الباب الخامس

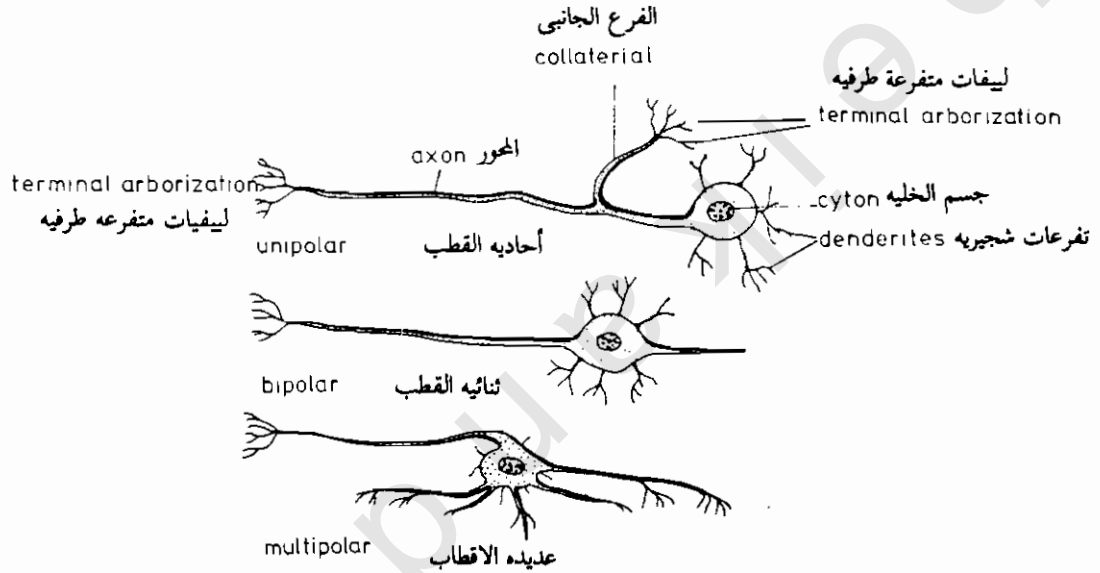
الجهاز العصبى

The Nervous System

يقوم الجهاز العصبى فى الحشرات، كما فى سائر الحيوانات الأخرى كوسيلة اتصال محكمة بين أعضاء الحس Sense Organs التى تستقبل المؤثرات الخارجية وبين الأعضاء المتأثرة Effector Organs التى تستجيب لهذه المنبهات برد الفعل تجاهها، والوحدة الأساسية للنسيج العصبى هى الخلية العصبية Nerve Cell or Neuron التى قد تأخذ أشكالا متعددة، وتتكون من جسم الخلية Cyton الذى يحتوى على النواة، وتمتد منه عادة عدد من الإمتدادات البروتوبلازمية التى تعمل على ربطها بالخلايا العصبية الأخرى أو بالتراكيب الحسية أو الأعضاء المستجيبة، ويخرج واحد أو أكثر من هذه الإمتدادات مكونة ليفة عصبية طويلة يطلق عليها المحور Axon يخرج بالقرب من قاعدته فرع جانبى يسمى Collateral، وينتهى كلا من المحور والفرع الجانبى بمجموعة لييفات دقيقة متفرعة تعرف Terminal Arborization. تخرج من جسم الخلية أيضا لييفات مشابهة يطلق عليها التفرعات الشجيرية Dendrites. وتتصل الخلايا العصبية ببعضها عن طريق تداخل الليفات الدقيقة التى توجد فى نهاية المحور أو فرعه الجانبى ويطلق على هذه المناطق مناطق الاشتباك العصبى Synapses.

تنقسم الخلايا العصبية تبعاً لعدد محاورها إلى: أحادية أو ثنائية أو عديدة الأقطاب Uni, Bi, or Multipolar. (شكل ٦٢)

كما تقسم الخلايا العصبية من حيث الوظيفة إلى:



شكل (٦٢) : أنواع الخلايا العصبية تبعا لعدد محاورها

(عن Chapman ١٩٦٩)

١ ـ خلايا عصبية حسية (واردة) Sensory or Afferent Neurons

تكون ثنائية أو عديدة الأقطاب Bi, or Multipolar توجد خارج العقد العصبية قريبة من جدار الجسم أو على سطح القناة الهضمية وتقوم بحمل التيارات العصبية من أعضاء الحس إلى الجهاز العصبى المركزى.

٢ ـ خلايا عصبية حركية (صادرة) Motor or Efferent Neurons

أحادية القطب Unipolar تقع على سطح العقدة العصبية من الداخل وتقوم بحمل السيالات العصبية إلى الأعضاء المتأثرة.. تتجمع محاور الخلايا العصبية الحركية فى فرع مركب يطلق عليه العصب المحرك Motor Nerve يمتد نحو الأعضاء المتأثرة، بينما تتصل التفرعات الدقيقة فى فرعها الجانبى من التفرعات المقابلة فى الخلية العصبية المجاورة.

