

بنام خدا

آناتومی سیستم عصبی حشرات

Insect neuroanatomy

وحید حسینی نوه

مقدمه

- حشرات بطور دائم محیط داخلی و خارجی شان را می پابند (monitor) و تنظیمات مورد نیاز را انجام می دهند.
- این تنظیمات ممکن است:

1- آنی و آشکار باشد مانند : پرواز و فرار از دست دشمن طبیعی

- در حدود چند میلی ثانیه توسط یک ساختمان حسی (sensory structure) دریافت میشود
- به سیستم عصبی مرکزی فرستاده میشود و پاسخ مناسب تحت آن شرایط تعیین میشود.
- برای پاسخ پیام به سیستم اجراکننده (effector system) انتقال می یابد.
- چنین پاسخهایی معمولاً موقت هستند.

2- طولانی مدت باشد: ورود به دیاپوز

- پاسخهای تاخیری (delayed response) از طریق پیامهای شیمیایی است.
- هورمونها (Hormones)
- این پاسخها تداوم بیشتری دارند.

- ماهیت پاسخ (response) بستگی به ماهیت محرک (stimulus) دارد.

- هماهنگ ساختن پاسخ با محرک توسط: سیستم عصبی مرکزی و سیستم آندوکرین (endocrine)

Differences between the human and insect nervous system

HUMAN

1. Dorsal nervous system
2. Soma or perikarya can have synaptic input on them
3. No monopolar neurons
4. Cell bodies not on periphery of ganglia
5. Have myelinated neurons
6. CNS has about 10^{10} neurons

INSECT

1. Ventral nervous system
2. Soma or perikarya do not have synaptic input on them
3. Most common neuron is
4. Cell bodies on periphery of ganglia
5. Lack classical myelin sheaths
6. CNS has about 10^5 - 10^6

سیستم عصبی

- در حشرات، همانند دیگر جانوران، سیستم عصبی شامل :

1- سلولهای عصبی (neurons=nerve cells)

- sensory neurons, motoneurons, interneurons

2- سلولهای گلیال (glial cell)

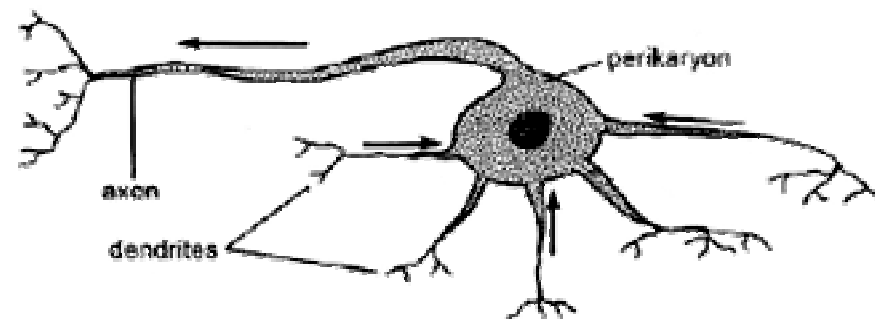
- سلول عصبی (neuron):

1- یک یا چند dendrite

- هر زائده ای که تحریک الکتریکی را به سمت پریکاریون هدایت میکند.

2- جسم سلولی (soma=cell body=perikaryon) شامل nucleus ، mitochondria ،

مجموعه گلژی و شبکه آندوپلاسمیک دانه دار (گلژی و rER در آکسون و دندریت وجود ندارد)



- سلول عصبی (neuron):

3- یک دنباله سیتوپلاسمی (cytoplasmic extension=axon)

هر زائده ای که تحریک الکتریکی را به خارج از جسم سلولی هدایت می کند.

- منشعب است .

- آکسون : بلند در sensory neurons, motor neurons

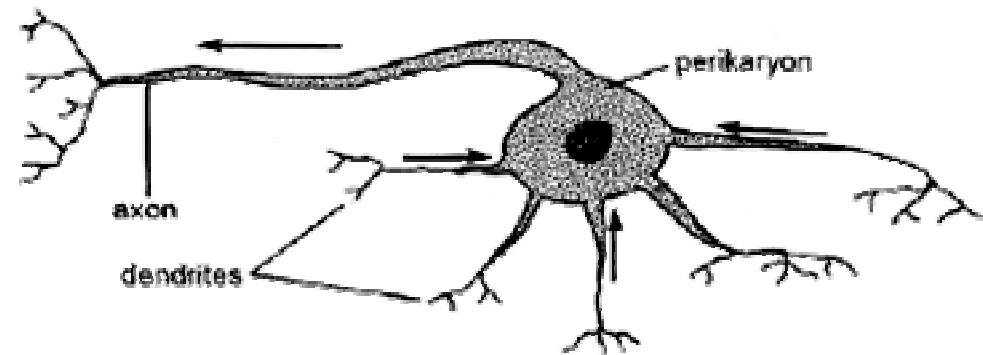
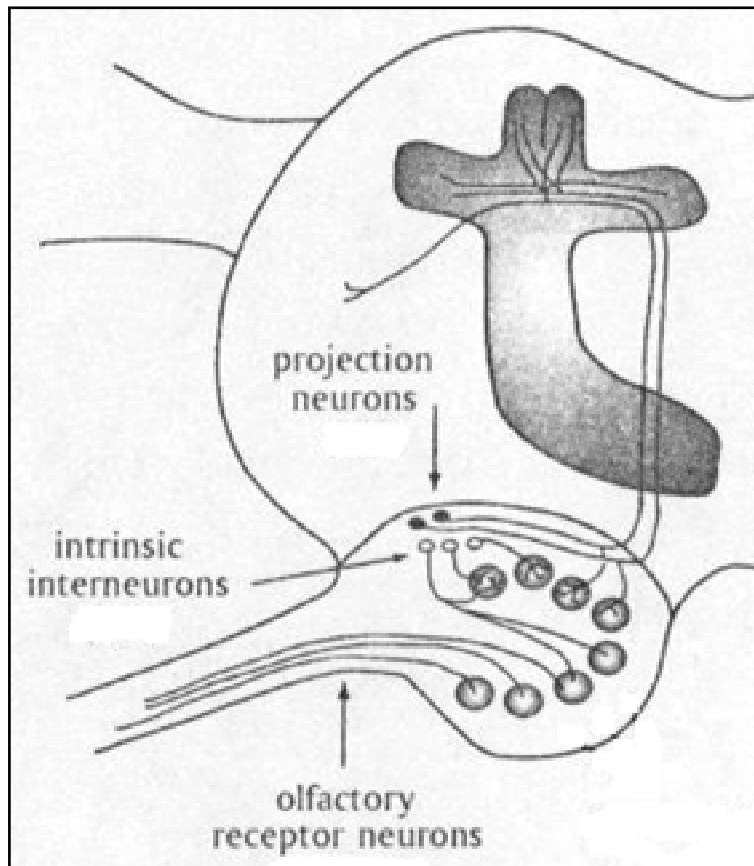
کوتاه در local interneurons

- در بعضی حالات شناخت مرفولوژیک دندریت ها

از آکسونها امکان پذیر نیست. در این حالت به کل

انشعابات بدون توجه به اینکه بصورت ورودی یا

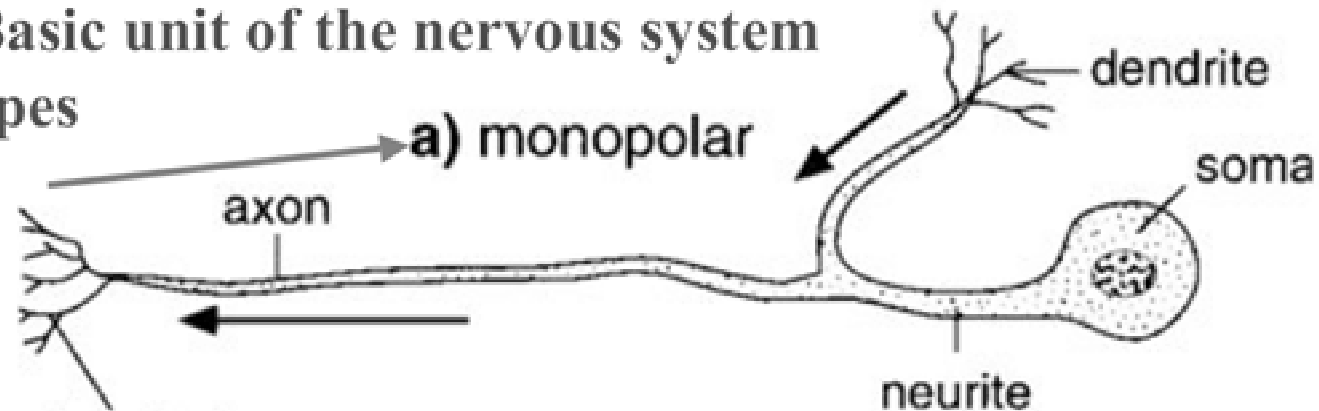
خروجی عمل می کند، neurite می گویند.



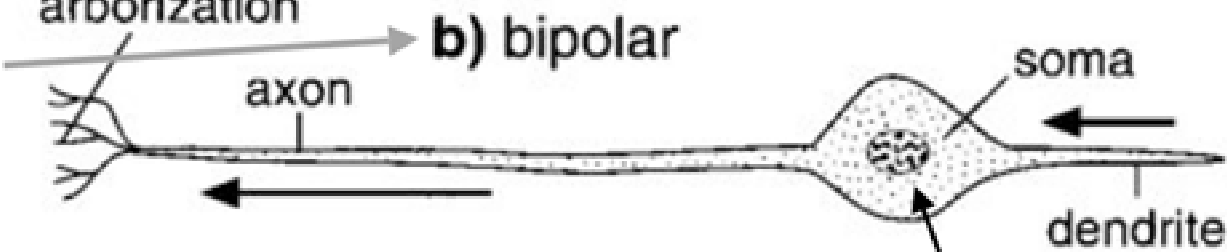
Neuron-Basic unit of the nervous system

3 basic types

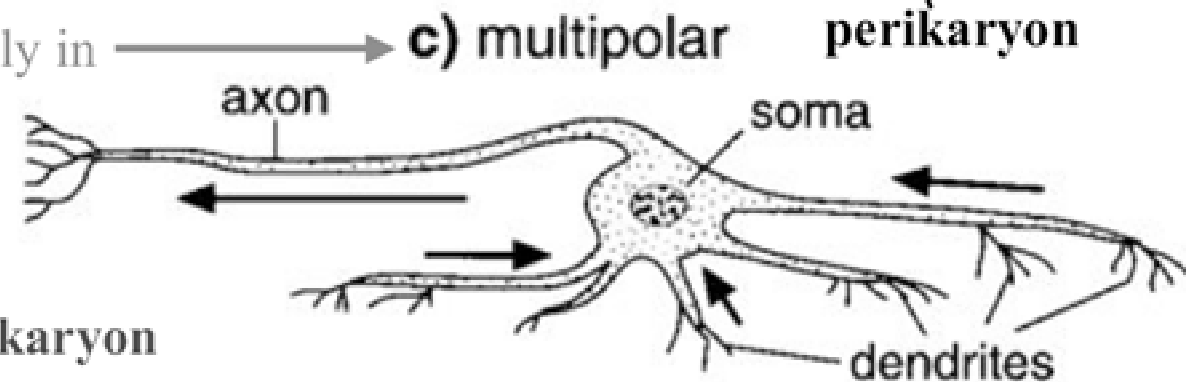
Most common in insects



Peripheral sense cells are bipolar



Occur usually in the ganglia



soma=perikaryon

- نرونها به شکل عصب (nerve) و گره عصبی (ganglion) تجمع می یابند.

- عصب (nerve): فقط جزء آکسونی نرونها

- گره عصبی: آکسونها، پریکاریونها و دندریتها

- قسمت اصلی گره عصبی: ناحیه مرکزی اتصالات سیناپسی بین انشعابات نرونهای حسی، حرکتی و رابط

- که نروپیل (neuropil) نامیده میشود.

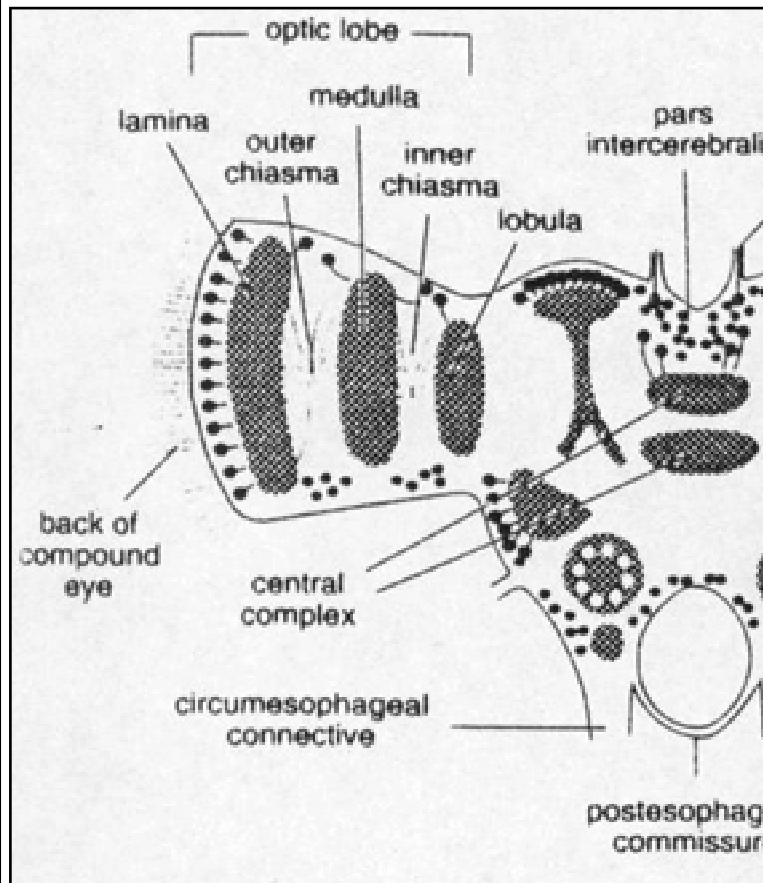
- همه گره های عصبی نروپیل دارند.

- بزرگترین و پیچیده ترین نروپیلها در مغز:

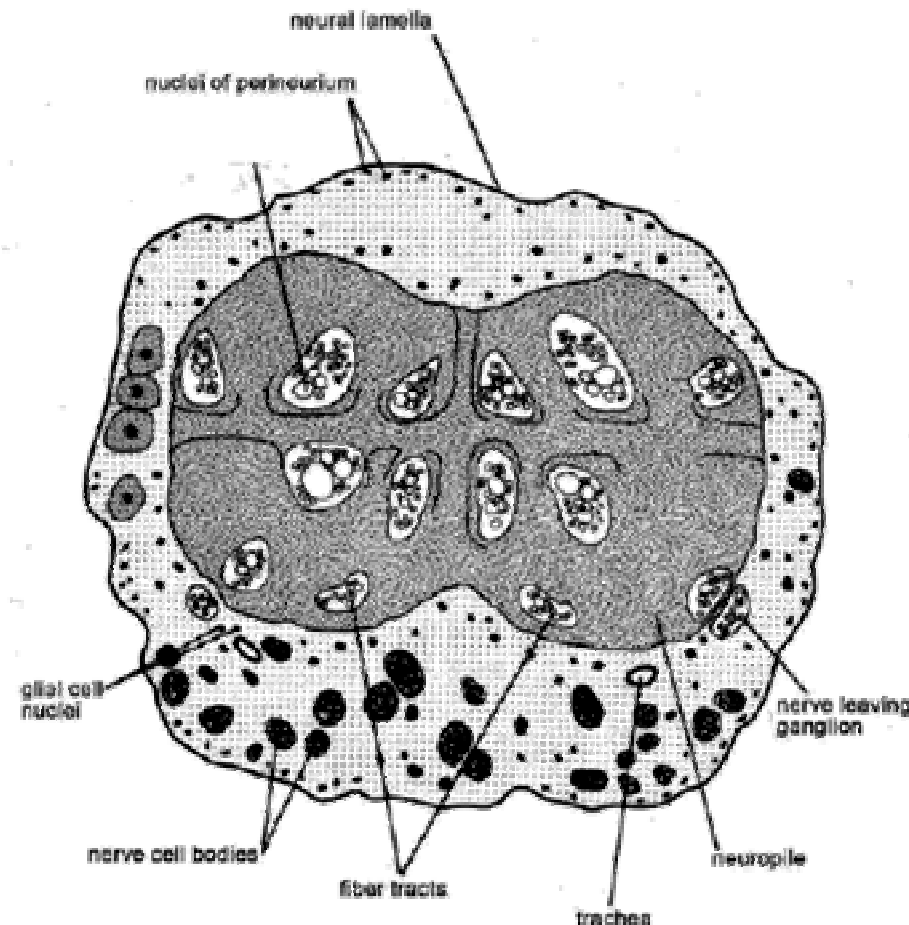
mushroom bodies -

central body

optic lobes



- نروپیل در مرکز یک گره عصبی متمرکز شده است و با اجسام سلولی (somata=perikarya) نرونهای حرکتی و رابط و سلولهای گلیال احاطه میشود.
- اندازه نروپیل با ارتباطات سیناپسی جدید، حتی بعد از متوقف شدن رشد کلی سیستم عصبی، افزایش می یابد.
- در نروپیل، تعدادی از آکسونها بصورت گروهی و موازی وجود دارند که **fiber tract** نامیده می شوند.



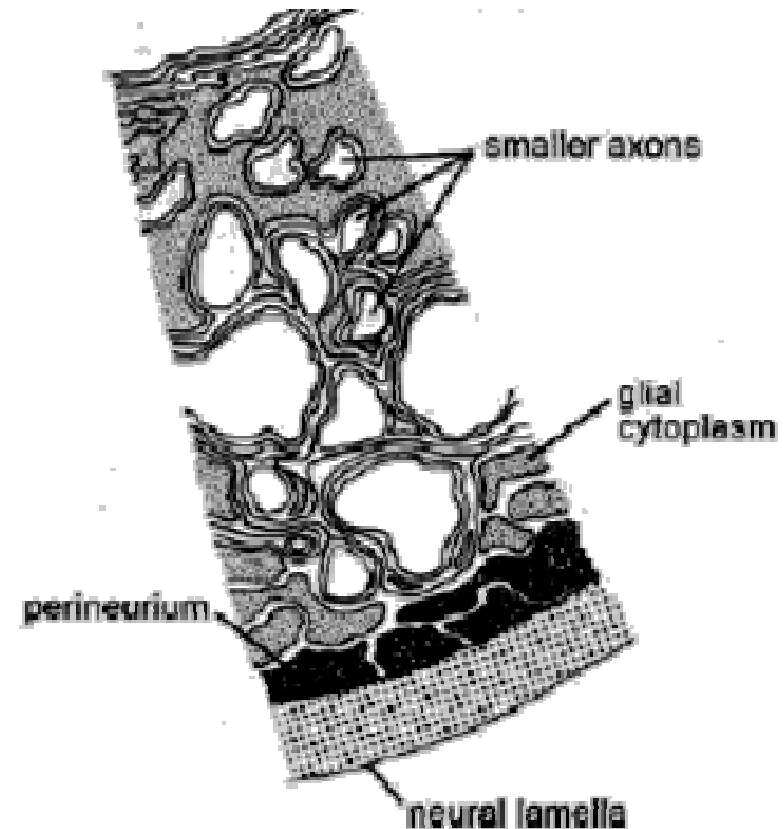
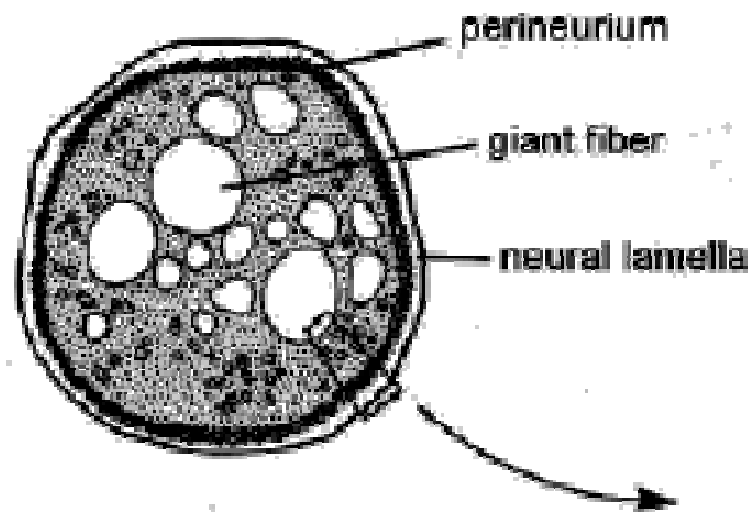
- سلولهای گلیال (glial cells):

- در همه سیستم عصبی وجود دارند، در تماس نزدیک با نرونها و احاطه کننده آنها هستند.

- سلولهای گلیال آکسونها، دندریتها و اجسام سلولی نرونها را در بر میگیرند.

- سلولهای گلیال در یک گره عصبی:

- سلولهای گلیال پیرامونی (peripheral glial cells=perineural cells)



- سلولهای گلیال پیرامونی (peripheral glial cells=perineural cells)

- perineurium را تشکیل می دهند.

