الجهاز الدوري والدم في الحشرات The Circulatory System and the blood

للحشرات جهاز دوري مفتوح وهو ابسط نوعا ما من مثيله في الحيوان الفقاري اي ان الدم لا يوجد في اوعية مقفلة بل يوجد في فراغ الجسم حيث يغمر الاعضاء الداخلية ويدخل الارجل والاجنحة ويتم الجزء الأكبر من دورة الدم في تجاويف الجسم وزوائده. وإذا استثنينا الإمتداد للوعاء الظهري الشبيه بالابهر فلا يوجد بالحشرات أوعية دموية بالمعنى الصحيح كالشرايين والأوردة التي توجد في كثير من الحيوانات المفصلية الأخرى ولكن يمر الدم أثناء دخوله وخروجه من الزوائد وعروق الأجنحة في تجاويف محددة تقابل الأوعية الدموية.

يتركب الجهاز الدوري في الحشرات من الوعاء الدموي الظهري الذي يقع على الخط الاوسط لجسم الحشرة تحت الترجات مباشرة وينقسم الى:

- الأبهر أو الوعاء الدموي الأمامي: وهو الجزء الامامي من الوعاء الظهري وهو غير مقسم ويعمل عمل الشرايين في الحيوانات الفقرية ويصب الدم في المخ مباشرة او بواسطة فرعيين وعندما ينصب منها الدم يسير في فراغات الجسم ويصل الى جميع الانسجة في مختلف اعضاء الجسم.

- القلب: وهو انبوب ضيق قطرة غير ثابت يظهر خلال ترجات الجسم وهو الجزء النابض في الوعاء ويقسم الى حجرات يوجد منها حجرة في كل حلقة من حلقات البطن ويمكن ان يقل عدد هذه الحجرات حسب نوع الحشرة فمثلا في الصرصور 12 حجرة(3صدرية + 9 بطنية) ، في النحلة 5 حجرات وفي الذبابة 3 حجرات. ويوجد حجرة واحدة في بعض الحشرات. ينشأ من الترجات أزواج من العضلات تعرف بالعضلات المجنحة .alary M تأخذ شكلاً مروحياً وتنتشر على سطح الغشاء الحاجز الظهري وتتلاقى ألياف كل عضلة مجنحة مع ألياف العضلة المقابلة لها وذلك تحت القلب مباشرة وتتصل بجداره ويوجد على جانبي كل حجرة فتحتان Ostia يدخل منها الدم من التجويف العلوي الى القلب ومركب على هذه الفتحات صمامات أذينيه **Auricular valve** لتمنع خروج الدم من القلب الى الخارج , وايضا يوجد صمام بطيني **ventricular v.** بين كل حجرتين لتمنع الدم من الرجوع الى الخلف من حجرة الى اخرى.

الأغشية الحاجزة والجيوب الدموية:Diaphragms & Sinuses

- الحجاب الحاجز الظهري Dorsal diaphragm.

- الحجاب الحاجز السفلي Ventral diaphragm وهذان الحجابان الحاجزان يقسمان البطن الى ثلاثة تجاويف كالاتي:

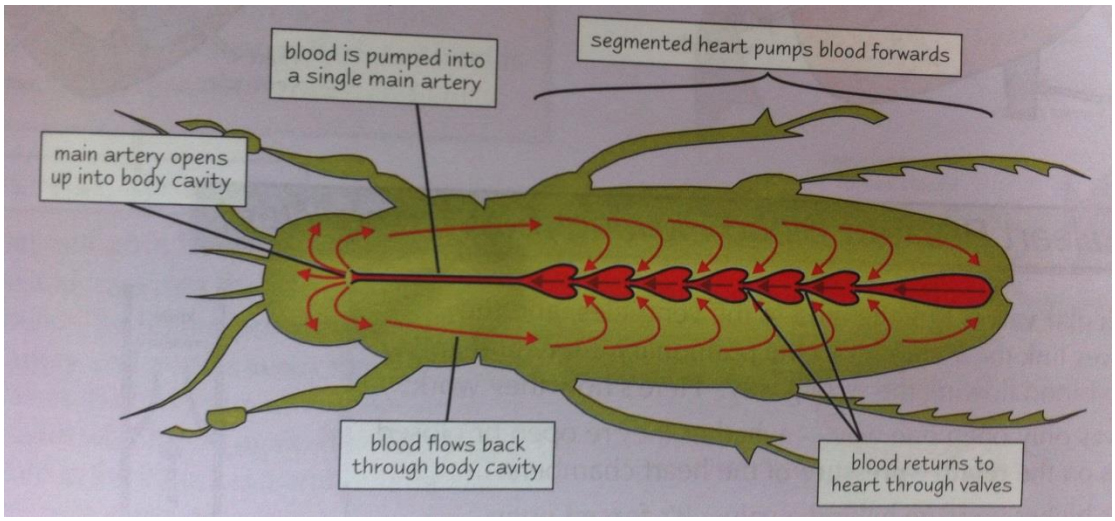
1- التجويف العلوي (تجويف القلب) Pericardial sinus ويوجد به القلب. ويوجد على هذا السطح عضلات مثلثة الشكل تنغمس في الترجات من الجانبين تسمى العضلات الجناحية ويتصل القلب بها بواسطة خيوط دقيقة تسمى Suspensoria.

2- التجويف الوسطي (التجويف الحشوي) Visceral sinus ويوجد به القناة الهضمية والجهاز التناسلي.

3- التجويف السفلي (تجويف الحبل العصبي) Perineural sinus ويمتد فيه الحبل العصبي.

الأعضاء النابضة المساعدة:Accessory pulsatory organs

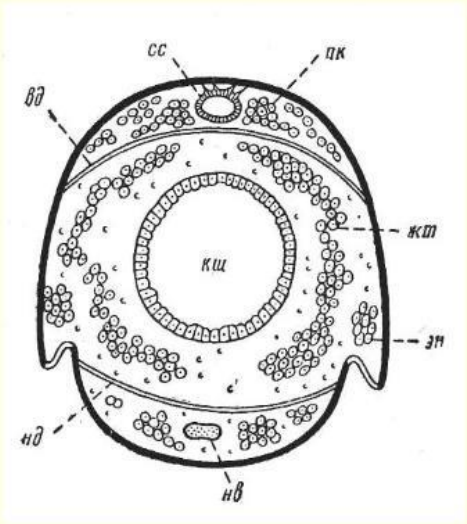
توجد في بعض الحشرات بالإضافة إلى القلب أعضاء أخرى تعرف بالأعضاء النابضة المساعدة وهي عبارة عن أكياس عضلية صغيرة تعمل كمضخات لدفع الدم حتى يمكن أن يصل إلى أدق الفراغات الموجودة في الزوائد مثل قرون الاستشعار وعروق الأجنحة والأرجل وتختلف مكانها وعددها باختلاف الحشرات وتوجد في الحشرات سريعة الطيران .

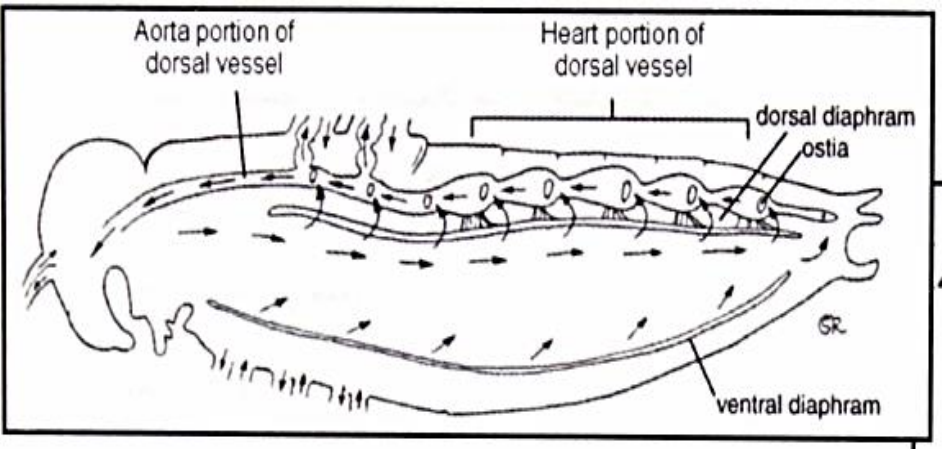


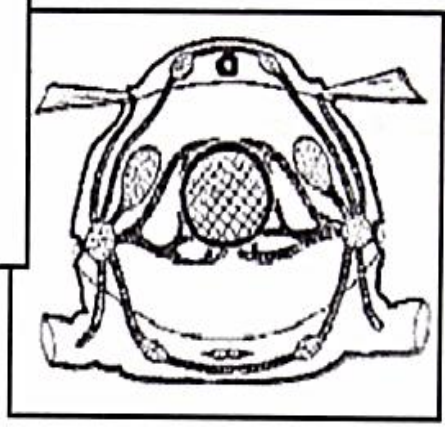
Поперечный разрез тела насекомого

Схема поперечного разреза тела насекомого (из Шванвича):

сс – спинной сосуд, пк – перикардиальные клетки, вд – верхняя диафрагма, кш – кишечник, жт – жировое тело, эн – эноциты, нд – нижняя диафрагма, нв – брюшная нервная цепочка







ميكانيكية الدورة الدموية:

نتيجة لانقباض القلب يتجه الدم فيه ويسير من الخلف إلى الأمام غير أن حجرات القلب لا تنبض جميعها دفعة واحدة أو تقف عن النبض دفعة واحدة وإنما تسير الانقباضات والانفراجات متعاقبة متتالية بمعنى انه إذا انقبضت حجرة انفرجت التالية لها وهكذا فى حركة موجبة قد تكون سريعة وقد تكون بطيئة حسب الظروف.

- يدخل الدم الى الوعاء الدموي ويخرج منه ويسير في فراغ الجسم ليغذي الانسجة والاحشاء بواسطة عمليتين:

- عملية الانفراج Diastole: عندما تتقلص العضلات الجناحية سوف يتمدد القلب وتفتح الصمامات الاذينية المركبة على الفتحات الجانبية لكل حجرة فيندفع الدم الى داخل الحجرات وفي هذه اللحظة ايضا تفتح الصمامات البطينية بين الحجرات لتسمح للدم بالمرور من حجرة الى اخرى ويتجمع في النهاية داخل الحجرة الاخيرة من القلب فعندما يصل التمدد الى اقصاه اقفلت هذه الصمامات الاذينية قليلا تبدا العملية الثانية.

- عملية الانقباض Systole: وفيها يتم انبساط العضلات الجناحية فيعود القلب الى الانقباض ايضا وتقفل الصمامات الاذينية تماما فيندفع الدم الى الامام من الحجرة الاخيرة من القلب الى الحجرة التي تليها ويمتنع رجوعة الى الخلف نتيجة انقباض الصمامات البطنية بين كل حجرتين وبذلك يصل الدم الى الابهر وعند خروج الدم من الابهر عند الراس يسير خلال فراغات الجسم حتى يصل الى اجزاء الراس والارجل ومنقطة الصدر ثم يعود الى الخلف في مؤخرة الحشرة عن طريق الحاجبين العلوي والسفلي حيث تعمل الحركة التموجية لغشاء الحاجز البطني على دفع الدم للخلف حيث يمر بعد ذلك الى التجويف الحشوي عن طريق الثقوب الموجودة في الغشاء بعد ذلك ينتقل الدم من التجويف الحشوي الى التجويف حول القلبي عن طريق الثقوب الموجودة في الغشاء الحاجز الظهري ومنه الى القلب وهكذا تتكرر الدورة.

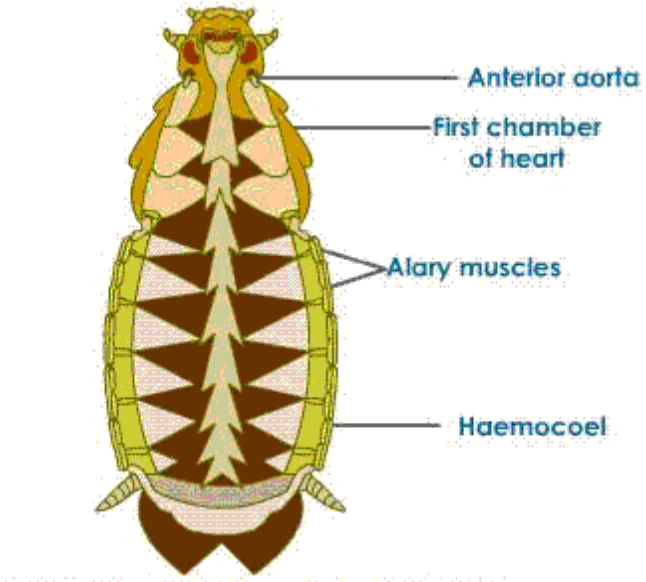
ملحوظة: هاتان العمليتان تسببان ضربات القلب في الحشرة والتي تختلف من حشرة الى اخرى وحتى في مراحل الحشرة المختلفة فمثلا معدل النبض في الحشرة الكاملة لبعوض الانوفليس 150 نبضة/ دقيقة بالمقارنة بـ 100-130 نبضة/ دقيقة في حالة يرقة نفس الحشرة ويختلف عدد ضربات القلب اى نبضاته كثيرا باختلاف الحشرات ويتوقف ذلك على عوامل كثيرة منها .. الحرارة وعمر الحشرة فى الأطوار المختلفة.

الدم:Blood or Haemolymph

يوجد الدم في التجاويف الدموية حيث يغمر جميع الأعضاء الداخلية كما يتخلل الأرجل وقرون الاستشعار والتجاويف الأنبوبية لعروق الأجنحة والدم هو السائل الوحيد الذي يوجد خارج خلايا جسم الحشرة ويكون 15-75% من حجم الحشرة الكاملة. اما في اليرقات فهو يمثل 25-30% من وزنها وعندما يكون الماء متوفرا للحشرة يزيد حجم الدم ويخزن في الجسم حتى انه ممكن ان يصل الى 94% من وزن الجسم ويتباين حجم الدم في الحشرات تباينا واسعا حتى انه في بعض الاحيان يصعب الحصول على عينة منه.

ويتكون من مادة سائلة هي البلازما Plasma وعديد من خلايا الدم، وتنشأ هذه الخلايا من الميزودرم أثناء النمو الجنيني و لا يوجد فيه خلايا دم حمراء كما في الفقاريات ولكنه يحوي كرات دم ذات أنوية وهو عديم اللون وقد يكون أخضر أو أصفر واحيانا يأخذ لون المواد الملونة الموجودة في الغذاء الذي تتغذى عليه الحشرة.

ويحتوي الدم على نسبة عالية من الاحماض الامينية واملاح مثل المغنسيوم والكالسيوم والفوسفات والالبومين ودم الحشرة يسود بمجرد تعرضه للهواء بسبب عملية التأكسد ووجود مادة اليوراندين Urandin وهي ذات لون اسود غامق



Circulatory System of Cockroach

انواع خلايا الدم: يحوي الدم انواع مختلفة من الخلايا مثل:

نوع الخلية	الوصف
1- خلايا بروليكوسيتس Proleucocytes	صغيرة ومستديرة او اهليجية – ذات سيتوبلازم داكن – بها أنوية كبيرة – تتكاثر بالانقسام العادي – اصغر خلايا الدم حجما- يعتقد انها المصدر الرئيسي لباقي الانواع.
2- خلايا فاجوسايتس Phagocytes	- لها اشكال مختلفة- تتحرك حركة اميبية تمكنها من بلع وهضم الانسجة التالفة والبكتيريا او اي جسم غريب - تزداد عدد هذه الخلايا اثناء عمليتي الانسلاخ والتحول.
3- خلايا اينوسايتويد Oenocytoids	- خلايا مستديرة ذات سيتوبلازم فاتح. - نواتها صغيرة ومستديرة.

وظائف الدم:

1- في التغذية: اهم وظيفة للدم هي نقل المواد الغذائية المهضومة من القناة الهضمية الى اعضاء الجسم المختلفة وحمل المواد الاخراجية الى اعضاء الاخراج ونقل الفرمونات من الغدد الصماء لأجزاء الجسم التي تباشر فيها نشاطها

2- في المناعة: بواسطة الخلايا البلعمية وشكلها غير منتظم وتلتهم ما تصادفه من أجسام ضارة مثل البكتريا والفطريات.

3- في التنفس: يتم نقل الاوكسجين نقل فيزياوي وليس كيمياوي وفي بعض الحشرات مثل الكولومبولا لا تقوم القصبات والقصيبات الهوائية بدورها نتيجة امتلاء الجسم بالسوائل فيلعب الدم في هذه الحالة دورة في نقل الاوكسجين الى الانسجة واخراج ثاني اكسيد الكربون الى الخارج اما في حشرة الهاموش فانها تمتلك هيموكلوبين لكونها تعيش في المياه الراكدة قليلة الاوكسجين .

4- يحافظ على الحشرة رطوبتها التي تعيش في جفاف

5- وظيفة الية يحدث الدم ضغطا يساعد على:

- كسر قشرة البيضة والخروج منها.
- تخلص الحشرة من الجلد القديم اثناء الانسلاخ.
- نشر وفتح الاجنحة بعد خروج الحشرة الكاملة من طور العذراء.

التشريح الداخلي The internal anatomy

الغرض من التشريح الداخلي هو توافر المعلومات عن تركيب الأعضاء الداخلية ومعرفة التركيب النسيجي الدقيق لأجزاء العضو المختلفة والذي يؤدي إلى معرفة الوظيفة وذلك يمكننا عن كيفية آداء الحشرات للظواهر المختلفة من تغذية وإخراج وتنفس وتكاثر.

