

BÖCEKLERDE SİNİR YAPILARI

- **Merkezi sinir sistemi (Central Nervous System):** Başın dorsalinde beyin, ventralinde ise subesophageal ganglionlardan, toraks ve abdomende ise ventralde vücut boyunca uzanan her bir segmentte bir çift halinde ya da birleşik ganglionların oluşturduğu sinir kordonundan meydana gelen sinir sistemi
- **Vesiseral (Visseral) sinir sistemi (Visceral Nerveous System):** Böceklerde içsel fonksiyonların koordinasyonunda rol alan, temelde sindirim sistemi, kalp, ve endokrin sistemleri sinir sistemine bağlayarak, besin alınımı, taşınımı, sindirimi ve atıkların atılımı gibi faaliyetleri koordine eden sinir sistemi
- **Stomatogastrik sinir sistemi (Stomatogastric nerveous system):** Frontal ganglion, hiposerebral ganglion, ventrikular gangliondan oluşan, spesifik olarak ön barsak ve mide kaslarının sinirsel faaliyetlerini koordine eden, vesiseral sinir sisteminin bir parçası
- **Peripheral sinir sistemi (Peripheral Nerveous system):** Böcek integümentinde yer alan ve dış dünya ile iletişimi sağlayan, duyu nöronlarının oluşturduğu sinir sistemi

Böcek nöronu: Böceklerde embryonal gelişme döneminde ektodermden meydana gelen, temel olarak büyük bir çekirdek, dendrit ve aksonlara sahip olan, elektriksel ve kimyasal yollarla bilgi transferine olanak veren, sinir sistemi meydana getiren sinir hücresi

Böceklerde görülen nöronlar: a) Monopolar, b) Bipolar ve c) Multipolar

Unipolar nöron: Omurgalılardaki durumun aksine, böceklerdeki çoğu nöron tipini oluşturan, bununla birlikte tipik olarak motor nöronlarında görülen, somadan 1 aksonun çıktığı tip

Bipolar nöron: Genellikle duyu organları ve alıcıları gibi dış reseptörlerdeki duyu nöronlarında görülen, somadan 1 akson ve 1 dendritin çıktığı tip

Multipolar nöron: Böceklerde bir nöronun 1 akson ve çok sayıda dendritin çıktığı, genellikle bağlantı ve motor nöronlarında görülen tip

Bir nöronun ana bileşenleri çekirdek bulunan ve **soma yada perikaryon** olarak adlandırılan bir gövde ve bunun uzantıları olan **axon ve dendritlerden** oluşur.

A: Monopolar, böceklerin sinir hücrelerinin çoğunluğu bu formdadır ve somada sadece bir akson bulunur.

B: Bipolar, periferik reseptörlerle ilişkili olanları bipolar olabilir

C: İç kısımda bulunan gerginlik reseptörleri sıklıkla multipolardır.

Perikaryon (Perikaryon=Soma): Bir sinir hücresi (nöron)'nin ana kısmı, hücre gövdesi

Akson (Axon): Sinir hücrelerinde mesajı bir hücreden diğerine taşıyan ana kol

Dendrit (Dendrite): Bir sinir hücresinde aksonların dallanmasıyla meydana gelen ve bilgiyi alacak özel kollar

Nöron tipleri; a) Duyu alıcı, b) Motor (hareket), c) Sinirsel salgı (neurosecretory) ve d) interneuron (bağlantı nöronları)

- Neuron tipleri
 1. Duyu alıcı (afferent, sensory) neuron: Duyu organları ve alıcılarında bulunan ve dış dünyadan alınan uyarıyı merkezi sinir sistemine ileten bipolar ya da multipolar karakterli sinir hücreleri
 2. Motor (efferent) neuron: Merkezi sinir sistemine ulaşan mesajı hareket organı olan kaslara ya da bezelere ileten unipolar karakterli sinir hücreleri
 3. İnterneuron (bağlantı): Duyu ve hareket nöronları arasındaki bağlantıyı kuran ve sinir sisteminin çoğunu oluşturan sinir hücreleri
 4. Neurosecretory (salgı üreten) neuronlar: salgılarını dolaşım sistemine bırakırlar.

Protocerebrum (Protocerebrum): Böceklerde görme ile ilişkili sinirsel iletim faaliyetlerini koordine eden beynin birinci lobu.