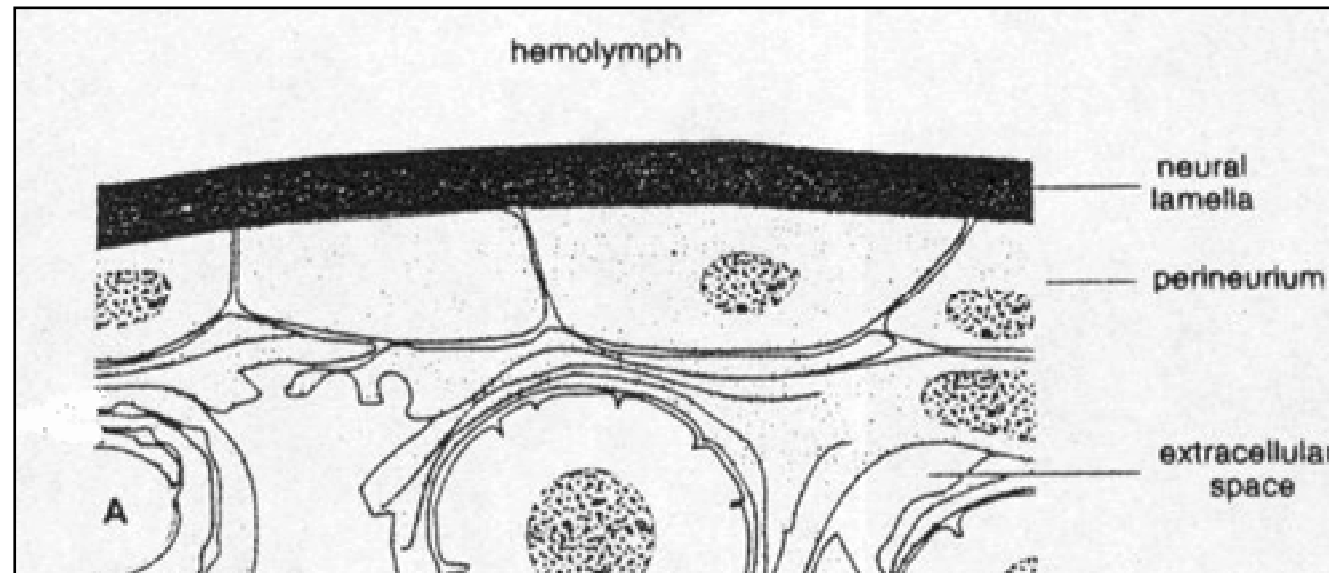
- پری نوریوم لایه داخلی و سلولی (inner cellular layer) در Blood-brain barrier

- لایه خارجی آن غیر سلولی (outer acellular layer) و به آن neural lemma=neural lamella

یا neurolemma می گویند. (به مجموعه پری نوریوم و نورولما: nerve sheath)

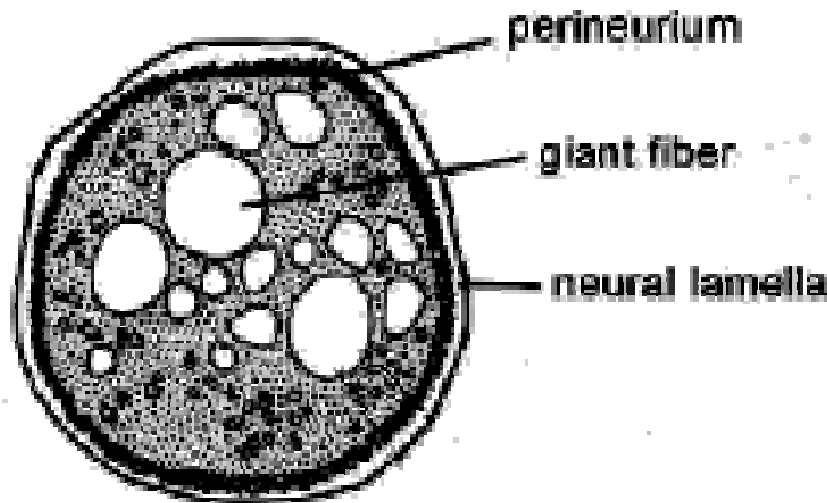
- Hemolymph-CNS barrier: مغز، گره های عصبی شکمی، اتصالات شکمی و عصب های بزرگ را از تماس مستقیم با همولنف محافظت می کند.

- این حفاظ بطور انتخابی نفوذپذیر است.



- Hemolymph-CNS barrier :

- سیستم باز گردش خون حشرات: غلظتهای بالای تری هالوز (trehalose)، اسیدهای آمینه و نسبت بالای سدیم به پتاسیم در بعضی حشرات گیاهخوار و .. برای عمل عصبی بسیار نامناسب است.
- این حفاظ سیستم عصبی را از همولنف جدا می کند.

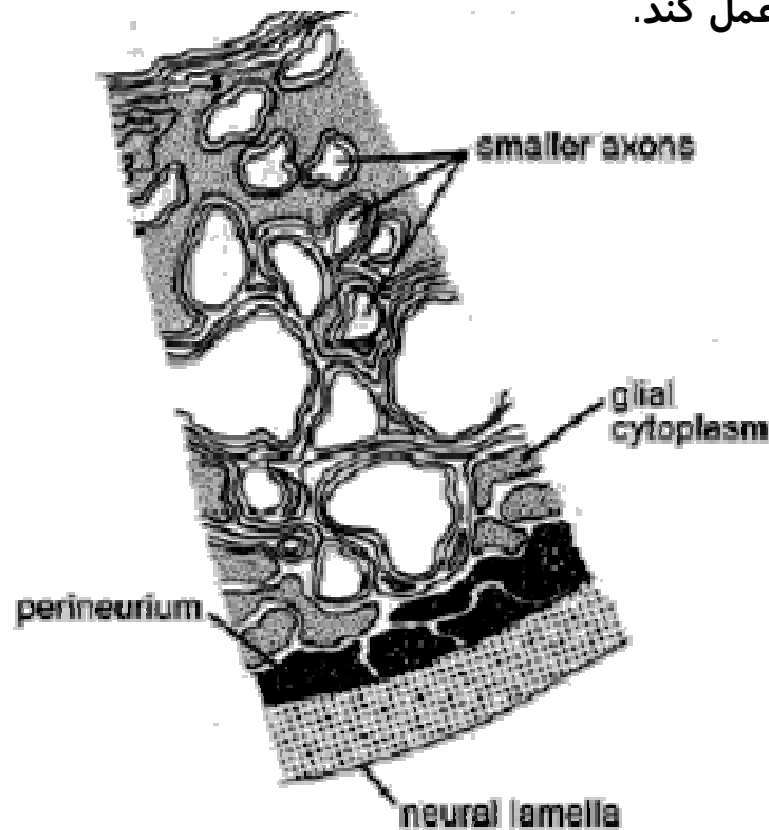


- ضخامت کل این حفاظ (سلولی و غیرسلولی) کم و از 7 میکرومتر تا 15 میکرومتر متغیر است.
- نورولمای غیر سلولی بعضی حشرات از چندین لایه قابل تشخیص تشکیل می شود و شامل:
- فیبریل هایی از ماده شبه کلاژن (collagen-like material) در زمینه ای (matrix) از glycoaminoglycan

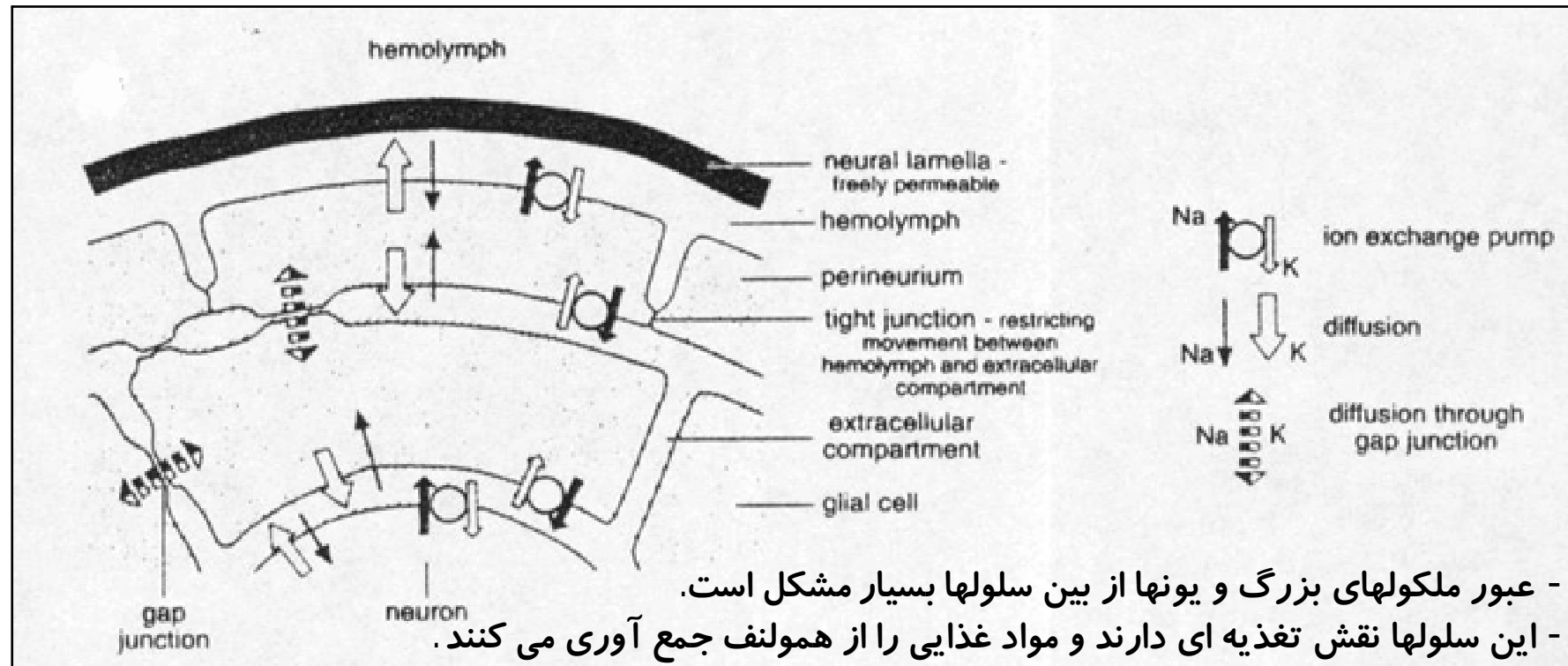
- این ماده زمینه ای فیبری ارتجاعی (elastic) است و اولین حفاظی که نوروفیزیولوژیستها برای داخل کردن میکروالکتروود به منظور ثبت از درون CNS با آن مواجه هستند.

- نورولما احتمالا توسط خارجی ترین لایه سلولی، sheath cells، که درست در زیر نورولما قرار دارند ترشح می شود.

- نورولما برای ملکولهای بزرگ مانند اینولین و متیلن بلو نسبتا نفوذپذیر است و به نظر نمی رسد که نسبت به مواد موجود در همولنف نیز به عنوان یک مانع عمل کند.

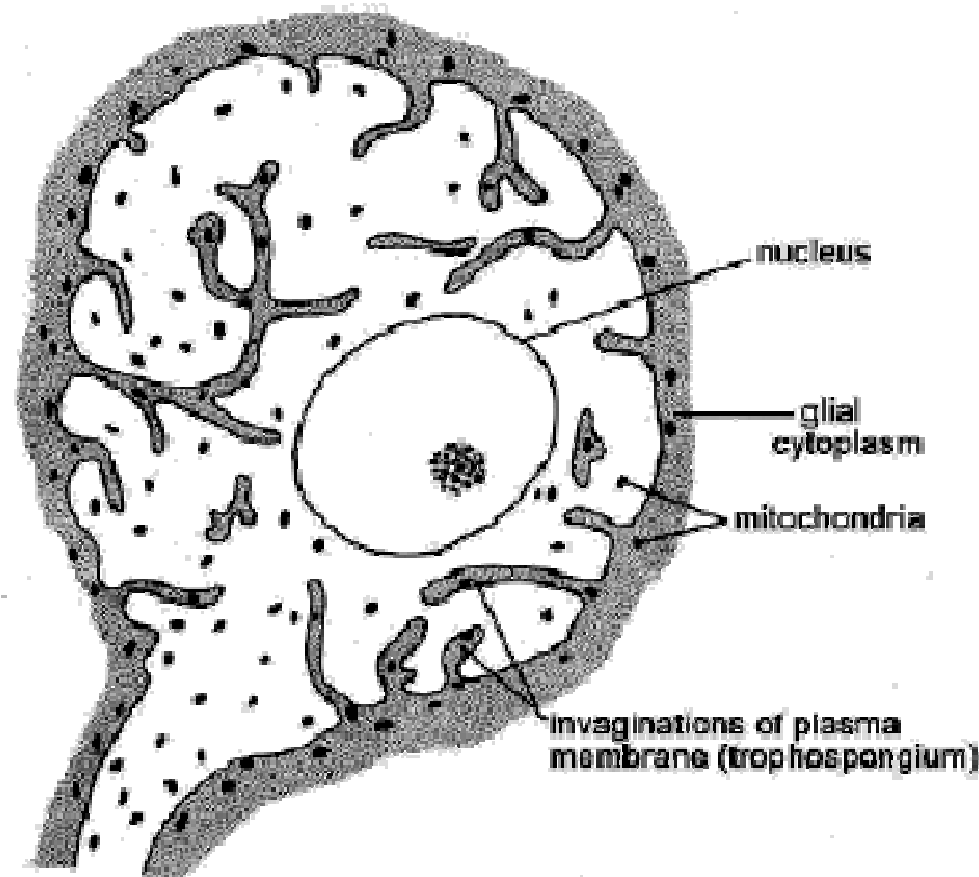


- حفاظ و مانع اصلی مربوط به سلولهای گلیال پیرامونی (peripheral glial cells) است که
- درست در زیر نورولما قرار دارند.
- ضخامت لایه پیرامونی (peripheral layer) چند سلول است.
- ویگلسورث (Wigglesworth, 1959) این سلولها را جزو گلیال طبقه بندی کرده است.
- اما این نکته الان مورد توافق همگان نیست.
- سلولهای این لایه با اتصالات محکم به هم متصل هستند و این لایه به همین دلیل نفوذناپذیر است.

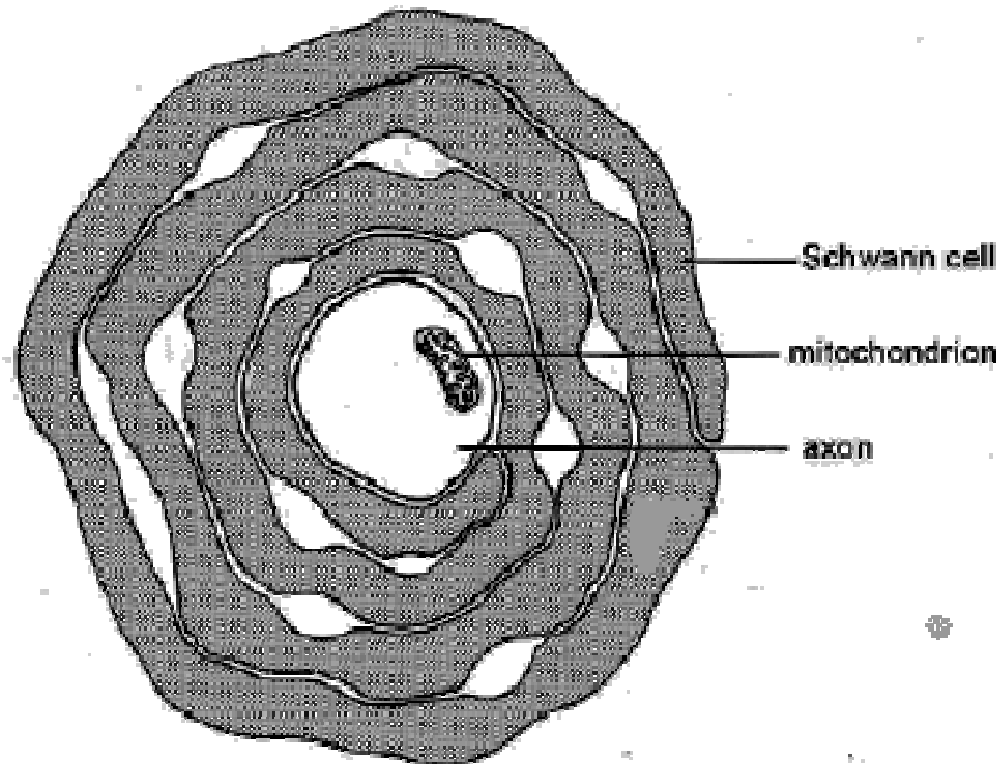


- عبور ملکولهای بزرگ و یونها از بین سلولها بسیار مشکل است.
- این سلولها نقش تغذیه ای دارند و مواد غذایی را از همولف جمع آوری می کنند.

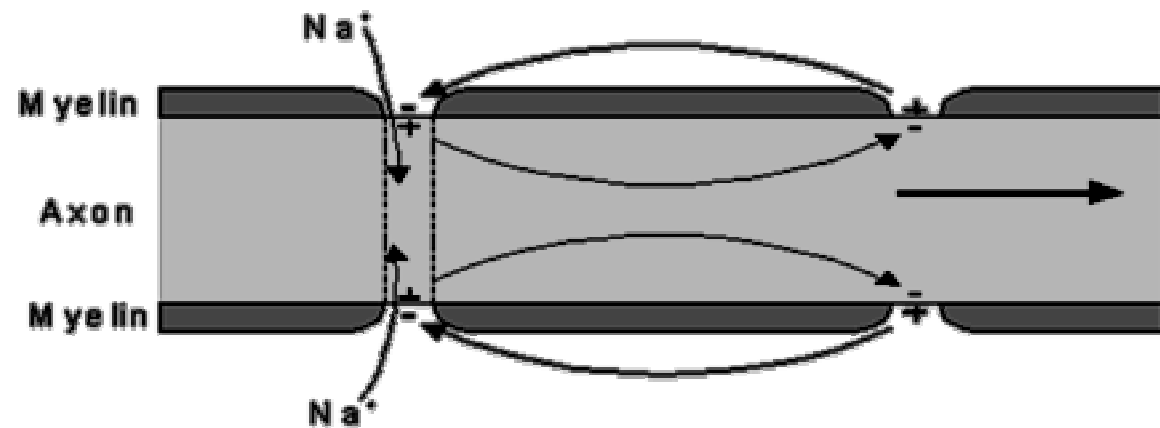
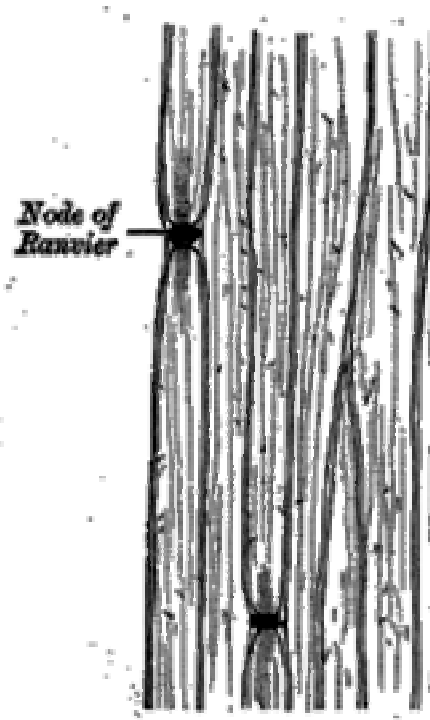
- سلولهای درونی گلیال (inner glial cells) در بین اجسام سلولی قرار دارند و
- زوائد سیتوپلاسمی شبیه انگشت بنام trophospongium را بدخل پریکاریونها می فرستند.
- وظیفه این سلولها: انتقال مواد غذایی از سلولهای perineural به پریکاریونهاست.
- مواد غذایی با جریان سیتوپلاسمی به محل استفاده در جسم سلولی منتقل می شوند.



- نوع دیگر سلولهای گلیال Schwann cells نام دارند.
- در اطراف هر آکسون یا گروهی از آکسونهای کوچکتر می پیچند.
- این سلولها آکسونها را از همولنفی که در آن غوطه ور هستند، جدا می کنند.
- بر خلاف مهره داران، این سلولها در حشرات فشرده نیستند تا غلافی مانند myelin را تشکیل دهند.
- ممکن است حتی چندین دور، دور آکسون پیچد اما پیچش محکم نیست.



- از این گذشته اعصاب حشرات فاقد گره های رانویر (nodes of ranvier) هستند.
- گره های رانویر نواحی بین سلولهای گلیال مجاور هم است.
- در نتیجه هدایت جست و خیزی تکانه ها (saltatory coduction) در حشرات وجود ندارد.



- سلولهای گلیال (glial cells):

- چندین عمل:

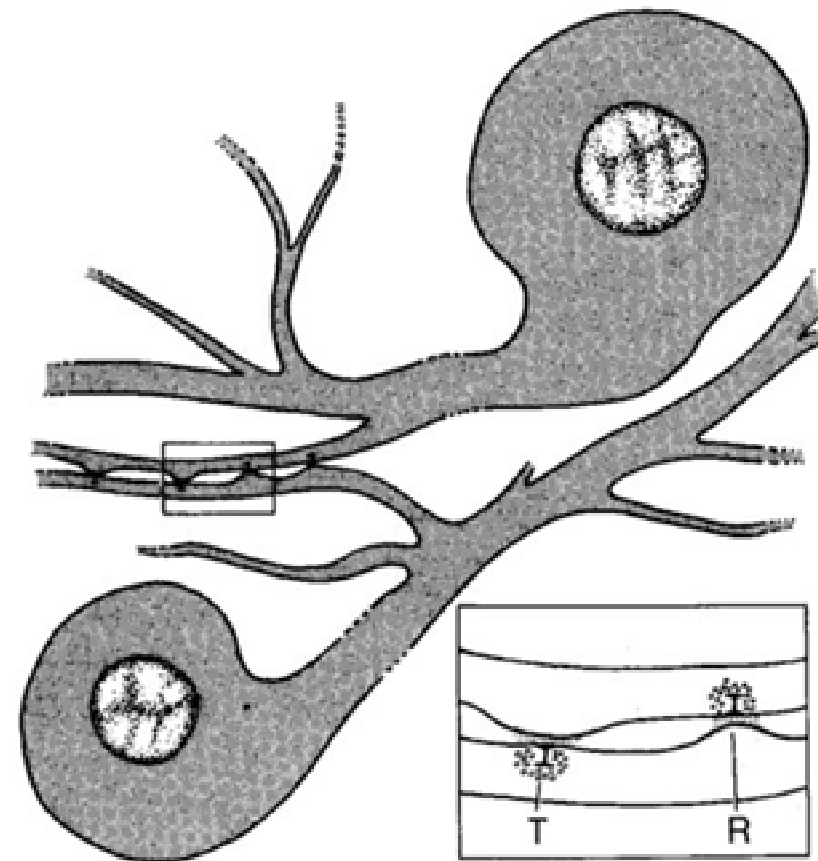
- 1- استحکام ساختاری نرونها
- 2- نقش تغذیه ای و متابولیکی
- 3- محافظت از تاثیر مواد شیمیایی خارجی و اثرات یونی
- 4- فراهم آوردن الگوی رویشی برای رشد مجدد زوائد عصبی آسیب دیده، (?)
- 5- ترمیم و نگهداری نرونهای آسیب دیده (?)
- 6- نقش در signaling و پردازش اطلاعات (?)

What is a synapse and What kinds are there?