الجهاز الهضمي: Digestive System

وهو يتركب من القناة الهضمية وملحقاتها وهي الغدد اللعابية وأنابيب ملبيجي . والقناة الهضمية عبارة عن أنبوبة يختلف طولها في الحشرات المختلفة فقد تكون مساوية لطول الجسم أو أطول بكثير فتصبح ملتفة وفي قليل من الحشرات تكون القناة الهضمية بسيطة وقصيرة في كل أطوار الحشرة أما في غالبية الحشرات فعادة ما تتغير أجزائها أثناء التطور من حيث الشكل الخارجي. وبصفة عامة فإن أطول القنوات الهضمية توجد في الحشرات التي تتغذى على العصارات وأقصرها هي التي تتغذى على الأنسجة النباتية والحيوانية الصلبة, يوجد بعض الشواذ. وتزود الحشرات التي تتغذى على المواد السائلة مثل الدم وعصارة النبات بتراكيب متخصصة مختلفة في الحوصلة والمعي المتوسط يختزن فيها الغذاء اختزانا مؤقتا بحيث ينتزع منه الماء قبل ان يصب عليه الانزيمات الهاضمة.

الاحتياجات المائية (الشرب) للحشرات تختلف حسب نوع الغذاء والبيئة التي تعيش فيها الحشرة. ففي الحشرات التي تتغذى بالسوائل تحصل على الماء من غذائها.

الحشرات التي تتغذى على الحبوب المخزونة تحصل على قدر ضئيل من الماء من غذائها ولذا فهي تحتفظ بكل هذا القدر.

وفي بعض الحالات الاخرى تحصل الحشرة على الماء من الماء الناتج من التمثيل الغذائي.

القناة الهضمية Alimentary canal

القناة الهضمية ابسط ما يكون تركيبا في الحشرات البدائية مثل ذات الذنب الشعري وذات الذنب القافز وفي اليرقات المختلفة حيث لا تغدو ان تكون في هيئة أنبوبة بسيطة متميزة في المناطق الثلاث المشار إليها , و هناك تحورات مختلفة في تلك المناطق في مختلف الحشرات خاصة في أطوارها الكاملة.

تنقسم القناة الهضمية بالنسبة لنشأتها الجنينية إلى 3 مناطق أولية هي:

أ- المعي الأمامي Fore-gut (معبر فمي Stomodaeum) ينشأ كإنغماد أمامي من طبقة الإكتودرم

ب- المعي الأوسط Mid-gut (المعدة Mesenteron) يصل بين المعي الأمامي والخلفي وينشأ من الميزوديرم

جـ- المعي الخلفيHind-gut (معبر شرجي Proctodaeum) ينشأ كإنغماد خلفي من طبقة الإكتودرم

ويؤدي هذا الإختلاف في النشأة الجنينية إلى اختلاف واضح في التركيب النسيجي. وحيث أن المعي الأمامي والخلفي ينشأ كإنغماد من جدار الجسم فهما يشبهانه في التركيب النسيجي

ويبطنهما جليد من الداخل.

1- المعي الأمامي Fore-gut

ويتركب جدار هذه المنطقة من الطبقات التالية من الداخل إلى الخارج على التوالي:

1- بطانة intima ، وهي منطقة متغلظة غير خلوية تبطن هذه المنطقة من الداخل وهي طبقة كيوتيكل وعندما تنسلخ الحشرة فان هذه الطبقة تنسلخ أيضاً وتتجدد.

2- طبقة طلائية epithelial L. وهي عبارة عن طبقة خلوية مكونة من طبقة واحدة من الخلايا

3- الطبقة العضلية:

وتتكون من طبقة عضلية داخلية من الياف عضلية طولية وطبقة عضلية خارجية تتكون من ألياف عضلية دائرية.

4- غشاء بريتوني Peritoneal m وهو عبارة عن غشاء يحيط بالمنطقة العضلية من الخارج.

وينقسم المعي الأمامي إلى الأجزاء التالية:

أولاً: البلعوم :Pharynx

وهو المنطقة المحصورة بين منطقة التجويف قبل الفمي (التجويف المحصور بين أجزاء الفم والشفة العليا) والمرئ ويتصل بالبلعوم عضلات موسعة تنشأ من منطقة الجبهة وقمة الرأس فالبلعوم لا يكاد يميز في الحشرات ذات الفم القارض بينما هو في هيئة مضخة شافطة في الحشرات الماصة.

المرئ:

عبارة عن أنبوبة بسيطة مستقيمة تمتد من المنطقة الخلفية للرأس إلى الجزء الأمامي من الصدر وتختلف في الطول بإختلاف الحشرات وهي ذات ثنيات طولية تساعد على إتساع تجويفها عند إمتلائها بالغذاء.

الحوصلة: Crop

توجد في كثير من الحشرات وهي عبارة عن إتساع في الجزء الخلفي من المرئ وتختلف في شكلها اختلافاً كبيراً بإختلاف الحشرات وجدارها رقيق كما أن العضلات المحيطة بها ضعيفة التكوين. وهي ذات اتساع كبير وتكون الجزء الأكبر من المعي الأمامي في الصرصور أو تكون على شكل اتساع جانبي من أحد جوانب المرئ كما في الحفار أو تكون ذات اتساع كبير وتتصل بالمرئ عن طريق أنبوبة رفيعة كما في الحشرات ذات الجناحين.

والوظيفة الرئيسية للحوصلة هي العمل لمخزن مؤقت للغذاءFood Reservoir وفي بعض الحشرات يتم مزج الغذاء بالعصارات الهاضمة أثناء وجوده في الحوصلة كما يحدث في الحشرات مستقيمة الأجنحة (حيث يختلط اللعاب المفرز بواسطة الغدد اللعابية وكذلك إفراز المعي الأوسط المار إلى الأمام بالغذاء الموجود بالحوصلة وبذلك يتم أكبر جزء من عملية الهضم داخل الحوصلة). أما في شغالة نحل العسل يختلط رحيق الأزهار مع انزيمات اللعاب ويتحول

الرحيق إلى سائل العسل داخل الحوصلة ويطلق عليها في هذه الحالة معدة العسل Honey stomach أما دور الحوصلة في عملية الإمتصاص فمحدود حيث يتم عن طريقها امتصاص الدهون كما في الصرصور الأمريكي. وتلعب الحوصلة دوراً هاماً أثناء عملية الإنسلاخ حيث تمتلئ بالهواء وبذلك يتمدد مقدم الجسم مما يعمل على شق الجليد القديم.

القانصة Gizzard

تقع خلف الحوصلة وتكون تامة التكوين في الحشرات ذات أجزاء الفم القارض. وفي هذه الحالة تنمو البطانة الداخلية في صورة أسنان كيتينية قوية (تظهر في القطاع العرضي 4-8 أسنان) وتكون العضلات الدائرية قوية عاصرة وسميكة. وتسمح القانصة بمرور الغذاء على دفعات بسيطة بعد تصفيته وقد يكون لها وظيفة طحن وتصفية الطعام الصلب قبل مروره إلى المعي المتوسط كما في الصرصور الأمريكي وفي النحل تعتبر القانصة مانعة لتسرب العسل Honey Stopper من أن ينساب إلى المعدة

. ويوجد في كثير من الحشرات صمام فؤادي Cardiac valve عند موضع اتصال المعي الأمامي بالمعي الأوسط يعمل على منع استرجاع الغذاء من المعي الأوسط إلى المعي الأمامي وفي كل حشرات غشائية الأجنحة يتكون من القانصة أنبوبة ذات عضلات داخلية قوية تمتد كثيراً في فراغ المعدة ولها زوائد تعمل كصمام تسمح للطعام بالمرور إلي المعدة وتمنعه من الرجوع ثانية .

وقانصة البرغوث مجهزة بأشواك صلبة تتجه نهايتها إلي الخلف ، وعند الهضم يتقلص جدار القانصة باستمرار رافعة بأشواكها إلي المعدة التي تتحرك هي الأخرى وبذلك تطحن كريات الدم

2- المعي الأوسط Mesenteron

يختلف شكل واتساع هذه المنطقة اختلافاً كبيراً. أحياناً تأخذ شكل الكيس وأحياناً أخرى تكون عبارة عن أنبوبة ملتفة كالأمعاء أو تكون مقسمة إلى قسمين أو ثلاثة أقسام.

أما من ناحية التركيب النسيجي لجدار المعدة فهو كما يلي من الداخل إلى الخارج:

1- طبقة طلائية entric epi. : ويمكن تقسيم خلاياها إلى ثلاثة أنواع:

أ- خلايا عمادية تقوم بإفراز الإنزيمات الهاضمة

ب- خلايا مجددة regenerative c وظيفتها تجديد الخلايا العمادية التي تهلك.

جـ- خلايا كاسية Goblet c. وتوجد في عدد قليل من الحشرات ولا تعرف لها وظيفة

2- غشاء قاعدي

3- طبقة عضلات دائرية

4- طبقة عضلات طولية

5- غشاء بريتوني

ويلاحظ أن وضع الطبقتين العضليتين على عكس وضعهما في المعي الأمامي. وفي بعض الحشرات توجد الحبيبات الغذائية في المعي الأوسط داخل غلاف يعرف بالغشاء حول الغذائي Peritrophic membrane لكي يحمي الخلايا الطلائية من التآكل. "وهذا الغشاء منفذ للانزيمات الهاضمة وكذلك نواتج الهضم لتمتص بخلايا المعدة"حيث انه غشاء نصف ناضح. وهو يفرز من خلايا خاصة موجودة عند بداية المعدة من الصمام الفؤادي.وفي كثير من

الحشرات يزداد سطح المعدة اتساعاً بتكوين انبعاجات كيسية الشكل تعرف بالردوب المعدية أو الزوائد الأعورية Gastric caecae وتقع عند نهاية المعدة من جهة المرئ وتختلف كثيراً في عددها فيوجد منها 8 في الصرصور وعديدة في يرقات الخنافس الجعالية أو تكون معدومة كما في يرقات حرشفية الأجنحة ويحتمل ان تكون مأوي للكائنات البكتيرية لهضم السليلوزكما انه لها دور بتكسير الشمع في الحشرات التي تتغذى على الشمع كما في جنس Galleria والتي تنتقل تدريجيا الى القناة الوسطية ومنها الي القناة الخلفية حيث يحدث الهضم بالمعاشرة Symbiotic . Digestion .

ويقوم المعي المتوسط بالوظائف التالية:

1- تقوم الخلايا العمادية بإفراز الإنزيمات الهاضمة ثم امتصاص نواتج انحلال الغذاء .

2- يؤدي المعي الأوسط في بعض الحشرات وظيفة إخراجية حيث تخزن بعض المواد الإخراجية في النسيج الطلائي المبطن له وتتخلص الحشرة من هذا النسيج بما فيه من فضلات كلية عند الإنسلاخ كما في حشرة كولومبولا Collembola.

3- في الحشرات التي تتغذى على الدم يلعب المعي الأوسط دوراً هاماً في تحليل وإخراج الهيموكلوبين.

4- يلعب المعي الأوسط دوراً هاماً في إخراج الكالسيوم والفوسفور على صورة أملاح تأخذ شكل الحبيبات مثل كربونات الكالسيوم أو فوسفات الكالسيوم كما في عذارى نحل العسل.

5- يحدث بها بعض عمليات التمثيل الغذائي.

6- امتصاص الماء.

3- المعي الخلفي: Proctodaeum

تتركب هذه المنطقة نسيجياً من نفس الطبقات التي يتركب منها المعي الأمامي وتتحدد بداية المعي الخلفي بالصمام البوابي Pyloric valve وموضع اتصال أنابيب ملبيجي ويتصل بهذه المنطقة من القناة الهضمية عند اتصالها بالقناة الوسطي

انابيب ملبيجي : وهي انابيب كيسية او متفرعة او متطاولة هي وتقوم باستخلاص فضلات عمليات الايضMetabolism من الدم فهي انابيب اخراج وقد تتحور هذه الانابيب في الاطوار الصغيرة لبعض الحشرات كما في يرقات اسد المن فتكون مركز لافراز الحرير الذي تصنع منه الشرنقة التي تتعذر بداخلها اليرقة ,كما توجد في القناة الهضمية الخلفية لبعض الحشرات غرف تخمرFrementation Chambers يمكن اعتبارها اماكن هضم .

وتنقسم القناة الهضمية الخلفية في معظم الحشرات إلى ثلاثة مناطق واضحة هي:

أ-الأمعاء الدقيقة أو اللفائفي Small intestine or ileum

ب-الأمعاء الغليظة أو القولون Large intestine or colon

جـ- المستقيم rectum.

المستقيم فهو عبارة عن غرفة كروية الشكل وعادة ما يبرز بداخله عدد مختلف من الحلمات تعرف بحلمات المستقيم Rectal papillae وهي عبارة عن بروزات وانتفاخات (زيادة حجم)تتكون من امتداد طبقتي البطانة والخلايا الطلائية المبطنة لجدار المستقيم تختلف اعدادها

باختلاف الانواع وهي تلعب دوراً هاماً في امتصاص الماء من البراز عند مروره داخل المستقيم. وينتهي المستقيم بفتحه خارجية تعرف بفتحة الشرج anus .
في الحشرات داخلية التطفل لاتقوم بعملية الابراز حتى لا يتسمم المضيف حيث تخزن الفضلات في نهاية المعي الأوسط لذلك تتراكم المواد البرازية داخل فراغ المعدة حيث ينغلق الصمام البوابي الى ان تخرج الحشرة من المضيف .

أهم الوظائف الفسيولوجية للمعي الخلفي:
أ-تعتبر المكان الرئيسي لعمليات هضم بعض المواد مثل السليلوز عن طريق الكائنات الحية الدقيقة كالبروتوزوا التي تعيش في المعي الخلفي للحشرات (النمل الأبيض) حيث تعيش هذه الكائنات معيشة تكافلية مع الحشرة فتفرز انزيم السليلوليز الذي يحلل الخشب وبذلك تستفيد منه الحشرة.
ب-امتصاص نواتج هضم بعض المواد الغذائية.
جـ- امتصاص الماء من فضلات الغذاء وهذا يعمل على تنظيم المحتوى المائي داخل جسم الحشرة.
د- في حوريات الرعاشات الكبيرة يتحور المستقيم إلى مايعرف بالسلة الخيشومية وبذلك يقوم بوظيفة تنفسية كما أنه يساعد على دفع (حركة) الحشرة إلى الأمام.

الحشرات التي تتغذى على المواد السائلة
1- غرفة الترشيح Filter chamber
يوجد في الحشرات التي تتغذى على العصارة النباتية (90% ماء) وهي عبارة عن تحور غير عادي في القناة الهضمية لمعظم الحشرات التابعة لرتبة نصفية الأجنحة ومنها المن وفيها يقترب قسمان متباعدان من القناة الهضمية حيث تقترب المعدة الخلفية مع المعدة الوسطى ويرتبطان معاً بغشاء ناضح وفائدة هذا التركيب هو السماح لجزء من الماء الزائد وما يحتويه من مواد كربوهيدراتية ذائبة وزائدة عن حاجة الحشرة من النفاذ بالإنتشار من مقدم المعدة إلى الأمعاء مباشرة والتخلص منه خارج الجسم عن طريق فتحة الشرج.
2- الحشرات التي تتغذى على الدم (نسبة الماء 70%) المعدة الوسطى تتقسم الى عدة مناطق (3-4 مناطق متخصصة) المنطقة الاولى تكون الخلايا الطلائية متحورة الى امتصاص اكبر كمية من الماء وزيادة تركيز

ثانيا: الغدد اللعابية Salivary glands
وهي أعضاء مزدوجة تقع في منطقة الصدر على جانبي المعي الأمامي وتتحد قناتاها فتكون قناة لعابية مشتركة تفتح في الشفة السفلى بالقرب من قاعدة اللسان. وفي كثير من الحشرات توجد في قنوات الغدد اللعابية تغلظات حلزونية في طبقة الجليد المبطنة لها وبذلك قريبة الشبه بالقصبات الهوائية. ووظيفة الغدد اللعابية إفراز اللعاب وهو عبارة عن سائل مائي رائق وظيفته ترطيب الغذاء وتسهيل مروره في القناة الهضمية وفي بعض الأحيان يحتوي اللعاب على انزيمات تهضم الكربوهيدرات فقط.
ويختلف شكل وحجم وتركيب الغدد اللعابية بإختلاف الحشرات ففي الصرصور الأمريكي تتركب

كل غدة من فصين (زوج من الفصوص) كما يتركب كل فص من عدة أكياس أو حويصلات غدية تتصل ببعضها ويوجد بين الفصين على كل جانب مخزن لعابي مستطيل تمتد منه قناة ثم تتحد القناتان وتكونان قناة لعابية عامة تفتح عند قاعدة اللسان وبالمثل تخرج من كل فص قناة لعابية وتتحد القناتان في كل جانب لتكونان قناة لعابية واحدة تتحد مع زميلتها من الجانب الآخر وتكونان في النهاية قناة واحدة تفتح في قاعدة القناة اللعابية العامة.
وتتميز الغدد اللعابية في الحشرات الكاملة لحرشفية الأجنحة بأنها عبارة عن أنابيب خيطية أما يرقاتها فغددها اللعابية عبارة عن زوج من الأنابيب الاسطوانية الطويلة وتعرف بغدد الحرير نظراً لإفرازها خيوط حريرية. ويتميز زوج الغدد اللعابية في الحشرات التي تمتص الدم مثل البعوض بأن كل غدة تتركب من ثلاثة فصوص ، الفص الأوسط مختلف في الشكل ويفرز مادة تمنع تجلط الدم anti-coagulin حتى تتمكن الحشرة من امتصاص كفايتها من الدم.

