

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَمَا تَوْفِيقِي إِلَّا بِاللَّهِ عَلَيْهِ تَوَكَّلْتُ
وَإِلَيْهِ أُنِيبُ

المحاضرة الثالثة

Heart beat ضربات القلب

تنشأ ضربات القلب في النهاية الخلفية للوعاء الظهرى وتمتد للأمام على شكل موجات متعاقبة

تختلف سرعة النبض باختلاف نوع الحشرة وحتى لنفس النوع الواحد وذلك في الفترات المختلفة

قد تكون سرعة النبض سريعة جداً بحيث يظهر الوعاء الظهرى بأكمله ينبض بصورة مستمرة كما في الصراصير أو قد تكون سرعة النبض بطيئة وبذلك تظهر ثلاثة موجات من الإنقباضات للوعاء الظهرى حيث لوحظت هذه الظاهرة في يرقات *Corthera* التي تكون فيها سرعة الموجة الإنقباضية (1 ملليمتر / ثانية)

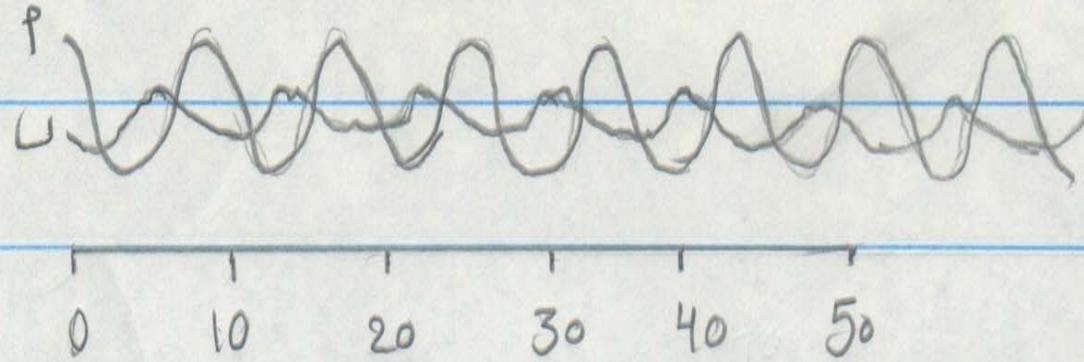
في يرقات *Lucanus* فتكون السرعة (19.5 – 44.5 ملليمتر / ثانية) أي بمتوسط 27.4 ملليمتر/ثانية

يرجع إختلاف سرعة الموجة إلى إختلاف مرونة الوعاء
الظهري

يمكن دراسة وتسجيل موجة الإنقباض بواسطة تكبير حركة العضو
مع عضلات قلب ميكانيكي ذات حساسية كافية وأن هذا الجهاز
الميكانيكي عبارة عن أداة بسيطة لتسجيل ضربات القلب
الميكانيكية المبكرة والذي يستخدم فيها مؤشر متوازن يتحرك
بواسطة شفرة مرتبطة بالقلب وتسمى هذه العملية

Mechanocardiogram

أيضا يمكن عمل منحنى للقلب كهربائيا **Electrocardiogram**
وهو عبارة عن التغيرات الكهربائية التي تصاحب إنقباضات
القلب الواضحة التي تكبر وتسجل بواسطة منحنى التذبذبات



الوقت / ثانية

شكل (٥) (P) طبقتي الميكانيكي (B) الطبقتي الكهربائي

Melanoplus diffenetalis للنظام

العوامل المؤثرة على معدلات نبض القلب في الحشرات

Factors affecting heart rates in insects

1- طور الحشرة والجنس Insect stage and sex

أجزاء الوعاء الظهري قد تنبض في الجنين وذلك قبل أن يتم إكمال نمو الوعاء الظهري

مثال ذلك قلب جنين حشرة الدروسوفيلا والذي يكون عمره 16-18 ساعة وجد أنه ينبض وذلك قبل فقس البيضة بوقت قصير

أما قلب يرقة البعوض الكاملة التكوين وهي في داخل البيضة فلا ينبض أبدا إلا بعد الفقس

وجد إنخفاض مستمر في معدل النبض كلما تقدمت اليرقات أو الحوريات في العمر أما القلب في عذارى الحشرات بمختلف أنواعها فيتميز بعدم فاعليتها وبذلك يكون معدل النبض منخفضا

القلب في الحشرات الكاملة عادة ينبض بمعدلات متقاربة مع معدل النبض في الأطوار الغير كاملة كما في الجراد – الصراصير – دودة الحرير

بينما في حشرات أخرى فإن القلب ينبض أقل من الأطوار الغير كاملة وقد يحدث العكس أي يكون النبض في الحشرات الكاملة أعلى من الأطوار الغير كاملة

يؤثر الجنس على معدل النبض في بعض
الحشرات

قد يكون معدل النبض في قلب الإناث
الكاملة أكثر من معدل النبض في ذكور
نفس النوع وذلك كما في بعوض
الأنوفليس - الصرصور الألماني

