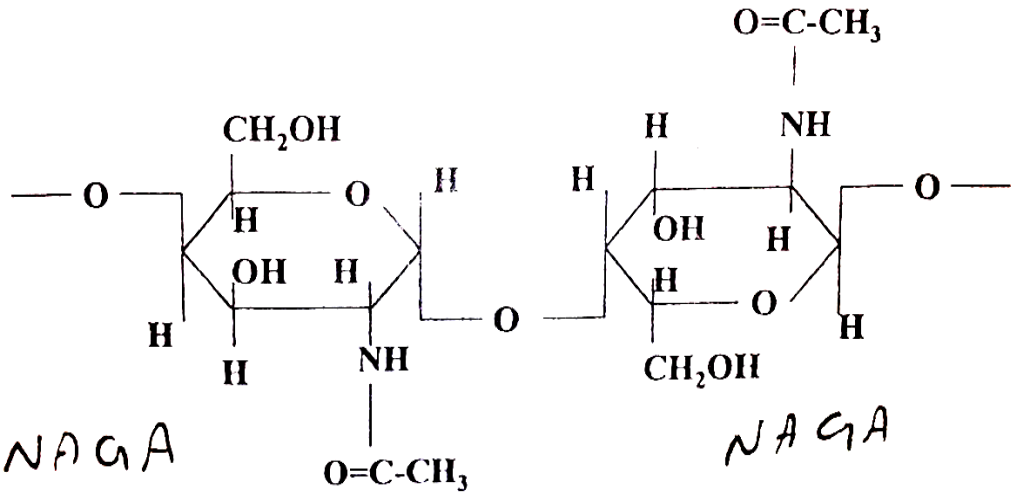
م١-التركيب الكيمياوي لمكونات كيوتكل جدار جسم الحشرات

١- الكايتين Chitin

الكايتين مادة لا توجد بصورة طبيعية لكنها تعد ناتج تحلل لمعقد كلايكوبروتين (Glycoprotein) في جدار الجسم ،تشكل مادة الكايتين نسبة ٢٥-٤٠% من وزن الكيوتكل الجاف وهي مادة عديمة اللون غير ذائبة بالماء ولافي الحوامض او القواعد المخففة ولا حتى في المذيبات العضوية لكنها تتحلل في الحوامض والقواعد المركزة .

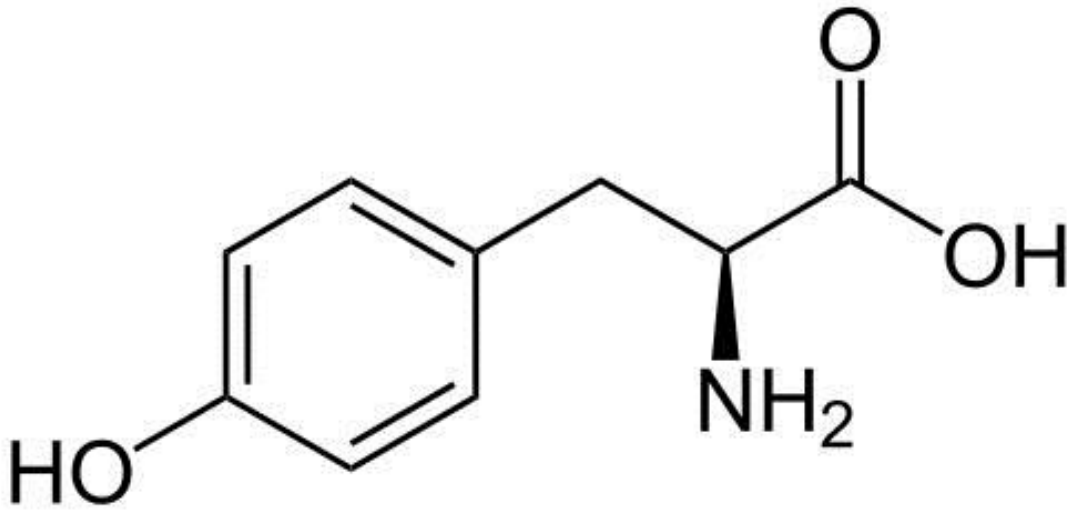
يتكون الكايتين من سلسلة من جزيئات N-acetylglucoseamine (NAGA) ترتبط مع بعضها بأصرة من نوع بيتا β ،تتراوح وحداتNAGA في سلسلة الكايتين المرتبطة مع بعضها من ٥٠ وحدة الى ١٠٠٠ وحدة كما في الذبابة الزرقاء Blowfly ، تختلف طول سلسلة الكايتين بأختلاف انواع الحشرات او المراحل التطورية وهي سلسلة غير متفرعة ،الجزيئة الناتجة من ارتباط وحدتين NAGA تسمى Chitobiose.



Chitobiose

٢-البروتينات Proteins

يحتوي جدار جسم الحشرة على اكثر من ٥٠% بروتين على اساس الوزن الجاف واهم البروتينات هي التي تتكون من الحامض الاميني Tyrosine ، اقترح الباحث 1941,Trim تسمية Arthropodin على البروتينات الذائبة وتسمية Sclerotin على البروتينات غير الذائبة (الصلبة) حيث تكون البروتينات في كيوتكل حديث التكوين من النوع الذائب ثم تحصل عملية تصلب Sclerotization فتتحول الى بروتينات غير ذائبة ، من البروتينات المعروفة والموجودة في جدار جسم الحشرات بروتين Resilin الذي يوجد في مناطق اتصال الاجنحة بجدار الجسم ومناطق المفاصل المرنة التي لها علاقة بالطيران والقفز وهذا البروتين عبارة عن سلاسل من الببتايد Peptide ملتوية وملتفة على بعضها وتتصل مع بعض بواسطة وحدات Dityrosineو Trityrosine



الحامض الاميني Tyrosine

٣-معقد كلايكوبروتين Glycoprotein (Chitin/Protein Complexes)

تتصل سلسلة الكايتين بجزيئات البروتين لتكوين معقد Glycoprotein لم يعرف عنها الشيئ الكثير لعدم القدرة على استخلاصها كجزيئات سليمة تحوي على البروتين والكايتين بصورة طبيعية ويعتقد وجود الاواصر التساهمية والهيدروجينية .

٤-الدهون Lipids.

تشكل الدهون بصورة عامة نسبة قليلة الى الوزن الجاف للكيوتكل ، وبالإمكان الحصول عليها من جلود الانسلاخ وكذلك الافرازات الشمعية مثل شمع العسل ،ان الدهون الموجودة في كيوتكل الحشرات مختلفة الانواع اذ ان هناك سلاسل طويلة من الهيدروكربونات (Paraffins) متفرعة او غير متفرعة ، مشبعة او غير مشبعة قد يصل طولها بين C43--C25 ، كذلك توجد الحوامض الدهنية المشبعة وغير المشبعة بأطوال تصل C30—C13 ، كما توجد استرات الحوامض الدهنية المشبعة ، وتتكون من هذه الاسترات مع انواع الكحول المشبع مادة الشمع.

الدهون تكون موجودة في جدار الجسم اما بشكل حر او مرتبط ، معظم الدهون توجد في طبقة الكيوتكل السطحي Epicuticle والبعض الاخر ما بين الطبقات البروتينية –الكايتينية .

٥-المكونات اللاعضوية Inorganic Components

تشكل المكونات اللاعضوية اقل من ١% من الوزن الجاف للكيوتكل ، اذ ان اكثر العناصر وجودا هو المغنسيوم ويأتي بعده البوتاسيوم والصوديوم وهذه العناصر من الايونات الموجبة Cation والتي تكون متعادلة بوجود الفوسفات والكربونات .

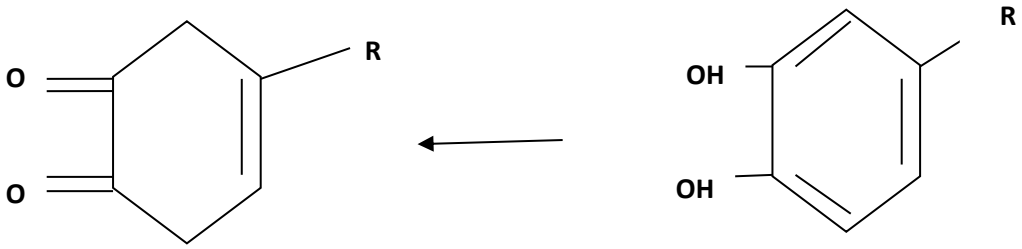
٦-الفينولات Phenols

ان الفينولات وخاصة من نوع 3,4-dihydric phenols توجد في كيوتكل الحشرات وقد تم عزلها عند التحليل الحامضي للكيوتكل المتصلب لذلك يعتقد ان وجود الفينولات له دور في :

أ- عملية التصلب .

ب- منع تأكسد الدهون فهي تعمل كمضادات اكسدة (Antioxidant).

بعض الفينولات في جدار جسم الحشرات



Catechols Quinones

عملية التصلب

٧-الانزيمات Enzymes.

اهم الانزيمات الموجودة في جدار جسم الحشرة هي phenolase , phenol oxidase , Catechol oxidase , Tyrosinase وهذه الانزيمات مهمة جدا في عملية التصلب و يزداد نشاطها عند عملية الانسلاخ ويكون نشاطها في طبقة الكيوتكل الخارجي حيث تحصل عملية التصلب، من المركبات التي تتأكسد بواسطة هذه الانزيمات والتي تدخل في عملية التصلب هي Dopa و dopamine وكذلك مركبات ال Catechols الاخرى .

كما توجد انزيمات تساهم في ارتباط البروتينات مع الدهون او مع الكايتين والتي تكون موجودة اثناء عملية الانسلاخ مثل Chitobiases ,Chitinase, Proteases . هذه الانزيمات تخلق في خلايا البشرة وخاصة خلايا Oenocytes وتنقل عبر خلايا البشرة الى الكيوتكل .

٨-الصبغات Pigments

حيث تتواجد الصبغات التالية في جدار الجسم او طبقة البشرة او الدم او الحراشف والتي تعطي الالوان المختلفة في الحشرات ومنها :

١-اصباغ Melanins:تعطي اللون الاسود او البني المحمر او البني الذهبي .
٢-اصباغ Carotenoids : تعطي اللون الاصفر و البرتقالي والاحمر .
٣-اصباغ Tetra pyrrole : تعطي اللون الازرق في دم الحشرات .
٤-اصباغ Pteridines : تعطي اللون الابيض والاصفر (في اجنحة الفراشات).
٥-اصباغ Flavones : تعطي اللون الاصفر والاحمر والازرق والقرمزي في اجنحة الفراشات .

الانسلاخ في الحشرات

هي عملية تخلص الحشرة من جليدها القديم واستبداله باخر جديد نتيجة النمو المستمر في الحشرة وازدياد حجمها. ويصحب النمو في الحشرة سلسلة من الانسلاخات. ولا يقتصر الانسلاخ على الطبقة الخارجية من جدار الجسم بل يشمل ايضا البطانة الجليدية للقصبات الهوائية، والمعي الامامي والخلفي، وغالبا ما يحتفظ الجلد المنسلخ بشكل الحشرة المنسلخ منها. ويختلف عدد الانسلاخات في كثير من الحشرات من ٤-٨، غير ان الرعاشات تنسلخ من ١٠-١٢ انسلاخا، وقد يصل عدد الانسلاخات في بعض انواع ذباب مايو الى ٢٠ انسلاخا او اكثر. ويستمر قليل من الحشرات كذوات الذنب الشعري في الانسلاخ بعد ان تصل الى الطور الكامل، غير ان معظم الحشرات لا تنسلخ ولا تزيد في الحجم بمجرد وصلها الى طور الحشرة الكامل.

خطوات عملية الانسلاخ:

١- تسكن الحشرة قبل عملية الانسلاخ ثم تمتنع الحشرة عن الغذاء.

٢- في هذا الوقت تنشط خلايا البشرة الداخلية (Hypodermis) وتستطيل بعض خلاياها وتنفصل كلها عن طبقة الكيوتيكل.

٣- تأخذ خلايا البشرة الداخلية شكلا متعرجا ويمتلئ مكان الانفصال بسائل يسمى سائل الانسلاخ Molting fluid الذي تقوم بإفرازه خلايا البشرة .

٤- تبدا خلايا البشرة الداخلية بإفراز الجليد السطحي الذي يصبح في ابتداء تكوينه رقيق ناعم ويحيط بجميع اجزاء الجسم ويأخذ شكلا متعرجا تبعا لقصر واستطالة خلايا البشرة الداخلية.

٥- وتفرز بعد ذلك طبقة الجليد الخارجية ان كانت موجودة في هذا النوع من الحشرات.

٦- ثم تبدا خلايا البشرة الداخلية بإفراز طبقة الجليد الداخلية التي هي اسمك واكبر طبقات الكيوتيكل.

ملحوظة: يقوم سائل الانسلاخ اثناء عملية تكوين الطبقات الجديدة للكيوتكل بوظيفتين اساسيتين وهما:

اولا: ترطيب الجلد الجديد وكذلك يساعد على انفصال الجليد القديم عن الجليد الجديد بالنسبة الى لزوجة سائل الانسلاخ.

ثانيا: اذابة جزء كبير من طبقة الكيوتكل بفعل الانزيمات التي يحتوي عليها السائل وهما (Chitinase)و(Chitobiase) الهاضمة للكايتين وانزيم (Protease) الهاضم للبروتينات .

ميكانيكية الانسلاخ:

١- تبدا عملية الانسلاخ بانشقاق الجليد القديم، الذي ينشق عادة على طول الخط الوسطي على السطح الظهري لمنطقة الصدر في الحورية بواسطة:

*تقلص عضلات الجسم خصوصا الصدرية.

*ضغط الدم.

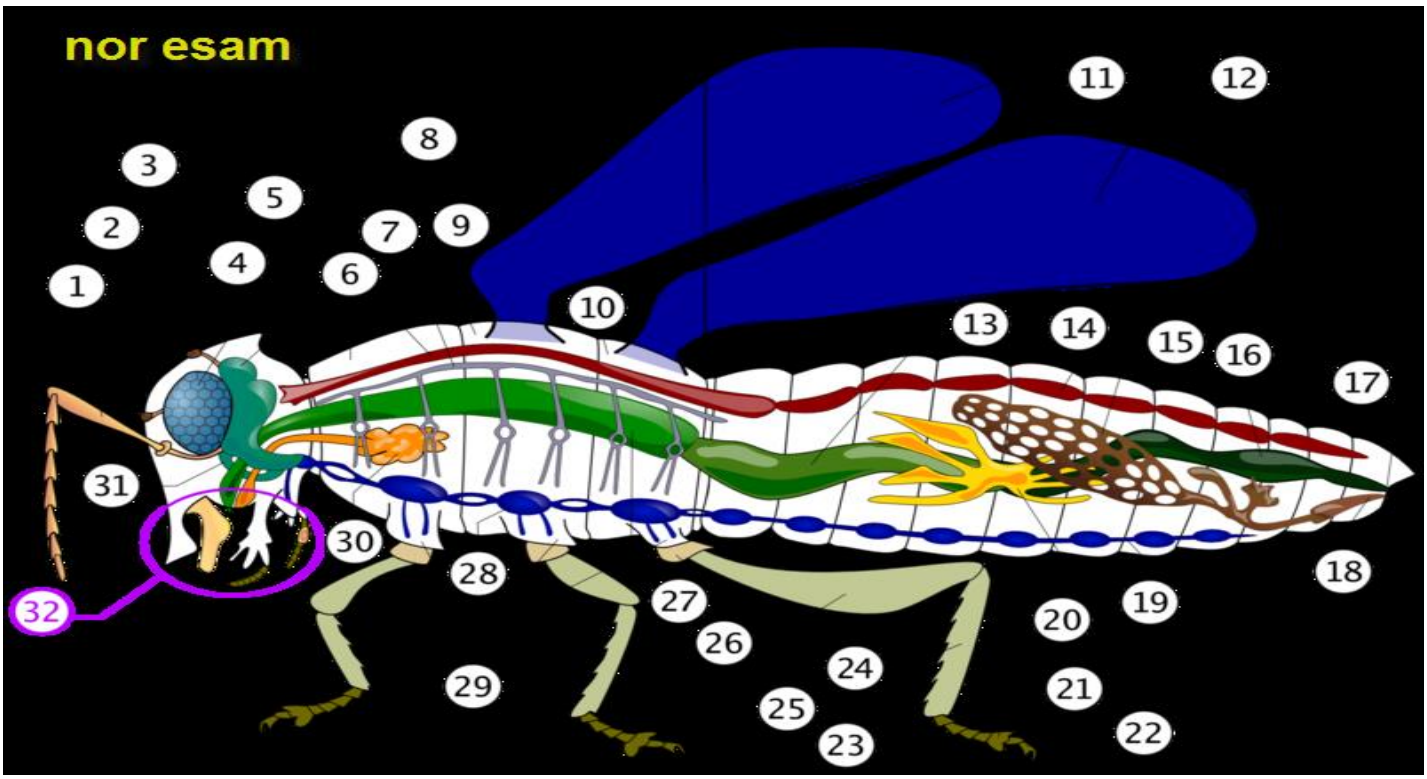
*التأثير الكيميائي لسائل الانسلاخ وما به من انزيمات.

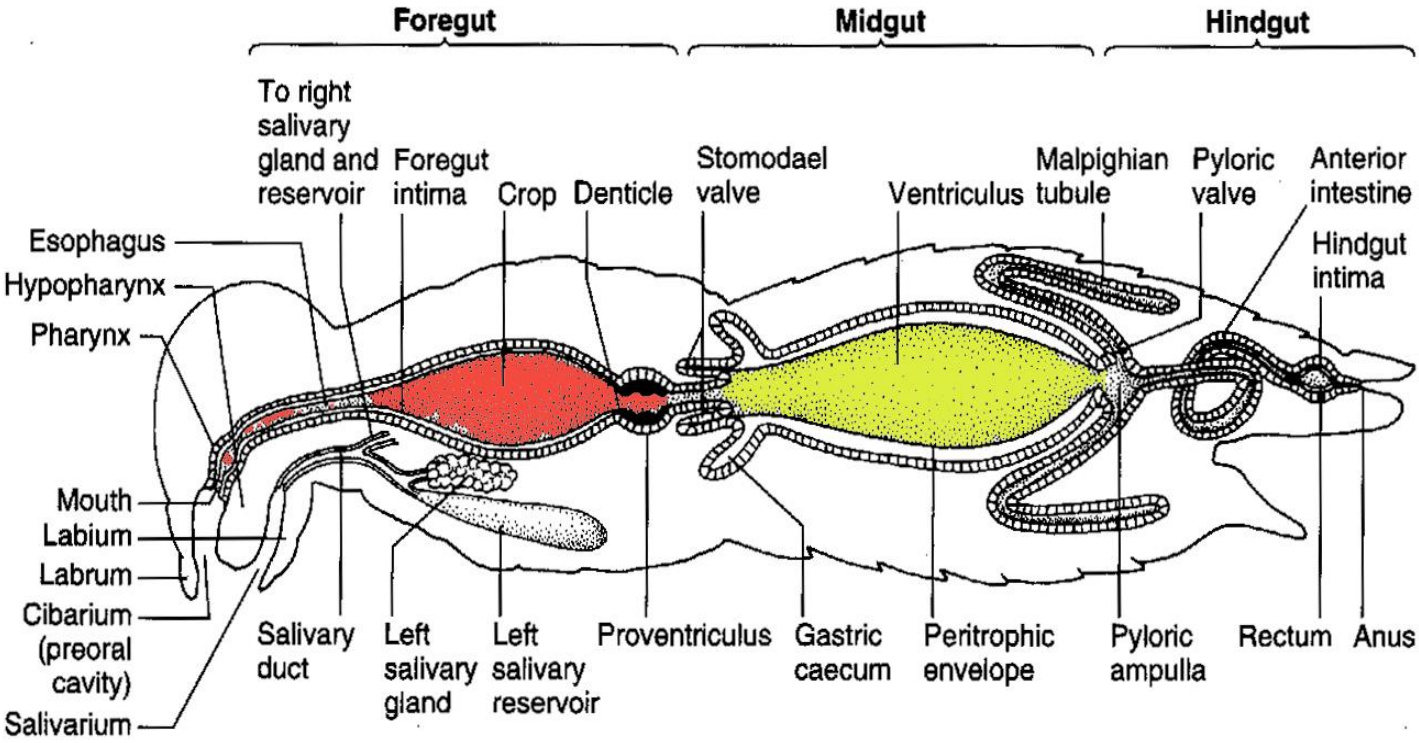
٢- تخرج الحورية صدرها عن طريق هذا الشق ثم تسحب نفسها الى الخلف قليلا حتى تخرج الراس ايضا وبعد ذلك تسحب زوائدها واطرافها من اغلفتها مع سحب منطقة البطن في الوقت نفسه وعندئذ يتم خروج الطور الاخر بجلده الجديد تاركا ورائه الجلد القديم.

٣- وعندما تتخلص الحشرة من الجليد القديم يكون لونها ابيض وجلدها لين وبمجرد تعرض الجلد للضوء والهواء يأخذ الجليد لونا داكا ويتصلب بالتدريج حتى يأخذ اللون الطبيعي للحشرة.

نظري

م٢ الجهاز الهضمي





تقسم القناة الهضمية من الناحية الفسيولوجية الى خمس مناطق وذلك حسب الوظائف التي تقوم بها في كل منطقة وهي :

اولا: منطقة الاستقبال Region of reception

تشمل الفم والتجويف الفمي والبلعوم **Pharynx** والغدد اللعابية ، اذ تقوم هذه المنطقة باستقبال الغذاء .

