

Gerinctelenek idegrendszere

Idegrendszer jellemzői, feladata

Állati jellemző

Érzékelés és aktív helyváltoztatás összekapcsolása

Gyors válasz a környezet ingereire

Szervezet működésének szabályozása

Változatos felépítés, egyes törzsek között nagy különbségek

Génállomány 70%-a kifejeződik egyetlen idegsejtben

Idegrendszerre jellemző gének növényekben is megvannak, de a gén terméke nem idegi funkciót lát el (pl glutamát rendszer gyökér fejlődésében és kártevők elriasztásában szerep)

Idegrendszer:

Idegrendszer nélküli többsejtűek:

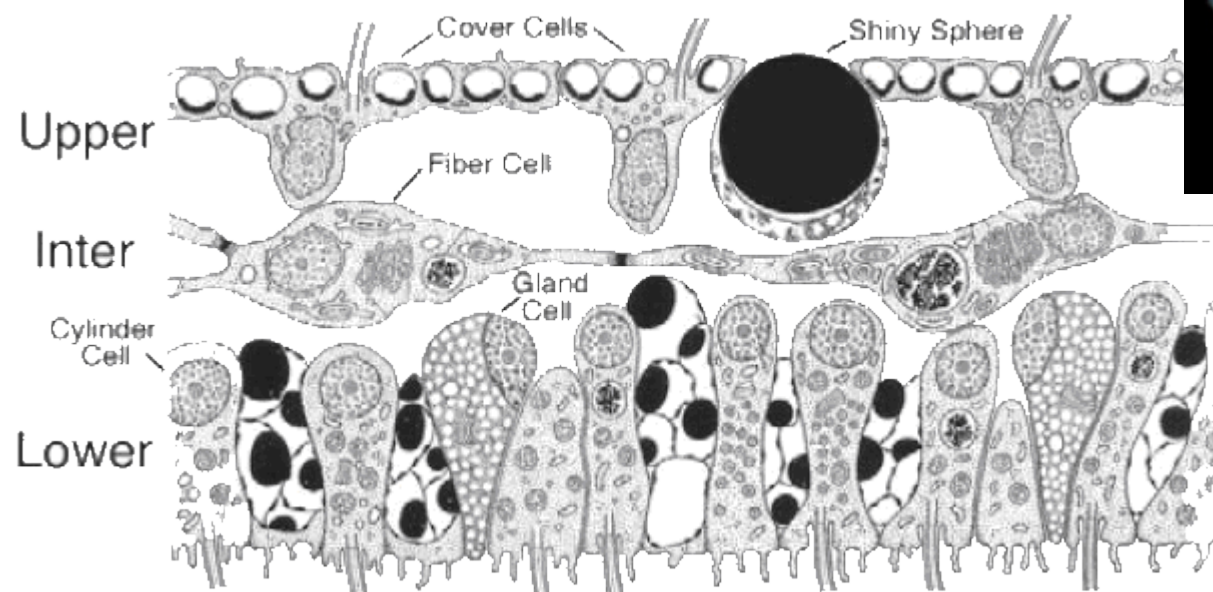
lapállat (*Placozoa*)

4-5 féle sejt összesen

Nincs neuron, neuronra jellemző genetikai elemek vannak, transzkripciós útvonalak homeobox gének nagyobb diverzitásra utalnak mint ami jelenleg jellemző

Elveszett neuronok?????

Az újabb evolúciós kutatások alapján a *Trichoplax adhaerens* nevű lapállat (Placozoa) a ma élő legprimitívebb állat. Ez a lény jobbra csak egy hasi és egy háti sejtrétegből áll. „Rajzással” szaporodik.



Trichoplax adhaerens:
transzparens és kevésbé csillós
felső réteg emésztő epithelium
mirigysejtekből és csillós
cilinder sejtekből áll.
Köztük a kötőszöveti réteget
kontraktilis rostsejtek alkotják.

szivacsok (*Porifera* vagy *Spongiaria*)

16 sejttípus

Ősi kezdetleges idegrendszer vagy egyszerűsödött idegrendszer?????

Epitheliális érzékelő sejtekkel rendelkeznek, ezek epitheliális kontraktilis sejteket és ostoros sejteket irányítanak. Lassú receptorokon és kalcium hullámokon keresztül kommunikálnak egymással a rendszer elemei.

Inger hatására az úrbél nyílásait szűkítik, védik az ürbelet sérülésektől illetve emészthetetlen anyagok beszorulásától.

Szinapszisra jellemző fehérjék megvannak a szivacsokban.

Elements of a 'nervous system' in sponges Sally P. Leys Journal of Experimental Biology 2015 218: 581-591;

doi: 10.1242/jeb.110817

Ősi típus: diffúz idegrendszer

Az úrbelűektől, az idegrendszer ektodermális eredetű idegsejtek laza hálózata, különböző sejtípusokkal. Nincsenek központok, alá- és fölérendeltségi viszonyok.

Centralizált idegrendszer:

Központi és környéki, vegetatív idegrendszer kialakulása. Férgektől az idegsejtek dúcokba/ganglionokba tömörülnek.

Ganglionokban sejttestek kívül ("kéreg") nyúlványok belül helyezkednek el. A dúcokból az idegsejtek kötegekké formálódott nyúlványai (idegek) hatolnak a test különböző tájaira. Ingerületvezetés sebessége nyúlványok ellenállásától függ, óriás axonok, gyors ingerület vezetés.

Neuroendokrin rendszer:

Gerincteleneknél belsőelválasztású/endokrin mirigyek ritkán fordulnak elő, hormonokat neuroszekrécións sejtek termelik.

Neuroszekrécións sejtek.

Idegzövetből erednek.

Peptideket, monoaminokat (adrenalin, noradrenalin) aminosavakat (glutaminsav, GABA) szekretálnak.

Eltérő funkció attól függően, hogy hová ürülnek: hormonként, neuromodulátorként, ill neurotranszmitterként is funkcionálhat.

Sejttestben fejlett durva felszínű endoplazmatikus retikulum, Golgi

Szekréta haemolymphába, vérbe, sejtközötti állományba ürül, nincs szinapszis.

Neuronhoz hasonlóan nyugalmi potenciál, a szekréciónkor akciós potenciál genezis történik

AP hosszabb (10-15ms), lassú depolarizáció, hosszú repolarizáció,

Magasabb intracelluláris Ca^{2+} koncentráció.