قد يحدث العكس كما في الصرصور
الأمريكي

وقد لا توجد أي فروق معنوية بين معدل
النبض في الذكور والإناث كما في بعض
أنواع الجراد

2- حركة جدار الجسم والأحشاء Somatic and visceral movement

تؤثر الحركة المفاجئة لأي حشرة على معدل النبض حيث يكون التأثير:

إما بتوقف القلب فجأة

أو قد ينبض القلب بصورة غير طبيعية

فمثلاً وجد أن قلب الصرصور الألماني يتأثر بالحركة المفاجئة إذ ينبض

بصورة طبيعية لفترة معينة وبعد ذلك ينخفض المعدل بحوالي 50%

بينما لم يتأثر نبض القلب في الجراد الصحراوي بعد إجبارها على

الطيران لمدة 10-120 دقيقة

- حركة القناة الهضمية تسبب عدم إنتظام فى ضربات القلب
- التلقيح بين الذكر والأنثى فى دودة الحرير يزيد من معدل نبض قلب الذكر ولكنه ينخفض بعد أن يتم قذف الحيوانات المنوية ويبقى النبض بعد ذلك غير منتظم لفترة وجيزة

3- الصيام والتغذية Fasting and feeding

يحدث الصيام إنخفاض فى معدل النبض فى قلب كثير من الحشرات وذلك بعد فترة صيام قصيرة تتراوح ما بين 1-3 أيام وقد يحدث الإنخفاض فى فترات أقل من ذلك كما فى يرقات البعوض



- لم يظهر أى إنخفاض فى معدل النبض عندما تجويع
حوريات الصرصور الأمريكى لمدة شهرين

- معدل النبض فى يرقات الأنوفليس المتغذية يكون
أعلى منه فى حالة الصيام

معدل النبض يزداد مباشرة ويبقى مرتفعاً لمدة
ساعتين عند تغذية الصرصور الأمريكى على محلول
الجلوكوز 10%



4 - عملية الإنسلاخ

Ecdysis

يتأثر معدل النبض تأثراً كبيراً قبل وبعد الإنسلاخ بفترة قصيرة فينخفض معدل النبض قبل إنسلاخ يرقات دودة الحرير وبعوذة *Aedes* بفترة قصيرة جداً

وعلى العكس يزداد معدل النبض قبل خروج الحشرة الكاملة لجنس *Mamestra* وأيضاً تزداد عدد ضربات القلب بعد إنسلاخ يرقات الأنوفليس

أيضاً يمكن عمل منحنى القلب كهربائياً **Electrocardiogram** وهو عبارة عن التغيرات الكهربائية التي تصاحب إنقباضات القلب الواضحة التي تكبر وتسجل بواسطة منحنى التذبذبات

5- درجة الحرارة Temperature

تؤثر درجة الحرارة تأثيراً بالغاً على معدلات نبض القلب في الحشرات حيث يزداد معدل النبض بمقدار 11.1-23.8 نبضه / الدقيقة في الصرصور الأمريكى وذلك عند إرتفاع درجة الحرارة بمقدار 5 °م عن درجة الحرارة المثلى

6- الضوء Light

يؤثر الضوء على إيقاع قلب الحشرة السليمة

وجد أن قلب الذبابة المعدنية *Lucilia* ينبض على فترتين:
الأولى يكون النبض سريع حيث يصل النبض إلى 355
ضربة / الدقيقة والثانية يكون فيها النبض بطيئاً حيث يقدر
بحوالي 167 ضربة / دقيقة

أما بعد تعريض الذباب إلى ضوء مرتفع فإن فترة النبض
السريع تتقلص

وأيضاً يؤدي الضوء إلى إيقاف ضربات القلب في حشرة
Nemobius

أما إطفاء الضوء فيؤدي إلى زيادة سرعة معدل نبض قلب
نفس الحشرة

7- الغدد الصماء Endocrine glands

أثبتت التجارب فى الجراد

❖ أن زرع زوج من غدد الصدر الأمامى فى العمر الخامس للحوارية ليس له تأثير على معدل النبض

بينما زرع هذه الغدد فى العشرة الكاملة يسبب زيادة فى معدل نبض قلب الذكور فقط

أما زرع ستة أزواج من المنطقة الظهرية الوسطى للمخ Pars intercerebralis يؤدى إلى زيادة معدل النبض فى كل من الذكور والإناث

أما الأجسام الكروية فقد تكون مهمة فى إسراع ضربات القلب وذلك عن طريق غدد الصدر الأمامى



يتضح من ذلك أن المنطقة الظهرية الوسطى للمخ لا تؤثر على معدل النبض وقد تسبب في زيادة عدد الضربات

يرجع هذا إلى تدخل غدد الأجسام الكروية ويرجع السبب على أن هذه الغدد وليس Corpora cardiaca تؤثر على معدل النبض

يعتقد أن غدد Corpora allatum لها دور أساسياً في معدل ضربات القلب وأن غياب هذه الغدد يؤدي إلى انخفاض في عدد الضربات ، أما وجودها فتسبب زيادة في عدد الضربات