ثانيا: منطقة التوصيل و الخزن Region of conduction and storage

تتكون من المريء **Oesophagus** الذي يقود الغذاء الى منطقة الهضم ، وفي بعض الحشرات تتضخم انبوبة المريء لتكوين الحوصلة **Crop** التي تقوم بخزن الغذاء غير المهضوم كما انها تقوم بالهضم الجزئي او الكلي حيث تحصل على الانزيمات الهاضمة من الغدد اللعابية او القناة الهضمية الوسطى كما في عائلة الجراد و رتب حشرات القمل القارض ومستقيمة الاجنحة و غمدية الاجنحة .

ثالثا : منطقة السحق و الهضم Region of Internal trituration and digestion

تتكون هذه المنطقة من المعدة **Stomach** والقانصة **Gizzard** ،في بعض حشرات رتبة غمدية الاجنحة القانصة لها وظيفة واحدة أذ تعتبر كصمام يسمح للسوائل بالمرور الى القناة الوسطى ويمنع دخول

القطع الغذائية الصلبة غير المهضومة ، وفي النحل تؤدي وظيفة الصمام او الغربال لفصل حبوب اللقاح عن الرحيق ، وفي الحشرات القارضة تعمل على تفتيت الاجزاء الكبيرة من الغذاء .

اما المعدة في غالبية الحشرات تقسم الى عدة مناطق تبعا لوظيفة كل منطقة او حسب اختلاف الحموضة او الانزيمات التي تفرزها تلك المنطقة وتتميز المنطقة الاخيرة من المعدة بوجود عدد من الانابيب الاعورية التي تقوم بوظيفة الهضم والامتصاص ، في معدة يرقات حرشفية الاجنحة يوجد نوعان من الخلايا الهضمية هي خلايا عمودية وظيفتها الامتصاص وخلايا كأسية وظيفتها افرازية .

رابعا: منطقة الامتصاص Region of Absorption

وتشمل القناة الوسطى والقناة الخلفية حيث تتداخل هذه المنطقة مع منطقة الهضم اعتمادا على نوع الحشرة ونوع المادة الممتصة .

خامسا: منطقة التوصيل وتكوين البراز Region of conduction and formation of feces

تعد القناة الخلفية هي المنطقة الرئيسية التي يتم فيها تفريغ البراز وتوصيله للخارج .

فسيولوجيا الهضم والامتصاص

١-حركة الغذاء Movement of food : يتحرك الغذاء على طول القناة الهضمية بتأثير التقلصات اللاإرادية لجدران القناة الهضمية ، وجد في حوصلة الصرصر ثلاث انواع من الحركة، النوع الاول عبارة عن تقلصات لاإرادية تحدث في جدران الحوصلة والنوع الثاني حركة بندولية ، اما الحركة الثالثة فتحدث في الجزء الخلفي من الحوصلة عن طريق تقلصات لا ارادية غير متزامنة مع الحركتين السابقتين .

اما حركة الحوصلة والقانصة والقناة الوسطى في سوسة الحبوب *Sitotophilus* فتنتظم في دورة منتظمة ، حيث عند تقلص القانصة تمتلأ الحوصلة وعند اكتمال طراوة الغذاء في الحوصلة ترتخي القانصة والمعدة وتتقلص الحوصلة لدفع الغذاء الى القناة الوسطى.

في بعض بالغات غمدية الاجنحة وجدت حركات لا ارادية في الامعاء الدقيقة والمستقيم بالإضافة الى حركات بندولية في منطقة اتصال القناة الامامية بالقناة الوسطى.

٢-الانزيمات الهاضمة Digestive Enzymes:

توجد الانزيمات الهاضمة في اللعاب وفي القناة الوسطى وفي بعض الحالات تقوم الاحياء الدقيقة الموجودة في القناة الهضمية بإفراز بعض الانزيمات الخاصة بالهضم لمواد معينة.

هناك نوعان من الهضم :

اولا: الهضم الخارجي: يحدث هذا النوع من الهضم خارج القناة الهضمية الوسطى أي اما بالقناة الهضمية الامامية او الخلفية ويسمى بالهضم الخارجي Extra-intestinal digestion حيث تقوم الحشرة بحقن انزيمات هاضمة في العائل عن طريق الفكوك العليا التي تمتاز بوجود ثقوب صغيرة وبنفس الوقت يتم سحب المواد المتحللة مثل يرقة اسد المن .

ثانيا: الهضم الداخلي Internal digestion. وفيه يتم هضم المواد الغذائية داخل القناة الهضمية نفسها، حيث يتم هضم السواد الأعظم من الغذاء في المعي الأوسط وقد تتم عمليات الهضم في أماكن أخرى من القناة الهضمية غير المعي الأوسط ويطلق على الهضم في هذه الحالة الهضم خارج المعي ومن أمثلة ذلك:

أ- يتم معظم عملية الهضم في الحوصلة أي في المعي الأمامي كما في الصرصور الأمريكي.

ب- يتم هضم معظم المواد السيليولوزية في المعي الخلفي كما في النمل الأبيض.

ويمكن القول أن الانزيمات التي تتكون في الحشرة تكون بصفة عامة ملائمة لغذائها فأكثر الانزيمات كمية هي التي تساعد على هضم العناصر الغذائية الغالية في الطعام ويوجد من هذه الانزيمات ثلاث مجموعات هي:

أ- **انزيمات الكربوهيدرات:** وهي التي تتوسط في عملية التحليل المائي للكربوهيدرات المعقدة التركيب وتشمل انزيمات الكربوهيدرات عديدة التسكر ومنها **الأميليز** الذي يهضم النشا و

الكلايكوجين ،وانزيمات الكليكوسيدازات Glucosidae التي تهضم المالتوز والسكروز ،وانزيمات كالاكتوسيدازات Galactasidaseالتي تهضم الدافينوز وغيره.

ب- **انزيمات البروتين:** وهي التي تقوم بتحطيم البروتين ومنها **البروتييز** Proteinase الذي تفرزه القناة الهضمية الوسطى ، هناك بعض المواد الغذائية تحتاج إلى طرق غير عادية في الهضم مثل الكراتين، والخشب والشمع والكولاجين .

جـ- وللدلالة على اختلاف نوع الانزيمات الهاضمة ليلائم نوع الغذاء ففي حالة الحشرات التي تتغذى على غذاء متنوع مثل الصرصور فإن عصاراتها الهاضمة تكون غنية بإنزيمات البروتبيز والأميليز والليبيز لهضم كل من البروتينات والدهون والنشويات ولكن الأميليز يوجد بكمية وافرة نظراً لأن غذاء الصرصور غني بالمواد النشوية. أما في حالة الحشرات التي تتغذى على غذاء محدد فإنها تفرز أيضاً أنزيمات محددة، ففي حالة الحشرات المفترسة يغلب وجود انزيمي البروتييز والليبيز. وهذا الاختلاف في إفراز الانزيمات تبعاً لتركيب الغذاء أكثر مايكون واضحاً عند مقارنة الأطوار المختلفة للحشرة الواحدة فيرقات حرشفية الأجنحة يوجد بقناتها الهضمية أنواع مختلفة من الانزيمات بينما لا يوجد منها في الفراشات وأبو دقيق إلا انزيم إنفريتيز.

د- تحليل الدهون :تعتمد معظم الحشرات على انزيم الليبيز Lipase لتحليل الدهن الى حوامض دهنية و كليسرول ، وعلى الغالب فأن الغذاء النباتي او الحيواني للحشرات يحتوي على كليسرولات ثلاثية Triglycerides وكميات قليلة من فوسفات الدهن .

تعمل انزيمات Esterases الذي يكون اللايبيز من ضمنها على تحليل روابط الاستر حيث يعمل هذا الانزيم على تحليل روابط الكليسرولات الثلاثية ، كما وجد في مستخلص اللعاب والقناة الوسطى انزيمات الليبيزات والاسترات.

العوامل التي تؤثر على نشاط الانزيمات :

أ-درجة الحموضة PH :تتأثر درجة حموضة القناة الهضمية الامامية بتغير الغذاء وذلك لعدم وجود منظمات الحموضة.

ب -قوة الاكسدة والاختزال :تختلف قوة الاكسدة والاختزال للقناة الهضمية للحشرات سلبا او ايجابا تبعا لاختلاف نوع الغذاء .

ج -درجة الحرارة: يزداد نشاط الانزيمات بزيادة درجة الحرارة .

د-الجوع والسبات : Starvation and Diapaus: يزداد نشاط الانزيمات في حالة تجويع الحشرات وبالأخص الخلايا الطلائية ويلي هذه الزيادة هبوط تدريجي .

١- امتصاص الغذاء Absorption: تعتبر القناة الوسطى المركز الرئيسي لامتصاص نواتج هضم وتحلل الغذاء ، وقد تقوم القناة الخلفية بامتصاص بعض المواد اما القناة الامامية فليس لها دور بوظيفة الامتصاص الا في حالات نادرة جدا.

ان عملية الامتصاص هي عبارة عن نشاط حيوي تتحكم فيه خلايا متخصصة لتقوم بأختيار نوع وكمية المادة الممتصة من تجويف القناة الهضمية وتحدث هذه العملية عن طريق الانتشارDiffusion او النقل الفعال Active transport.

ا-امتصاص الكربوهيدرات :تمتص الكربوهيدرات بعد تحللها الى سكريات احادية بصورة رئيسية في القناة الوسطى ، تعتمد عملية امتصاص السكريات الاحادية الناتجة من تحلل الكربوهيدرات المعقدة على انتشار المادة من التركيز العالي الى التركيز الواطئ في الدم .يتم امتصاص سكر الكلوكوز بسرعة من القناة الهضمية نتيجة انخفاض تركيزه بالدم وعند زيادة تركيزه بالدم يتم تحويله الى سكر تريهالوز (اتحاد جزيئتين من سكر الكلوكوز الاحادي تعطي سكر تريهالوز الثنائي).كما يتم امتصاص المانوز والفركتوز بنفس الطريقة والفرق الوحيد هو ان عملية امتصاصها تكون ابطأ من امتصاص الكلوكوز وذلك لان سرعة تحويلهما الى سكر التريهالوز تكون اقل من سرعة تحويل الكلوكوز.

وباختصار فأن نسبة امتصاص الكلوكوز تتعلق على مدى تحويل هذا السكر الى سكر ثنائي التريهالوز وان كمية امتصاص كل من الكلوكوز والفركتوز والمانوز في الحشرات يوازي معدل تحويلهم الى سكر التريهالوز

ب-امتصاص الدهون Lipids absorption:

يتم امتصاص في بعض الاحيان دون ان تتحلل بالرغم من وجود انزيم الليبير الهاضم للدهون ، تمتص الدهون في الانابيب الاعورية و مقدمة القناة الهضمية الوسطى بأستثناء الكوليسترول Cholestrol الذي يمتص في الحوصلة ، وقد اشارت البحوث عن قيام القناة الخلفية في بعض بالغات غمدية الاجنحة بامتصاص الدهون .

ج-امتصاص البروتينات Proteins absorption:

تحصل عملية امتصاص البروتينات المتحللة بصورة رئيسية في القناة الوسطى والانابيب الاعورية ، ويعاد امتصاص الاحماض الامينية المارة للخارج من انابيب عن طريق المستقيم ، وقد يمتص البروتين بدون ان يطرأ عليه أي تغيير ومن ثم يتحلل داخل الخلايا الطلائية.

تعتمد ميكانيكية امتصاص الاحماض الامينية على نسب تراكيزها في الغذاء والدم فيحدث الامتصاص عن طريق الانتشار عندما يكون تركيزها في الغذاء اعلى مما عليه في الدم ، وقد تتم عملية الامتصاص في بعض الحشرات بطريقة النقل الفعال ويعتمد هذا على تركيب الغذاء والدم

د-امتصاص المواد غير العضوية Inorganic Ions:

يتم امتصاص المواد غير العضوية في القناة الوسطى ،كما يقوم المستقيم ايضا بإعادة امتصاصها ،توجد في القناة الوسطى مناطق متخصصة بامتصاص ايونات معينة ، حيث يمتص الحديد في منطقة وسط القناة الوسطى ،بينما النحاس في منطقتين صغيرتين تمتاز خلاياها بشكلها الحرشفي واحتواءها على الدهن في الجزء الامامي والخلفي للقناة الوسطى ، وتقوم القناة الخلفية بامتصاص ايونات الكلور والبوتاسيوم والصوديوم .

و-امتصاص الماء water absorption:

يمتص الماء في الاجزاء المختلفة من القناة الوسطى ، فتقوم الانابيب الاعورية ليرقات البعوض والجراد الصحراوي والجزء الامامي لذبابة تسي تسي والجزء الوسطي لبعض انواع الحشرات بامتصاص الماء. وفي الكثير من الحشرات يعاد امتصاص الماء من البول عن طريق حلمات المستقيم ، وفي حشرات المخازن تلجأ الحشرات استخدام الماء المتكون نتيجة عمليات الايض اذ تتكون ستة جزيئات من الماء نتيجة اكسدة الكلوكوز .اما الحشرات في المياه العذبة ورتبة متشابهة الاجنحة والحشرات التي تتغذى على اغذية سائلة فليس من الضروري الحفاظ على الماء الا بكميات قليلة لذلك يلاحظ عدم وجود حلمات المستقيم فيها .

م٣

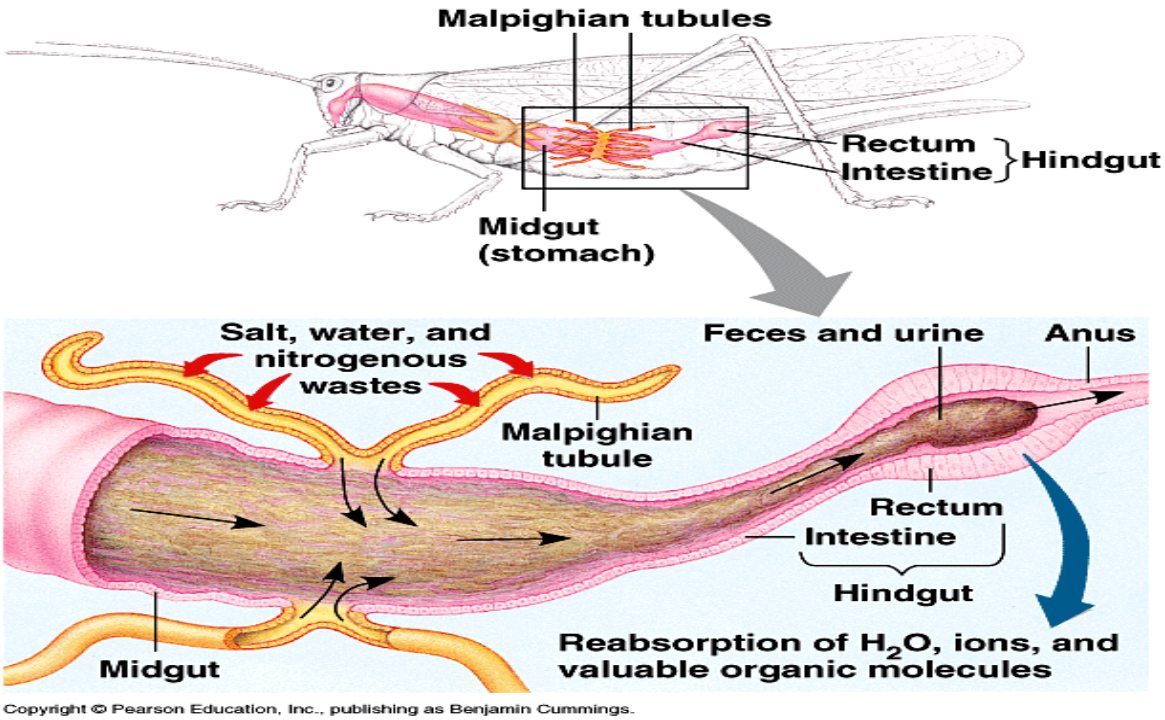
الإخـــــراج وأعضـــــاء الإخـــــراج Excretion and Excretory Organs

تعمل أعضاء الإخراج في الحشرات على أن يكون الوسط الداخلي ثابتاً إلى حدٍ ما من حيث احتوائه على الماء والأملاح وبالتالي التركيب الأيوني أو الضغط الأزموزي لخلايا وأنسجة جسم الحشرة.

ويتم ذلك بالتخلص من الفضلات النيتروجينية السامة الناتجة عن عمليات التمثيل الغذائي للبروتين وتنظيم التركيب الأيوني للدم.

تتخلص الحشرة من المواد السامة بصورة رئيسية عن طريق أنابيب مالبيجي بينما يقوم المستقيم بإعادة امتصاص الماء من الفضلات. وتكون النواتج النيتروجينية عادة في صورة حامض اليوريك وهو غير قابل للذوبان في الماء وعليه يطرد مع كمية ضئيلة جداً منه.

وتشمل أعضاء الإخراج في الحشرات أنابيب مالبيجي ، الجسم الدهني، خلايا النفروسايت، الخلايا الخمرية ، المعي و غدد رأسية خاصة في بعض الحشرات. وتحافظ هذه الأعضاء على ثبات التركيز الأيوني في دم الحشرات.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Excretion الإخراج

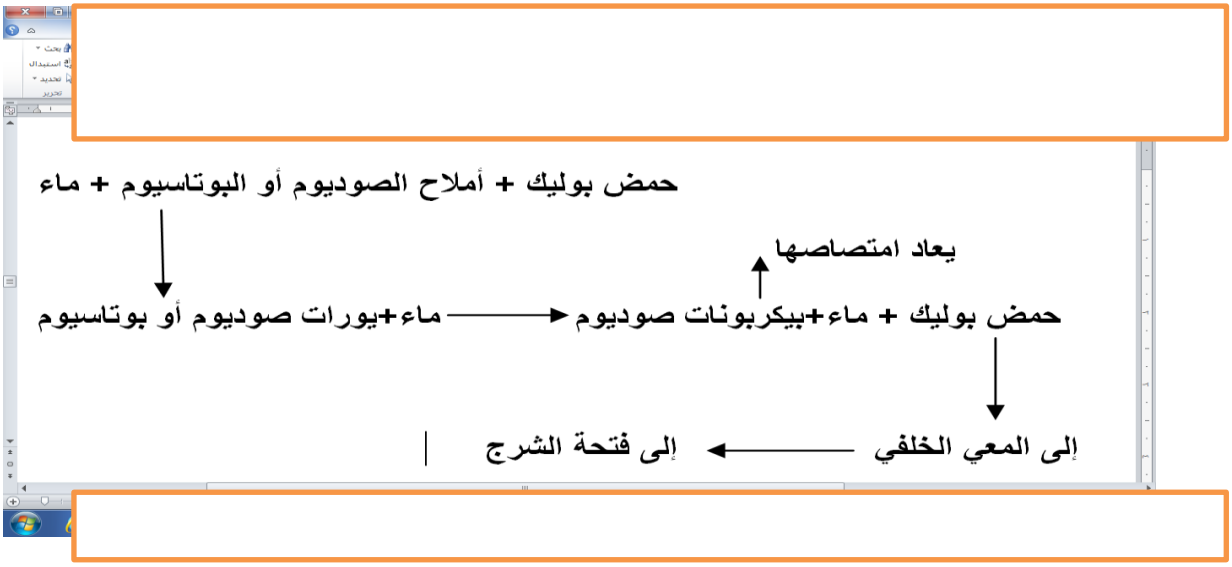
الإخراج هو عملية التخلص من الفضلات الناتجة عن عمليات التحول الغذائي وخاصة الأزوتية (النيتروجينية) منها بطردها خارج الجسم وتقوم أعضاء الإخراج بوظائفها كما يلي:

أ- أنابيب مالبيجي Malpighian tubles:

تقوم بطرد حامض البوليك الوارد إلى الدم من الأنسجة المختلفة وذلك عن طريق إتحاد هذا الحامض مع أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم القاعدية مكوناً يورات صوديوم أو البوتاسيوم وأثناء دورة الدم حول هذه الأنابيب تستخلص منه هذه الأملاح في وجود الماء حيث تنفذ عن طريق خلايا جدرها إلى تجويفها الداخلي وفي وجود ثاني أكسيد الكربون تتحول هذه الأملاح إلى بيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم وحامض البوليك، ثم يعاد امتصاص أملاح البيكربونات والماء مرة أخرى عن طريق جدار أنابيب مالبيجي وتعاد إلى الدم لتدخل مرة أخرى في الدورة بينما

تمر بلورات حمض البوليك من تجويف أنبوبة مالبيجي إلى تجويف المعي الخلفي ومنه إلى الخارج عن طريق فتحة الشرج وقبل التخلص من البراز يعاد امتصاص الجزء الباقي من الماء عن طريق حلمات المستقيم ويعاد إلى الدم مرة أخرى.