Deutocerebrum (Deutocerebrum): Böceklerde antenler vasıtasıyla toplanan bilgi ile ilişkili sinirsel iletim faaliyetlerini koordine eden beynin ikinci lobu.

Tritocerebrum (Tritocerebrum): Böceklerde beynin ilk iki lobundan alınan duyu uyartılarının entegrasyonunu sağlayan, üst dudak ile ilişkili sinirsel faaliyetleri koordine eden beynin üçüncü lobu.

Subesophageal ganglion (subesophageal ganglion): Böcek başında beyin loblarından sonra yer alan, yemek borusunun ventral kısmında yer alan 3 adet birer çift ganglion'dan meydana gelen, temel olarak mandibula ve maksilla gibi ağız parçalarının faaliyetleri ile ilişkili sinirsel iletim faaliyetlerini koordine eden merkezi sinir sistemi parçası

Hamamböceğinin merkezi sinir sisteminin bağlantısı (sağ).

Aksonlar bir tabaka glia hücreleri ve perineurium ile kaplanmıştır ve en dışta neural lamella bulunur

- Nöronların dışında diğer dokulardan ayıran ve sinirlerin kimyasal çevresinin devamına olanak veren bir bariyer sistemi bulunmaktadır. Sinir hücrelerini çevreleyen komplike bir membran ve hücreler arası kanallar sinir hücrelerinin çalışması için gereken elektriksel potansiyelden sorumlu olan iyonik farklılığın devamından sorumludur. Hemen hemen her bir nöron değişik sayıda glia hücreleri tarafından salgılanan bir tabaka ile çevrelenmiştir (**perineurium**) ve bu tabaka hücreyi izole eder ve ona besin temin eder. Bu tabaka sadece synapse'da bulunmaz ve nöronun iletişimine olanak sağlar.

- Bir çok böceğin hemolimfi potasyumca zengin ve sodyumca fakir olduğu için, bu çevre sinir sisteminin çalışmasına olanak vermez, bu nedenle sinir hücrelerinin etrafının izole olması için kan-beyin bariyerine gereksinim vardır. Glia hücreleri kendileri tarafından oluşturulan, hücreler arası sıvıya kandan sodyumun hareketini düzenleyen iyon pompalarını kullanarak nöronların kontrollü çevresinin devamında etkilidir. Özelleşmiş glia kalkan hücrelerinin dış kısmındaki ilave tabaka **perineurum**'dur ve en dış tabaka olan **neural lamella** kısmını salgılar. Bu lamella tüm sinir sisteminin tamamını çevreler ve böceklerde kan-beyin bariyeri olarak işlev üstlenir. Perineural tabaka ve neural lamella sinir kılıfı olarak da adlandırılır.

Merkezi sinir sistemi

- **Beyin + ventral sinir kordonu**
- **Beyin** (supraözefagal ganglion): Protocerebrum, deutocerebrum ve tritocerebrum.
- **Protocerebrum**: Petek gözler, nokta gözler ve integümentteki bazı duyu alıcılarla ilişkilidir. Bu bölgede nörosekretory hücreler bulunmaktadır ve sinirsel salgıyı serbest bırakılacağı corpora cardiaca ve corpora allataya ulaştırır.
- **Deutocerebrum** ise duyu alıcıları ve anten kaslarının sinirlerinin bağlandığı bölgedir.
- **Tritocerebrum** ise beyinin en küçük kısmını oluşturur ve merkezi sinir sistemini visceral sinir sistemine frontal ganglion ile bağlar; ayrıca merkezi sinir sistemini circumözefagal bağlantı ile ventral sinir kordonuna bağlar.
- **Ventral sinir kordonunda** her bir segmentte bir çift ganglion bulunur.
- **Subözefagal ganlion** ventral sinir kordonunun 1. çift ganglionudur ve mandibula, maxilla, labium ve salgı belerini kontrol eder.
- Ventral sinir sistemine ait toraksda 3 çift ganglion bulunur. Bazı böceklerde bunlar kaynaşmış, bazılarında abdomendeki 1-3 çift ganglion ile kaynaşmıştır. Abdomenin 7. ve 8. çift ganglionları kaynaşarak son ganglionu oluşturur.
- **Periferal sinir sistemi** merkezi sinir sisteminden çıkan sinirleri kapsar ve kaslara, gerginlik reseptörlerine, üreme sistemine, stigma ve değişik duyu alıcılara bağlanır.
- **Visceral (iç organlar) sinir sistemi**: İç bölgenin işlevlerini düzenler. Barsak, kalp ve endocrine salgı bezlerini kontrol eder ve sindirimle ilgili periferal ganglionlar ile bir ağ oluşturur. Bu ganglionlar ağız boşluğunun kaslarını, ön ve orta barsak, besin alımının düzenini, besinin nakilini, sindirimini ve atıkların atılmasını kontrol eder.
- **Stomatogastrik sinir sistemi** visceral sinir sisteminin bir parçasıdır ve özellikle ön ve orta barsağı kontrol eder.