8- الغازات Gases

يؤدي أختناق يرقات الكيولكس إلى يقاف نبض القلب وعند إرجاعها إلى الهواء يبدأ القلب فى النبض ببطء إلى أن يصل إلى حالته الطبيعية

عند غمر الصرصور الألمانى فى الماء فإن عدد ضربات القلب تنخفض من 267 ضربة إلى 40 ضربة / الدقيقة وذلك من خلال فترة سبعة دقائق وذلك نتيجة الأخفاق

تستمر قلوب بعض الحشرات فى النبض لفترات طويلة
وذلك فى حالة تعرضها للغازات السامة مثل السيانيد -
الفورمالدهيد - أول أكسيد الكربون - ثانى أكسيد
الكربون

يوجد أيضا بعض الحشرات تكون حساسة جدا للغازات

أيضا يؤدي التخدير بالإثير على إيقاف القلب والسبب
فى ذلك يرجع إلى حساسية الجهاز العصبى العالية إلى
الإثير ولا تؤثر هذه المادة على العضلات إذ يعتقد أنها
تختزل مادة **Acetyl choline** فى مواقع حيوية

9- حقن السوائل

عند حقن 0.5-1.0 ميكرو لتر ماء في الصرصور الألماني زاد معدل النبض زيادة كبيرة

أما عند الحقن بـ 1.5 ميكرو لتر ماء إلى تجويف جسم الحشرة فإن ذلك يؤدي إلى زيادة في عدد النبضات لفترة وجيزة جداً ويلي ذلك توقف القلب في حالة الإرتخاء

وقد فسّر زيادة عدد نبضات القلب إلى زيادة حجم الدم

تأثير بعض المبيدات على معدل نبض القلب

تختلف إستجابة الحشرات للمبيدات باختلاف أنواعها حيث وجد أن النيكوتين يقلل قدرة القلب على الإرتخاء وبذلك تسود حالة الإنقباض

يختلف تأثير المبيدات على سرعة النبض باختلاف الأنواع فعند معاملة القلب بتركيز منخفضة فإنه يزيد من سرعة النبض وباستعمال تركيزات متوسطة يؤدي إلى تنبيه القلب أولاً ثم الهبوط

يحدث تنبيه لقلب الصرصور الأمريكي ثم يتوقف في
حالة إنقباض عند إستعمال تركيزات مرتفعة من هذا
المبيد

تسبب الجرعات العالية للبيرترم إنخفاضاً مستمراً في
معدل نبض قلب الصرصور الأمريكي ولكن التركيزات
غير المميتة تسبب إسراعاً في النبض

يؤثر هذا المبيد على قلب دودة الشمع ببطء النبض
وذلك بإطالة الإرتخاء ثم يتوقف في النهاية

تسبب الجرعات العالية للبيرترم إنخفاضاً مستمراً
في معدل نبض قلب الصرصور الأمريكي ولكن
التركيزات غير المميته تسبب إسراعاً في النبض

يؤثر هذا المبيد على قلب دودة الشمع ببطء النبض
وذلك بإطالة الإرتخاء ثم يتوقف في النهاية

الروتينون يسبب إنخفاضاً في معدل النبض ويتوقف القلب في حالة إرتخاء في الصرصور الأمريكى

عند حقن زرنخيت الصوديوم بتركيز 0.02 ملليجرام / جرام في تجويف جسم دودة الحرير فإن ذلك يؤدى إلى زيادة مباشرة في معدل النبض يليها إنخفاض سريع وفي خلال خمس دقائق يصبح معدل الإنقباض نصف المعدل الطبيعى

التحكم العصبى والهرمونى فى نشاط القلب

- من العقدتين القلبيتين وهما من مكونات الجهاز العصبى المرئى المعدى

- من عقد الحبل العصبى

هذان المصدران يعطيان أعصاباً حركية
للألياف العضلية الموجودة فى جدار القلب وفى
العضلات الجناحية وتكون اجسام خلايا هذه
الأعصاب بداخل الجهاز العصبى المركزى

المصدر الثالث في الصرصور حيث يشتمل على أعصاب حسية تكون أجسام خلاياها خارج الجهاز العصبي المركزي حيث تكون هذه الأعصاب عبارة عن أفرع من الأعصاب الحسية التي تخرج من أعضاء الحس المنتشرة على سطح الجسم وتصل إلى السطح الظهري للقلب

وتتشارك الثلاثة أنواع معاً مكونه زوجا من الأعصاب يمران على جانبي القلب ويغديان جدار القلب والعضلات الجناحية ويعرفان بالعصبين الجانبيين

من نتائج استعمال بعض العقاقير مع
الصرصور الأمريكي وجد أن هناك مركزاً
عصبياً يتحكم في معدل ضربات القلب وأن
هذا المركز يتنبه عادة بمادة **Acetyl**
choline ولذا يطلق عليه
Cholinergic centers

أما الأعصاب التي تخرج من هذا المركز وتصل إلى القلب فطبيعتها مختلفة حيث يحدث التنبية لها بالهرمون Adrenaline ويطلق عليها إصطلاح Advenergic nerve.