Csalánozók (Cnidaria) idegrendszere

Diffúz idegrendszer

Ektodermális eredetű

Külső és belső rétegben is egymással kapcsolódó idegsejtek hálózata.

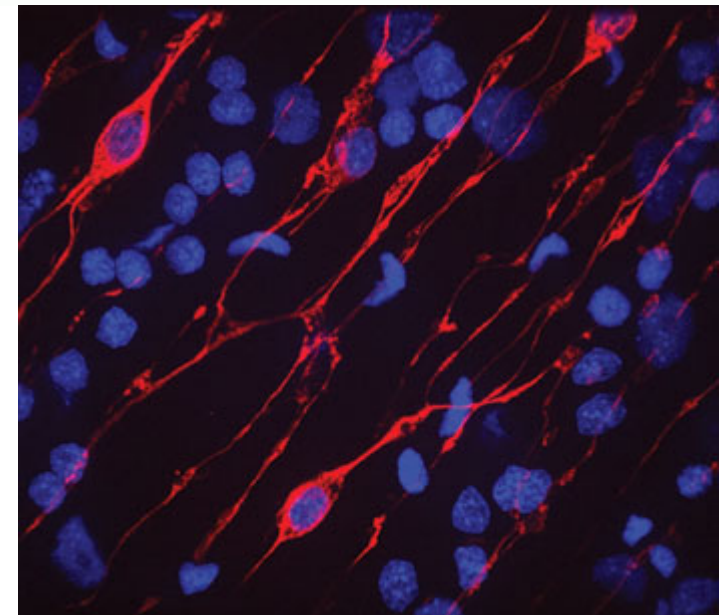
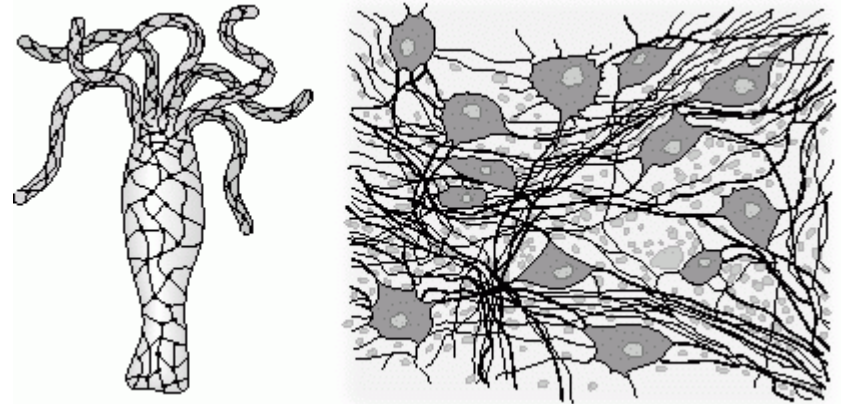
Különböző sejttípusok: eltérő anyagok

szekréciója: testüregbe ürülve befolyásolják a szervezet különböző funkcióit.

A háló nem egyenletesen sűrű: a szájnyílás környékén több idegsejt található, mint máshol.

A szinapszisok mind a két irányba átjárhatók, dendritek és axonok nem különíthetők el.

Ha inger éri az állatot, az ingerület minden irányban tovaterjed és az állat az egész test mozgásával reagál.



Laposférgek:

Idegrendszer és neuroszekréciós rendszer:

Állandó jellemző mozgásirány, testtájékok elkülönülése idegsejtek tömörülését eredményezi: létrejön a központi és környéki idegrendszer.

sejttípusok:

neuronok: köztük neuroszekréciós sejtek: regeneráció, ivari működés,

ozmotikus egyensúly, pigmentsejtek működésének szabályozása

glia sejtek: axonok szigetelése és idegsejtek anyagcseréjének szabályozása.

Perifériás idegrendszer:

ősi típusú idegrendszer maradványa: hámréteg alatti ideghálózat.

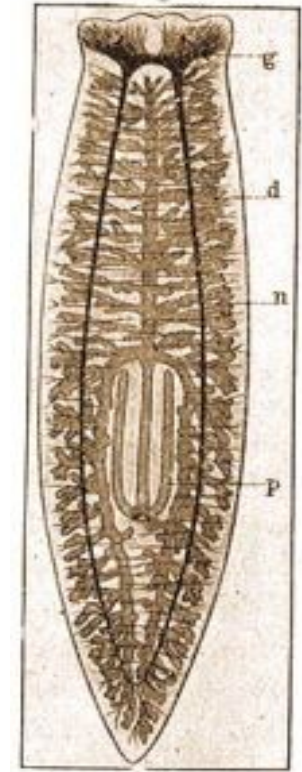
Központi idegrendszer:

parenchimába ágyazódik.

részei: páros agydúc: idegek a feji érzékszervekhez,

hosszanti idegtörzsek. hasi van szoros kapcsolatban az agydúccal

haránt idegtörzsek: háti és hasi idegtörzs összekötése
kezdetleges dúcok. elágazásokban levő idegsejt
csoportosulások. idegsejtek sejttestei kéreg szerűen kívül,
idegrostok centrálisan



5. A Tejfehér planária, *Dendrocoelum lacteum* O. F. Müll. *g* = agydúc a rajta fekvő szemmel, *n* = hosszideg, *p* = garat, *d* = bélcsőágazat.

