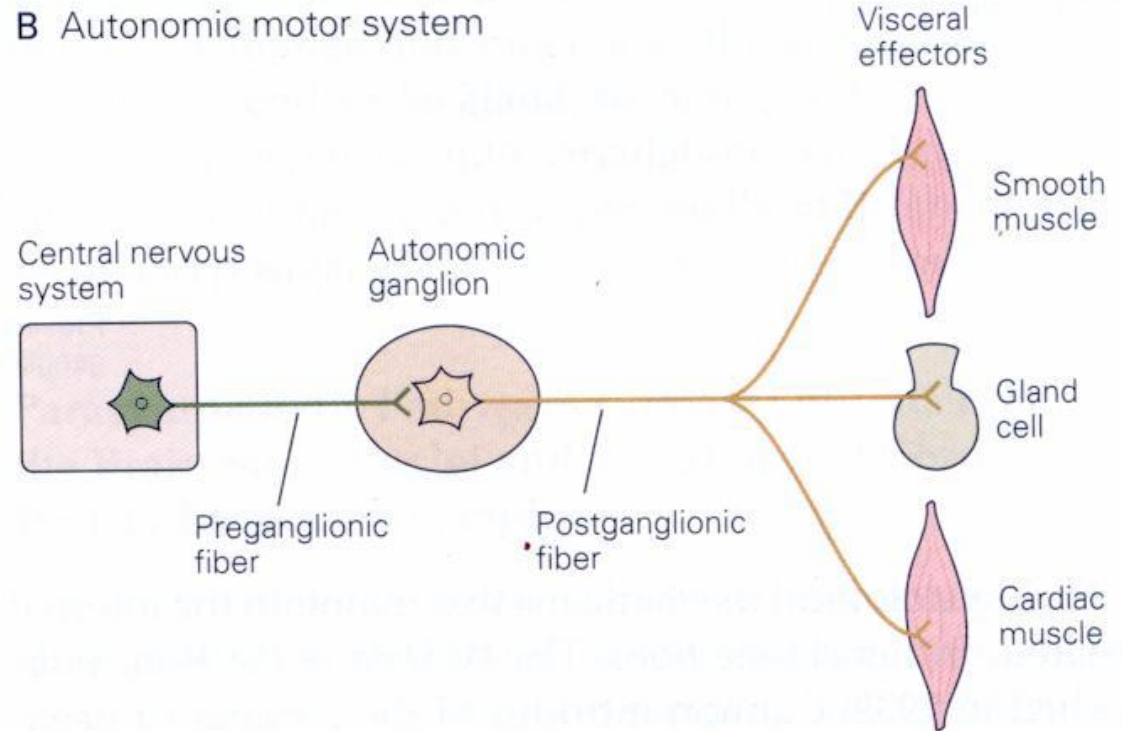
Otonom

- Visseral lifler
- Sinirler, gangliyonlar ve pleksuslar
- İstemsiz kontrol
- Düz kasları, salgı bezlerini, ve kalp kasını kontrol eder
- Hareketi uyarır veya baskılar
- İmpuls frekansı düşük

A Somatic motor system



B Autonomic motor system



Otonom Sinir Sistemi (OSS)

Sempatik Efferent Dağılım

- Sempatik sinirlerin pregangliyonik nöronu torasik ya da lumbal sinirlerin ventral kökünden geçer, uygun spinal alana girer ve oradan, vertebranın ventralinde bilateral gangliyon zinciri olarak bilinen sempatik gövdenin **vertebral gangliyonuna** dallanarak girer.
- Sinir ya aynı vertebral segmentin gangliyonunda sinaps yapar ya da sinaps yapacağı kayda değer uzaklıkta bulunan bir başka gangliyona kadar devam eder. Sinaps vertebral gangliyonda olmayabilir, ancak sempatik gövdenin ventralindeki çift şeklindeki ***prevertebral gangliyonlara*** ulaşabilir

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

Prevertebral gangliyonlar sayıca azdır ve;

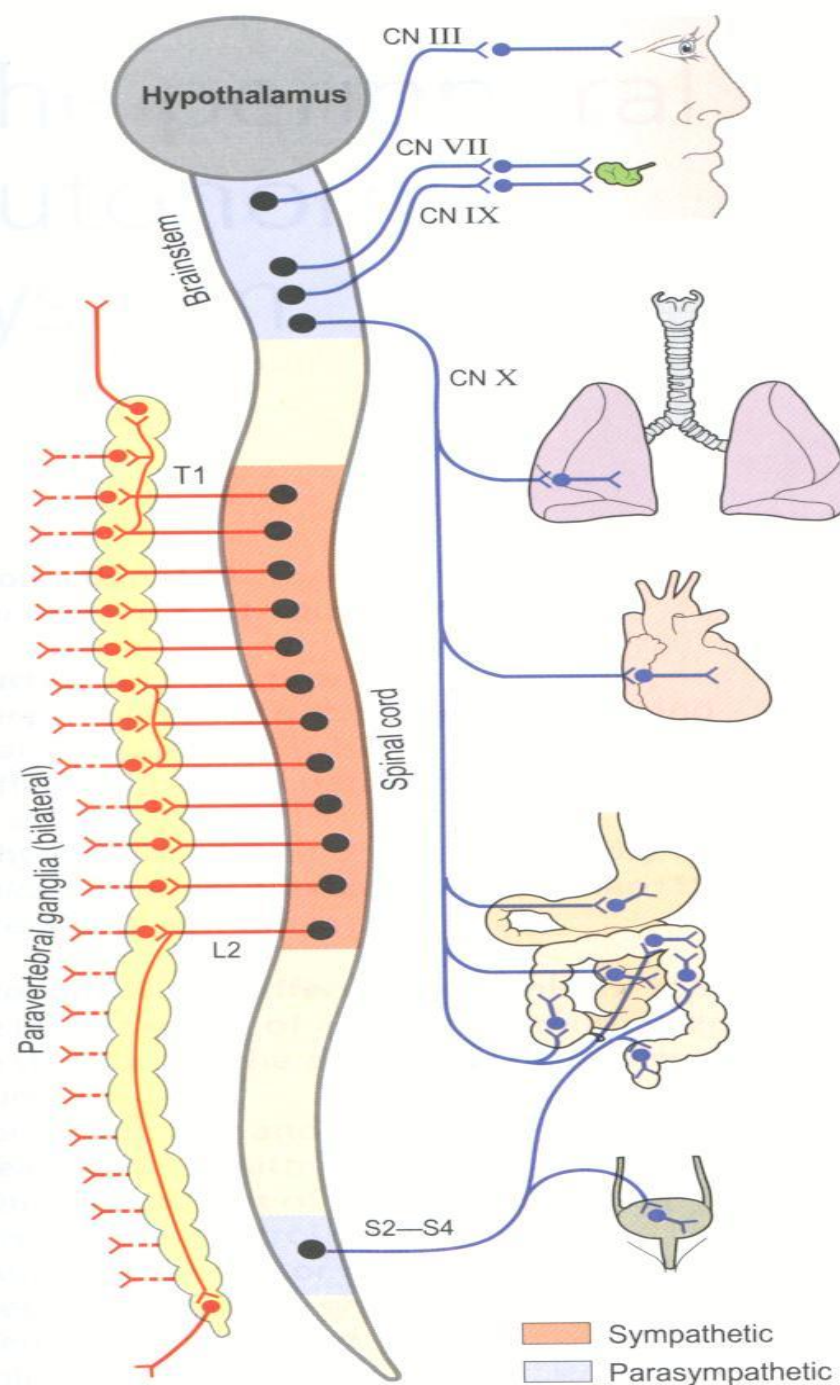
- **Kraniyal servikal gangliyon**-başın düz kas ve bezlerine dağılım yapar,
- **Orta servikal gangliyon**-kalp ve akciğerler,
- **Servikotorasik gangliyon**-boyun ve toraksdaki arterler,
- **Çölyak gangliyon**-mide, karaciğer, pankreas, böbrekler ve adrenler,
- **Kraniyal mezenterik gangliyon**- ince bağırsak ve kolonun başlangıcı (üst kolon) ve
- **Kaudal mezenterik gangliyon**- kolonun alt kısımları ve idrar kesesi boynu oluşmaktadır.

Postgangliyonik nöron, vertebral ya da prevertebral gangliyondan ayrılır ve efektör organa genellikle o organın kan damarı yoluyla ilerler. Aynı zamanda vertebral gangliyondan ayrılır, spinal sinire yeniden girer ve spinal sinirin dalları ile dağılım yapabilir.

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

- Sempatik sistem organizmada birçok görevleri denetleyen yaygın bir yapıya sahiptir. Deneysel amaçla bu sistem ortadan kaldırılrsa bile, canlıların yaşamlarını güç de olsa sürdürdükleri görülmüştür.
- Kedilerde, sık yavru atma ve ölü doğurma olayları görülmüş, ayrıca süt salgılanmasında bir takım bozukluklar ortaya çıkmıştır. Böyle hayvanların dış çevreye uyum sağlamaları beklenemez. Düşen kan basıncı yükselenemez, kan glikoz seviyesi dengelenemez. Köpeklerle karşılaşılan böyle kedilerde tüyler dikleşmemiş, kan şekeri de artmamıştır.
- Köpeklerde de sempatik zincir çıkarılınca bir takım olumsuzluklar gözlenmiş, fakat köpeklerin kedilere oranla daha dirençli oldukları anlaşılmıştır.

- Sempatik sinir sistemi = torakolumbar sistem
- T1 – L3 (veya L2) arası segmentler.



III = okülomotor sinir: Edinger-Westphal çekirdeği

VII = fasyal sinir, n. salivarius sup.

IX = glossofaringeal sinir, n. salivarius inf.

X = vagus siniri, dorsal vagal çekirdek, n. ambiguum

- Parasempatik sinir sistemi = kranyosakral sistem

–III, VII, IX ve X. kafa çiftleri ve S2-S4 arası segmentlerden kaynaklanır.

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

Parasempatik Efferent Dağılım

- Parasempatik bölümün pregangliyonik nöronları postgangliyonik nöronla sinaps yapmadan önce efektör organın yakınındaki gangliyona uğrar.
- Sempatik olanlara göre pregangliyonik lifler daha uzun, postgangliyonik lifler ise kısadır.
- Parasempatik gangliyonların çoğu mikroskobiktir ve innerve ettikleri dokunun bir bileşenidirler.
- Beyindeki sinir hücresi gövdelerinden çıkan parasempatik pregangliyonik lifler genelde dört kraniyal sinirin biri ile (III, VII, IX ve X) ilgili organlara dağılırlar.

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

- İlk üçü (III, VII ve IX) kafa ile ilgili alanlara, sonuncusu olan X. Kraniyal sinir (**vagus**) toraksdaki kalp ve akciğerlere, abdominal viseranın neredeyse tamamına sinirsel destek sağlar (serseri sinir).
- Spinal iliğin sakral bölümündeki sinir hücreleri gövdelerinden çıkan parasempatik pregangliyonik lifler, sindirim sisteminin son bölümüne ve ürogenital sistemin çoğuna sinirsel destek sağlar. Bu lifler, ilgili segmentlerin ventral dallarından başlar ve efektör organların yakınındaki gangliyonlara pelvik sinir aracılığıyla dağılırlar.

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

- Parasempatik sinirler uyarılınca **irisin sirküler kaslarının kasılmasına neden olarak pupilla'yı daraltır**. Retina üzerine daha fazla ışık gelmesi önlenmiş olur.
- Lens kristallina'nın akkomodasyonu sağlamasında parasempatik sistem önemli role sahiptir. Parasempatik sistemin uyarılmasıyla ***m.ciliaris***'ler kasılır, lensin kırma gücü artırılarak yakın cisimlerin daha iyi görülmesi sağlanır.
- Tükürük, gözyaşı, burun, mide ve bağırsak bezleri parasempatik sinirler tarafından kuvvetlice uyarılır ve **bol miktarda salgılanmaya neden olur**.

Otonom Sinir Sistemi (OSS)

- Mide bağırsak sistemi üzerinde parasempatik sistemin etkinliği önemlidir. Bu sistem uyarılınca, mide-bağırsak sisteminin etkinliği artar, hareketler çoğalarak sindirim kanalı içindeki içerik kitlesi ileriye doğru hızla yol alır.
- Parasempatik sistem uyarılırsa kalp hareketlerinin yavaşladığı, kalp metabolizmasının düştüğü görülür. Aksine ***n.vagus*** kesilirse **veya atropin'le etkisi ortadan kaldırılırsa**, kalp atım sayısı artar. N.Vagus'un bu frenleyici etkisi m.oblongata'da bulunan Vagal çekirdeklere ***sinus caroticus*** ve ***arcus aorticus***'tan gelen uyarımlara bağlıdır. Bu sayılan yerlerden çekirdeklere çokça uyarım gelirse n.vagus'un frenleyici etkisi artar, yani kalp hareketleri yavaşlar.

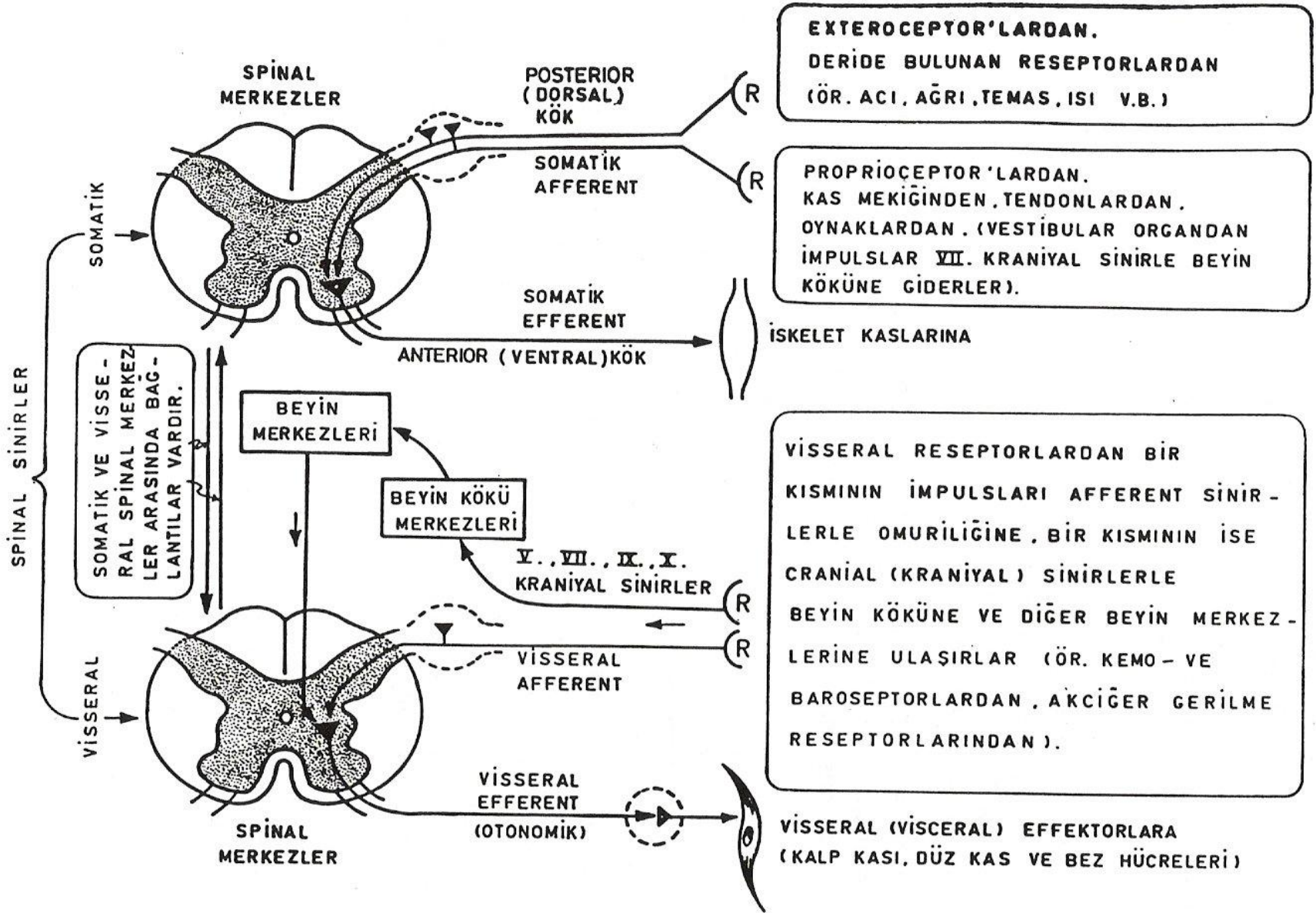
Otonom Sinir Sistemi (OSS)

Otonom refleksler

Otonom fonksiyonlar refleks aktiviteye dayanırlar ve bu refleksler kan basıncı, kalp atımı ve sindirim ve ürogenital sistem aktivitelerini kontrol ederler.

