- الفصل السابع -
جهاز الدوران

جهاز الدوران : The Circulatory system

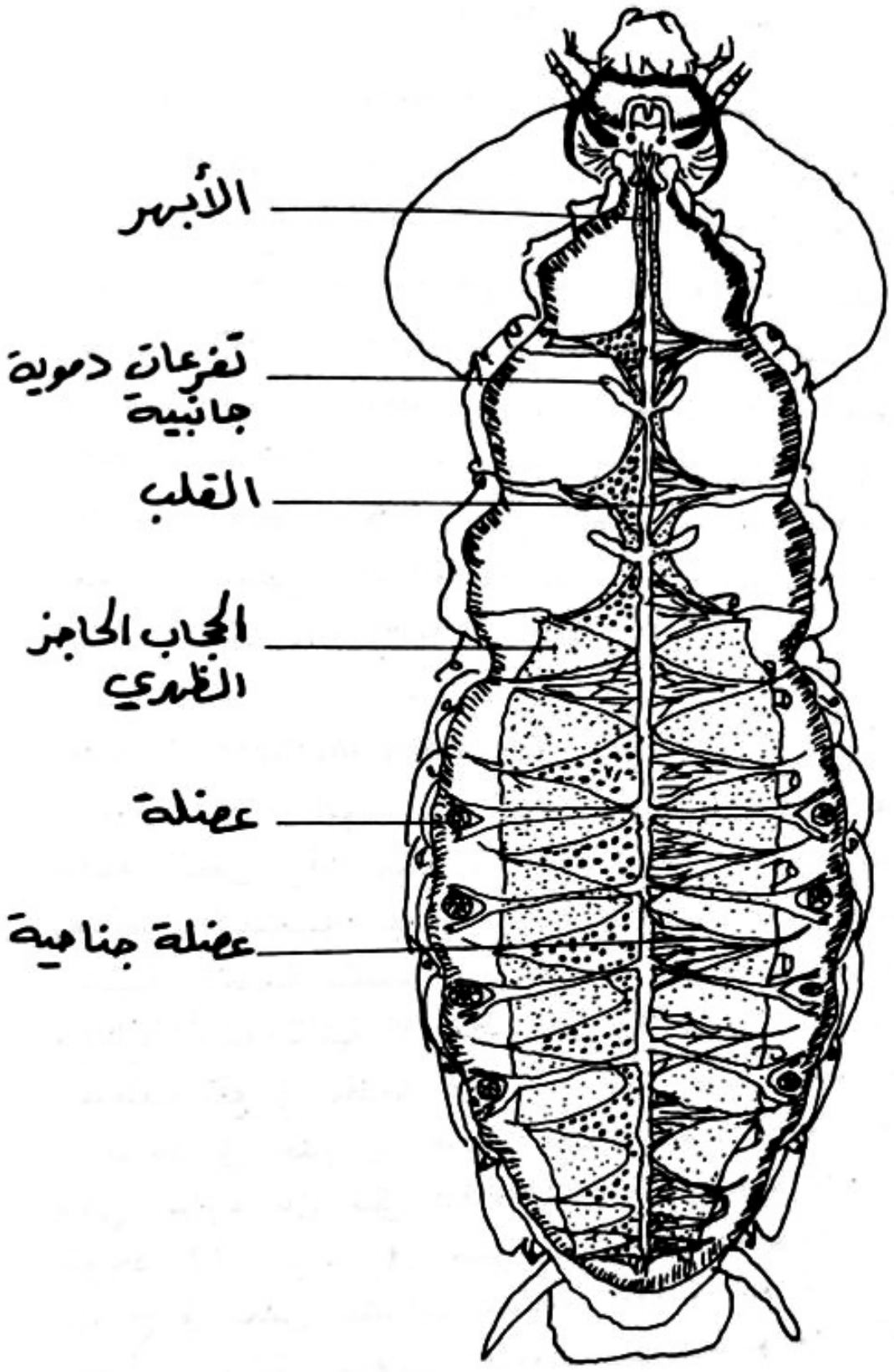
تركيبه : جهاز الدوران في الحشرات من النوع المفتوح ويتركب اساسا من الوعاء الدموي الظهري Dorsal blood vessel الذي هو عبارة عن انبوبة بسيطة تقع في المنطقة الوسطى للظهر تحت الصفيحة الظهرية لحلقات الجسم مباشرة ويمتد على طول الجسم. ينقسم الوعاء الدموي الظهري الى جزئين الجزء الخلفي وهو القلب Posterior heart والجزء الامامي وهو الابهر (الاورطا) Anterior Orta ومن متممات هذا الجهاز الحجاب الظهري Dorsal diaphragm الحجاب البطني Ventral diaphragm والقلوب المساعدة المرتبطة بزوائد الجسم (Chapman 1978).