تقوم انابيب مالبيجي بإفراز سائل تستخلصه من السائل الدموي بواسطة الخلايا الطلائية ويسمى بسائل انابيب مالبيجي وهو يختلف تماما عن السائل الدموي من حيث نوع وتركيز مكوناته ويكون الضغط التنافذي لسائل انبوبة مالبيجي مساوي تقريبا للضغط التنافذي للدم ، يكون تركيز ايونات البوتاسيوم في سائل الانابيب دائما اكبر بكثير من تركيزه في الدم حيث ينتقل من سائل الانبوبة الى سائل الدم بواسطة النقل الفعال و يكون تركيز ايونات الصوديوم في سائل الانابيب دائما اقل من تركيزه في الدم حيث تنتقل من سائل الدم الى سائل الانبوبة بواسطة الانتشار ، ينتقل سائل انبوبة مالبيجي المحمل بالأيونات عبر تجويف الانبوبة نزولا الى الامعاء ومن ثم الى المستقيم وفيه يتم اعادة امتصاص المركبات والايونات التي تحتاجها الحشرة وارجاعها للدم وتطرح الباقي والزائد مع الفضلات عن طريق فتحة المخرج .



ب- غرفة الترشيح Filter chamber :

حشرات رتبة متجانسة الاجنحة Homoptera مثل الذباب الابيض والمن والدوباس تمتص كميات كبيرة من العصارة النباتية من اجل الحصول على مكونات غذائية معينة مثل الاحماض الامينية و لكون كميات هذه المركبات قليلة في العصارة النباتية لذا فأن هذه الحشرات تمتص كميات كبير منها ، لذلك تحورت القناة الوسطى مكونة ما يسمى غرفة الترشيح **Filter chamber** حيث تقوم باستخلاص الزائد من العصارة وتوصلها مباشرة الى الامعاء والمستقيم دون المرور بالمعدة وبذلك تضمن عدم تخفيف السائل الدموي ومرور غذاء مخفف الى القناة الوسطى (المعدة) وكذلك مرور تركيز مناسب للقناة الوسطى من العصارة لتتمكن انزيمات الهضم من اداء وظيفتها وثالثا المساهمة بعزل العديد من المكونات الغذائية الزائدة عن حاجة الحشرة ونقلها مباشرة الى القناة الخلفية لتطرح خارجا بشكل ندوة عسلية honey dew .

جـ الأجسام الدهنية The fat bodies :

من المعروف أن الوظيفة الأساسية لهذه الأجسام هي تركيب وتخزين الغذاء الاحتياطي للحشرة إلا أنها لها وظيفة إخراجية، حيث تظهر رواسب من حمض البوليك وأملاحه في الأجسام الدهنية لبعض الحشرات مثل الكولامبولا والصرصور الشرقي وفي هذه الحالة تكون أنابيب مالبيجي غائبة أو موجودة ولا تؤدي وظيفتها أو أنها غير قادرة على إفراز البولات. وتترسب البولات أو حامض البوليك نفسه فيما يعرف بخلايا اليورات بالجسم الدهني ويعرف الإخراج في هذه الحالة بالتخزين الإخراجي حيث تنتقل هذه المواد الإخراجية المخزنة إلى أنابيب مالبيجي وقت التحول إلى طور العذراء والتخلص منها بعد ذلك.

يوجد نوعان رئيسيان من خلايا الجسم الدهني هما :

١- الخلايا المغذية Trophocytes : تكون الجزء الأكبر من خلايا الجسم الدهني، وخلاياها ذات أنوية صغيرة بها فجوات قليلة، تقوم هذه بتركيب وتخزين الغذاء الاحتياطي من الجليكوجين والبروتين والدهون لحين الحاجة إليها عند الجوع مثلاً أو خلال الطيران الطويل أو خلال فترة السكون.

٢- خلايا اليورات Urate cells : وهي قليلة ومبعثرة بين الخلايا المغذية في الجسم الدهني وتعمل على استخلاص بلورات حامض اليوريك من الدم وترسيبها بداخله وخاصة في الحشرات التي لا يوجد فيها أنابيب مالبيجي أو التي لا تقوم فيها هذه الأنابيب كما في حشرات قافزة الذنب والصراصير.

د- الخلايا الكلوية ، خلايا النفروسايت Nephrocytes :

هذه الخلايا قادرة على امتصاص الحبيبات الغروية من الدم حيث تظهر بها البروتينات والكلوروفيل وبعض الأصباغ الأخرى. وتعتبر الكلويات من أعضاء الإخراج المخزنة.

هـ- المعي The gut :

قد يلعب المعي دوراً في عملية الإخراج حيث تتجمع بعض الأصباغ في خلايا جداره كما في حشرات الكولامبولا ، أو أن هذه الخلايا تستخلص الأصباغ من الدم وتفرغها

في تجويفه الداخلي كما يحدث لصبغة البليفردين الناتجة عن تحلل الهيموجلوبين كما في بقة الرودنيس.

و- جدار الجسم Body wall:

تقوم بعض الحشرات بترسيب بعض نواتج عملية التمثيل الغذائي بجدار أجسامها وخاصة بعض الصبغات المشتقة من حامض اليوريك وأملاحه كما في حالة أبو دقيق الكرنب، فتترسب هذه المواد في حراشيف أجنحته مما يكسبها اللون الأبيض المصفر.

ز- أعضاء لها وظائف ثانوية :

توجد في الحشرات ذات الذنب القافز حيث تنعدم أنابيب مالبيجي غدة في الرأس عبارة عن كيس صغير يخرج منه قناة ملتوية ذات خلايا تشبه خلايا أنابيب مالبيجي ويتصل بها بالقرب من نهايتها غدة ثانية ثم تمتد القناة حيث تفتح في قاعدة الشفة السفلى، وتقوم هذه الغدة بوظيفة اخراجية حيث وجد أنها تقوم باستخلاص الصبغات من الدم. وفي حشرة ***Hyalophora*** من رتبة **Mecoptera** تعمل الغدد الشفوية على التخلص من الماء الزائد عن طريق فتحة في الشفة السفلى. وفي الصرصر من جنس ***Blatella*** فإن الذكر يقوم باستخلاص بلورات حامض اليوريك وخزنها مؤقتاً في الغدد التناسلية الإضافية ثم يصبها على الحيوانات المنوية عند التزاوج مع الأنثى.

التوازن المائي والملحي

تتراوح نسبة المحتوى المائي ما بين ٥٠-٩٠ % من وزن جسم الحشرة وان أي نقص في المحتوى المائي يؤدي الى موت الحشرة ، مثلا حشرة الرودنيس تموت اذا انخفض المحتوى المائي الى ٦٠-٧٥% اما الاملاح غير العضوية فهي مهمة ايضا ،ليس فقط من حيث نسبة تواجدها بالجسم بل ايضا نسبة الاملاح بعضها لبعض ، وتتمثل اهمية الماء والاملاح في

تأثيرهما على الضغط الازموزي وبالتالي توزيع الماء في انسجة الجسم ولهذا لابد من الية لتنظيم المحتوى المائي والملحي في هذه الانسجة وخاصة في الدم لانعكاس هذا التوازن على انسجة الجسم

١-الحشرات الارضية: يفقد الماء من جسم الحشرات بالطرق التالية :

أ-الفقد عبر جدار الجسم (الكيوتكل):ان معدل تبخر الماء من الكيوتكل عند درجة الحرارة الثابتة يتناسب مع رطوبة الجو وسرعة الرياح ،حيث كلما زادت درجة حرارة الانتقال تزداد سرعة فقد الماء من خلال جدار الجسم وبصورة سريعة ومستمرة لحين موت الحشرة.

ب-الفقد من خلال الجهاز التنفسي : وذلك من خلال فتحات الثغور التنفسية .

ج- بواسطة الجهاز الاخراجي: المصدر الرئيسي لفقد الماء هو البول Urine والبراز

٢-حشرات البيئة المائية: هناك ثلاث انواع من البيئة المائية

أ-بيئة المياه العذبة: تركيز الاملاح اقل من ١%

ب-بيئة المياه شبه المالحة تركيز الاملاح ١-٣,٥%

ج-بيئة المياه المالحة تركيز الاملاح اكثر من ٣,٥ %

اذا تركيز الاملاح في المياه اكثر من تركيزها داخل جسم الحشرة يقوم الجهازالاخراجي بسحب الاملاح من السائل الدموي وابقاء تركيزه عاليا داخل الجسم وعدم طرحه الى الخارج ، اما اذا كان تركيز الاملاح داخل السائل الدموي لجسم الحشرة اعلى منه في المياه يقوم الجهاز الاخراجي بطرح هذه الاملاح الى الخارج ، وذلك من اجل المحافظة على التوازن المائي والملحي لتركيز سائل الدم حول الخلايا والانسجة للقيام بعملياتها الحيوية .

م٤

الجهاز التنفسي Respiratory system

التنفس Respiration : هو عملية اكسدة نواتج التحلل السكري Glycolysis والتي تجري في المايتوكوندريا بوجود الاوكسجين و تحرير ثاني اوكسيد الكاربون ، يتم التنفس بمرحلتين ، المرحلة الاولى النقل الطبيعي (الفيزياوي) للغازات التنفسية وهي الاوكسجين و ثاني اوكسيد الكاربون بين المحيط الخارجي للحشرة و خلايا انسجة جسم الحشرة ، و المرحلة الثانية تتضمن عمليات الاكسدة التي تجري في المايتوكوندريا ،حيث تتأكسد نواتج الايض ، و يصاحب هذه الاكسدة تكوين جزيئات الطاقة ATP و هو ما يعرف بالتنفس الخلوي الهوائي Aerobic respiration.

و بالرغم من ان مقدار قليل من الطاقة يتحرر من خلال عملية Glycolysis التي تجري في السايتوبلازم دون الحاجة الى الاوكسجين وهو ما يطلق عليه بالتنفس الخلوي اللاهوائي Anaerobic cellular respiration ، الا ان هذه الطاقة تكون غير كافية لتلبية حاجة الحشرة ، لذلك لابد من اتمام عملية Glycolysis عن طريق دورة كريبس و التي تحدث في المايتوكوندريا و هنا يدخل الاوكسجين في هذه الدورة و يتحد مع ذرات الهيدروجين مكونا جزيئات ماء ، وينتج عن هدم المركبات العضوية تكوين غاز CO_2 الذي يجب طرحه خارجا ، والطاقة الناتجة من دورة كريبس تشكل اكبر نسبة من الطاقة التي تتحرر بالتنفس الخلوي .

١-عملية Glycolysis في السايتوبلازم :

$$Glucose+2p+2ADP+2NAD \longrightarrow 2Pyruvate+2NADH+2H+2ATP+2H_2O$$

٢-دورة (α-glycerophosphate)(من مرحلة Glycolysis الى مرحلة متأخرة من دورة كريبس):

$$2NADH +2H +2ATP + 3O_2 + 4P + 4ADP \longrightarrow 2NAD + 4ATP + 6H_2O$$

٣-دورة كريبس٠في المايتوكوندريا)

$$2Pyruvate + 5O_2 + 30ADP + 30P \longrightarrow 6CO_2 + 30ATP + 40H_2O$$

و عند جمع هذه المعادلات سوية تصبح النتيجة كالأتي :

$$Glucose + 6O2 + 36P + 36ADP \longrightarrow 6CO2 + 36ATP + 42H2O$$

و من المعروف ان لا حياة و لا نشاط بدون طاقة ، فالبناء والهدم الحيوي و الافرازات والتقلصات العضلية و نقل المنبهات و انتاج البيوض و الحيامن و غيرها من العمليات الحيوية لا تتم الا بتوفر الطاقة بحالة جزيئاتATP .

اذا يمكن تعريف التنفس :

التنفس Respiration هي عملية تبادل الغازات بين الكائن الحي والوسط الذي يعيش فيه، وتشمل على عدد من الظواهر الكيميائية والطبيعية. فالكيميائية منها تتمثل في أكسدة النواتج الغذائية داخل أنسجة الجسم وينتج عن ذلك غاز ثاني أكسيد الكربون والماء، بينما الطبيعية تتمثل بانتقال غاز الأكسجين إلى الأنسجة والتخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون. ومجموعة الأعضاء الخاصة التي تشترك في عملية التبادل الغازي بين البيئة ودم أو خلايا الجسم في الحيوان تعرف بالجهاز التنفسي.

الية التنفس

١- في الحشرات الأرضية :

تعتبر عملية التنفس هي الوسيلة التي تحصل بها الحشرات على الأوكسجين وإتمام وصوله إلى الأنسجة وطرد ثاني أكسيد الكربون خارج الجسم.

يدخل الهواء المحتوي على الأكسجين جسم الحشرة عن طريق الثغور التنفسية ومنها إلى القصبات الهوائية ثم إلى القصيبات الهوائية إلى أن تصل إلى النهايات الدقيقة للقصيبات الهوائية المحتوية على السائل وأثناء مرور الهواء داخل الجهاز القصبي يحدث تبادل للغازات بواسطة الانتشار الطبيعي لها. ويحدث أيضاً تبادل للغازات بين جدر نهايات القصيبات الهوائية والأنسجة المنغمرة بها وذلك عن طرق حركة سائل القصيبات التي تعتمد على قوتين متعاكستين هما القوة الشعرية الناتجة عن الدقة المتناهية لفراغ القصبية، وتعمل هذه القوة على جذب السائل إلى أعلى أما الثانية فهي عبارة عن التغير في الضغط الأزموزي لخلايا النسيج المنغمرة به القصيبات الهوائية ولتوضيح ذلك فعندما تنقبض عضلات الحشرة أثناء قيامها بأي مجهود يتحول الكلايكوجين الموجود في أنسجة هذه العضلات إلى حامض اللاكتيك مما يسبب ارتفاع في الضغط الأزموزي داخل الأنسجة وبذلك ينسحب السائل في اتجاه خلايا النسيج العضلي مصطحباً معه كمية من الأكسجين تستفيد منها خلايا هذا

النسيج في التنفس وتعود العضلات إلى حالة الارتخاء ويرتفع السائل مرة أخرى في النهايات القصبية بعد إزالة مخلفات عملية التنفس بواسطة الدم وهكذا.

ويتم خروج ثاني أكسيد الكربون من الجسم بطريقتين.

أ- الانتشار خلال القصبات الهوائية ثم الثغور التنفسية.

ب- الانتشار من أنسجة الحشرات مباشرة خلال جدار الجسم الخارجي وهذه العملية لا تحدث بالنسبة للأوكسجين لأن معامل انتشار ثاني أكسيد الكربون في الأنسجة الحيوانية يبلغ حوالي ٥٠ مرة مقدار معامل انتشار الأوكسجين في نفس الأنسجة.

ويتم تنظيم عملية التنفس عن طريق فتح وقفل الثغور التنفسية حسب حاجة الحشرة للأوكسجين وتتم تهوية الجهاز القصبي عن طريق العضلات التي تؤثر على ضغط الدم، ففي بعض الحشرات تحدث الحركات التنفسية مثل حركة ارتفاع وانخفاض الترجات والإسترنات في عقل البطن كما في الجراد والنطاط وكذلك الحركات التلسكوبية (المتداخلة) لعقل البطن كما في حشرات غشائية الأجنحة.

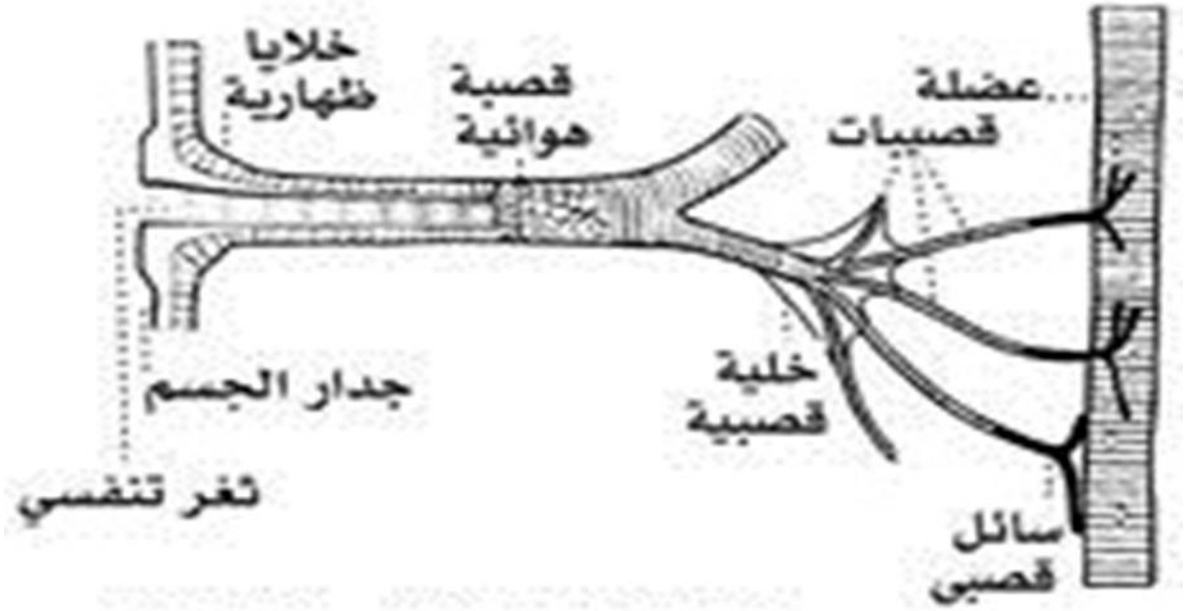
تحدث عمليتا الشهيق والزفير نتيجة انقباض وارتخاء العضلات التي تربط الترجات بالإسترنات فعند انقباضها تقترب الترجات والإسترنات فتضغط القصبات وتطرد جزءا من هوائها وعند ارتخاء العضلات تبتعد الترجات عن الإسترنات فتتمدد القصبات ويندفع إليها الهواء ويساعد ذلك وجود جهاز الغلق.

- وقد كان يظن أن نهاية القصيبات الهوائية تحتوي هواء جويا وأن التنفس يحدث بانتشار هذا الهواء إلى الأنسجة وانتشار ثاني اكسيد الكربون من الأنسجة إلى داخل نهايات القصيبات بخاصية انتشار الغازات.

ثبت حديثا أن نهايات القصيبات تحتوي سائلا وأن جدارها الرقيق يسمح بانتشار السوائل خلاله.

وعند النشاط العضلي للحشرة يتحول الكلايكوجين الموجود بها إلى حامض اللاكتيك (Lactic acid) فيحدث ذلك ارتفاع الضغط الأزموزي بهذه الأنسجة المحيطة بالقصبات فينشأ عنه مرور السائل الموجود داخل القصيبات وبه الأوكسيجين المذاب إلى الإنسجة المحتوية على الحامض ليوكسده فيحدث في القصيبات فراغ يحل محله هواء . وبهذه الطريقة يصل الأوكسيجين إلى الأنسجة .

وعند الراحة(بانتهاء نشاط الحشرة) يقل تكوين حامض اللبنيك فينخفض الضغط الأزموزي في العضلات ويمر السائل و به ثاني أكسيد الكربون المذاب إلى داخل نهايات القصيبات مرة أخرى ويستمر كذلك إلى أن يحدث التوازن .



٢-طرق التنفس في الحشرات المائية:

١- عن طريق جدار الجسم وفي هذه الحالة يكون الجليد رقيقاً جداً كما في يرقات الهاموش التي لا توجد بها فتحات تنفسية Cutaneous repiratio

٢- بواسطة الخياشيم القصبية كما في نياد الرعاش وذبابة مايو حيث تستخلص الأوكسجين الذائب في الماء.

٣- بواسطة الخياشيم الدموية كما في بعض أنواع من يرقات الهاموش.

٤- بواسطة ممصات ذات فتحات تنفسية كما في يرقات البعوض حيث يوجد زوج من الممصات على العقلة البطنية الثامنة ، و بدون ممصات (يرقات أنوفيلس) وفي كلتا الحالتين تصعد اليرقات إلى سطح الماء وتحصل على الهواء الجوي مباشرة وتتنفس عذارى البعوض أيضاً الهواء الجوي مباشرة عن طريق زوج من الممصات يقع في مقدم الجسم.

٥- التنفس بطريقة خزن الهواء، كما في بعض الحشرات المائية مثل خنفساء Notonecta حيث يغطي السطح السفلي للبطن طبقة من الشعر الغزير الذي

يحتفظ فيما بينه بطبقة من الهواء أثناء طفوها على سطح الماء تستفيد منه في التنفس عند غوصها تحت الماء ومثال آخر، خنفساء Dytiscus حيث تعمل تموجات سريعة بالماء مما ينشأ عنها فقاعات هوائية تحتفظ بها تحت أجنحتها لتأدية نفس الغرض(التنفس).

٦- التنفس عن طريق النباتات المائية، تلجأ بعض الحشرات المائية إلى الحصول على حاجتها من الأوكسجين عن طريق نباتات مائية خاصة يحتوي ساقها المغمور في الماء على مسافات بينية واسعة من خلاياه ممتلئة بالهواء بواسطة قرضها لهذه السيقان أو عن طريق غرز ثغورها التنفسية الثاقبة التي توجد في مؤخر بطنها كما في يرقات خنفساء Donacia.

- معدل التنفس Respiratory rates و معامل التنفس Respiratory quotient

معدل التنفس : هو سرعة الفعاليات الحيوية (الميتابولزم) التي تجري في جسم الكائن الحي ، و يعبر عنها بمقدار حجم غاز الاوكسجين المستهلك لكل وحدة وزن من جسم الكائن الحي لكل وحدة زمن .

تختلف الانسجة التي يتكون منها الكائن الحي فيما بينها في سرعة الفعاليات الحيوية التي تجري فيها ، كما تختلف النسبة لنفس النسيج في فترات مختلفة من نموه و نشاطه ، و كذلك تختلف بين افراد نفس النوع وبين الاطوار المختلفة لنفس النوع ، و بين الانواع المختلفة ، كما تختلف بأختلاف كمية الاوكسجين و درجة الحرارة.