طبائع الغذاء Food habits

يمكن تقسيم الحشرات تبعاً لطبيعة الغذاء إلى المجاميع التالية:
أولاً:الحشرات الرمية Saprophagous
1- الحشرات الكانسة مثل الصراصير.
2- آكلات المواد الدبالية المتحللة في التربة مثل حشرات ذوات الذنب القافز.
3- آكلات الروث مثل يرقات الجعال التابعة لفصيلة Scarabaeidae
4- آكلات الأنسجة النباتية الميتة (الخشب) مثل النمل الأبيض.
5- آكلات الجيفة مثل يرقات الذباب التابع لفصيلة Calliphoridae.
ثانياً: الحشرات آكلة النبات الحي (Phytophagous)
وتتغذى هذه المجموعة على أجزاء مختلفة من النبات الحي وتشمل:
1- آكلات الأوراق مثل حشرات الجراد والنطاط ودودة ورق القطن.
2- ناخرات الأوراق مثل يرقات الحشرات التابعة لفصيلة Agromizidae.
3- ثاقبات الجذور والسيقان مثل يرقات الحشرات التابعة لفصيلة Cerambycidae.
4- الحشرات الماصة لعصارة النبات مثل المن.
5- آكلات الحبوب مثل حشرت الحبوب المخزونة.
ثالثاً: الحشرات آكلة الحيوان الحي Zoophagous وتشمل:
1- الطفيليات: مثل تطفل حشرات القمل على الإنسان وتطفل حشرة البمبلا على يرقات دودة اللوز القرنفلية وكذلك الحشرات التي تمتص الدم مثل البعوض.
2- الحشرات المفترسة لحشرات أخرى مثل يرقات أسد المن ويرقات أبي العيد وتعرف الحشرات التي تتطفل على حشرات أخرى بالحشرات آكلة الحشرات Entomophagous

رابعاً: حشرات لها عادات خاصة في التغذية:

1- الأطوار الغير كاملة لنحل العسل حيث تتغذى على الغذاء الملكي Royal Jelly الذي تجهزه الشغالات من غدد خاصة برأسها وتتغذى عليه اليرقات الملكية

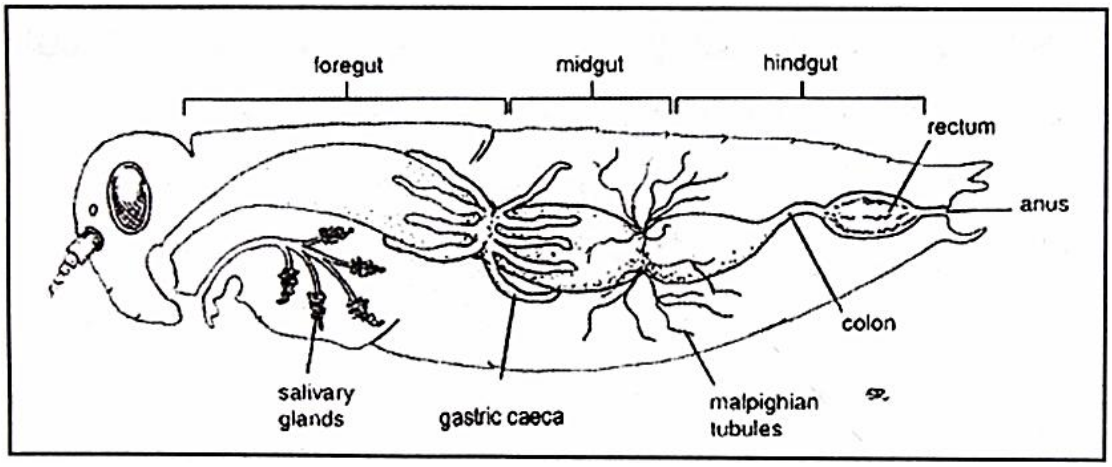
2- حشرات لا تتغذى إطلاقاً مثل ذباب المايو.

الهضم Digestion

يشمل الهضم تلك العمليات التي يتم بها تحويل المواد الغذائية إلى كربوهيدرات أحادية التسكر وأحماض أمينية يمكن امتصاصها ويساعد في إحداث هذه التغيرات الإنزيمات الهاضمة التي تفرزها الخلايا العمودية بالمعي الأوسط بالإضافة إلى تلك التي تتكون في الغدد اللعابية ويوجد نوعان من الهضم:

1- الهضم الداخلي: وفيه يتم هدم 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:

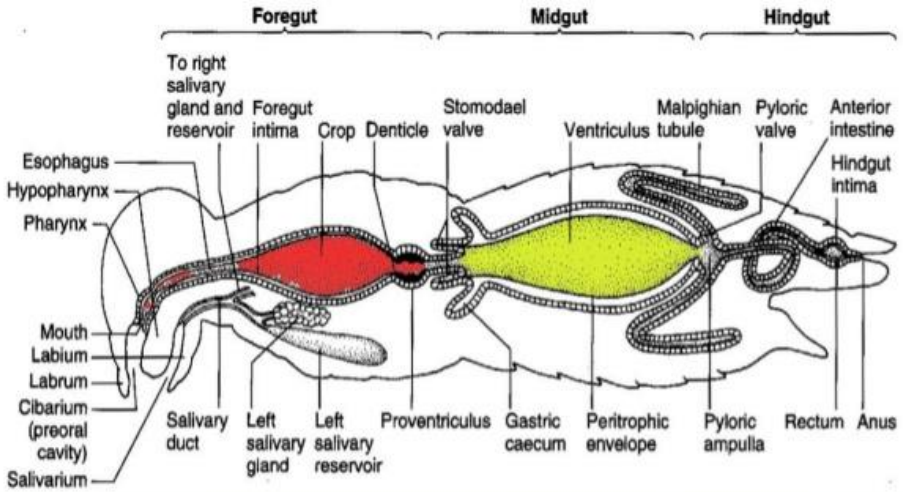
أ- يتم معظم عملية الهضم في الحوصلة أي في المعي الأمامي كما في الصرصور الأمريكي
.
ب- يتم هضم معظم المواد السيليولوزية في المعي الخلفي كما في النمل الأبيض
.
2- الهضم الخارجيExtra Intestinal Digestion : وفيه يتم هضم جزئي للمواد الغذائية خارج القناة الهضمية كما يحدث في اليرقات المفترسة من رتبة شبكية الأجنحة حيث تقوم بإفرازات انزيمات من المعي الأوسط والغدد اللعابية على الغذاء خارجياً ثم تتناول المواد السائلة المهضومة بعد ذلك . ومن المعروف ان تطرية الشرانق باذابة جزء منها لخروج الحشرة من طور العذراء هو نوع من الهضم المعوي الاضافي ففراشة دودة القفز تدفع سائلا يحتوي علي انزيم يؤثر على بناء الشرنقة ويهضمه وتخرج العذراء متحولة.

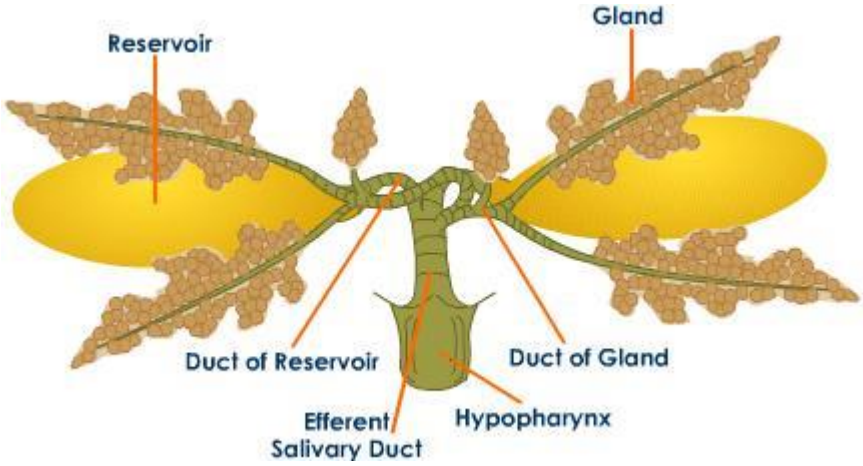


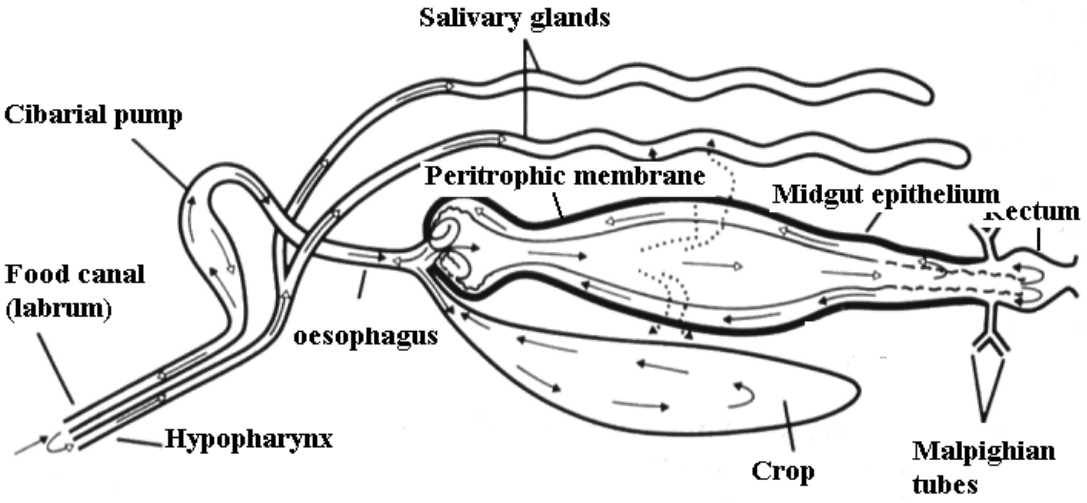
Alimentary Tract

Biology 316 - General Entomology

A. Digestive system




Gland
Reservoir
Duct of Reservoir
Duct of Gland
Efferent
Salivary Duct
Hypopharynx


Salivary glands
Cibarial pump
Peritrophic membrane
Midgut epithelium
Rectum
Food canal
(labrum)
oesophagus
Hypopharynx
Crop
Malpighian
tubes

الجهاز التنفسي The Respiratory system

لا يقوم الدم في الحشرات بمهمة التنفس كما في بقية الحيونات ولكن هذه المهمة يقوم بها الجهاز التنفسي Tracheal System الذي يتفرع داخل الجسم في هيئة انابيب هي القصبات والقصيبات الهوائية كما هو الحال في قليل من المفصليات كالقشريات والعناكب تتفرع داخل الجسم بطريقة معقدة وتنظيم وتوزيع هذه الانابيب داخل الجسم يتبع نظاما ثابتا.

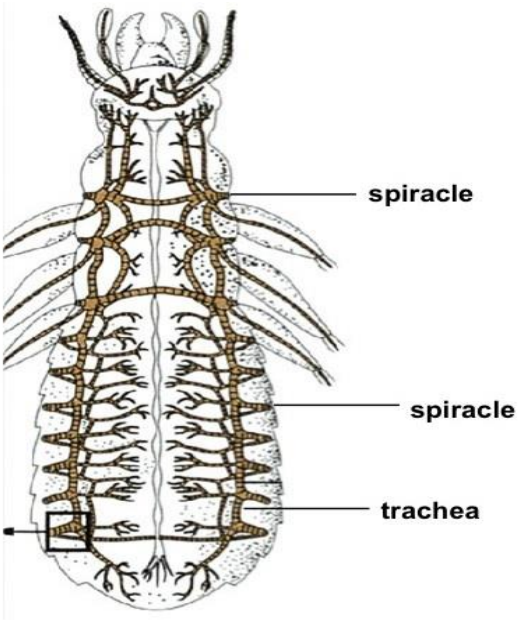
1-يوجد زوج من الانابيب الطولية على جانبي الجسم واحد علي كل جانب ويسمى كل منها بالانبوبة الاساسية الطولية او انبوبة فتحات التنفس لانها تتصل بالخارج مباشرة عن طريق الفتحات الثغور التنفسية

2- زوج من الانابيب الظهرية وتتصل هذه الانبوبة بالانبوبة الطولية بأنابيب عمودية قصيرة.

3- زوج من الانابيب البطنية .

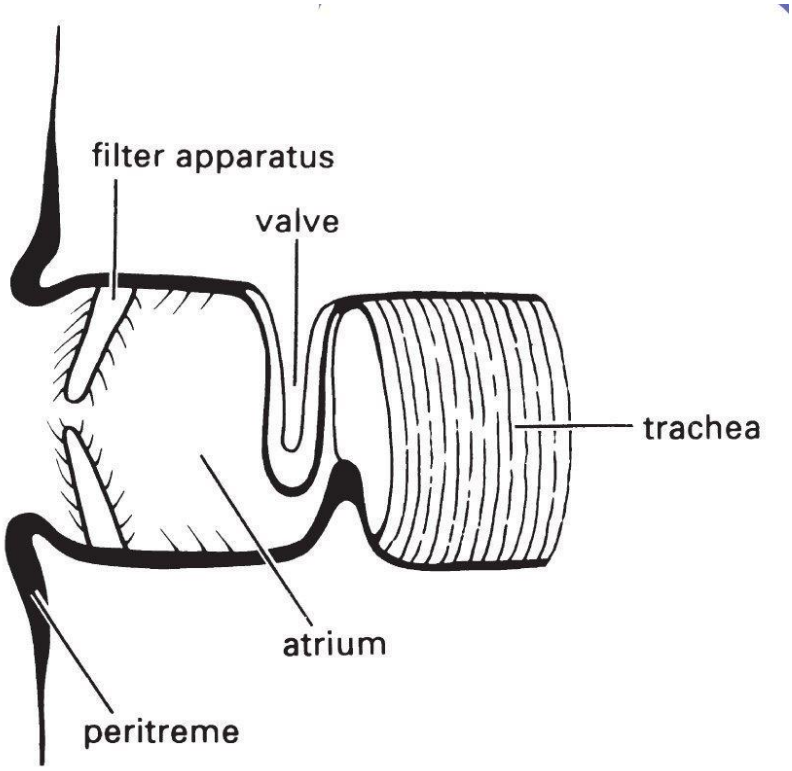
4- الانابيب العرضية وتصل الانبوبتين الطوليتين في جميع حلقات الجسم وفي بعض الحشرات تتضخم الانابيب لتكون أكياس هوائية كما في النحل لتزيد من كمية الهواء وبالتالي كمية الاوكسجين للجسم وكذالك لكي تخفف الوزن النوعي للحشرة .

التنفس هو عملية دخول الاوكسجين من الوسط المحيط الى خلايا الجسم وطرد ثاني اكسيد الكربون الى الخارج. ففي الحشرات يتم نقل الاكسجين اللازم لتنفس الخلايا نقلا فسيولوجيا عن طريق جهاز داخلي من الانابيب المملوءة بالهواء هي القصبات الهوائيةTracheae التي تنتهي بأنابيب دقيقة القطر تدخل كل خلية ويدخل الهواء القصبات الهوائية عن طريق زوج من الفتحات الجانبية تعرف بالفتحات التنفسية أو الثغور وهذه الفتحات مرتبة في مواضع معينة على عقل الصدر والبطن ونادراً ما تنعدم هذه الفتحات أو تكون مقفلة ويحدث التنفس في هذه الحالة عن طريق جدار الجسم. أما معظم أطوار الحشرات المائية غير البالغة فيحدث التنفس بها عن طريق الخياشيم وتنشأ أعضاء التنفس في الحشرات من طبقة الإكتودرم فتكون القصبات الهوائية كإنغمادات أنبوبية للداخل، بينما تنشأ الخياشيم كبروزات جوفاء للخارج



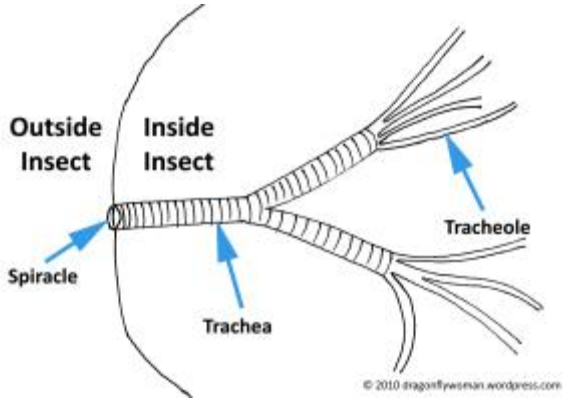
الثغور التنفسية The spiracles:

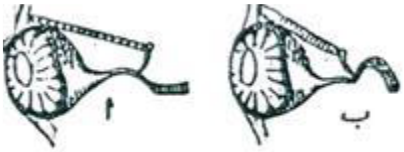
الثغر عبارة عن شق او اكثر في منطقة البلورا بالجليد شكله مستدير او بيضاوي و هذه الفتحات تؤدي الى القصبات الهوائية trachea والتي هي انبعاجات جليدية من جدار الجسم انبوبية الشكل مشعبة ومتشابكة وتنتهي بأنابيب دقيقة مملوءة بسائل هي القصيبات الهوائية tracheoles تحاط بها صفيحة الثغر للحفاظ على المنطقة من التمزق . يغطي هذا الشق من الخارج بأهداب او شعر كثيف متجه للداخل لكي يحميه من فقد الماء ودخول الاتربة والاجسام الغريبة ولكل ثغر جهاز عضلي خاص يعمل على فتحة او قفلة كلما لزم الامر. يلي الشق فجوة متسعة تسمى Atrium يوجد زائدة كايتينية ترتبط بينهما بعضلة عند تقلص العضلة تؤدي الى انثناء القصبة.



عدد الثغور:

يختلف عدد الثغور باختلاف الحشرات فيبلغ عددها عشرة ازواج منها زوجان بالمنطقة الصدرية الاول بين الحلقة الصدرية الاولى والثانية والثاني بين الحلقة الصدرية الثانية والثالثة اما الثمانية ازواج الباقية فتقع على جانبي الثمانية حلقات الاولى من البطن. وقد يزداد عدد الثغور التنفسية او يقل كما يلي: السمك الفضي 11 زوج – القمل 7 ازواج. الجراد 9 ازواج.