وهذا التقييم للمراكز العصبية والأعصاب هو المتبع في جميع الحيوانات الفقارية

ومن هذا يتبين أن معدلات ضربات القلب وشدتها يقعان تحت سيطرة الجهاز العصبى

القلوب المساعدة

هذه القلوب تتصل بالفراغ الدمى وظيفتها مع القلب إنها يعملان على إستمرار مرور الدم فى الأجنحة والأرجل وقرون الإستشعار يطلق على هذه الأعضاء "القلوب المساعدة"

قد توجد فى: الرأس عند قاعدة قرون الإستشعار أو فى عقل الصدر عند قاعدة الأجنحة والأرجل

وهو عبارة عن فراغات أو جيوب ذات جدر عضلية حيث يزود كل جيب بزوج من الصمامات وهى تنقبض وتتبسط مستقلة عن حركة إنقباض وإنبساط القلب

في الرعاش:

يوجد قلب مساعد تحت ترجة العقلة الصدرية
الوسطى

في حشرة *Sphinx convolvuli*

يوجد قلب مساعد في العقلة الصدرية الوسطى
تحت الترجة مباشرة

وتعتبر الأعضاء النابضة المساعدة الموجودة في
صدر حشرات عائلة **Spingidae** أهم من
القلب نفسه في العمل على إستمرار دورة الدم



إتجاه تيار الدم فى الأجنحة والأرجل

يدخل الدم فى الأجنحة والأرجل ويخرج منها وفقا
لنظام معين وهذا يضمن :
فرد الأجنحة فى وقت خروج الحشرة الكاملة من
العدراء

وصول الغذاء إلى خلايا البشرة بالأجنحة والأرجل
تحول بروتين الأجنحة إلى سكليروتين وبذلك
يدكن الجلد ويتصلب

إذا توقف تيار الدم في الأطراف فإن ذلك
يؤدى إلى جفافها وتساقطها

يسرى الدم في عروق الجناح في الفراغ
الموجود بين القصبة الهوائية الممتدة في
العروق وجدار العرق نفسه ويدخل الدم عادة
في الجناح عن طريق العرق الضلعى ويعود
إلى الخلف عن طريق العروق الخلفية
(الزندی والحلقى وفروعهما)

ويقسم فراغ الأرجل غشاء يمتد طوليا وسط الأرجل
ويعتبر هذا الغشاء إمتداد من الحاجز البطني ويسرى
الدم إلى أسفل من الجيب حول العصبى إلى القسم الخلفى
من فراغ الرجل ثم يصعد إلى أعلى فى الفراغ الأمامى
إلى الجيب الحشوى

وتعود هذه الحركة إلى إرتفاع ضغط الدم فى الجيب
حول العصبى عن الجيب الحشوى

يوجد بالصدر أعضاء نابضة تعمل على سحب الدم من
الأجنحة والأرجل ومن الجيب حول عصبى ودفعه فى
الجيب حول قلبى

وبذلك تحتفظ بضغط الدم منخفضا فى منطقة الصدر
يعمل الفرق بين الضغطين على إستمرار حركة الدم فى
الأرجل والأجنحة.

المميزات الهامة للدم

قابليته على إحلل المواد غير العضوية (مثل الصوديوم والكلور) بالمواد العضوية

- تمتاز غالبية رتب الحشرات بقابلية الدم بتصنيع الأيونات الموجبة مثل الصوديوم – البوتاسيوم – الماغنسيوم – الكالسيوم – النحاس – الحديد)

- التريهالوز Trehalose أحد مكونات الدم الرئيسية

- وجود الفوسفات العضوية والإنزيمات المختلفة

تركيب الدم

الماء: وهو المكون الرئيسي لفراغ الجسم ويشكل حوالي 84-92% من وزن الجسم الكلي

البروتين: تختلف نسبته في الدم باختلاف أنواع الحشرات فمثلاً في يرقات نحل العسل يشكل نحو 6.6% من وزن الدم

يتكون من المركبين الرئيسيين الجلوبيولين **Globulin** ، والألبومين **Albumen**

بينما في معظم الحشرات تكون نسبة البروتين 5% وفي بعض حشرات غمدية الأجنحة تكون النسبة 2.6-

الإنزيمات

يوجد بالدم عدد من الإنزيمات بنسب مرتفعة وتكون فعالية بعضها مقاربة إلى فعالية الإنزيمات الموجودة بالأنسجة

من هذه الإنزيمات الأميليز – الأستريز – البروتيز

يوجد بعض الإنزيمات الخاصة التي تشتمل على

– Chitobiase

–Chitinase

Glucosidase

أهمية هذه الإنزيمات أثناء فترة الإنسلاخ والتشكل تعمل على تحلل الأنسجة

الأحماض الأمينية

يحتوى دم الحشرات على تركيزات مرتفعة من الأحماض
الأمينية مع وجود إختلافات كمية ونوعية كبيرة بإختلاف
نوع وطور وغذاء الحشرة

ومن أهم الأحماض الأمينية الموجودة فى دم الحشرات:
Histidine, Lysine, Arginine, Proline,
Glutamine

عندما تبلغ نسبة الأحماض الأمينية فى دم الحشرات
حوالى 35-65% من مجموع النيتروجين غير البروتينى.