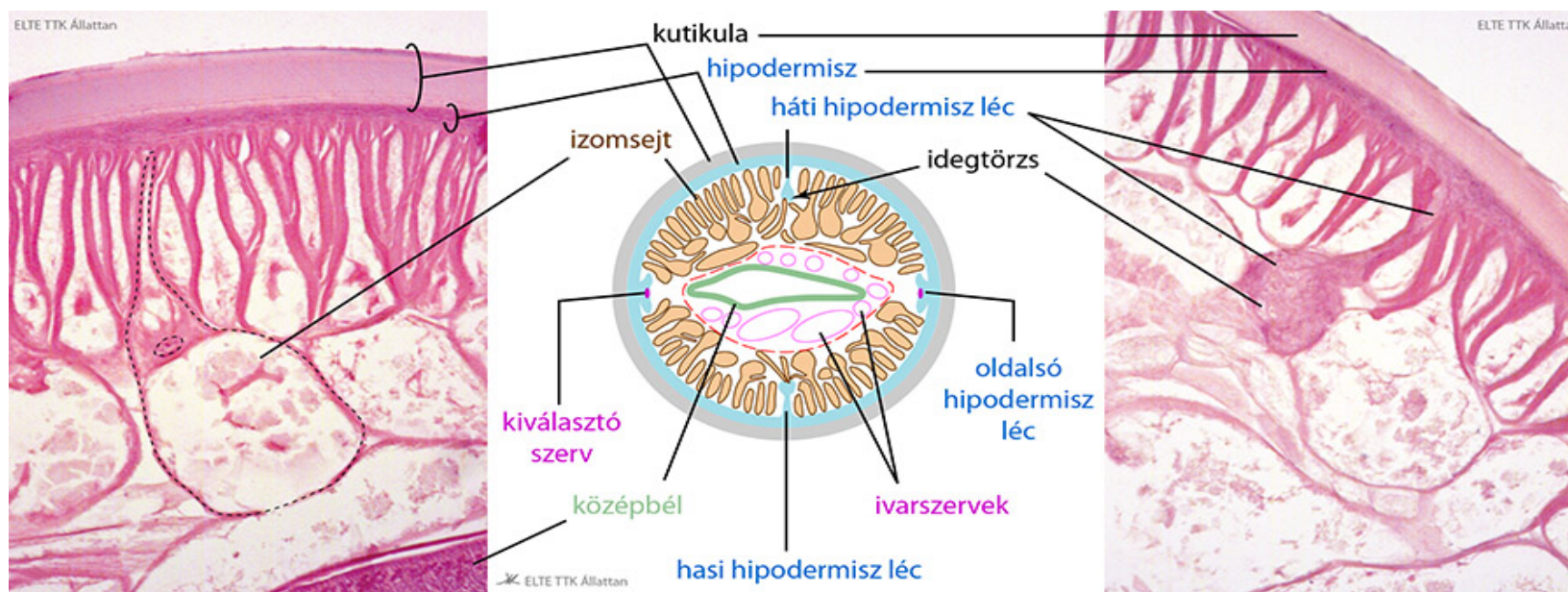
Hengeres férgek: fonálférgek:

Idegrendszer és neuroszekréciós rendszer:

Perifériás idegrendszer: 254 idegsejt

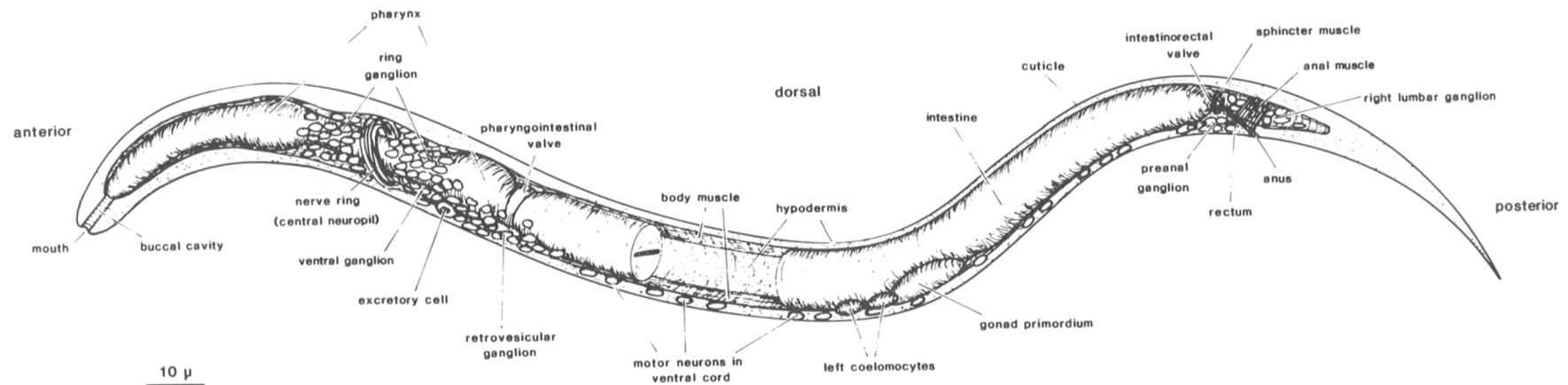
részei: 8 hosszanti szomatikus ideg, izomsejtek beidegzése

legnagyobbak a háti és a hasi hipodermisz lécekben haladnak. A hosszanti idegtörzseket aszimmetrikusan elhelyezkedő harántidegek kötik össze (otogonális rendszer).



Centrális idegrendszer: 162 neuron

részei: garatideggyűrű: centrális rész, idegrostokból áll amelyekhez az ajak, érzékszerveket beidegző ganglionok kapcsolódnak.



Gyűrűsférgek:

Idegrendszer és neuroendokrin rendszer:

Központi idegrendszer:

agydúc:

garat felett: pro-, meso- és metacerebrum: csápok, tapogatók, szemek, szaglógödrök, tapogatókacsok, szájszervek beidegzése.

Gomba- vagy nyeles testek (corpora pendunculata) asszociációs központ előfutára. A gomba kalapja idegsejtek sejttestéből tönkje nyúlványaikból áll. Idegrostok a garatideggyűrűhöz, ellen-oldali gombatestekhez és az agydúc közepét kitöltő rostállományhoz futnak.

garat alatti dúcok:

hasdúclánc első dúcpárja, szelvényenként egy-egy rövid harántággal összekötött dúcpár követi.

garat körüli connectivum

hasdúclánc:

Dúcpárok lokális reflexeket váltanak ki. 3 pár ideg indul ki belőlük: érző és mozgatórostok a bőrízomtömlőhöz és parapódiumokhoz.