رسم تخطيطي لثغر تنفسي ويظهر جهاز الفتح والغلق في الحشرة
أ -مفتوح ب -مغلق

انواع الجهاز التنفسي:

يمكن تقسيم الاجهزة التنفسية طبقا لعدد ونظام الثغور التنفسية العاملة كما يلي:

1- الجهاز التنفسي المفتوح Holopneustic type: وهو نوع بدائي به عشرة ازواج من الفتحات التنفسية العاملة ثمانية منها على العقل البطنية وزوجان على العقل الصدرية. مثل يرقات (ذات الجناحين) وبعض الحشرات غشائية الاجنحة وكثير من الرتب الاخرى.

2- الجهاز التنفسي شبه المفتوح Hemipneustic type : وهو مشتق من النوع المفتوح ولكن يغلق زوج او اكثر من الثغور التنفسية وتنقسم الى عدة انواع هي:

أ- الجهاز التنفسي ذو الطرفين Amphipneustic وفيه تغلق كل الثغور التنفسية عدا الصدرية الاولى والبطنية الاخيرة. مثل يرقات الحشرات ذات الجناحين.

ب- الجهاز التنفسي الخلفي Metapneustis وفيه تغلق كل الثغور التنفسية عدا البطنية الاخيرة. مثل البعوض.

ج- الجهاز التنفسي الامامي Propneustic وفيه تكون جميع الثغور مغلقة عدا الصدرية الاولى. كما في عذراء بعض ذات الجناحين.

د- الجهاز التنفسي المحيطي Perpneustic يكون التوزيع 8 في الحلقات البطنية الاولى وزوج مغلق في الحلقة الصدرية الثالثة وزوج مفتوح في الحلقة الصدرية الاولى مثل يرقات الديدان القارضة

3- الجهاز التنفسي المغلق Apneustic وفيه تكون الثغور التنفسية مغلقة وهنا تتنفس الحشرة بطرق اخرى.

4- النظام المختزل Hypneustic في المراحل الجنينية تكون عددها اقل من 10 ازواج مثل القمل القارض والتي يكون عددها في المراحل الجنينية 7 أ زواج

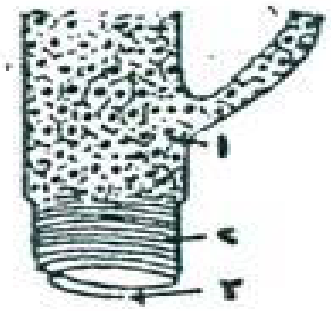
القصبات الهوائية Trachea:

هي انبعاجات كيتينية من جدار الجسم انبوبية الشكل ومتشابكة تكتسب مظهرا فضيا عند امتلائها بالهواء تبطن هذه القصبات من الداخل بطبقة كيتينية على هيئة خيوط حلزونية دائرية Taenidesوتصل الاطراف السائل التنفسيTracheole Liquid الذي يتم عن طريقه تبادل الغازات مع تلك الانسجة بطريقة الضغط الازموزي ووظيفة هذه البطانة:

- حفظ القصبات مفتوحة دائما.

- تسمح بمرور الهواء داخلها.

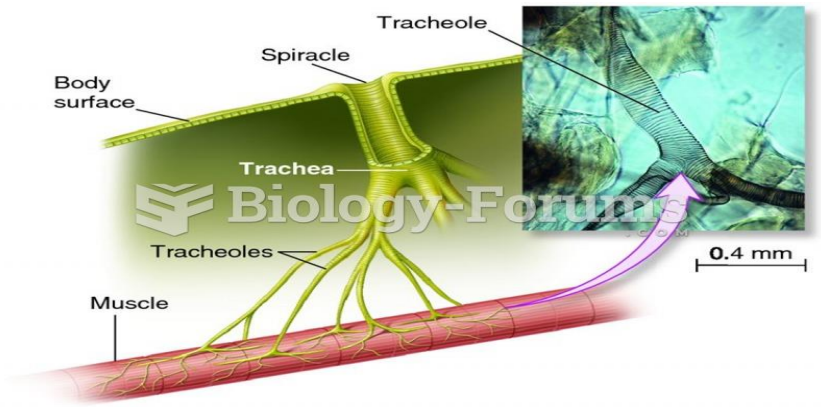
يغلف هذه البطانة من الخارج خلايا طلائية لكل منها نواة كبيرة هذه الخلايا وظيفتها هو افراز الطبقة الكيتينية الحلزونية.

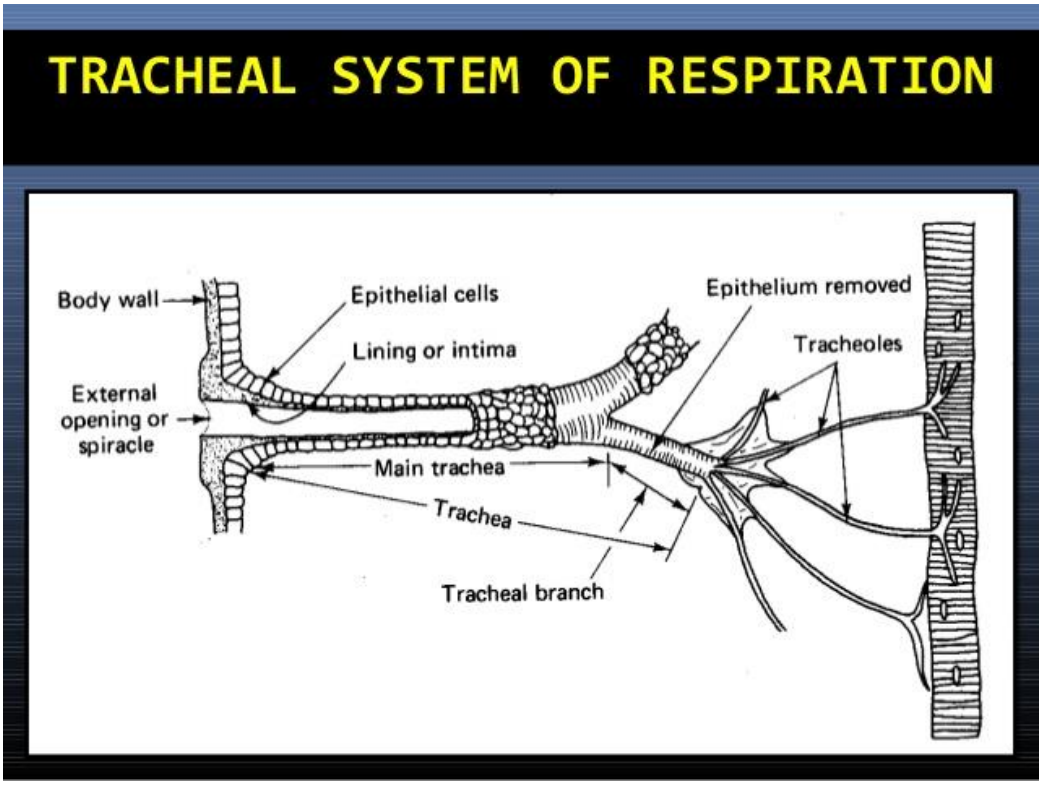


جزء من قصبة هوائية
1-خلايا طلائية
2-الغلاف الداخلي
3-الحلزون الكيتيني

القصيبات الهوائية Tracheoles:

وهي عبارة عن افرع كثيرة ورفيعة من القصبات الهوائية يصل قطر كل قصيبة الى حاولي 1 ميكرون وتنتهي هذه الفريعات بخلية تنفسية صغيرة في نهاية القصبة الهوائية يحصل عندما تبادل الغازات. والقصيبات الهوائية غير مبطنة بالكيتين الحلزوني لأنه لابد ان تكون جدارها رقيقة حتى تتمكن الغازات من التبادل خلالها.





2- تنفس الحشرات المائية Respiration Of Aquatic Insects

يتم تنفس هذه الحشرات بعدة وسائل وبهذه الوسائل تحصل على الاكسجين سواء أكان هوائيا ام ذائبا في الماء.

أ - ويتم تنفس الهواء الجوي باحدى الصور التالية:

1- (Air Tubes) Siphons الانابيب الهوائية او السيفونات كالحال في يرقات البعوض حيث توجد في نهاية البطن (على الحلقة الثامنة) وقد توجد في عذراء هذه الحشرة لكن في مقدمة المنطقة الرأسية الصدرية.

2- التنفس بواسطة فقاقيع الهواء Air bubbles

بعض الخنافس المائية تطفو فوق سطح الماء وتأخذ الهواء الجوي بين اجنحتها وتخزنه على هيئة فقاقيع هوائية وتحجز هذه الفقاقيع بين الشعر الموجود على الجسم وتستخدمه في التنفس ومثل هذه الحشرات تصعد الي سطح الماء بين أونة وأخري لتزود نفسها بالهواء اللازم.

3- التنفس بواسطة ثقب النباتات المائية Piercing of aquatic plants

بعض اليرقات لها القدرة على ثقب النباتات المائية بواسطة الثغور التنفسية في مؤخرها وتحصل على الاوكسجين من بين الخلايا الداخلية لأنسجة النبات.

ب - تنفس الاوكسجين الذائب في الماء ويتم ذلك ويتم في الحشرات المائية باحدي صورتين هما:

1-جدار الجسم Cuticular Or Dermal خلال سطح الجسم ويطلق عليه التنفسي الجليدي ويتم ذلك في العذارى واليرقات التي تغيب فيها الثغور التنفسية لذلك فهي تستخلص الاوكسجين الذائب في الماء عن طريق سطح الجسم كما في الهاموش وبعض الحشرات التي تتطفل داخليا من رتبة غشائية الاجنحة.

2 – التنفس بالخياشيم Gills Respiration:

تعرف الخياشيم بانها قنوات خارجية او داخلية من سطح الجسم تقوم بعملية استخلاص الاوكسجين الذائب في الماء.
وهناك عدة انواع من الخياشيم مثل:

1- الخياشيم القصبية Tracheal gills: وهي اعضاء خيطية رفيعة او ورقية الشكل غنية بالقصبات والقصيبات الهوائية وتوجد في معظم اليرقات المائية فتستخلص هذه الخياشيم الاوكسجين الذائب في الماء. مثل حوريات الرعاش حيث يعرف بالسلة الخيشومية المستقيمة Rectal Branchal Basket فهذا الجهاز يدخله الماء عن طريق فتحة الشرج ثم يقذف منه بعد استخلاص الاكسجين وعملية دفع الماء تعين الحشرة علي دفعها الى الامام .

2- خياشيم الثغور التنفسية Spiracle gills: في بعض العذارى المائية التي تعيش في مجاري المياه المتدفقة وتتعرض لتغيرات سريعة في مستوى الماء تمتد منطقة الثغور الى الخارج لتكون زوائد طويلة تتنفس من خلالها الهواء. مثل يرقات وعذارى البعوض.

3- الخياشيم الدموية Blood gills: وهي زوائد انبوبية تحتوي على كمية من الدم وليس بها قصيبات هوائية ومن هنا جاء اسمها وهي غير شائعة ولا تقتصر على الحشرات المائية وهي واضحة التكوين في يرقات الهاموش غير اللادغ على الحلقة قبل الاخيرة وهذا الدم يحمل الاوكسجين الذائب في الدم الى انسجة الجسم.

3-تنفس الحشرات الطفيلية Respiration Of Internal Parasites

تتطفل بعض الحشرات النافعة على الحشرات الضارة والتطفل اما داخلي او خارجي ففي التطفل الخارجي تتنفس المتطفلات بالطرق المعتادة اما المتطفلات الداخلية فتتنفس بإحدى الطرق الاتية:

1. التنفس الجلدي Cutaneous respiration: وذلك خلال الجليد الرقيق للطفيل ودم العائل.
2. اخذ الاوكسجين مباشرة من القصبات الهوائية للعائل مثل يرقات ذبابة التكاينا Tachinidae حيث توجد فتحتان تنفسيتان نهاية البطن المدببة التي بواسطتها يثقب الطفيلي احدى القصبات الهوائية للعائل ليتنفس الهواء الجوي العادي .

3- اخذ الاوكسجين من الهواء الجوي الخارجي وذلك بواسطة ثقب جلد العائل, كما في نغف جلد البقر Hypoderms حيث توجد فتحتان تنفسيتان في مؤخرة البطن يمكن للطفيل ان يخرجهما من خلال ثقب في جلد الحاضن ليتنفس بهما الهواء الجوي العادي أيضاً.

ميكانيكية التنفس:

اذا كانت الحشرات صغيرة الحجم فعملية دخول الاوكسجين من الفتحات التنفسية الى القصيبات ثم الى جسمها بطريقة الانتشار اما في الحشرات الكبيرة فأن الاكياس الهوائية تقوم بعملية تهوية اضافية بواسطة الهواء المخزون فيها ومن ثم طرد الهواء غير الصالح نتيجة عمليات الايض الى الخارج تتم عملية ضغط الاكياس وارتخائها بواسطة حركة حلقات البطن والتي تقرب الصفائح البطنية العليا الى الصفائح البطنية السفلى وبذالك يقل التجويف البطني وفي حالة تباعد الصفائح يزداد الحجم , تظل الثغور التنفسية مغلقة في اغلب الاوقات وتفتح لفترة قصيرة جدا لامداد الحشرة بالاوكسجين اللازم لها وذلك لتفادي تبخر الماء من جسم الحشرة .

- عند الراحة تكون الثغور مغلقة تكون القصبات الهوائية ممتلئة بالهواء ما عدا اطرفها الرفيعة التي تنتهي بالخلايا التنفسية والتي تحوي بداخلها سائل. وعند قيام الحشرة بالمجهود او عند الطيران هذا يؤدي ان تنشط عضلات الحشرة الطولية والعرضية فيتحول الكليكوجين الموجود في انسجة هذه العضلات الى حمض اللكتيك، ويتسبب ذلك في رفع الضغط الازموزي داخل الانسجة فيتحرك السائل الموجود في اطراف القصيبات الهوائية ويصل الى الانسجة فيندفع الهواء الذي في القصبات الهوائية مكانه وبذلك يصل الهواء او الاوكسجين الى الانسجة فيغذيها.

وعندما يقل نشاط الحركة وترجع العضلات الى وضعها الاصلي، يقل تبعا لذلك الضغط الازموزي، فيندفع السائل داخل التفريعات ويملا اطرافها مرة اخرى وبذلك ينحجز الهواء عن الانسجة.

عملية الزفير:

- يحدث عند تقلص جسم الحشرات نتيجة لتقلص عضلات الجسم وينتج عن ذلك ارتفاع ضغط السائل الدموي فيسبب ضغط على القصبات الهوائية فتقل سعة القصبات فيزداد ضغط الهواء

داخل الجهاز القصبي عن الضغط الجوي وبذلك تنفتح الفتحات التنفسية فيطرد الهواء الى الخارج.

عملية الشهيق:

- ينفتح الثغر فيندفع الهواء من الخارج الى الداخل حيث عند انبساط العضلات يزداد حجم التجويف الجسمي ويقل الضغط على الاكياس والقصبات فتمتليء بالهواء ثم يقفل الثغر ثانية نتيجة حصول توازن بين الضغط الداخلي والخارجي. وهكذا تتكرر العملية.

التخلص من ثاني اكسيد الكربون:

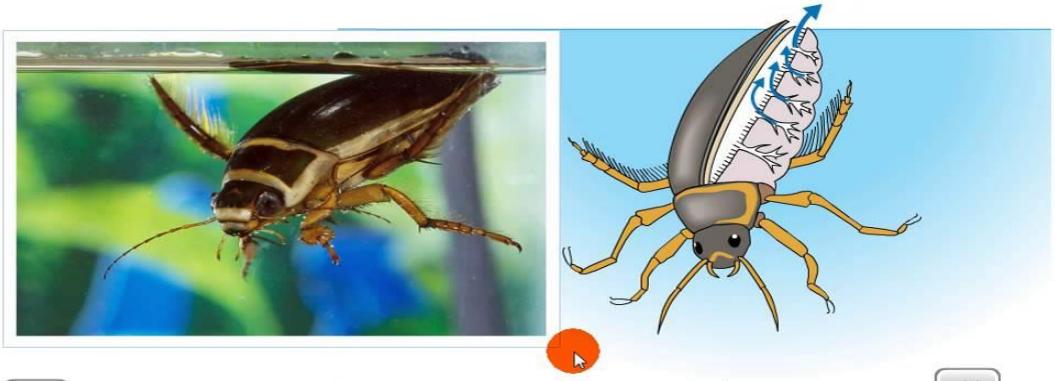
يتم التخلص من ثاني اكسيد الكربون الناتج من عمليات الهدم والبناء عن طريق:

- نفس طريقة دخول الاوكسجين عن طريق القصبات الهوائية.

- عن طريق الجليد الرقيق للجسم او الغشاء الرقيق بين كل حلقتين.