٣ ـ الخلايا العصبية المجمعة أو التوسطية Association or Internuncial Neurons

أحادية القطب Unipolar ، تقع داخل العقدة العصبية ومجاورة للخلايا الحركية، تتميز بصغر حجمها وكثرة المكونات الكروماتينية لنواياها، وتعمل هذه الخلايا على ربط الاتصال العصبى بين الخلايا الحسية مع الخلايا الحركية ويتم ذلك باتصال التفرعات الدقيقة للفروع الجانبية للأخيرة مع التفرعات الدقيقة للمحاور الحسية.
ومن الناحية التشريحية يقسم الجهاز العصبى فى الحشرات إلى:

(أ) الجهاز العصبى المركزى Central Nervous System

(ب) الجهاز العصبى الحشوى أو السمبثاوى Visceral or Sympathetic Nervous System

(جـ) الجهاز العصبى السطحى Peripheral Nervous System

وبالطبع فإن هذه الأجهزة الثلاثة متصلة ببعضها البعض.

أولا ـ الجهاز العصبى المركزى The Central Nervous System (شكل ٦٣)

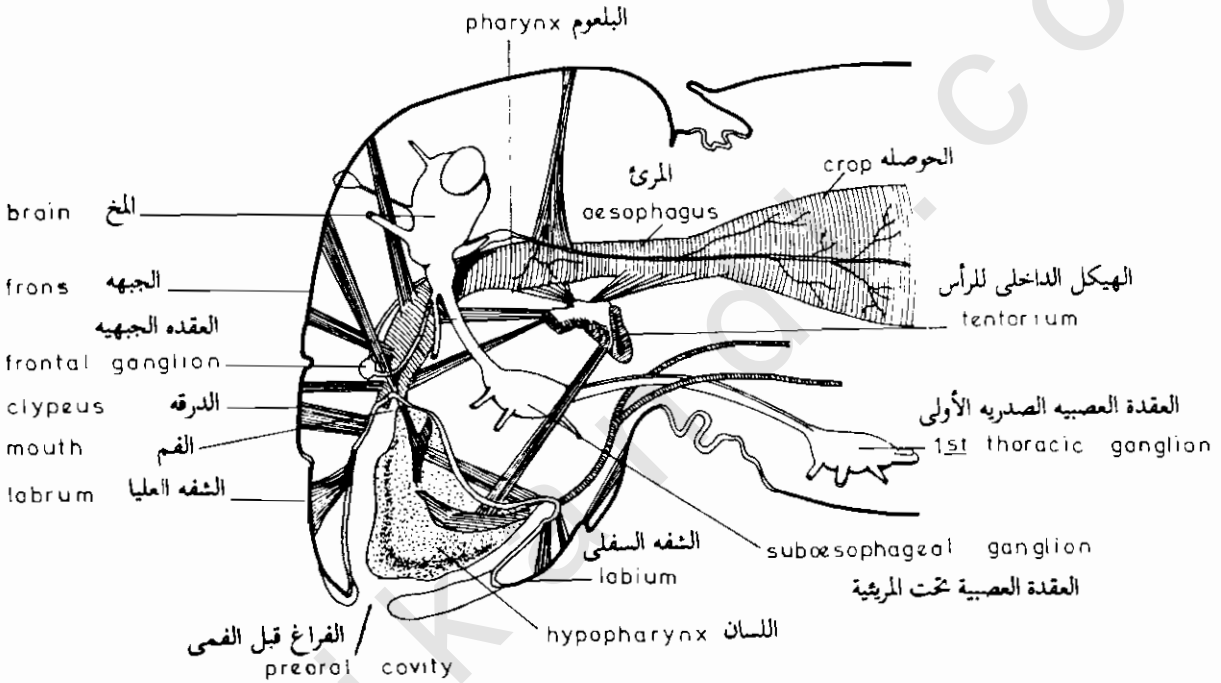
يكون الجهاز العصبى المركزى القسم الرئيسى من الجهاز العصبى، ويتركب من سلسلة مزدوجة من العقد العصبية Ganglia التى تتصل ببعضها بواسطة أحبال طولية تعرف بالروابط Connectives، تربط زوج العقد العصبية بكل من الزوج السابق واللاحق لها، وكل زوج من العقد العصبية يرتبط ببعض عرضياً بواسطة زوج من الموصلات العصبية Commissures. وفى الحالة النموذجية يوجد زوج من العقد العصبية فى كل حلقة من حلقات الجسم، يلتحم كل زوج لدرجة كبيرة فيظهر كأنه عقدة واحدة وتتلاشى الموصلات.. أما الروابط فغالبا ما تكون متباعدة فتظهر مزدوجة على طول الجسم كما فى الحشرات عديمة الأجنحة، أو مزدوجة فقط فى منطقة الصدر كما فى يرقات حرشفية الأجنحة وحشرات مستقيمة الأجنحة وغمدية الأجنحة، أو قد تكون متقاربة تماما من بعضها فتبدو كخط وهى الحالة الشائعة فى معظم الحشرات. تلتحم العقد العصبية للحلقات المتجاورة لتكون مراكز عقدية Ganglionic Centres كما فى منطقة الرأس حيث يتكون مركزان إحداهما يكون المخ Brain والآخر العقدة العصبية تحت المريئية Suboesophageal Ganglion ويتفاوت هذا التجمع العقدى فى حلقات الصدر والبطن.