الدهون

توجد فى الدم على هيئة حبيبات دهنية صغيرة
Lipomicrans الدهن المتعادل والتتيرولات
وفوسفات الدهن هو الجزء الأكبر فى تركيب الدهون
والذى يوجد متحداً مع البروتين ليكون **Lipoprotein**

الكربوهيدرات

يوجد كمية كبيرة منه في دم الحشرات متحدة مع البروتين مكونة **Glycoprotein** ينحصر وجود تركيزات عالية من السكريات الأحادية والثنائية المختزلة في رتبتي غمدية وذات الجناحين وذلك لحاجتها إلى الطيران توجد أيضا كميات قليلة من الجلايكوجين في الدم

المواد غير العضوية:

الأيونات السالبة: الكلور هو أهمها وهو الأكثر شيوعا
فى دم الحشرات

أيضا توجد تركيزات منخفضة من كل من الكربونات
والفوسفات

الأيونات الموجبة: الأيون الأكثر شيوعا فى الدم هو
الصوديوم يليه البوتاسيوم

أما الماغنسيوم فيوجد بتركيزات مرتفعة فى الحشرات
نباتية التغذية أما الكالسيوم فيعتبر أقل أهمية من
العناصر السابقة

الصبغات:

يعطى الهيموجلوبين اللون الأحمر الفاتح لبعض يرقات
الهاموش

يحتوى بقة *Rhodinus* على كميات بسيطة جداً
من مادة Kathoemoglobin المشتقة من
وجبة الدم



أما بقية الحشرات فالدم يكون إما عديم اللون أو أخضر أو
كهرماني اللون

ويمتاز دم الحشرات نباتية التغذية بلونه الأخضر ويرجع ذلك
إلى صبغة الكاروتين والكرانثوفيل

وينتشر اللون الأخضر في دم إناث يرقات وعضاري والحشرات
الكاملة لحشرات رتبة **Lepidoptera** في حين أن دم
الذكور يكون عديم اللون أو أصفر باهت ولا يعرف سبب
الإختلاف الجنسي

النزيف الإنعكاسى Reflex bleeding

ظاهرة خروج قطرات الدم من ثقوب على سطح الجسم
نتيجة الإستجابة لتنبیه عصبى

يحتوى الدم على مادة حارقة فى بعض الحالات مثل مادة
Cantharidin والتي تفرزها بعض الخنافس من
عائلة Meloidae

لذا يطلق عليها الخنافس الحارقة والتي ينتج عن
إفرازاتها حروق على سطح الجلد فى الإنسان شبيهة
بالحروق التي تنتج عن السع بجسم ساخن

وهذه الظاهرة تعتبر وسيلة دفاعية
لحماية الحشرات من أعدائها
أحيانا تكون هذه القطرات من إفراز
مجاميع غدد جلدية

فى بعض الفراشات تخرج قطرات الدم
على شكل رغوة مختلطة بإفراز كريبه
الرائحة

يوجد على أطراف ممصات حشرات المنّ
ثقوب تفتح بعضلات خاصة تسمح للدم المحمل
بالشمع بالخروج

قد يكون الإفراز ناتجاً عن نشاط الغدد الجلدية
كما في خنفساء القثاء *Epilachna* (من
عائلة Coccinellidae) حيث يخرج
الإفراز على شكل قطرات صفراء اللون سائلة
مرة المذاق من موضع التمفصل بين الفخذ
والساق

خلايا الدم Haemocytes

وهى ذات منشأ ميزودرمى ويمكن تقسيمها إلى:-

1- خلايا الدم الأولية Prohemocytes:

صغيرة الحجم ذات شكل دائرى أو بيضاوى والنواه كبيرة نسبياً إذ تشغل معظم حجم الخلية

تسمى بالخلايا المولدة وذلك لملاحظة خطوات الإنقسام غير المباشر فيها

إذ تعتبر المصدر الرئيسى لخلايا الدم بعد فترة النمو الجنينى وقد تسمى بالخلايا الناشئة حيث تتكون منها

2- خلايا الدم الإنتقالية Plasmatacytes:

وهي مختلفة الأشكال والأحجام
نواتها كبيرة الحجم حيث يتساوى مع حجم
السيتوبلازم المحيط بها
ذات شكل دائري أو بيضاوي
يحتوى السيتوبلازم على حبيبات دقيقة
غالباً تكون أميبية ملتزمة يقع عليها عبء البلعمة
Phagocytosis وهي قابلة للصبغ بالأصبغ
القاعدية بدرجة متوسطة