Otonom refleksler;

- Efferent organlardan MSS'ye afferent duyusal bilgi iletimi,
- Bilgilerin değerlendirilmesi ve
- Effektör organlara motor cevabın geri dönüşümünü içermektedir.



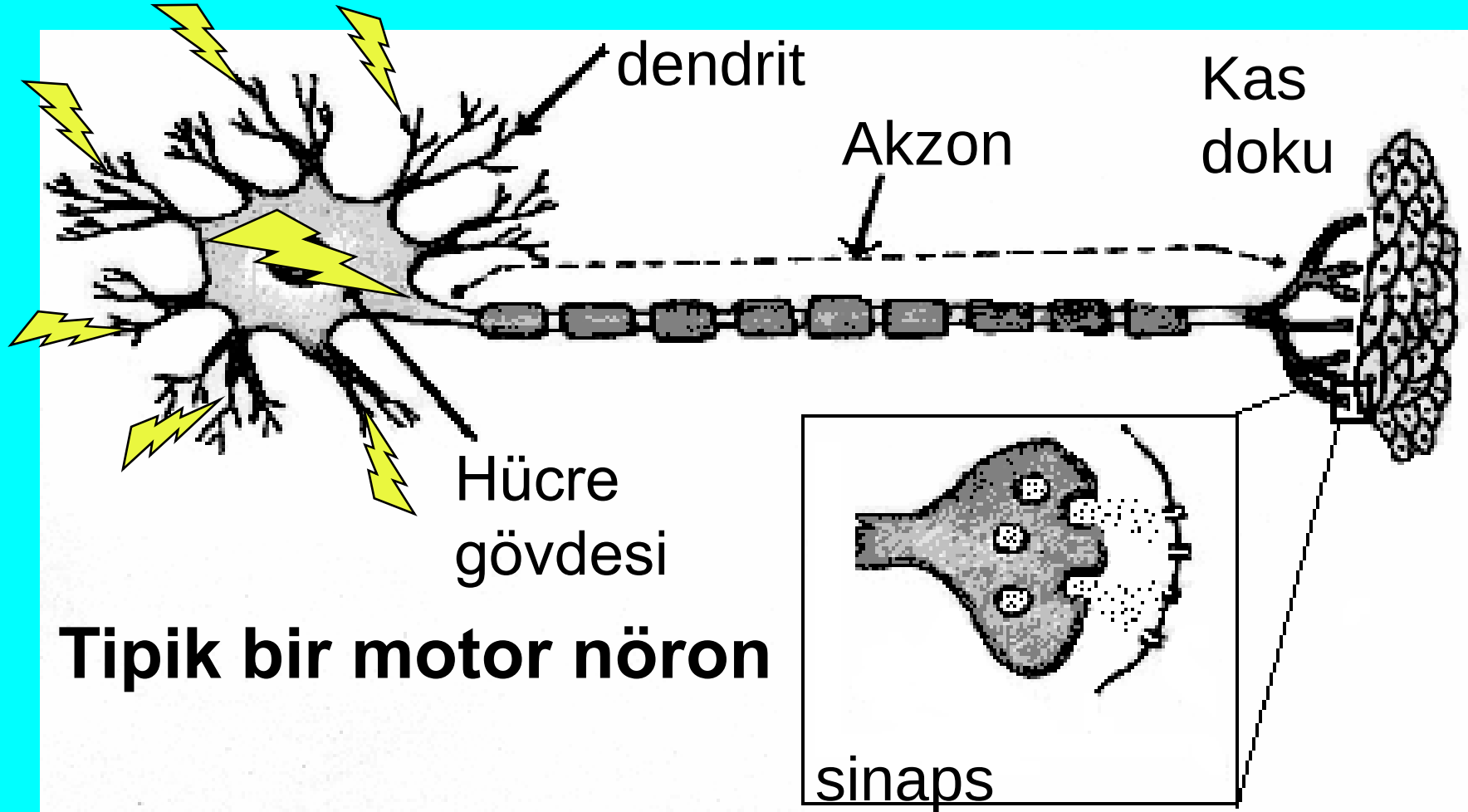
Otonom Sinir Sistemi (OSS)

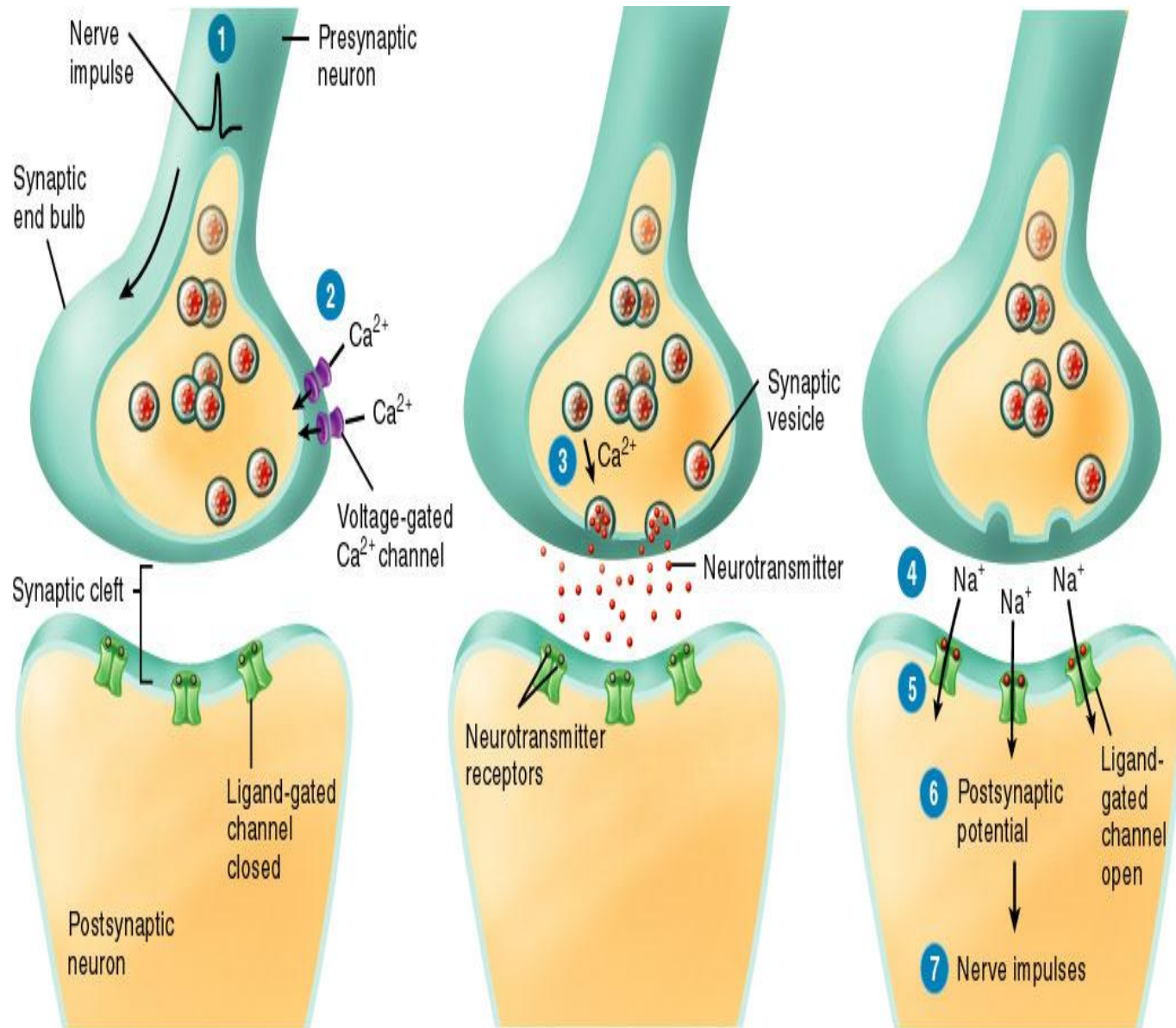
- Otonom afferentler sempatik veya parasempatik olarak düzenlenmemiştir ve bir çoğu SSS ve PSS sinirleri yoluyla MSS'ye giderler.
- Hücre gövdeleri dorsal kök gangliyonunda ve kraniyal nükleuslardadır.
- Bazı afferentler spinal ve kraniyal sinirler içerisinde giderler (örn; iskelet kaslarındaki kan damarları).
- Otonomik fonksiyonların çoğu bilinç seviyesine ulaşmaz. Ancak, otonomik duysal (sensorik) nöronlar tarafından taşınan afferent bilgiler bilinç seviyesine ulaşır. *Bu normal veya patolojik olabilir (normal rektum doluluğu hissi ya da patolojik olan safra kesesi ağrısı gibi).*

SİNİRSEL DENETİM

- Hayvanlarda başlıca iki denetim sistemi gelişmiştir. Bunlardan bir tanesi hormonal denetimdir (bitkilerde de mevcuttur).
 - Sinirsel denetim ise sadece hayvanlara has olan bir özelliktir. Temel birim nöyrondur. Dış ve iç ortamda oluşan olayların algılanması nöyronların bir takım özellikleri sayesinde gerçekleşir.
- 1.Uyarılabilme (İrritabilite):** Çok hücreli canlılarda herhangi bir uyarıya yanıt verme yeteneğine sahip özelleşmiş sinir hücreleri veya sinirsel oluşumlar vardır. İç kulakta ses dalgalarına, deride sıcaklık ve soğukluğa duyarlı reseptörler ancak ilgili uyaranlara cevap verebilirler.
- 2.İletibilme (Konduktivite):** Uyarılma sonucu reseptörde meydana gelen uyarım (impuls) sinir teli aracılığı ile özel merkezlere iletilir.
- 3.İlişki kurma (Korelasyon):** Özel merkezde çevreden gelen uyarımlar bir değerlendirmeden geçirilir. Hayvanın ne yapıp yapmayacağına karar verilir. Son saptama yapıldıktan sonra, merkezden iş yapan organlara (effektör organ) gerekli olan uyarımlar gönderilir (kondüktivite).
- 4.Yanıt verme (Reaksiyon):** Uyarımlar iş yapan organa geldiğinde bu organdaki özelleşmiş hücreler uyarıma bir tepki gösterirler. Buna göre de ya bir kasılma veya bir salgılama olayı gözlenebilir.

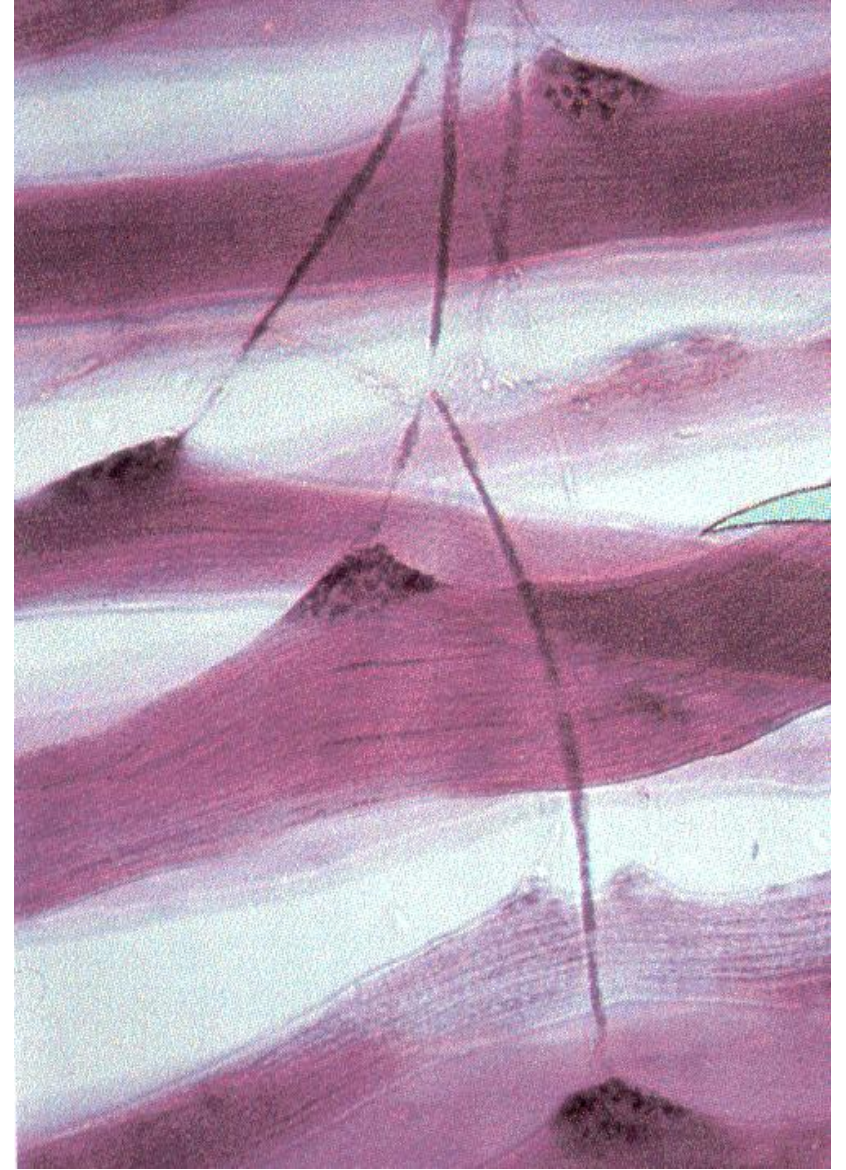
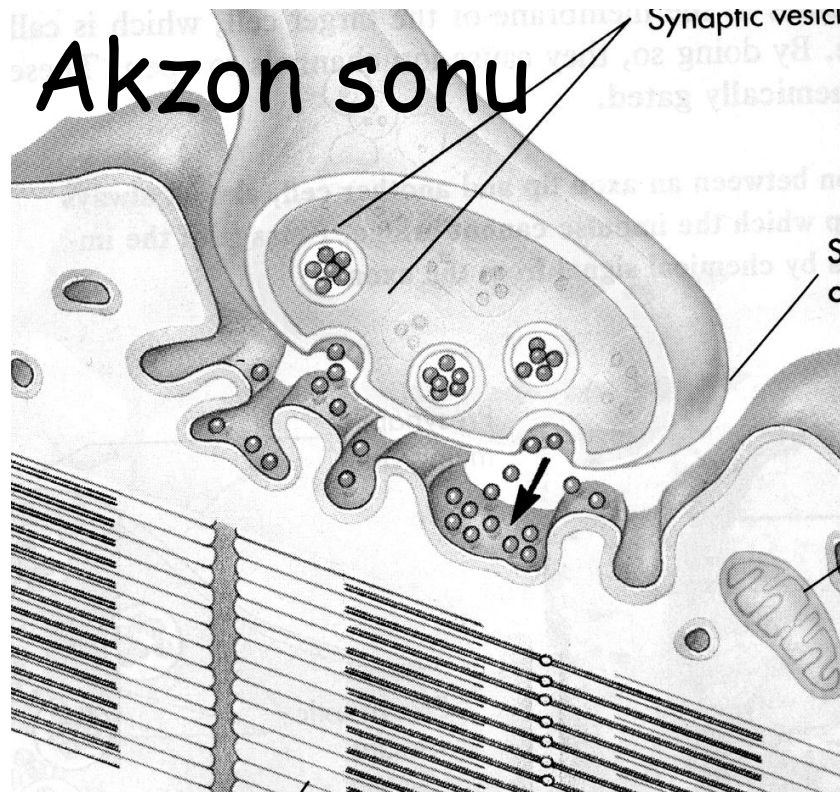
Nöronda oluşan impuls





Motor Nöronlar

beyin ve spinal ilikten
impulsları kaslara ve
bezlere taşır



Akzonların kas
liflerine dallanması

SİNİR İMPULSU ve İLETİMİ

- Nöronlar ve onların kontrol ettiği hücreler arasındaki iletişim sinir impulsunun iletimi ile başlar.
- Bir sinir impulsu, nöronun hücre membranı tarafından alınan elektriksel, kimyasal, termal ya da mekaniksel uyarılara cevap olarak meydana gelir.
- **Uyarım**, sinir impuls iletimi ile sonuçlanan, alındığı yerden çok daha uzaklara aksolomma boyunca yayılan **depolarizasyon** ve **repolarizasyon** dalgalarından oluşmaktadır.