وينقسم الجهاز العصبى المركزى إلى ثلاثة أجزاء:

١ ـ المخ Brain.

٢ ـ العقدة تحت المريئية Suboesophageal Ganglion.

٣ ـ الحبل العصبى البطنى Ventral Nerve Cord.



شكل (٦٣) : قطاع فى رأس حشرة يبين العضلات وموقع المخ

(عن Snodgrass ١٩٣٥)

obeikan.com

١ ـ المخ The Brain (شكل ٦٤)

يقع المخ فوق مقدم المرئ بين أذرع الهيكل الداخلى للرأس، ويمثل (كما فى شكل ٦٣) المركز العقدى الظهرى للرأس حيث يمثل اندماج الثلاثة أزواج الأولى من القطع العصبية Neuromeres فى الجنين، ولذلك يظهر عند تمام نموه مقسما إلى ثلاثة مناطق مقابلة وهى على الترتيب:

المخ الأول أو الأمامى: Protocerebrum

المخ الثانى أو الأوسط: Deutocerebrum

والمخ الثالث أو الخلفى: Tritocerebrum

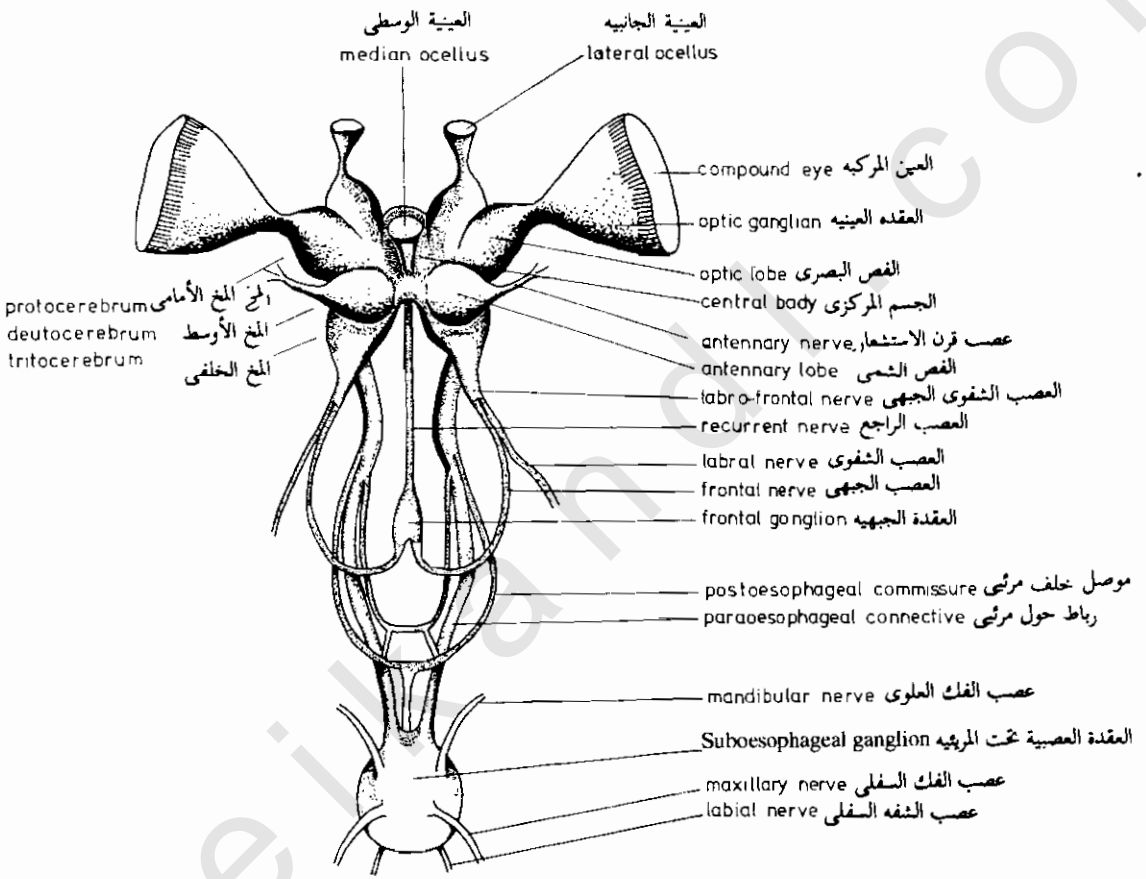
(أ) المخ الأول (الأمامى) Protocerebrum

هو زوج من القطع العصبية المندمجة والخاصة بعقله قبل قرن الاستشعار Pre-Antennary Segment (حلقة الرأس الحاملة للعيون). يكون المخ الأمامى الجزء الأكبر من المخ ومنه يخرج أعصاب العيون المركبة والعينات البسيطة.