3- خلايا الدم المحببة Granular hemocytes:

وهي أيضاً مختلفة الأحجام وشكلها دائري أو قرصي والنواه صغيرة الحجم نسبياً

يحتوى السيتوبلازم على كثير من الحبيبات غير متجانسة الحجم

وهي مشتقة من خلايا الدم الأولية

بسبب وجود الأشكال الإنتقالية فقد أعتقد بصلتها مع خلايا الدم الإنتقالية

هذه الخلايا عديمة أو قليلة الحركة وتلعب دوراً هاماً في عمليات الميتابولزم

4- خلايا الدم الدهنية Adipohemocytes:

تتكون من خلايا دائرية أو بيضاوية الشكل ذات نواه صغيرة تقع بعيداً عن مركز السيتوبلازم والذي يحتوى على فجوات وحببيات تحتوى على مواد دهنية

هذه الخلايا عديمة الحركة

5- خلايا الدم المخثرة

:Cytocytes or coagulocytes

خلايا هشة تشترك في بعض صفات كل من خلايا الدم المحببة وخلايا الدم الشبيهة الببتيدية

ذات نواة صغيرة دائرية

السيتوبلازم شفاف ومحبب في بعض الأجزاء. لها دور في عملية التجلط

Coagulation

6- خلايا الدم المجوفة Spherule cells:

خلايا مستديرة أو بيضاوية ومن مميزات
الرئيسية وجود تجاويف كروية أو بيضاوية
الشكل تملأ السيتوبلازم بحيث تحجب النواه
عددها قليل أو قد تكون غير موجودة في
بعض أنواع الحشرات وهي عديمة الإنقسام
والحركة

7- خلايا الدم الشبيهة بالنبيذية Oenocytoids:

وهي مختلفة الأشكال (مستديرة أو بيضاوية)
ذات سيتوبلازم متجانس ذات نواه صغيرة دائرية
غير مركزية الموقع
عديمة الحركة

قد نشأت من الخلايا الخميرية Oenocytes
وهي صفراء اللون تشبه الخمر
ذات منشأ أكتودرمي وتوجد في رتب: غمدية
الأجنحة – بعض حشرات ذات الجناحين – نصفية
الأجنحة – حشوية الأجنحة

تتخصص وظائف الخلايا الخمرية في الآتي:-

لها علاقة بتكوين البروتين الدهنى Lipoprotein (لأنها خلايا بشرة متخصصة) اللازم لبناء طبقة الكيوتيكلين فى جلد الحشرة مصدر الشمع الحر السائل الذى يوجد على سطح الجلد كما فى الصرصور الأمريكى

أيضا يوجد لها علاقة ودور هام فى أيض البروتين الدهنى والشمع فى شغالات نحل العسل

لها علاقة بنمو الغدد التناسلية Gonads فى الحشرة الكاملة

قد تؤدي وظيفة هرمونية فى الحشرة الكاملة للهاموش

قد يكون لها دور فى عملية تكوين مواد تدخل فى تركيب البيض أو قشرة البيض كما فى بقعة *Rhodinus*

8- الخلايا النجمية Podocytes:

خلايا كبيرة الحجم ذات شكل نجمي مسطح ذات نواه مركزية كبيرة مسطحة وأعدادها قليلة

9- الخلايا الدودية Vermiform cells:

خلايا طويلة رفيعة ونواتها بيضاوية الشكل ويحتوى السيتوبلازم على حبيبات صغيرة

10- الخلايا الشمعية Wax cells:

تشبه الخلايا الدهنية وتختلف عنها في إحتوائها
على كتل من الشمع

موجودة في كل من الحشرات القشرية وبعض
أنواع المن

11- خلايا بلورية Crystal cells:

تتميز بإحتواء السيتوبلازم على بلورات متنوعة
كما في ذبابة الدروسوفيلا

وظائف خلايا الدم Functions of hemocytes

إبتلاع الأجسام الغريبة (البلعمة) Phagocytosis

من أهم وظائف خلايا الدم التي تتم فيها إبتلاع المواد الغريبة والأحياء الدقيقة والأنسجة المتحللة وهي تتم بإحدى الطرق التالية:-

تكوين حويصلات **Pinocytotic vesicles** في غشاء الخلية لإبتلاع السوائل المحتوية على الجزيئات الصغيرة

تتكون أقدام كاذبة لتطويق الجزيئات الغريبة

إلتصاق أغشية خلايا الدم مع الجزيئات الغريبة وإنتقالها داخل الخلايا بواسطة عملية الإلتشار

في بعض أنواع الحشرات تتجمع مجموعة من الخلايا لتكوين أعضاء ملتھمة تسمى **Phagocytic organs** والتي تكون على هيئة كيس مثلث الشكل يقوم بإزالة الأصباغ والجزيئات الكبيرة من الدم