القلب Posterior heart (شكل 98-99)

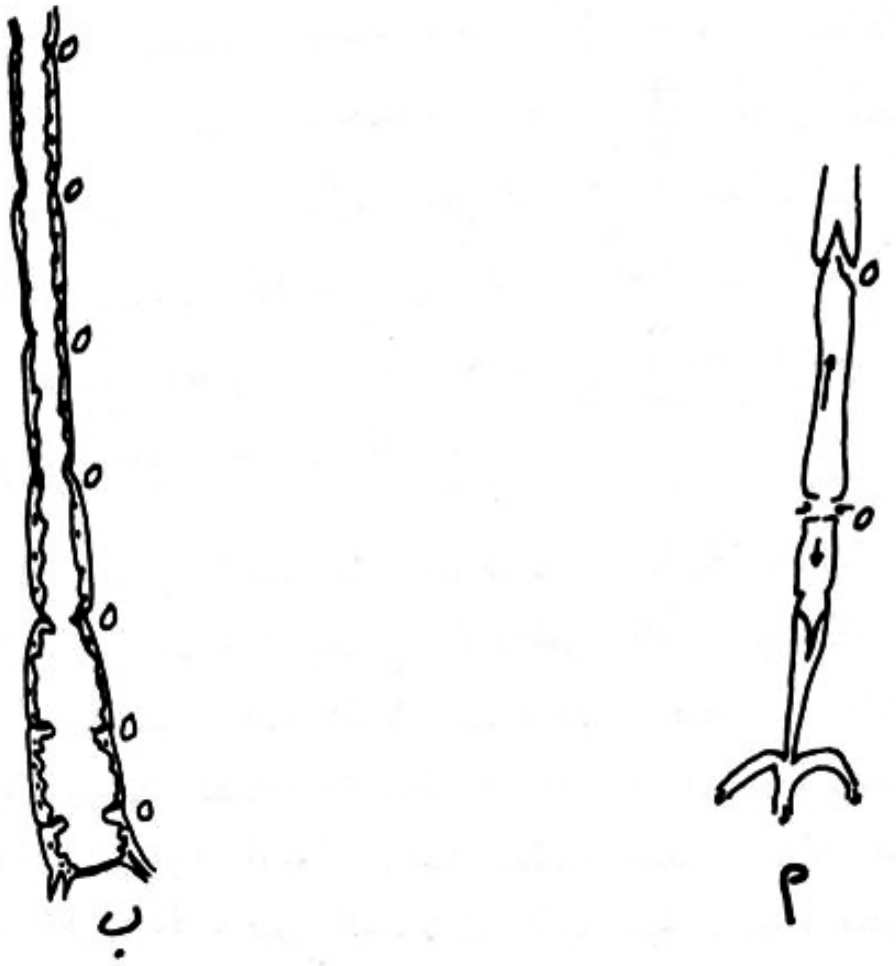
وهو الجزء الاول من الوعاء الدموي الظهري وغالبا مايقع في منطقة البطن وقد يمتد الى حلقة الصدر الاولى كما في حشرات مستقيمة الاجنحة الجارية Dictyoptera. ويمتاز قلب حشرات مستقيمة الاجنحة بتقسيمه الى غرف، وفي يرقات الرعاشات وحشرة Tibula (رتبة ثنائية الاجنحة) فأن القلب مقسم الى غرف عن طريق صمامات تقع في مقدمة كل زوج من الفتحات الجانبية.