A synapse is a space or region between the presynaptic neuron and the postsynaptic region where the information (either chemical or electrical) is exchanged)

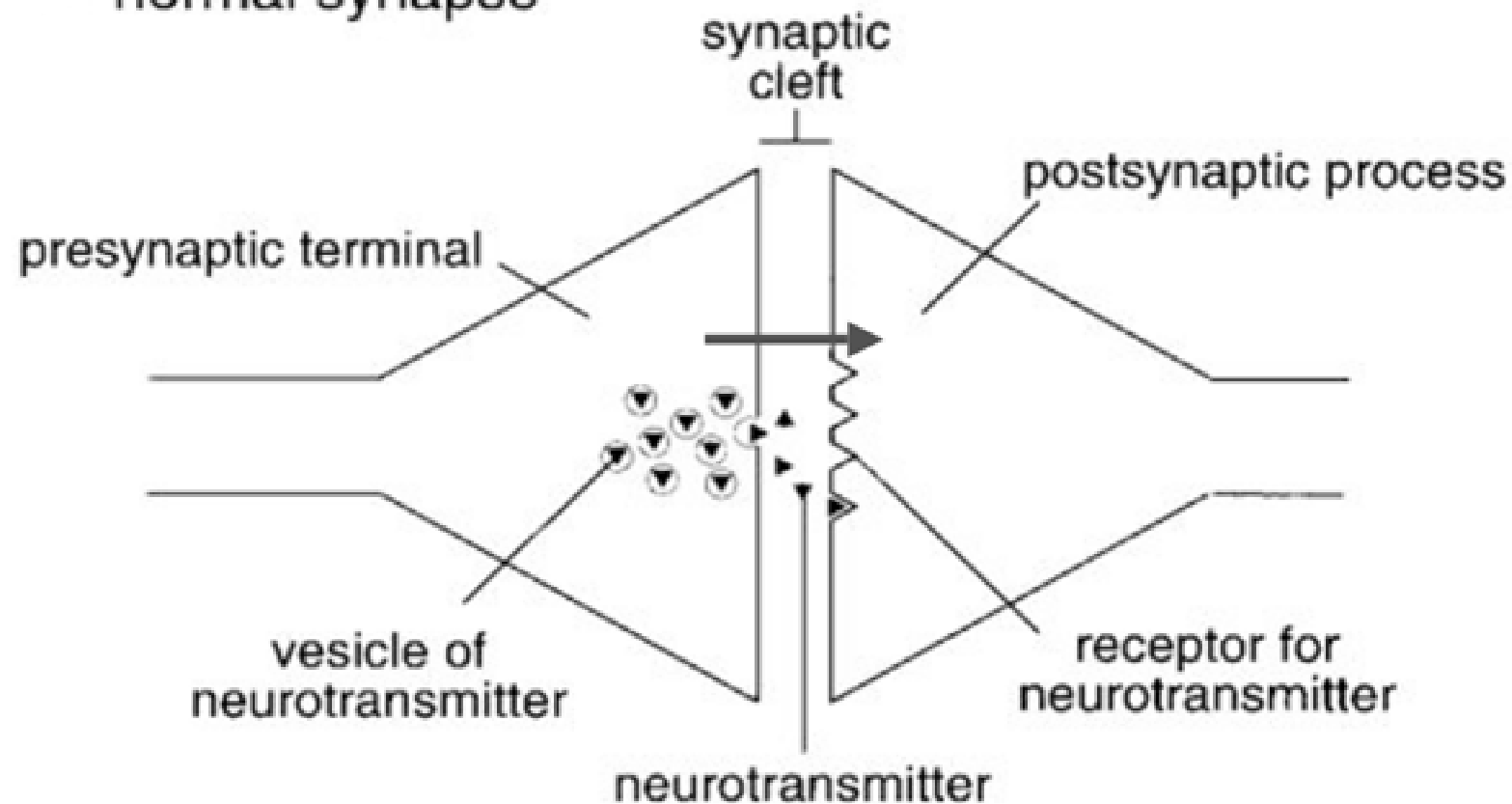
Presynaptic neuron=the sending
or transmitting neuron

Postsynaptic neuron=the receiving
neuron



Events at the synapse-The release of the neurotransmitter occurs when the vesicle moves to the membrane and its membrane unites with that of the neuron and through exocytosis is deposited into the synaptic cleft.

normal synapse



Electrical synapses

Neurons may be in direct electrical contact with another neuron. Thus, the transfer of information from the presynaptic neuron to the postsynaptic neuron is not via a chemical messenger but, involves the **direct exchange of ions** between the two. The gap between the two is only about 3.5 nm. Thus, the two cells are linked via this gap. This type of cell connection is called a **gap junction**.

	<u>transmitter vesicles present</u>	<u>size between cells</u>
Chemical synapse	yes	20-25 nm
Electrical synapse	no	3.5 nm

Classification of the different types of neurons

- I. Relationship to type of input or output
 - A. Sensory or afferent
 - B. Motor or efferent
 - C. Interneuron, association, or internuncial
- II. Type of action on postsynaptic neurons
 - A. Excitatory
 - B. Inhibitory
- III. Chemical taxonomy using immunocytochemical techniques with antibodies developed against various neurotransmitters released by the neuron
 - A. Cholinergic
 - B. Glutaminergic
 - C. Aminergic
 - D. Peptidergic

- انواع سلول عصبی :

1- نرونهاى حسى (Sensory neurons of Afferent)=آوران

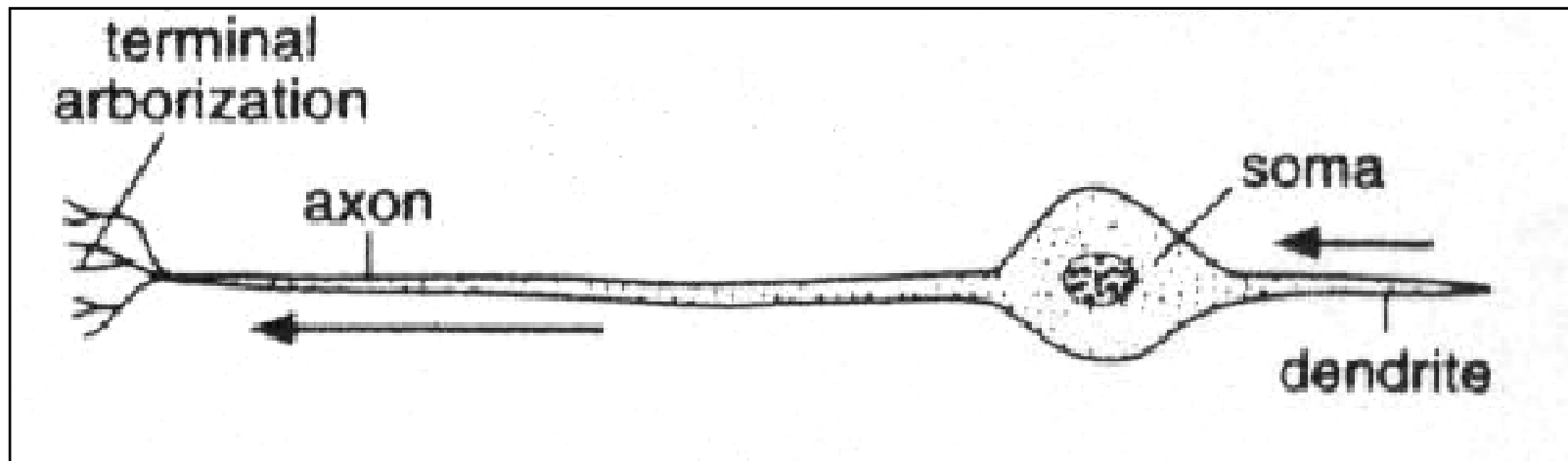
- تكانه هاى عصبى را به سوى CNS منتقل مى كنند.

- جسم سلولى نرونهاى حسى (somata) در حشرات بسيار نزديك به محل تشخيص محرک است.

- در سطح کوتیکولی (برای گیرنده های خارجی)

- دندريتها کوچک و آکسونها بلند هستند.

- دوقطبی (bipolar) هستند (ممکن است بصورت multipolar نیز دیده شوند).



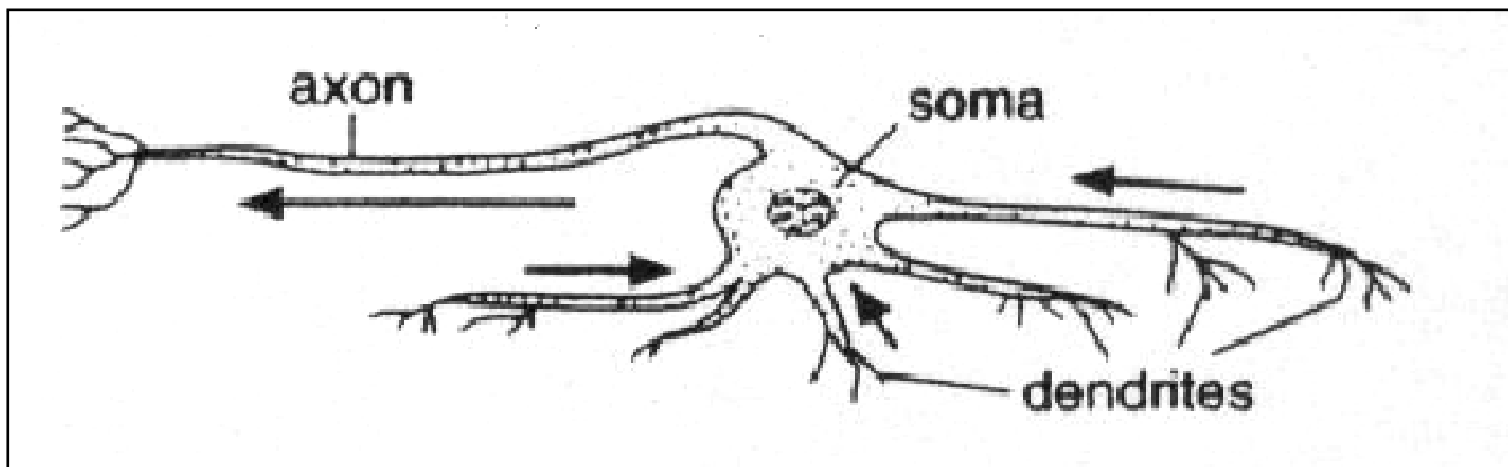
- انواع سلول عصبی :

1- نرونهاى حسى (Sensory neurons of Afferent)

- تعداد آنها با پوست اندازی و دگردیسی تغییر می کند

- برای مثال گیرنده های مکانیکی (mechanoreceptors=innervated hairs)

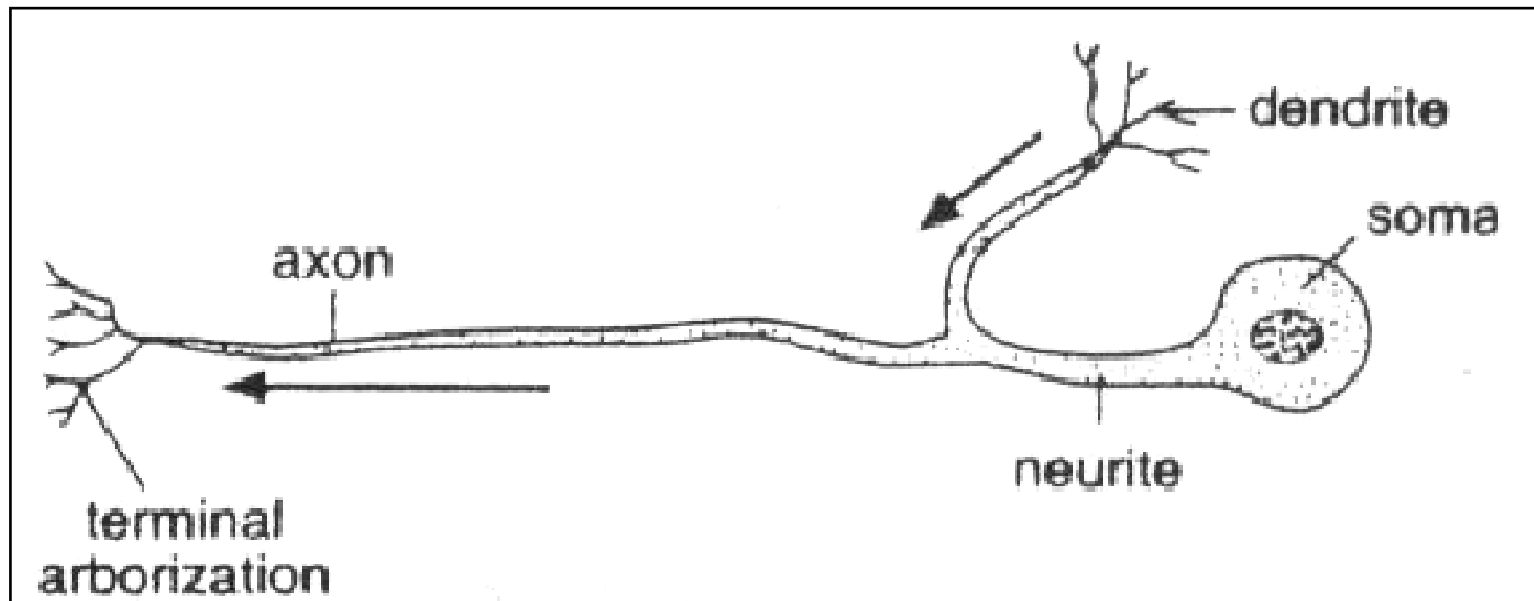
- در طول رشد و پوست اندازی روی سرسی *Acheta domesticus* از 50 تا 750



- انواع سلول عصبی :

2- نرونهاى حرکتی (Motor neurons of Efferent)=بران

- تکانه عصبی (impulse) را از سیستم عصبی منتقل می کنند.
- پریکاریونهاى آنها در ناحیه پیرامونی گره عصبی (ganglion) قرار دارد.
- معمولا تک قطبی (monopolar) هستند (بیشتر نرونهاى حشرات مونوپلار هستند).
- جسم سلولی آنها بزرگ است.

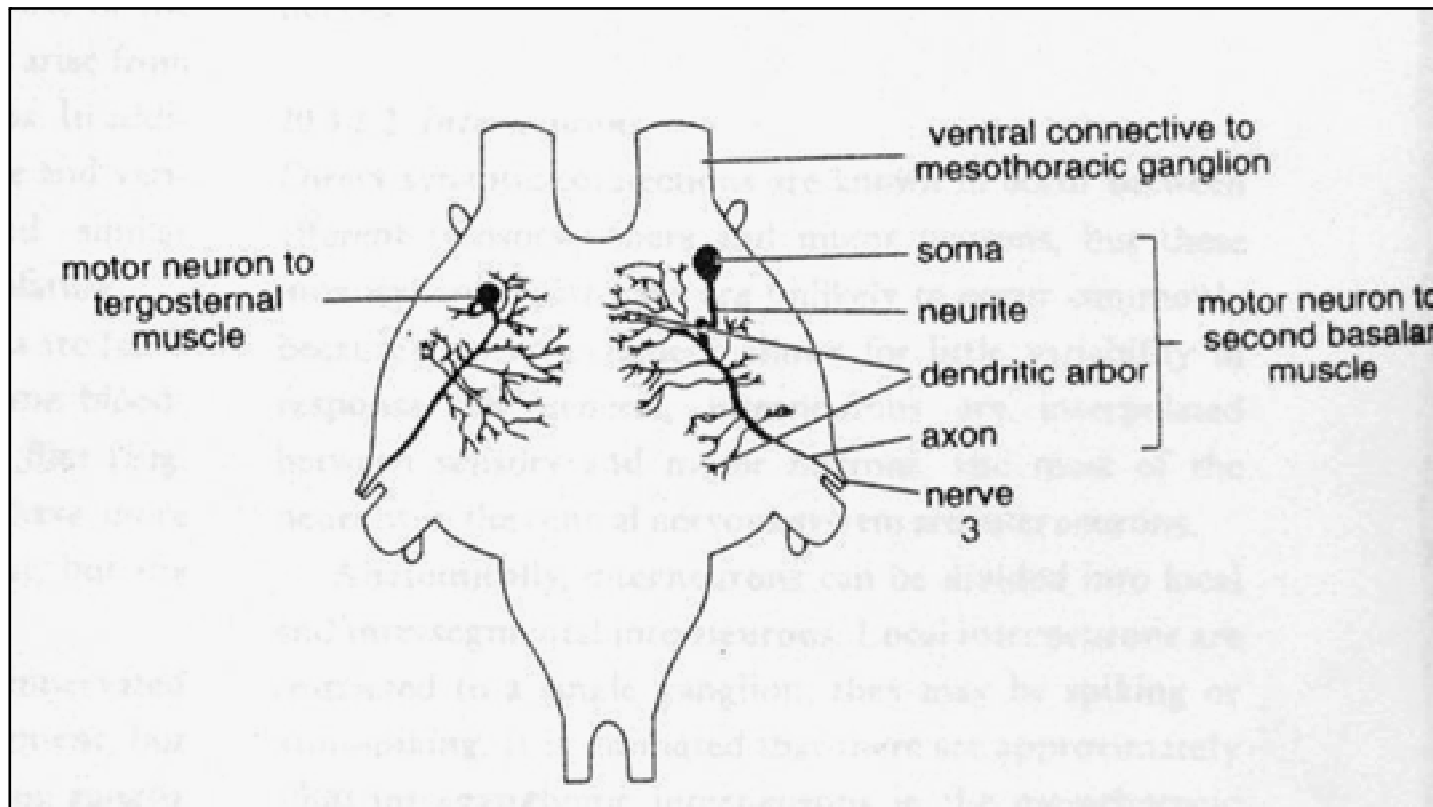


- انواع سلول عصبی :

2- نرونهاي حرکتی (Motor neurons of Efferent)

- نوریت هر نرون حرکتی در هنگام ورود به نروپیل افزایش قطر پیدا می کند.

- جسم سلولی در قسمت پیرامونی گانگلیون و دندریتها در قسمت مرکزی نروپیل



دو نرون حرکتی در metathoracic ganglion در ملخ

- انواع سلول عصبی :

2- نرونهاى حرکتی (Motor neurons of Efferent)

- معمولا روی هر طرف گره عصبی بصورت جفت هستند.
- Dorsal unpaired medial (DUM) motoneurons جفت نیستند.
- نوریتهایی در هر نیمه گره و یک آکسون در هر طرف گره که از طریق یک عصب جانبی گره عصبی خارج می شود تا غده یا ماهیچه ای را عصبدار (innervate) کند.
- از نظر تعداد، نرونهاى حرکتی درصد خیلی کوچکی از کل سلولهای عصبی را شامل می شوند.
- در حدود 100 نرون حرکتی در metathorax در کنترل ماهیچه های پا و بال و دیگر ساختارهای ماهیچه ای در هر طرف بدن شرکت دارند.

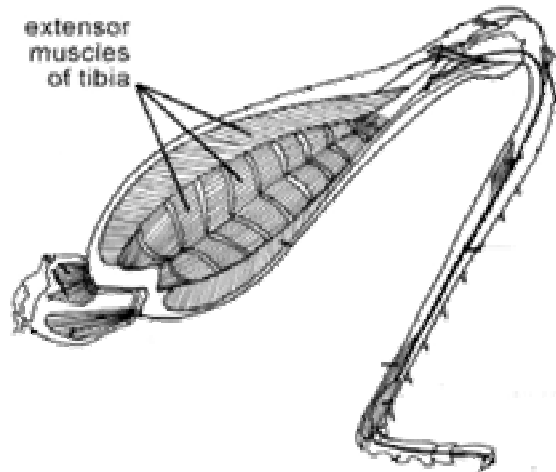
- انواع سلول عصبی :

2- نرونهاى حرکتی (Motor neurons of Efferent)

- تنها دو یا سه یا در مواردی چند نرون حرکتی به ماهیچه های بزرگ می روند.

- مثلا در جفت سوم پاها در ملخ ، extensor muscles of tibiae، تنها 4 نرون حرکتی دریافت می کنند:

1- fast axon, 2- slow axon, 3- inhibitory neuron, 4- DUMETi(dorsal unpaired median extensor tibiae



- اتصالات axon-to-soma که در نرونهاى حرکتی مهره داران معمول است، در حشرات دیده نمی شود.

- همه سیناپسهای نرونهاى حرکتی در نروپیل بین نوریتهای نرونها انجام می شود.

- پریکاریون و نوریتهای کوچک قادر به هدایت جریان عصبی نیستند. (استثنا در نرونهاى DUM)

- انواع سلول عصبی :

3- نرونهاى رابط (interneurons=association neurons=internuncials)

- بیشتر نرونهاى درون سیستم عصبى مرکزی : نرون رابط

- بطور کامل داخل یک گره عصبى قرار دارند یا

- زوائد بین مفصلی (آکسونها) را از طریق طناب عصبى شکمى به دیگر گره ها مى فرستند (برای اتصال سیناپسى).

- اتصالات سیناپسى با: دیگر نرونهاى رابط، نرونهاى حسی ورودی و نرونهاى حرکتی

- نقش بسیار مهمی در هماهنگ سازی سیستم حسی با سیستم حرکتی دارد.

- جسم سلولى آنها در ناحیه پیرامونى گره قرار دارد.

- Monopolar یا Bipolar هستند.

- دو نوعند:

1- Local interneurons

2- Intersegmental interneurons

- انواع سلول عصبی :

3- نرونهاى رابط (interneurons=association neurons=internuncials)

1- Local interneurons

- ارتباط با دیگر نرونها درون گره عصبی است و از گره خارج نمی شوند (محدود به یک گره هستند).

- 1500 نرون رابط (intraganglionic) در مقایسه با 200 نرون رابط (interganglionic)

- در دو نیمه گره عصبی بصورت جفت هستند اما DUM local interneurons جفت نیستند.

- جسم سلولی این DUM در قسمت پیرامونی گره عصبی، نزدیک به خط وسط قرار دارد و نوریتها به هر دو نیمه پخش می شوند.

- نرونهاى DUM ممکن است بصورت local, intersegmental or efferent باشند.

- DUM intersegmental neurons نوریتهایی در هر دو نیمه گره دارند و یک آکسون از بین نوریتهای هر طرف خارج می شود و به گره عصبی بعدی وارد می شود.

- بر اساس اینکه spike را منتقل می کنند یا فقط graded electrical activity دارند بدو گروه:

spiking interneurons و non-spiking interneurons

- انواع سلول عصبی :

3- نرونهاى رابط (interneurons=association neurons=internuncials)

1- Local interneurons

- Spiking local interneurons :

- در : optic neuropils, mushroom bodies of protocerebrum

antennal lobes of deutocerebrum, thoracic ganglia

- در این نرونها، پیام رسانهای مختلفی وجود دارد، GABA یکی از پیام رسانهای عصبی است.

- Efferent DUM interneurons : octapaminergic است.

- Nonspiking local interneurons :

- بخش قابل توجهی از local interneurons را شامل می شوند.

- دراری نوریت‌های متعدد بداخل نوروپیل گره عصبی(انشعابات در قسمت ipsilateral) و

فاقد آکسون مشخص

- آنها Spike را منتقل نمی کنند.