تكوين الكبسولات (التغليف) Encapsulation

تقوم خلايا الدم بتغليف الأجسام الغريبة أو الطفيليات حيث تكون خلايا الدم كتلة متماسكة في حوالى خمسون خلية أو أكثر ويحدث ترتيب لهذه الخلايا في ثلاث طبقات حيث تمتاز خلايا الطبقة الداخلية والخارجية بأن تكون دائرية مسطحة الشكل أما الطبقة الوسطى فتتكون من خلايا كبيرة مسطحة الشكل وهي تساوى سمك كل من الطبقة الداخلية والخارجية

وتتكون مواد مخاطية بين خلايا الكبسولة
تعمل هذه المواد على التصاق وتثبيت الخلايا
بعد ذلك تتكون مادة الميلانين التي تنتج بواسطة
خلايا الدم الشبيهة بالنبيذية وذلك بأكسدة حامض
التايروسين والتي تقوم بقتل الطفيليات



القيام بالعمليات الحيوية Metabolism

وتقوم خلايا الدم بدور هام في تكوين الغشاء القاعدي
لخلايا البشرة الحديثة التكوين أثناء مرحلة الإنسلاخ
تقوم بنقل كما المواد الغذائية حول الجسم
لوحظ إلتصاق عدد كبير من خلايا الدم قرب أغشية
الأجنحة المتطورة في حشرة *Ephesta* حيث تمر
محتوياتها إلى خلايا البشرة لتغذيتها

عملية التثثر (التجلط) Coagulation

حيث تتكون إما من تجمع خلايا التجلط (والتي يكون مظهرها هلامياً زجاجياً) في مكان الجرح أو من تجلط البلازما

في الحالة الأولى

تتجمع خلايا التجلط وترسل أقداما كاذبة خيطية الشكل تتشابك مع بعضها وتحصر بينها خلايا الدم والأجسام الغريبة التي نتجت عن الجرح وبعض فقاعات الهواء والبلازما التي تتجلط بعد لحظات

كما فى يرقات رتبة حرشفية الأجنحة

Lepidoptera

وبعض خنافس Scarabaeidae

فى الصراصير Blattidae

Gryllidae من رتبة مستقيمة

الأجنحة Orthoptera

فى الحالة الثانية

عندما يخرج الدم من جسم الحشرة بعد حدوث الجرح فى الجلد تقف خلايا التجلط عن الحركة

يمتد منها سيتوبلازمها على هيئة أقدام كاذبة تظهر فيها بعض الفراغات الهوائية

يظهر حول كل خلية سحابة خفيفة من البروتين الدهنى Lipoprotein المتجلط والذي كان ذائبا من قبل فى البلازما وبالتالي يظهر مادة Fibrin

تلتحم السحابات مع بعضها وتحصّر بينها وبين
خلايا الدم الأخرى والأجسام الغريبة الناتجة عن
الجرح

يتم التجلط بهذه الطريقة في العائلات
Gryllotalpidae, من رتبة مستقيمة
الأجنحة Orthoptera

التنفس

تمتلك بعض الحشرات جهازاً قصيباً عاملاً Tracheal system وبالرغم من ذلك تفتقر بعض أنسجتها إلى القصبات الهوائية Tracheoles (التي يتم عن طريقها تبادل الغازات)

يعتمد تنفس هذه الأنسجة كلية على الدم حيث تستمد منه الأكسجين 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

تفتقر بعض الأطوار المبكرة من الحشرات المائية والطفيليات الداخلية إلى جهاز قصبي وبالتالي تعتمد في تنفسها على دمها الذي يستمد الأكسجين من الوسط المحيط (الماء ودم العائل على التوالي) عن طريق جدار الجسم ناقلاً إلى هذا الوسط ثاني أكسيد الكربون

يحمل الدم الأكسجين حملاً فيزيقياً بعكس الثدييات وفيها يتحد هذا الغاز أثناء التنفس مع هيموجلوبين الدم إتحاداً كيميائياً

بالرغم من وجود مادة الهيموجلوبين فى دم
يرقات الهاموش

وظيفة هذا الهيموجلوبين تتحصر فى حمل
كمية أكبر من الأوكسجين (حماًلاً فيزيقياً) حيث
تستفيد منه اليرقة التى تعيش عادة فى حياة
راكدة ذات كمية ضئيلة من الأوكسجين

الوظيفة الهيدروليكية

تشكل كمية الدم المحصورة داخل جسم الحشرة جهازاً هيدروليكياً مغلقاً

يستطيع هذا الجهاز أن يوجه الضغط الداخلى من جزء إلى آخر داخل جسم الحشرة منظمًا لإنقباضات الصدر أو البطن أو كليهما معاً لإتمام عمليات حيوية هامة مثل شق جدار الجسم عند درز الإنسلاخ

إحداث تمزق في الغلاف الخارجي للبيضة
أثناء فقس الحشرة

ينظم ضغط الدم المستمر في الزيادة والنقصان
بالتبادل عملية تهوية القصبات والأكياس
الهوائية وذلك بإتساع وضيق فراغهما نتيجة
لهذا التغير في ضغط الدم