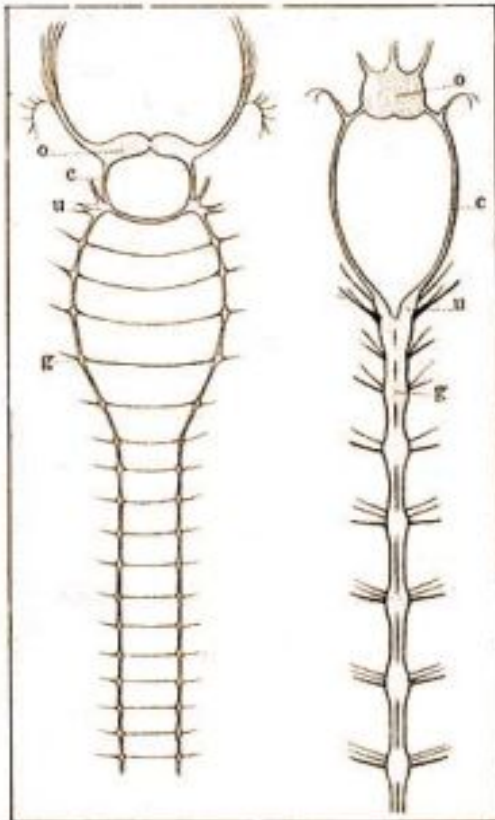
óriás idegsejtek rostjai gyors összeköttetéseket létesítenek,

bizonyos ingerekre egész testre ható gyors választ váltanak ki.

A testnek minden egyes dúcából, mint központból a szomszédos testrészbe, mint kerületbe idegek futnak ki, melyek az izomzatot, a mirigyeket és az érzékszerveket látják el ágakkal.

Soksertéjű gyűrűsférgek:

Ettől az idegrendszertől függetlenül már a férgekben kialakult egy másik idegrendszer, mely a bélfalat ágazza be s melynek dúccsomói szintén a bélfalban találhatók; ezt az idegrendszert autonóm- vagy sympathikus idegrendszernek nevezzük.



*A Gyűrűsférgek idegrendszere,
balra az Aphrodité-é, Sünféreg*

jobbra a Serpulá-é; csőféreg

*o = garatfölkötti, n =
garatalatti dúc, c =
garatkommissura, g = hasdúc.*



Kevéssertéjű gyűrűsférgesek:

Központi idegrendszer

agydúc: 3. szelvényben dorzálisan(ganglion cerebrale, GC)

Szenzoros központ.

garatalatti dúc: hasdúclánc első ganglionja a 4. szelvényben, (GAD)

két garatkörüli konnektívummal kapcsolódik az agydúchoz.

Mozgató központ.

Működése GC-től függ, főleg gátlást kap.

Hasidúclánc: ventrális oldalon szelvényenkénti ganglionok láncolata,

hosszirányban futó konnektívumokkal összekapcsolva

a szelvények önálló reflexközpontjaiként funkcionálnak,

működését a GAD szabályozza

A központi idegrendszer ganglionjai szenzoros és motoros rostokat is tartalmazó 3 pár szegmentális ideggel kapcsolódnak a perifériás szervekhez, szövetekhez.

Segmentális idegek a test középvonalát nem lépik át.

Garatalatti dúc: mivel 2 dúc összeolvadása: 6 pár szegmentális idege van,

Agydúc: két vastag ún. prosztómiális ideggel kapcsolódik a prosztómium és az első testszelvény szenzoros struktúráihoz és izmaihoz

óriásrost-rendszer: az impulzus szinaptikus átkapcsolások nélkül fut végig a test hosszában vastag axonon, amely gyorsabb vezetést tesz lehetővé.

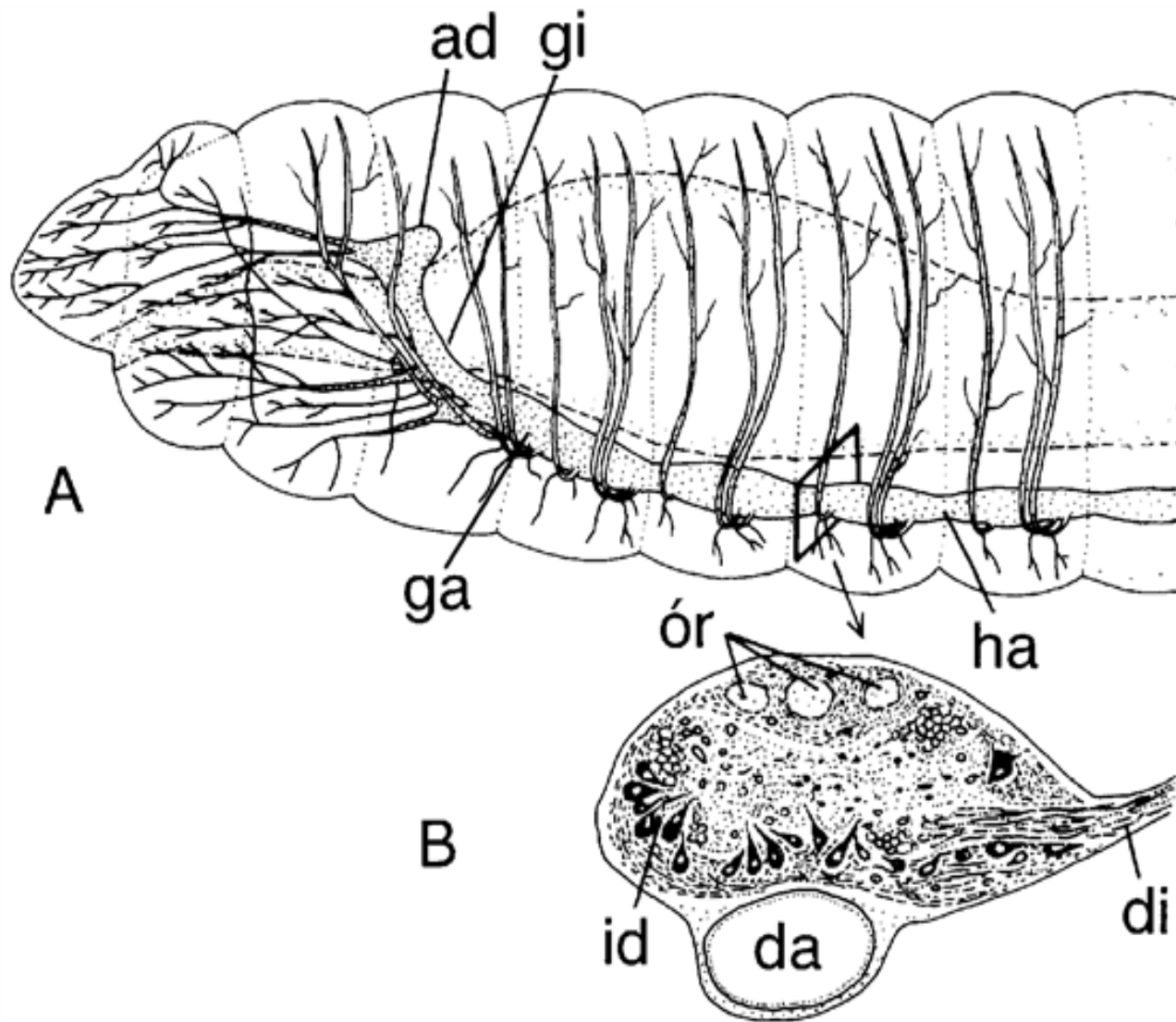
Általában a hasdúclánc hátoldalán három, a hasoldalán két (kisebb) óriás rost fut.