يوجد في جدران القلب الجانبية فتحات تسمى Incurrent ostia وهي عبارة عن شق Slit-like يختلف عددها باختلاف الحشرات فتوجد 12 زوجا في حشرات مستقيمة الاجنحة الجارية وخمسة ازواج في بعض حشرات غشائية الاجنحة وثلاثة ازواج في الذباب المنزلي. وتمتد حافات الفتحات الجانبية للداخل لتكون صمامات تمنع رجوع الدم الى تجويف الجسم عند انقباض القلب، وفي حالة ارتخاء القلب تنفصل الصمامات عن بعضها ليسهل دخول الدم الى القلب (شكل 100).

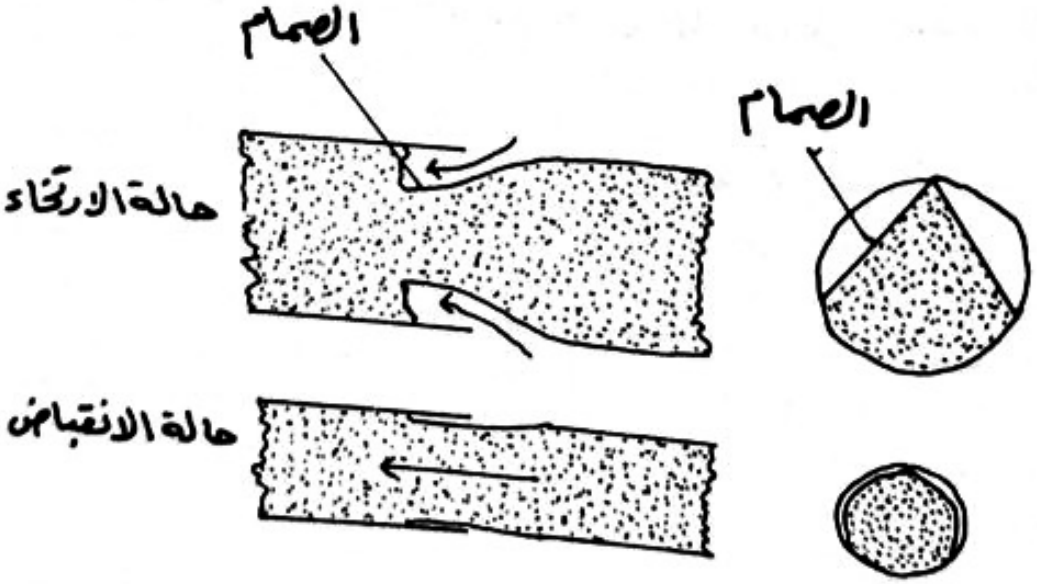
وقد تكون فتحات القلب سفلية وتسمى في هذه الحالة Excurrent ostia كما هو الحال في حشرات مستقيمة الاجنحة وحشرات ذات



شكل ٩٨ : منظر سفلي لتركيب الوعاء الدموي الظهري والوعية الدموية الجانبية في حشرة Blaberus (عن Nutting في Chapman 1978).



شكل ٩٩ : امثلة عن القلب والصمامات في الوعاء الدموي الظهري :
أ - وجود فتحات جانبية في حورية ذبابة مايو
ب - عدم وجود الصمامات ليرقة ذبابة Thrixion
(عن Wigglesworth 1972)



شكل ١٠٠ : مخطط يوضح صمامات الفتحات الجانبية لدودة الحرير (مقطع افقي باليسار، ومقطع عرضي باليمين). الاسهم تشير اتجاه دوران الدم.
(عن Chapman 1978).