اما معامل التنفس : فهو نسبة حجم غاز ثاني اوكسيد الكاربون المتحرر نتيجة الفعاليات في جسم الكائن الحي الى حجم غاز الاوكسجين المستهلك . و من الممكن الحصول على فكرة طبيعة البناء و الهدم الحيوي الذي يحدث داخل جسم الكائن الحي عن طريق قياس معامل التنفس ، حيث ان الحشرة عندما تستهلك الكربوهيدرات كمصدر للطاقة و تحدث اكسدة تامة فان قيمة معامل التنفس تساوي ١ ، و عندما تستهلك الحشرة الدهون كمصدر للطاقة فأن قيمة معامل التنفس تبلغ ٠,٧، كما انه كلما كان تصنيع الدهون من الكربوهيدرات فأن القيمة ترتفع عن الواحد .

م/٥

الجهاز الدوري The Circulatory System

جهاز الدوران في الحشرات جهاز مفتوح حيث يغمر الدم جميع أعضاء وأنسجة الجسم. ولا يوجد في الحشرات أوعية دموية بالمعنى المفهوم في الحيوانات الأخرى باستثناء الوعاء الدموي الظهري. إن دخول وخروج الدم من وإلى تجاويف الزوائد وعروق الأجنحة تشابه إلى حدٍ ما تجاويف الأوعية الدموية.

الأغشية االحاجزة والجيوب أو التجاويف الدموية :

ينقسم التجويف العام لجسم الحشرات إلى ثلاث تجاويف دموية بواسطة حاجزين ليفيين عضليين هي غشاء الحاجز الظهري ويمتد عرضياً فوق القناة الهضمية وأسفل القلب ويعرف التجويف المتكون أعلاه بالتجويف الظهري أو حول القلبي ويمتد بداخله القلب. أما غشاء الحاجز البطني فيمتد بعرض تجويف البطن فوق عقد الحبل العصبي البطني وتحت القناة الهضمية ويعرف التجويف المتكون أسفله بالتجويف البطني أو حول العصبي ، وعلى ذلك يتكون تجويف مركزي كبير يقع في الوسط بين الغشائين السابقين يعرف بالتجويف الحشوي ويحتوى على الأجهزة الداخلية الرئيسية. يتصل الغشاء الظهري جانبياً بالترجات عن طريق العضلات الجناحية فتظهر مناطق مفتوحة على الجانبين ، كما يتصل الغشاء البطني جانبياً بالأسترنات في نقطة اتصال واحدة فتتكون فراغات جانبية وهكذا يكون اتصال بين الفراغ الظهري من أعلى والبطني من أسفل. وتمتد الأغشية الظهرية إلى الأمام حتى عضلات القلب الأولى في منطقة البطن وتستمر بمسافات بسيطة في منطقة الصدر.

والعضلات الجناحية هي أزواج من العضلات تتركب من ألياف مخططة تنشأ من الأجزاء الجانبية الظهرية لجدار الجسم وتأخذ أشكالاً مروحية. وقد تنتشر على سطح الحاجز الظهري أوقد تتصل ألياف كل عضلة جناحية في الأجزاء الجانبية السفلية للقلب نفسه كما في ذات الذنب القافز والقمل الماص ويرقات ذات الجناحين، أو تمتد لتتلاقى مع ألياف العضلة المقابلة لها تحت القلب مباشرة. وعموماً فإن العضلات الجناحية تكون موجودة فقط في حلقات الجسم التي تحتوي على حجرات القلب ولذلك يكون وجودها قاصراً على منطق البطن.

الأغشية الحاجزة والجيوب

الوعاء الظهري : (Dorsal vessel)

وهو وعاء أنبوبي يقع تحت الظهر مباشرة ويمتد على طول الجسم بداية من النهاية الخلفية وحتى الرأس وهو يعتبر العضو النابض الرئيسي لحركة الدم. وينقسم الوعاء الظهري إلى جزئين رئيسيين، الجزء الخلفي ويسمى القلب (Heart) والجزء الأمامي ويسمى الأورطى أو الأبهر (Aorta). وعلى العموم يعتبر القلب الجزء القابض وبالتالي المسؤول على دفع الدم، أما الأبهر فهو عبارة عن أنبوب ينقل هذا الدم ويفرغه في تجويف الرأس.

١-القلب: Heart

هو الجزء النابض من الوعاء الظهري ويستقر مكانه بواسطة خيوط رفيعة مرتبطة بجدار الجسم تسمى الخيوط المعلقة. وتتضخم أنبوبة القلب في أغلب الحشرات وذلك في بعض حلقات الجسم لتكون حجرات (chambers) تنفصل عن بعضها البعض باختناقات واضحة ، ولكنه في حالات كثيرة لا يلازمها أي اختناقات حيث يصعب تحديد الغرف المتتالية إلا عن طريق الفتحات الأذينية التي توجد عادةً عند النهاية الخلفية لكل حجرة وكذلك عن طريق العضلات الجناحية. ويدخل الدم إلى القلب عن طريق الفتحات الأذينية عبر الصمام الأذيني والذي لا يسمح بخروج الدم من القلب إلى تجويف الجسم، و يتشكل الصمام الأذيني من انبعاج في جدار القلب عند كل فتحة أذينية. يوجد أمام كل زوج من الصمامات الأذينية صمام بطيني يمنع الدم المدفوع أمامياً من التسرب من حجرة إلى الحجرة التي خلفها ، يختلف عدد حجرات القلب في الحشرات المختلفة ويبلغ هذا العدد أقصاه (١٢ حجرة) في حالة الحشرات الأولية حيث يوجد في كل عقلة من عقلات الجسم. وفي معظم الحشرات يغلب وجود القلب في منطقة البطن فقط حيث ينكمش من طرفيه بدرجات متفاوتة فيصبح عدد الحجرات أقل من عدد عقل البطن.

ويتركب القلب نسيجياً من طبقة واحدة من الخلايا ذات الأنوية الكبيرة تتخللها ألياف عضلية مخططة دائرية وشبه دائرية، ويحدد القلب من الداخل والخارج غلاف رقيق من نسيج ضام.

٢-الأورطى: Aorta

عبارة عن امتداد القلب نحو الأمام في صورة أنبوبة بسيطة التركيب تعمل كمجرد وعاء موصل فيه يسيل الدم المندفع من القلب إلى الأمام ليصب في تجويف الرأس،

وتتصل الأورطى بالقلب عند صمام أورطى لا يسمح للدم بالتراجع إلى القلب وتنتهي في الرأس قرب المخ بفتحة قمعية الشكل وقد يتفرع هناك إلى فرعين يطلق عليهما تجاوزاً الشريانيين الرأسيين وقد يخرج من كل منهما فروع أصغر.

الأعضاء النابضة المساعدة :

يوجد للحشرة بالإضافة للقلب بعض الأعضاء التي تساعده في دفع الدم وتعمل على توزيعه في فراغ الجسم وأهم هذه الأعضاء ما يلي :

١- الأعضاء النابضة الصدرية:

وهي أعضاء كيسية الشكل توجد في بعض الحشرات في مناطق مختلفة من الجسم وهي تنبض مستقلة عن القلب وتعمل على احداث دورة دموية في زوائد جسم الحشرة مثل قرون الاستشعار والأجنحة والأرجل. ويتركب العضو النابض من غشاء مرن يوجد في نهاية أنبوبة تعترض مسير الأورطة وتسمى معترض الأورطة حيث تحجز فراغاً أسفل ترجة الصدر وعند قاعدة الجناح. وعندما يتموج هذا الغشاء يسحب الدم من الأورطة عن طريق معترض الأورطة دافعاً إياه في الأجنحة ثم يسحبه إلى هذه الأنبوبة ليعود إلى الأورطة ثانية ليسيل إلى فراغ الرأس. وتوجد بعض الأغشية المماثلة أحياناً عند قواعد الأرجل وقرون الاستشعار

٢-الحاجز السفلي:

ويعتبر الحاجز السفلي من الأعضاء النابضة المساعدة لأنه يعمل بواسطة انقباض وانبساط أليافه العضلية في حركة دودية تتجه من الأمام إلى الخلف أي يندفع الدم داخل التجويف السفلي متجهاً نحو مؤخرة الحشرة، وأثناء ذلك يصعد الدم أيضاً إلى التجويفين الحشوي والظهري من الناحية الجانبية للجسم.

الـــــدم Blood

يطلق على فراغ الجسم الممتلئ بالدم بتجويف الدم. يتركب دم الحشرة من سائل البلازما وبعض الخلايا السابحة فيه تسمى خلايا الدم. البلازما في الحشرات عديمة اللون، أو ذات لون أصفر فاتح أو أخضر. نتيجة لوجود مواد ملونة مصدرها الغذاء ومتحدة مع البروتينات التي تدخل في تركيب البلازما. تخلو بلازما الدم من مادة الهيموكولبين إلا في حالة واحدة فيها يظهر دم يرقات الهاموش بلون أحمر لوجود هذه المادة التي تختلف عن مثيلتها في الثدييات في عدم قدرتها في حالة الحشرات

على التأكسد بأوكسجين الهواء، يحوي دم الحشرة أملاح وبروتينات، ومواد كربوهيدراتية ودهوناً، وبعض الأحماض كالأحماض الأمينية وحامض الستريك. ولا يتجلط هذا الدم على الإطلاق ولكنه يسود عند تعرضه للجو نتيجة لتأكسد المواد الزلالية فيه مع ترسيب مادة اليوراندين ذات اللون الأسود المخضر.

خلايا الدم Blood Cells

توجد خلايا الدم سابحة فيه حيث تتعدد أشكالها في الحشرة الواحدة. وتستطيع خلية الدم أن تنمو وتنقسم أثناء حياة الحشرة. وأول ما تظهر تكون في صورة خلية صغيرة الحجم، داكنة اللون عند الصبغ ثم تنقسم لتعطي الأشكال المتعددة من خلايا الدم. وتنشأ خلايا الدم من طبقة الميزوديرم أثناء النمو الجنيني ويزداد عددها بعد ذلك بالانقسام غير المباشر ويمكن تصنيفها إلى الأنواع التالية :

١- طلائع الكريات الدموية البيضاء أو الخلايا الأولية Proleucocytes or Prohaemocytes: وهي خلايا صغيرة تتقبل الصبغات القاعدية وذات أنوية كبيرة تشغل معظم حجمها ، تلاحظ فيها دائماً خطوات الانقسام غير المباشر وبذلك يعتبر المصدر لتكوين الأنواع الأخرى من كريات الدم.

٢- خلايا الدم الانتقالية Plasmatocytes:

وهي تنشأ من خلايا الدم الأولية وفيها تكون الأنوية صغيرة وتتقبل الصبغات القاعدية وتقوم بالتهام الأنسجة القديمة عند التطور وكذلك الأجسام الغريبة. وتأخذ أشكالاً متعددة فقد تكون مستديرة أو مغزلية أو كمثرية عند وجودها حرة في الدم، ولكن عندما تلتصق بأحد الأعضاء تكون مفلطحة أو مستطيلة. ويكثر وجود هذه الخلايا في رتبة حرشفية الأجنحة وتختلف في الشكل والحجم وحجم الأنوية فيها فمثلا تسمى Nematocytes للخلايا الدودية ، Macroplasmatocytes للخلايا الكبيرة ، Micronucleocytes للخلايا ذات الأنوية الصغيرة.

٣- خلايا الدم المحببة Granular cells : تنشأ من خلايا الدم الانتقالية ويتميز سيتوبلازمها بإحتوائه على حبيبات حمضية كبيرة الحجم من سكريات مركبة ، وتعمل أيضاً كخلايا ملتهمة.

٤- خلايا شبيهة بالخمرية Oenocytoids: وتتميز بكبر حجمها وهي بيضاوية أو مستديرة تمثل نسبة بسيطة من مجموع خلايا الدم وتتميز بأنها ذات أنوية كبيرة،

تتقبل الصبغات القاعدية وتوجد في الحشرات غمدية الأجنحة وحرشفية ونصفية الأجنحة وبعض ذات الجناحين. وهي ليست لها القدرة على المهاجمة. ولاتنشأ هذه الخلايا من الخلايا الأولية ويعتقد أنها تنشأ من الخلايا الخمرية . Oenocytes

٥- خلايا النفروسايت (أو الخلايا البولية) Nephrocytes : هي خلايا يحتمل نشؤها من طبقة الإندوديرم، وتتميز كل منها باحتوائها نواتين. توجد هذه الخلايا داخل التجويف الظهري حيث تستقر على جانبي القلب.ومن ثم يطلق عليها أحياناً الخلايا حول القلب. ونظراً لاحتوائها على مواد أزوتية تالفة.وقدرتها على امتصاص المواد الغروية اعتبرت هذه الخلايا بولية تستخلص هذه المواد من الدم.

٦- الخلايا العملاقة Teratocytes : يتواجد في دم الحشرات التي تعول بداخل جسمها بعض الطفيليات خلايا متضخمة للغاية، أطلق عليها الخلايا العملاقة. نشأت هذه الخلايا عن تضخم لبعض خلايا الغشاء الجنيني للطفيل الداخلي، وذلك أثناء مرحلة النمو الجنيني. وأثناء فقس يرقة الطفيل تتساقط هذه الخلايا في سائل دم العائل حيث تسبح حرة. وتتضخم تدريجياً وذلك نتيجة امتصاصها لمواد غذائية من هذا السائل وخاصة الدهون ومن ثم فهي تشكل مصدراً غذائياً هاماً تعتمد عليه يرقة الطفيل البالغة لمواجهة المجهود الذي تبذله أثناء خروجها من جسم العائل وبنائها لشرنقة تتحول بداخلها إلى طور العذراء.

٧- خلايا ذات تجاويف Spherule cells: وهي خلايا مستديرة أو بيضاوية وتوجد في رتب حرشفية Lepidoptera الأجنحة وذات الجناحينDiptera. وتحتوي على تجاويف صغيرة عديدة تملأ الخلية . وتستجيب للصبغات الحامضية.

٨- الخلايا الدهنية Adipocytes: تتميز بإمتلائها بقطرات من الدهن وتختلف عن خلايا الجسم الدهني بأنها توجد حرة في الدم. وتوجد في حشرات رتبة حرشفية الأجنحة وذات الجناحين.

٩- الخلايا الشمعية Wax cells: خلايا محملة بالشمع توجد في دم حشرات المن والحشرات القشرية.

الدورة الدموية: Blood circulation

عندما يخرج الدم من القلب إلى الأورطى فإنه يخرج إلى فراغ الجسم فيغذي المنطقة الأمامية وهي الرأس ثم الصدر وزوائده أي الأجنحة والأرجل، ثم يرجع إلى مؤخرة البطن عن طريق الحاجزين الظهري والسفلي وفي هذه اللحظة تبدأ العضلات الجناحية في حركة انبساط أو انفراج فتنبسط حجرات القلب ويؤدي ذلك

إلى فتح الصمامات الأذينية الموجودة على فتحات الأوستيا الجانبية لكل حجرة من حجرات القلب ويندفع الدم من فراغ الجسم إلى داخل الوعاء الظهري وفي هذه الحالة تمتلئ حجرات القلب بالدم.

يبدأ القلب في عملية الانقباض (systole) مبتدئاً بالحجرة الخلفية حيث يضغط ما بداخلها من دم على جدارها فينبعج صماماها الأذينيان نحو الخارج غالقين الفتحتين الأذينيتين، بذلك لا يجد الدم طريقاً إلا أن يندفع نحو الحجرة التالية من الأمام ماراً بالفتحة البطينية، ويمتنع رجوعه إلى الخلف لوجود الصمامات البطينية حتى يصل الدم إلى الأورطى فيسيل في فراغ الجسم ثم يعود لدخول القلب مرة ثانية وهكذا تتكرر ميكانيكية الدورة الدموية...

وظائــف الـــدم:

١- النقـــل: من أهم وظائف الدم حمل المواد الغذائية المهضومة إلى جميع أجزاء الجسم وكذلك حمل المواد المتخلفة لصبها في أعضاء الإخراج (أنابيب ملبيجي) حتى تخرج خارج الجسم. كما ينقل الدم الهرمونات من الغدد الافرازية كالغدد الصماء إلى أنسجة الجسم المختلفة.

٢- التنفس: يدخل الأوكسجين عن طريق الثغور التنفسية على القصبات الهوائية حتى يصل إلى الفروع النهائية لهذه القصبات والتي تعرف بالقصيبات ولكن في بعض الحالات تكون هذه الأجزاء التنفسية غير كاملة التكوين (كأن تفتقر بعض أنسجتها إلى القصبات الهوائية) فيعتمد تنفس هذه الأنسجة كلية على الدم تستمد منه الأوكسجين الوارد من القصبات الهوائية وينطلق منها ثاني أكسيد الكربون منتشراً في سائل البلازما ليأخذ طريقه نحو الخارج إما عن طريق القصبات الهوائية أو جدار الجسم. ويحمل الدم في الحشرات الأوكسجين حملاً فيزيائياً عكس الثدييات التي يتحد فيها الأوكسجين مع الهيموجلوبين اتحاداً كيميائياً.

٣- الحماية: يكسب الدم الجسم الحماية ضد الأمراض وغيرها عن طريق الخلايا المهاجمة المعروفة بـ (phagocytes) التي تهاجم الأجسام الميتة والغريبة. وتعزلها عن سائل الدم عزلاً كاملاً ثم تتحوصل حولها وتهضمها فتمنع ضررها.

٤- الوظيفة الهيدروليكية: تشكل كمية الدم المحصورة داخل جسم الحشرة جهازاً هيدروليكياً مغلقاً. يستطيع هذا الجهاز أن يوجه الضغط الداخلي من جزء إلى آخر داخل جسم الحشرة منظماً لانقباضات الصدر أو البطن، أو كليهما معاً، لإتمام عمليات حيوية هامة مثل شق جدار الجسم عند درز الانسلاخ، أو إحداث تمزق في الغلاف الخارجي للبيضة أثناء فقس الحشرة. كما ينظم ضغط الدم المستمر في

الزيادة والنقصان، بالتبادل، عملية تهوية القصبات والأكياس الهوائية، وذلك باتساع وضيق فراغهما نتيجة لهذا التغير في ضغط الدم. كما يبسط الضغط الموضعي لدم الحشرة هيكلها الداخلي بعد الانسلاخ مباشرة. ويعمل على فرد الأجنحة بعد تخلص الحشرة الكاملة من جلد العذراء مباشرة، حيث يندفع الدم في العروق باسطاً الأجنحة قبل أن تتصلب.

٥- تخثر الدم وسد الجروح عند حدوث النزيف.

٦- يعمل كمخزن للماء يحافظ على عدم جفاف خلايا وأنسجة الجسم وقد يعمل كمخزن للمواد السكرية والبروتينية.

الجهاز العصبي The Nervous System

أكتودرمي المنشأ كامل التكوين، يعمل كوسيلة اتصال محكمة بين أعضاء الحس التي تتأثر بالمنبهات الخارجية المستمدة من البيئة وبين الأعضاء الداخلية مؤديا إلى استجابة الحشرة لهذه المنبهات بطريقة متوازنة. وينسق وينظم عمل الأجهزة الداخلية والوظائف الحيوية لها.

- **الخلية العصبية**: هي الوحدة الأساسية للنسيج العصبي وأشكالا متعددة وتتكون من جسم الخلية الذي يحتوي على النواة ويمتد منه عادة عدد من الامتدادات البروتوبلازمية التي تعمل على ربطها بالخلايا الحسية الأخرى او الأعضاء المستجيبة ويخرج واحد او أكثر من هذه الامتدادات مكونة ليفة عصبية طويلة يطلق عليها المحور وعادة يخرج من المحور بالقرب من قاعدته فرع جانبي وينتهي كل من المحور والفرع الجانبي بمجموعة لويفات دقيقة متفرعة. تخرج ايضا من جسم الخلية لويفات يطلق عليها التفرعات الشجيرية. وتنقسم الخلايا العصبية تبعا إلى الوظيفة كالآتي:

أ- الخلايا العصبية الحسية: تكون ثنائية أو عديدة الأقطاب، توجد خارج العقد العصبية قريبة من جدار الجسم او على سطح القناة الهضمية وتقوم بنقل التيارات العصبية من اعضاء الحس الى الجهاز العصبي المركزي.

ب- الخلايا العصبية الحركية: تكون أحادية القطب، تقع على سطح العقد العصبية من الداخل وتقوم بحمل التيارات العصبية إلى الأعضاء المتأثرة.

ج- الخلايا العصبية المجمعة: تكون أحادية القطب وتقع داخل العقد العصبية وتتميز بصغر حجمها وكثرة المكونات الكروماتينية لمكوناتها. وظيفتها ربط الاتصال العصبي بين الخلايا الحسية والخلايا الحركية.

وتنقسم الخلايا العصبية تبعا لعدد محاورها او اقطابها إلى: أحادية أو ثنائية أو عديدة الأقطاب كما في شكل (١).

شكل (١): أنواع الخلايا العصبية تبعا لتركيبها وأعداد محاورها أو أقطابها

هذا وينقسم الجهاز العصبي من الناحية التشريحية إلى ثلاثة أقسام هي: الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي الحشوي (السمبثاوي) والجهاز العصبي السطحي.