يتركب من جزئين: الخارجى ويعرف بالعقدة العينية Optic Ganglion والداخلى ويعرف بالفص البصرى Optic Lobe، وهو المركز الحسى لأعضاء البصر ومسؤول أيضا عن سلوك الحشرة.. يلتحم هذان الفصان فى جسم وسطى يعرف بالجسم المركزى Central Body تخرج منه ٣ أعصاب لتغذية العيون البسيطة الظهرية.

(ب) المخ الثانى (الأوسط) Deutocerebrum

هو زوج من القطع العصبية المندمجة الخاصة بعقله قرن الاستشعار Antennary Segment (الحلقة الرأسية الحاملة لقرون الاستشعار)، ويتركب من الفصين الشميين أو فصى قرنى الاستشعار Olfactory or Antennary Lobes.



شكل (٦٤) : المخ والعقدة العصبية تحت المريئية

obeikandl.com

وهما عبارة عن انتفاخين واضحين يوجدان على السطح الأمامى السفلى للمخ، ويخرج من المخ الثانى ثلاثة أزواج من الأعصاب: زوج حسى وآخر حركى إلى قرون الاستشعار والثالث حسى إلى قمة الرأس.

(جـ) المخ الثالث (الخلفى) Tritocerebrum

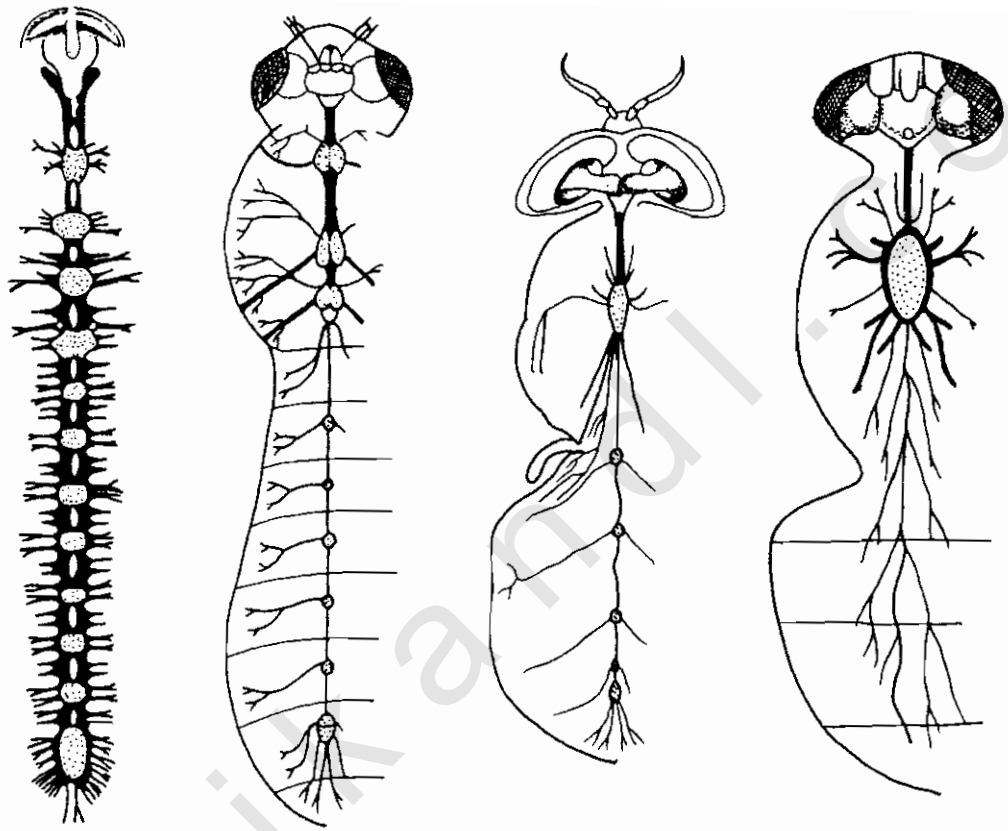
هو زوج من القطع العصبية الخاصة بالعقلة البينية Intercalary Segment (حلقة الرأس الثالثة)، يظهر فى شكل فصين صغيرين متباعدين أسفل الفصين الشميين، يربط فصا المخ الثالث ببعضهما موصل خلف مريئى Postoesophageal Commi-sure كما يخرج من كل منهما رباط جار أو حول مريئى Para (Circum)-Oesophageal Connectives، أو قد يسميان Crura Cerebri، وهما يربطان المخ بالعقدة العصبية تحت المريئية Suboesophageal Ganglion، ويخرج أيضا من كل فص عصب يعرف بالعصب الشفوى الجبهى Labro-Frontal Nerve وهو يتفرع إلى فرعين يتصل الخارجى بالشفة العليا ويسمى العصب الشفوى Labral Nerve بينما يلتحم الداخليان ليكونا جذر العقدة الجبهية Frontal Ganglion.