الاعضاء النابضة (القلوب المساعدة) Accessory pulsatile organs

بالاضافة الى وجود الوعاء الدموي الظهري فغالبا ما توجد تراكيب كيسية الشكل تسمى بالاعضاء النابضة المساعدة أو القلوب المساعدة التي تعمل على أمداد الدم الى زوائد الجسم. ففي الصدر الاوسط والخلفي توجد قلوب مساعدة تقوم بأمداد الاجنحة بالدم وفي حشرات الصرصر الامريكي والجراد المهاجر مثلا هناك حوصلتان صغيرتان تدعى Ampulla تقع تحت الدرقة تعطي الواحدة منها وعاء يمتد الى طرف قرن الاستشعار، وتتصل الجدران الداخلية لهاتين القابلتين بواسطة عضلة تسبب أرتخاء القابلتين وعندها يدخل الدم أليها عن طريق فتحة ذات صمام. وأن أنقباض القابلة تسبب أندفاع الدم الى قرن الاستشعار.

وتوجد في الحشرات وبالاخص في رتبة نصفية الاجنحة وعاء دموي مساعد ظهري يخترق الساق بأتجاه مائل ويحيط جزئه العلوي عضلة فعند أنقباض هذه العضلة يندفع الدم الى فراغ الجسم خلال صمام يمر بالفخذ والحرقفة وعند أرتخاء هذه العضلة يمر الدم في الناحية البطنية من تجويف الجسم (Wigglesworth 1972).

أعصاب القلب : Innervation of heart

لاتجهز قلوب بعض الحشرات بالاعصاب كما هو الحال في بعوض الانوفيلس ولو أنه لوحظ وجود أعصاب جانبية تصل الى العضلات الجناحية. ويصل قلب الصرصر الامريكي ثلاث مصادر من الاعصاب، المصدر الاول أعصاب آتية من الاجسام القلبية والعقد العصبية وتتحد هذه الاعصاب لتكون زوج من الاعصاب الجانبية الطولية، وتتشعب نهاية كل عصب الى عدد من الفروع لتصل الى جدار القلب والعضلات الجناحية، وبالاضافة لذلك تنشأ أوتار حسية على القلب أتية من الفروع الحسية لترتبط في الجدار الظهري للجسم. والمصدر الثاني عن طريق عقدتي القلب في الجهاز السمبثاوي المرئي Stomatogastric system أما المصدر الثالث فتأتي عن طريق العقد العصبية في الحبل العصبي البطني.

ويعتقد أن هناك خلايا عصبية تعرف بالخلايا العقدية موجودة على طول الاعصاب الجانبية الطولية على طول القلب كما في