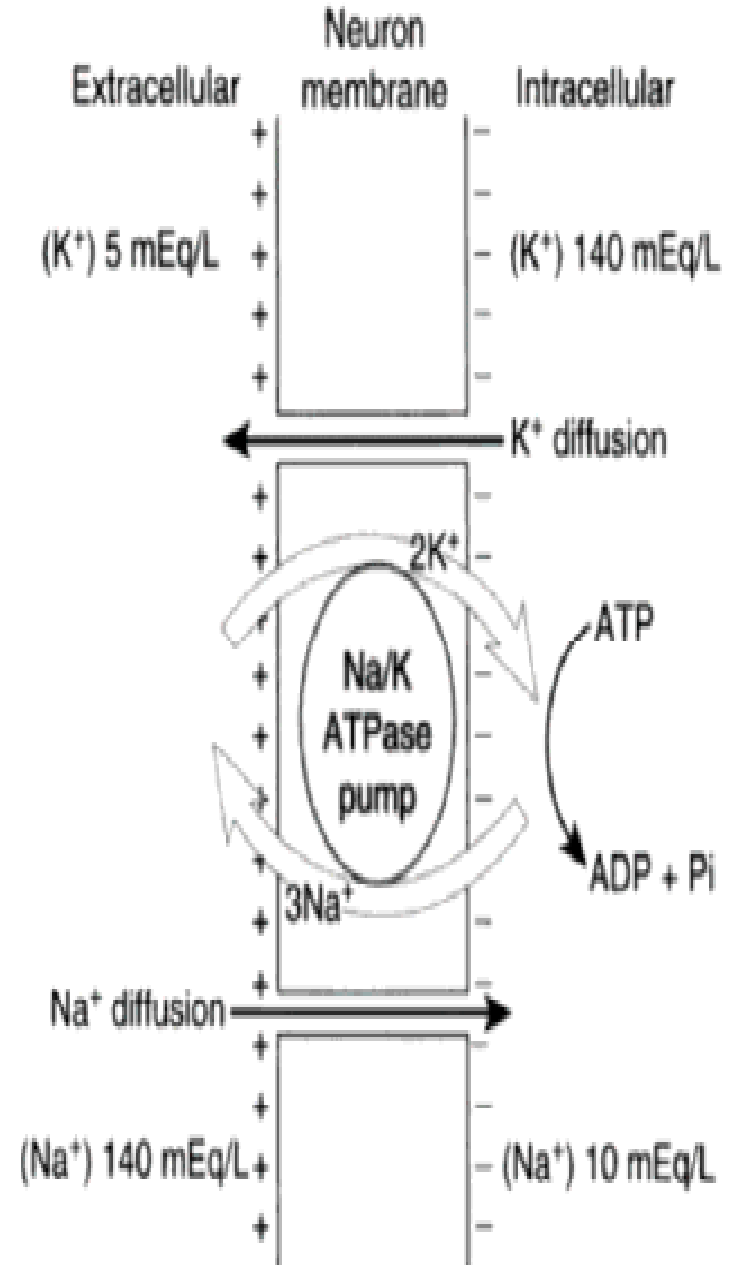
SİNİR İMPULSU ve İLETİMİ

İletimin mekanizması

- **Potansiyel kelimesi** bir alanda iki nokta arasında ya da bir devredeki göreceli elektriksel değişimleri yansıtır.
- **Nöron için bu durum transmembran potansiyelidir ve hücre membranının iki noktasını sınırlayan iç ve dış alanlardır.**
- Vücudun tüm hücreleri bir ***transmembran potansiyeline*** sahiptir fakat nöronlar bu potansiyeli **impuls üretimine** çevirebilme yetisinde eşsizdirler.
- Şarj olmuş trans.m. potansiyeli hücre membranına yakın lokal bir olgudur ve elektriksel olarak nötral olan hücrenin içi ya da dışındaki şarjı anlatmaz. **Ölçülen potansiyel nispeten azdır ve ünitesi *volttan* ziyade *milivoltur*.**

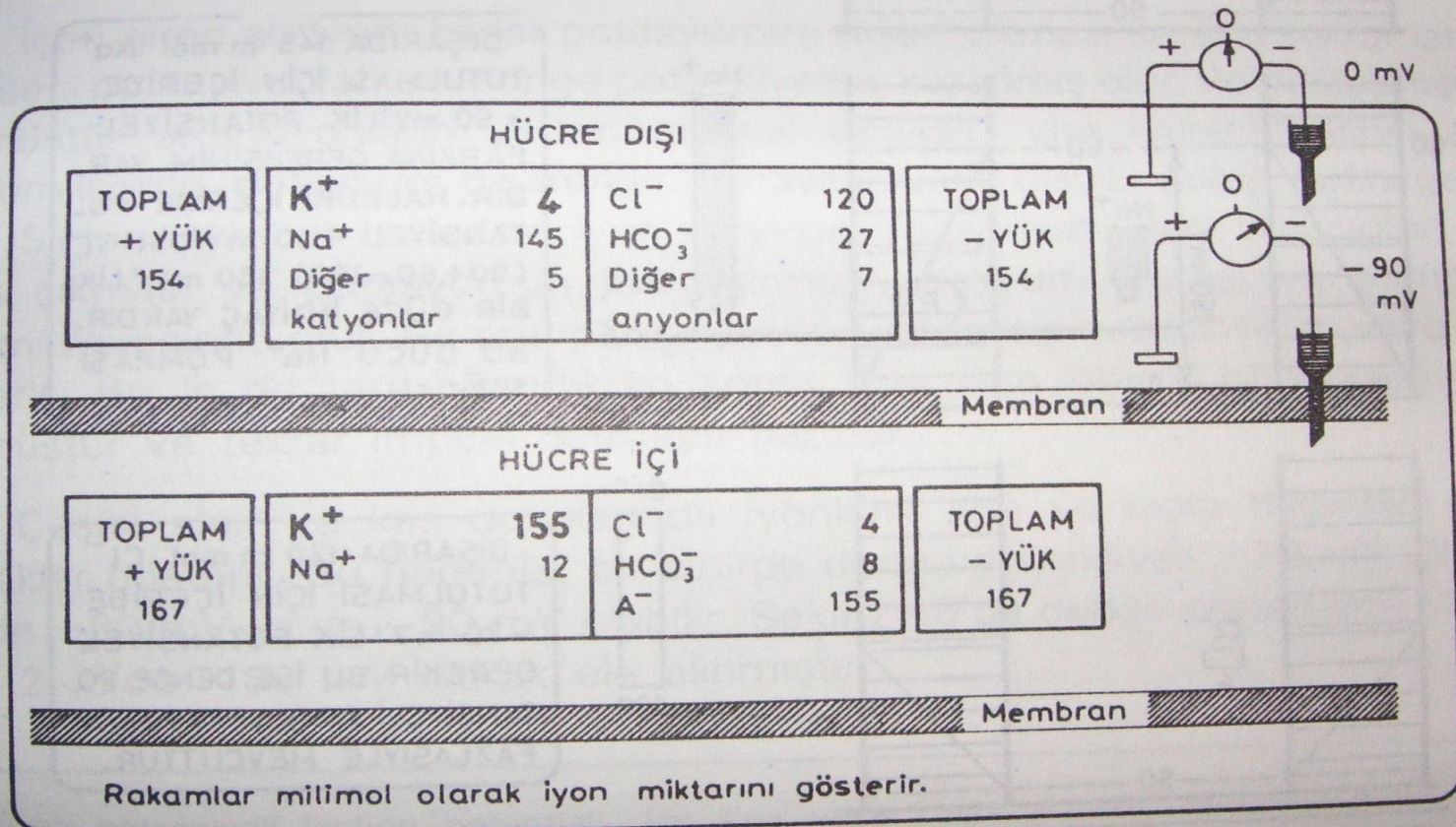
Membran Dinlenme Potansiyeli

- Dinlenen nöronda membranın iki kısmı arasındaki potansiyel (**dinlenme potansiyeli**, V_R)
- **Membran dinlenme potansiyeli**, Na^+ ve K^+ iyonlarının nöronun iç ve dış tarafındaki eşit olmayan dağılımından meydana gelir.
- Na^+ 'un hücre dışına aktif taşınması ve K^+ 'un nöron içine taşınması ile eşleşir ($\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ATPaz pompası).
- Na^+ 'un dışarı doğru olan aktif taşınması K^+ 'un içeri doğru aktif taşınmasından daha hızlı olur ve içeride negatiflik (-70 mV), dışarıda ise pozitiflik devam eder. Böylece membran **polarize** olur.



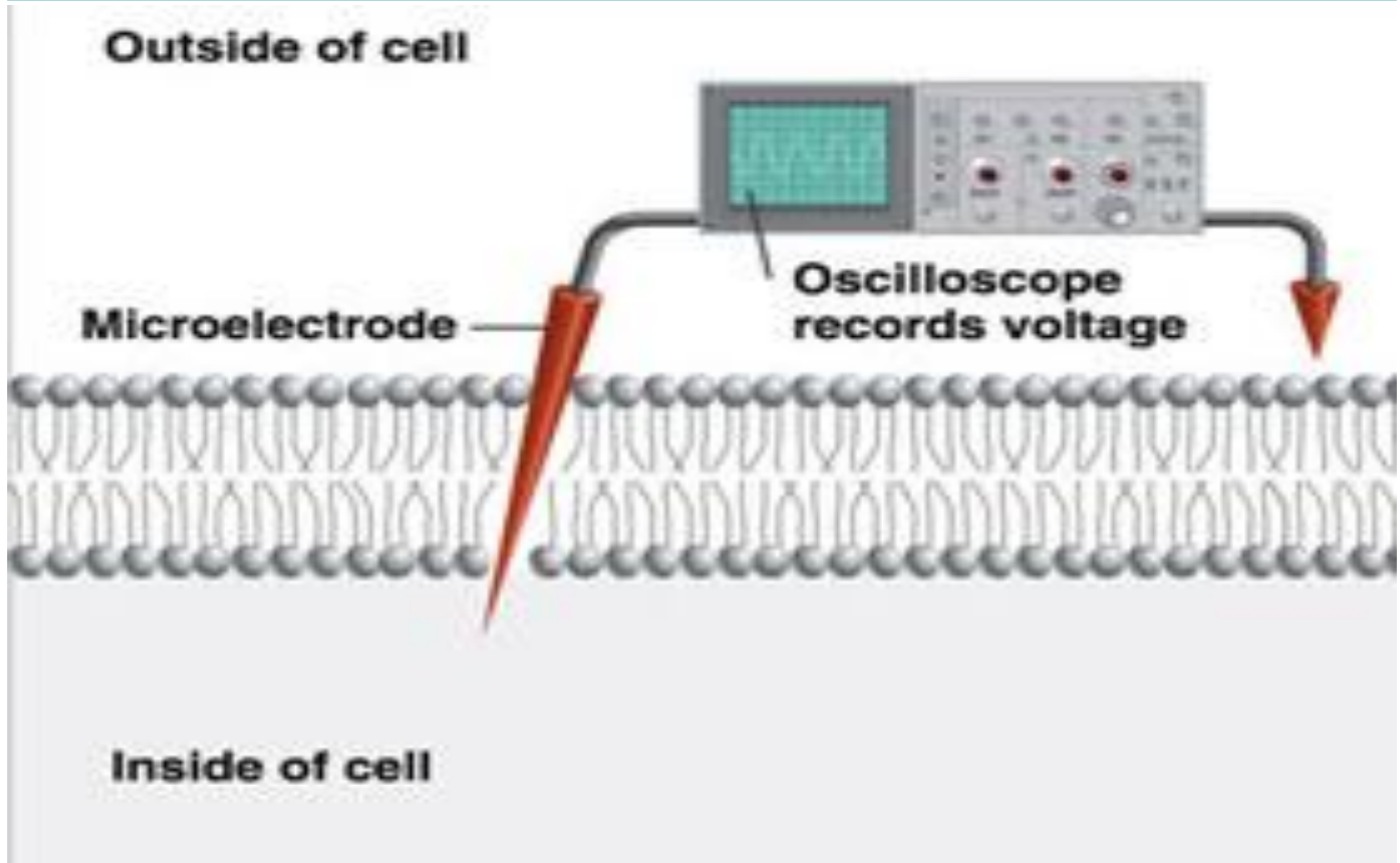
Membran Dinlenme Potansiyeli

ŞEKİL 2-6. KAS HÜCRESİNİN İÇİNDE VE DIŞINDA İYONLARIN DAĞILIŞI VE İSTİRAHAT (DENGE) POTANSİYELİ.