Középső háti ág: agyból izomzathoz mozgó impulzusok

Oldalsó háti ágak: szelvények érzékszerveiből agy felé szenzoros ingerület.

Ezek az ágak az egyes szelvényekben egymással is kapcsolatot létesítenek.

http://ttk.pte.hu/biologia/allattan/BorosAkos_PhD.pdf



A: a földigiliszták idegrendszerének felépítése, B: egy összeolvadt dúcpár metszeti képe egy kilépő ideg síkjában.

ad: agydúc, da:

hasdúclánc alatti ér, di:

dúcból kilépő ideg, ga:

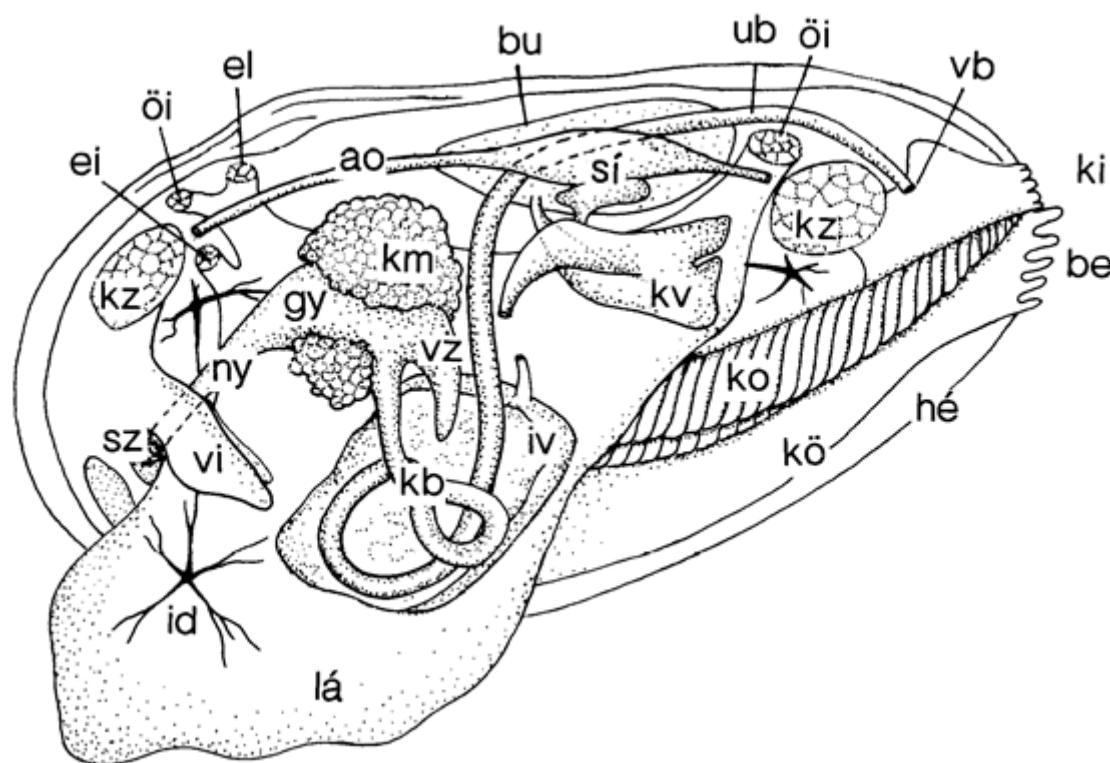
garat alatti dúc, gi:

garatideggyűrű, ha:

hasdúclánc, id: idegsejtek, ór: óriás rostok (Hess és Schneider nyomán)

Puhatestűek: kagylók

Viszonylag fejletlen
dúcidegrendszer,
3 pár ganglionjuk van,
amelyeket idegkötegek kötnek



Kagyló belső szervei.

ao: aorta, be: bevezető szifó,

bu: szívburok, ei: előrehúzó izom, el: emelőizom, gy: gyomor, hé: héj, **id: idegdúc**, iv: ivarszerv, kb: középbél, ki: kivezető szifó, km: középbéli mirigy, ko: kopolyúlemezek, kö: köpenyszegély, kv: kiválasztószerv, kz: közelítőizom, lá: láb, ny: nyelőcső, öi: összehúzó izom, sí: szív, sz: szájnyílás, ub: utóbél, vb: végbélnyílás, vi: páros szájvitorla, vz: vakzsák (Hickman, Russel–Hunter nyomán
kissé módosítva

Agydúc (ganglion cerebrale)

koordináló szerep

Lábdúc (ganglion pedale)

elsősorban a mozgást irányítja. Az idegdúcokból lépnek ki a szerveket ellátó idegek.

Zsigerdúc (ganglion viscerale)

a legfejlettebb, mert ez látja el a legtöbb belső szerv irányítását.

Puhatestűek: Csigák:

Idegrendszer:

Erősen központosodott.