التنفس عند الديتيك

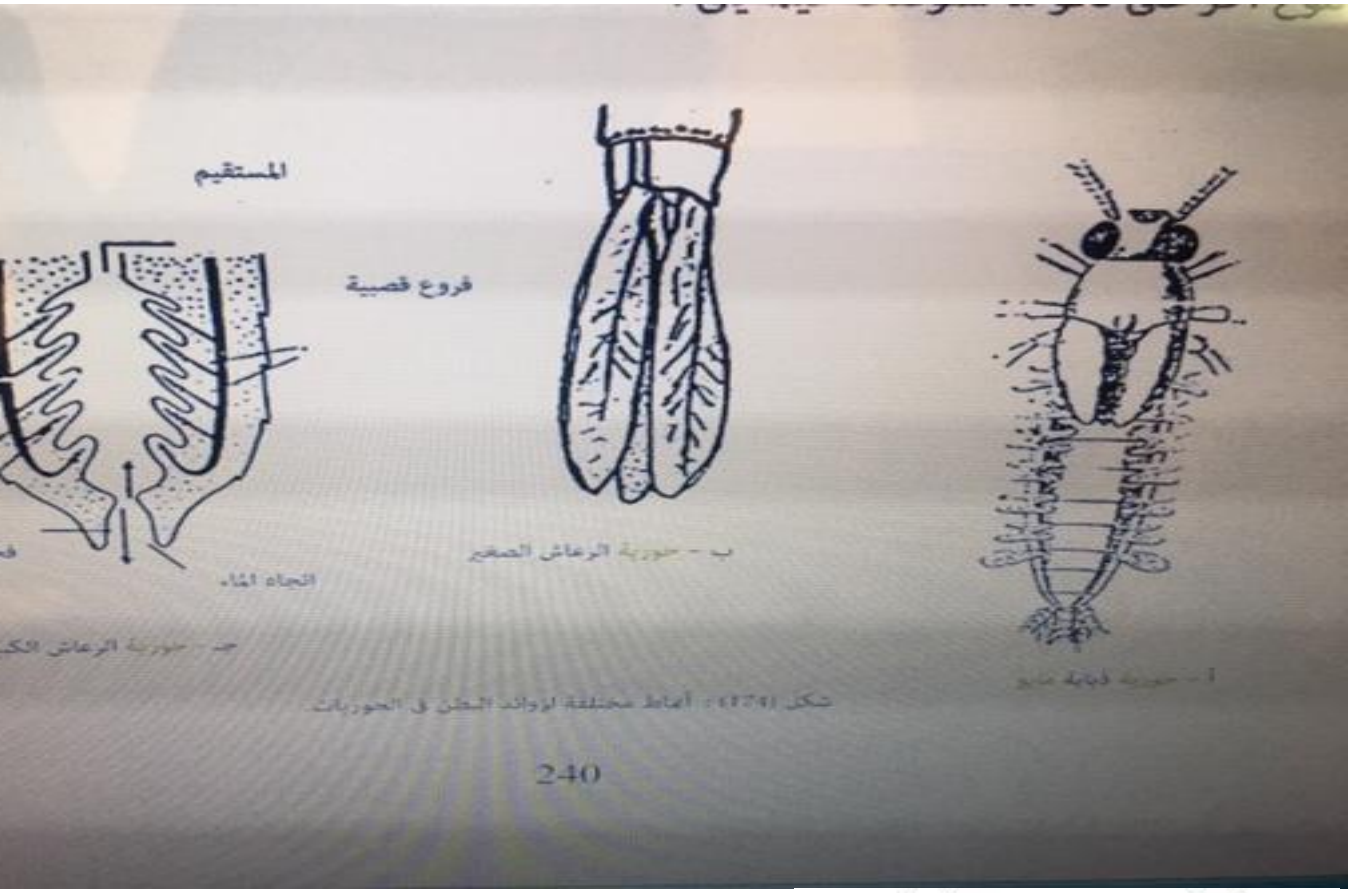
خروج الهواء محمل ب
CO_2

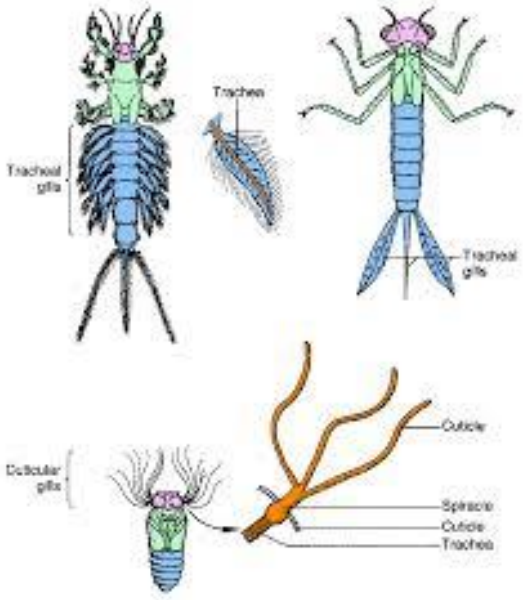


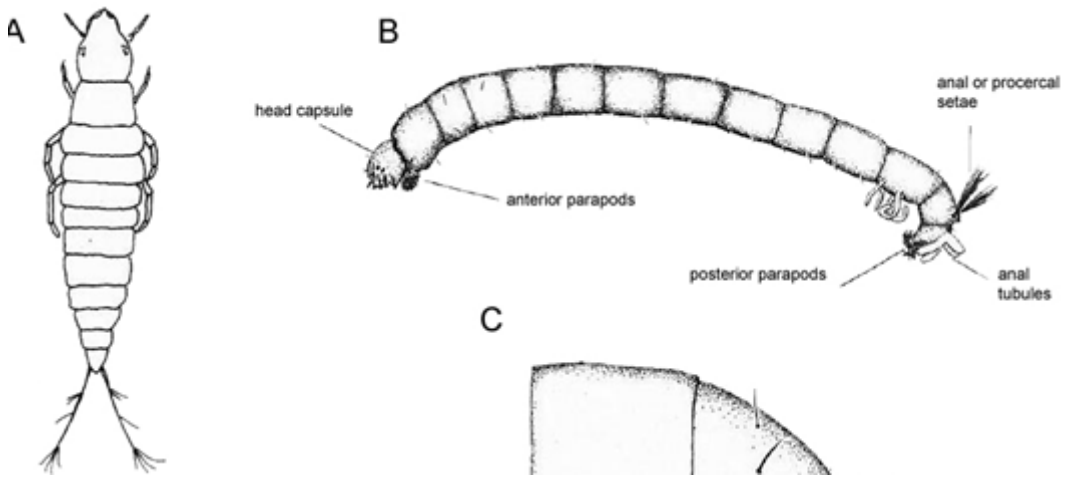
خروج الهواء

دخول الهواء

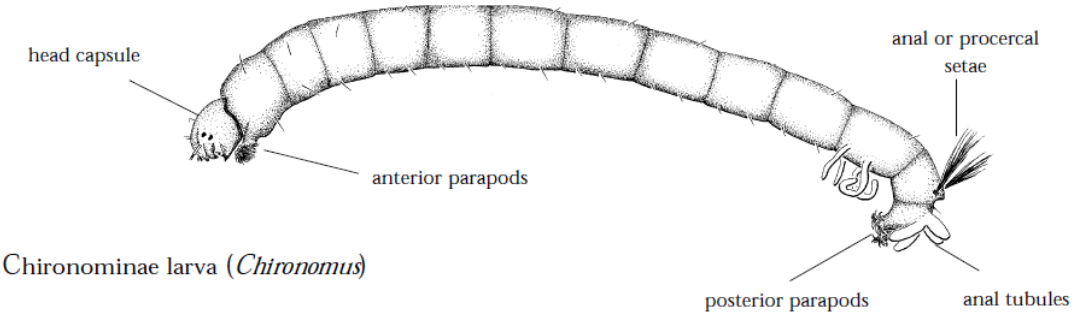
svtweb ouareg


المستقيم
فروع قصبية
ب - حورية الرعاش الصغير
اتجاه الماء
شكل (٤٢٦) : أنماط مختلفة لزوائد البطن فى الحوريات
240


Trachea
Tracheal gills
Tracheal gills
Cuticle
Cuticular gills
Spiracle
Cuticle
Trachea



يرقات الهاموش



Chironominae larva (*Chironomus*)

Download Kopernio's free plug-in for one-click access to full-text PDFs – break free from login forms, re-directs & pop-ups.

×

Sahar Abd Dr.biology University of Baghdad college of science for women

الجهاز الاخراجي في الحشرات The Excretory system

يطلق على الاجهزة المسؤولة عن اخراج المواد النتروجينية من جسم الحشرات بالجهاز البولي او الاخراجي حيث تقوم هذه الاعضاء باستخلاص املاح اليوريا وحامض البوليك من الدم وفي نفس الوقت تحافظ على توازن الماء في الجسم حيث تنظم الضغط التنافذي(تنظيم مستوى وتركيز الاملاح بالسائل الدموي) كما تقوم بأزالة المواد الزائدة عن حاجة الجسم و تقسم هذه الاعضاء الى اعضاء نموذجية و اعضاء غير نموذجية .

الاعضاء النموذجية common excretory

انابيب ملبيجي Malpighian tubes:

وهي تنشأ كانبعاجات خارجية عند الطرف الامامي الخلفي للمعي الخلفي والعادة أنها زوجية العدد وتصب بنهايتها القريبة فى القناة الهضمية عند التقاء المعدة بالقناة الخلفية بعد العضلة البوابية العاصرة ، أما نهايتها البعيدة فقد تكون طليقة حرة سائبة فى الدم ، وقد تكون منطمرة فى غشاء يربطها بالمستقيم ، ويعرف ذلك بنظام النفريديا المقيدة Cryptonephridial Arrangements حيث تلتحم نهاية انبوبة مالبيجي بالمستقيم وتغليفها بغلاف بريتوني عضلي

وهذا يساعد على زيادة امتصاص الماء من البراز بطريقة الانتشار وهذا موجود في الحشرات التي تتغذى على اغذية جافة . ويختلف عدد هذه الأنابيب من حشرة الى اخرى فتتراوح من اثنين كما في الحشرات القشرية الى اربعة في ذات الجناحين، من 20-100 في مستقيمة الاجنحة وتزيد عن المائة في غشائية الاجنحة وقد تشذ بعض الحشرات عن ذلك حيث يوجد منها 5 انابيب في البعوض وتنعدم في المن. ويختلف طول هذه الانابيب فكلما قل العدد زاد الطول.

- لون انابيب ملبيجي يتراوح من الابيض الى الاصفر واحيانا يكون لونها اسمر او بني.

تركيب انابيب ملبيجي:

يتركب جدار أنبوبة ملبيجى من طبقة واحدة من الخلايا الكبيرة ترتكز على غشاء قاعدى مبطن يليه من الخارج بعض الألياف العضلية– تسمح بحركة دودية خفيفة لهذه الانابيب وتستطيع الخلايا الطلائية ان تمتص المخلفات الموجودة بالدم ودفعها الى فراغ الانبوبة ومنها الى القناة الهضمية لتخرج مع براز الحشرة والأطراف الداخلية للخلايا لها حافة ذات اهداب وتحاط الانبوبة بغشاء بريتوني .

وظيفة انابيب ملبيجي:

التخلص من حمض البوليك

Elimination of Uric Acid

تتجمع المواد النيتروجينية الناتجة عن عمليات التحول الغذائي Metabolism للبروتينات والحموض الأمينية والحمض النووي Nucleic acid في الدم. وتعتبر هذه المواد عديمة القيمة بالنسبة للحشرة بل إنها قد تكون سامة لها. ولذلك كان لابد من إخراجها أو تخزينها مؤقتًا في أنسجة أخرى حتى يتم التخلص منها نهائيًا.

ويعد حمض البوليك Uric acid المركب الأساسي لهذه المواد. ويمثل أكثر من ٨٠٪ من المواد النيتروجينية التالفة في البول في معظم الحشرات الأرضية. وهو لا يحتاج إلا لكميات ضئيلة من الماء للتخلص منه.

تقوم أنابيب ملبيجي بتخليص الدم من حمض البوليك الذي يوجد فيه بتركيز منخفض. وحيث إن حمض البوليك غير قابل للذوبان في الماء فإنه يتحد مع أملاح الصوديوم والبوتاسيوم القاعدية التي توجد في الدم ويتكون يورات صوديوم أو يورات بوتاسيوم.

وحيث إن يورات الصوديوم أو البوتاسيوم قابلة للذوبان في الماء فإن خلايا الجزء الطرفي من أنابيب ملبيجي تمتصها بعد ذوبانها في الماء ثم تعاود طردها داخل تجويف أنبوبة ملبيجي. إذ تقوم الخلايا الهدبية المبطنة لجدار أنابيب ملبيجي بدفع هذه الأملاح

الذائبة في الماء نحو الجزء القاعدي للأنبوبة. وفي أثناء ذلك تنحل يورات الصوديوم أو البوتاسيوم في وجود ثاني أكسيد الكربون إلى أملاح صوديوم أو بوتاسيوم قاعدية. (بيكربونات) وينفرد حمض البوليك في صورة بلورات. (شكل رقم ٤٨ ـ هـ).

تمتص أنابيب ملبيجي الماء مذابًا فيه الأملاح القاعدية وتفرزها مرة أخرى في الدم. ويتم إزاحة بلورات حمض البوليك مع قليل من الماء إلى القناة الهضمية الخلفية للتخلص منه.

يسترجع الماء المختلط بالمواد البولية بوساطة حلمات المستقيم ليعود إلى الدم مباشرة أو إلى أطراف أنابيب ملبيجي الملتصقة بجدار المستقيم حيث يذيب ما بداخلها من أملاح قاعدية تمتصها خلايا الأنابيب لتعيدها إلى الدم مرة أخرى.

حيث تمتص خلايا النصف الطرفي (الطلائية) من انابيب ملبيجي يورات الصوديوم او البوتاسيوم القلوية وتفرزها ثانية داخل الانبوبة وعندما يصل هذا السائل الى الجزء الخلفي من الانبوبة تدفعه الخلايا الهدبية الموجودة على الجدار من الداخل الى الخلف وفي هذه الاثناء يتم استخلاص الصوديوم والبوتاسيوم على هيئة بيكربونات وكذلك تستخلص منه الماء فيتبقى بعد ذلك املاح حامض البوليك التي تخرج مع البراز.

Na or K +H2O +Uric acid -------› urate

يتكون مركب يورات الصوديوم او البوتاسيوم حيث لا تستطيع انابيب مالبيجي ان تمتص Uric acid الا بعد تكوين هذا المركب لكي ينفذ الى الانابيب

2- افراز بعض الانزيمات الهاضمة او افراز المادة الحريرية كما في بعض حشرات غمديه الاجنحة وحشرة اسد المن.

اعضاء غير نموذجية: Less common excretory

هي اي جزء بجسم الحشرة لا يمت لانابيب مالبيجي بصلة , في بعض الحشرات لا تستطيع فيها انابيب مالبيجي استخلاص بعض المخلفات الايضية او في بعض الحشرات لا تمتلك انابيب مالبيجي مثل الكولمبولا لصغر حجمها فتحتاج الى هذا النوع من الاعضاء

1- الانسجة الدهنية Fat body:

هي عبارة عن كتلة من الخلايا ذات اشكال مختلفة قد تكون خلاياها مستديرة اومتعددة الاوجه توجد تحت جدار الجسم تعرف بالطبقة الجدارية او حول القناة الهضمية وتعرف بالطبقة الحشوية تحوي في فجوتها من الداخل الدهن والكلايكوجين الزائدة عن حاجة الحشرة اي ان وظيفتها الاساسية كمخزن للغذاء وفي بعض الحشرات التي لا يوجد فيها انابيب ملبيجي مثل حشرة الكولومبولا آو في الحشرات حرشفية الأجنحة أثناء طور اليرقة والعذراء وتوجد نوعين من الخلايا في الاجسام الدهنية وهي .

أ- خلايا المغذية Trophocytes – وتكون اغلبية الخلايا تقوم بتركيب وتخزين الغذاء الاحتياطي من الدهن والبروتين والنشا الحيواني لوقت الحاجة عند الجوع والتحول او الانسلاخ.

ب- خلايا اليورات Urate Cells: تنتشر بين الخلايا المغذية تعمل على استخلاص بلورات حامض اليوريك من الدم وترسيبه داخلها الى حين التخلص منها.

2- جدار الجسم The body wall:

تبدأ عملية التخلص من المخلفات الايضية اليوريا او حامض اليوريك يكون خزنها بأعضاء خاصة بشكل دائمي او مؤقت , في الخزن المؤقت في الاطوار الغير كاملة للطفيليات الداخلية لانه لا تستطيع طرح المخلفات التي تكون سامة فتقتل العائل تخزن في خلايا متخصصة تسمى Urate cells خلايا بولية ولها القدرة على خزن المخلفات الايضية

اما في الخزن الدائمي مثل حشرة الكولومبولا التي لا تمتلك انابيب مالبيجي , وفي الحشرات التي تكون انابيب مالبيجي غير قادرة على استخلاص بعض المواد الاخراجية مثل املاح اليورات تتحول الى صبغات في جليد ففي الفراشة اللهانة تقوم بخزن صبغة Pieridine سامة في السائل الدموي مع حامض البوليك أو المواد وتنتج اللون كما في بعض ابي الدقيقات كابي دقيق الكرنب في اللون الاصفر والنحاسي ناتج من مواد اخراجية تترسب هذه الأصباغ في حراشف الأجنحة .

3- الخلايا الكلوية Nephrocytes:

وهي عبارة عن خلايا كلوية بها نويتان وتوجد في مناطق معينة من الجسم في حالة منفردة او متجمعة وفي الغالب على جانبي القلب او متصلة بالغدد اللعابية ولهذه الخلايا خاصية امتصاص المواد الاخراجية من الدم وتخزن بداخلها.

أ- -الكلويات الظهرية او حول القلبيةDorsal or pericardial nephrocyte

وهي عبارة عن سلسلتين من الخلايا متراصتين في خط طولي على جانبي القلب في التجويف الدموي حول القلبي وتوجد في الاطوار غير البالغة والكاملة لمعظم الحشرات.

ب- الكلويات البطنية Ventral nephrocytes :

سلسلة من الخلايا المعلقة بالتجويف الحشوي تحت المعي الامامي ويتصل طرفاها بالغدد اللعابية وتظهر بوضوح في يرقات ثنائية الاجنحة.

4- الاستخلاص عن طريق القناة الهضمية

من ضمنها القناة الهضمية الوسطى مثل الكولمبولا , المخلفات الايضية التي تكون في المعدة الوسطى تخزن في تلك الخلايا الطلائية , في الصرصر يحتوي على انابيب مالبيجي ولكن بعض المواد لا يستطيع استخلاصها ففي القناة الهضمية الخلفية تبدأ باستخلاصها وفي ذباب اللحم sarcophagidae في الطور اليرقي تكون المخلفات النتروجينية على هيئة امونيا بالرغم من احتوائها على انابيب مالبيجي لكن لا تعمل لذلك تبدأ بعملية الامتصاص بقناة الهضمية الخلفية وتتخلص منها في عملية الانسلاخ , في الحشرات داخلية التطفل لاتقوم بعملية الابراز حتى لا يتسمم المضيف حيث تخزن الفضلات في نهاية المعي الأوسط لذلك تتراكم المواد البرازية داخل فراغ المعدة حيث ينغلق الصمام البوابي الى ان تخرج الحشرة من المضيف وتدعى هذه الظاهرة meconium .