اولا: الجهاز العصبي المركزي

يكون الجهاز العصبي المركزي القسم الرئيسي من الجهاز العصبي، ويتركب من سلسلة مزدوجة من العقد العصبية التي تتصل ببعضها بواسطة أحبال طولية تعرف بالروابط العصبية (تربط زوج العقد العصبية بكل من الزوج السابق واللاحق لها، وأحبال مستعرضة تعرف بالموصلات العصبية (كل زوج من العقد العصبية يرتبط ببعض عرضيا) وفي كثير من الحالات تلتحم العقد العصبية لحلقات الجسم المتجاورة وتتجمع مكونة مراكز عقدية عصبية كما في منطقة الرأس حيث يتكون مركزان هما المخ والعقدة العصبية تحت المريئية، ويتفاوت هذا التجمع العقدي في حلقات الصدر والبطن باختلاف الحشرات،. وينقسم الجهاز العصبي المركزي على أساس درجة تجمع العقد العصبية إلى ثلاثة أجزاء: المخ والعقدة العصبية تحت المريئية والحبل العصبي البطني.

أ- **المخ**: ويقع فوق مقدم المريء ويمثل المركز العقدي الظهري للرأس ويتركب من اندماج الثلاثة أزواج الأولى من القطع العصبية للجنين ويظهر مقسمة إلى ثلاثة مناطق هي:

أ- المخ الأول: وتتركب من جزء خارجي ويسمى العقدة العينية والداخلي ويسمى الفص البصري وهو المركز الحسي لأعضاء البصر وتخرج منه الأعصاب المغذية لكل من العيون المركبة والبسيطة.

ب. المخ الثاني: ويمثله انتفاخين على السطح السفلي الأمامي للمخ هما الفصين الشميين وتخرج منه ثلاثة أزواج من الأعصاب الشمية: زوج حسي وآخر حركي الى قرني الاستشعار، والثالث حسي إلى قمة الرأس.

ج- المخ الثالث: يظهر في شكل فصين متباعدين أسفل الفصين الشميين، يرتبط فصا المخ الثالث ببعضهما بواسطة موصل خلف مريئي، كما يخرج من كل منهما رباط حول مريئي وهما يربطان المخ بالعقدة العصبية تحت المريئية ويخرج منه زوج من الأعصاب تصل المخ بالعقدة تحت المريئية، ويخرج ايضا من كل فص العصب الشفوي الجبهي له فرعين أحدهما تصله بالجهاز الحشوي (ينتهي عند العقدة الجبهية الأمامية) والفرع الأخر يغذي الشفة العليا.

- وظائف المخ:

١-المخ هو المسؤول عن التوجيه Orientation - والتوافق في جميع أنواع صور السلوك في الحشرات ويؤدي هذه الوظيفة إما بتنبيه أو تعطيل بعض الانعكاسات العصبية مثال :إذا أزيل مخ فراشة دودة الحرير ثم لمست نهاية البطن فإنها تقوم بوضع البيض بصفة مستمرة حتى قبل حدوث تلقيح الفراشات ولكن في حالة وجود المخ لا يوضع البيض بمجرد لمس نهاية البطن ولا يوضع أيضاً قبل حدوث عملية التلقيح.

٢- يسيطر المخ على الانقباض الجزئي للعضلات وهذا يعمل على حفظ التماثل الجانبي للجسم- ويحافظ كل من نصفي المخ على حالة التماثل هذه في الجانب الذي يقابله من الجسم

مثال :إذا أُتلف أحد نصفي المخ يؤدي ذلك إلى ارتخاء عضلات الجانب المقابل له في الحشرة ويؤدي ذلك إلى سير الحشرة في شكل دائرة(حركة السيرك).

ب. العقدة تحت المريئية. وهي عبارة عن المركز العقدي البطني للرأس وتتكون من اندماج ثلاثة أزواج من العقد العصبية لعقل الفكوك العلوية والفكوك السفلية والشفة السفلى وتخرج منها أعصاب مزدوجة تغذي الزوائد المقابلة لها. وتقوم هذه العقدة بالوظائف التالية:

١- يوجد بهذه العقدة مراكز الحركة المسؤولة عن حركة الزوائد السابق ذكرها .

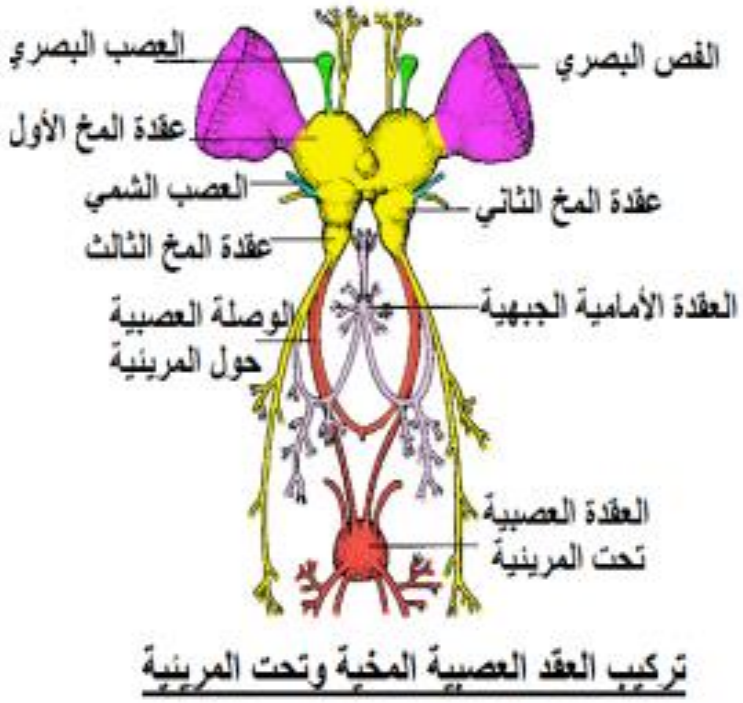
٢- لهذه العقد تأثير منبه على جهاز التوافق الحركي الموجود في العقد الصدرية ، فإذا أزيل المخ- والعقدة العصبية تحت المريئية وذلك بقطع الرأس في حشرة فرس النبي تبطئ حركة الحشرة وتصبح في حالة شبه(موت أو كسل ولكن إذا أزيل المخ فقط فإن الحشرة لا تهدأ عن الحركة إطلاقاً وتسير لمسافات طويلة .

٣- على العكس من الوظائف السابقة لهذه العقدة تأثير مثبط على بعض الانعكاسات العصبية في- بعض الحشرات

مثال :إن وجود هذه العقدة في حشرة فرس النبي في ذكورها فإن عدد مرات تزاوجها مع الإناث

محدودة ولكن إزالتها تؤدي إلى تكرار عملية التزاوج.

ج-الحبل العصبي البطني: ويشمل سلسلة من العقد العصبية تقع على السطح البطني فوق الأسترنات في منطقتي الصدر والبطن تتصل ببعضها مكونة سلسلة طولية عن طريق زوج من الروابط ينشأ من الحافة الخلفية للعقدة العصبية تحت المريئية. تقع الثلاث العقد الأولى في الصدر بحيث يوجد لكل حلقة صدرية، بينما يقع باقي العقد في البطن وتعرف بالعقد البطنية. وتنظم العقد الصدرية أعضاء الحركة حيث يخرج من كل عقدة زوجان من الأعصاب الرئيسية يغذي أحدهما عضلات الحلقة عامة بينما يغذي الآخر عضلات الأرجل، وفي كل من الحلقتين الصدريتين الوسطى والخلفية يوجد زوج إضافي من الأعصاب مسئول عن تنظيم حركة الأجنحة وقد تلتحم عقد الصدر الثلاثة مع العقد البطنية مكونة مركز عقدية صدرية كما في بعض الحشرات ذات الجناحين، أما العقد البطنية فتختلف في عددها باختلاف الحشرات وهي لا تزيد عن ٨ عقد كما في الحشرات ذات الذنب الشعري، ولكن في معظم الحشرات يقل العدد عن ذلك كما في الصرصور الأمريكي، وغالبا ما تندمج عقدة الحلقة البطنية الأولى مع عقدة الصدر الخلفي. العقدة البطنية الأخيرة مركبة دائما ما تكون مركبة وتعتبر مركزا عصبيا يتكون من اندماج ثلاثة عقد عصبية لتغذي مؤخرة الحشرة وأعضاء التناسل بالأعصاب.



ثانيا :الجهاز العصبي السمبثاوي (الحشوي):

ويشمل هذا الجهاز الأعصاب التي تمد الأحشاء الداخلية ذات الحركة اللاإرادية ويطلق عليه أيضاً الجهاز العصبي السمبثاوي Sympathetic N.S. وينقسم هذا الجهاز إلى:

١-الجهاز السمبثاوي المريئي أو الفمي المعدي .

٢-الجهاز السمبثاوي البطني.

٣-الجهاز السمبثاوي الخلفي.

ثالثاً :الجهاز العصبي السطحي: Peripheral Nervous System

وهو عبارة عن مجموعة الأعصاب الدقيقة المتشعبة من الجهازين العصبيين المركزي والسمبثاوي تحت طبقة البشرة الداخلية من جدار جسم الحشرة مباشرة أو على أسطح العضلات وجدار القناة الهضمية وجميعها تستمد بدايتها من العقد العصبية للحبل العصبي البطني وتمد أطراف الكثير منها شعيرات جدار الجسم فتكسبها حاسيتها.

التنبيه العصبيThe reception of nervous stimulus

يحدث التنبيه العصبي في الخطوات التالية:

١-يتم استقبال التنبيه الخارجي بواسطة حدوث تغيرات معينة في الشعرة الحسية ، و التي تقوم بتنبيه الخلية الحسية المرتبطة بها

٢- تمر النبضة العصبية من الخلية الحسية الى طرف محورها بتفرعاته الدقيقة داخل العقدة العصبية

٣- تمر النبضة داخل الشبك العصبي المشترك الى الخلية العصبية الموصلة .

٤- تسير النبضة من الخلية العصبية الموصلة الى نسيج الياف العضلة العصبية المحركة

٥- ثم تنتقل النبضة من خلال محمور الخلية العصبية المحركة الى نسيج الياف العضلة .

المقصودة بالتنبيه بواسطة التفريعات الدقيقة لنهاية المحور ،ثم تستجيب(تتقلص العضلة) نتيجة

حدوث التنبيه.

انتقال الإيعاز العصبي في الليف العصبي

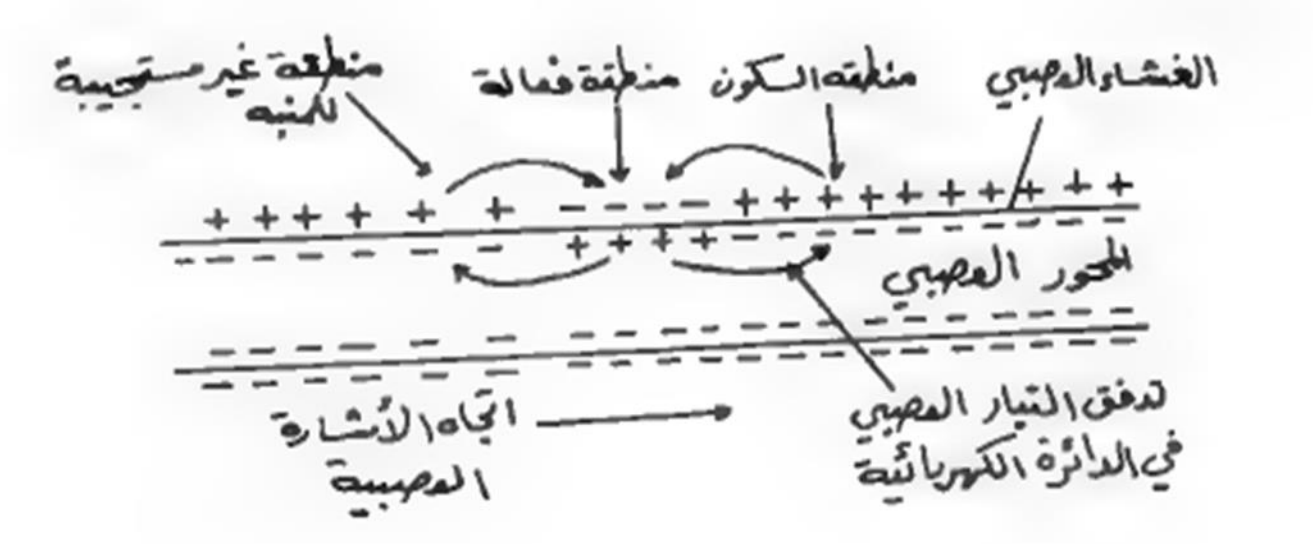
يؤدي التحفيز في منطقة معينة من الليف العصبي إلى تغير في نضوحية الغشاء لايونات الصوديوم والبوتاسيوم وهذا يؤدي بالتالي إلى حدوث جهد الفعل في منطقة التحفيز يسير جهد الفعل بسرعة كبيرة من مكان التحفيز إلى نهايتي الليف العصبي فكيف يتم ذلك ؟ تفسر ظاهرة انتقال الإيعاز العصبي بواسطة نظرية الدائرة الموضعية يصبح الغشاء في منطقة التحفيز سالبا "في سطحه الخارجي وموجبا "في سطحه الداخلي لذا فان المنطقة المحفزة السالبة على السطح الخارجي محاطة بمنطقة موجبة والمنطقة الموجبة محاطة بمنطقة سالبة هناك إذن فرق في الجهد الكهربائي بين المنطقة المحفزة والمنطقة غير المحفزة سواء على السطح الخارجي أو على السطح الداخلي يؤدي هذا الوضع إلى سريان تيار محلي بين المنطقة المحفزة والمناطق المجاورة غير المحفزة ونتيجة لسريان هذا التيار تصبح المنطقة المحفزة السابقة متعادلة كهربائيا "للمناطق غير المحفزة بينما تصبح المنطقة المجاورة لها مختلفة في جهدها الكهربائي بالنسبة لبقية غشاء الليف العصبي وهكذا تستمر هذه العملية من منطقة إلى اخرى كما تسير النار في خيط مشبع بالبارود لما يسمى بالتفاعل المتسلسل

التشابك العصبيNerve Synapse

يدعى محل التقاء خلية عصبية بخلية عصبية اخرى بالتشابك العصبي ويجب التأكيد هنا بأنه لا يوجد اتصال فعلي بين سايتوبلازم أو غشاء الخليتين بل توجد فسحة بين التفرعات النهائية لمحور الخلية الاولى والتفرعات الشجيرية لجسم الخلية الثانية يقدر بحوالي 300 انكستروم ولكن بالرغم من ذلك ينتقل الإيعاز العصبي من الخلية الاولى إلى الخلية الثانية فالاتصال إذن هو فسلجي وليس تشريحي توجد على نهايات فروع محور الخلية العصبية انتفاخات دقيقة كروية أو بيضوية تدعى الأقدام النهائية تحتوي الأقدام النهائية عددا "كبيرا "من المايتوكوندريا وبالإضافة إلى عدد اكبر من أكياس تتراوح أقطارها بين 300 - 500 انكستروم تدعى بحويصلات التشابك الممتلئة بمواد كيميائية لها أهميتها في انتقال الإيعاز العصبي من خلية عصبية إلى خلية عصبية اخرى

التوصيل الكيميائي

تفرز مادة الاستيايل كولين عند نهايات جميع الألياف العصبية عند اتصالها بالألياف العضلية وكذلك عند نهايات الألياف ما قبل العقدية الودية ونظير الودية وعند نهايات الألياف ما بعد العقدية نظير الودية أما نهايات الألياف العصبية ما بعد العقدية الودية فهي تفرز مادة النورادرينالين والى حد ما الأدرينالين وتشذ عن ذلك الألياف العصبية ما بعد العقدية الودية المتصلة بالغدد العرقية حيث أنها تفرز مادة الاستيايل كولين لذا فان الألياف العصبية تقسم على أساس المادة التي تفرزها إلى نوعين هما : ألألياف الكولينية الفعل و ألألياف الأدرينالية الفعلوهناك مواد مختلفة تبطل عمل الموصلات الكيمائية من هذه المواد الكيوراري والاتروبين وغيرها من المواد.



السيال العصبي

كيفية انتقال النبضات العصبية

اولا :وضع الراحة للخلية العصبية (Resting potential)

اثناء وضع الراحة (RP Resting potential) وعند عدم اثارة الخلية العصبية فإن الخلية العصبية تحتفظ بفرق للجهد الكهروكيميائي (-٧٠ ملي فولت)على جانبي غشاء الخلية العصبية يعرف الفرق بجهد الراحة وتكون الخلية في هذه الحالة مستقطبه .

يتراوح مقدار الفرق في الجهد الكهربائي ٢٠-١٠٠ ملي فولت (السطح الداخلي للغشاء سالب بالنسبة للسطح الخارجي).

يتكون الجهد الكهربائي (جهد الراحة RP) بواسطة عدة عوامل :

١- الاختلاف في درجة نفاذية غشاء الخلية فهو شديد النفاذية للايونات البوتاسيوم (K+) وقليل النفاذية للأيونات الصوديوم (Na+)

٢- الفرق بين تركيز ايونات البوتاسيوم داخل الخليه اعلى من خارجها ب٢٨ ضعف. بينما ايونات الصوديوم تركيزها خارجها اعلى من داخلها بـ (١٤) ضعفا.

٣- وجود ايونات سالبة عضوية ذات حجم كبير لا تستطيع عبور غشاء الخلية كالبروتينات المتأينة (Protein anions) الفوسفات العضوية (Organic phosphate)

ثانيا : بدء تنبيه او وضع الإيثاره للخلية العصبية

انتقال الإيعاز العصبي في محور الخلية العصبية :Initiation of nerve impulse in the Axon

يتولد الإيعاز العصبي نتيجة لتنبيه الألياف العصبية (Stimulation of nerve fiber) كالوخز بالإبرة او لسعة أو أي شيئ مثير للخلية العصبية حيث تحدث تغيرات كهروكيميائية ينجم عنها إثارة الخلية العصبية أي تغير في درجة استقطاب الليف العصبي أي يحدث تغيرات في فرق الجهد الكهربائي (Electrical potential)

نتيجة لهذا المحفز يحدث تغير في نفاذية غشاء الخلية العصبية فتتدفق ايوانات الصوديوم إلى داخل الخلية العصبية واقل للبوتاسيوم نتيجة للفرق في التركيز على جانبي غشاء الخليه ، مما يتسبب في انخفاض فرق الجهد على جانبيى الغشاء ليصل الى الصفر ثم يتعداه ليصبح موجب حوالي (+٣٠ ملي فولت) فتكون حالة الخلية الأن بوضع ازلة الاستقطاب (Depolarization)

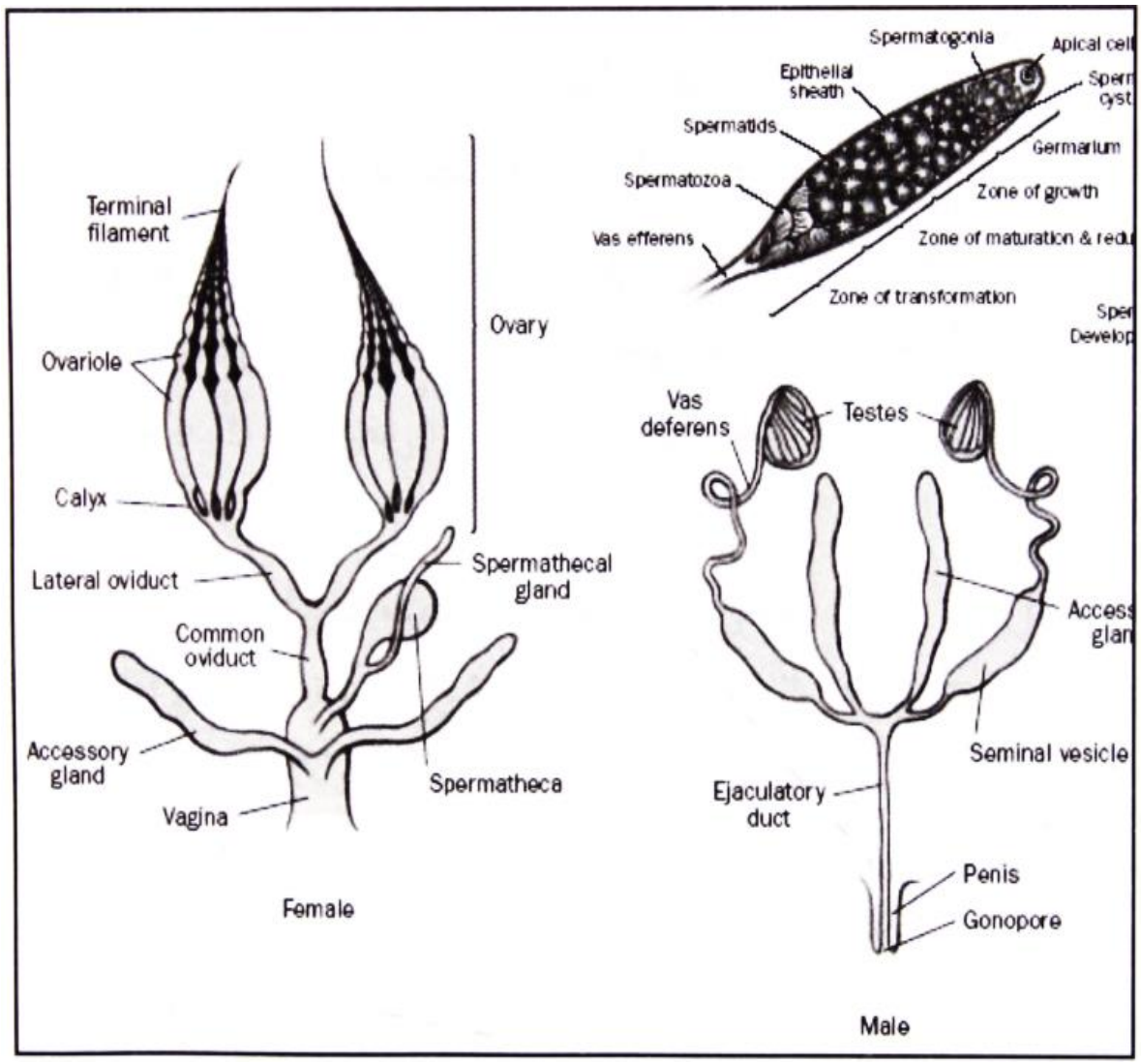
هذا التغير في نفاذية الغشاء قصير الأمد جدا لا يتجاوز في أي منطقة من الغشاء ١٠٠٠/١ من الثانية بعد ازلة الإستقطاب يعود الغشاء لوضع الإستقطاب عن طريق ضخ ايونات الصوديوم الى خارج الخلية (عن طريق النقل النشط) وخروج كميه ضئيلة من ايونات البوتاسيوم الذي يكسبة شحنة موجبة خارجة وشحنة سالبية داخل سيتوبلازم الخلية العصبية عنده تعود الخلية لوضع الإستقطاب (Repolarization)

جميع هذه التغيرات الكهروكيميائية على جانبي غشاء الخلية العصبية تعرف بجهد الاستقطاب (Action potential) . ولا يحدث جهد الفعل إلا إذا كان الحافز من القوة بحيث يستطيع ان يزيل ثلث جهد الراحة يخفظه من ٧٠ الى ٤٠ ملي فولت ، وقوة هذا الحافز يعرف بالعتبة (Threshold).