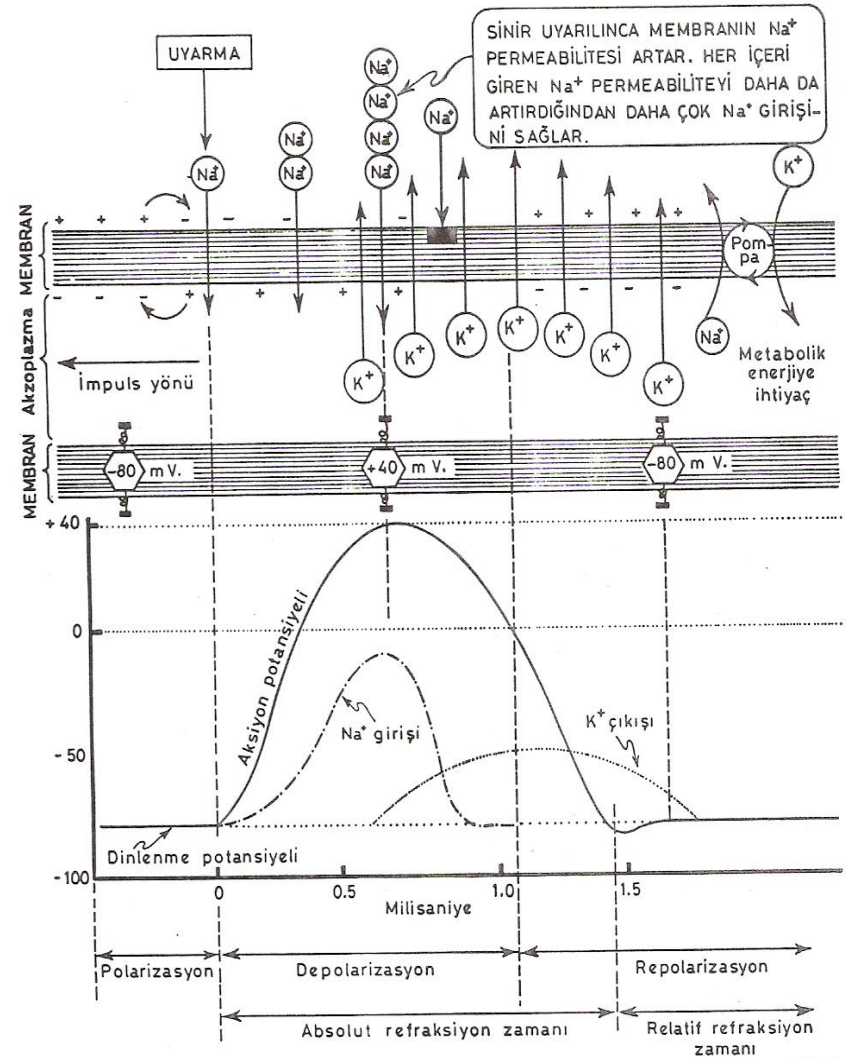
İyonlara alt değerler Schmidt ve Thews (1983)'den

Membran Dinlenme Potansiyeli

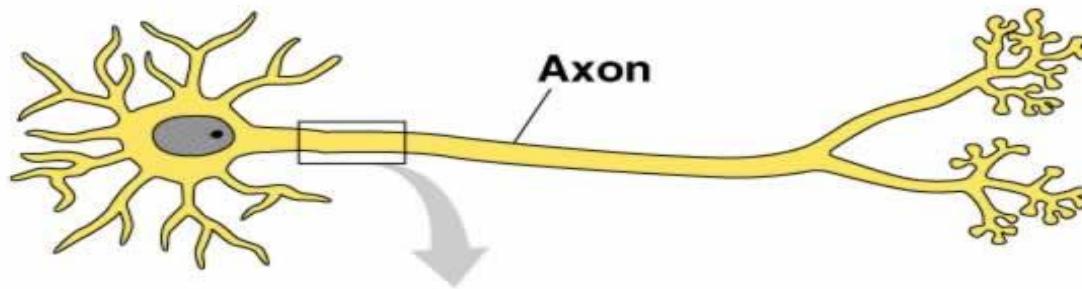


Depolarizasyon, Repolarizasyon ve Sinir İmpulsu

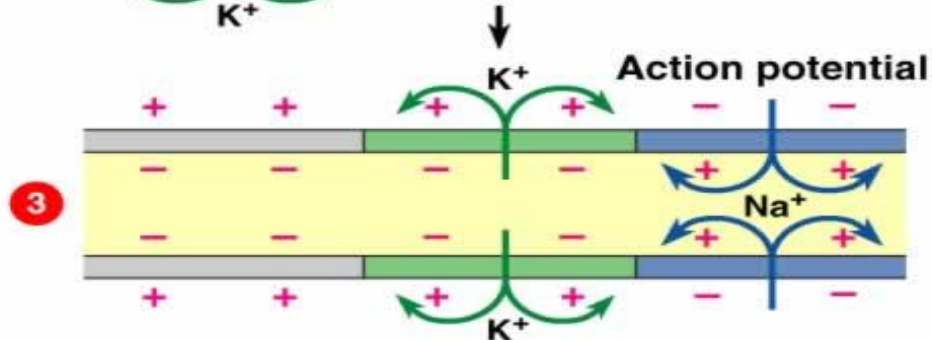
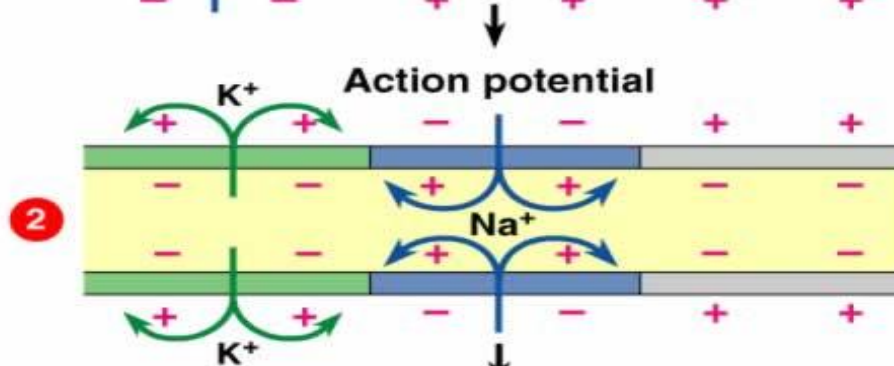
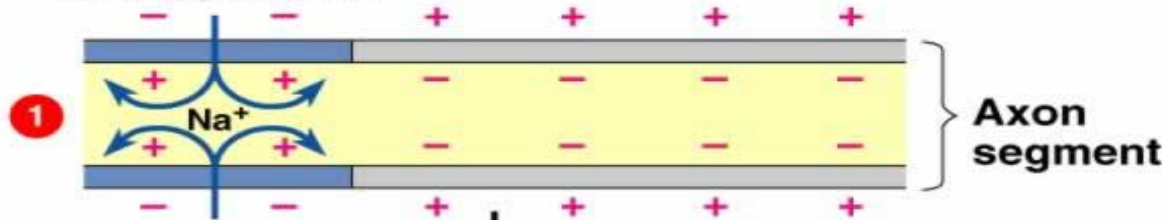
- Ekstrasellüler sıvıda Na^+ 'un yüksek kons.da olması, nöronun fiziksel ya da kimyasal uyarılımı, uyarımın yapıldığı noktada Na^+ 'a karşı membranın geçirgenliğini artırır.
- Na^+ içeriye doğru hızla akar ve membran potansiyelini (V_m) tersine çevirir (iç kısım pozitif dış kısım negatif) buna **depolarizasyon** denir.
- Kısa sürede Na^+ 'un içeriye doğru akışı durur, membranın K^+ permeabilitesi artar, iç kısımda fazla olduğu için K^+ hücre dışına çıkar. Uyarımın olduğu noktada membran dinlenme potansiyeli tekrar oluşur (**repolarizasyon**).



SİNİR UYARILINCA İÇERİSİ POZİTİF YÜK KAZANIP DIŞARI POZİTİF YÜK KAYBETTİĞİNDEN MEMBRAN DEPOLARİZE OLUR. İÇERDE Na^+ KONSANTRASYONU BELİRLİ BİR DÜZEYE ULASHINCA Na^+ GİRİŞİ DURDURULUR. Na^+ GİRİŞİ DURDURULMADAN ÖNCE K^+ DIŞARI ÇIKMAYA BAŞLAR VE İÇERİ GİREN Na^+ KADAR K^+ DIŞARI ÇIKAR. BÖYLECE POTANSİYEL YENİDEN DİNLENME POTANSİYELİ DÜZEYİNE GETİRİLİR. POTANSİYEL NORMAL DÜZEYE GELMİŞTİR AMA İYONLARIN YERLERİ NORMAL DEĞİLDİR. ÇÜNKÜ NORMALİN TERSİNE ŞİMDİ Na^+ İÇERDE, K^+ DIŞARIDADIR. İYONLARIN ESKİ YERLERİNE DÖNMELERİNİ Na^+ VE K^+ POMPA SİSTEMİ SAĞLAR; BU İŞ İÇİN METABOLİK ENERJİYE İHTİYAÇ VARDIR.



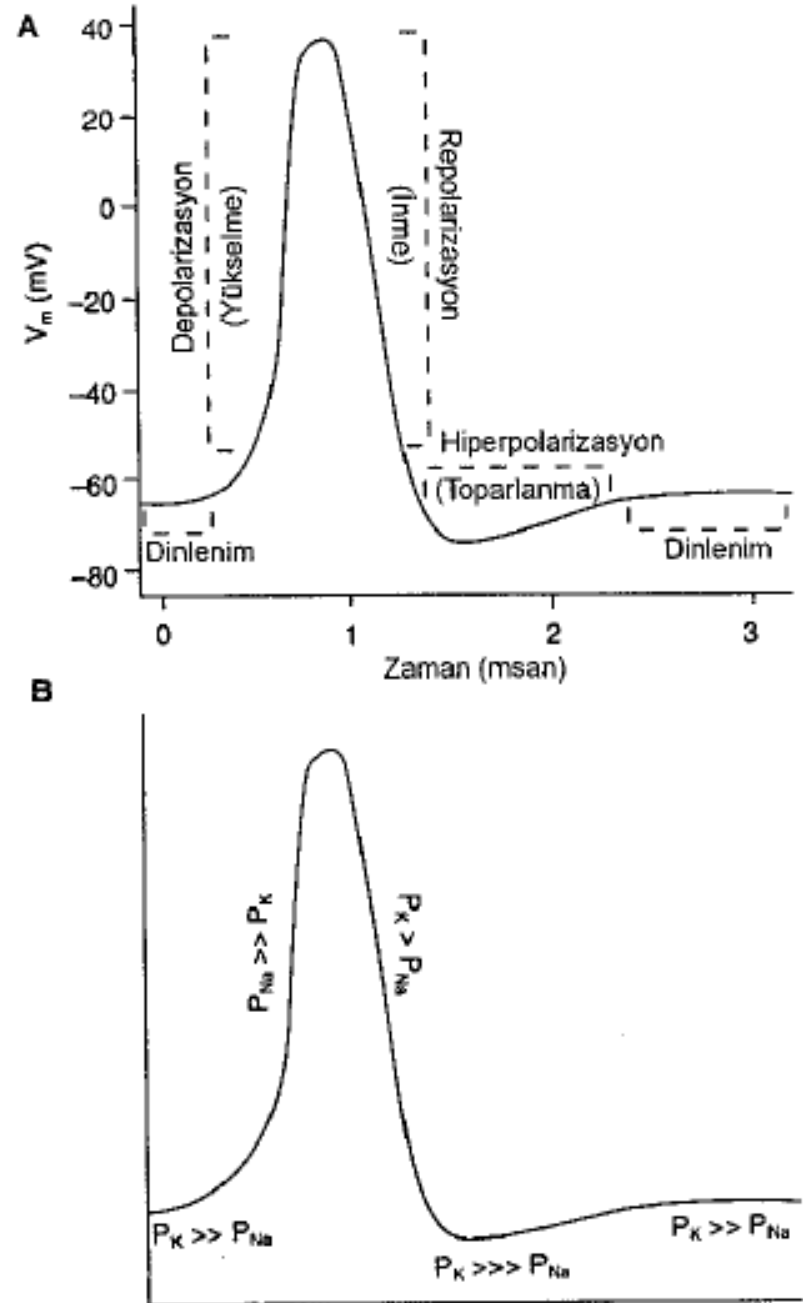
Action potential



- Sinir lifinin bir mikro alanı uyarıldığı zaman ve daha sonra depolarize olduğunda meydana gelen akım depolarizasyon noktasından en yakınındaki mikro alanlara doğrudur .
- Depolarizasyon olduğu ilk noktada membranın iç kısmında pozitif değişimin meydana gelmesi nedeniyle akım oluşur.
- Uyarım noktasının gerisinde membranın iç kısmındaki negatif yük nedeniyle pozitif yükler (iyonlar) negatif yüklerin olduğu kısma doğru geçerler.
- Negatif olan membranın dış yüzü pozitif iyonları oraya çeker.
- Bu iki olay nedeniyle depolarize olmuş bölgenin hemen ötesindeki lifin iç kısmı daha çok pozitif yüklü, dış kısmı ise daha az pozitif yüklü olmaktadır. Bu nedenle elektriksel akım lif membranının içinden dışına doğru akar.
- Depolarizasyonun meydana geldiği yerin ötesinde membrandan dışarıya doğru akımın olması uyarının m. geldiği alanda membranda depolarizasyon olmasına neden olur.

Aksiyon potansiyeli

- Başlangıçta, dinlenim durumundaki bir nörona, V_m değeri -70mV dur ($V_m = V_R$).
- Uyarılmaya bağlı hücre içinin daha az negatifliği (V_m 'de hızlı artış) ve aksiyon potansiyelinin yükselme dönemi (**depolarizasyon**).
- Arkasından V_m tekrar hızlıca dinlenim potansiyeline düşer buna aksiyon potansiyelinin **repolarizasyon** dönemi denir.
- Sonra V_m dinlenim potansiyelinden daha aşağıya iner ve kademeli olarak tekrar dinlenim potansiyeline geri döner. Bu son dönem aksiyon potansiyelinin toparlanma (**hiperpolarizasyon**) dönemidir.



Aksiyon Potansiyeli

- Aksiyon potansiyelleri hücre membranı boyunca aktif olarak m. getirilen membran dinlenme potansiyellerindeki değişimlerdir.
- Sinir hücresi membranına uyarımın yapılması V_m 'yi azaltır (sıfır yönüne doğru). V_m kritik değere ulaştığı zaman (genellikle $V_R - 70\text{mV}$ 'dan daha az) aksiyon potansiyeli m. gelir. Aksiyon potansiyeli olarak üretilen V_m **eşik değer** olarak değerlendirilir.
- Aksiyon potansiyeli esnasında depolarizasyon membran potansiyelini -70 mV 'dan $+40\text{ mV}$ 'a kadar değiştirebilir.
- Sinir lifi, repolarizasyon tamamlanıncaya kadar yeniden uyarılamaz. Bu **refrakterik periyot** olarak bilinir.
- Uyarım aksiyon potansiyelini oluşturacak kadar güçlüyse tüm sinir lifi ateşlenecektir. Bu, sinir lifleri için **ya hep ya da hiç prensibi** olarak bilinir.
- Zayıf uyarımlar için bu durum söz konusu değildir.