Részei: garatideggyűrű

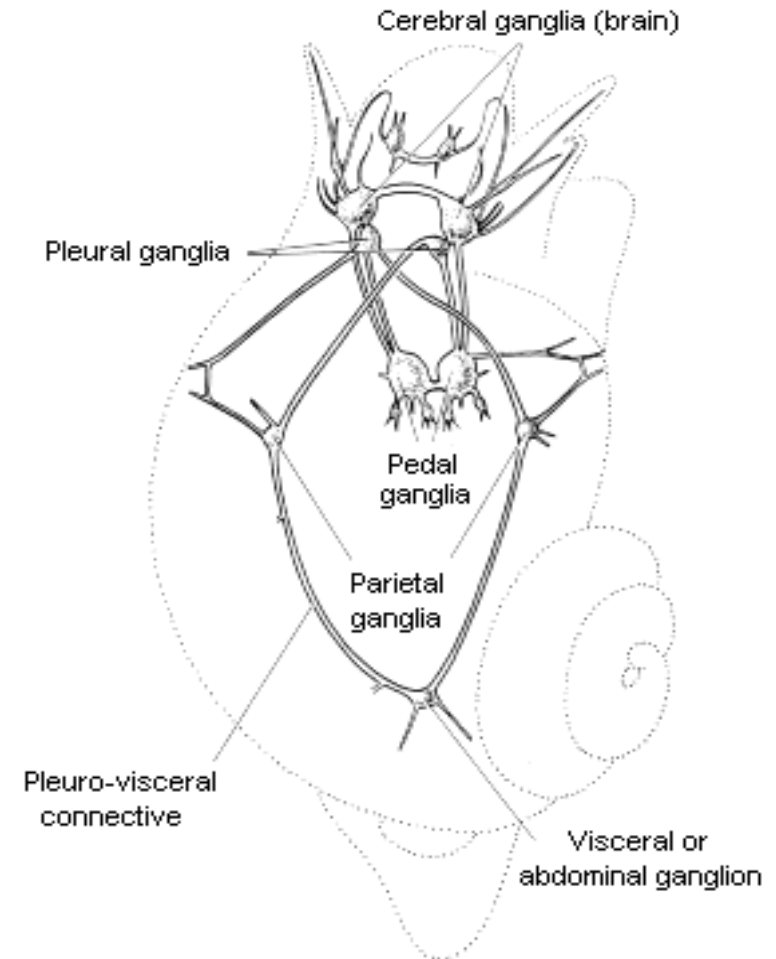
garatideggyűrűben idegdúcok

garat felett páros agydúc ganglion

(ggl cerebrale cerebral ganglia)

10 pár agyideg:

garat alatti dúcok



agydúc részei:

Procerebrum: szenzoros és asszociációs központ, tapogatóba ideg, tapogatók kemoreceptoraiból jövő információ feldolgozása.

Mesocerebrum: óriás sejtek óriás axonnal, commissuralis pályák.

Metacerbrum: látóideg és statocysta érzőidegei, többi ganglionnal kapcsolat, garat körüli connectívum.

10 pár agyideg:

tapogatókba, szemhez, statocystához, ajkakba, párzószervekbe

garat alatti dúcok:

lábdúc ggl pedale: láb izomzatának kontrakciója, agydúcból gátlás,

zsigerdúc ggl viscerale: emésztő készülék és szív beidegzése,

köpenydúc ggl pleurale: légzőmozgások szabályozása,

fali dúc ggl parietale: légzőmozgások, táplálék felvétel párház

szabályozása.

pofadúc ggl buccale: Vegetatív idegrendszer agydúc előtt, száj, garatüreg,

bélcső és hepatopaneas beidegzése.

Neuroendokrin rendszer:

Ivarsejtek termelésének szabályozása: tentacularis ganglion és metacerebrum

Spermiumok és petesejtek eltérő időben érnek.

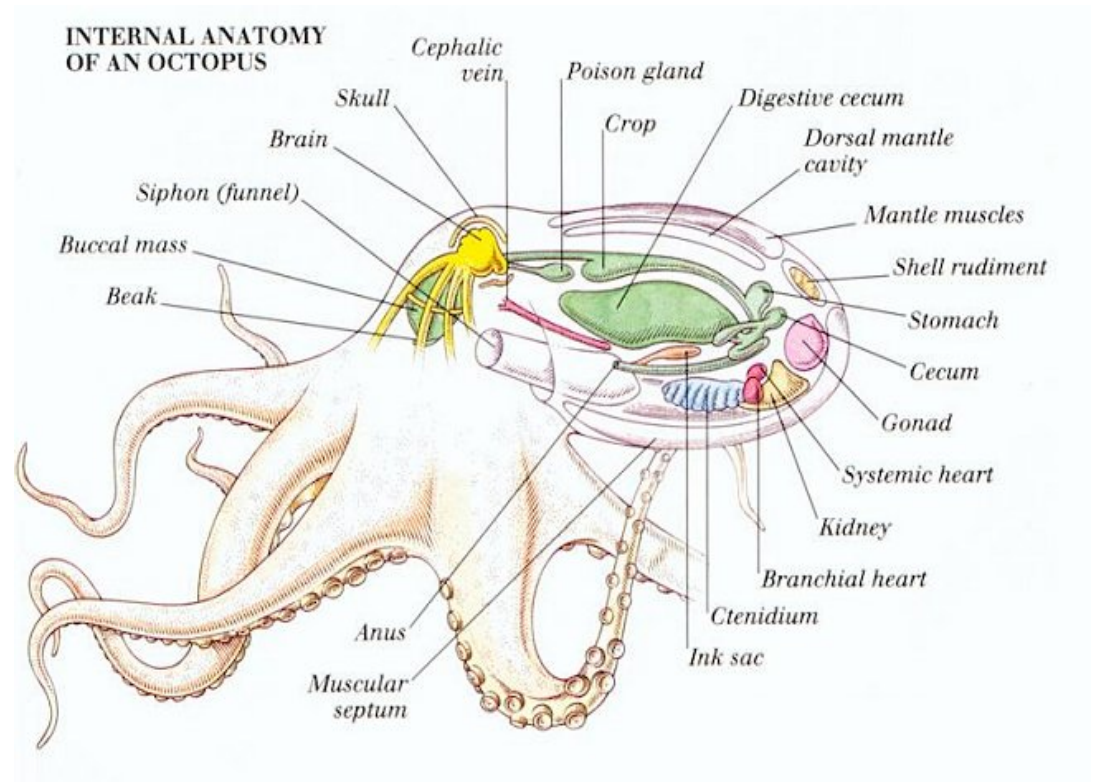
Tentacularis ganglion: ivarsejt termelés és középbéli mirigy szabályozása
ggl pleurale neuroszekrécións sejtjei: antidiuretikus hormon

Lábasfejűek:

Idegrendszer mérete hüllőkénél nagyobb, de kisebb mint a madaraké.

Amíg az *Aplysia* (tengeri nyúl) 20000 neuronnal rendelkezik az octopusnak 500 millió neuronja van.

Ez a mennyiségi növekedés az alapja annak, hogy az *Aplysia* sztereotipikus reflexei helyett adaptív viselkedés jelent meg.



Idegrendszer szerveződése:

Agy: 40-45 millió neuron

porcos koponyában a nyelőcső körül.