٢ ـ العقدة العصبية تحت المرينية Suboesophageal Ganglion

هى عبارة عن المركز العقدى البطنى Ganglionic Centre للرأس وتتكون من اندماج ثلاثة أزواج من القطع العصبية لعقل الفكوك العلوية والفكوك السفلية والشفة السفلى. وتخرج من هذا المركز ثلاثة أزواج من الأعصاب لتغذية الزوائد المقابلة لها.

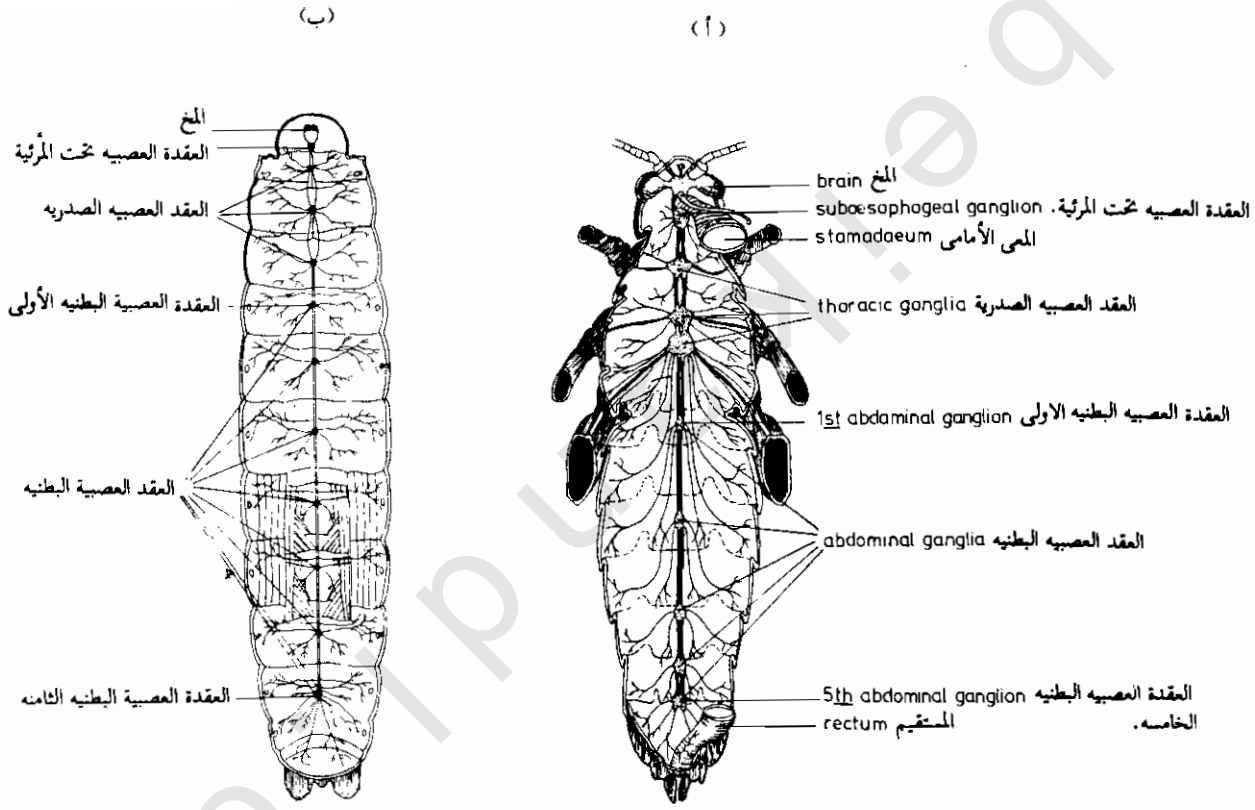
٣ ـ الحبل العصبى البطنى The Ventral Nerve Cord (شكل ٦٥، ٦٦)

ويشمل سلسلة من العقد العصبية تقع فى قاع الحلقات الصدرية والبطنية وتتصل



شكل (٦٥): الحبل العصبى البطنى فى الحشرات اختلفة

(عن Imms ١٩٥٧)



شكل (٦٦) المخ والحبل العصبى البطنى
أ ـ فى الجراد ب ـ فى يرقة حرشفيه الأجنحه
(عن Snodgrass ١٩٣٥)

مع بعضها بواسطة زوج من الروابط العصبية تبدأ من الحلقة الخلفية التالية للعقدة تحت المريئية.. تقع الثلاث عقد الأولى فى الصدر بحيث يكون لكل حلقة صدرية عقدة عصبية وتعرف فى مجموعها بالعقد العصبية الصدرية Thoracic Ganglia، بينما تقع العقد الباقية فى البطن وتعرف بالعقد البطنية Abdominal Ganglia، تقتصر العقد الصدرية على أعضاء الحركة Locomotory Organs إذ يخرج من كل عقدة زوجان من الأعصاب الرئيسية يغذى أحدهما الأرجل والآخر عضلات الحلقة الصدرية، ويوجد زوج ثالث من الأعصاب فى الحلقات الصدرية الوسطى والخلفية مسؤول عن تنظيم حركة الأجنحة.