5- الغدة الشفويةLabial gland

فى الحشرات البدائية من القافزات بالذنب Collembola وبعض ذوات الذنب الشعريThysanura توجد غدد في الرأس عند قاعدة الشفية لها وظيفة إخراجية ولهذا تسمى بالكليات الشفية Labial Kidneysوتتركب الغدة من كيس صغير وأنبوبة طويلة ملتوية تشبه تركيبها أنابيب مالبيجى تفتح بفتحة تنتهي في نهاية قناة مشتركة في قاعدة الشفة السفلى وظيفتها استخلاص الصبغات التي تنتج من المواد الغذائية من السائل الدموي وطرحها عبر الفم هذه الصبغات تكون سامة للجسم .

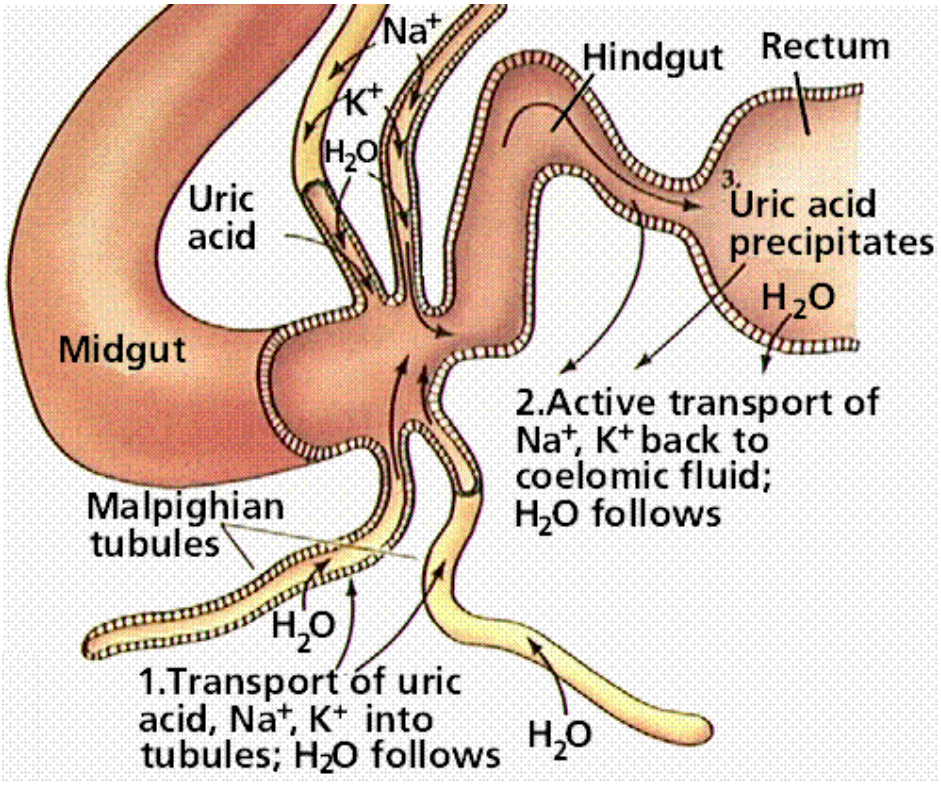
في بعض الحشرات مثل الفراشات عائلة Saturnidae تكون وظيفة هذه الغدة عند تحول الحشرة من اليرقة الى العذراء

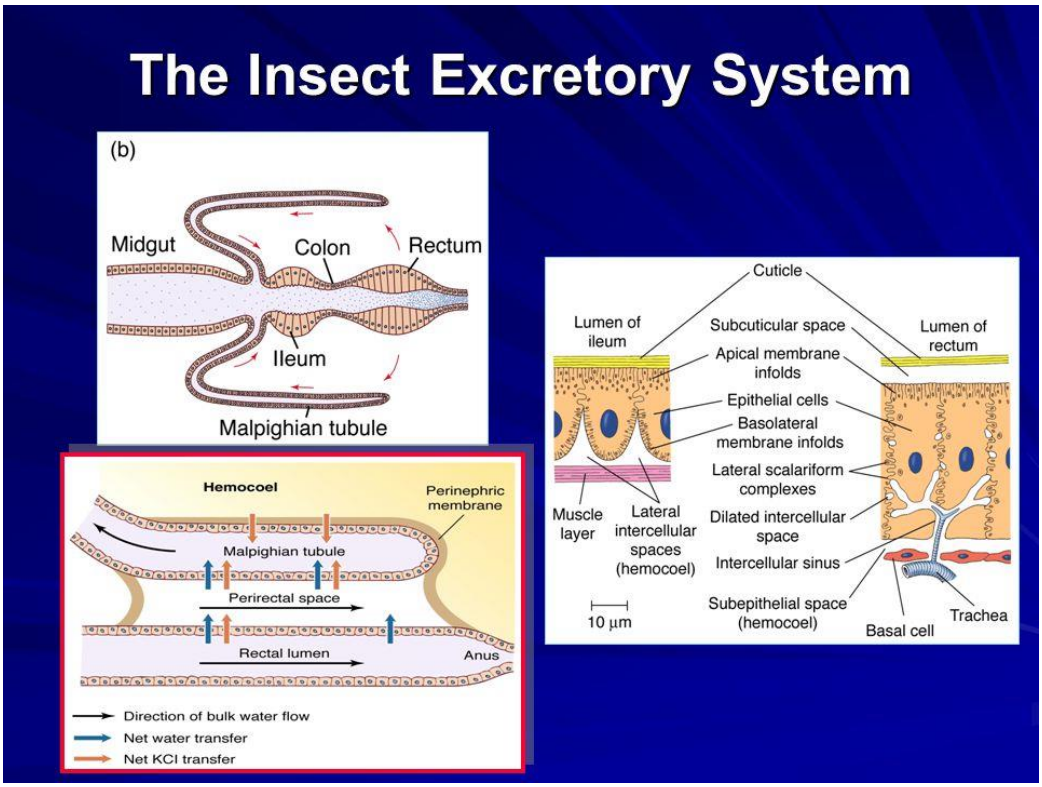
أ- تبدأ بافراز K-bicarbonate لاستخلاص الماء الزائد داخل العذراء وطرحه للخارج (لتخفيف وزنها)

ب- لازالة الكميات الزائدة من البوتاسيوم المتراكم نتيجة غذائها على الغذاء الخضري

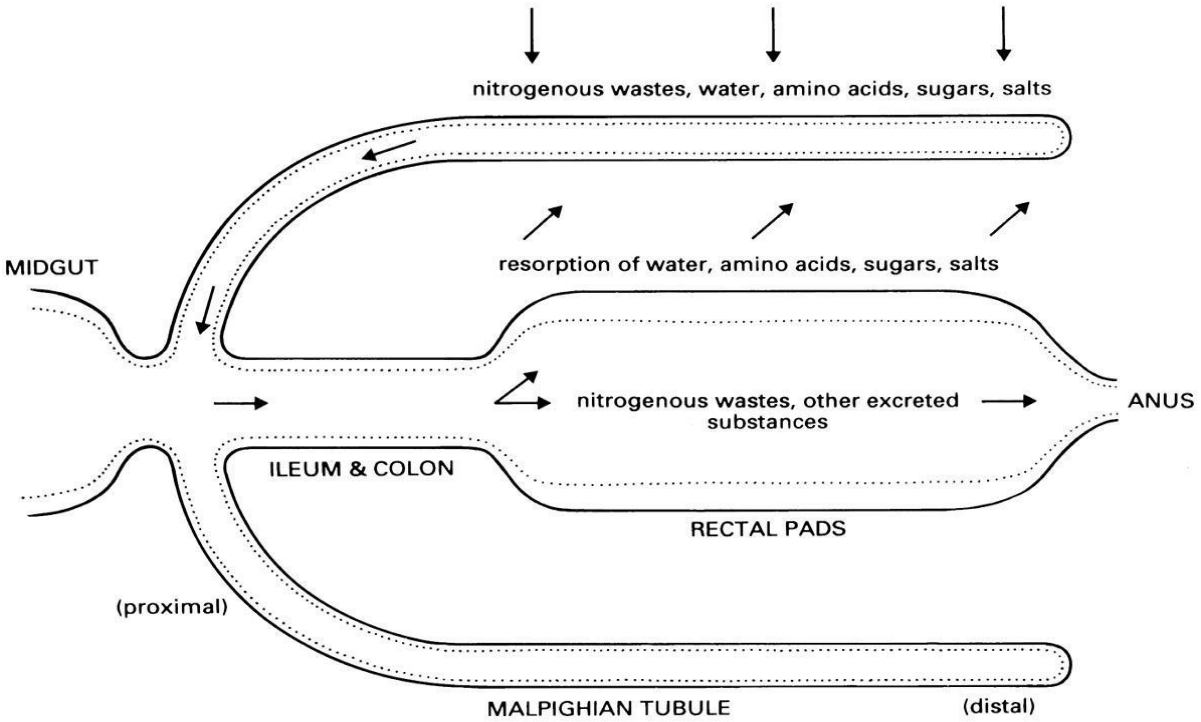
ج- افراز انزيم يعمل على تحليل الشرنقة لخروج العذراء

6-غرفة التصفية Filter chamber

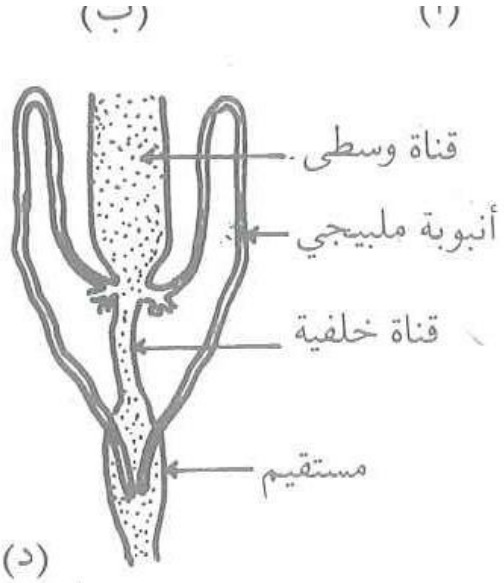




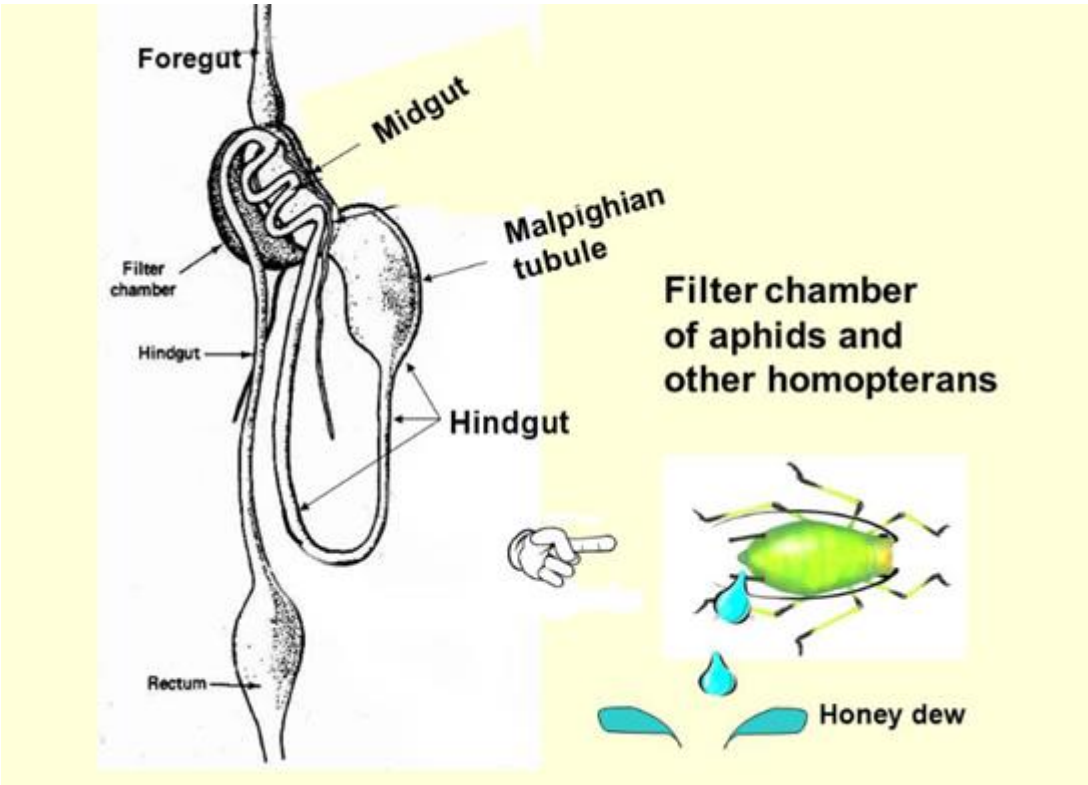
osmotic gradients that lead to some resorption of other ions, water, amino acids, and acetate.



Figures; generalized excretory system showing the path of elimination of wastes.



Cryptonephridial Arrangements



غرفة التصفية Filter chamber

الجهاز التناسلي في الحشرات: The Reproductive System

الجنس في الحشرات منفصل فتوجد الأنثى والذكر .. كما توجد حالات تخنث معروفة كما في حالة البق الدقيقي الأسترالي يتركب الجهاز التناسلي في الذكر والانثى أساساً من زوج من الغدد التناسلية تتصلان بقناة وسطية مؤدية الى الفتحة التناسلية وغالباً ما توجد غدد مساعدة تناسلية تكون مسؤولة في حالة الذكر عن تكوين المستودع المنوي والحفاظ على حيوية الحيوانات المنوية أما في الانثى فتوفر المادة الصمغية التي تلصق البيض على أسطح البيئة الخارجية أو توفر المادة المكونة لكيس البيض كما يوجد في الانثى قابلة منوية وظيفتها تخزين الحيوانات المنوية بعد الجماع.

-الجهاز التناسلي في الذكر Male Reproductive System :

يتركب من:

1 .زوج من الخصى Testes يتكون كل خصية من عدد من الفصوص Follicles متجمعة مع بعضها ويختلف عدد هذه الانابيب باختلاف الحشرات, ويختلف شكلها ايضا من كروي الى بيضاوي او مستطيل. وهما اما منفصلتان او متلاصقان. وفي كل فص يمكن تمييز منطقة الخلايا الجرثومية Germarium ومنطقة النمو Zone of Growth منطقة الانقسام الاختزالي Zone of Reproduction Division ومنطقة التحول Zone of Transformation .

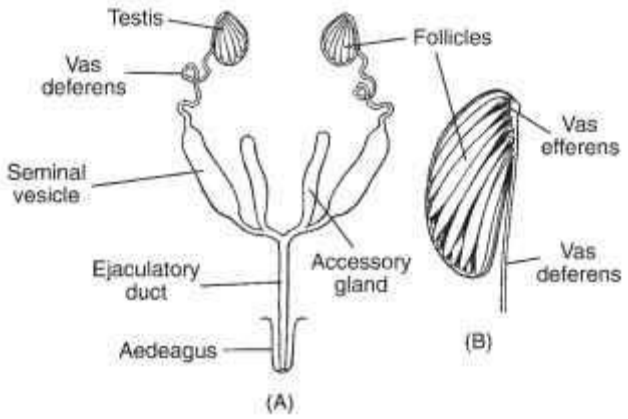
2 -زوج من الأوعية الناقلة Vas Deferens والوعاء عبارة عن قناة رفيعة تتصل بالخصية والتي تصب فيها افرازها وفي الغالب يتسع الوعاء عند مؤخرته مكونا الحوصلة المنوية vesicular seminalis والتي يخزن فيها الحيوانات المنوية واحيانا يتقابل الوعاءان الناقلان وعند نقطة اتصالاهما تتكون حوصلة منوية واحدة.

3 .القناة القاذفة Ejaculatory Duct وهي تتكون عند التقاء الناقلين وهي عضلية التركيب مبطنة من الداخل بالكيوتكل وتصب هذه القناة في الة السفاد التي تنتهي بالقضيب الذي هو عبارة عن امتداد في جدار الجسم يحيط بنهاية القناة القاذفة.

أما ملحقات الجهاز التناسلى فتشمل ما يلى:

أ- الغدد الثانوية الإضافية Accessory glands وتتصل بالقناة القاذفة وهى تنقسم إلى مجموعتين غدد ميزوديرمية ناقلة وغدد اكتدورمية وتتكون كانبعاجات خارجة من القناة القاذفة.

ب -عضو التلقيح أو آلة السفاد Aedeagus



-الجهاز التناسلى فى أنثى الحشراتFemale reproductive system :

يتكون الجهاز التناسلى فى إناث الحشرات المختلفة من الأجزاء الاتية-:

1- زوج من المبايضovaries يتكون كل مبيض من أنابيب المبيض أو فريعات المبيض ovarioles or ovarian tubes .

2-زوج من قنوات المبيضoviducts وتخرج قناه من كل مبيض وتتحدان مكونة قناة البيض المشتركة common oviducts والمهبل vagina

3 . ملحقات الجهاز التناسلى فى الأنثى وتشمل ما يلى-:

أ- الكيس المنوية spermatheca وهو كيس صغير يصله بالمهبل قناة دقيقة ويعتبر مستودعا ومخزنا للحيوانات المنوية ويوجد بطرف الكيس المنوي غدة تفرز سائلا يغذي ويحفظ الحيوانات المنوية.