م٧

الجهـــــاز التنـــــاســـــلي Reproductive system

تكون الأجناس في الحشرات منفصلة (ما عدا حالات شاذة)، حيث تنمو وتنضج الخلايا الجنسية Germ Cells للذكر أو الأنثى في أفراد منفصلة. وتظهر حالة التوالد البكري Parthenogenesis في بعض الحالات في الحشرات (كما في النحل وحشرة المن) وفيها تعطي البويضة غير المخصبة ذكراً أو أنثى. ويمكن تمييز الجنسين بوضوح عن طريق الصفات الجنسية الثانوية المرتبطة بالتركيب أو اللون أو الحجم.



أولاً : الجهاز التناسلي الذكري The Male Reproductive system :

يتركب الجهاز التناسلي الذكري النموذجي في الحشرات من الخصيات Testes يتصل كل منها بوعاء ناقل Vas Deferens يتحد الوعاءان معاً ليكونان قناة قاذفة Ejaculatory duct وعادة يوجد غدد إضافية تفتح إما في الأوعية الناقلة أو في القناة القاذفة .

١- الخصى Testes (المفرد Testis) :

يوجد في جميع الحشرات زوج من الخصى تختلف في مواقعها بالنسبة للقناة الهضمية في البطن فقد تكون فوقها أو أسفلها أو على جانبيها، إلا أنها غالباً ما تكون قريبة من الخط الوسطي الطولي. وتتركب كل خصية من عدد من الأنابيب الخصوية أو الحويصلات Testis Tubes. وقد يوجد حويصلة واحدة كما في رتيبة Adephaga من رتبة غمدية الأجنحة، أو اثنان كما في القمل ، وقد يصل العدد إلى ١٠٠ حويصلة كما في الجراد. وقد تكون الحويصلات منفصلة جزئياً عن بعضها كما في حرشفية الأجنحة.

والخصية في الحشرات عديمة الأجنحة عبارة عن كيس غير مقسم إلى حويصلات وتكون المنطقة الجرثومية في وضع جانبي بدل من الوضع الطرفي في غيرها من الحشرات. وقد تكون كل خصية منفصلة عن الأخرى وتغلف بغلاف عام يعرف بالصفن Scrtum نتيجة لنمو الغلاف البريتوني المغلف للحويصلات، وهذه الحالة شائعة في أغلب الحشرات ، إلا أنه في مستقيمة الأجنحة (كالجراد)، وبعض غشائية الأجنحة تتلاصق الخصيتان وتتقارب ويغلفهما معاً صفن واحد.

تتركب كل حويصلة خصوية نسيجياً من طبقة رقيقة من الخلايا الطلائية يحيط بها من الخارج غشاء قاعدي يليه طبقة بريتونية من نسيج ضام، ويقوم جدار الحويصلة على تغذية الخلايا الجنسية عن طريق الدم. وتنقسم كل حويصلة إلى عدة مناطق مميزة متعاقبة تبعاً لدرجة نمو الخلايا التناسلية كما يلي :

(أ) المنطقة الجرثومية Germarium or Zone of Spermatogonia :

وهي المنطقة القمية من الأنبوبة وتحتوي على أمهات الحيوانات المنوية Germ Cells Primordialوتظهر بها أيضاً مجموعة من خلايا كبيرة الحجم أو كتل بروتوبلازمية ذات أنوية تُعرف بالخلايا القمية ويُعتقد أن لها وظيفة غذائية.

(ب) منطقة النمو Zone of Growth (Spermatocytes) :

وهي المنطقة التي تكبر فيها أمهات المني في الحجم ويحدث بها عدة انقسامات غير مباشرة تنمو أمهات المني لتكون الخلايا المنوية Spermatocytes . وتكون كل مجموعة من الخلايا المنوية المنقسمة من كل خلية أولية مرتبطة مع بعضها بخيوط شعاعية داخل حويصلة تُعرف باسم Spermcyst أو الحويصلة المنوية.

(ج) منطقة الانضاج والانقسام الاختزالي Zone of Maturation & duction Division :

وفيها تنقسم الخلايا المنوية Spermatocytes انقساماً اختزالياً حيث تتحول إلى طلائع الحيوانات المنوية وهي حيوانات منوية عديمة الذنب.

(د) منطقة التحول Zone of Transformation :

وهي المنطقة التي تتحول فيها الحيوانات المنوية عديمة الذنب إلى حيوانات منوية ذات ذنب في نهاية الأنبوبة المنوية استعداداً لنزولها إلى الوعاء الناقل.

٢- الأوعية الناقلة Vas Deferentia (المفرد Vas Deferens) :

وهي عبارة عن زوج من القنوات البسيطة الميزوديرمية ويختلف طولها باختلاف الحشرات، وقد تلتوي على نفسها لتكون ما يسمى Epididymi ، وغالباً ما تتسع بعض أجزائها لتكون الحوصلة المنوية حيث تتجمع فيها الحيوانات المنوية بشكل مجاميع تكون رؤوسها منغمدة في الطبقة الطلائية للأوعية الناقلة وأذنابها الحرة في فراغ تلك الأوعية.

ويتركب الوعاء الناقل نسيجياً من طبقة داخلية من خلايا طلائية كثيفة يغلفها من الخارج غشاء قاعدي يليه طبقة من العضلات الدائرية ثم غشاء بريتوني خارجي.

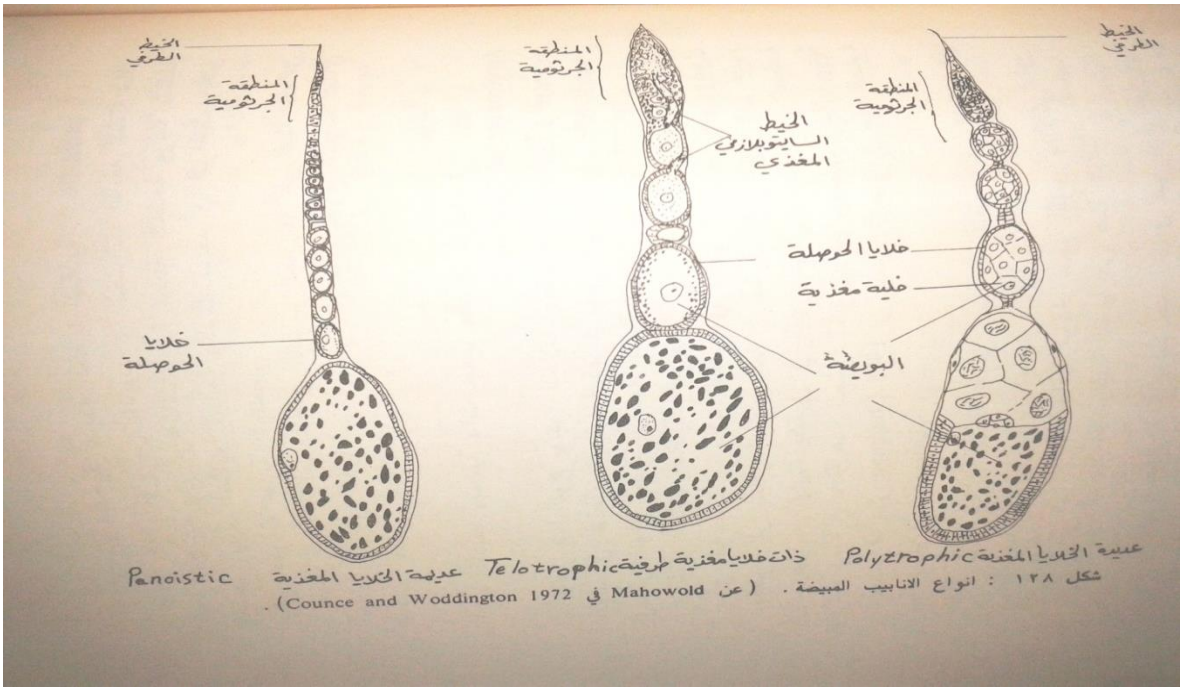
٣- القناة القاذفة Ejaculatory Duct :

يتحد الوعاءان الناقلان ليكونان قناة وسطية مشتركة تنشأ كانغماد اكتوديرمي من منطقة البطن ولذلك فهي مبطنة بالكيوتيكل تليها طبقة من الخلايا الطلائية ثم غلاف من العضلات الدائرية والطولية. يغلف الجزء الطرفي من القناة القاذفة بروز أصبعي هو عضو الإيلاج Aedeagus حيث توجد الفتحة التناسلية عند طرفه.

٤- الغدد الإضافية The Male accessory Glands :

وهي عبارة عن تراكيب غدية تقوم بإفراز سائل مخاطي لزج يخرج مع الحيوانات المنوية وفي بعض الأحيان يجف مكوناً ما يشبه الكيس يحيط بالحيوانات المنوية ويُعرف بالمستودعات المنوية Spermatophores.

تتصل الغدد الإضافية عادةً بمقدمة القناة القاذفة. وتأخذ شكل الأكباس الطويلة أو الأنبوبية الملتوية على نفسها. وغالباً ما يوجد منها زوج واحد، وقد توجد بشكل سلسلة من الغدد على جانبي القناة القاذفة. كما قد تنتهي الغدد الإضافية كية كما في الحشرات عديمة الأجنحة. ويوجد في الجراد ١٥ وزوج ، وفي الصرصور الأمريكي يزداد نمو هذه الغدد إلى درجة كبيرة ويُطلق عليها الغدة الشبيهة بالفطر Mashroom Shaped Gland. يتكون جدار الغدة الإضافية من طبقة خارجية من العضلات الدائرية وأخرى طولية بداخلها طبقة من الخلايا الطلائية.

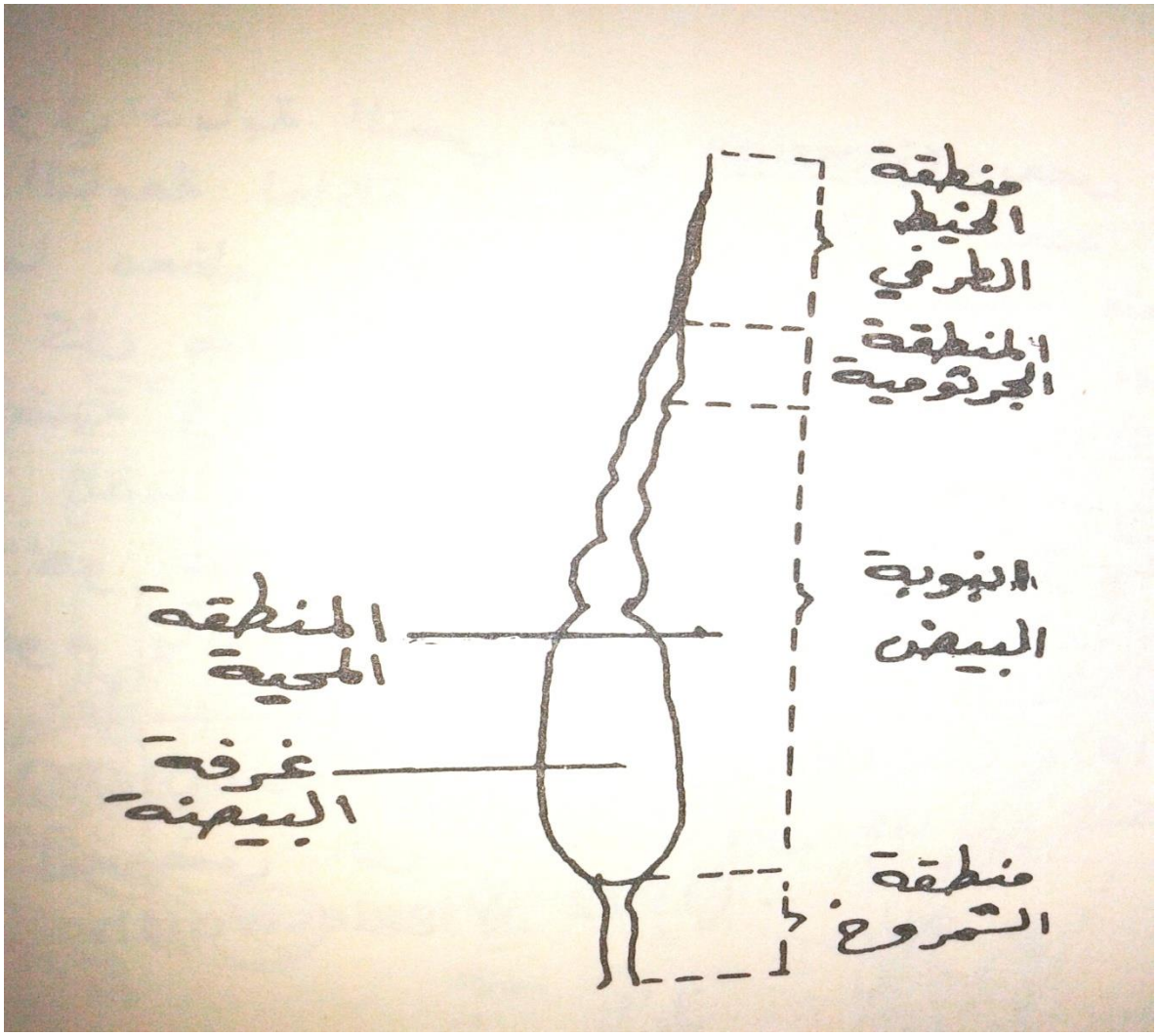


شكل ١٢٨ : انواع الانابيب المبيضة . (عن Mahowold في Counce and Woddington 1972).

ثانياً : الجهاز التناسلي الأنثوي The Female Reproductive System :

يتركب الجهاز التناسلي لأنثى الحشرات من زوج من المبايض Ovaries ، وزوج من القنوات المبيضية الجانبية Lteral Oviducts حيث يتحدان في قناة وسطية مبيضية مشتركة common Oviduct تفتح خارجياً بالفتحة التناسلية Gonopore التي تقع على إسترنة الحلقة البطنية الثامنة عادة.

يتصل بالجهاز الأنثوي عضو شبيه بالكيس يُعرف بالقابلة المنوية Spermatheca يقوم باستقبال وتخزين الحيوانات المنوية، وكذلك زوج أو أكثر من الغدد الإضافية ولها وظائف متعددة.



١- المبايض Ovaries (المفرد Ovary) :

وهي عبارة عن زوج من الأجسام المتماسكة الكبيرة نسبياً تقع في فراغ البطن على جانبي القناة الهضمية من أعلى ولا يحيط بها غشاء بريتوني كما في الخصية. يتركب كل مبيض من عدد من الأنابيب المبيضية.

٢- الأنبوبة المبيضية Ovariol:

وهي أسطوانية الشكل و يختلف عددها تبعاً لكمية البيض الذي تنتجه الحشرة ففي الحشرات التي تنتج عدداً قليلاً من البيض يختزل عددها كثيراً ؛ ففي الحشرات الولودة تحتوي على أنبوبة واحدة في كل مبيض كما في جنس Glossina أو اثنتين كما في جنس Hippobosca . بينما في الحشرات حرشفية الأجنحة يكون لها أربعة أنابيب. وتصل إلى ٢٠٠ أنبوبة في بعض

الحشرات ذات الجناحين وغشائية الأجنحة وأقصى عدد لها في النمل الأبيض حيث يصل عددها إلى عددها إلى ٢٤٠٠ أنبوبة بيضية.

يترتب البيض بداخل كل أنبوبة مبيضية الواحدة تلو الأخرى في شبه سلسلة متعاقبة على حسب درجات نموها بحيث تقع الأكبر حجماً والأكثر نضجاً قرب موضع اتصال الأنبوبة في قناة البيض الجانبية. ويتركب جدار الأنبوبة من الداخل إلى الخارج من طبقة من الخلايا الطلائية المسطحة التي ترتكز على غشاء قاعدي ويغلفها من الخارج غشاء بريتوني يُعرف Tunica Propria رقيق مرن من النسيج الضام يمتد بطول الأنبوبة كلها. وتعمل طبقة الخلايا الطلائية الغنية بالمواد الدهنية والجليكوجين على تزويد البيضة النامية باحتياجاتها من المواد الغذائية.

تتركب الأنبوبة المبيضة من ثلاثة أجزاء :

الخيط الطرفي Terminal Filament ، أنبوبة البيض Egg tube ثم العنق Pedicel

أ- الخيط الطرفي The Terminal Filament :

وهو عبارة عن امتداد خيطي اسطواني رفيع يكون الجزء الأمامي من أنبوبة البيض ويتكون من صف من الخلايا المتلاصقة ويغلفه من الخارج الغشاء Tunica Propria . وتتحد الخيوط الطرفية بالأنابيب المبيضية في كل مبيض في خيط مشترك يُعرف بالرباط المعلق يتحد مع رباط المبيض الآخر في رباط وسطي يربط المبيضين بجدار الجسم أو الجسم الدهني أو بغشاء الحاجز الظهري.

ب- أنبوبة البيض The Egg Tube :

وهي المنطقة الوسطية من الأنبوبة المبيضية وتحتوي على الخلايا الجنسية مرتبة كما يلي :

١-المنطقة الجرثومية Germarium :

وتكون في قمة أنبوبة البيض وتتميز فيها الخلايا الجنسية الأولية أو البويضات الأولية Primary Germ Cells أو Oogina ومجموعة من الخلايا الصغيرة التي ستكون الخلايا المغذية Trophocytes والخلايا التي ستكون الحويصلة Follicle فيما بعد.

٢-المنطقة المحية Vitellarium :

وتكون الجزء الأكبر من أنبوبة البيض وتحتوي على Oocytes داخل الحويصلات في مراحل مختلفة من النمو في صورة سلسلة من حجرات البيض Egg Champers أو حويصلات البيض Follicles . ويُرى في قاعدة الأنبوبة الخلايا الحويصلية مغلفة للبيضة أو للبيضة وخليتها المغذية معاً على هيئة كيس شبيه بالحوصلة.

تفرز الحويصلة Follicular Cells قشر البيضة Chorion وعندما تصل البيضة إلى آخر مراحل نموها Oocyte تنفجر الحويصلة المحيطة بها وتقذف البيضة إلى قناة المبيض الجانبية وعندئذ يهبط جدار الحويصلية وتظل في سويقات الأنابيب المبيضية مكونة ما يعرف بالجسم الأصفر ، وتكون البيضة في هذه المرحلة من النمو بيضة تامة التكوين ولكنها غير بالغة حيث لاتصل إلى درجة البيضة البالغة إلا بعد عملية الوضع.

أ- عنق الأنبوبة المبيضية Pedicel or Ovarioles :

عبارة عن قناة قصيرة رقيقة الجدران مرنة تصل أنبوبة البيض بقناة البيض الجانبية ويكون فراغها على امتداد فراغ قناة البيض ولكنه يكون مقفل بسدادة من الخلايا الطلائية عند الطرف العلوي له. وعندا تكون البويضة على شكل النزول تتحلل هذه السدادة الطلائية فتسمح بمرور البيض من الأنبوبة المبيضية إلى قناة البيض.

ويتركب العنق نسيجاً من صف من الخلايا الطلائية المرنة وقد يغلفها غلاف عضلي على امتداد الغلاف العضلي لقناة المبيض. ويعتمد نمو البيض على المح إما مباشرة من الدم عن طريق خلايا الحويصلة أو من الخلايا المغذية Trophic Cells أو من الغذاء المخزون بالجسم وخاصةً ما هو موجود في الجسم الدهني.