- در شبکه عصبی کنترل کننده رفتار راه رفتن در سوسری

- در TAG بسیاری از حشرات

- انواع سلول عصبی :

3- نرونهاى رابط (interneurons=association neurons=internuncials)

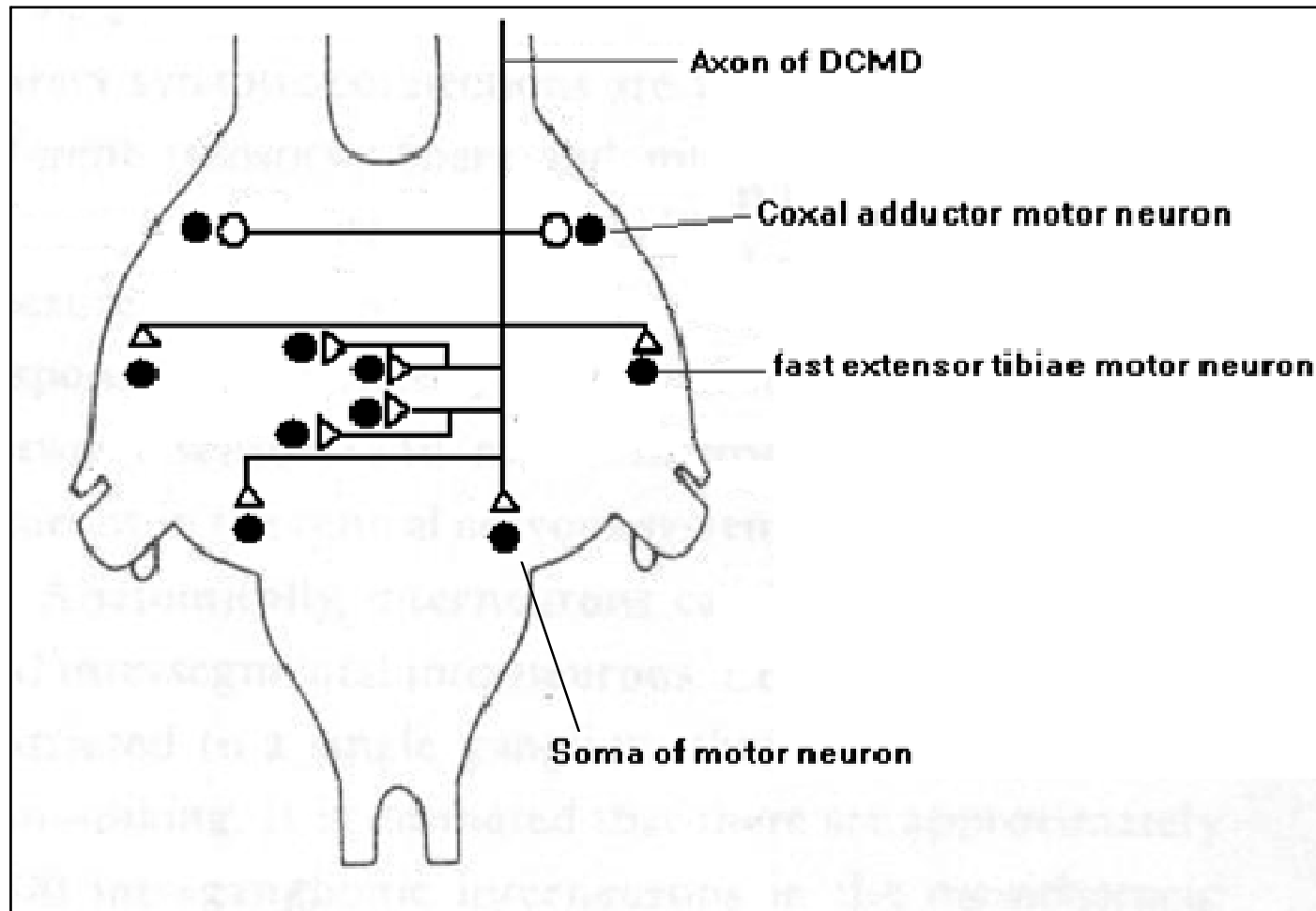
2- Intersegmental interneurons

- نرونهاى رابطى كه از يك گره عصبى خارج مى شوند و اتصالاتى در ديگر نرونها برقرار مى كنند را گويند .
- شناخته شده ترين آنها (DCMD) descending contralateral movement detector در ملخ
- از مغز به گانگليون قفس سينه سوم
- جسم سلولى در مغز اول
- اطلاعات بينايى توسط دندريتها گرفته مى شود.
- آكسون به قفس سينه سوم

- انواع سلول عصبی :

3- نرونهاى رابط (interneurons=association neurons=internuncials)

2- Intersegmental interneurons



آکسونهای غول پیکر (Giant axons)

- نرونهاى حشرات قطر كمى دارند (آکسون آنها تنها چند میکرومتر = 5 میکرومتر یا کمتر)
- آکسونهای غول پیکر :

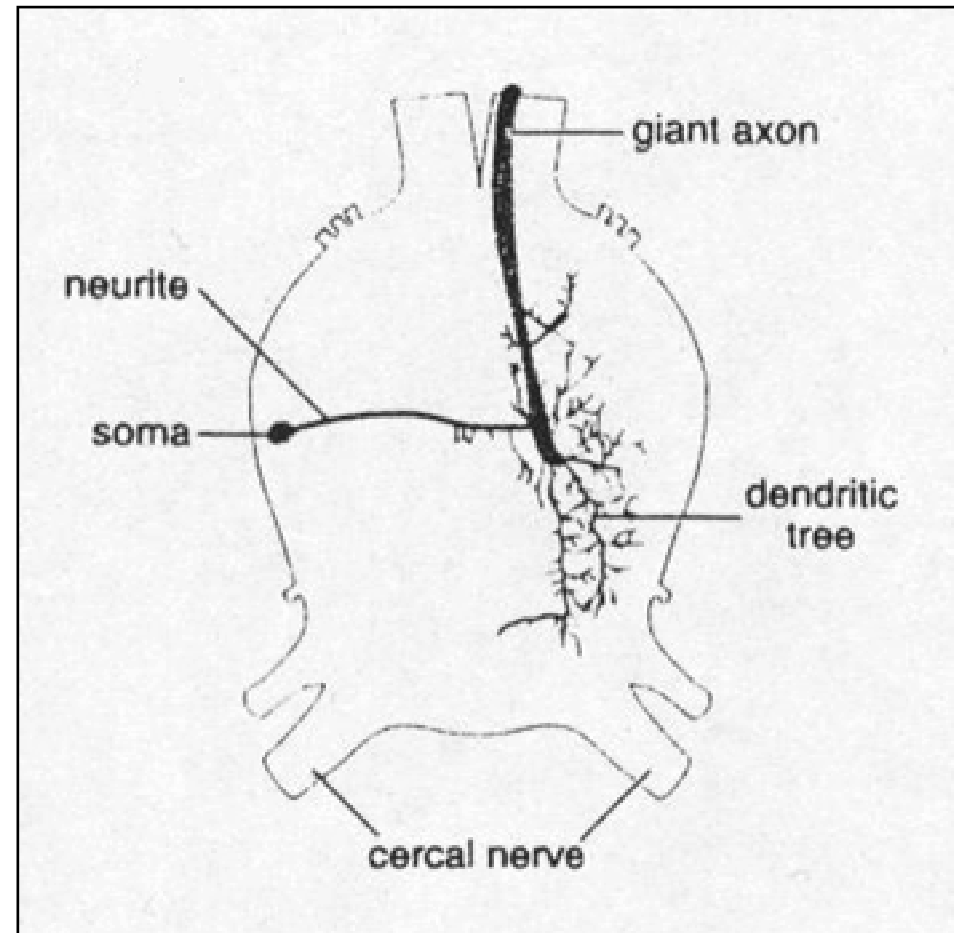
Characteristic	<i>Periplaneta americana</i>	<i>Locusta migratoria</i>
No. giant axons	6-8	4
Axon diameter (μm)	20-60	8-15
Location of somata	Terminal abdominal ganglion	TAG
Sensory connection	Cerci	Cerci
Connection to CNS	Thoracic motoneurons	Thoracic MN

- در سوسری :

- جسم سلولی این آکسونها در TAG قرار دارد.
- این آکسونها با نرونهاى حسى آمده از سرسى در نروپیل TAG اتصال سیناپتیک برقرار مى کنند.
- این آکسونها بدون اتصال سیناپتیک در طول شکم، در گره های عصبی قفس سینه با نرونهاى حرکتى که به پاها مى روند سیناپس مى کنند.
- این "giant fibers" پاسخ سریع به محرک فراهم مى آورند (رفتار فرار)

آکسونهای غول پیکر (Giant axons)

- یک پف هوا (a puff of air) به سرسی منجر حرکات فرار سریع سوسری میگردد.
- در لارو آسیابک واکنش فرار نیز از طریق همین فیبرهای غول پیکر انجام می شود.



INSECT NERVOUS SYTEM

A. Central nervous system (CNS)

1. Brain-supraesophageal ganglion. Is the result of the fusion of ganglion 1 in early ancestors
 - a. Protocerebrum
 - b. Deutocerebrum
 - c. Tritocerebrum
2. Ventral nerve cord and segmental ganglia
 - a. Subesophageal ganglion. Is the result of the fusion of ganglia 2,3 and 4 in early ancestors

B. Stomatogastric, stomodael or visceral nervous system (VNS)

1. Frontal ganglion
2. Recurrent nerve and NCCI and NCCII
3. Hypocerebral ganglion complex

C. Peripheral nervous system (PNS)

1. Receptor-cell or part of a cell that converts stimuli into nerve impulses
example=chemoreceptor, mechanoreceptor
2. Sensillum (sensilla, pl)-a simple sense organ composed of a few neurons
example=chemosensillum
3. Sense organs-grouping of several kinds of cells or tissues built around a group of receptor cells of a specialized type. Example=eye, antenna

1- سیستم عصبی مرکزی (CNS) شامل:

1- مغز (Brain)،

2- گره عصبی زیر مری (subesophagal ganglion)

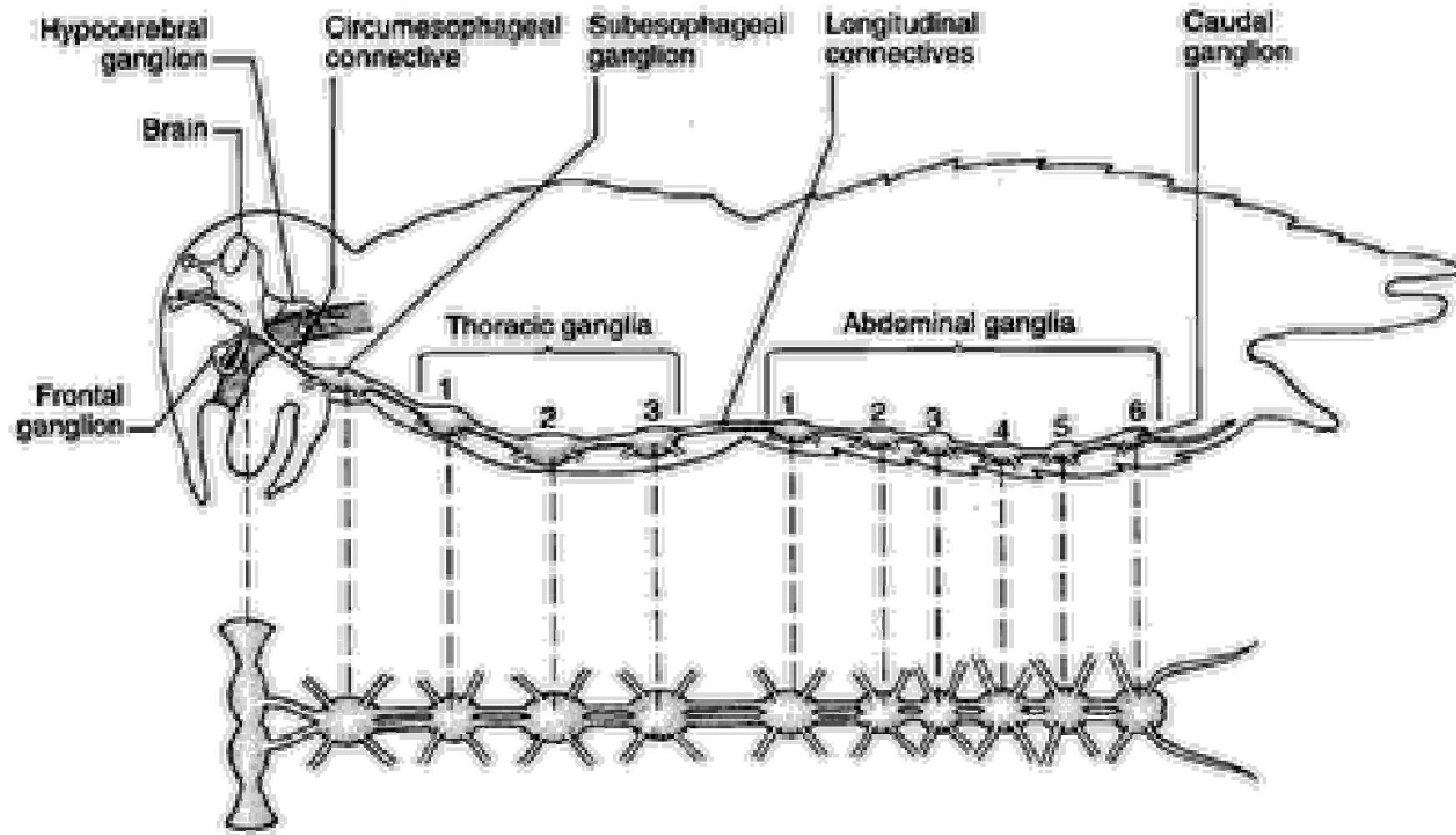
3- تعدادی گره عصبی (ventral ganglia) : قفس سینه ای (thoracic ganglia) و

شکمی (abdominal ganglia)

- گانگلیونها توسط اتصالات طولی (connective) بهم متصل شده اند و طناب عصبی شکمی (ventral nerve cord) را بوجود آورده اند.

سیستم عصبی را می توان بدو قسمت تقسیم نمود:

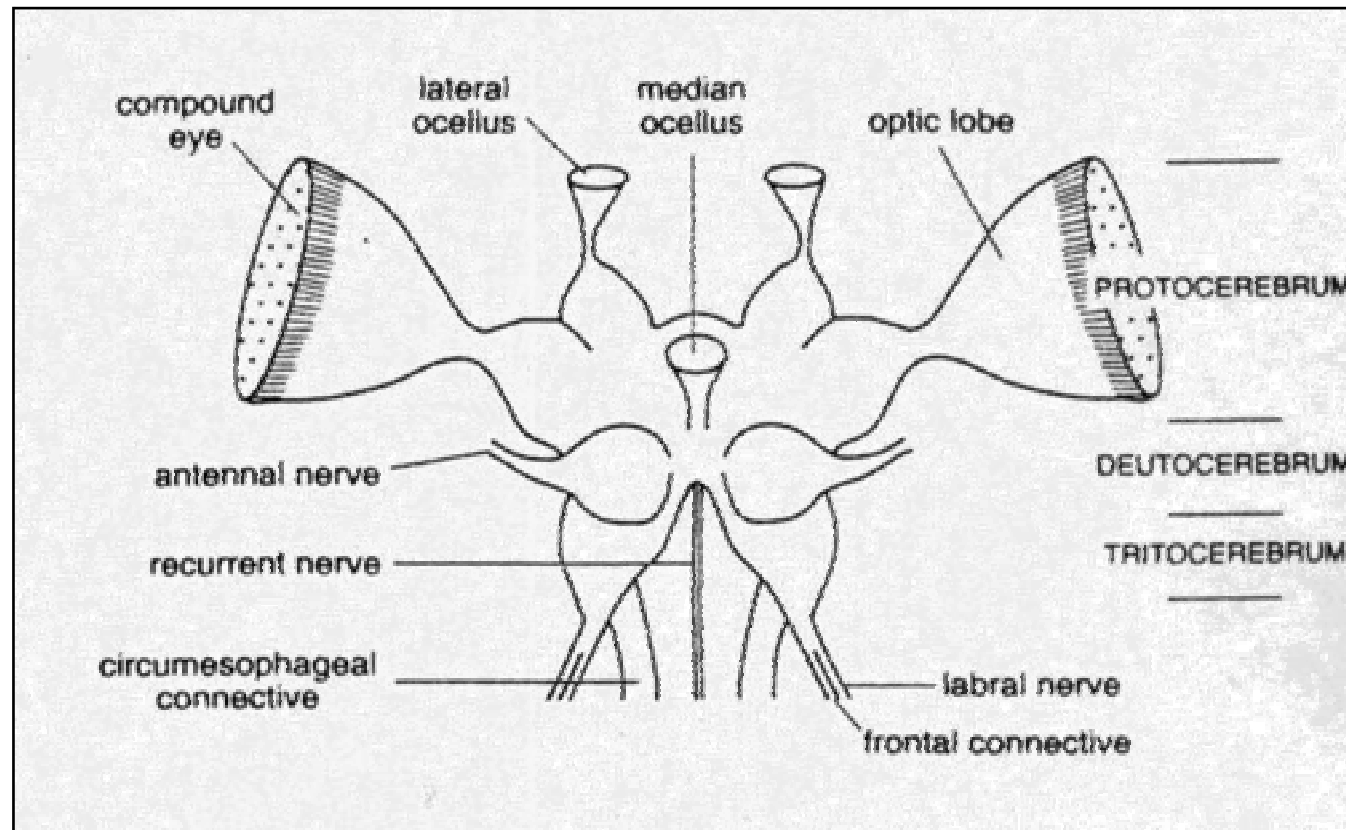
1- سیستم عصبی مرکزی (CNS) شامل:



- مغز از سه قسمت:

مغز اول (protocerebrum)، مغز دوم (deutocerebrum) و مغز سوم (tritocerebrum)

- این سه توده گانگلیونی در بالای بالای مری قرار دارد و گاهی به آنها supraesophageal ganglion می گویند.



- مغز اول (protocerebrum):

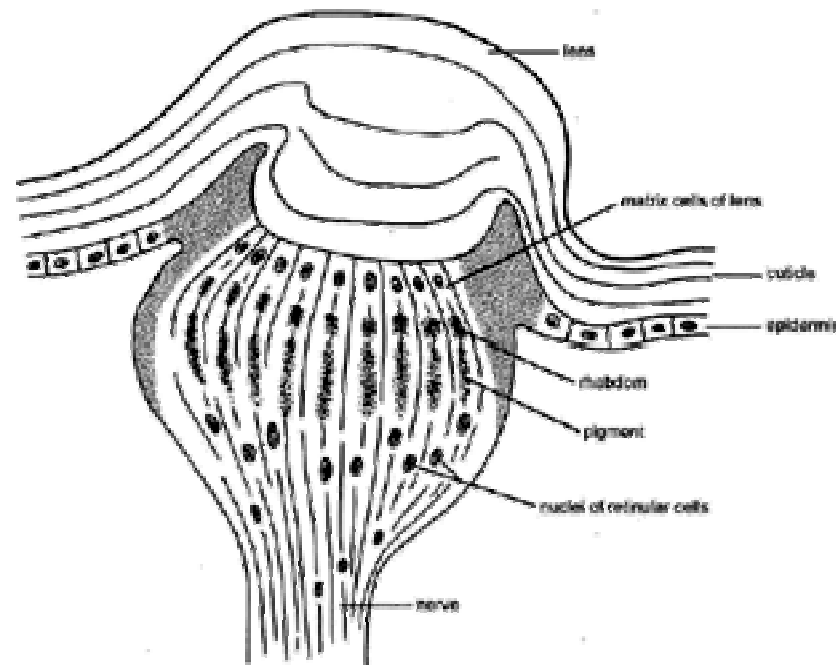
- بزرگ ترین و پیچیده ترین ناحیه مغز

- محل اصلی پردازش اطلاعات رسیده از بسیاری از منابع حسی است.

- مغز اول در قسمت جلو، ناحیه اعصاب چشم های ساده (ocellar nerves) را تشکیل می دهد

- نرونها گیرنده در چشمها retinular cells نامیده می شوند.

- این نرونها در چشمهای ساده primary receptor نیستند... یعنی؟



- مغز اول (protocerebrum):

- زنبور عسل دارای 3 چشم ساده است و هر یک 800 سلول رتینولار دارد که آکسون کوتاهی دارند.

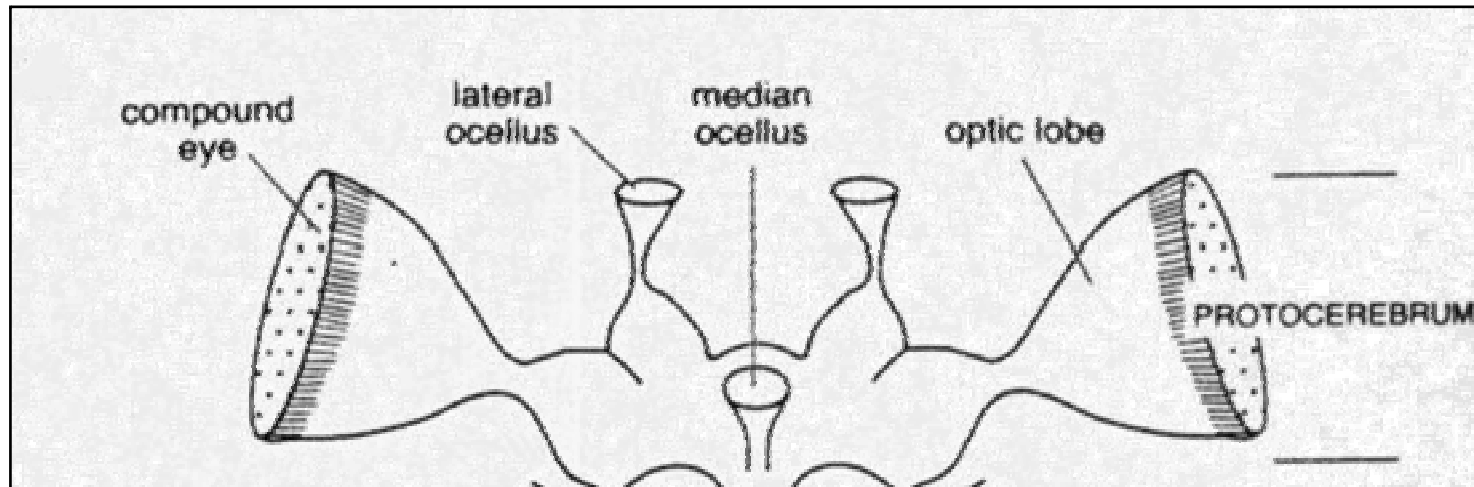
- این 800 سلول به 8 نرون second-order همگرا می شوند (اتصال سیناپسی).

- نرونهاي second order هر سه چشم همگرا شده و ocellar nerve را تشکیل می دهند.

- قسمت های جانبی مغز اول را Optic lobes تشکیل می دهند.

- لب های اپتیک مرکز پردازش اطلاعات دریافتی از چشم های مرکب هستند و دارای چندین ناحیه نوروپیل

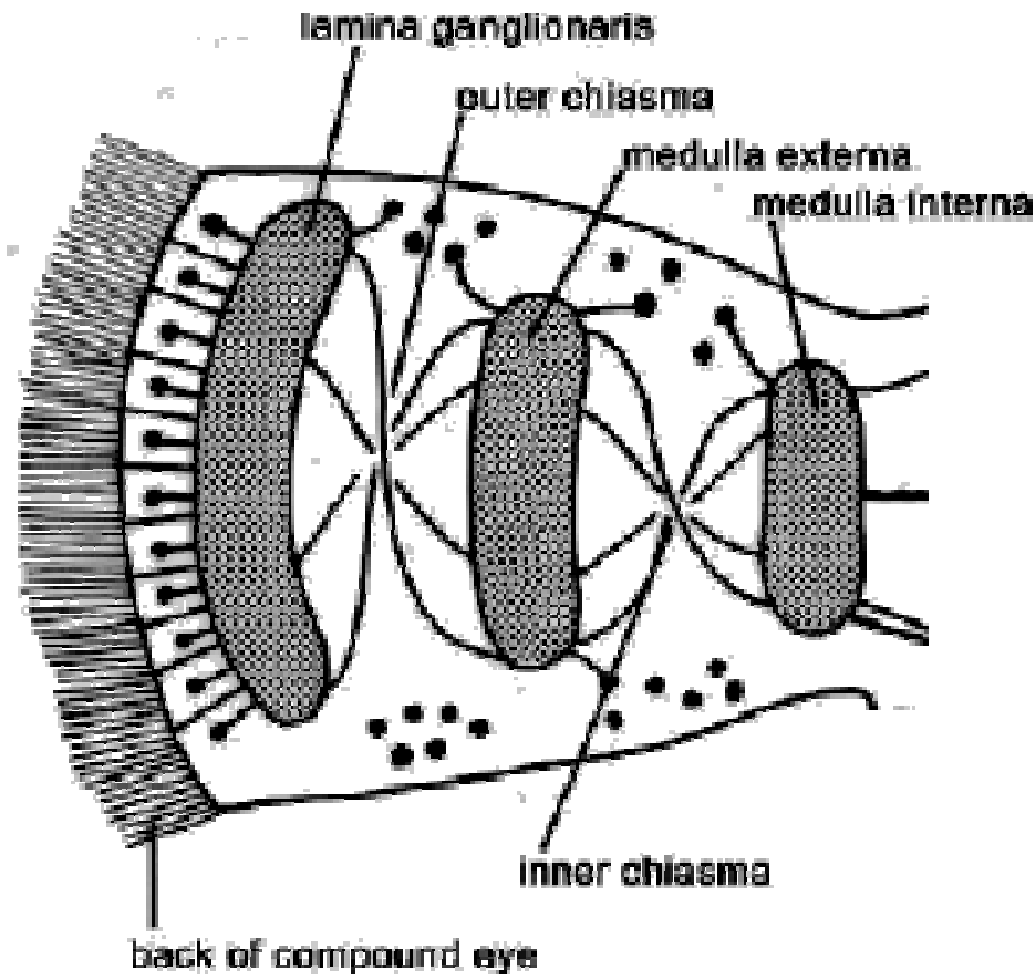
مربوط به پردازش بینایی می باشند.