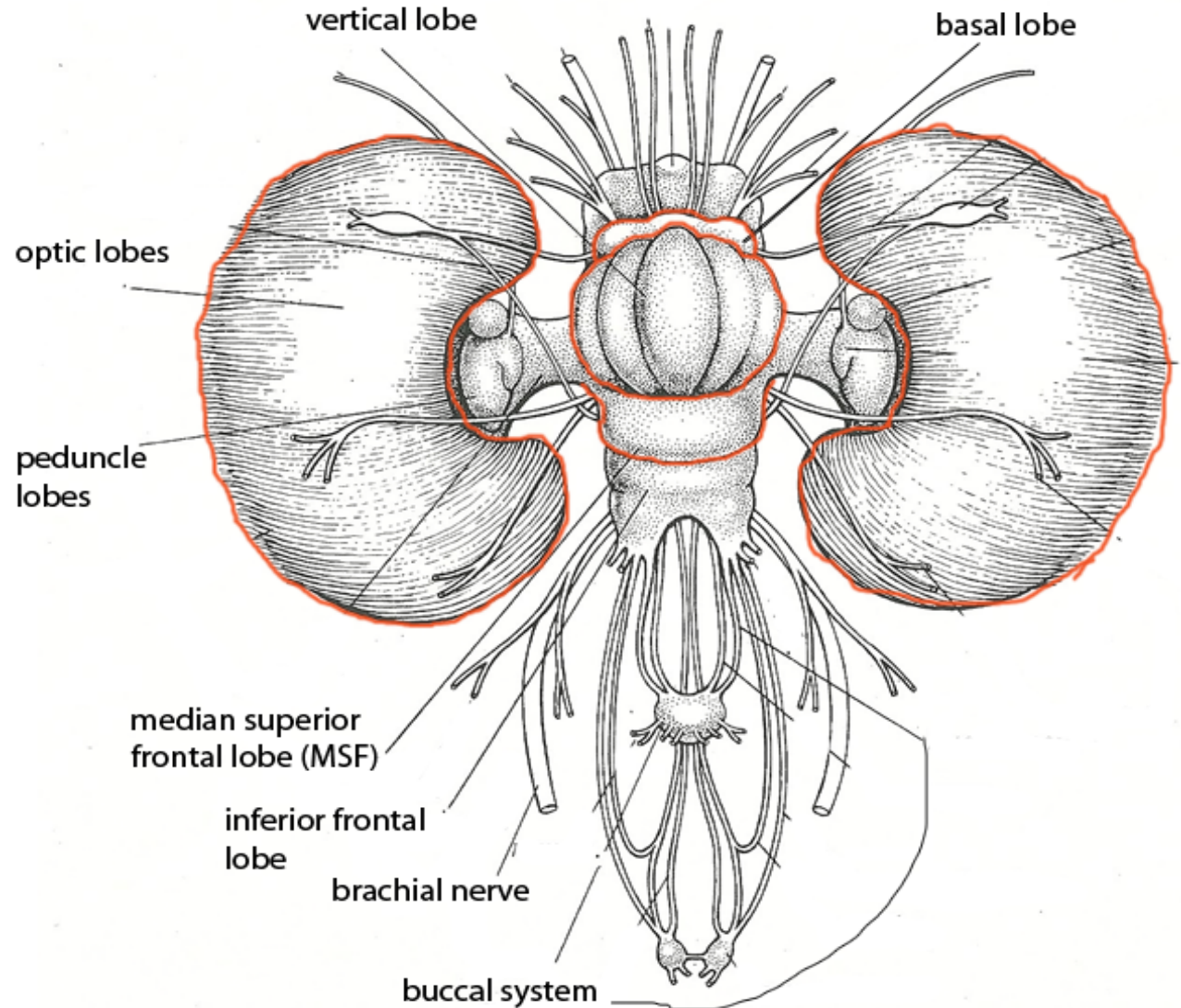
64 lebenyből áll kívül neuronok, belül a nyúlványok gerinctelenek ganglionának tipikus felépítése.

Optikus lebeny:

120-180 millió neuron

Karok idegrendszere:

350 millió neuron



Viszonylag kevés rosttal kapcsolódnak az agyhoz, helyi ingerfeldolgozás magas szintű.

<http://www.octopus.huji.ac.il/site/articles/Hochner-2004.pdf>

Lebenyek funkciói:

Frontális, vertikális, subvertikális lebenyek: érzékelés, tanulás, memória kialakulása

bazális pedunculáris lebenyek: motoros központ

laterális bazális lebeny: bőrt és a pigmentsejteket idegzi be.

superior buccalis lebeny: táplálkozó mozgások koordinálása

Magnocellularis lebeny: az óriás axon rendszer kiinduló helye, átkapcsoló és motoros integrációs központ.

The Nervous Systems of Invertebrates: An Evolutionary and Comparative Approach edited by O. Breidbach, W. Kutsch. Birkhauser 1995.

Ízeltlábúak: Rovarok:

Idegrendszer:

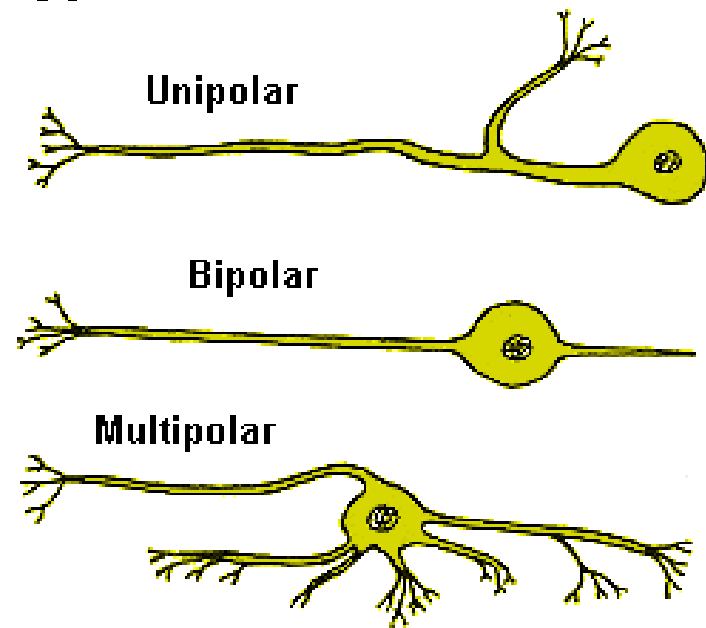
Specializált neuron típusok:

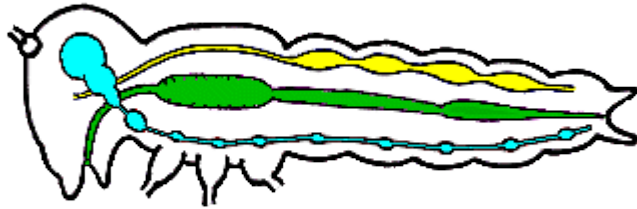
motoros sejtek: unipolárisak, izmokhoz, mirigyekhez futnak.