Postsinaptik Potansiyeller

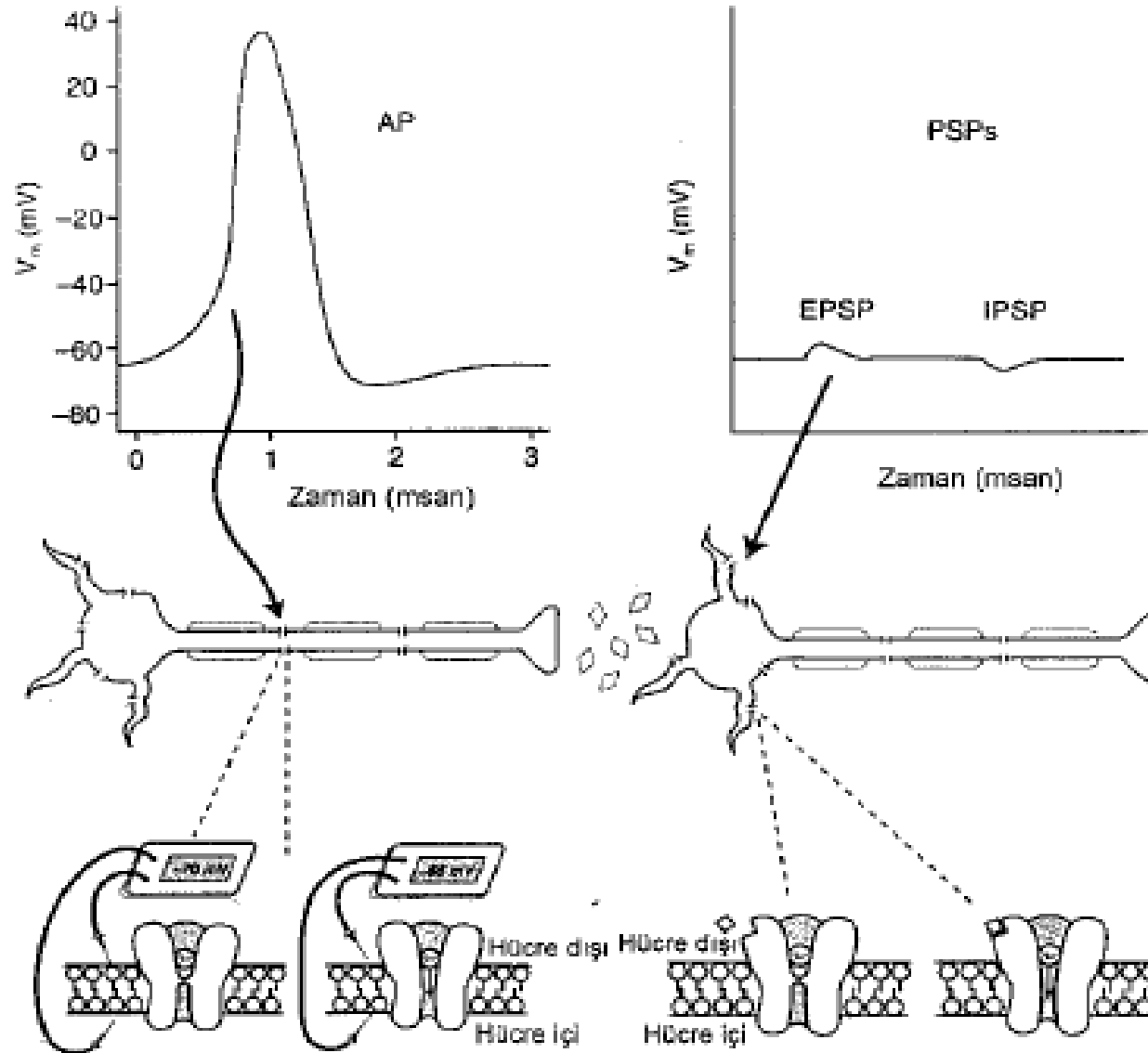
Genelde postsinaptik potansiyeller, aksiyon potansiyeline göre çok daha küçük olan V_m 'deki değişimlerdir. Başlıca iki tipi vardır;

1. V_m 'yi dinlenim potansiyelinden daha pozitif yapan **eksitatör postsinaptik potansiyel (EPSP)** ve

2. Daha negatif yapan **inhibitör postsinaptik potansiyel (IPSP)**.

Postsinaptik potansiyeller genelde nöronun dendritleri veya hücre gövdesinde oluşur (kimyasal-kapılı iyon kanalları tarafından). İlerledikçe rejenere olmazlar ve bundan dolayı da genellikle uzun mesafelere iletilmezler. Aksiyon potansiyelinden farklı olarak, bir nöronda oluşan postsinaptik potansiyellerin büyüklükleri ve süreleri oldukça farklı olabilir ve bu parametrelerin değeri presinaptik girişin tipi ve şiddetine bağlıdır. *Böylece, aksiyon potansiyeli bir silahın ateşlenmesine benzerken, postsinaptik potansiyel daha çok bir okun yaydan atılmasına benzer.*

Postsinaptik Potansiyeller



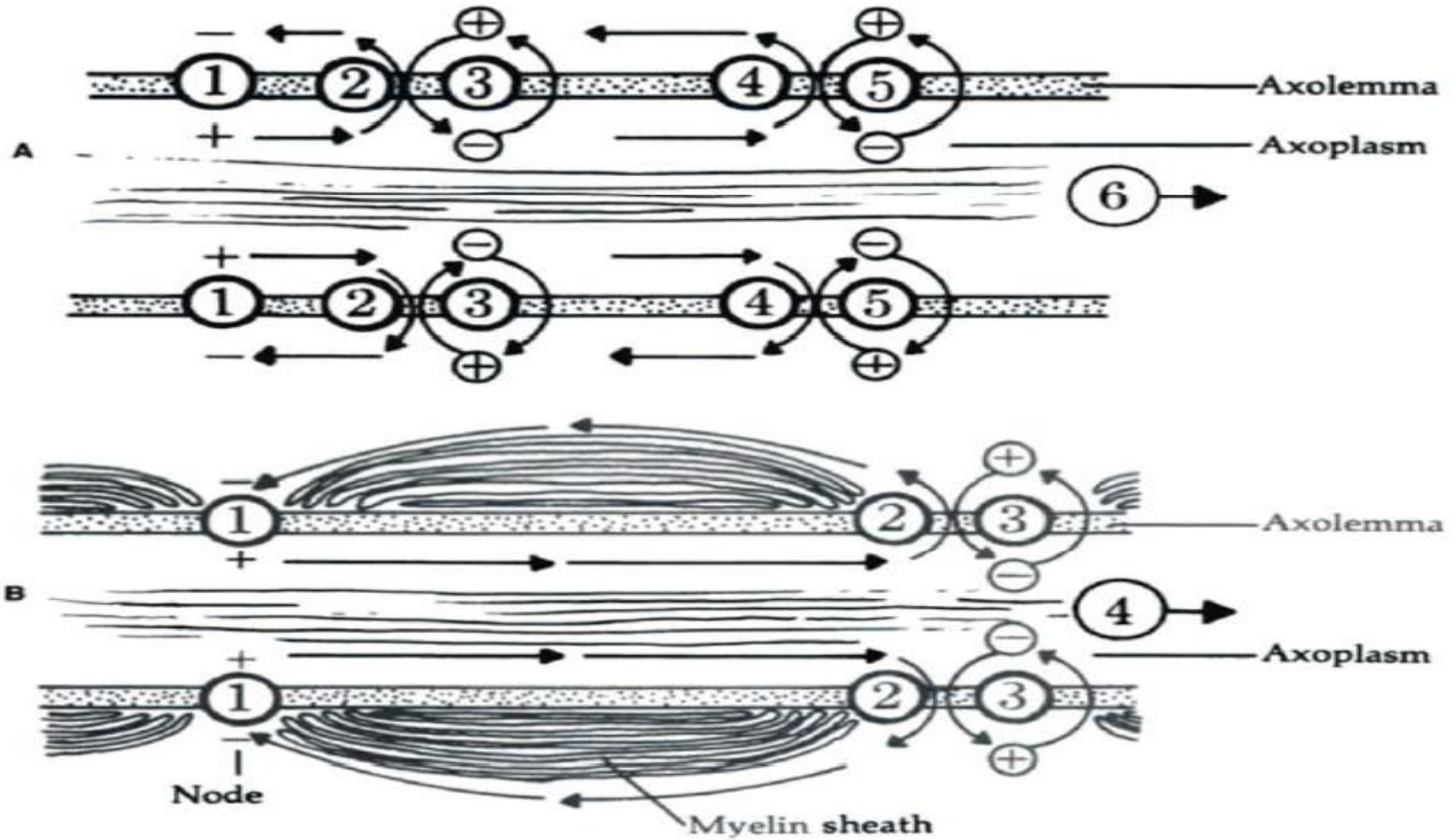
Şekil 43.4. Aksiyon potansiyelinin (AP) bazı özelliklerinin postsinaptik potansiyellerde (PSP) karşılaştırılması ve bu iki tip sinyal arasındaki fonksiyonel ilişki. (Sol) Aksiyon potansiyeli akson membran potansiyelinde (V_m) oluşan daha büyük bir değişiktir ve aksonlardaki voltaj-kapılı iyon kanalları tarafından oluşturulur. (Sağ) Postsinaptik potansiyeller başlıca dendritlerde ve hücre gövdesinde oluşan çok daha küçük sinyallerdir ve bu nöron yapılarındaki kimyasal-kapılı iyon kanalları tarafından oluşturulur. Postsinaptik potansiyellerin başlıca iki türü vardır. Membran potansiyelinin daha az negatif olduğu potansiyellere eksitator postsinaptik potansiyeller (EPSP), membran potansiyelinin daha fazla negatif olduğu potansiyellere de inhibitör postsinaptik potansiyeller (IPSP) adı verilir. İki nöron arasında bulunan karolar, aksiyon potansiyelinin akson sonlanmalarına ulaşmasıyla sinaptik düğümlerden salınan nörotransmitteri temsil ediyor. Bu nörotransmitter, postsinaptik nöronun dendritleri ve hücre gövdesinde bulunan kimyasal-kapılı kanalları aktive ederek postsinaptik potansiyelleri oluşturur.

Saltatorik iletim:

- Miyelinli liflerde *depolarizasyon* ve *repolarizasyon* işlevinin aynı olmasına karşın aksion potansiyelinin tüm membran üzerinde olmak yerine bir Ranvier boğumundan diğerine gerçekleşmesine ***saltatorik iletim*** denir.
- Aksolemma ekstrasellüler sıvı ile yakın ilişkidedir. Membranın diğer kalanı ekstrasellüler sıvıdan göreceli bir içimde izole edilmiştir. Bu yüzden akım, yakınındaki mikro alana dağılmak yerine bir Ranvier boğumundan diğerine sıçrayarak membran permeabilitesini arttırır.
- **Saltatorik iletim ile iki fonksiyon yerine getirilir:** ***Birincisi***, uyarım iletimi hızlanır; ***ikincisi***, daha az membran depolarize ve repolarize olur. Böylece membranın «yeniden yükleme»si için gerekli olan enerji azalır.

İletim hızı:

- Miyelin kılıfın kalınlığı ve sinir lifi çapının büyüklüğü uyarımın iletimini hızlandırır (En hızlı iletim 100m/sn; en yavaş 0,5m/sn).
- Miyelinsiz lifte iletim saniyede 250 impuls, miyelinlide 2500.



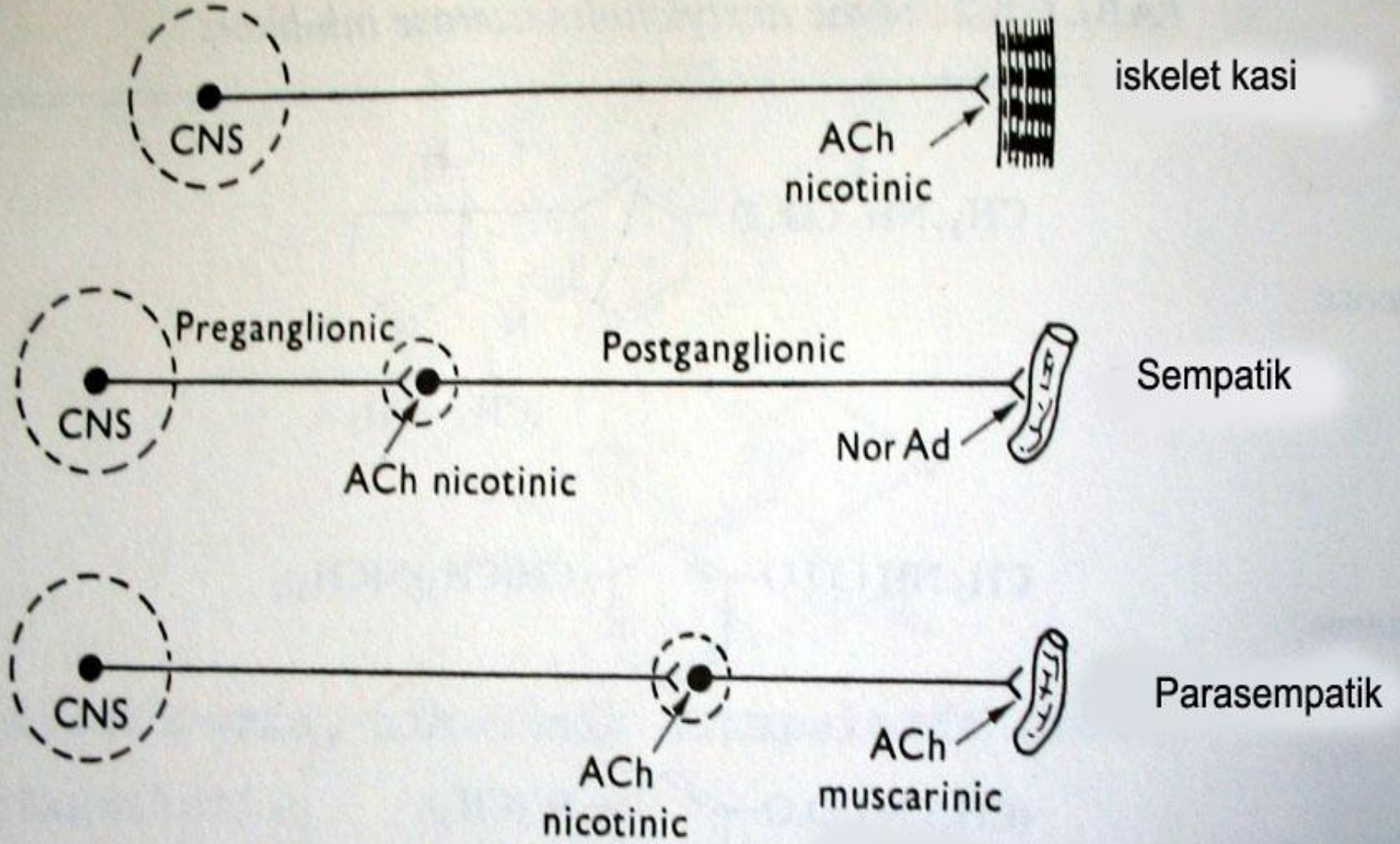
Memelilerde sinir iletiminin özeti **A. Miyelinsiz sinir lifinde**; 1) uyarım noktasında depolariz. m. gelir (dış negatif iç pozitif), 2) akım, 3) bitişik bölgede depolariz. başlar (dış negatif iç pozitif), 4) akım, 5) depolariz. başlar, (dış neg. iç pozitif), 6) akımın tekrarlaması ve depolariz. ve uyarım sinir lifinin sonuna ulaşır.