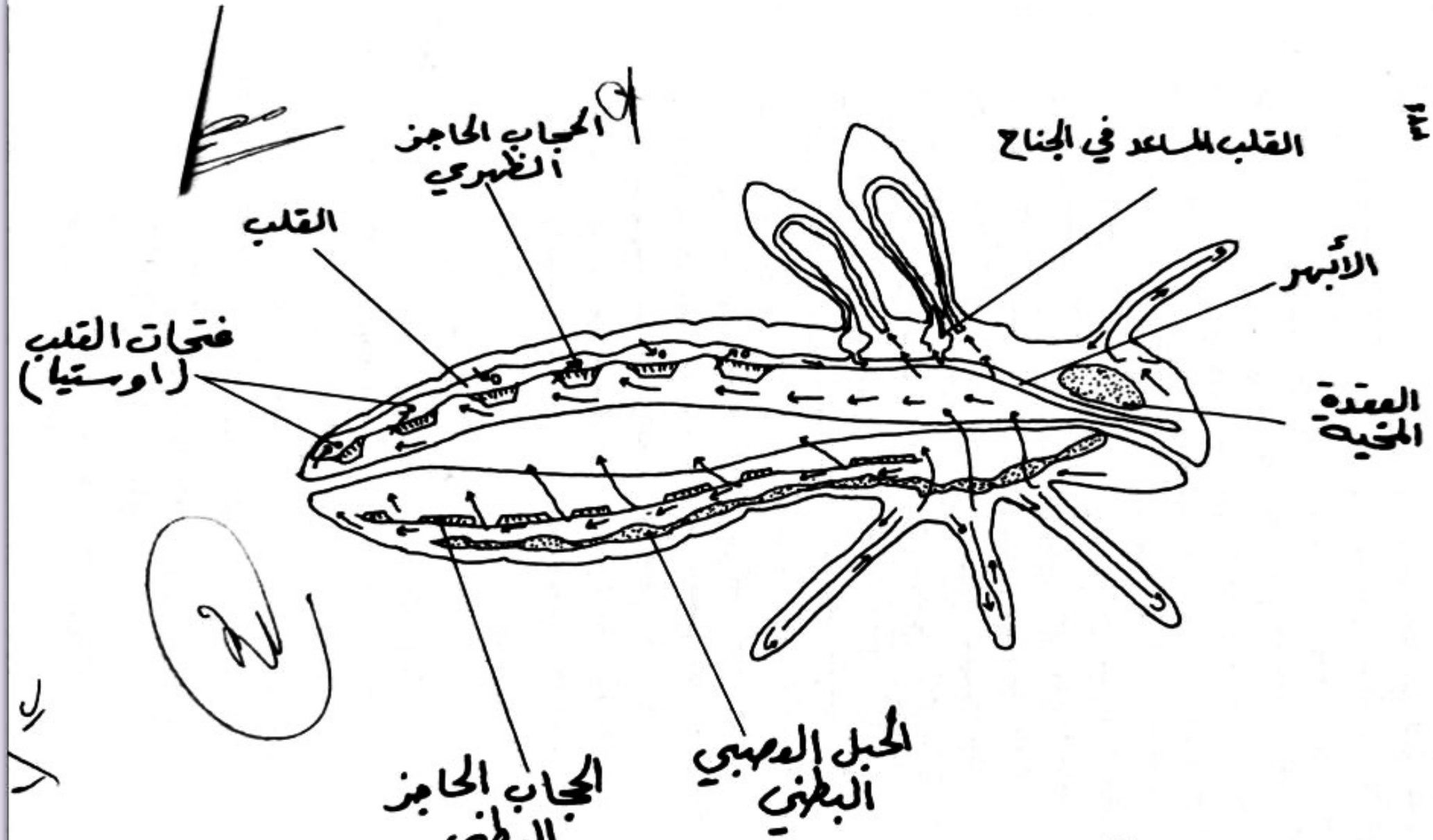
الصرصر الأمريكي ومعظم حشرات رتبة مستقيمة الاجنحة ، أما في الحشرات الاخرى فلم تلاحظ هذه الظاهرة .

ولم يثبت قطعيا حول طبيعة نبض القلب هل هو عضلي Myogenic ينشأ من عضلة القلب نفسها أو نتيجة التنبيه العصبي Neurogenic . وكما ذكر أن قلوب بعض الحشرات لاتجهز بأعصاب ففي هذه الحالة فأن ضربات القلب يجب أن تكون عضلية . أما في قلوب الحشرات المجهزة بأعصاب فليس من الاكيد أن الضربات تنشأ عضليا أو عن طريق التنبيه العصبي (Beard في Roeder، 1953 Wigglesworth ,1972 Chapman ,1978).

دورة الدم Circulation

للجهاز الدوري وظائف حيوية داخل جسم الحشرة حيث تقوم دورة الدم بتوزيع الالكروليتات والهرمونات ونواتج الغذاء المهضوم ويقوم أيضا بأمداد الجسم بالمحاليل المنظمة للحموضة ويمنع التغيرات الكبيرة في الضغط التنافذي بمناطق معينة في الجسم ويؤدي وظيفة ديناميكية أثناء حركة الحشرات Hemodynamic خلال فترة الانسلاخ والتطور . كما وتساعد دورة الدم حركة الهواء وأنتشار الغازات في القصبات الهوائية . وليس للدم أهمية في عملية التنفس .