- لب اپتیک (Optic lobe):

- هر optic lobe دارای سه نوروپیل بزرگ است.

- انتهایی ترین آن lamina ganglionaris : محل اولین اتصال سیناپسی آکسونهای سلولهای رتینولار.



- لب اپتیک (Optic lobe):

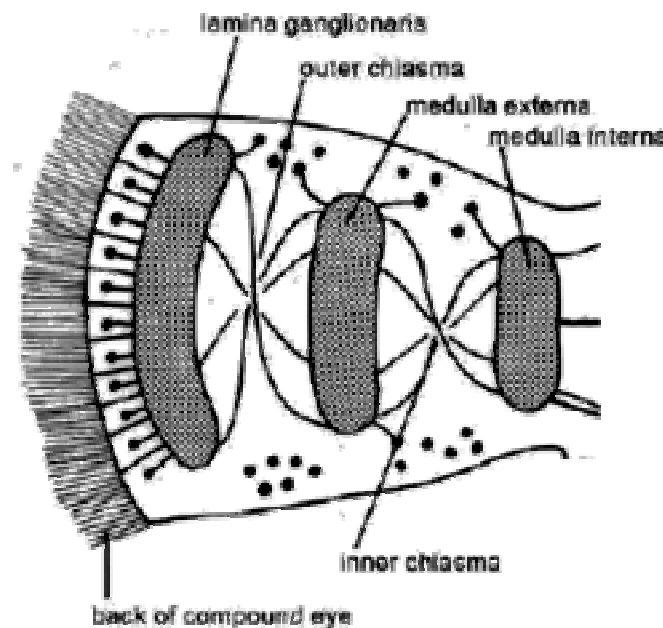
- عصبهایی که لامینا را ترک می کنند، همدیگر را قطع می کنند و وارد دومین نروپیل، medulla میشوند.

- شبکه عصبی بین لامینا و مدولا external chiasma= outer chaisma نام دارد.

- عصبهایی که از مدولا خارج می شوند دوباره همدیگر را قطع می کنند و وارد سومین توده نروپیلی بنام

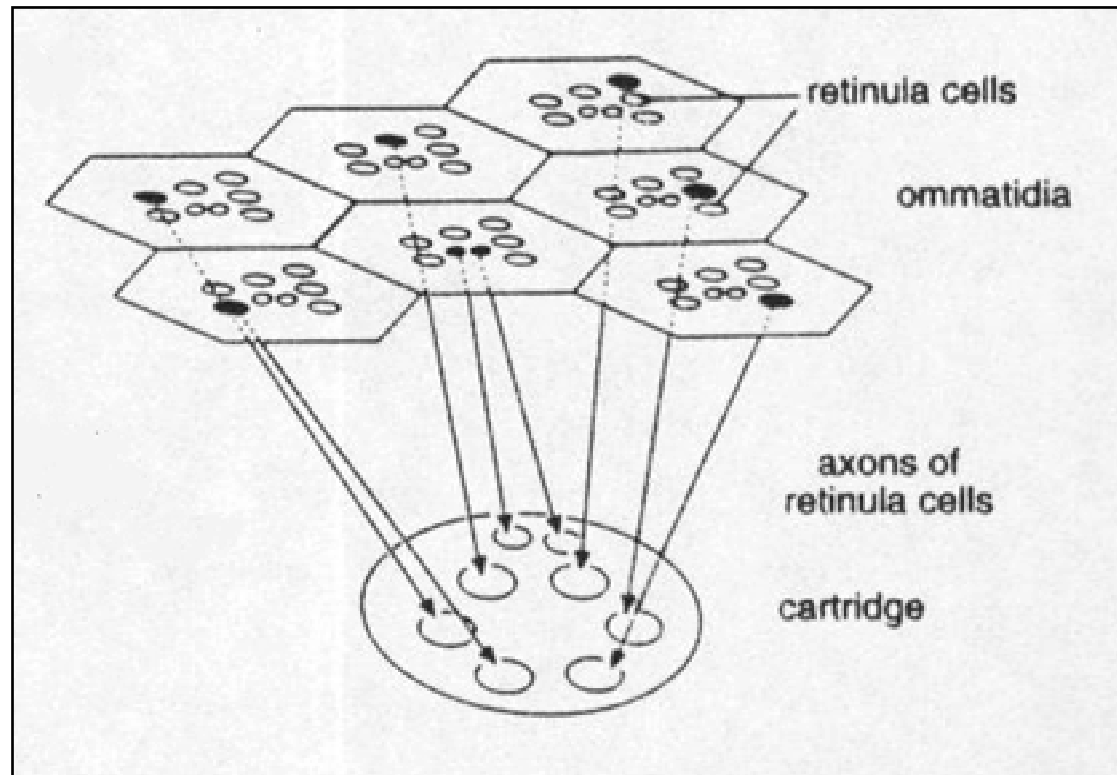
lobuli می شوند.

- شبکه اعصاب بین medulla و lobuli: کیاسمای درونی (internal chiasma) یا inner chiasma



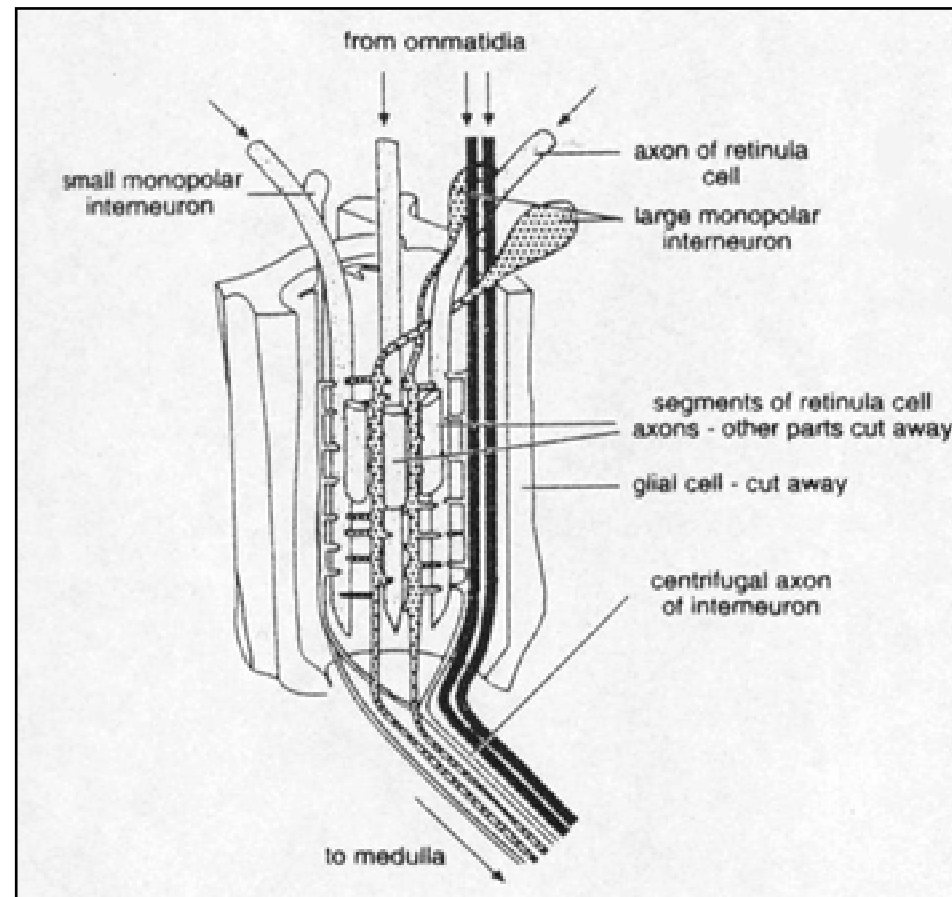
- لب اپتیک (Optic lobe):

- لامینا از نرونهاى بزرگ تک قطبى (LMN)، نرونهاى رابط و سلولهاى گلیال تشکیل شده است.
- در دوبالان، در لامینا، گروهى از نرونها تشکیل **neural cartridge or neurommatidia**:
- در *Calliphora* و *Musca* در هر لب 3000 کارتریج مطابق با 3000 اوماتیدی وجود دارد.
- اوماتیدی ها آکسونهایشان را برای اتصالات سیناپتیک به داخل کارتریج می فرستند.

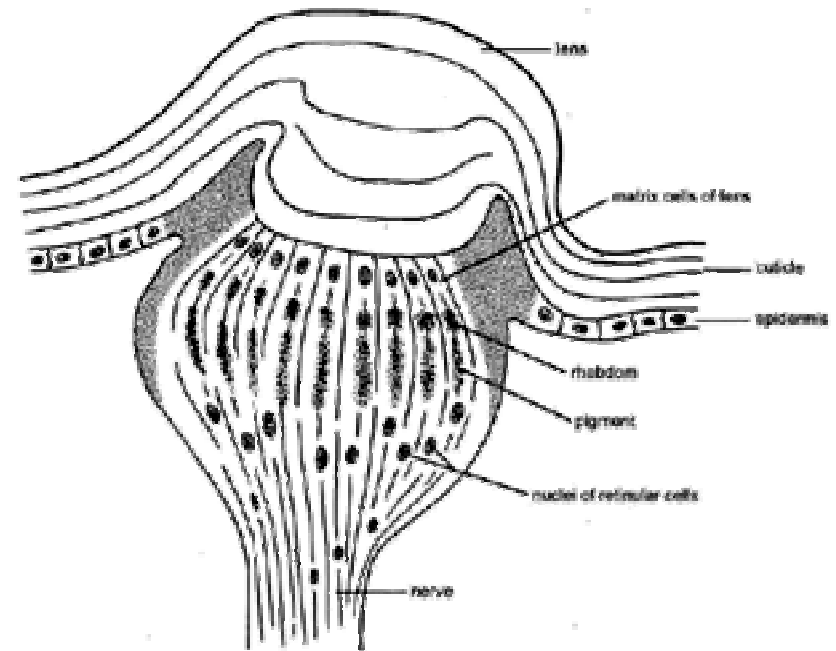
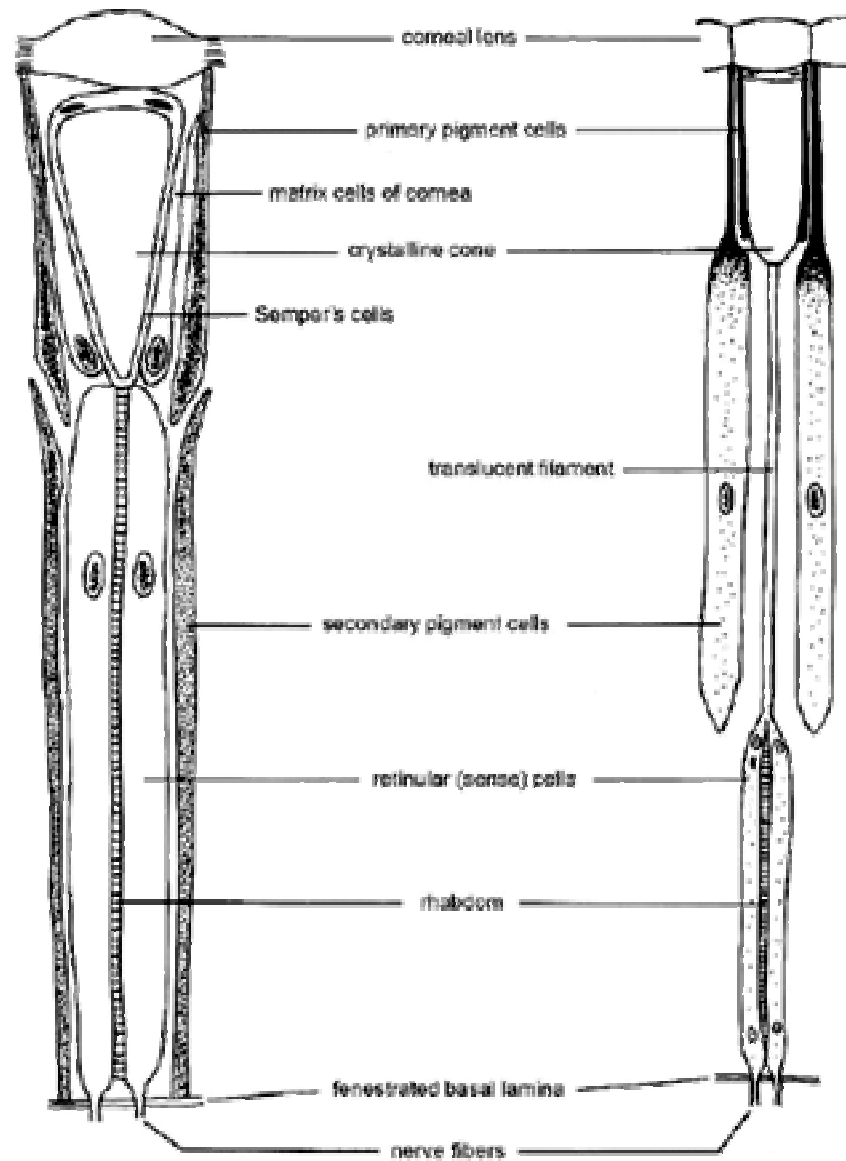


- لب اپتیک (Optic lobe):

- در هر کارتریج: 4 نرون مونوپلار، 6 نرون منشعب و 6 آکسون آمده از 6 اوماتیدی مختلف
- آکسونهای سلولهای رتینولار قبل از وارد شدن به لامینا از روی هم عبور می کنند (cross=decussate)
- بعضی از آکسونهای رتینولار بدون اتصال سیناپسی از لامینا عبور می کنند.



- لب اپتیک (Optic lobe):



?

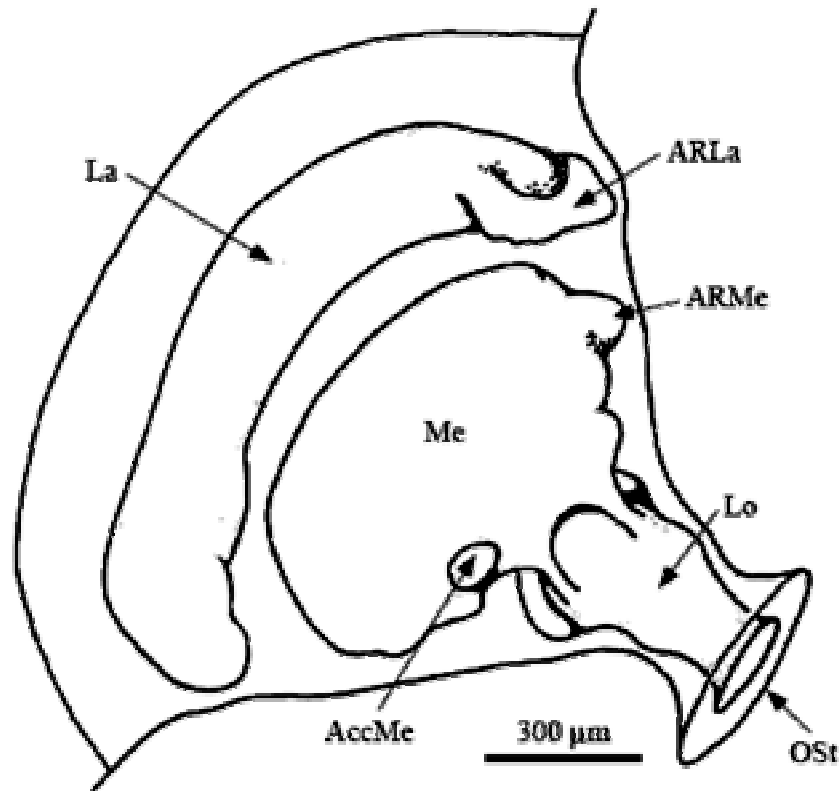
- لب اپتیک (Optic lobe):

- عصبهایی که از مدولا خارج می شوند دوباره همدیگر را قطع می کنند و وارد سومین توده نروپیلی: **lobuli**

- **lobuli** شامل چندین توده که گاهی اوقات جدا هستند.

- در مگس *Musca* دارای دو توده جدا بنام **lobula** و **lobulus** است.

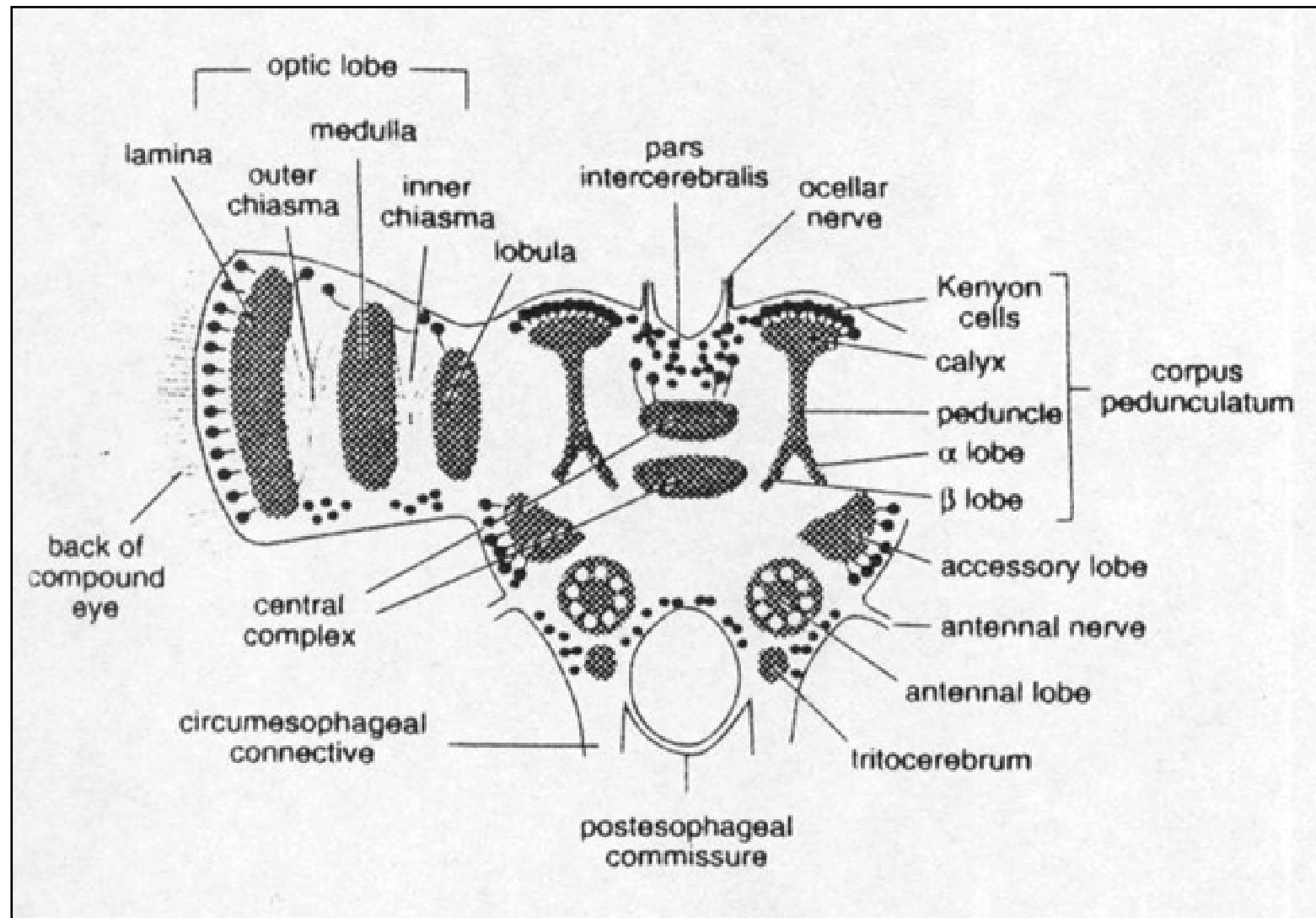
- گاهی اوقات به **lobuli**، **medulla interna** می گویند. در این حالت به مدولا، **medulla externa** گویند.



Optic lobe in *Schistocerca gregaria*

- مغز اول (protocerebrum):

- corpora pedunculata=mushroom bodies -



- مغز اول (protocerebrum):

- corpora pedunculata=mushroom bodies :

- اسم آنها بدلیل شکل خاص آنها در برش عرضی است.

- دو مرکز مهم جانبی مغز اول (در دو طرف pars intercerebralis)

- دارای دو قسمت ساقه (peduncle=stalk) و سرپوش (calyx=cap)

- ساقه به دو لب آلفا و بتا و گاهی سه لب

- در Apis کالیکس در هر جسم قارچی دو عدد و دارای سه حلقه نروپیلی بنام lip, collar, basal ring

- نرونهاى رابطی بنام Kenyon cell که:

- چنین شکلی را بوجود می آورند.