ويختلف تركيب أنبوبة البيض Egg tube تبعاً لطريقة تغذية البيض إلى قسمين رئيسيين على أساس وجود أو غياب الخلايا الغذائية Trophocytes كما يلي :

(١)أنابيب مبيضية عديدة الخلايا المغذية Panoistic Type :

ولا يوجد بها خلايا مغذية مميزة عن خلايا البيض. وتحصل البيضة Oocyte على الغذاء من الدم عن طريق خلايا الحويصلة المغلفة لها. ويوجد هذا النوع في الحشرات عديمة الأجنحة وذباب مايو والرعاشات ومستقيمة الأجنحة والبراغيث.

(٢)أنابيب مبيضية ذات خلايا مغذية Meroistic Type :

وهي نوعان :

اولا-أنابيب مبيضية عديدة الخلايا المغذية Polytrophic Type :

وفيها تحتوي أنبوبة البيض على بيض متبادل مع الخلايا المغذية وتظهر الخلايا المغذية في المنطقة الجرثومية وتتصل مع البويضة الأولية منذ بداية تكوينها وتستمر معها عن طريق خيوط بروتوبلازمية.

ثانيا-أنابيب مبيضية ذات خلايا مغذية طرفية Acrotrophic Type :

توجد في قليل من الحشرات وخاصة نصفية الأجنحة وبعض غمدية الأجنحة حيث تبقى الخلايا المغذية في الجزء العلوي من أنبوبة البيض في المنطقة الجرثومية بينما تتحرك خلايا البيض Oocytes بعيداً عنها إلى أسفل في شكل سلسلة متراصة من الخلايا في منطقة المح.

٣- القنوات التناسلية The Genatic Ducts :

تتحد الأطراف القاعدية للأنابيب المبيضية Ovarioles على كل جانب في قناة مبيض جانبية Lteral Oviduct وهي أنابيب بسيطة في التركيب تنشأ من الميزوديرم وقد تتسع في بدايتها (عند اتصالها بسويقات أو أعناق أنابيب البيض) مكونة ما يُعرف بالكأس Calyx أو كيس البيض Ovisac كما في بعض حشرات غشائية الأجنحة المتطفلة. تفتح أحياناً كل قناة مبيضية على حدة بفتحة مستقلة على استرنة الحلقة البطنية السابعة كما في ذباب مايو بينما تتحد هاتين القناتين وتفتحان في قناة مبيضية وسطية مشتركة Median Common Oviduct في أغلب الحشرات وهي كثيراً ما تمتد إلى الخلف حيث تفتح في انغماد داخلي آخر ينشأ من الحلقة البطنية الثامنة يُعرف بالحجرة التناسلية أو في جزئه الأمامي الضيق والذي يُعرف بالمهبل Vagina.

ويتركب المهبل والقناة المبيضية المشتركة نسيجياً من طبقة طلائية داخلية يحيط بها غشاء قاعدي ثم طبقة عضلية دائرية قوية ، كما يتميز المهبل بأنه مبطن من الداخل بإفراز كيتيني.

٤- الحافظة أو القابلة المنوية Spermathica :

وهي عبارة عن كيس يأخذ أشكالاً متعددة ويعمل كمخزن للحيوانات المنوية منذ التلقيح وحتى إخصاب البيض، وتتصل بقناة عضلية تصلها بالمهبل إلا أنها قد تفتح في الحجرة التناسلية كما في مستقيمة الأجنحة. ويلحق بالقابلة المنوية خاصة Spermatheca Gland وتقوم بإفراز مواد لتغذية الحيوانات المنوية أثناء فترة بقائها في القابلة المنوية.

٥- الغدد الإضافية Accessory Gland :

وهي عبارة عن زوج أو زوجين من الغدد تفتح في الحجرة التناسلية أو في المهبل ولكنها تقع على الإمتداد لقناة المبيض في فصيلة Acrididae .

وتعتبر الغدد الإضافية ذات أهمية خاصة في حشرات مستقيمة الأجنحة والصراصير حيث تفرز المادة اللازمة لكيس البيض وهي مادة مدبوغة شبيهة بالكيوتيكل، ولكنها تفرز في أغلب الأحيان المادة اللاصقة التي تثبت البيض بالسطح الذي يوضع عليه ، وقد تفرز إفراز رغوي يتكون منه كيس بيض النطاط أو الغلاف الجلاتيني لبيض الهاموش من ذات الجناحين. وفي الخنافس المائية من جنس Hydrophilus تنتج خيوطاً حريرية تستعملها الحشرة في عمل يوضع بداخله البيض والتي تساعد على بقائه طافياً على سطح الماء وبذلك تسهل عملية التنفس. وفي بعض فصائل غشائية الأجنحة تفرز الغدد الإضافية المادة السامة التي تسبب شلل الفريسة أو قد تستعمل للدفاع كما في شغالة نحل العسل.

فسلجة حشرات عملي المرحلة الثالثة قسم وقاية النبات

م٨/ الجهاز التناسلي Reproductive system

الجهاز التناسلي الأنثوي :يتركب الجهاز التناسلي في الحشرات من الأجزاء الآتية

١- المبيضان ٢- الأنابيب المبيضية ٣- القنوات التناسلية ٤- الحوض المنوي ٥- الغدد الإضافية ٦- كيس السفاد .

الجهاز التناسلي الذكري The Male Genital System

يتركب الجهاز التناسلي في الذكر في الحشرات من الأجزاء الآتية:

١- الخصيتان ٢- القنوات التناسلية ٣-عضو الجماع (القضيب) ٤- الغدد الإضافية.

تنتقل الحيوانات المنوية من الذكر للأنثي بطريقتين:

١-بوساطة القضيب.

٢-عن طريق أكياس التلقيح: التي يودعها الذكر في فوهة الفتحة التناسلية وعند انفجار الكيس نتيجة للضغط الأزموزي تسبح الحيوانات المنوية إلى القابلات المنوية لتخزينها

أنواع التكاثر Types of Reproduction

أولا:التكاثر الجنسي Sexual Reproductionويتم بالتقاء الذكر والأنثى وحدوث التلقيح وإخصاب البيض بواسطة الحيوانات المنوية.

ثانيا : التكاثر البكري parthenogenesisوفيه تضع الإناث بيضا غير مخصب يفقس وينتج أفرادا صغيرة وهناك عدة أنواع نذكر ثلاثة منها :

(أ) تكاثر بكري دائم Constant parthenogenesis : ويحدث بصفة مستمرة كما في الحشرات غشائية الأجنحة (كالنحل).

(ب) تكاثر بكري مؤقت Sporadic parthenogenesis : ويحدث في بعض الحشرات من وقت إلى آخر كلما دعت الحاجة بالرغم من وجود الذكر كما في كثير من الحشرات حرشفية الأجنحة

ج) تكاثر بكري دوري Cyclic parthenogenesis :ويحدث بالتناوب مع التوالد الجنسي كما في أنواع المن حيث توجد إناث تتوالد توالدا بكريا وتلد صغارا لجيل أو أكثر ثم تعطي ذكورا أو إناثا تتزاوج وهكذا .

ثالثا : تكاثر اليرقات والعذارى Paedogenesis : يسمي بالتدويد ويعني تكاثر الأطوار غير ناضجة ففي بعض الحالات النادرة يكون لليرقات القدرة على إنتاج يرقات أخرى بطريقة لاجنسية ، إذ يتكون البيض داخل اليرقة ويفقس إلى يرقات تنمو داخل اليرقة الأصلية ثم تأكل جسم اليرقة الأم وتخرج وتتوالد بنفس الطريقة إلى عدة أجيال ثم تتكون العذارى التي تتطور إلى ذكور وإناث تتزاوج وتعيد الدورة من جديد

رابعا تعدد الأجنة : Polyembryony ويحدث بانقسام البويضة إلى عدة أقسام يكون كل منها جنينا ينمو إلى حشرة كاملة وقد يتكون من البيضة الواحدة نحو ٢٠٠٠ جنين وتكثر هذه الظاهرة في بعض الحشرات المتطفلة من رتبة غشائية الأجنحة

التكوين الجنيني

يقصد به التطورات التي تحدث بين فترتي تكوين الزيجوت وخروج فرد تام النمو من البيضة.

يحتوي بيض الحشرات (معظم الحشرات) على كميات كبيرة من المح،لذا يقتصر الانقسام على النواة والسيتوبلازم النووي فقط ويطلق عليه تفلج جزئي.

بينما التفلج الكلي يتم عن طريق انقسام البيضة كلها لخلوها من المح أو لوجود كمية ضئيلة من المح.

يشمل التكوين الجنيني :

١- الانقسام وتكوين البلاستودرم.

٢- الشريط الجرثومي والأغشية الجنينية الإضافية.

٣- تكوين الطبقات الجرثومية.

٤- تكوين أعضاء الجسم

٥- الشكل النهائي للجسم ويشمل ٥ أطوار.

قسم العالم Berlese أطوار نمو جنين الحشرة داخل البيضة إلى ٣ أطوار هي:

أ- طور الأرجل الأولية وهو الطور الذي يتميز بأن مناطق الجسم غير مميزة و زوائد الجسم مختزلة.

ب- طور الأرجل العديدة: ويتميز بأن حلقات البطن واضحة وتحمل كل منها زوجا من الزوائد الجانبية، كما تظهر الفتحات التنفسية و تكاد تكون الأجهزة الداخلية كاملة النمو .

التحول (التشكل):

تقسم طائفة الحشرات إلى مجموعات تبعا لنوع التحول، حيث تقسم إلى:

١- حشرات عديمة التحول

بيضة ←حشرة كاملة

٢- حشرات ذات تحول ناقص

بيضة ←حورية ←حشرة كاملة

وهذا النوع ينقسم بدوره إلى نوعين تبعا لمعيشة الحورية و اختلافها أو تشابها مع الحشرة الناضجة في طريقة معيشتها وطريقة تغذيتها حيث تقسم إلى:

حشرات ذات تحول ناقص تدريجي.

حشرات ذات تحول ناقص غير تدريجي.

٣- حشرات ذات تحول تام (كامل)

بيضة ← يرقة ← عذراء ← حشرة كاملة .

تعدد الأشكال

وجود عدة أشكال مختلفة لنوع واحد من الحشرات وتحدث في الحوريات ولكنها أكثر شيوعا في الحشرات الناضجة وتظهر هذه الظاهرة نظرا:

١- تأثير العامل الوراثي.

٢- تأثير العامل البيئي ويشمل :-

أ- الغذاء.

ب- الحرارة والضوء.

ج- الازدحام.

٣- تأثير إفراز الفيرمون

م٨: الهرمونات

الغدد الصماء Endocrine glands:

وهي غدد تطرح افرازاتها والتي هي عبارة عن هرمونات في الدم ولا يوجد اوعية لنقل هذه الافرازات ، وهذه الغدد هي :

١. **الخلايا العصبية الافرازية في المخ neuro secretory cells:** وهي خلايا كبيرة وتوجد في المنطقة الوسطية على السطح الظهري للمخ، تفرز هذه الخلايا هرموناً يؤدي بطريقة غير مباشرة إلى الانسلاخ أو التطور.

٢. **الأجسام القلبية corpora cardiac:** تقع قريبة جداً من الأورطة خلف المخ تتصل كل منها بالمخ الأمامي عن طريق زوج من الأعصاب وبالعقد العصبية تحت المخية بحبل عصبي واحد.

٣. **الأجسام الكروية Corpora allata:** تقع على جانبي الأجسام القلبية إلى أسفل وإلى الخلف قليلاً وتزود بألياف عصبية من المخ الأمامي وتخترق هذه الألياف العصبية الأجسام القلبية قبل أن تصل إليها. تفرز هذه الأجسام هرمون الصبا (الشباب) الذي يعمل على إيقاف أو زيادة ظهور صفات البلوغ.

٤. **حلقة فايزمان (الغدة الحلقية) ring gland:** وهي تركيب يشبه الحلقة يحيط بالأورطة ويوجد في يرقات ذات الجناحين وخاصة في رتيبة سيكلورهافا، ويضم هذا التركيب الأجسام القلبية والأجسام الكروية والغدد حول القلبية.

غدد الصدر الأمامي Prothoracic glands: عبارة عن زوج من التركيبات العنقودية الشكل توجد في الصدر الأمامي بالقرب من الثغر التنفسي الخاص بالصدر الأول وتوجد في حشرات معينة مثل الحشرات حرشفية الأجنحة في أطوارها غير البالغة وتفرز هذه الغدد هرمون الانسلاخ في تلك الحشرات.

الانسلاخ والتحول

- تقع تحت سيطرة ثلاث هرمونات هي كالتالي:-

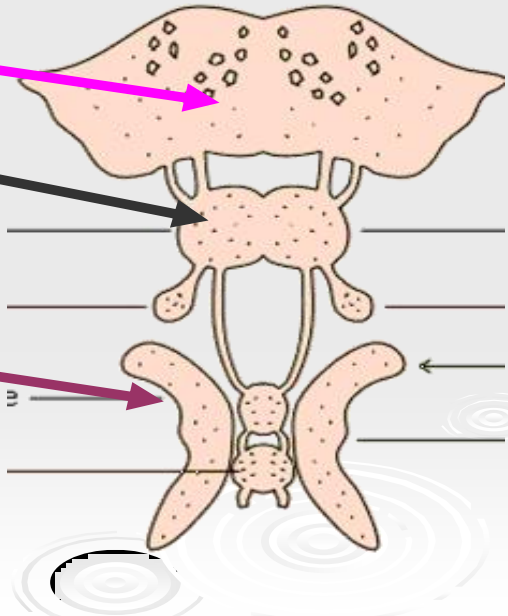
١. هرمون المخ (الهرمون المحفز لغدة الصدر الأمامي Prothoracicotropic hormone(PTTH) والذي يفرز من خلايا عصبية افرازية في المخ neurosecretory cells .

٢. هرمون الشباب Juvenile hormone ، وله دور في عملية الانسلاخ ويفرز من غدة الجسم الكروي (الأصفر) . Corpora allata

٣. هرمون الانسلاخ Ecdysteroid hormone , يفرز من غدة الصدر الأمامي prothoracic gland .

هرمون المخ PTTH

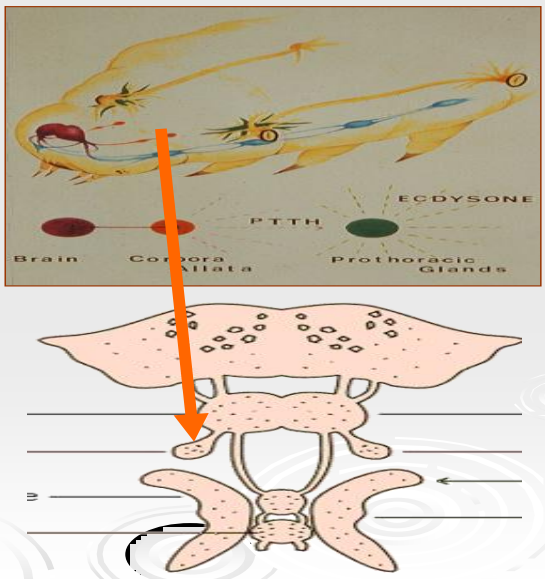
- يفرز من الخلايا العصبية في المخ ثم ينتقل إلى غدد الجسم القلبي Corpora cardiaca الموجودة خلف المخ والذي يتحول فيها إلى حالة نشطة .
- حيث يقوم بتنظيم النشاط الافرازي لغدد الصدر الأمامي ويوصله إلى الدم .
- ينبه غدد الانسلاخ بإفراز هرمون الانسلاخ



هرمون الانسلاخ

Moulting or ecdysone hormone

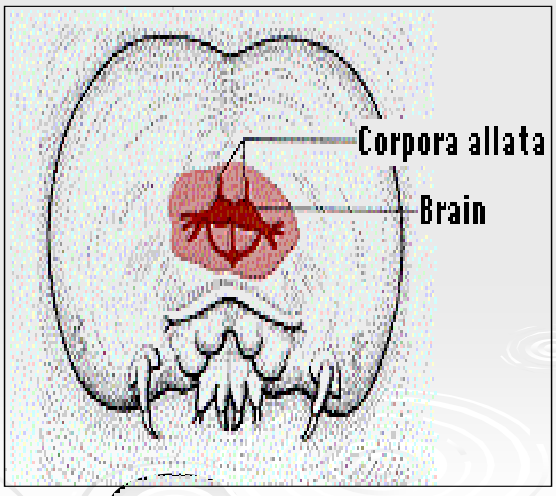
يفرز هذا الهرمون من غدد الصدر الأمامي Prothoracic gland وذلك قبل انسلاخ الأطوار غير الكاملة أو قبل انتهى فترة السكون كي تنشط . ويقع تأثير هذا الهرمون تحت سيطرة الغدد المفرزة للهرمونات الموجودة في الدماغ فلو قطعت هذه الغدد من دماغ اليرقات فان اليرقات والتعذر لن تحدث وتضمحل في الحشرة الكاملة . وهو ضروري لعملية الانسلاخ .



هرمون الشباب

Juvenile hormone

هو الهرمون الذي يمكن الحشرات الغير ناضجة من النمو الطبيعي إلى حشرات بالغة . ويفرز هذا الهرمون من الغدد الصماء (غدد الجسم الكروي) Corpora allata الموجودة في الدماغ في الطور اليرقي ، وتكون هذا الغدد خاملة في الأطوار الأخيرة لليرقات والحوريات . فإذا أزيلت هذه الغدة من يرقة في العمر الأخير ووضع بدلا منها غدة مماثلة ليرقة في العمر الأول لا تتحول اليرقة إلى عذراء ، وإذا نزعت من يرقة في العمر الأول والثاني فان الحشرة تتحول إلى عذراء .



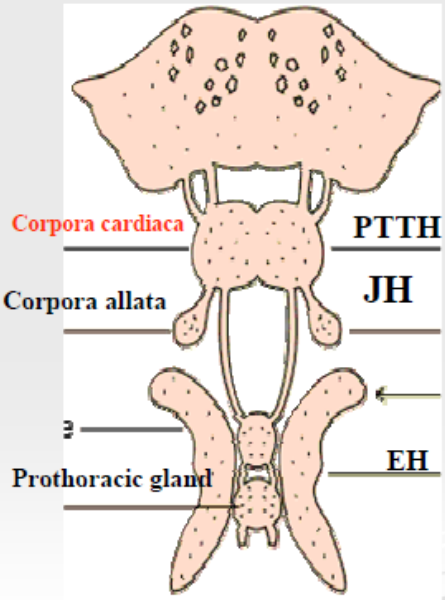
ميكانيكية عمل الهرمونات

- يستقبل المخ جميع المنبهات الخارجية مثل الحرارة والإضاءة ،والداخلية مثل الحالة الغذائية للحشرة ثم يعطي الاشارة بواسطة هرمون المخ (PPTH) والذي ينظم النشاط الإفرازي لغدد الصدر الأمامي ويوصله إلى الدم و ينبه غدد الانسلاخ لتقوم بنشاط إفرازي لهرمون الانسلاخ فتزداد كميتة في الجسم وهذا بدورة ينبه البشرة ببدء دورة انسلاخ جديدة . ويتم الانسلاخ عند انخفاض مستوى هرمون الشباب.

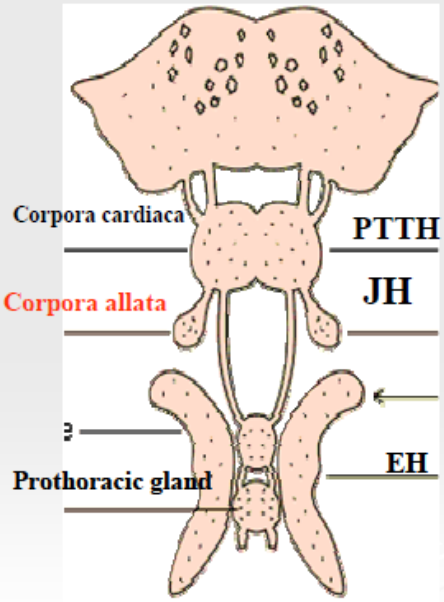
غدتي الجسم الفؤادي Corpora cardiaca

وهي عبارة عن زوج من الغدد ، وتوجد خلف المخ وترتبط بالخلايا العصبية الإفرازية عن طريق زوج من الأعصاب وتفرز هرمونات لها عدة وظائف هي:

1. تنظيم سكر دم الحشرات (التريهالوز Trehalose) .
2. تنظيم الحامض الدهني في الدم.
3. تنظيم حركات القلب وعمل أنابيب ملبيجي وحركاتها



غدتي الجسم الكروي Corpora allata



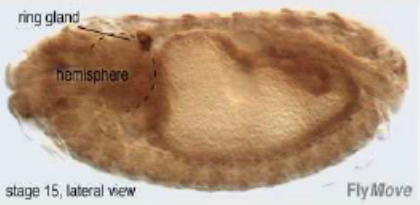
- غدد مزدوجة خلف المخ تغذى بأعصاب تصلها من المخ عن طريق غدد الجسم القلبي ، وتتصل بأعصاب تصله بالعقدة تحت المخية
- تصبح هذه الغدد غير فعالة في الطور اليرقي الأخير أو آخر طور للحورية

وظائف Corpora allata

1. المحافظة على الحالة الشبابية اليافعة للحشرة، وانتهاء مفعولها يعني الانتقال من طور لأخر.
2. لها دور في تنشيط مبايض الحشرات وتكوين البيض نتيجة تنبيه الجسم الدهني لإفراز بروتينات المح

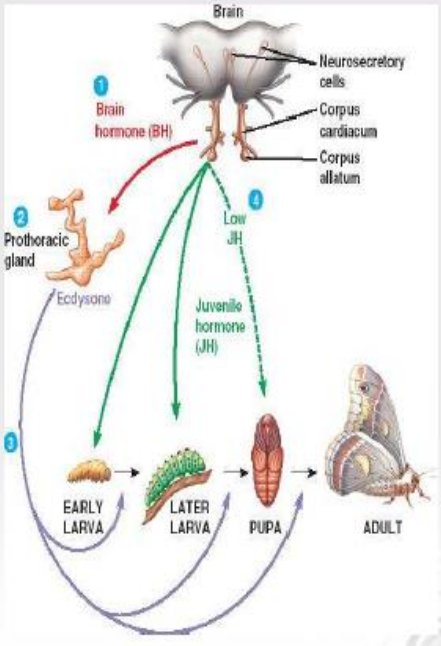
- تعمل على كسر حالة السبات في الطور البالغ والمساعدة في تحول المظهر في الجراد من المظهر الرحال الى المظهر الانفرادي

غدة الصدر الأمامي



- تسمى حلقة وايزمان أو الغدة الحلقية ring gland في ثنائية الأجنحة
- لها دورة من النشاط الإفرازي وتصل لقمة نشاطها عند كل انسلاخ ثم تضمر بعد إتمام عملية الانسلاخ، تتكرر هذه الدورة إلى أن تصل الحشرة إلى الطور الكامل ومن ثم تتكسر هذه الغدة وتنتهي.