تلتحم العقد العصبية الصدرية مع البطنية أحيانا لتكون مركزا عقديا فى منطقة الصدر كما فى بعض حشرات ذات الجناحين Diptera، وقد تلتحم العقد العصبية الصدرية الثانية والثالثة مع جميع العقد البطنية فى عقدة واحدة كما فى نصفية الأجنحة. يختلف عدد العقد العصبية البطنية باختلاف الحشرات ولكنها لا تزيد عن ثمانية عقد كما فى الحشرات ذات الذنب الشعرى Thysanura وكثير من يرقات الحشرات المجنحة الأولية، وغالبا ما يقل العدد عن ذلك حيث تندمج العقدة العصبية البطنية الأولى مع عقدة الصدر الخلفى، وتكون العقدة البطنية الأخيرة مركبة دائما وتعتبر مركزا عقديا يتكون من اندماج عقد الثلاث حلقات البطنية الأخيرة على الأقل. يخرج من كل عقدة عصبية بطنية زوج من الأعصاب الرئيسية لتغذى عضلات الحلقة التى توجد بها.

ثانيا - الجهاز العصبى الحشوى أو السمبثاوى The Visceral or Sympathetic Nervous System (شكل ٦٧)

يشمل الأعصاب التى تمد الأحشاء الداخلية ذات الحركة اللاارادية، وينقسم هذا الجهاز إلى :

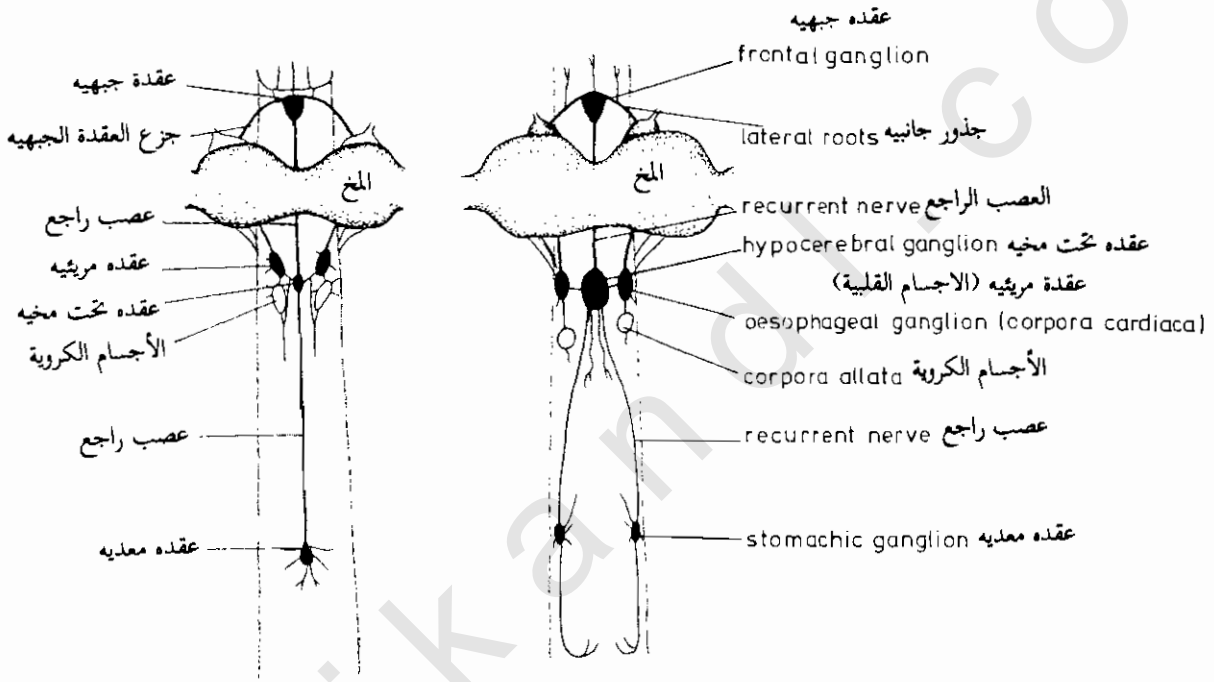
١ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى المريئى أو الفمى المعدى The Oesophageal (or Stomatogasteric) Sympathetic Nervous System

٢ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى البطنى The Ventral Sympathetic Nervous System

٣ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى الخلفى The Caudal Sympathetic Nervous System

١ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى المريئى (أو الفمى المعدى) The Oesophageal (or Stomatogasteric) Sysmpathetic Nervous System (شكل ٦٧)