ب- غدد إضافية أخرىaccessory or collaterial Glands توجد غدتان بالقرب من المهبل تستخدم إفرازاتها فى تغطية البيض بالقشرة مجرد وصولها إلى المهبل وفى بعض الحشرات تفرز تلك الغدتين مواد لاصقة تستخدمها الحشرة فى لصق أكياس البيض فى المكان المختار بالنسبة لها . والمبيض فى العادة عبارة عن جسم مغزلى الشكل على هيئة كتلة واحدة تتركب من عدة فريعات مبيضة(أنابيب مبيضية)ovorioles وهى غالبا 8 فريعات وفى الحشرات البدائية توجد الأنابيب المبيضية موزعة على حلقات الجسم المختلفة.

وبينما يتكون المبيض فى حشرات المن من أنبوبة مبيضية واحدة نجده يتكون من حوالي 2400فريع في ملكة النمل الأبيض وفرع واحد في ذبابة النوم و 4-8 كما في حرشفية الاجنحة ومعظم الحشرات.

فريع المبيض:
هو قناة طويلة فيها البويضات مرتبة فى نظام بالتعاقب حيث تكون أكبرها عند اتصال الفريع المبيض بقناة المبيض . ويتركب الفريع المبيضى من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية يحيط بها غشاء قاعدى.

مناطق فريع المبيض:
يتكون فريع المبيض الواحد من مناطق مختلفة ومتمايزة هى من الأمام إلى الخلف كما يلى:
1- الحبل الطرفىterminal filament وهو عبارة عن امتداد خيطى للغلاف البريتونى المغلف لفريع المبيض وقد تتجمع الأحبال من فريعات المبيض كلها مكونة حبلا واحدا يتصل بجدار الجسم فيثبت المبيض فى وضع ويطلق عليه الرباط المعلقsuspensory ligament .
2- منطقة التكاثر germarium وهى تقع فى قمة الفريع المبيضى وتتكون من خلايا بيضية يطلق عليها ، أمهات البيضOogonia وهى أصل تكوين خلايا البيض والخلايا المغذية .

3- المنطقة المحيةvitellarium وتلي السابقة ويرى بداخلها سلسلة متعاقبة من الخلايا البيضية يوجد بينها مجاميع من خلايا مغذية تمد البيض أثناء تكوينه بالمح اللازم.

وفريع المبيض قد يكون خاليا من الخلايا المغذية وقد توجد هذه الخلايا فى مواضع متعددة وقد تتكون فى الطبقة الإنشائية وتتركز فيها وتمتد منها زوائد بروتوبلازمية توصل الغذاء للخلايا البيضية
وتوجد مثل هذه الحالة فى حشرات نصفية الأجنحة وغمدية الأجنحة . وقد توجد الخلايا المغذية موزعة فى أماكن متعددة مع تركز وتجمع الجزء الأكبر منها فى الطبقة الإنشائية

ملاحظات عن البيض فى الحشرات:
أ- العوامل التي تؤثر على عدد البيض فى الحشرات:
يختلف عدد البيض الذي تضعه الحشرات في نطاق واسع باختلاف أنواع الحشرات ويتأثر ذلك بعوامل عدة منها.
1-عامل الشباب فكلما كبرت الأنثى سنا أو كان الذكر كبيرا كلما قل وضع البيض.
2-نوع الغذاء في الأطوار السابقة للحشرة وطورها الكامل معا مع ملاحظة أن البروتين كمادة غذائية له كيانه الأصيل في تكوين البيض . فحينما تغذى حشرة على مواد سكرية صرفة قد لا تضع بيضاً.

3 -التزاحم العددي في المكان فكلما زاد عدد الإناث فى مكان واحد كلما كان ذلك أدعى إلى قلة وضع البيض.

4- مدة لقاء الأنثى بالذكر ، فالإناث التى تبتعد عن الذكور مدة أطول تضع بيضا أكثر.
5- صلاحية البيئة لوضع البيض لان الأنثى الحكيمة تتخير موضعا طيبا لنمو ذريتها.
6- العوامل المناخية من حرارة ورطوبة وغيرها وكذلك إفرازات الغدد الصماء فى الحشرات

اماكن وضع البيض:
تتخير إناث الحشرات الأماكن المناسبة لوضع بيضها وهى حين تضعه تأمل فى المحافظة عليه من العوامل الطبيعية والحيوية ولهذا ترى كثيرا من الحشرات يخفى بيضه بوسائله الخاصة ، أو يضع عليه مواد كيماوية حافظة . ومع هذا فهناك إناث الحشرات تضع بيضها في البيئة التى توجد فيها على الأوراق أو الثمار أو الحبوب ، ويضع الذباب بيضه في الأماكن القذرة التي يغشاها .. فمثلاً:

1-الحشرات المتطفلة خارجيا كالقمل تضع بيضها حيث تمارس نشاطها وقد تلصقه بعناية بالشعر كما في
قمل الجاموس أما الحشرات التى تتطفل داخليا فتضعه بآلة وضع بيض واخزة في الحيوان الحاضن
2-وقد يوضع البيض في أنفاق الحراسة تبنيها الحشرة خصيصا تحت سطح الأرض حيث تحتضنه الأنثى إلى أن يفقس كما في إبرة العجوز.

3-وقد يوضع البيض على سيقان وأفرع الأشجار إذا كانت اليرقة من الناخرات في الخشاب . وبواسطة آلة وضع البيض في الأنثى يوضع البيض داخل الثمار كما في الذبابة الفاكهة ، أو يوضع البيض على السطح الخارجى للثمرة كما في أبى دقيق الرمان ويرقات الحشرتين السابقتين تتغذى على اللب الداخلى للثمرة.

4 -وبعض الإناث تسقط بيضها على الحشائش أثناء الطيران كما في أبي دقيقات والفراشات التى تتغذى يرقاتها على هذه الحشائش.

هذا وقد يوضع البيض فرديا أو يكون للبيضة حاملpedicel أسد المن أو في مجاميع كتل مثل دودة ورق القطن (، وتختلف مجاميع البيض كثيرا من حيث عدد البيض فيها فقد تكون بضع عشرات أو بضع مئات ، ويخرج البيض مغطى بإفرازات الغدد الإضافية الذى يكون لزجا فيساعد على التصاق البيض وتثبيته في أماكن وضعه ، ومثال ذلك بيض القمل الذى يثبت في الشعر أو خيوط الملابس بمادة أسمنتية cementوكيس البيض Ootheca في الصرصور هو نتيجة لهذه الإفرازات التى تتركب من مواد تجمد بمجرد تعرضها للهواء ، وقد تكون هذه الإفرازات بعد تجمدها في صورة أسفنجية كالحال في كتلة بيض فرس النبي.

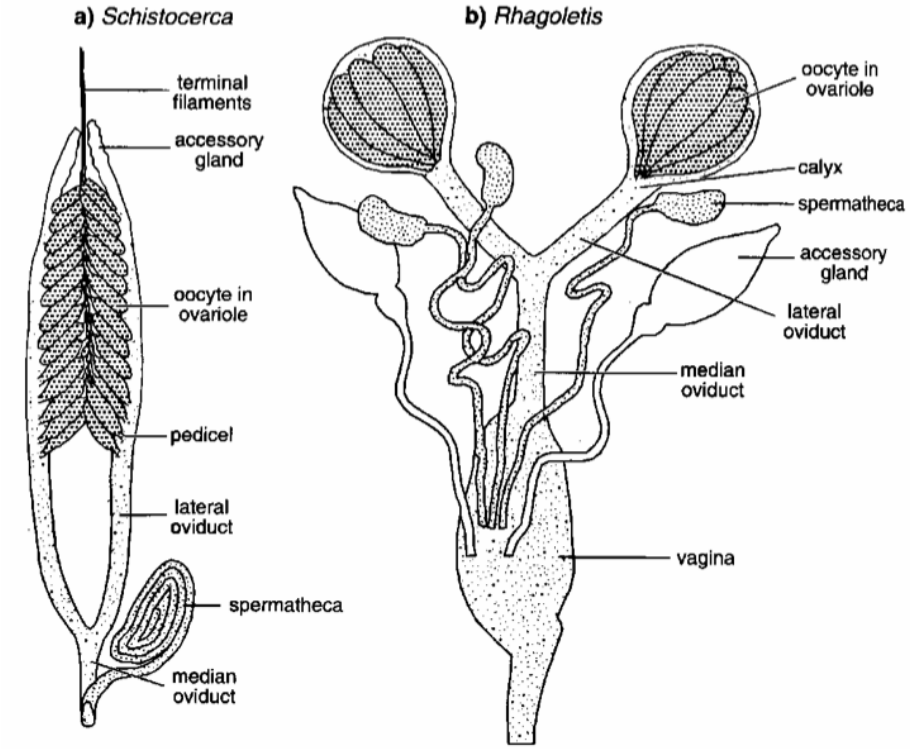
طرق التكاثر بالحشرات

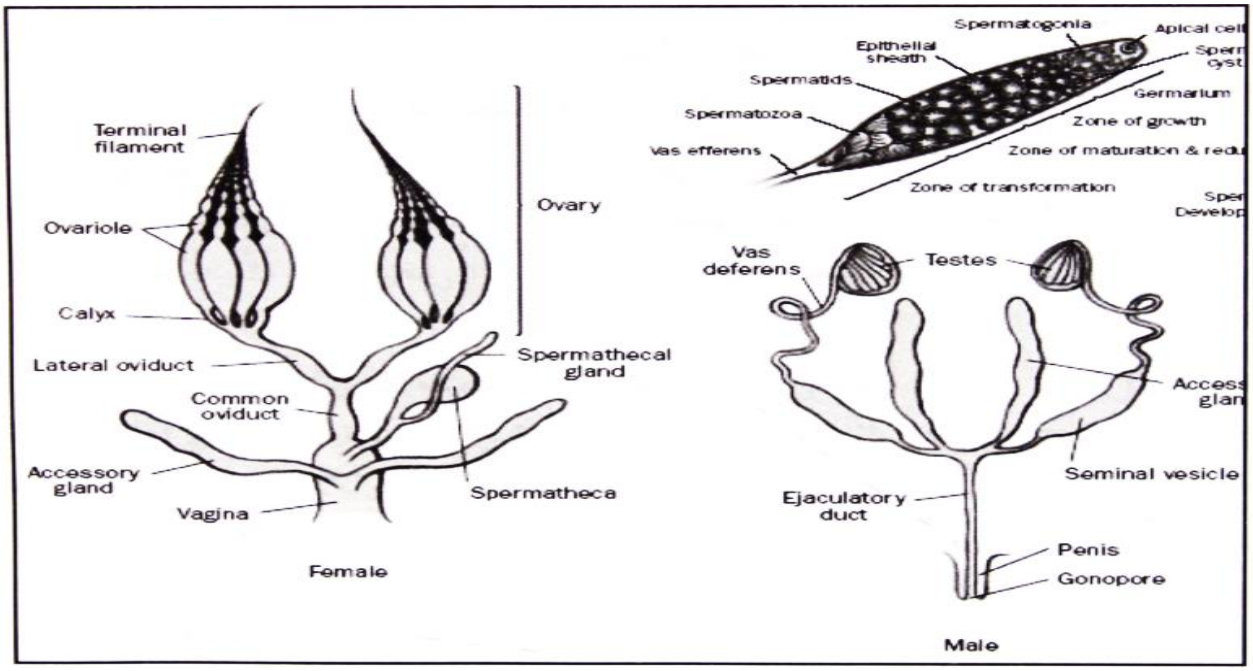
1- التكاثر بوضع البيض **oviparity** : وهي الطريقة الشائعة في اغلب الحشرات اذ تضع الانثى البيض الذي يتخصب عند مروره بالمهبل , وبعد وضع البيض خارج جسمها يظل فترة زمنية تختلف باختلاف النوع والظروف البيئية الى ان يفقس ويحصل الجنين على المواد المغذية من البيضة نفسها .
2- التكاثر العذري **Parthenogenesis** : تضع الانثى بيض غير مخصب كما في نحل العسل حيث تضع الملكة البيوض غير المخصبة ينتج عنه ذكور نحل , ويحصل في دودة

الحرير بصورة مؤقتة بين فترة واخرى وينتج عنه ذكور واناث , ويحصل في المن بصورة دورية حيث يتبادل التكاثر.

3- التكاثر بالولادة **viviparous** : يفقس البيض في هذا النوع داخل جسم الانثى فتضع صغارا بشكل حوريات او يرقات , وقد يكون البيض مخصبا او غير مخصب ويحصل هذا النوع في حشرة المن وبعض انواع ثنائية الاجنحة مثل ذبابة اللحم Sarcophaga حيث تحتفظ الانثى حتى يفقس ويحصل الجنين على الغذاء من مكونات البيضة نفسها او من خلال غدد الحليب كما في ذبابة النوم الافريقي وتتحورقناة البيض المشتركة الى ما يشبه الرحم حتى تخرج اليرقات بحيث (تولد) اليرقات .

4- التكاثر بتعدد الاجنة : ينشأ هذا النوع من التكاثر عدد كبير من الافراد وذلك بانتاج عدة اجنة تنمو الى عدة حشرات من بيضة واحدة فقط , ويوجد هذا النوع في الحشرات الطفيلية من غشائية الاجنحة .





الجهاز التناسلي الذكري الجهاز التناسلي في الانثى

الجهاز العصبي The Nervous System

يعمل الجهاز العصبي في الحشرات – كما في الحيوانات الأخرى – كوسيلة إتصال محكمة بين أعضاء الحس التي تتأثر بالمنبهات الخارجية المستمدة من البيئة وبين الأعضاء الداخلية مؤدية إلى استجابة الحشرة لهذه المنبهات بطريقة متوازنة.

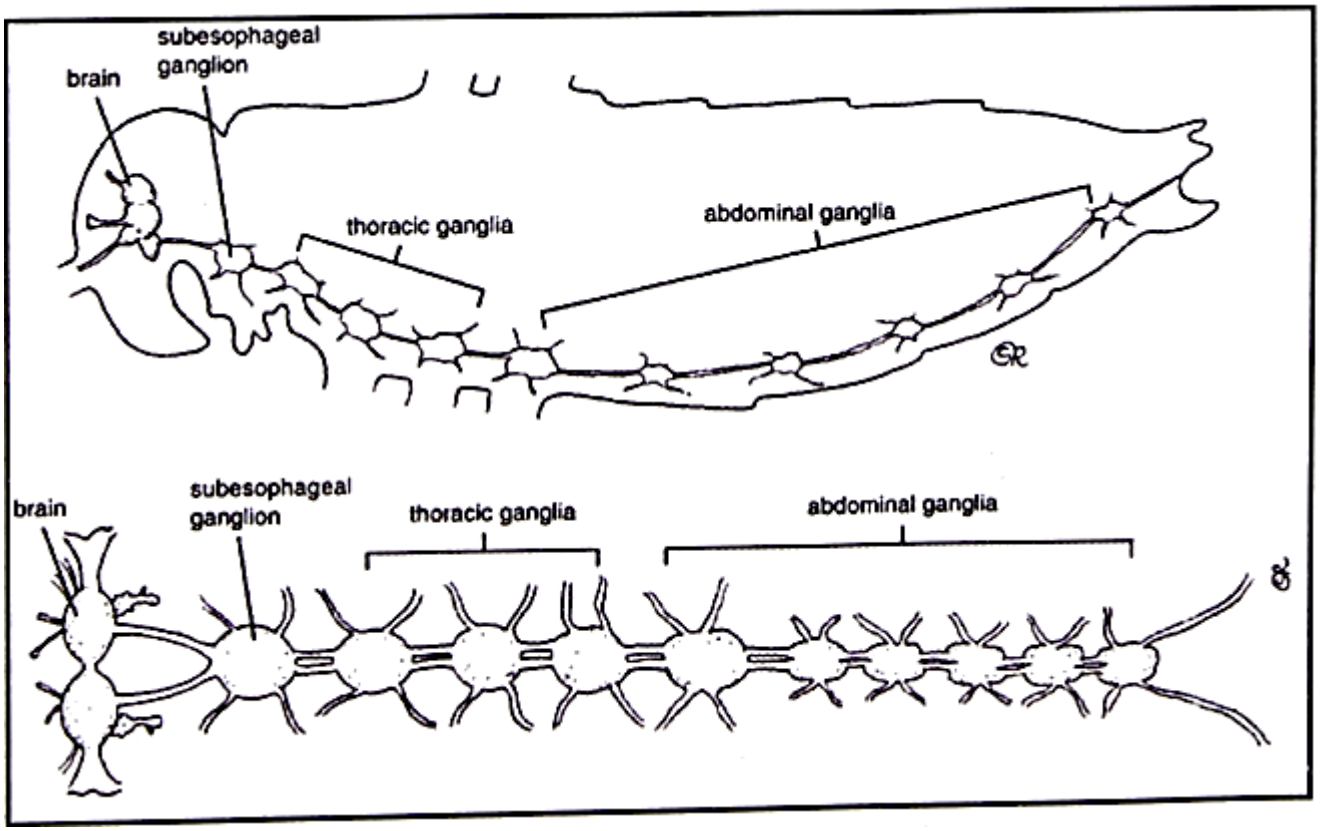
وينقسم الجهاز العصبي الى اربعة اجهزة فرعية:

1- اعضاء الحس Sense organs وتشمل المستقبلات الضوئية والميكانيكية والكيماوية والحرارية.