B. Miyelinli sinir lifinde sıralama; 1) depolariz., 2) akım 3) depolariz., 4) sinir lifinin sonuna saltatorik iletim.

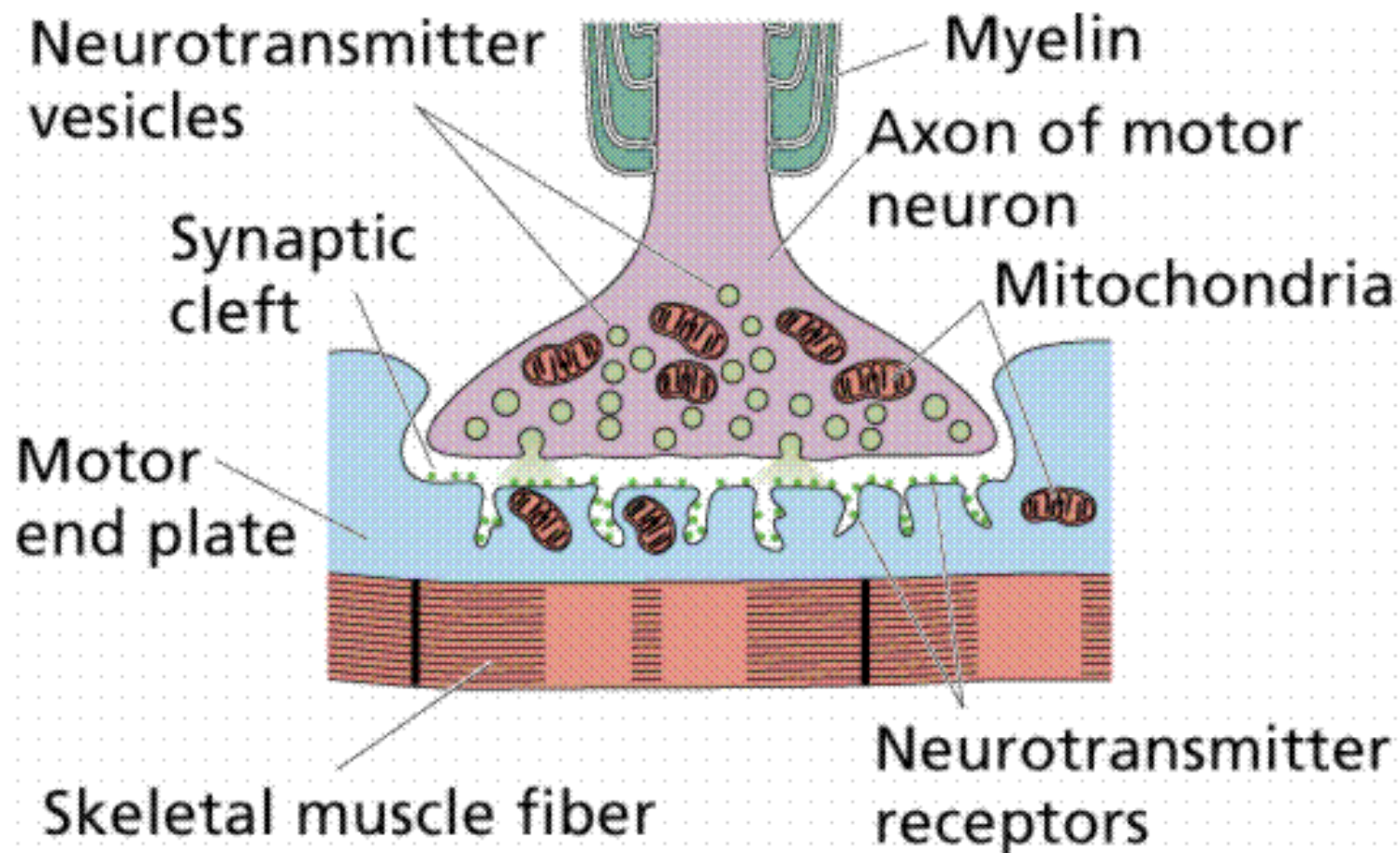
Nörotransmitterler

Periferal (Çevresel) Nörotransmitterler

- Somatik periferal sinir sisteminin nörotransmitterleri uyarıcıdır ve etkiledikleri membranın sodyuma karşı geçirgenliğini arttırırlar. Bu madde, somatik spinal ve kraniyal sinirler için **asetil kolindir (Ach)**.
- Ach aynı zamanda otonom sinir sisteminin parasempatik bölümünün pregangliyonik ve postgangliyonik uçlarının nörotransmitteridir. Bu nedenle otonom sinir sisteminin bu bölümü bazen **kolinerjik sistem** olarak tanımlanır.
- Sempatik bölümün pregangliyonik uç transmitteri de Ach'dır, fakat uç salgısı genellikle **norepinefrindir (noradrenalin)** ve sempatik bölüm sık sık **adrenerjik sistem** olarak tanımlanır.



Memelilerdeki efferent nöronların düzenlenmesini ve farmakolojisini gösteren şekil. Terbezlerine giden postganglionik sempatik sinirler kolinerjik olup şematize edilmiştir. CNS; santral sinir sistemi, Ach;asetilkolin, NorAd; Noradrenalin



Nörotransmitterler

Merkezi Nörotransmitterler

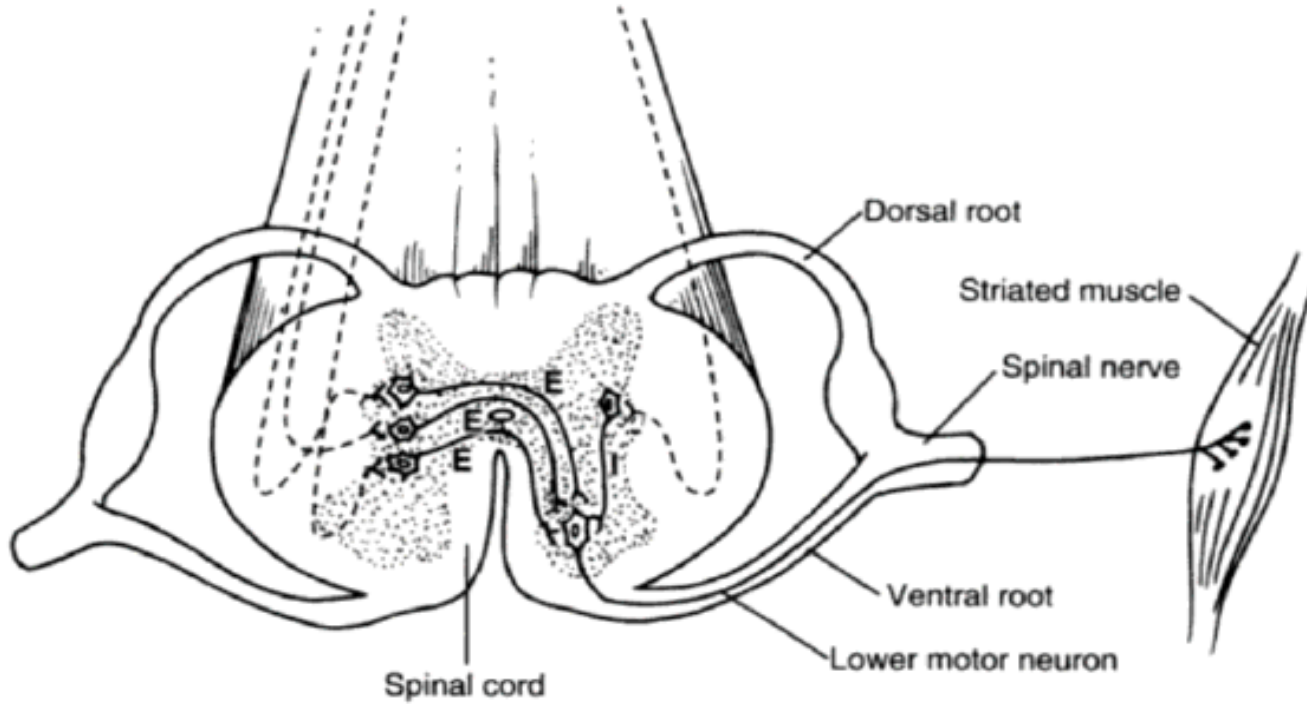
- Merkezi sinir sisteminde sadece uyarıcı değil aynı zamanda inhibe edici transmitterler de vardır.
- Periferik nöronlarda bulunan Ach ve norepinefrine ilaveten MSS'de diğer uyarıcı transmitterler de bulunur.
- Beyin ve spinal ilikte en azından iki inhibitorik transmitter olarak; basit bir amino asit olan **Gama Amino Bütirik Asit (GABA)** ve **glisin** fark edilmiştir.
- Etkilenen membranın sodyum iyonlarına karşı geçirgenliğinde meydana gelen azalma, inhibisyonun mekanizmalarından biridir.

Son Genel Yol

- Somatik **aşağı motor nöronlar** (AMON), iskelet kası efektörlerini innerve eden beyin kökü nükleuslarının ve spinal iliğin motor nöronlarıdır.
- **Yukarı motor nöronlar** (YMON) beyinde bulunurlar, aşağı doğru inen liflere sahiptirler ve AMON'ların aktivitesini modifiye ederler.
- Genellikle 2000 veya bu civarda birçok aksonun dalları (bazı YMON'lar) AMON'un dendritik uçlarına uzanırlar, sonra da uyarılma ve inhibisyonun matematiksel toplamına bağlı olarak uyarılır veya uyarılmazlar.
- AMON'lar çizgili iskelet kasları için **son genel yol** olarak (ve entegrasyonun son yeri) iş yaparlar.

Son Genel Yol

- AMON'lar çizgili iskelet kasları için **son genel yol** olarak (ve entegrasyonun son yeri) iş yaparlar.



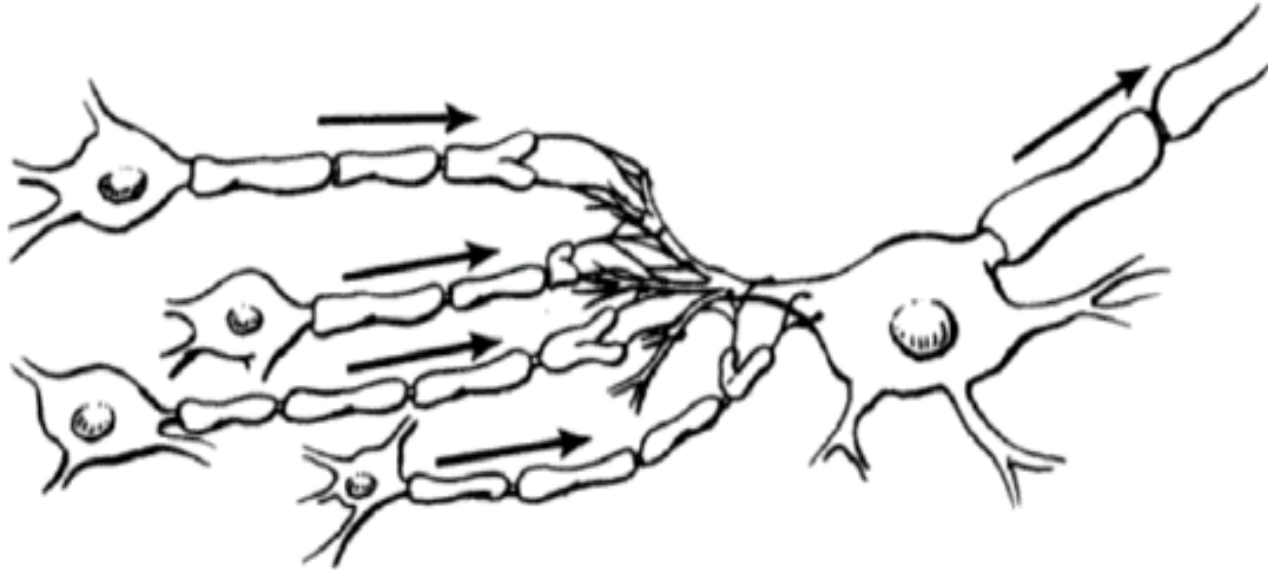
Çizgili kasa giden aşağı motor nöron. Bu son genel yolu göstermektedir. Ateşleme (uyarım) için daha büyük miktarda eksitatör (E) nörotransmitter miktarı, inhibe edici (I) nörotransmitter miktarından daha çok salınmalıdır. Kesik çizgiler üst motor nöronların aksonlarını göstermektedir.

Nöron Devresi

MSS'de birkaç nöron devresi vardır ki aktivitelerin farklı şekillerde oluşumunu sağlar.

Birleşen Devre

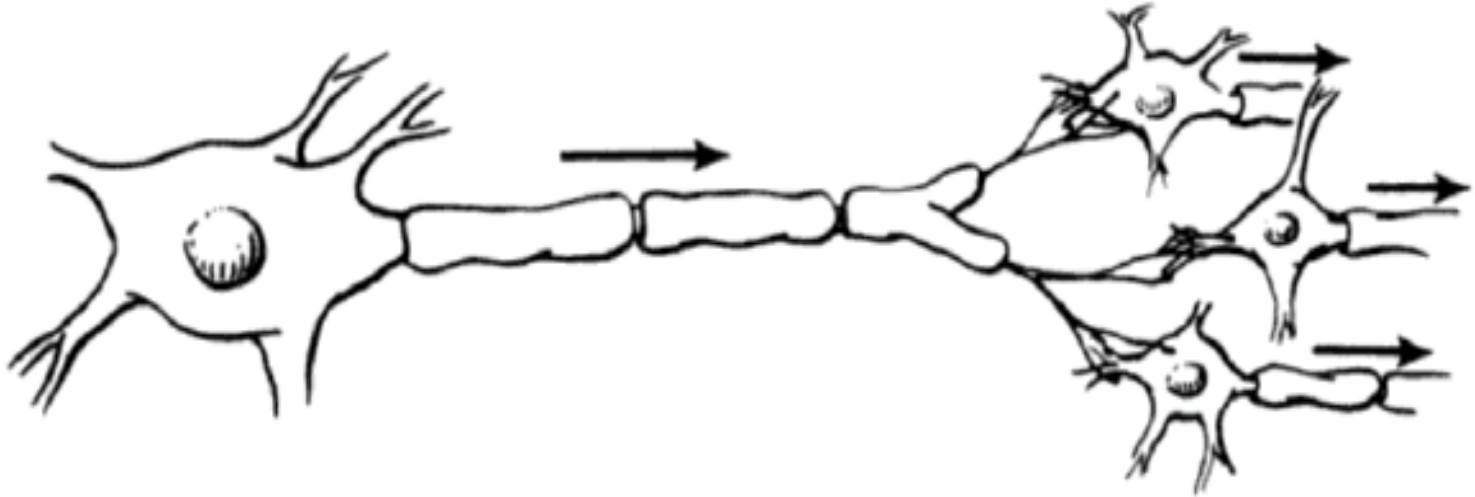
Birkaç nöronun bir nöronu etkilediği devreye **birleşen devre** denir. Bir çok farklı kaynaktan gelen impulsların bir cevap oluşturmalarını veya bir duygu (algı) oluşturmalarını sağlar.



Nöron Devresi

Ayrılan Devre

Ayrılan devre bir akson dallarının iki ya da daha çok nöron üzerine etki etmesidir ve bunların her biri devamında iki ya da daha fazla nöronu etkiler.

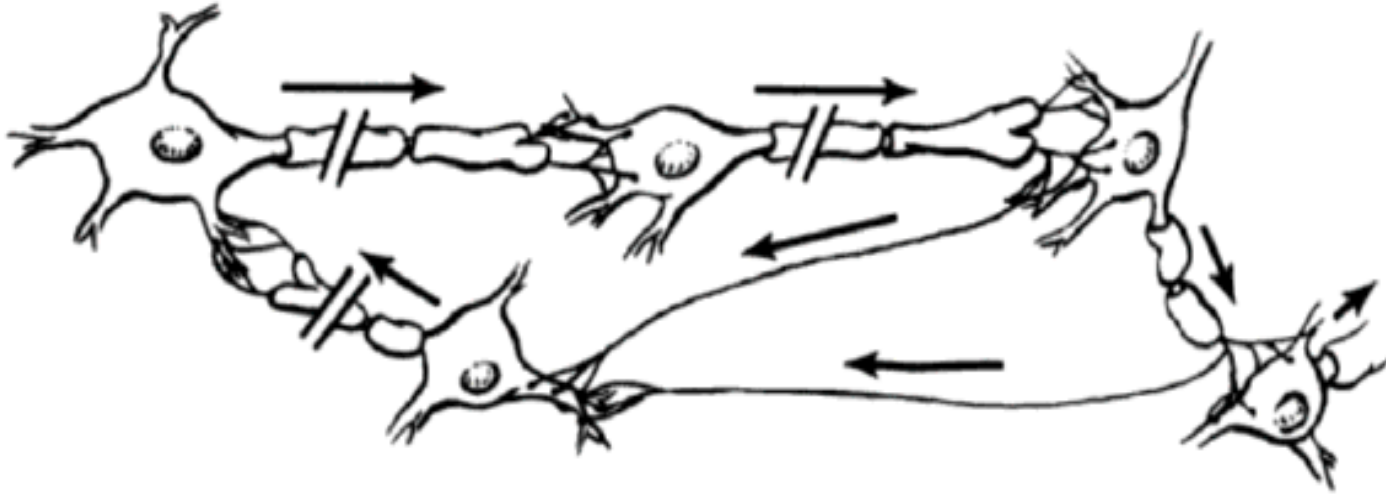


Bu tip devre impulsların kuvvetlenmesine neden olur ve iskelet kaslarının kontrolünde bulunur.