يتصل هذا الجهاز مباشرة بالمخ ويغذى المعى الأمامى والوسطى والقلب وبعض الأعضاء الأخرى بالأعصاب، ويقع هذا الجهاز فى الجهة الظهرية فوق المعى الأمامى وعلى جانبيه.. يتركب هذا الجهاز من العقدة الجبهية Frontal Ganglion وهى صغيرة مثلثة الشكل تقع فوق المرئ أمام المخ بقليل، ويخرج منها إلى الأمام العصب الجبهى Frontal Nerve ويمر نحو الدرقة، وزوج من الجذور الجانبية Lateral Roots ليصل العقدة الجبهية بالمخ الخلفى، ويخرج من العقدة الجبهية إلى الخلف عصب راجع Recurrent Nerve يكون ممتدا على طول الخط الوسطى الظهرى للمرئ مارا أسفل المخ وتحت الأورطة مباشرة، حيث يتصل خلف المخ بقليل بالعقدة العصبية تحت المخية Hypocerebral Ganglion، أو قد تسمى بعقدة مؤخرة الرأس Occipital Ganglion، يستمر العصب الراجع بعد هذه العقدة فى صورة عصب وسطى أو زوج من الأعصاب المريئية الجانبية Lateral Oesophageal Nerve ليمتد خلفيا إلى قرب نهاية المعى الأمامى حيث ينتهى (هو أو كل فروعه) بالعقدة المعدية Ventricular or Stomachic Ganglion، وتمد هذه العقدة المناطق المجاورة من المعى الأمامى والوسطى بالأعصاب اللازمة.



شكل (٦٧): اشكال الجهاز العصبى السمبثاوى المرئى

(عن Imms ١٩٥٧)

obeikandl.com

يوجد خلف المخ مباشرة وفوق المرئ زوج من العقد المريئية أو البلعومية Oesopha-geal or Pharyngeal Ganglia (ويعرفان أيضا بالأجسام القلبية Corpora Cardiaca) وهى أجسام عصبية ـ إفرازية ـ ويتصل كل منهما بالعقدة تحت المخية كما أنهما يتصلان بالمخ الأمامى، ويتصل بالأجسام القلبية زوج من الأجسام الكروية Corpora Allata.

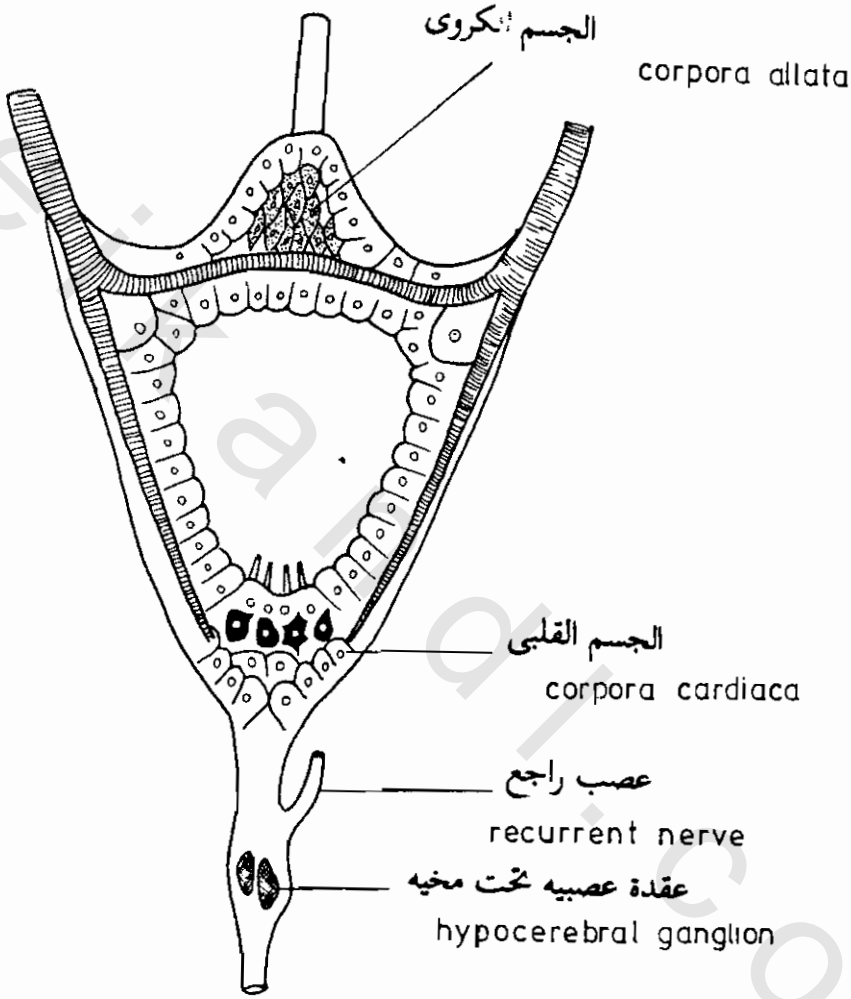
فى يرقات رتيبة سيكلروهافا Cyclorrohapha من رتبة الحشرات ذات الجناحين تندمج العقدة تحت المخية والأجسام القلبية والأجسام الكروية لتكون تركيبا معقدا يحيط بالأورطة خلف المخ مباشرة يعرف بحلقة وايزمان Weismann's Ring (شكل ٦٨).