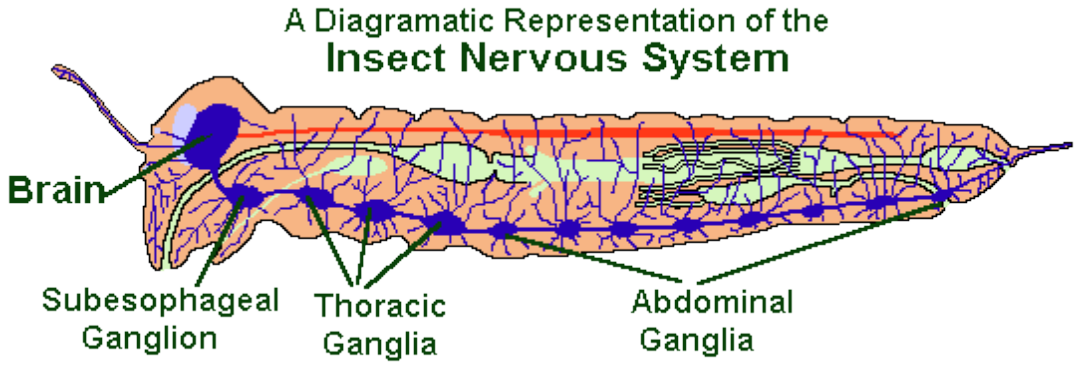
2- الجهاز العصبي المحيطي Peripheral nervous system ويشمل الخلايا العصبية الحسية والحركية التي تتصل بجدار الجسم والعضلات.

3- الجهاز العصبي المركزي Central Nervous system ويشمل المخ وسلسلة العقد العصبية العقلية السفلية التي تنظم نشاط الجسم بوجه عام.

4- الجهاز العصبي السمبثاوي (الحشوي) Sympathetic nervous system ويشمل كثير من العقد العصبية الصغيرة التي تتحكم في حركة المعي الامامي والمتوسط والعديد من الغدد الصماء.



تركيب الجهاز العصبي



اولا: الجهاز العصبي المركزي The central nervous system

يكون هذا الجهاز القسم الرئيسي من الجهاز العصبي ، ويتكون من العقد العصبية Ganglia التي تتصل ببعضها بواسطة أحبال طولية تعرف بالروابط Connectives وأحبال مستعرضة تعرف بالموصلات Commissures وفي كثير من الحالات تلتحم العقد العصبية لعقل الجسم المتجاورة وتتجمع مكونة مراكز عصبية ganglionic centers حيث يوجد في الرأس زوج من هذه المراكز بصفة دائمة هي المخ والعقد تحت المريئية. وتتفاوت درجة هذا التجمع في العقد الصدرية والبطنية باختلاف الحشرات.

وينقسم الجهاز العصبي المركزي على أساس درجة تجمع العقد العصبية إلى ثلاثة أجزاء هي:

1. المخ Brain
2. عقد تحت المريء Suboesphageal ganglion
3. الحبل العصبي البطني Ventral nerve cord

1- المخ The brain:

يعتبر المركز العقدي الظهري للرأس ويتركب من اندماج الثلاثة أزواج الأولى من القطع العصبية للجنين

يوجد المخ في فراغ محفظة الراس فوق المريء مباشرة وهو عبارة عن ثلاث كتل عقدية:

1. المخ الاول Protocerebrum وتتركب هذه المنطقة من جزئين، الخارجي ويسمى العقدة العينية optic ganglion والداخلي ويسمى الفص البصريoptic lobe ويمثل المنطقة الاكبر والاكثر تعقيدا وهي تستقبل الاعصاب من العيون المركبة والعيون البسيطة.
2. المخ الثاني Deutocerebrum ويحتوي على محاور حركية وحسية لقرون الاستشعار.
3. المخ الثالث Tritocerebrum ويخرج منه زوج من الأعصاب تصل المخ بالعقدة تحت المريئية يعرف كل منها بالموصل حول المرئ .Circum oesphageal C ويخرج منه كذلك أعصاب أخرى تصله بالجهاز الحشوي وكذلك الشفة العليا ويحوي محاور عصبية حسية وحركية خاصة بالشفا العليا.

2- عقدة تحت المريء Suboesphageal ganglion:

وتوجد في فراغ محفظة الرأس ايضا وهي تتحكم في اجزاء الفم وهي عبارة عن ثلاث عقد متحدة مع بعضها والتي تزود الفكين العلويين والفكين السفليين والشفة السفلى والغدد اللعابية وعضلات العنق بالأعصاب الحركية والحسية.

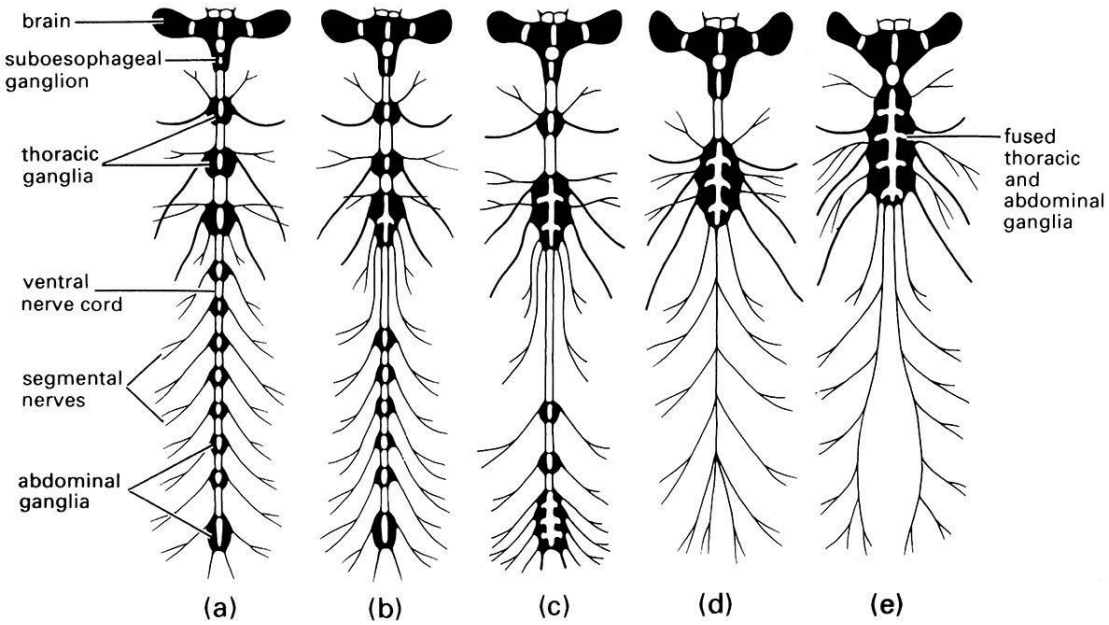
3- الحبل العصبي البطني Ventral nerve cord:

ويشتمل على سلسلة من العقد العصبية تقع في قاع الصدر والبطن تتصل ببعضها مكونة سلسلة طولية عن طريق زوج من الروابط ينشأ من الحافة الخلفية للعقدة تحت المريئية. وتقع بكل عقلة من عقل الصدر إحدى العقد الثلاث الأولى وتعرف بالعقد العصبية الصدرية Thoracic ganglia بينما يقع الباقي في البطن وتعرف بالعقد البطنية abdominal وتنظم العقد الصدرية أعضاء الحركة حيث يخرج من كل عقدة زوجان من الأعصاب الرئيسية يغذي أحدهما عضلات العقلة عامة بينما يغذي الآخر عضلات الأرجل، وفي كل من العقلتين الصدريتين الوسطى والخلفية يوجد زوج إضافي من الأعصاب مسئول عن تنظيم حركة الأجنحة وقد تلتحم عقد الصدر الثلاثة مع العقد البطنية مكونة مركز عقدياً صدرياً كما في بعض الحشرات ذات الجناحين، أما العقد البطنية فتختلف في عددها باختلاف الحشرات وهي لا تزيد عن 8 عقد كما في الحشرات ذات الذنب الشعري، ولكن في معظم الحشرات يقل العدد عن ذلك كما في الصرصور الأمريكي حيث يكون عددها ست عقد ، وغالباً ماتندمج عقدة العقلة البطنية الأولى مع عقدة الصدر الخلفي ، ويخرج من كل عقدة بطنية زوج من الأعصاب الرئيسية تغذي عضلات العقلة التي توجد بها.

واكبر العقد البطنية هي العقدة الاخيرة وهي عقدة مركبة وتعتبر مركزاً عقدياً يتكون من اندماج ثلاثة عقد على الأقل وتخدم العقلة الثامنة والعقل التي تليها بما فيها الاعضاء التناسلية الخارجية والقرون الشرجية والثغور التنفسية. وهناك بعض التحويرات في العقد البطنية والصدرية كما يلي:

- قد تلتحم العقد العصبية الصدرية مع الثلاث عقد البطنية الاولى كما في النطاط.

- وقد تلتحم العقد الصدرية مع جميع العقد البطنية في عقدة واحدة تغذي جميع العقل الصدرية والبطني. كما في الذبابة المنزلية ويعتقد ان هذا الترتيب يوفر اتصالا اكثر سرعة.



ثانيا: الجهاز العصبي الحشوي The visceral nervous system

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

1- الجهاز العصبي السمبثاوي المريئي:.oesophageal sympathetic N.S

يتصل هذا الجهاز مباشرة بالمخ ويمد المعي الأمامي والوسطي والقلب وبعض الأعضاء الأخرى بالأعصاب ولذلك يطلق عليه أيضاً الجهاز السمبثاوي الفمي المعدي. وهذا الجهاز ظهري في موضعه إذ يقع فوق المعي الأمامي وعلى جانبيه، ويظهر التركيب النموذجي لهذا الجهاز حيث يتركب من العقدة الجبهية Frontal ganglion وهي عقدة مثلثة صغيرة فوق المرئ أمام المخ ويخرج منها إلى الأمام عصب جبهي Frontal nerve ويخرج من كل جانب عصب يعرف بالجذر الجانبي Lateral root يصل العقدة الجبهية بالمخ الثالث كما يخرج من هذه العقدة أيضاً إلى الخلف عصب راجع recurrent nerve

2- الجهاز العصبي السمبثاوي البطني:.Ventral sympathetic N.S

وظيفته يتحكم في عملية غلق وفتح الثغور التنفسية . موقعه في كل حلقة جسمية لها ثغرة تنفسية ينبثق من عقدة تلك الحلقة ويتصل بعضلات الثغور التنفسية

3 -الجهاز العصبي السمبثاوي الخلفي:.caudal sympathetic N.S

وهو عبارة عن مجموعة من الأعصاب التي تخرج من العقدة المركبة الخلفية للحبل العصبي البطني والتي تمتد لتغذي كل من الجهاز التناسلي والجزء الخلفي من القناة الهضمية.

ثالثا: الجهاز العصبي المحيطي The 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 وتمتد اطراف هذه الاعصاب لتنبيه الشعرات الحساسة الموجودة على سطح الجسم.

رابعا: اعضاء الحس Sense organs

وهي تشمل العيون المركبة والعيون البسيطة ومستقبلات المؤثرات الميكانيكية كالشعرات...الخ. والمستقبلات الصوتية الخاصة ومستقبلات المؤثرات الكيماوية.

تقسم اعضاء الحس و المستلمات الحسية فيه بشكل عام الى:

اولا: اعضاء الحس الميكانيكية: و هي اعضاء متخصصة باللمس الذي يتضمن الاحتكاك مع الاجسام الصلبة او تيارات الماء و الهواء و ربما تستجيب الى الضغوط الميكانيكية الواقعة على الكيوتكل كما يعمل بعضها كأعضاء لاستلام الصوت.

ثانيا: المستلمات الكيميائية: تشمل حواس الذوق و الشم. وهي شعيرات رقيقة من الكيوتكل سميكة و صغيرة و تتأثر بالمواد الكيمياوية الذائبة في السوائل و المنتشرة في الهواء.

توجد المستلمات اللمسية بشكل اساسي على حلقات اللوامس.

لحاسة الشم دور في اختيار الحشرة لغذائها و الاستدلال على مكانه و كذلك العثور على اماكن مناسبة لوضع البيض و كذلك لها دور في العثور على الجنس الاخر.

ثالثا: المستلمات الضوئية: و هي خلايا عصبية حساسة للإشعاعات الضوئية و تشمل اعضاء الحس الضوئية و هي:

1- العيون البسيطة: و هي اما ان تكون امامية (ظهرية) في الحوريات و الكاملات وظيفتها ربما التنبيه. اما الجانبية فهي موجودة في اليرقات و تدرك حركة الاشياء و توجيه الحشرة نحو الضوء و تمييز النور عن الظلام.

2- العيون المركبة: و هي توجد في الكاملات و تتألف من وحدات بصرية تسمى العوينات ommatidy تختلف بالعدد فمثلا في النمل 6 – 9 في حين في الرعاشات يوجد 28000 وحدة بصرية و كل واحدة منها عبارة عن عضو بصري مستقل. و تقوم العين المركبة بوجه عام بتمييز شكل و حركة و موقع الاشياء الخارجية و تدرك ايضا الاختلافات في شدة و لون الضوء الساقط عليها.

رابعا: اعضاء الصوت الحسية: هي التراكيب التي تستلم الصوت و تمكن الحشرة من السماع.

خامسا: اعضاء استشعار تغيرات الحرارة و الرطوبة: توجد هذه الاعضاء في الغالب على اللوامس مثل البعوض جنس الانوفلس تتحسس دم اللبائن بالحرارة و ايضا توجد على اجزاء اخرى من الجسم مثل رسغ ووسادات الارجل الامامية و الخلفية كما في الجراد.
اما الرطوبة فاللوامس هي اهم الاجزاء لتحسس الرطوبة و ميكانيكية عملها غير معروفة لحد الان فمثلا النحل و ذبابة الاسطبل تتحسس وجود الماء بواسطة اللوامس على مسافة بعيدة من خلال اعضاء حسية خاصة على تلك اللوامس.

اعضاء توليد الصوت في الحشرات:

تختلف شدة الصوت و نوعه حسب الحشرات المختلفة. الاصوات دورها غير معروف لحد الان و لكن في الغالب هي تجذب احد الجنسين للأخر او قد تكون وقائية تنذر بوقوع خطر.
و يمكن تصنيف الطرق التي تتولد بواسطتها الاصوات الى:

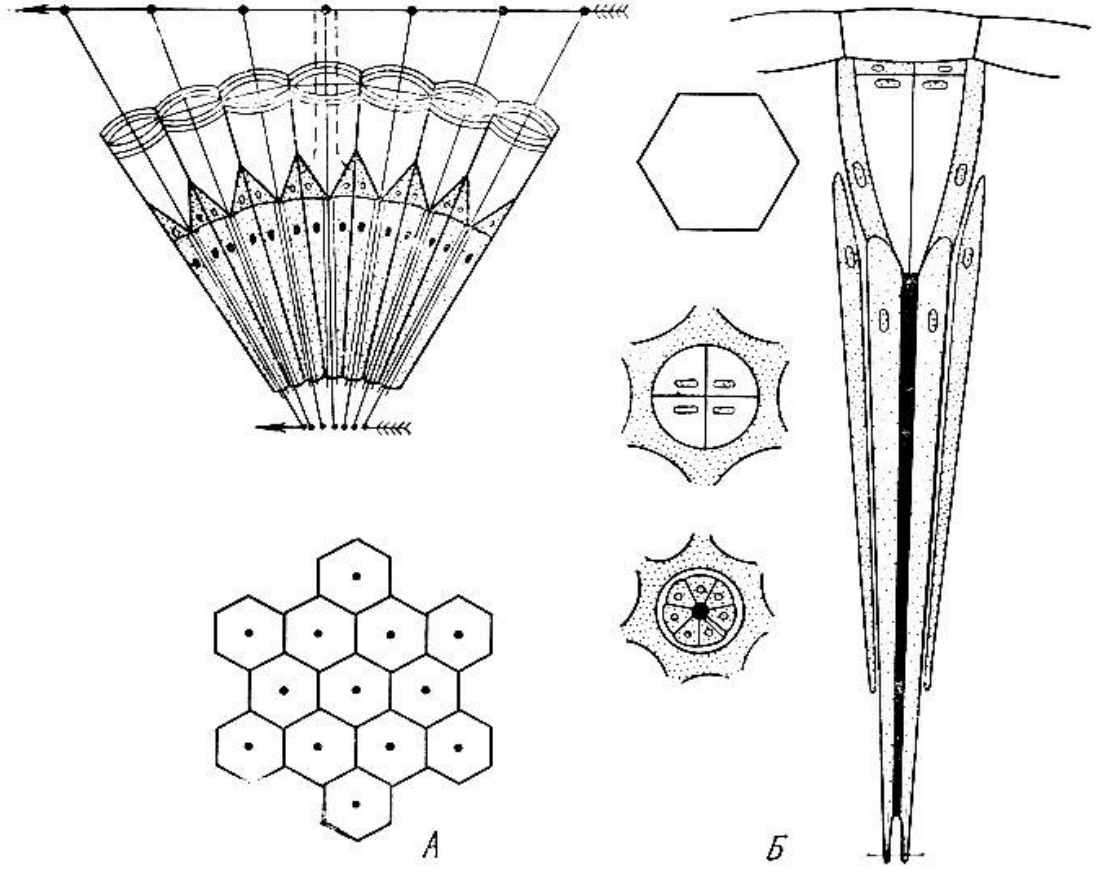
1- ضرب اجزاء الجسم بمادة خارجية مثل الارضة التي تضرب رأسها بجدار العش لتنذر بوقوع خطر.

2- الاصوات الناتجة من احتكاك احد الاجزاء بجزء اخر و هي شائعة في الجراد و الصرصر حيث تصدر اصوات اما باحتكاك الاجنحة او الارجل الخلفية.

3- الاصوات الناتجة عن طريق اهتزاز الاجنحة ويكون الصوت بشكل انين او طنين مثل الذباب.

4- الاصوات الناتجة عن طريق اهتزاز غشاء خاص و هو صوت ينتج بفعل غشاء رقيق او عدد من الاغشية بفعل قوة العضلات.

5- توليد الصوت بواسطة اعضاء غير معروفة مثل الذباب الطائر حيث يرفرف و يحدث صوت و ربما تفسير سبب الصوت هو قد يكون ناتج من صفائح اللسان.



١.

أ - العين المركبة ، ب - مخطط هيكل ommatidy منفصلة