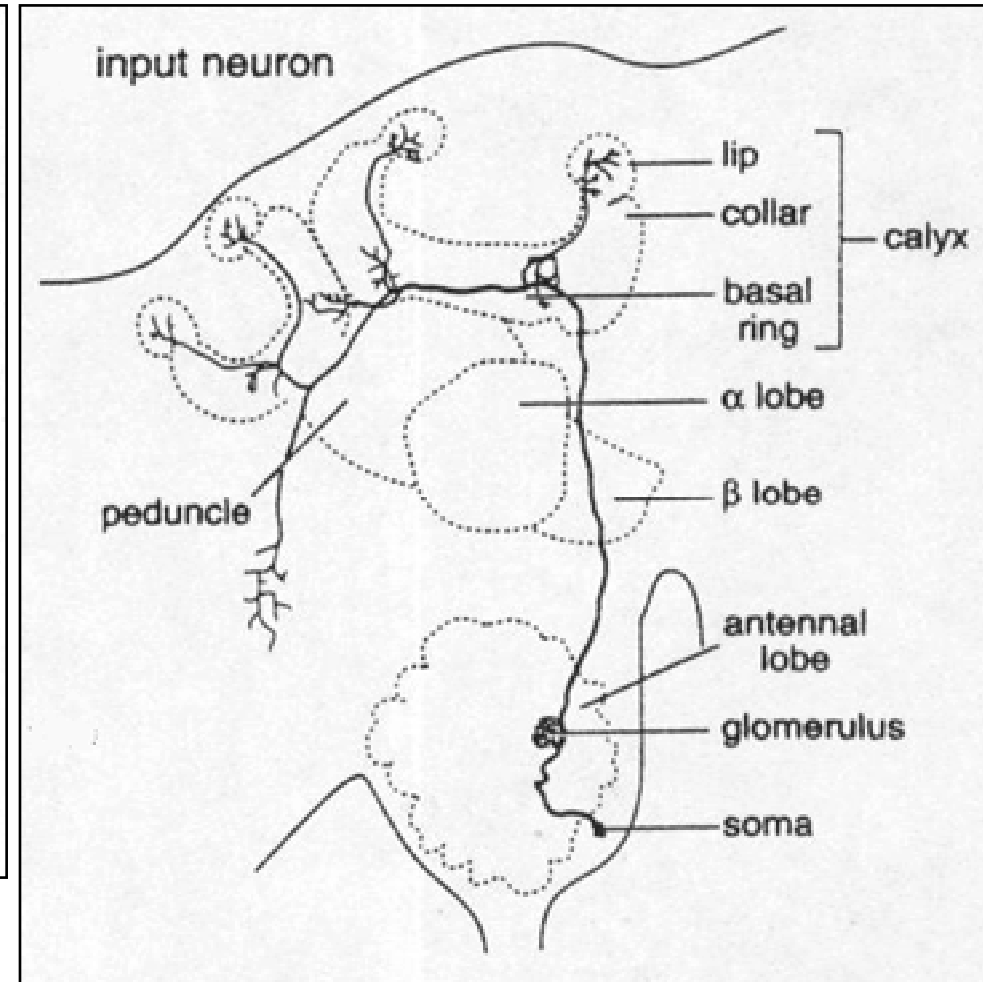
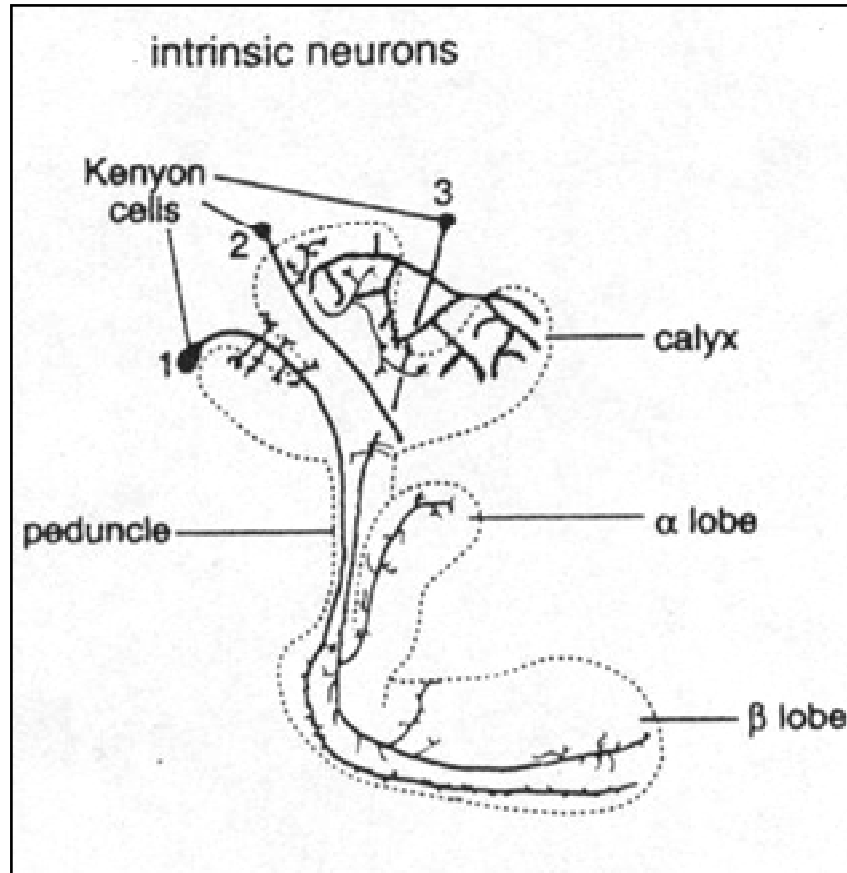
- جسم سلولی در در بالای کالیکس

- دندریتها در کالیکس

- آکسونها به سمت ساقه

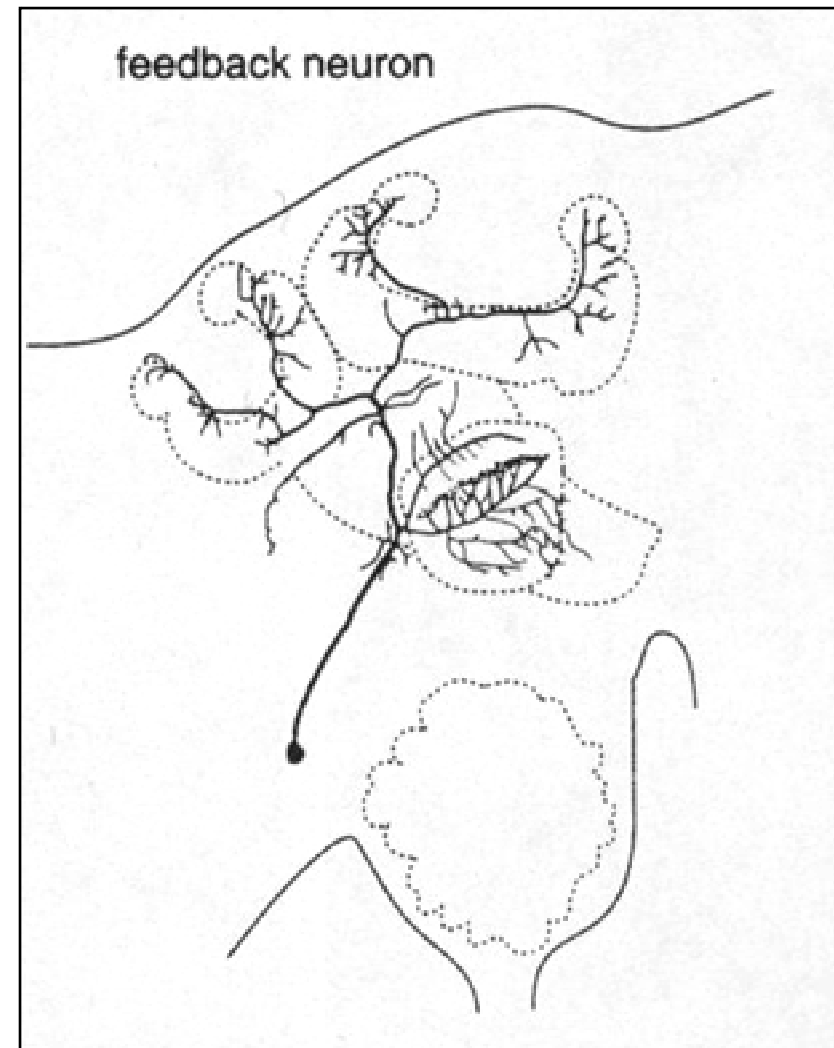
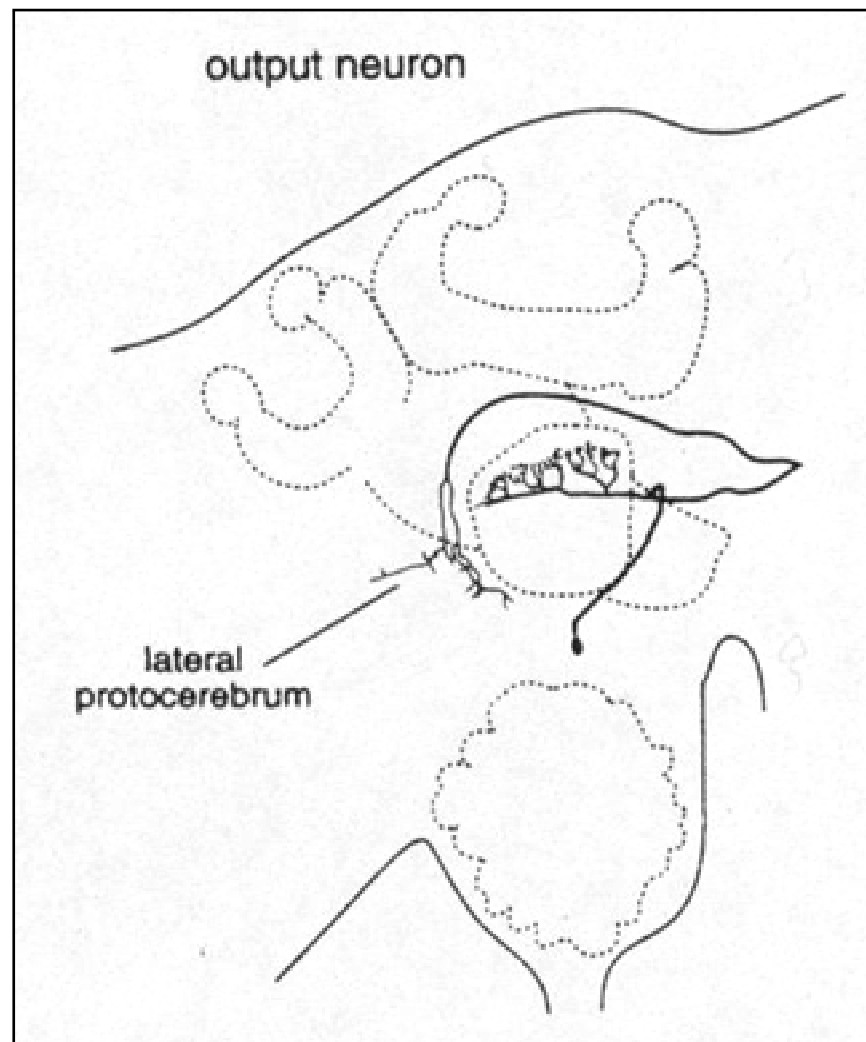
- مغز اول (protocerebrum):

- corpora pedunculata=mushroom bodies -



- مغز اول (protocerebrum):

- corpora pedunculata=mushroom bodies -



- مغز اول (protocerebrum):

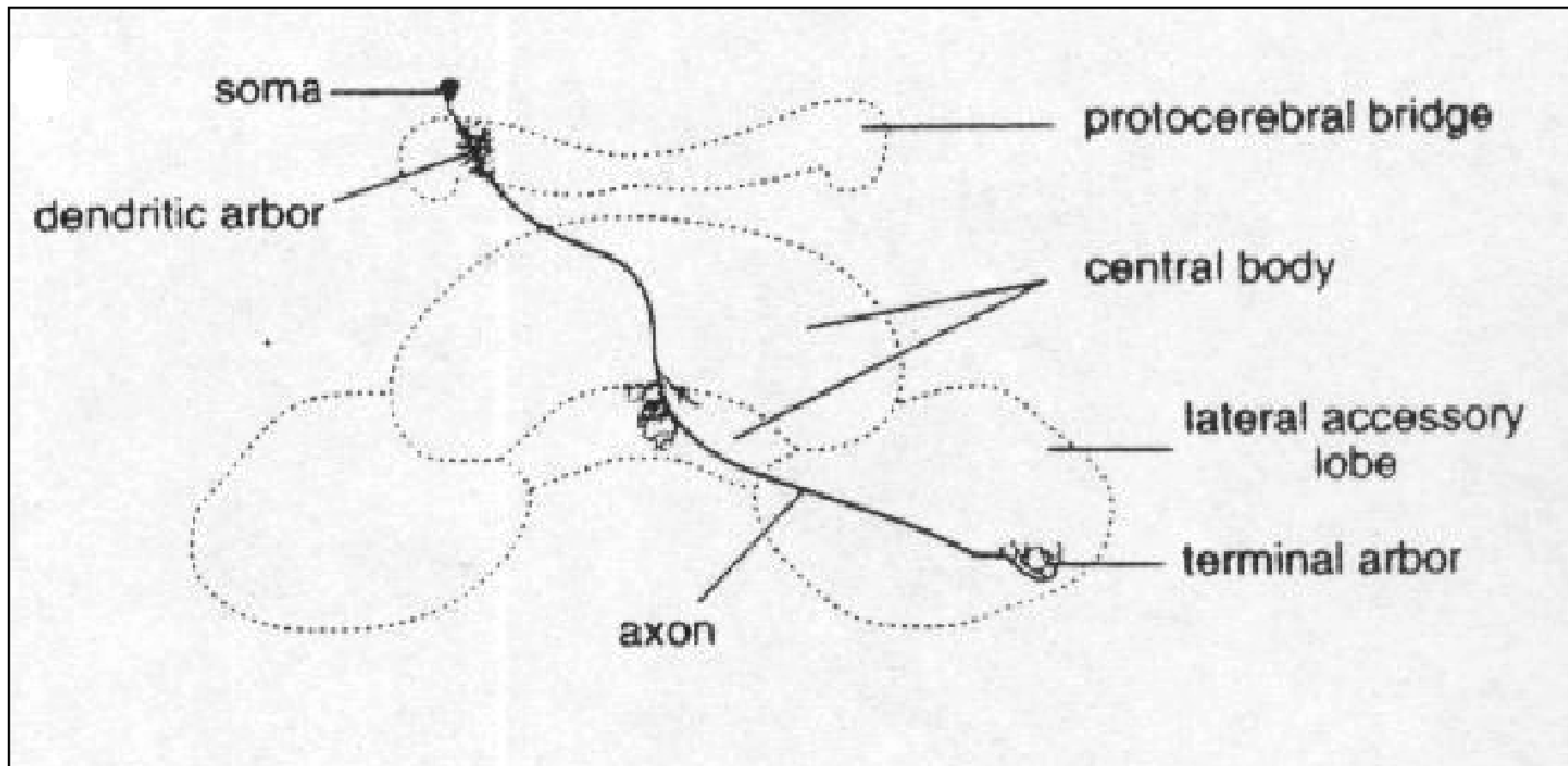
- corpora pedunculata=mushroom bodies :

- اجسام قارچی نقش مهمی در یادگیری و حافظه دارند.
- مراکز ارتباطی مهمی هستند که ورودی های حسی (بویژه بویایی و بینایی) را دریافت می کنند و به دیگر مراکز در مغز اول بازپخش می کنند.
- در همه حشرات اجسام قارچی ورودی اطلاعات را از لب های شاخکی می گیرند.
- اندازه آنها می تواند با توسعه الگوهای رفتاری پیچیده همبستگی داشته باشد.
- در زنبوران اجتماعی این اجسام بسیار توسعه یافته اند.
- در مورچه های کارگر در حدود یک پنجم حجم مغز را تشکیل می دهند.

- مغز اول (protocerebrum):

- مجموعه میانی (Central complex)

- از سه نروپیل تشکیل شده است:



- مغز اول (protocerebrum):

- مجموعه میانی (Central complex)

- از سه نروپیل تشکیل شده است:

1- Protocerebral bridge

2- Central body (median central body)

- در بین قاعده ساقه اجسام قارچی

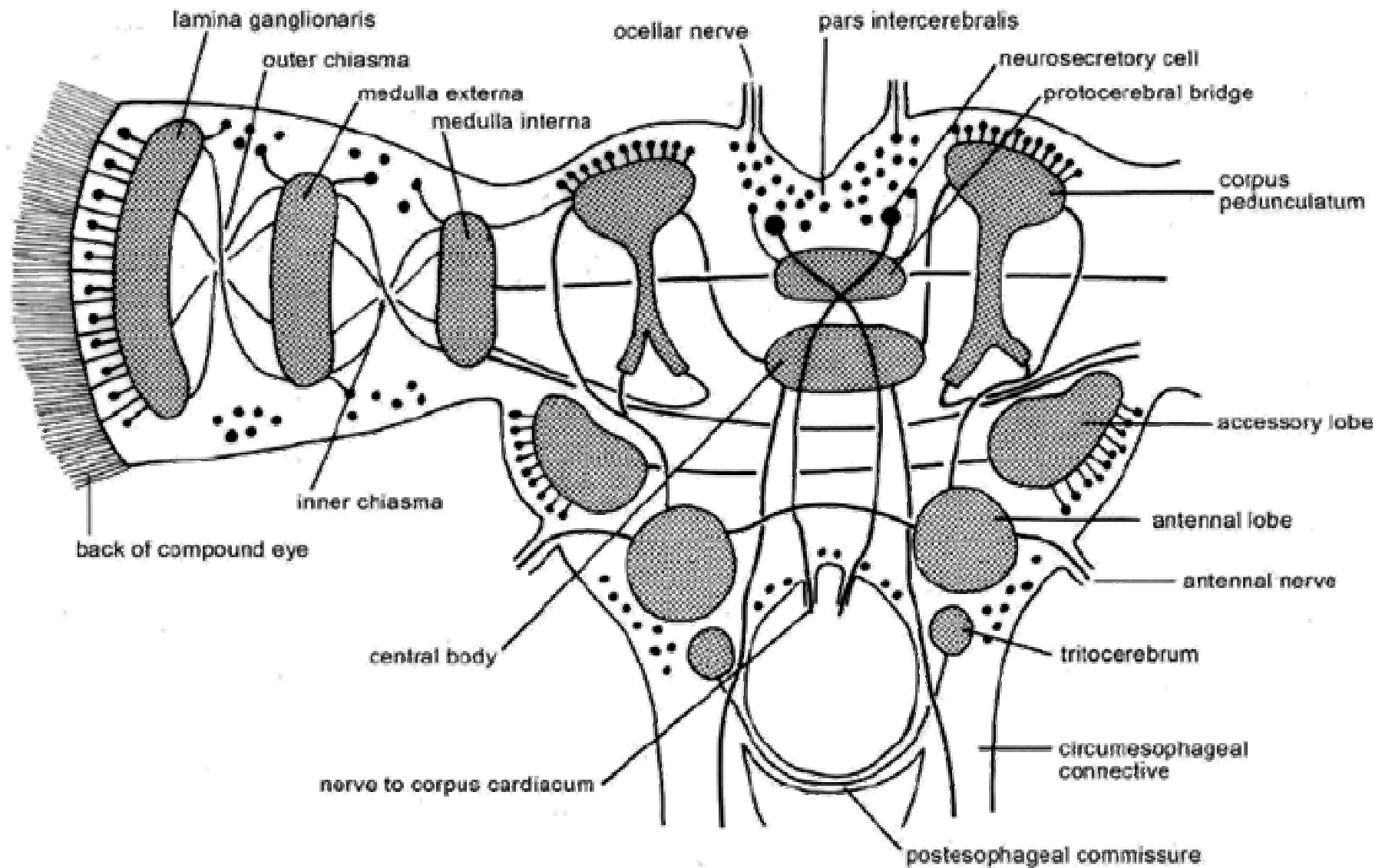
- مرکز مهم ارتباطی: هماهنگ سازی فعالیت های حرکتی مفصلی مانند راه رفتن، پرواز و حرکات تنفس

- اخیراً "مشخص شده است که جسم مرکزی و ناحیه نزدیک آن، پل مغز اول (protocerebral bridge)

دارای نرونهای رابط حساس به نور پلاریزه هستند که:

- نشاندهنده نقش این مراکز در جهت یابی (navigation)

3- Lateral accessory lobe



- مغز دوم (Deutocerebrum):

- ورودی حسی را از گیرنده های مکانیکی و شیمیایی موجود در شاخک را دریافت می کند و
- سیگنالهای حرکتی را به ماهیچه های شاخکها می فرستد.
- دو ناحیه مجزا در مغز دوم وجود دارد:

1- Antennal mechanosensory and motor center (AMMC) neuropil

2- Antennal lobe (AL) neuropil

-1 AMMC

- ورودی های مکانیکی را دریافت می کند و اطلاعات حرکتی را می فرستد.
- مراکز حرکتی که ماهیچه ها و غدد موجود در سر را کنترل می کنند.
- نرونهاي حرکتی را به شاخکها و لب بالا می فرستند.
- اطلاعات نرونهاي گیرنده های حرکتی موجود در دو مفصل اول شاخک را دریافت می کنند.

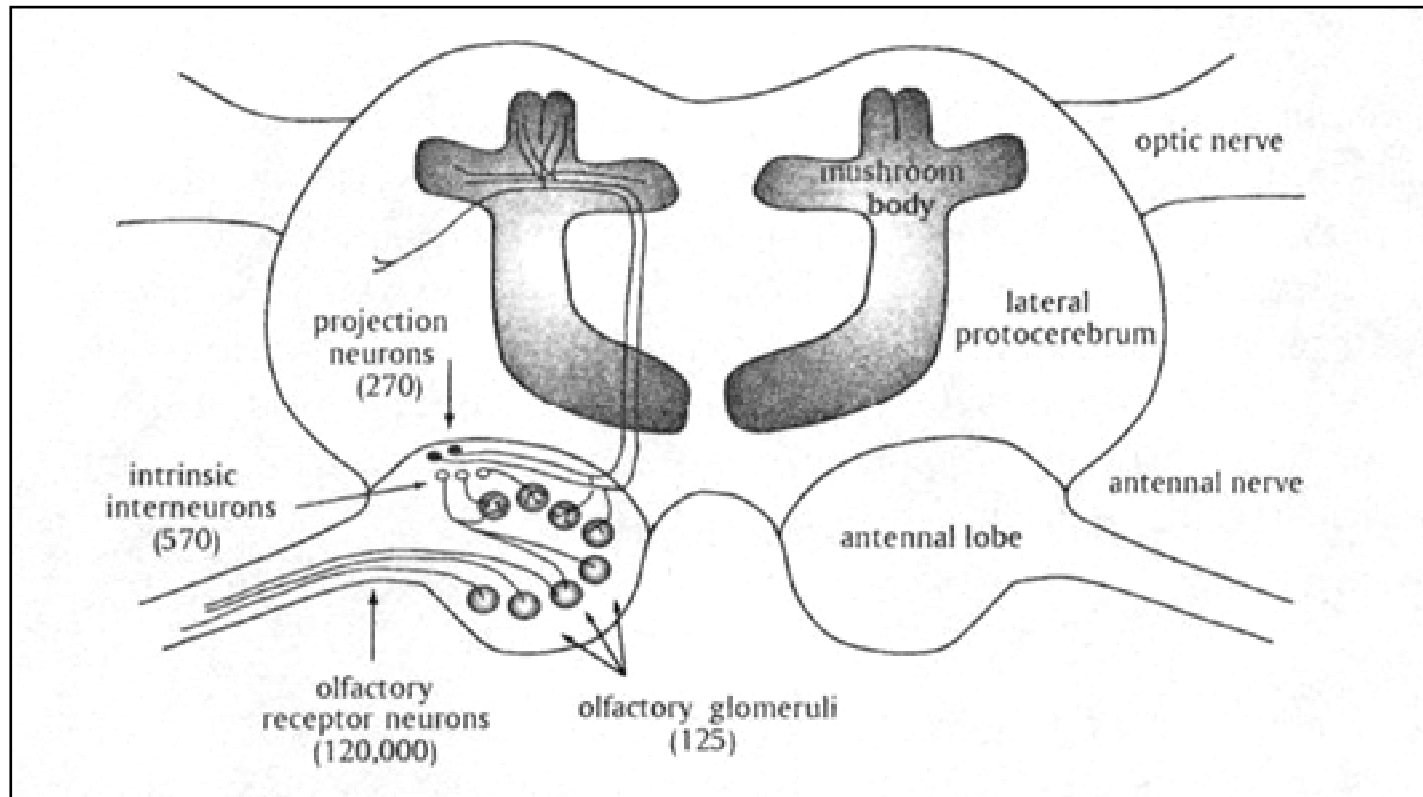
- مغز دوم (Deutocerebrum):

AL - 2

- AL is the first-order olfactory center -

- بصورت جفت

- هر AL اطلاعات حسی را از گیرنده های شیمیایی روی فلاژلوم (flagellum) شاخک همان طرف بدن (ipsilateral) را دریافت می کند.