أثناء أنقباض القلب يندفع الدم للامام خلال الابهر الى الرأس وقد يندفع خارج القلب الى الاوعية الجانبية عن طريق الفتحات السفلية حيث يسحب القلب أثناء أرتخائه الدم من خلال الفتحات الجانبية وأن الصمامات الموجودة على هذه الفتحات تمنع هروب الدم . يدخل الدم الى التجويف الحشوي بفعل أختلاف ضغط الدم الذي يكون واطئا في التجويف الحشوي وبالمثل فأختلاف الضغط يسبب أنسياب الدم من التجويف الحشوي الى التجويف البطني ، وعن طريق حركة الحجاب البطني يتم تجهيز الجهاز العصبي بالدم . وفي الحالة الاعتيادية يكون الحجاب الظهري محدبا ويصبح مسطحا بفعل تقلص العضلات الجناحية ويؤدي هذا التسطح الى زيادة حجم تجويف القلب وبذا يقل حجم التجويف الحشوي فيمر الدم الى التجويف المحيط بالقلب ، وهكذا في حالة أرتخاء القلب الاعلى ينسحب الدم أليه من خلال الفتحات الجانبية (شكل 101) .



شكل ١٠١ : دوران الدم والجهاز الدوري في الحشرة .
الاسهم تشير الى حركة الدم في جسم الحشرة .
(عن Wigglesworth 1972) .

يندفع الدم من التجويف الظهري في الصدر عن طريق غشاء متفصل يسمى Articulating membrane في الجناح خلال الجزء الامامي فيه ويخرج الدم من الجناح خلال الجزء الخلفي منه ثم ينسحب بواسطة القلوب المساعدة في الصدر وذلك لادخاله في الدورة الدموية. وتكون القلوب المساعدة في بعوض الانوفلس غير منتظمة النبض وتختزل دورة الدم في هذه الحشرات عند أنطواء الاجنحة وذلك لانسداد القنوات في الغشاء المتفصل. وتضخ القلوب المساعدة الموجودة في التجويف الجبهي الدم الى قرون الاستشعار ليمر من التجويف البطني الى الارجل بواسطة القلوب المساعدة أيضا.

وتتأثر دورة الدم أذ قد تصبح دورة غير منتظمة وذلك بسبب حركة القناة الهضمية والحركات التنفسية أو أي نشاط آخر يسبب حدوث أختلاف في الضغط بأجزاء الجسم المختلفة.

ضربات القلب : Heartbeat

تنشأ ضربات القلب من النهاية الخلفية للوعاء الظهري وتمتد للامام على شكل موجات متعاقبة. وتختلف سرعة النبض بأختلاف أنواع الحشرات وحتى لنفس النوع الواحد وذلك في الفترات المختلفة، وقد تكون سرعة النبض سريعة جدا بحيث يظهر الوعاء الظهري برمته ينبض بصورة مستمرة كما في الصراصر أو قد تكون سرعة نبض بطيئة وبذا تظهر ثلاثة موجات من الانقباضات للوعاء الظهري حيث لوحظت هذه الظاهرة في يرقات Corthera التي تكون فيها سرعة الموجة الانقباضية (١ مليمتر / ثانية) وتكون سرعتها في يرقات Lucanus ١٩.٢ - 44.5 مليمتر / ثانية أي بمعدل 27.2 مليمتر / ثانية ويعود سبب أختلاف سرعة الموجة بأختلاف مرونة الوعاء الظهري.

يمكن دراسة وتسجيل موجة الانقباض بواسطة تكبير حركة العضو مع عتلات 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.

ويوضح شكل (104) منحنى قلب الصرصر الامريكي المسجل ميكانيكيا Mechanocardiogram حيث يلاحظ الخط الصاعد الذي يمثل الانقباض Systole بينما الخط الهابط الذي يمثل الارتخاء diastole وهناك فترة سكون تسمى diastasis ثم يليها فترة الانخفاض السابق للانقباض تسمى Presystolic-Notch والتي تظهر قبل بداية الدورة الجديدة .