- Böceklerde geçirimsiz olan integümentin içinde bulunan sinir sistemi bu bariyerden çevresel bilgileri alma yeteneğinde olmalıdır. Fakat su kaybı böcekler için yaşamsaldır. Böceklerde reseptörlerin çapı oldukça küçük kanallar vasıtasıyla yüzeye bağlı oluşu bu sorunu çözmektedir. Böceklerde reseptörler daha çok uyarıyı alacak yüzeylerde yer almaktadır, örneğin ağız parçaları, antenler, bacaklar ve cerciler.
- Böceklerin duyu alıcıları (reseptörleri) birincil duyu hücreleridir ve çevresel etkiyi reseptör potansiyeli ve aksiyon potansiyeline dönüştürürler.

Böceklerde duyu organları

- Duygu organının ana birimi **sensillumdur**. Duyu nöronları, soket oluşturan **tormojen** hücre, kılın şaftını (kök eksenini) oluşturan **trichojen** hücre ve ayrıca **thecogen** hücre ise sensillumun kılıf komponentini üretir; bu kılıf aksonu bir diğerinden izole eder; sinir hücrelerine iyon ve besin temin eder.
- Sensillumdaki duyu alıcı nöron bipolarlardır, dendritleri duyu organının kütiküler kısmına uzanırken, aksonu merkezi sinir sistemine uzanır.

- Duyu organları yapısal olarak
- **Trichoid sensilla**: Kıl şeklindedir
- **Basiconic sensilla**: Kalın kütikula içerir ve kısa yapılıdır.
- **Placoid sensilla**: Levha şeklinde, 2-50 dallanmış dendrit içerir.
- **Coeloconic sensilla**: Çukur benzeri bir yapıdadır ve

Kimyasal duyu alıcıları

- **Tat** alan kimyasal duyu organları: Bir solüsyonda nisbeten yüksek konsantrasyondaki maddelere tepki verirler. Bunlar çoğunlukla ağız parçaları, bacaklar ve ovipozitör üzerinde bulunur. Bu reseptörlerin aksonları bağlantı nöronları ile birlikte o bölgedeki gangliona bağlanırlar.
- **Koku** alan kimyasal duyu organları ağız parçalarının palpuslarında ve antenlerde bulunur, havada nispeten düşük konsantrasyonda dolaşan maddelere tepki verir ve uzak mesafeden algılanır. Bunların aksonları genellikle deutocerebrumda sonlanır.

Kimyasal duyu alıcıları: TAT

- Her ikisinde sıklıkla benzer olarak kıl benzeri yapıda yada küçük bir kanca gibidir, fakat şaft kısmında bulunan por sayıları farklıdır. **Tat alıcılarda** kılın hemen altında tricoid sensillanın soma kısmı bulunur, dendrit şaft boyunca uçtaki tek bir pora kadar uzanır.

Kimyasal duyu alıcıları: KOKU

- Koku algılayan nöronlar antenler ve maxillar palpuslarda, küt kıl yada kısa koni olarak basiconic sensilla içerisinde yada kıl şeklinde trichoid sensilla olarak yer almıştır. Koku algılayıcı tat algılayıcıdan farklı olarak kıl shaftı boyunca **çok sayıda por** içermektedir ve altında 1-5 nöron bulunur. Bu nöronların dedrit dalları potasyumca zengin olan sensillum sıvısı içerisinde yer almaktadır. Sensillum sıvısı koku taşınımı ve etkisizleştirme işlevinde önemli olan koku bağlayan proteinleri içermektedir. Koku bağlayan proteinler koku moleküllerini ayırt etmede bir başka filtre işlevi görür.