Nöron Devresi

Yansıtıcı Devre

Yansıtıcı devre serideki her bir nöronun baştaki nörona dönen bir dal göndermesidir, böylece impulsların birikimi son nörondan alınır.

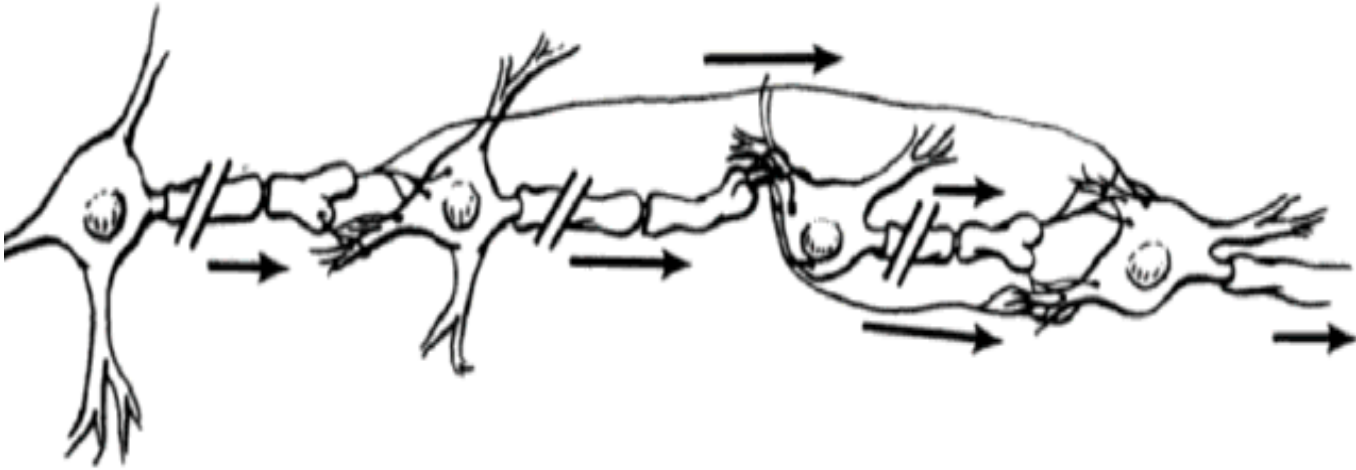


Bu tip, ritmik aktivitelerle ilişkilidir ve birikme sinaps yoruluncaya kadar veya diğer bilinmeyen tipteki mekanizmalar yansıyan devreyi durduruncaya kadar devam eder.

Nöron Devresi

Paralel Devre

Bu paralel düzende serideki her bir nöron son nörona bir dal desteği yapar. Sinapsta iletimin bir gecikmesi olduğu için, impuls birikimi son nörona ulaşır. Yansıtıcı devreye benzemeyen bir şekilde, uyarı sonra durur.

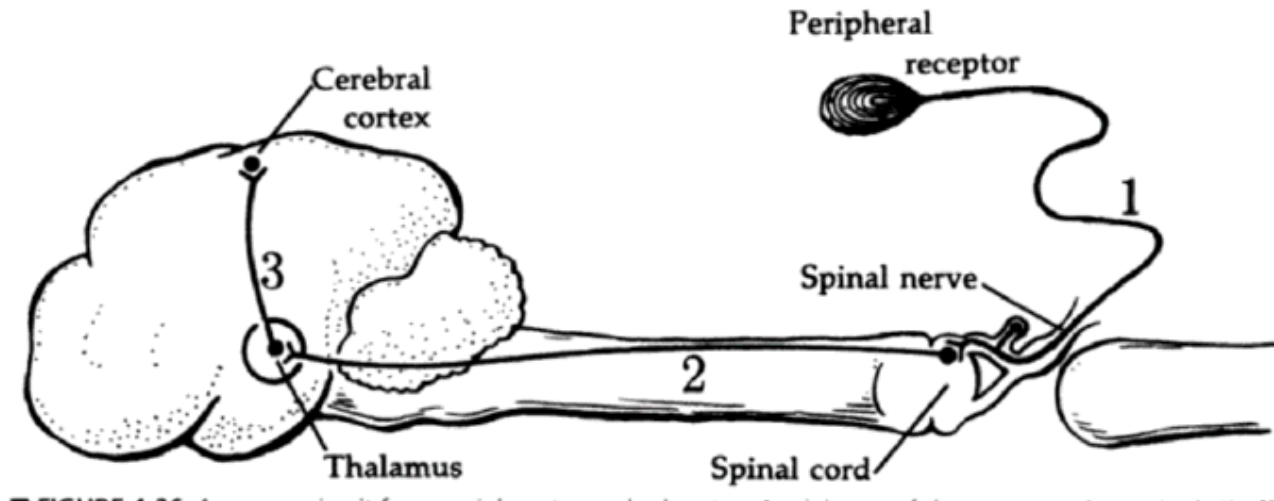


***Bu tür,** tek bir uyarımın güçlenmesini sağlar.*

Nöron Devresi

Basit Devre

- Birçok karışık nöron bağlantıları mümkündür fakat nöron bağlantıları aynı zamanda direkt ve basit olabilir.
- Özel duylara ilişkin nöronlar serebral kortekse gidişlerinde iki nörondan fazlası gerekmez.
- Spinal sinirler yoluyla periferden serebral kortekse bir sinir impulsu iletimi için minimum üç nöron gereklidir. Üç nöronlu devre bilinçli duylar için klasik bir devredir.

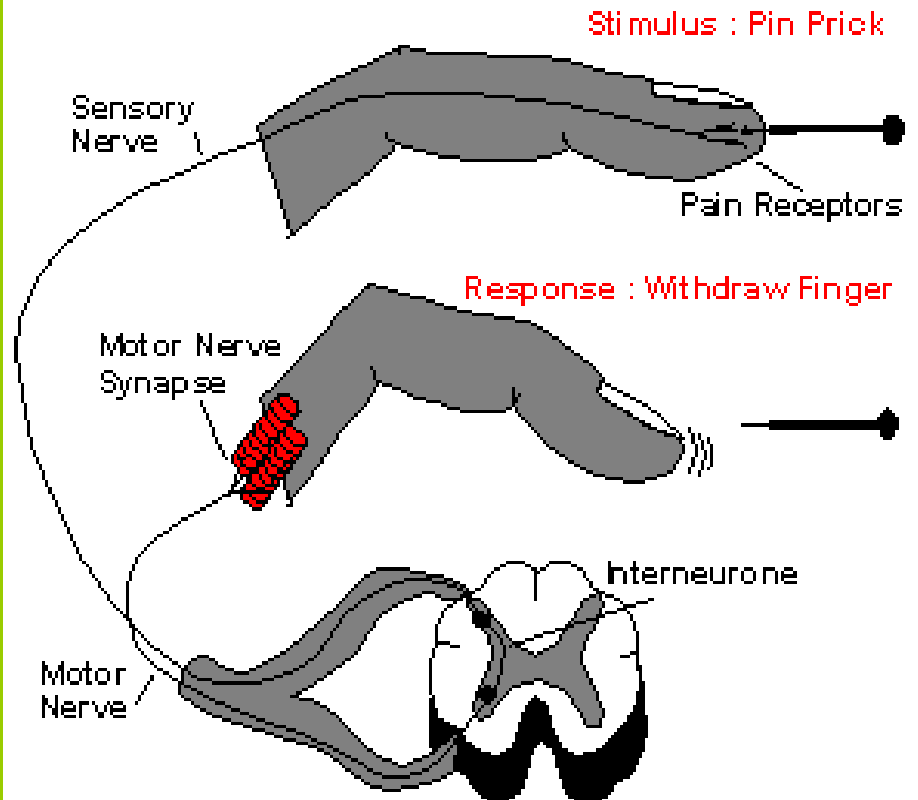


Refleks Arkı

Refleks, uygun uyarana karşı efektör organın verdiği otomatik ya da bilinç dışı cevaplardır.

Refleks arkı, refleksin oluşumuna dahil olan bileşenler tarafından oluşturulmaktadır ve 1) bir reseptör, 2) afferent kol, 3) merkezi bağlantılar, 4) efferent kol ve 5) efektör organdan meydana gelmektedir.

Reflex Arc



Refleks Olayının Özellikleri

- **Summasyon (Birikme):** Uyarıların postsinaptik nöronda oluşturduğu EPSP ve IPSP yeter etki yaratacak güçte olmayabilir. Eşik değerden düşük aynı şiddetteki uyarılar bir noktadan arka arkaya verilecek olursa, her birinin oluşturduğu EPSP birikerek uyarım eşiğini aşar ve uyarım meydana getirir. Bu olaya **süksesif summasyon** denir. Eşik değerden düşük olan uyarıların bir çok noktadan uygulanmasıyla meydana gelen EPSP'lerin uyarım meydana getirmesine de **simultan summasyon** denir.
- **Fasilitasyon (Kolaylaştırma):** Motor nöronların bazılarında birden fazla afferent sinir telleri gelebilir. Bu sinir tellerinin bir kaçını aynı anda zayıf olan bir uyarı ile uyarılırsa, eşik altı alan bölgesinde olan gangliyonlarda simultan summasyon sonucu uyarımın başlamasına **kolaylaştırma** denir.

Refleks Olayının Özellikleri

- **Sonradan Boşalma (After-discharge):** Dışarıdan uygulanan uyarının etkinliği ortadan kalktığı halde, refleks merkezinden çevreye doğru bir süre daha uyarımlar gönderilir. Uyarı ortadan kalktığı halde sinapsislerde uyarımın devam etmesine **sonradan deşarj veya art-deşarj** denir (Ara nöronlarda etkinliğin bir süre daha devam etmesi).
- **İnhibisyon (Duraksatma):** Bir ekstremitede gerilme ve bükülme işlerini üstlenen kaslar bir arada bulunurlar. Bunlara antagonist kaslar denir. Gerici kas kasılırken, bükücü kas inhibe edilir. Bu duruma antagonist kasların **resiprokal innervasyonu** denir. Bir refleksin oluşmasının, refleks merkezine başka bir afferent yoldan gelen uyarımlarla önlenmesine **inhibisyon** denir.
- **Geri tepme (Rebound):** Bazen bir refleksin duraksatılması bittikten sonra aksine organ daha fazla uyarılmış gibi davranır, yani kasılma daha şiddetli bir değere ulaşır. Bu duruma **reflekste geri tepme** denir.

Refleks Tipleri

Refleksleri iki grupta incelemek mümkündür;

1.Koşulsuz refleksler: Doğuştan olan, hiç değişmeyen ve her hayvan türüne has olan bütün med. spinalis ve beyin-kökü refleksleri, solunum, sindirim ve kardiyο-vasküler sisteme ait olan bu tür reflekslere **koşulsuz refleksler** denir.

2.Koşullu refleksler: Canlının yaşamı boyunca sonradan öğreneceği reflekslerdir. Bunların oluşması bir takım koşullara bağlıdır. Bu tür refleksleri oluşturmada Pavlov'un köpekler üzerinde yaptığı deneyler çok ilginçtir. Bu reflekslere **kazanılmış refleksler** de denir. Kazanılmış refleksler doğal veya yapay olarak oluşturulabilir. Bir köpek yavrusunun ağzına et parçasının konması kalıtsal olan tükürük salgılama refleksini uyandırır. Yaşı ilerleyen köpek yavrusu alışık olduğu besin maddesini görünce veya kokusunu alınca yine tükürük salgılamaya başlar (**doğal kazanılmış refleks**). Hayvana et verirken zil çalınması ve belirli bir süre sonra et vermeksizin salgı oluşması da mümkündür (**yapay kazanılmış refleks**).

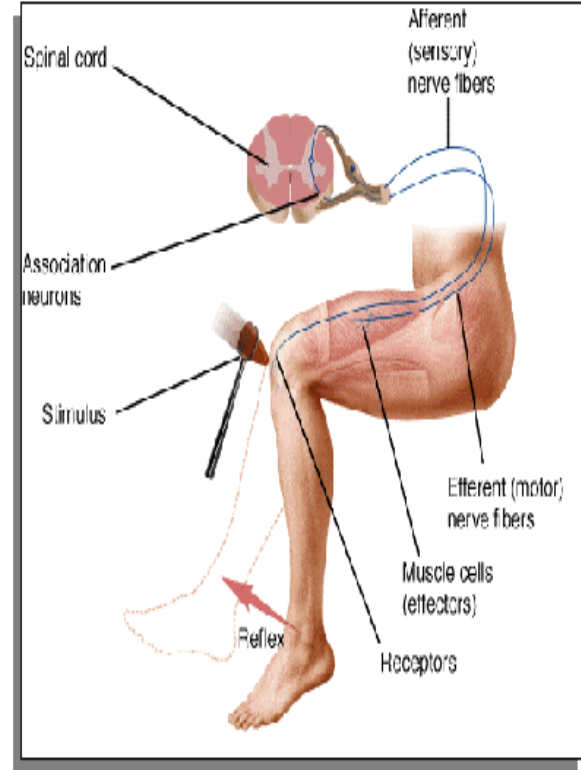
Spinal Refleksler

- Fleksor refleks
- Ekstensör itme refleks
- Çapraz ekstensör refleks
- Kaşınma refleks
- Adım atma refleks
- Atta cidago refleks
- Plantar refleks
- Karın örtüsü refleks
- Kremaster refleks
- Patella refleks
- Rektum ve mesane boşaltma refleks
- Spinal-genital refleks
- Vazomotor ve terleme refleks

Spinal Refleks

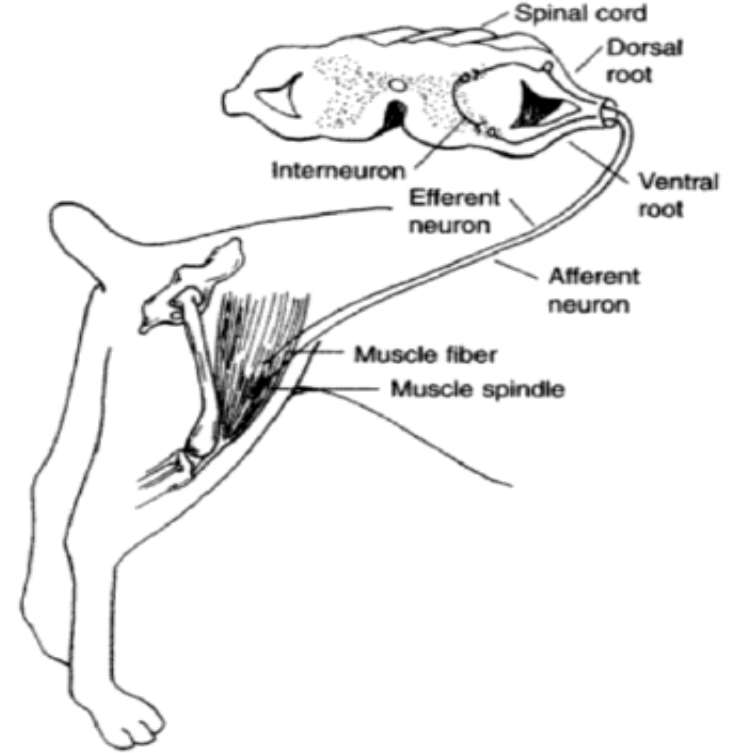
Patella refleksi, dizde yapılan bir spinal refleks örneğidir. Refleks orta pateller ligamente vurmayla oluşur. Dizde bulunan bu ligament ***kuadriseps femoris***'in eklenti tendonudur ve aksiyonunu tibia boyunca iletir. Orta pateller ligamente vurma, kuadriseps kasını gerer ve kas mekiği uyarılır.