- مغز دوم (Deutocerebrum):

AL -2

- داخل نروپیل حسی-شیمیایی لب شاخکی دو بخش نروپیلی در بعضی حشرات دیده می شود:

1- ناحیه مرتبط با غذا، میزبان و شاید دیگر بوهای معمول در محیط

2- macroglomerular complex(MGC): نروپیل برای نرونهای گیرنده های

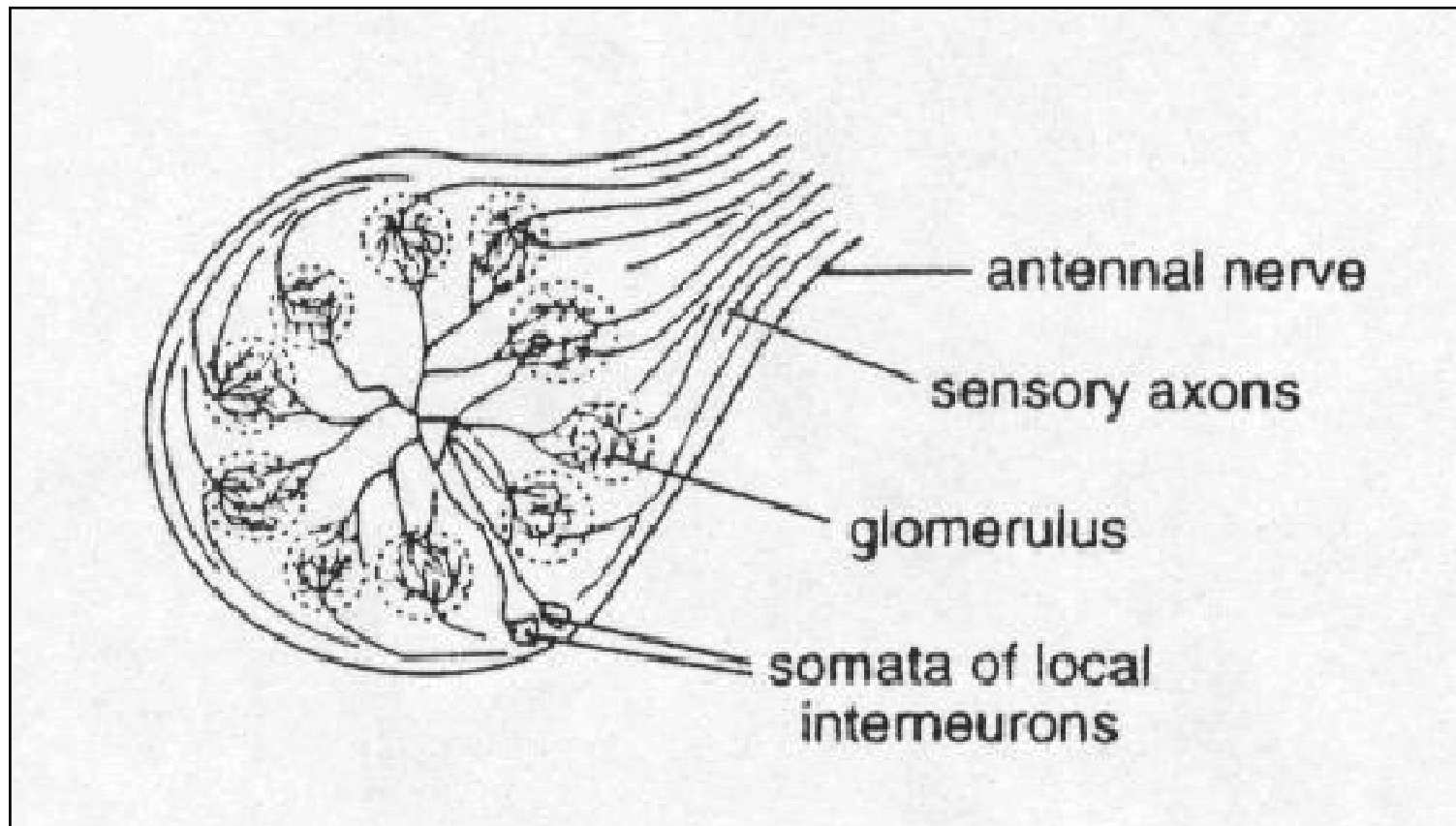
فرمون جنسی که ویژه جنس در نرهای سوسریها و بالپولکداران.

- مغز دوم (Deutocerebrum):

AL -2

- Glumeruli: آکسونهای سلولهای گیرنده های شاخکی از طریق عصب شاخکی عبور می کنند و در

نواحی نوروپیلی AL به ساختارهایی بنام گلومرولی منتهی می شوند.



- مغز دوم (Deutocerebrum):

AL -2

- **Glumeruli** ساختمانی فنجان شکل است. 50 تا 100 میکرومتر

- هر **Glumeruli** با لایه ای از سلولهای گلیال از دیگر **Glumeruli** ها جداست.

- تعداد آنها ویژه گونه است. در **Aedes** به تعداد 10 و 60 در **Manduca sexta**

- 100000 تا 100000000 نرون گیرنده به 10 تا چند صد **Glumeruli** همگرا

می شوند.

- **Glumeruli** انتهای آکسونی :

- سلولهای گیرنده بویایی (olfactory receptor cells)

- neurites of local and output(projection) neurons

- centrifugal neurons

را در خود جای می دهد.

- مغز دوم (Deutocerebrum):

2- AL

- سه نوع نرون رابط در Glumeruli وجود دارد:

1- Local interneurons (LNs)

در داخل AL نواحی مختلف را به هم متصل می کنند (جسم سلولی در ناحیه پیرامونی AL).

2- Projection neurons

جسم سلولی و دندریتهای آنها داخل AL و آکسونهای آنها به اجسام قارچی و نواحی جانبی مغز اول

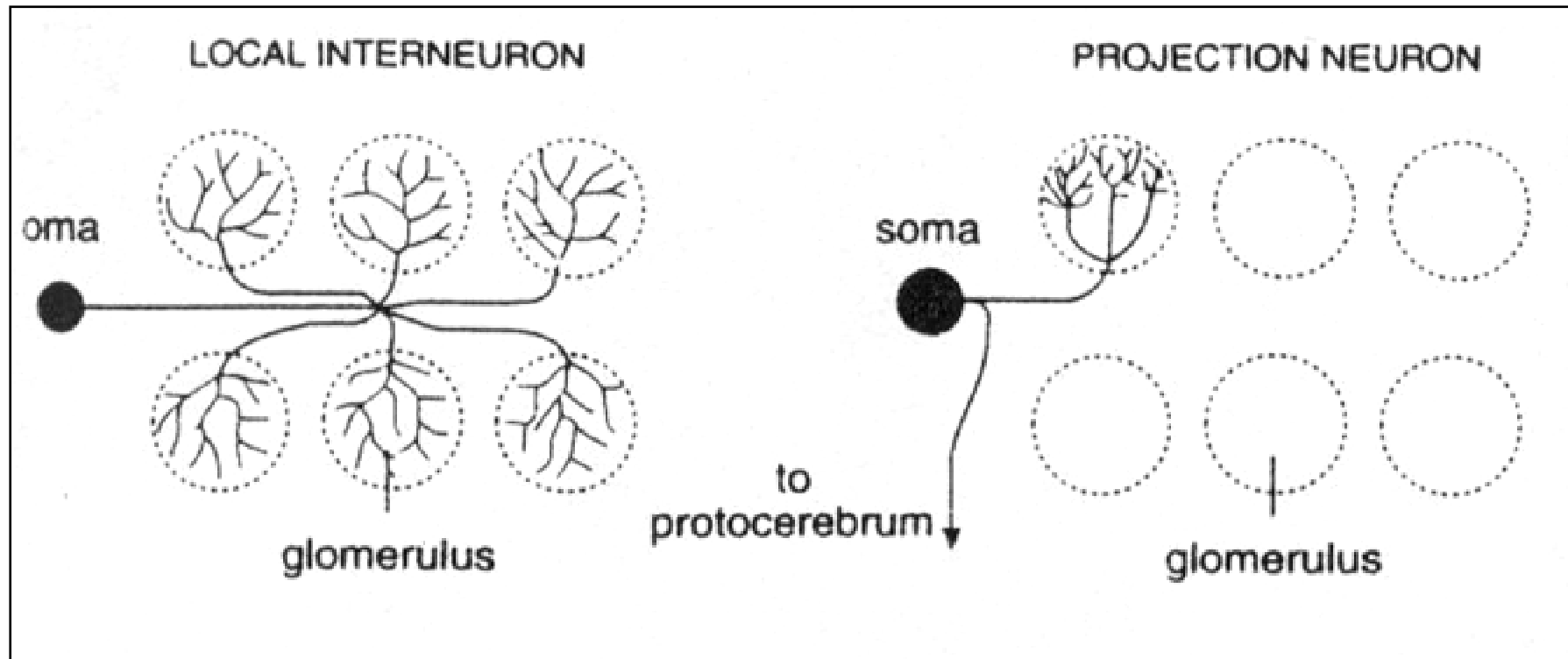
(جسم سلولی در ناحیه پیرامونی AL) - جسم سلولی بعضی از آنها در مغز اول

3- Centrifugal neurons (CNs)

جسم سلولی و دندریتهای خارج از AL اما آکسونها داخل AL - جسم سلولی بعضی از آنها در مغز اول

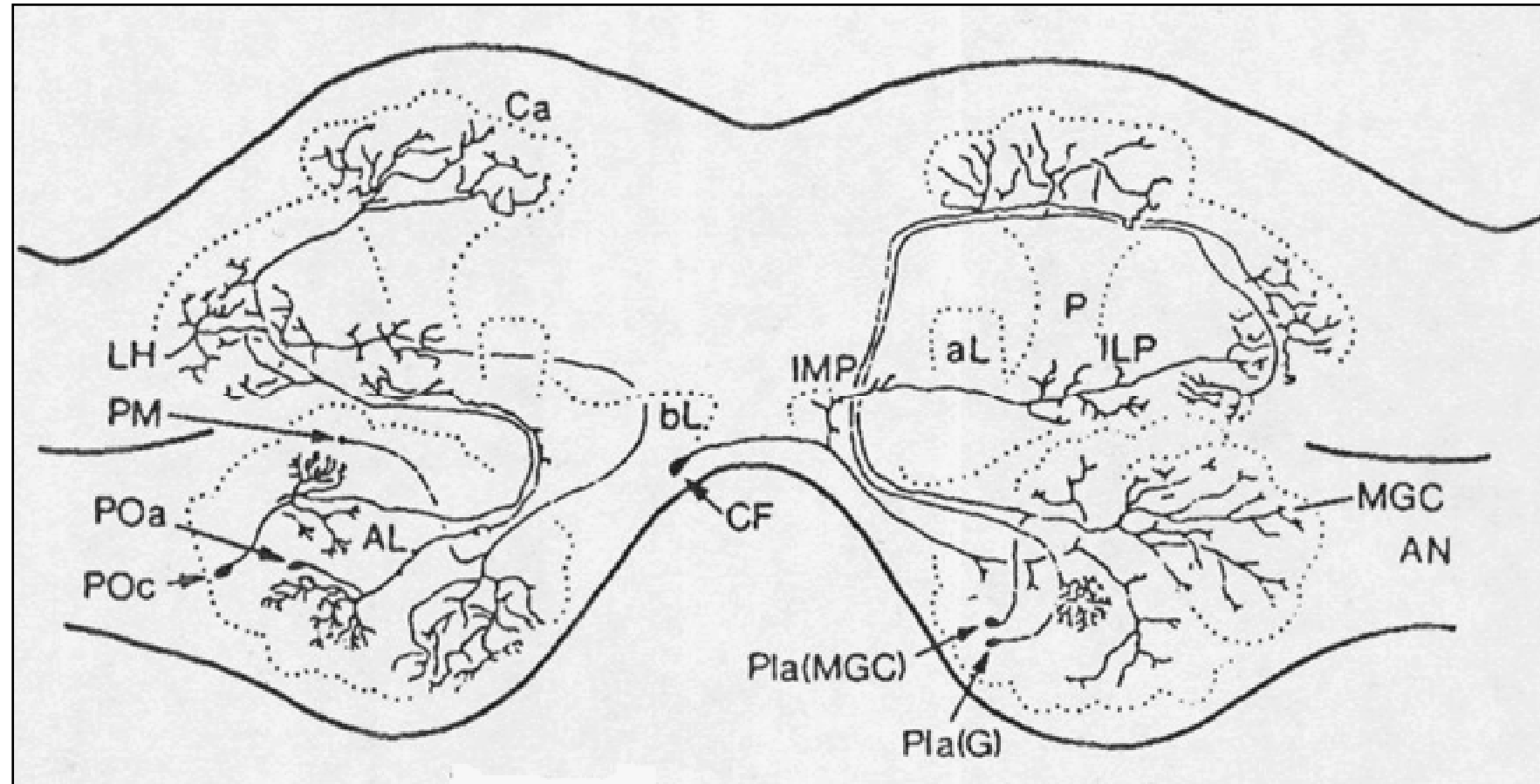
- مغز دوم (Deutocerebrum):

AL -2

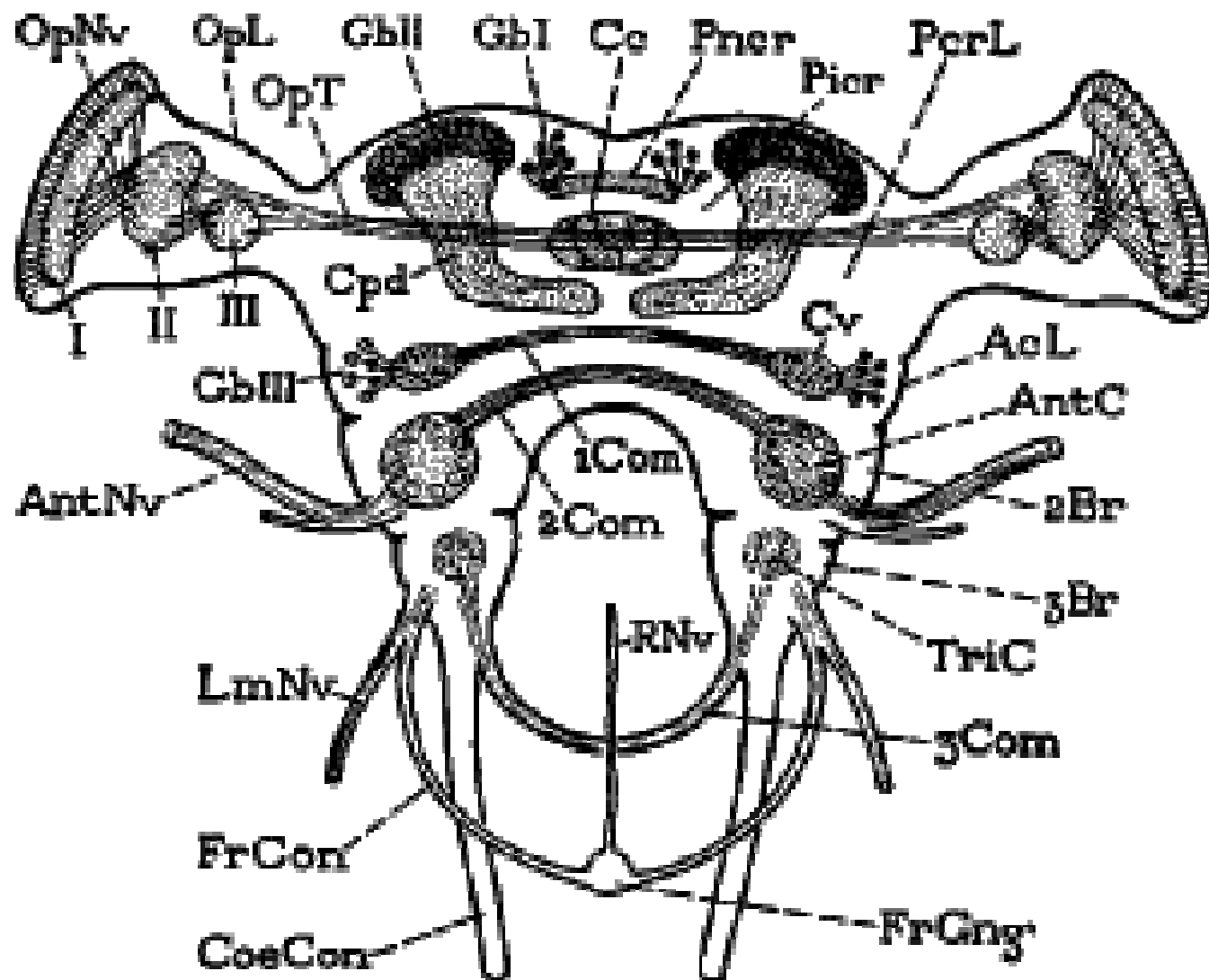


- مغز دوم (Deutocerebrum):

AL -2



- مغز سوم (Tritocerebrum):



- مغز سوم (Tritocerebrum):
 - ناحیه کوچکی در زیر مغز دوم
 - یک جفت نروپیل که نرونهاى حرکتی را به لب بالا و می فرستد و همچنین
 - اطلاعات حسی دریافتی از مغز اول و دوم را تلفیق می کند و
 - ارتباط مغز را با بقیه سیستم عصبی (ventral nerve cord) و سیستم عصبی استومودئال را برقرار می کند.
 - دو نیمه مغز سوم توسط یک ارتباط عرضی (postesophageal commissure) به هم مرتبطند.
 - همچنین دو اتصال جانبی ارتباط بین مغز سوم و گره عصبی زیر مری را برقرار می کند
- (circumesophageal connective).

- گره عصبی زیر مری (subesophageal ganglion)

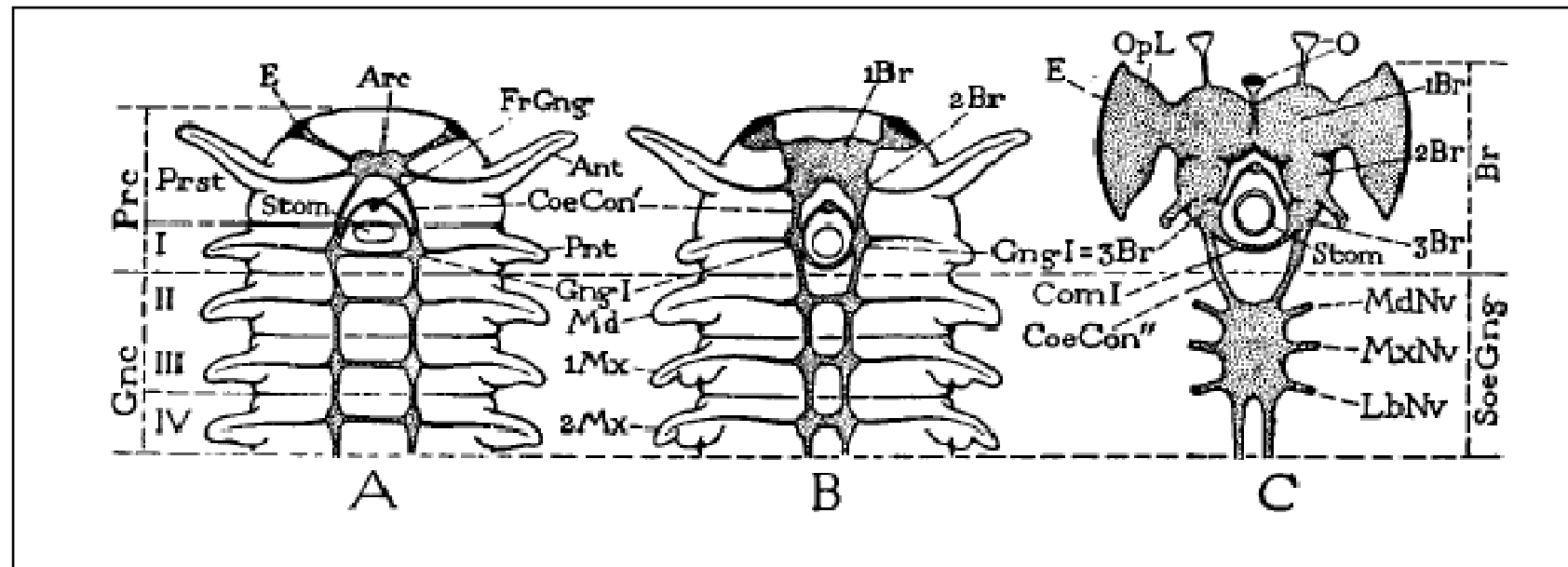
- از ادغام سه گانگیون شکل گرفته است.

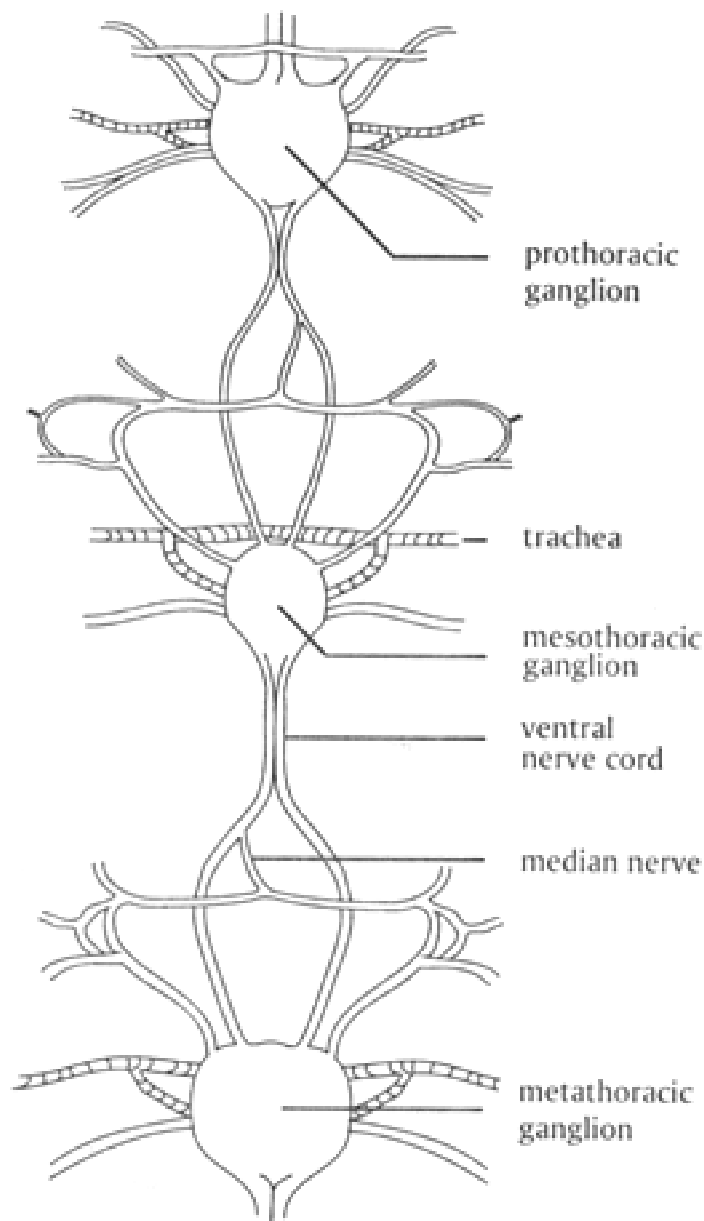
- آرواره بالا، آرواره پایین و لب پایین

- ارتباطات حرکتی و حسی مرتبط با ساختارهای حسی و ماهیچه های قطعات دهانی، غدد بزاقی، گیرنده های

موجود روی گردن در بعضی حشرات و ماهیچه های گردن.