Szenzoros neuronok: bipolarisak
érzékszervekben, dendritek
specializálódnak a külvilági ingerek
felvételére, axon vezeti az ingerületet a
központba.

Asszociációs neuronok: multipolárisak
vagy unipolárisak: a központi
idegrendszeren belül marad az axonjuk.

Types of Neurons





**kék: idegrendszer, zöld:
tápcsatorna, sárga: keringési
rendszer**

Központi idegrendszer: agy és hasdúclánc.

Agy:

Első 3 feji szelvény összeolvadt dúcaiból jön létre, a garat felett fekszik.

Fejlettsége eltérő: cserebogárnál az agy csak 1/3500 része a testtömegnek, a méh dolgozójánál ellenben 1/174 része.

Protocerebrum:

összetett szemekhez lobus opticus.

Gomba vagy nyeles testek corpora pedunculata: idegsejtek gomba kalapjában, nyúlványok alkotják a tönköt: érző és asszociációs központok. Motoros rostok indulnak belőlük hasdúclánc mozgató tevékenységét szabályozzák.

Centrális test: protocerebrum lebenyek között, idegrostokból áll. gombatestekből induló pályák kereszteződése.

Egyszerű szemek érzőidegei pars intercerebrális laterális szélénél kapcsolódnak át és gombatestekbe futnak.

laterálisan lobus opticus

Deterocerebrum:

csápideg innen indul ki. Csáphoz kapcsolódó szenzoros és motoros terület.

Tritocerebrum:

garatideggyűrű kiindulási helye, labrumhoz és a garat dorzális falához tapadó frontális ganglionhoz futó idegek.

Hasdúclánc:

dúcainak száma megegyezik a testszelvények számával.

Néhány vagy több hasi dúc összeolvad egymással, sőt némely rovaroknak pókoknak az egész hasdúclánca koncentrált és egyetlen egységes tömeggé olvadt össze.

garat alatti dúc: hasdúclánc első tagja, szájszervek, nyálmirigyek beidegzése 3 dúcpár fúziója.

Hasi dúcokban autonóm központok: légzés, mozgás számára.

A központi idegrendszeren és a belőle kiinduló idegeken kívül, mind a százlábúaknál, mind pedig a rovaroknál még egy külön zsigeri (stomodeal) idegrendszert is találtak, amely egy páratlan homloki ganglionból és páros garatganglionból áll.

A homloki ganglions egy páratlan ideg, a homlok ideg köti össze a tritocerebrummal.

Garat és nyelés izmainak innerválását végzi.

A homloki ganglions a garatganglionnal egy rekurrens ideg köti össze. (Oda-vissza kapcsolat).

Szív, előbél bedegzése. Innen erednek a gasztikus idegek amelyek a bélcsatorna további szakaszait idegzik be.

Az emlősökhöz képest a rovarok idegrendszere jóval kevésbé központosított. A hasdúclánc rendszer ganglionjai komplex viselkedéseket kontrollálnak: táplálkozást, mozgást illetve szexuális viselkedést. Az agy serkentheti illetve gátolhatja ezeket az aktivitásokat, de az agyi szignál nem esszenciális a viselkedés kialakításához, egy fej nélküli rovar hetekig túlélhet, ha a vér elfolyását megakadályozzuk (persze aztán fej nélkül éhen és szomjan hal az állat).

Neuroendokrin szervek.

Pars intercerebralis. centrális test előtt. Neuroszekréciós sejtek, corpus cardiacumban végződő axonok. Protoracotroph hormon, burzikon :
epidermisben kutikula polimerizálása

Corpus allatum: nyelőcső dorsalis falán. Juvenilis hormon termelése: amíg termelődik lárva állapot, termelődése leáll, imagó.

Prothoracalis mirigy: vedlési hormon termelése

Tüskésbőrűek:

Háromféle, egymástól meglehetősen független idegrendszerük van.

Orális idegrendszer

Főszagjai a tengeri csillagok és a kígyókarúak karjainak a középvonalában egy barázdában futnak

Egy gyűrűből és az abból kiágazó öt törzsből épülnek fel.

Az ideggyűrű is, meg a belőle kiágazó sugáridegek is idegsejtekből és idegrostokból állanak, és miként az ízeltlábúak hasdúclánca, idegközpontként szerepelnek, melyek a külvilág ingereit felfogják s azokat az izmokhoz és a mirigyekhez továbbítják.

A felfogott inger hatására a tüskék felmerekednek, az állat nyálkát választ el, stb. Ez az le,

Az idegek keverték, érző rostok mellett mozgatókat is tartalmaznak irányítják.

Hyponeurális idegrendszer

Mélyebben fekszik

Majdnem tisztán csak mozgató rostokból áll.

Apikális idegrendszer

tengeri csillagoknál és tengeri liliomoknál

Ez a testnek a szájníylástól elfordult oldalán alakult ki.

Nincs erőteljes központosítás. Az a kar válik dominánsá amelyik a legerőteljesebb ingert detektálja, dominánsá válik a többi felett és irányítja az élőlény mozgását.

Mechanizmus nem ismert.

Felhasznált irodalom:

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Allattan/ch04s08.html

http://ttktamop.elte.hu/online-tananyagok/bevezetes_az_allattanba/ch13.html

Ujvárosi Lujza – Markó Bálint: Gerinctelen Állattan I. Az állati jellegű egysejtűektől a gyűrűsférgekig. Rendszertani és morfológiai alapok. Kolozsvár, Kolozsvári Egyetemi Kiadó, 2007.

<http://mek.oszk.hu/03400/03408/html/2925.html>

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_521_Allattan/ch15.html#id549314