هرمون المخ Prothorocicotropic hormone (PTTH)



- هرمون يفرز من الخلايا العصبية.
- العوامل المحفزة لإفرازه

1. تيار عصبي ناتج عن ضغط مستمر على المعدة من الداخل في البق الماص للدم Rhodnius
2. تجميد (تبريد) الدماغ على أنواع من دودة الحرير (العذراء)
3. طول فترة النهار نوع من ديدان الحرير
4. وزن اليرقة في دودة التبغ

هرمون البروكتولين Proctolin

1. ينشط القناة الهضمية القلبية للانقباض
2. له تأثير على العضلات الحشوية للقلب
3. يعمل في بعض الحالات كمنظم عصبي في مناطق التشابك.

هرمون تحرير الدهون Adipokinetic hormone (AKH)

- يطلق من غدد الجسم القلبي CC من حشرات الجراد
- يقوم بتحريك مستودعات الدهون في الحشرة إثناء الطيران

هرمون تصنيع الفيرمونات PBAN

- ويقوم بتنشيط البدء في تصنيع الفيرمونات في الفراشات البالغة ويتم إنتاجه من العقدة التحت مريئية في دودة الذرة.

الهرمون المنشط لغدة الجسم الكروي Allatotropic hormone (CA)

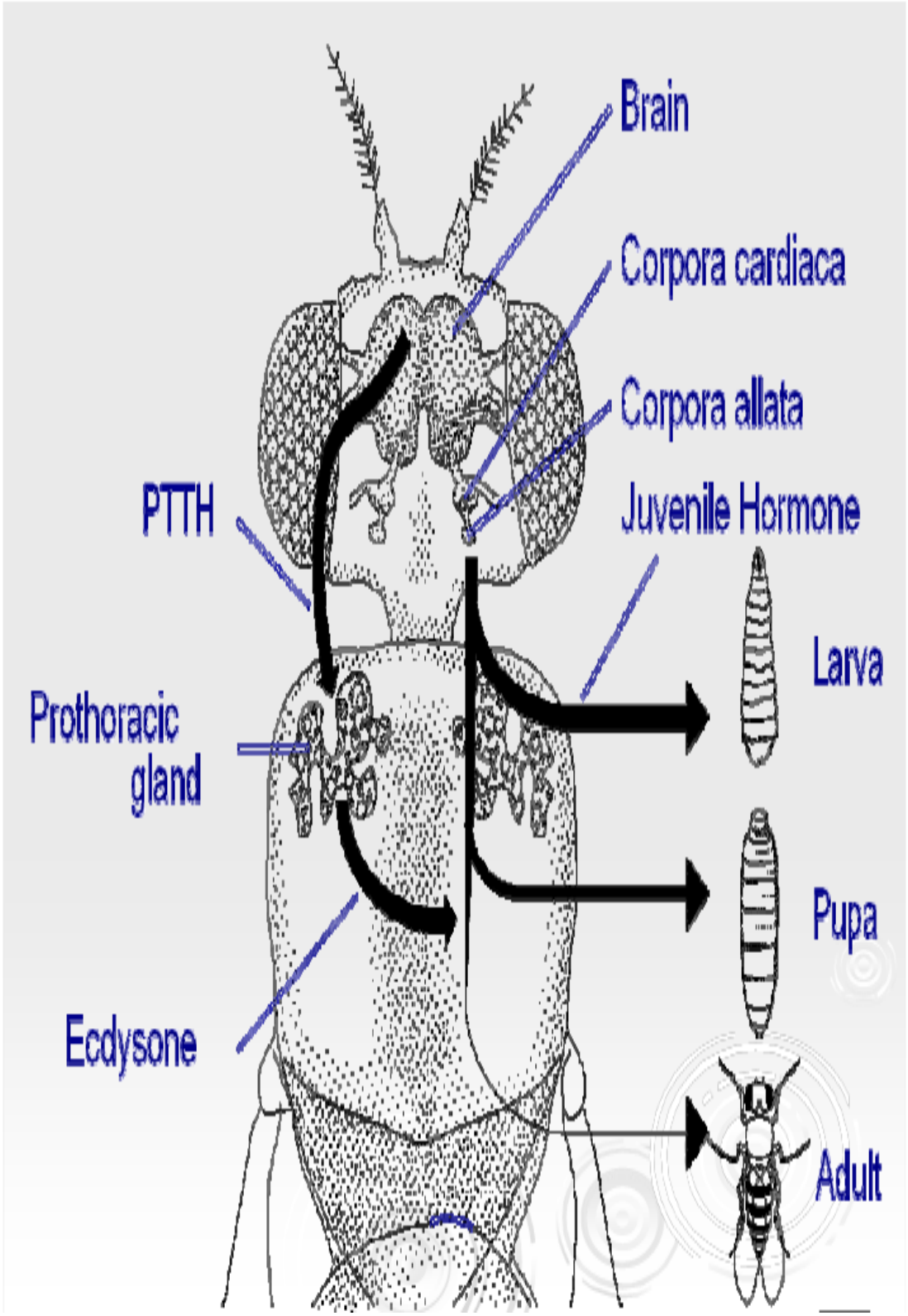
- يتألف من 13 حمض أميني ويحث إفراز هرمون الشباب من CA

هرمون التصبغ Bursicon hormone

- يفرز من الخلايا العصبية المفرزة بالمخ ويعمل على تمدد وتصلب الكيوتيكل وإعطاءه اللون الداكن.

دور الهرمونات في التكاثر في الحشرات

1. تساعد في عملية الإنسلاخ
2. يحافظ هرمون JH على أعضاء التكاثر في وضعها وإبقائها في مرحلة عدم النضج
3. إنضاج البويضات في البعوض
4. تحفز عملية وضع البيض (بروستوقلاندينProstoglandin)
5. تنشيط عملية تكوين البيض في ذبابة التسي تسي (Ovulation hormone) بعد عملية التزاوج
6. حث الإناث للوضع في الحشرات التي تحتفظ باليرقات داخل جسمها (Parturition hormone).



الغدد الصماء التي تفرز الهرمونات في جسم الحشرة

الجهاز العضلي في الحشرات

الجهاز العضلي في الحشرات هو الجهاز المسؤول عن حركة جسم الحشرة وزوائده وأجهزته الداخلية.

جسم الحشرة غني بمجموعة كبيرة من العضلات قد تصل الي 900 عضلة كما في الجراد.

كلما صغرت الحشرة وقل وزنها زادت قوة عضلاتها، حيث أن القوة العضلية النسبية في الحشرات تتناسب عكسياً مع وزن الجسم.

جميع العضلات في الحشرات من نوع العضلات المخطط striatedسواء أكانت عضلات إرادية أو غير إرادية.

تظهر عضلات الحشرات عادة نصف شفافة أو رمادية اللون.

تأخذ عضلات الصدر عادة اللون الأصفر أو البرتقالي أو البني الفاتح.

يتصل أحد أطراف العضلة بجزء ثابت من الهيكل الداخلي للحشرة يعرف بأصل ومنبت العضلة بينما يتصل الطرف الآخر بالعضو المراد تحريكه في موضع منه يعرف بموضع غرس أو إدماج العضلة (insertion).

أنواع العضلات في جسم الحشرة

أولا :عضلات الرأس

وتبدأ فى الصدر الأمامي أو بمنطقة الرقبة لتتصل بصفائح الرأس وتساعد فى تحريك زوائد الرأس كأجزاء الفم وقرون الاستشعار .

هذه العضلات نوعان عضلات (باسطة) Abductor، وعضلات قافلة (قابضة) Adductor.

أنواع العضلات في جسم الحشرة

ثانيا : العضلات الصدرية

وتوجد فى منطقة الصدر الثاني والثالث وهى عضلات طولية سفلية ظهرية

وعضلات عمودية (ظهرية سفلية) وتساعد فى حركة الأرجل وعضلات بلورية وتساعد فى حركة

الأرجل والأجنحة بالإضافة إلى عضلات الأرجل وعضلات الأجنحة التي يطلق عليها عضلات الطيران .

أنواع العضلات في جسم الحشرة

ثالثا :عضلات البطن ومنها

1 -عضلات طولية	• تتصل بالترجات وتوجد فى مجموعات القلب وتساعد فى دفع الدم ، كما يساعد بعضها فى تغيير شكل الجسم الخارجي .
2 -عضلات طولية سفلية	• توجد على جانبي الحبل العصبي .
3 -عضلات عمودية	• وهى تصل بين الترجات والاسترنات
4 -عضلات بلورية	• وتصل بين الترجة أو الاسترنة وبين الصفيحة البلورية وتساعد فى عملية التنفس

الترتيب العضلي Musculature

- يختلف ترتيب العضلات من مجموعة لأخرى ويمكن تحديد الترتيب الرئيسي كما يلي :

1- العضلات الحشوية Visceral muscles :

- وهي طبقة خارجية من العضلات اللاإرادية تحيط بالقناة الهضمية والقنوات التناسلية كي تتحكم في حركتها الدودية وهذه العضلات إما دائرية أو طولية أو مائلة.

ترتبط حلقات الجسم في الحشرات بمجموعات من العضلات التي تتوزع داخلها توزيعاً حلقياً به يحتفظ الجسم بشكله العام.

وتمتد هذه العضلات داخل كل حلقة إما طولياً أو عمودياً أو في وضع مائل .

تنقسم العضلات الطولية وخاصة في منطقة البطن إلى عضلات طولية ترجية تربط ترجات الجسم ببعضها وعضلات طولية استرنية تمتد طولياً فوق استرنات الجسم لتربطها مع بعض.

عندما ينقبض النوعان السابقان من العضلات تتداخل حلقات البطن التي تعود إلى حالتها الطبيعية بعد ارتخائها

عضلات الزوائد Muscles appaendages

يوجد لكل زائدة متحركة في الحشرة روابط عضلية خاصة بها وتختلف هذه الروابط العضلية في الحجم والتركيب حسب نوع الزائدة.

التركيب الأساسي للنسيج العضلي

التركيب الأساسي للنسيج العضلي

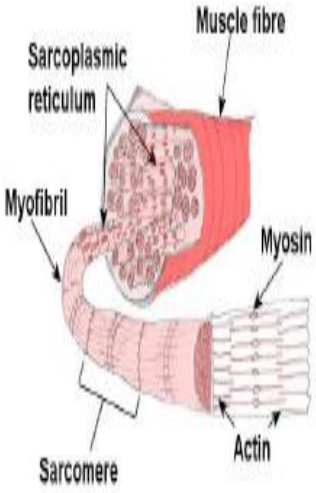
تبنى العضلة الهيكلية من واحد أو أكثر من الحزم الليفية، وكل حزمة ليفية تحتوي على (10-20) ليفة عضلية Fibere .

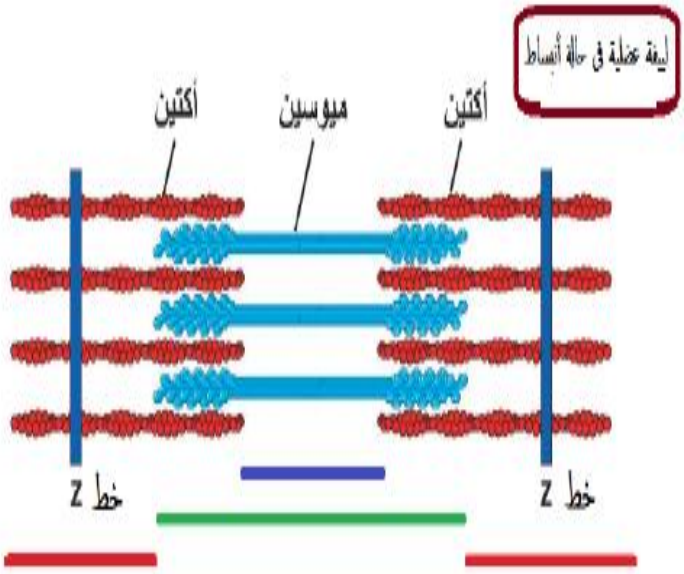
وكل ليفة تتكون من ليفات Sarcostyles . تتكون من جزيئات بروتينية (ميوسين Myosin ، أكتين Actin).

تتراص الليفات موازية لبعضها طولياً ومغمورة في السيتوبلازم العضلي Sarcoplasm وما يسمى بالمادة البينية Matrix ، وتوجد الأنوية موزعة داخل السيتوبلازم.

يحيط بالليفة العضلية من الخارج غشاء عضلي Sarcolemma يتكون من نسيج ضام تتخلله القصبات الهوائية والتفرعات العصبية.

قد تحتوي الليفة على أجسام الساركوسوم Sarcosomes في صورة أجسام قاتمة موزعة في صفوف منتظمة داخل الليفة العضلية.





ميكانيكية (ألية) الطيران في الحشرات

تتأثر حركة الجناح أثناء الطيران بنوعين من العضلات الصدرية:

1-عضلات غير مباشرةmuscles Indirect

وهي أكبر العضلات في جسم الحشرة وتتصل بالصدر فقط دون أن ترتبط بقواعد الأجنحة وتشمل مجموعتين هما:

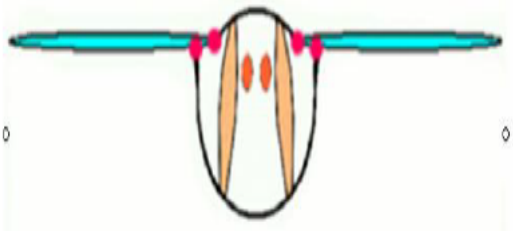
أ- عضلات ظهرية بطنية: وهي تصل ما بين (الترجا وإلاسترنا) وبانقباض هذه المجموعة من العضلات يؤدي إلى انخفاض ظهر الحشرة إلى أسفل وارتفاع الأجنحة إلى أعلى نظرا .

ب- عضلات طولية: وهي تمتد بطول الحشرة ،انقباض هذه المجموعة من العضلات يؤدي إلى تقوس ظهر الحشرة إلى أعلى وانخفاض الأجنحة بالتالي إلى أسفل. وبتوالى انقباض هاتين المجموعتين من العضلات)أ،ب(الغير مباشرة بالتبادل وبسرعة تتحرك الأجنحة حركة سريعة لأعلى ولأسفل .

2-عضلات غير مباشرةDirect muscles

وهي مجموعة من العضلات تنشأ من البلورا وتتصل اتصال مباشرا بالصفائح الموجودة عند قواعد الأجنحة.

وبإنقباض وانبساط هذه العضلات يؤدي إلى حركة الأجنحة حركة خفيفة للأمام وللخلف كما أن بعضها يعمل على دوران الجناح حول محوره.



الجهـــــاز العضـــــــــلي Muscular system

جسم الحشرة غني بمجموعة كبيرة من العضلات. وكلما صغرت الحشرة وقل وزنها زادت قوة عضلاتها، حيث أن القوة العضلية النسبية في الحشرات تتناسب عكسياً مع وزن الجسم.

تظهر عضلات الحشرات عادة نصف شفافة أو رمادية اللون. كما تأخذ عضلات الصدر عادة اللون الأصفر أو البرتقالي أو البني الفاتح. تختلف عضلات الحشرة عن مثيلاتها في الفقاريات إذ أن عضلات الحشرة سواء كانت إرادية أم غير إرادية جميعها من النوع المخطط، وقد يظهر تخطيط العضلة دون الاستعانة بالميكروسكوب.

يتصل أحد أطراف العضلة بجزء ثابت من الهيكل الداخلي للحشرة يعرف بأصل ومنبت العضلة بينما يتصل الطرف الآخر بالعضو المراد تحريكه في موضع منه يعرف بموضع غرس أو إدماج العضلة (insertion).وقد يكون هذا الموضع كيتينياً سميكاً ترتبط به أكثر من رابطة عضلية فيسمى الوتر (tendon)كما هو الحال في الفك العلوي للحشرة.

الترتيب العضلي: Musculature

يختلف ترتيب العضلات من مجموعة لأخرى ويمكن تحديد الترتيب الرئيسي كما يلي:

1- العضلات الحشوية : Visceral muscles

وهي طبقة خارجية من العضلات اللإرادية تحيط بالقناة الهضمية والقنوات التناسلية كي تتحكم في حركتها الدودية وهذه العضلات إما دائرية أو طولية أو مائلة. وقد يكون اتصالها العصبي من الجهاز العصبي الذاتي أو من عقد عصبية في الحبل العصبي البطني.

2- عضلات الحلقات : Segmental bands

ترتبط حلقات الجسم في الحشرات بمجموعات من العضلات التي تتوزع داخلها توزيعاً حلقياً به يحتفظ الجسم بشكله العام .وتمتد هذه العضلات داخل كل حلقة إما طولياً أو عمودياً أو في وضع مائل (شكل٤٣ .(وتنقسم العضلات الطولية وخاصة في منطقة البطن إلى عضلات طولية ترجية تربط ترجات الجسم ببعضها وعضلات طولية استرنية تمتد طولياً فوق استرنات الجسم لتربطها مع بعض .وعندما ينقبض النوعان السابقان من العضلات تتداخل حلقات البطن التي تعود إلى حالتها الطبيعية بعد ارتخائها.

3- عضلات الزوائد : Muscles appaendages

يوجد لكل زائدة متحركة في الحشرة روابط عضلية خاصة بها وتختلف هذه الروابط العضلية في الحجم والتركيب حسب نوع الزائدة. فيتصل الفك العلوي مثلاً في حالة أجزاء الفم القارضة بعضلات سميكة تملأ أغلب تجويف الرأس. بينما لا يوجد ألياف عضلية داخل الفك ذاته. وذلك بعكس الزوائد المقسمة إلى عقل كالأرجل والفكوك السفلية التي يتحكم بها مجموعتان من العضلات مجموعة تخلل تجاويفها وتحرك أجزاء الزائدة المختلفة، ومجموعة أخرى من العضلات قوية التي تلتحم بقواعدها وتنبت من الهيكل الداخلي للجسم أو من جدار الجسم مباشرة وتحرك كل الزائدة من قاعدتها. ويحرك قرن الاستشعار مجموعتان من العضلات. تنبت المجموعة الأولى من الجدار الداخلي لصندوق الرأس لتنتهي عند قاعدة الأصل. بينما تنشأ المجموعة الثانية من العضلات من داخل الأصل وتتصل بقاعدة العذق. تحرك عضلات المجموعة الأولى قرن الاستشعار بأكمله بينما تحركه عضلات المجموعة الثانية من عند قاعدة العذق فقط.. وتخلو عقل الشمروخ دائماً من العضلات باستثناء حشرات رتبتي ذوات الذنب القافز وأولية الذنب حيث تتخلل العضلات جميع عقل الشمروخ فيما عدا العقلة الطرفية.

التركيب الأساسي للنسيج العضلي :

تبنى العضلة الهيكلية من واحد أو أكثر من الحزم الليفية، وكل حزمة ليفية تحتوي على (١٠-٢٠) ليفة عضلية . Fibere وكل ليفة تتكون من لييفات . Sarcostyles تتكون من جزيئات بروتينية (ميوسين Myosin، أكتين .(Actin تتراص اللييفات موازية لبعضها طولياً ومغمورة في السيتوبلازم العضلي Sarcoplasmوما يسمى بالمادة البينية Matrix ، وتوجد الأنوية موزعة داخل السيتوبلازم. يحيط بالليفة العضلية من الخارج غشاء عضلي Sarcolemma يتكون من نسيج ضام تتخلله القصبات الهوائية والتفرعات العصبية. قد تحتوي الليفة على أجسام الساركوسوم Sarcosomes في صورة أجسام قاتمة موزعة في صفوف منتظمة داخل الليفة العضلية.

يظهر بالليفة العضلية تخطيطاً عرضياً نتيجة لوجود مناطق مضيئة (متجانسة ضوئياً) متبادلة مع مناطق معتمة قاتمة (غير متجانسة ضوائياً). تتزود الألياف العضلية بعدد وفير من القصيبات الهوائية على هيئة صفوف طولية ، عند التنبيه العصبي للعضلة للانقباض يقصر طول المناطق القاتمة وبالتالي يقصر طول العضلة.