The Spinal Cord & Reflexes



Spinal Refleks

Beyin bölümleri ve otonom sinir sistemini içine alan en basit refleks **miyotatik (gerilme) spinal reflekstir**. Kasın gerilmesi kas mekiğini uyarır. İmpuls afferent nöron yoluyla spinal iliğe gelir. İmpulsun afferent nörona iletimi direkt veya ara nöron yoluyla olabilir. Efferent nöronun çizgili kasa uyarımı kasılmaya neden olarak, gerilme ile karşılık verir.



Kas mekiği refleksine karışmasına ilaveten aynı zamanda kas aktivitesinin istek içi kontrolünde rol oynadığı gibi serebral ve kortikal düzeyde duyu iletimine de katkıda bulunur.

Spinal Refleks

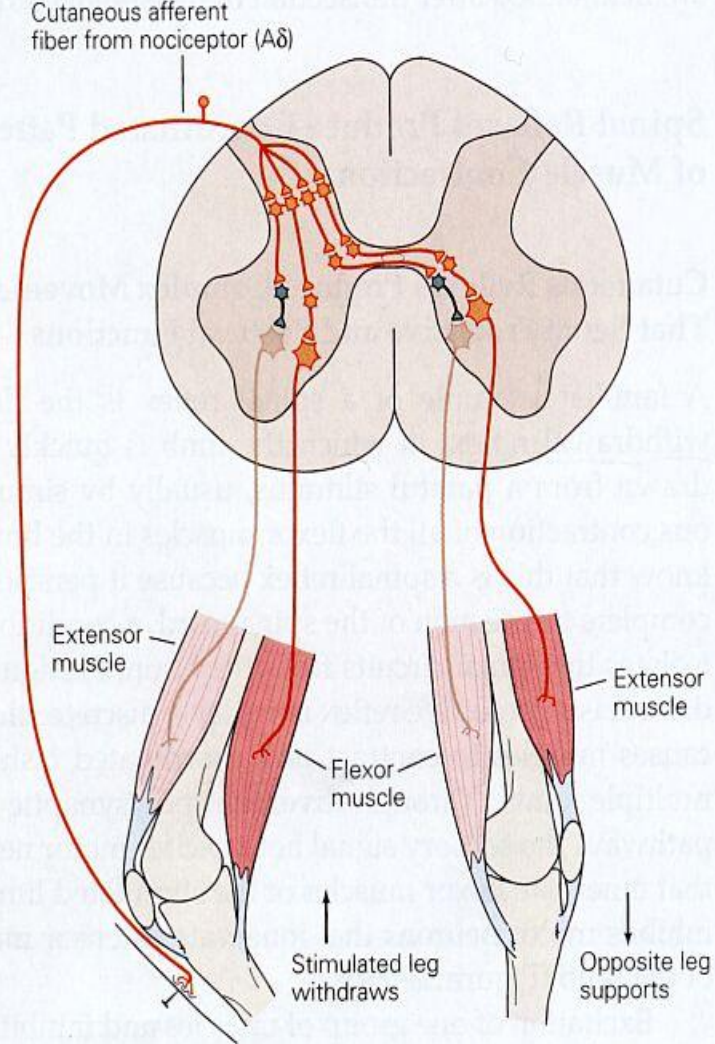
- **İmpuls**, uygun spinal sinirin dorsal kökü yoluyla gri maddenin ventral kökündeki uygun motor nörona iletilir ve sonrasında kasılmaya neden olan kuadriseps kaslarının kas liflerine gider.
- Refleksin amacı kasın karşı yönde gerilmesidir. Bunun için belli segment seviyesinde tam ve fonksiyon yapan bir spinal ilik gerektirmektedir. Bu seviyedeki iliğin sağlam olduğu bu refleksle belirlenebilir.
- Diz refleksinin olmayışı spinal ilikteki veya refleks arkındaki herhangi bir kısmın yaralanma veya hasar şüphesini kesinleştirmeye yardımcı olur.
- Ayakta durma pozisyonunun muhafazasında yardımcı olduğu için, bu refleks duruş refleksidir.

Spinal Refleks

Spinal refleksler **karışık da olabilirler**. Refleksin merkezi bağlantıları birkaç segmente kadar uzanabilir ve aynı zamanda **kontralateral olabildiği** gibi aynı tarafa ait uzantıları da olabilir.

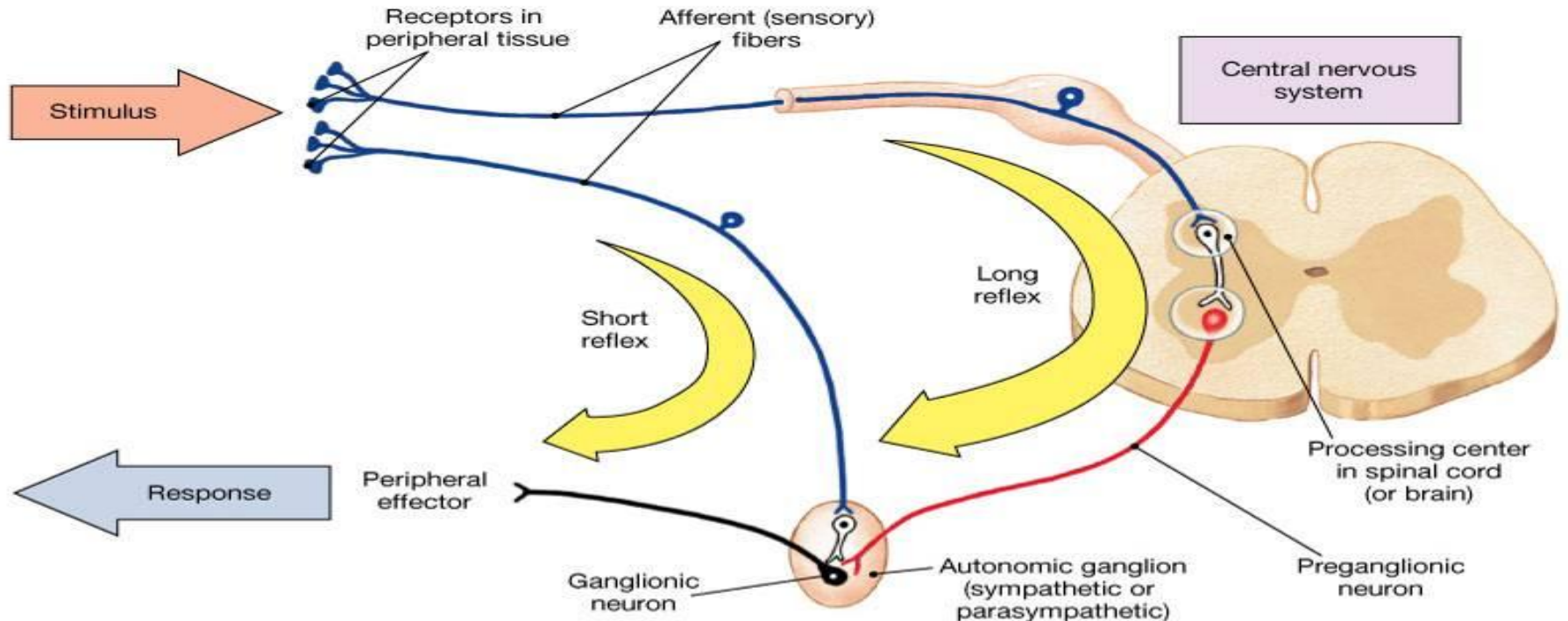
Çapraz ekstensör yanıt karışık spinal reflekse bir örnektir. **Bu derinin veya subkutan doku ve kasın ağrılı uyarıları olduğu zaman görülür**. Bu yanıt fleksör kas kontraksiyonu ve ekstensor kas kontraksiyonunun inhibisyonudur ki uyarılan kısım fleksiyon olmuş ve uyarandan uzaklaşmıştır ve aynı zamanda zıt ekstremitenin ekstensiyonu vardır.

A Flexion and crossed-extension reflex



Somatik ve Visseral Refleksler

Eğer **effektör organlar çizgili kastan oluşuyorsa** refleks **somatiktir**. Eğer **effektör organ düz ya da kardiyak kaslar veya bezlerse** refleks **visseraldir**. Visseral refleksler visseral fonksiyonları düzenlerler ve otonom sinir sistemi tarafından iletilirler (*visseral afferent - sempatik ve parasempatik pre ve post gangliyonik efferent lifler ile*).



Refleks Merkezleri

- **Refleks merkezleri MSS boyunca yerleşmişlerdir.** Daha karışık reflekslerin integrasyonu ile ilgilidirler.
- **En basit refleksler spinal ilikle ilişkilidirler ve daha karışık refleksler beyindeki refleks merkezlerinden dışa doğru taşınırlar.** Bu merkezlerin bazıları pons ve medulla oblongata da bulunur ve kalbin fonksiyonları, damar çapı, solunum, yutma, kusma, öksürme ve hapşırmanın kontrol edildiği refleks merkezlerini bulundurlar.
- **Serebellum,** hareket ve vücut duruşu ile ilgili birçok refleks merkezini içerir.
- **Hipotalamus,** otonom sinir sistemi için esas integrasyon-birleştirme ve vücut düzenleme merkezidir (ör, vücut ısısı düzenleme ile ilgili refleks merkezlerini bulundurur).
- **Ara beyin,** pupillanın daralması veya genişlemesine ve yüksek seslere karşı ürkmeye yol açan, görme ve duyma reflekslerini içerir.

Postural Refleksler ve Reaksiyonlar

- Dik pozisyonda kalmaya yardımcı olurlar.
- Kas tonusu kas gerginliği durumudur ki hayvanın dik pozisyonda kalmasını sağlar. Gerilme refleksi kas tonusu için gereklidir.

Bazı duruş refleksleri ve reaksiyonlarına örnekler;

1. Ayakta durma refleksi-köpeğin arkasını aşağı doğru bastırmak bunu kompanze eden ve yer değişimine direnen kas hareketlerine neden olur.
2. Davranış refleksi-vücudun bir bölümünün yer değiştirmesi diğer bölümlerde duruş değişiklikleri ile takip edilir (örneğin, atın başının yukarı kaldırılması, yeni bir tutumun, hareketin meydana geldiği arka çeyrekte duruş değişiklikleri ile takip edilir).
3. Doğrulma refleksi-ters düşen bir kedinin dik pozisyonda yere inişinin olması.
4. Sekme (hoplama) reaksiyonu üç ekstremitesi yükseltilmiş, havada desteklenen bir köpeğin itilmesi sağlam bacağın kaskatı bir ayak şeklinde yer ayarını yapması ile sonuçlanır.

Evcil hayvanlarda spinal ilik insanlardakine göre MSS'nin (beyin ve spinal ilik) büyük bir kısmını oluşturur. Bu gerçek hayvanlarda MSS aktivitesinin çoğunun serebral aktiviteden ziyade refleksle başarıldığını yansıtmaktadır. Köpeklerde spinal ilik aktivitesi insanlardan 10 kat daha fazladır.

Serebrospinal Sıvı

- **Serebrospinal sıvı** ince ve suludur. Sekresyon işlemi ile kan plazmasından elde edilir. Birkaç lenfosit dışında kanın normal hücresel elementleri bulunmaz. Ancak zarların yangısı ya da hasarı söz konusu olduğunda sayıları artabilir.
- Asıl fonksiyonu beyin ve spinal ilik için sulu bir destek hazırlamaktır. Bu nedenle kafada hızlı iyon değişimleri meydana geldiğinde beynin yer değişimi en aza indirilir.
- Lenfatik fonksiyon kapillerlerden sızan proteinin geri dönmesi için beyin ve spinal iliğe yardım eder.
- *Beyindeki kan hacmi arttığı zaman serebrospinal sıvının hacmi azalır.* Böylece kraniyal içeriklerin hacmi belli seviyede tutulur.
- Hayvanların nörolojik incelemelerinde serebrospinal sıvı basıncının (**genellikle 10 mmHg**) tespiti yardımcı olabilir.

MERKEZİ SİNİR SİSTEMİ METEBOLİZMASI

- **MSS**, özellikle karbonhidratlardan enerji sağlar ki **glikoz** önemli bir kaynaktır. *Glikozun hücre membranından kolaylaştırılmış difüzyon ile geçişi için insüline ihtiyaç duyan vücudun birçok dokusunun aksine MSS basit difüzyonla glikozu alır ve insüline ihtiyaç duymaz.* Bu durum insülin azlığında ya da yetersizliğinde hayvan için avantajdır ve diğer sistemlerin çalışmadığı durumlarda MSS fonksiyonuna devam eder.
- Diğer dokularla karşılaştırıldığında MSS'nin oldukça yüksek orandaki metabolizması, oksijen tüketimi ile görülebilir. *MSS vücut kütlesinin %2'sini oluşturmalarına rağmen vücuda giren total oksijenin yaklaşık %20'sini kullanır.* Aynı zamanda gri maddenin metabolik oranı beyaz maddeninkinden 3-4 kat daha fazladır.

MERKEZİ SİNİR SİSTEMİ METABOLİZMASI

Kan-Beyin Bariyeri

- Kandaki birçok madde MSS'nin hücrelerine kolaylıkla giremez. MSS'nin kapillerleri endotel hücreleri arasında dar porlardan ziyade sıkı bağlantı noktalarına (*tight junction*) sahiptir ki, bu kapillerlerden maddelerin difüzyonunu sınırlar. Bununla birlikte O₂ ve CO₂ gibi yağda eriyen maddeler kolay difüze olurlar.
- *Birçok maddenin transportu kapillerler ve MSS hücreleri arasına yerleşmiş **astroit**'lerce (gliya hücresi) sağlanır.*
- Astrositler taşıdıkları materyaller söz konusu olduğunda seçicidirler ve bu kan beyin bariyerini oluşturur.
- Kemoreseptör alanlar olarak iş gören beynin bazı kısımları gibi hipotalamusun bazı alanları kan beyin bariyerinden yoksundur.

MERKEZİ SİNİR SİSTEMİ METEBOLİZMASI

Kan İhtiyacı

- MSS normal fonksiyonu için sürekli kan desteğine sahip olmalıdır. Diğer dokular belli zaman aralıklarında kan desteğinden yoksun olabilip kan nakli yapıldığında normal fonksiyonlarını geri kazanabilirken, *beyindeki 5-10 dakikalık bir azlık veya kansızlık yüksek beyin hücrelerinde (serebrumda) geri dönüşümsüz hasar yapar.*
- Solunum ve kardiyovasküler merkezler (medulla oblongata) hipoksiye daha dayanıklıdır ve 10 dk kansız kaldıktan sonra yeniden canlanabilir
- Bir yetişkin beyninin hipoksiye toleransı yeni doğanın beyin toleransından daha düşüktür.

Kaynaklar

- ◆ Dukes Veteriner Fizyoloji, Çeviri editörü: Sedat Yıldız, Türkçe birinci baskı, Nisan 2008.
- ◆ Evcil Hayvanların Fonksiyonel Anatomisi ve Fizyolojisi, Çeviri Editörleri: Ülker Çötelioglu ve Mukaddes Özcan, 4. basımdan çeviri, 2012.
- ◆ Fizyoloji, Ahmet Noyan, 9. baskı, 1996.
- ◆ Guyton Tıbbi Fizyoloji, Çevirmen: Berrak Çağlayan Yeğen, İnci Alican, Zeynep Solakoğlu, 12. baskı, 2013.
- ◆ Vander İnsan Fizyolojisi Vücut Fonksiyon Mekanizmaları, Çeviren: Tuncay Özgünen, 13. baskı, 2014.