٢ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى البطنى The Ventral Sympathetic Nervous System

يتركب هذا الجهاز عند تمام تكوينه من زوج من الأعصاب المستعرضة يتصل بكل عقدة من عقد الحبل العصبى البطنى وتتجه الأعصاب المستعرضة إلى الفتحات التنفسية الموجودة بنفس الحلقة، وقد تتفلطح أثناء امتدادها فى صورة انتفاخات عقدية صغيرة،كما تتصل الأعصاب المستعرضة بالعقدة العصبية السابقة لها بواسطة عصب وسطى طولى.

٣ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى الخلفى The Caudal Sympathetic Nervous System

يمثل مجموعة الأعصاب التى تخرج من العقدة العصبية المركبة الأخيرة فى الحبل العصبى البطنى، ويخرج منها أعصاب تغذى الجهاز التناسلى والجزء الخلفى من القناة الهضمية.



شكل (٦٨) : رسم تخطيطى لحلقة وايزمان

(عن Thomsen, Muller ١٩٦٣)

ثالثا ـ الجهاز العصبى السطحى The Peripheral Nervous System

يشمل مجموعة الأعصاب الدقيقة المتشعبة من العقد العصبية فى الجهازين العصبيين المركزى والسمبثاوى، ويتكون من عدد كبير من الخلايا العصبية الحسية التى قد تكون: ثنائية القطب Bipolar متحورة من خلايا البشرة الداخلية لجدار الجسم، يتصل أحد طرفيها بالشعرات الحسية Sensory Setae على جدار الجسم أما طرفها الآخر فيتصل بالجهاز العصبى المركزى، أو عديدة الأقطاب Multipolar وتوجد أسفل جدار الجسم مباشرة أو تنتشر على سطح العضلات أو جدار القناة الهضمية، وتمتد زوائدها الطرفية على الأسطح السابقة بينما تتصل روابطها الرئيسية بالعقد العصبية للجهاز العصبى المركزى.

تحورات الجهاز العصبى Modifications of The Nervous System

تتفاوت درجات النمو المخى Cerebral Development فى الحشرات المختلفة وينعكس هذا التفاوت بطبيعة الحال على سلوكها واستعداداتها الحسية.. ففى نحل العسل Apis يكون حجم المخ ١:٢٧٤ من حجم الجسم، وفى النملة Formica ١:٢٨٠، وفى جعل السباخ Melontha ١:٢٢٩٠ وفى الخنفساء المائية Dytiscus ١:٤٢٠٠. لوحظ أن درجة نمو الفصوص البصرية Optic Lobes يكون مرتبطا مع حجم العيون، وكذلك نمو الفصوص الشمية Olfactory Lobes بمدى نمو وكثافة أعضاء الحس على قرون الاستشعار.. يختلف نمو التراكيب الداخلية للمخ أيضا وبصورة واضحة فى طائفة النحل (الملكة ـ الشغالة – الذكر) وينعكس ذلك على اختلاف الغرائز التى تؤديها هذه الأفراد. ويعانى كذلك الحبل العصبى البطنى كثيرا من التغييرات ويكون فى صورته البدائية فى الحشرات ذات الذنب الشعرى Thysanura ويرقات كثير من الحشرات المجنحة على شكل عقدة تحت مريئية، ثلاثة عقد صدرية، ثمانية بطنية منفصلة تماما عن بعضها والأخيرة البطنية تكون مركبة لاندماج العقد العصبية فى الرتب المختلفة.

تتحد عقدة الصدر الخلفى مع الثلاث عقد البطنية الأولى، كما تتحد العقدة البطنية السابعة مع العقد البطنية التاليه لها مكونة مركزاً عقدياً وذلك فى الحشرات مستقيمة الأجنحة Orthoptera، الميكوبترا Mecoptera، شعرية الأجنحة Trichopte-ra وغشائية الأجنحة Hymenotera. وفى رتبة الحشرات نصفية الأجنحة Hemiptera تزداد درجة اندماج العقد العصبية حيث تكون العقدة تحت المريئية وعقدة الصدر الأمامى واضحة ومميزة بينما تندمج جميع العقد الأخرى مع بعضها، وفى كثير من حشرات رتيبة متشابهة الأجنحة Homoptera وبعض حشرات رتبة ذات الجناحين تكون العقدة تحت المريئية هى فقط المميزة بينما تلتحم العقد العصبية الصدرية والبطنية فى مركز عصبى واحد يسمى العقدة العصبية الصدرية البطنية Thoraco Abdominal Ganglion - وتظهر حالة الاندماج التام لجميع عقد الحبل العصبى البطنى بما فيها العقدة تحت المريئية لتكون مركزا عصبيا واحدا كما فى الحشرات القشرية والبق الدقيقى وبعض يرقات غمدية الأجنحة.