كما يبسط الضغط الموضعي لدم الحشرة هيكلها
الداخلي بعد الإنسلاخ مباشرة

حيث يعمل على فرد الأجنحة بعد تخلص
الحشرة الكاملة من جلد العذراء مباشرة حيث
يندفع الدم في العروق باسطقاً الأجنحة قبل أن
تتصلب

تكوين النسيج الضام

النسيج الضام يحيط بجميع الأعضاء والأنسجة ويفصلها عن فراغ الجسم الدموى
فى جميع الحالات يكون النسيج الضام أو الغشاء القاعدى من إفراز وتكوين الخلايا التى يحيط بها وتكون هذه الأغشسة جميعها متصلة ببعضها البعض

فمثلا يكون الغشاء القاعدي للبشرة متصلاً
بالغشاء العضلي (السااركوليما) ويكون هذا متصلاً
بالغشاء العصبي (النيوريليما)

وعندما تتجمع خلايا الدم حول أجسام غريبة أو
بكتيريا لتكون محفظه أو حوصلة فإن المظهر
الخلوي للمحفظة يظل موجوداً في معظم الأحيان
وقد يحدث أن تختفي الأنوية وتأخذ المحفظة مظهر
النسيج الضام

- ومن وظائف النسيج الضام

الإحاطة بالأعضاء الداخلية لتقويتها وربطها ببعضها
يساعد النسيج الضام المحيط بقتوات المبيض في عملية قذف
البيض في قناة البيض المشتركة وذلك بسبب مرونته
يعمل على نقل بعض الإفرازات من أماكن إفرازها إلى الأعضاء
المستهدفة كما في يرقات ذباب اللحم **Sarcophaga**
يعمل كحاجز حول الأنسجة فيمنع المرور الحر لبعض مكونات الدم
في الأنسجة

المناعة Immunity

نتيجة إصابة الحشرات بالميكروبات المرضية
فإنها تكتسب صفة المناعة
فإن كانت الإصابة غير كافية للقضاء على العائل
فإنه يكتسب صفة المناعة



يمكن ظهور المناعة في الحشرات في الصور التالية:-

- زيادة نشاط البلعمة

- تكوين الخلايا العملاقة والتي تظهر حول

أماكن الإلتهابات المزمنة وحول الأجسام الغريبة
والجروح التي تأخذ وقتاً طويلاً لإلتئامها



وهي تنشأ بطريقتين

إلتحام خلايا الدم وبالتالي تتكون كتلة صغيرة

متعددة الأنوية

زيادة نمو الخلايا الفردية



- نتيجة إصابة الحشرات بالميكروبات المرضية فإنها تكتسب صفة المناعة

- قد يتكون في العائل بعض الأجسام المضادة

- ويمكن إدخال صفة القدرة على مقاومة مرض معين على حشرة ليس لديها مناعة بحقنها بدم حشرة أخرى لديها صفة المناعة ضد هذا المرض

تكتسب الحشرة صفة المناعة سواء حقنت بالبلازما وحدها أو خلايا الدم وحدها حيث تحتوى البلازما على المواد المضادة بينما تمتاز خلايا الدم بزيادة قدرتها على البلعمة



بعض الأنسجة الأخرى المتصلة بالجهاز الدوري

1- خلايا الجسم الدهني Fat body cells

2- خلايا الماستيوسايت Mycetocytes

تحتوى على أحياء دقيقة مسئولة عن
صناعة بعض المواد الغذائية

3- الخلايا حول القلبية

وهي مثل خلايا الدم تنشأ من الميزودرم
تحتل مناطق محددة فهي توجد غالباً حول سطح القلب
كما توجد مبعثرة على سطح الحاجز حول قلبي والعضلات
المروحية والجسم الدهني
قد توجد على سطح النسيج الضام المبطن للجيب حول القلبي
أو معلقة على الألياف التي تربط القلب بالسطح الظهري للجسم
قد تتجمع على هيئة كتلتين على جانبي المريء كما في القمل
يتكون منها سلسلة معلقة في فراغ الجسم يرتبط طرفاها
بالغدتين اللعابيتين

وهي إما أن تكون كبيرة الحجم قليلة العدد أو صغيرة الحجم كثيرة العدد

قد تحتوي الخلية الكاملة التكوين على أكثر من نواه يحتوي السيتوبلازم على فراغات ومحتويات حبيبية تختلف في الحجم والعدد

قد تمتلئ بحبيبات صبغية صفراء أو حمراء أو خضراء أو بنية اللون



وظائفها

إمتصاص الحبيبات الغروية من الدم

وهذه الخاصية قد تسمى بخاصية التخزين الإخراجي حيث بمجرد حقن الحشرة بالهيموجلوبيين أو الكلورفيل أو بياض البيض أو صبغة **Ammonia carmine** فإنها تظهر مباشرة في الخلايا حول القلبية

تكون عناصر أساسية وضرورية لبناء الأنسجة (مثل تكوين الحديد الحر في الخلايا كما في بقعة **Rhodinus**)