- گره عصبی زیر مری بر الگوهای حرکتی راه رفتن، پرواز و تنفس تاثیر دارد.





- گره های عصبی قفس سینه (Thoracic ganglia):

- بیشتر حشرات سه گره عصبی قفس سینه ای دارند.

- prothoracic ganglion

mesothoracic ganglion

metathoracic ganglia

- هر گره عصبی آکسونهای نرونهای حرکتی را به

ماهیچه های پاها می فرستد و آکسونهای نرونهای

حسی از گیرنده های حسی موجود در پنجه ها و

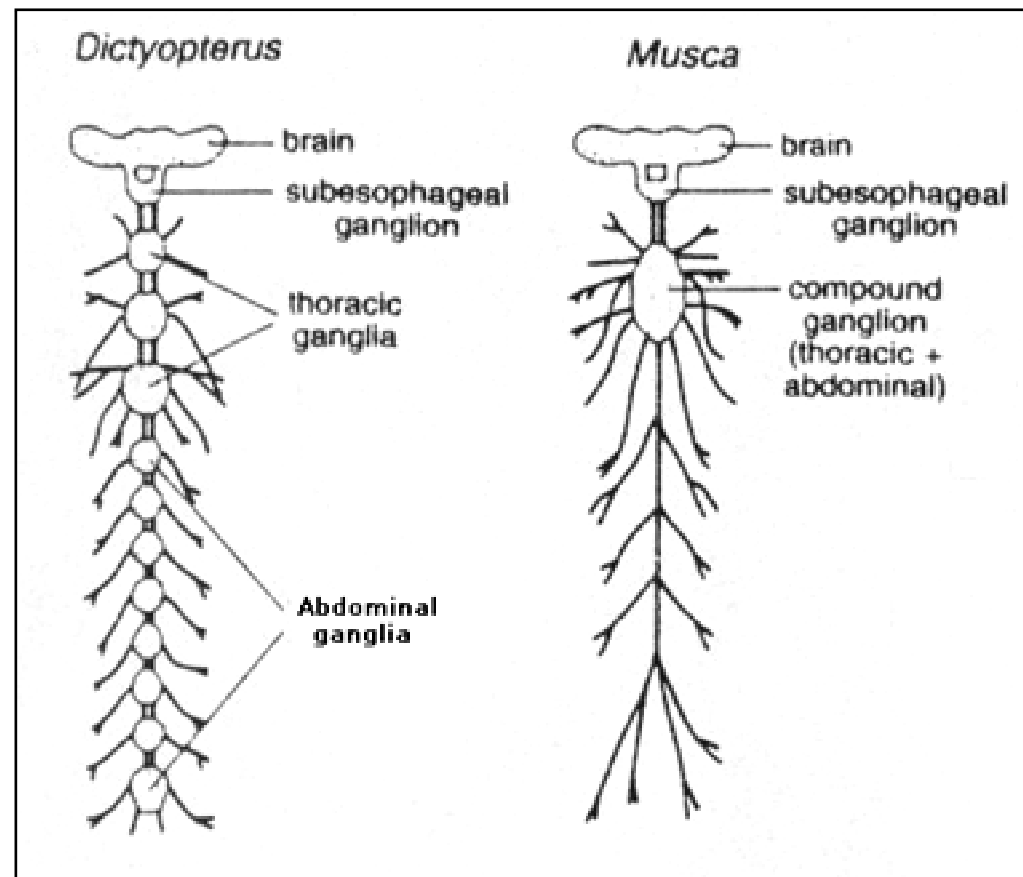
مفاصل پا دریافت می کند.

- گره های عصبی دوم و سوم آکسونهای نرونهای

حرکتی را به ماهیچه های بال نیز می فرستند.

- گره های عصبی قفس سینه (Thoracic ganglia):

- در بعضی حشرات (Hem. and Dip.) گره های عصبی دو و سوم در هم ادغام شده اند و این ادغام غالبا با بعضی از گره های شکمی (Abdominal) نیز صورت می گیرد و یک گره عصبی قفس سینه ای بزرگ (metathoracic ganglion) بوجود می آید.

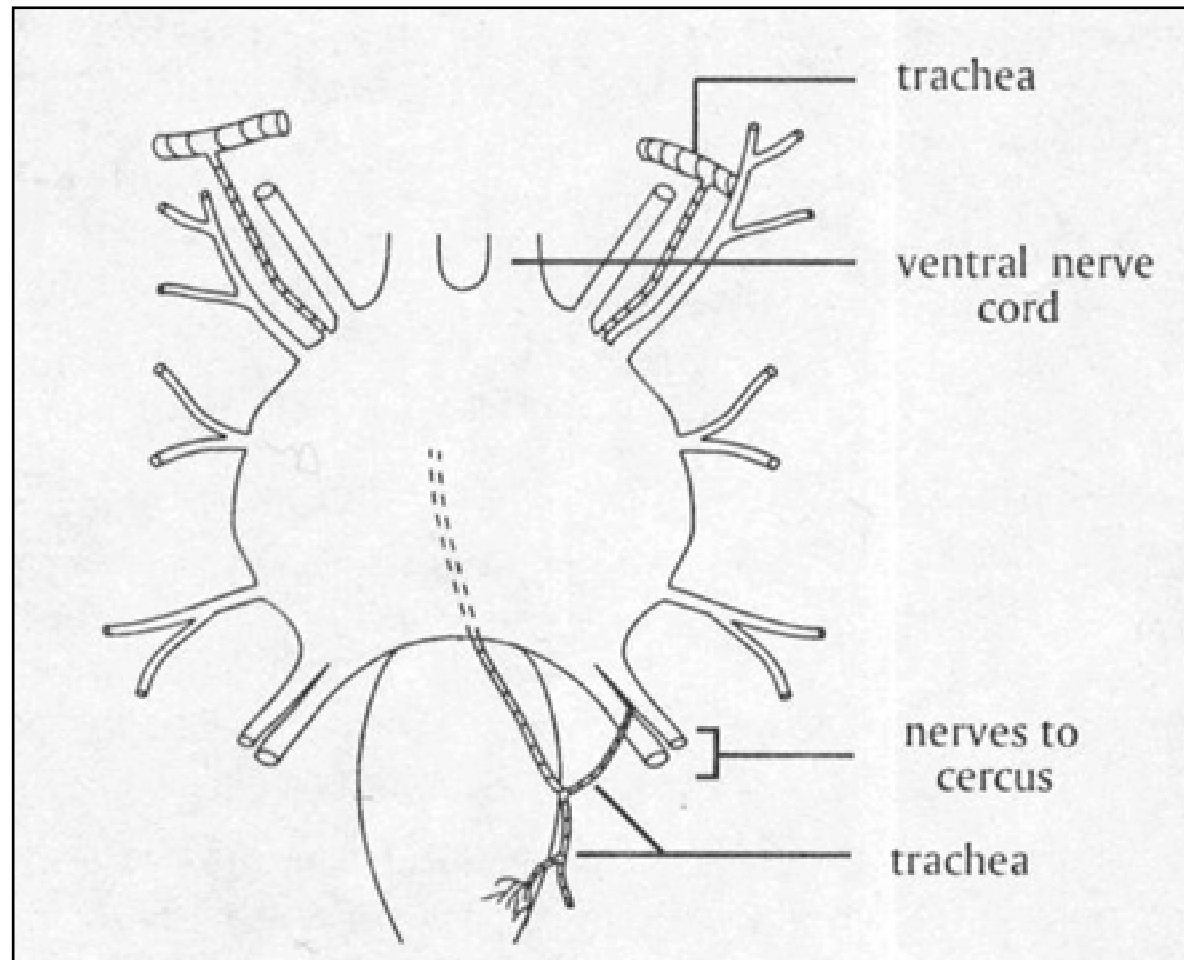


- گره های عصبی شکم (Abdominal ganglia):
- تعداد آنها در راسته های مختلف بسیار متغیر است.
- یک گره در هر مفصل ابتدایی ترین حالت تکاملی است، اما در همه حشرات درجاتی از ادغام گره های عصبی شکم وجود دارد.
- بعضی از Apterygota هنوز دارای 8 گره عصبی شکم هستند (*Machilis sp*).
- در بعضی از Odonata : 7 گره عصبی
- راست بالان (Orthoptera): 5 یا 6 گره عصبی
- در دوبالان عالی و نیم بالپوشان: همه گره های عصبی شکم با گره های قفس سینه ادغام شده اند.
- ششمین گره عصبی شکم در سوسری آمریکایی TAG است که از ادغام neuromerهای مفصلهای عقبی حاصل می شود (4 مفصل آخر).
- یکی از بهترین مشخصه های مرفولوژیک ترکیب گره های عصبی ادغام شده، توزیع اعصاب به مفصلهای مختلف و ماهیچه ها یا غدد مفصلی است.

- گره های عصبی شکم (Abdominal ganglia):

- از TAG عصب های زیادی به قسمت عقب بدن خارج می شود.

- آکسونهای حسی cerci در TAG با giant fibers سیناپس می کنند.



- سیستم عصبی احشایی (Visceral (sympathetic) nervous system):

- از سه قسمت:

1- Stomatogasteric nervous system

2- Unpaired ventral nerve

3- Caudal sympathetic system

1- سیستم عصبی استوماتوگاستریک

- شامل:

1- Frontal ganglion

2- Recurrent nerve

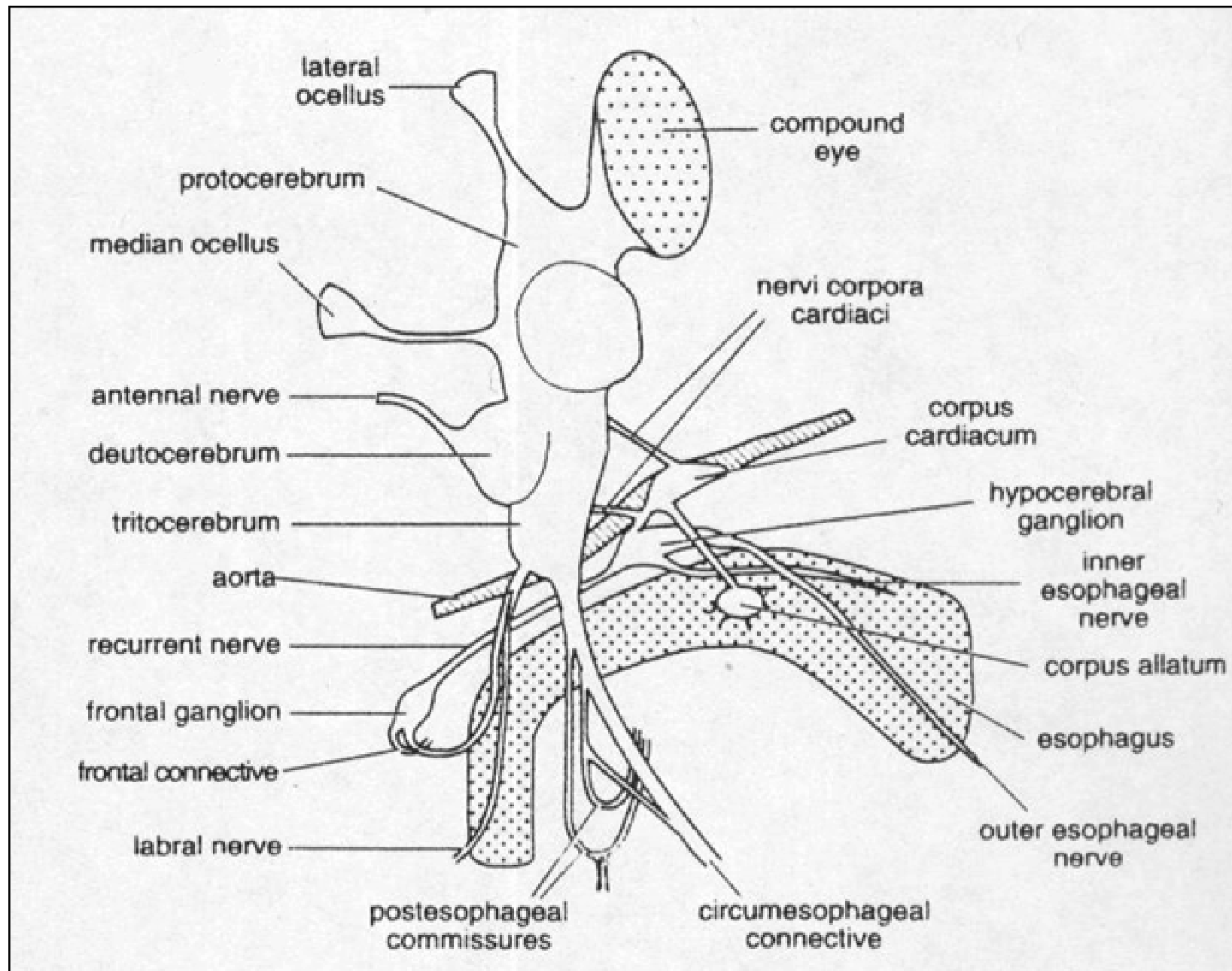
3- Hypocerebral(occipital ganglion) ganglion

4- A pair of outer esophageal (gasteric) nerve

5- A pair of inner esophageal nerve

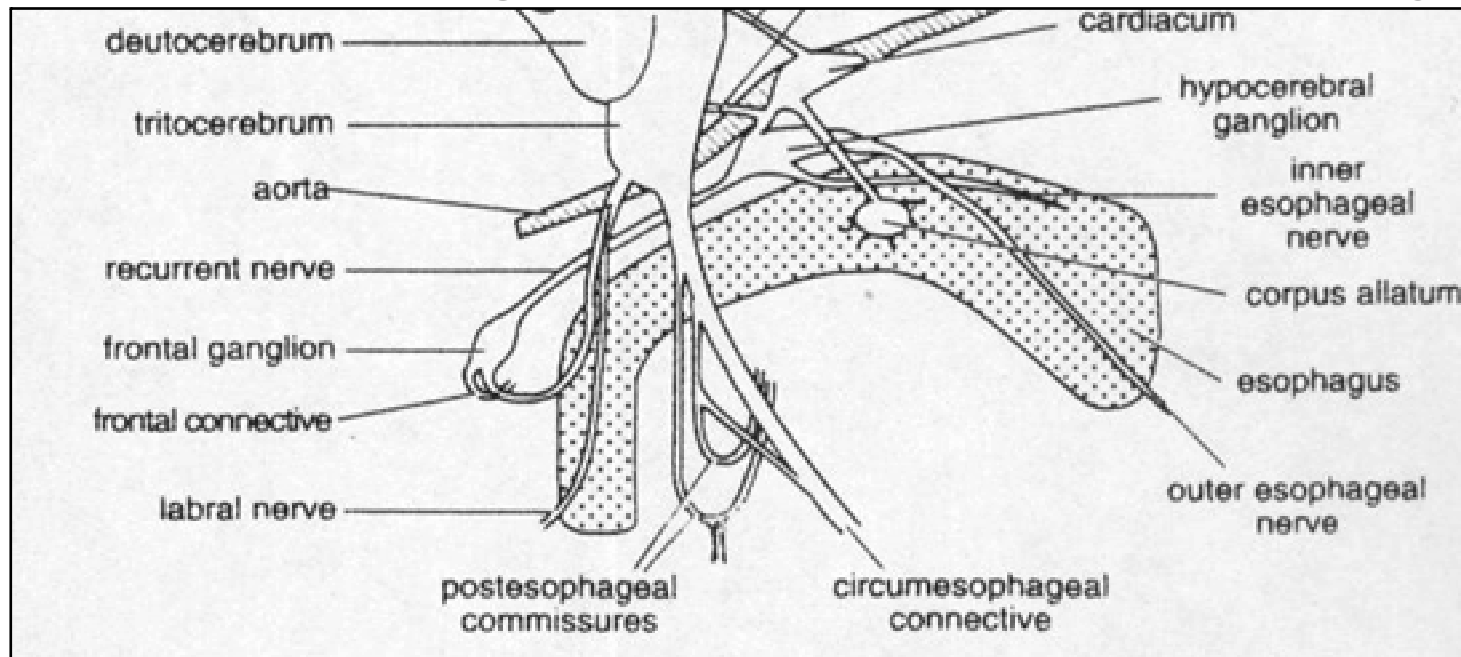
6- Ingluvia (ventricular) ganglia

7- Various fine nerves from the ganglia



1- Frontal ganglion

- یک گره کوچک در بالای مری و جلوی مغز که به مغز سوم متصل است (lateral nerve توسط).
- عصب برگشتی (recurrent nerve) و دیگر عصب های کوچک از این گره خارج شده و نرونهای حرکتی را به ماهیچه های لوله گوارش حمل می کند.
- عصب برگشتی از بالای مری (سطح آن) و زیر مغز عبور کرده و پشت مغز را با گره عصبی زیر مغزی مرتبط می سازد.
- عصبهای خارج شده از گره عصبی پیشانی گلو و ماهیچه های دخیل در بلع را عصبدار می کنند.



2- Recurrent nerve

3- Hypocerebral(occipital ganglion) ganglion

- گره عصبی کوچک که اجسام کاردیاکا، قلب و قسمتی از foregut را عصبدار می کند.

4- A pair of outer esophageal (gasteric) nerve

- یک جفت عصب خارجی مری که تا ingluvial ganglion امتداد دارند.

5- A pair of inner esophageal nerve

- یک جفت عصب داخلی مری

6- Ingluvia (ventricular) ganglia

- Gasteric nerve به این گره ها ختم می شوند.

- یک جفت گره عصبی کوچک که قسمت عقبی foregut، midgut و در بعضی heart را عصبدار می کند.

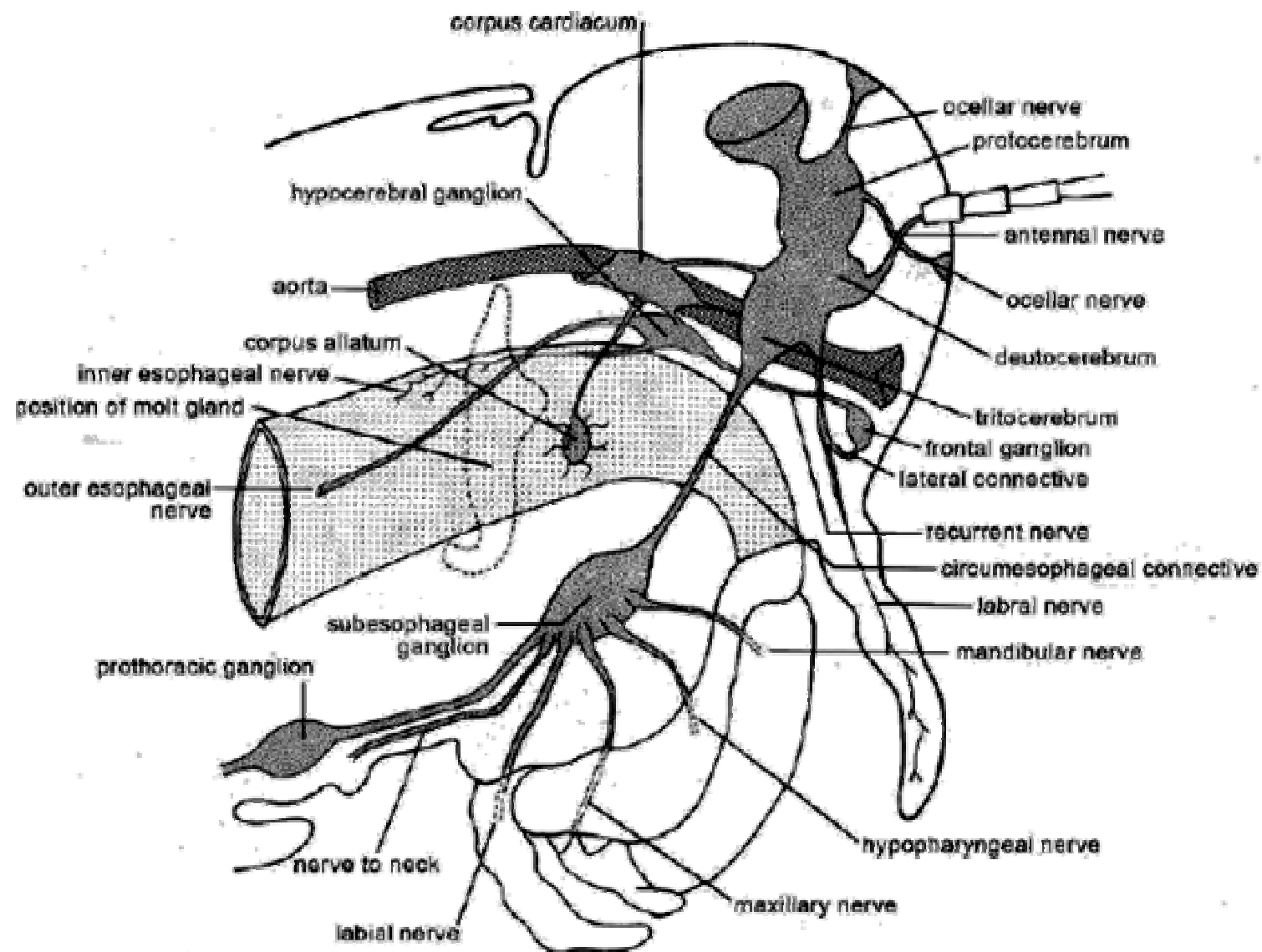
7- Various fine nerves from the ganglia

2- Unpaired ventral nerve

- یک رشته عصبی میانی منشا گرفته از هر یک از گره های عصبی قفس سینه و شکم
- روزنه های هر طرف بدن را عصبدار می کند.
- در حشراتی که این عصب وجود ندارد، عصبهای خارج شده از گره های عصبی شکمی روزنه ها را عصبدار می سازند.

3- Caudal sympathetic system

- رشته اعصابی که از TAG منشا میگیرند.
- قسمت عقبی لوله گوارش و دستگاه تناسلی را عصبدار می سازد.



پایان