وتبين موجة الارتخاء طورين من الارتخاء الاول يكون سريع يليه طور اقل سرعة من الطور الاول والذي يتحد في فترة السكون . عند زيادة معدل ضربات القلب فان فترة طوري الانقباض والارتخاء تكون ثابتة نسبيا ولكن تقصر فترة السكون او قد تختفي كليا في حالة زيادة معدل الانقباض . ولم يتمكن من تفسير ظاهرة حدوث فترة السكون تماما فقد يرجع السبب لحدوثها اما الى انقباض عضلات جدار الجسم او الى ارتخاء الوعاء الظهري نتيجة موجة الانقباض في بعض مناطق القلب الاخرى . وان طورى الارتخاء في يرقات رتبة شعرية الاجنحة تعزى الى مرونة جدار القلب وانقباض العضلات الجناحية (لاحظ الشكل 102) .

ومنحنى القلب الكهربائي Electrocardiogram عبارة عن التغيرات الكهربائية التي تصاحب انقباضات القلب الواضحة التي تكبر وتسجل بواسطة منحنى التذبذبات . ان التغير الكهربائي الذي يسبق كل ضربة قلب تسجل كتغير في الجهد الكهربائي ذو الطورين الذي يكون واضحا حتى في حالة نبض جميع اجزاء القلب في وقت واحد كما في الصرصر الامريكي .

وقد تم تسجيل ضربات القلب ميكانيكيا وكهربائيا في وقت واحد في حشرة Melanoplus differentialis كما في شكل (103) .

ويوضح تخطيط القلب كهربائيا عن حدوث موجات معقدة وتيارات تذبذبية قبل وخلال فترة الانقباض . ولوحظ بان الموجات الكهربائية موازية مع الموجات الميكانيكية ، وقد يتغير منحنى القلب الكهربائي قليلا فيظهر ارتفاع سريع يسبق الانقباض بفترة وجيزة مع وجود موجة بطيئة تظهر كذبذبات صغيرة ، ومن المحتمل ان الارتفاع السريع يرجع الى تهيج بعض اجزاء القلب ولكن لم تعرف اهمية الموجة البطيئة بصورة واضحة فقد تفسر

التذبذبات السابقة للانقباض الى حدوث تيارات عصبية ذاهبة الى عضلات القلب .

العوامل المؤثرة على معدلات نبض القلب في الحشرات :
Factors affecting heart rates in insects

الرأي السائد هو ان معدل نبض القلب يعتبر رقما نظريا ويعود السبب الى وجود عوامل كثيرة تؤثر على معدل النبض فالافراد المختلفة التابعة لنوع واحد يختلف معدلات نبضاتها بشدة ولكن يكون معدل النبض في الفرد الواحد ثابتا لحد ما تحت الظروف العادية . هناك عوامل تؤثر على معدل النبض في الحشرات السليمة وعوامل تؤثر على معدل النبض في القلوب المنزوعة (لاحظ Jones في 1974 Rockstein) .

أ ـ العوامل التي تؤثر على معدل نبض قلوب الحشرات السليمة : ـ
(Factor affecting vates in intact insect

١ ـ طور الحشرة والجنس : Stage of development and sex

في بعض الحشرات تنبض اجزاء الوعاء الظهري في الجنين وذلك قبل ان يتم اكتمال نمو الوعاء الظهري فعلى سبيل المثال لوحظ قلب جنين الدروسفلا الذي عمره 16 ـ 18 ساعة ينبض وذلك قبل فقس البيضة بوقت قصير اما قلب يرقة البعوض الكاملة التكوين وهي في داخل البيضة فلا ينبض ابدا الا بعد الفقس .

وعموما فقد وجد انخفاض مستمر بمعدل النبض كلما تقدمت اليرقات او الحوريات بالعمر . أما قلوب عذارى الحشرات بمختلف انواعها فتتميز بعدم فعاليتها وبذا يكون معدل النبض منخفضا . اما قلوب الحشرات البالغة فعادة تنبض بمعدلات مقاربة الى معدل نبض الطور اليرقي او الحوري الاخير كما في الجراد والصراصر ودودة الحرير . بينما في حشرات اخرى فان القلوب تنبض اقل من الاطوار الاخيرة وفي بعض الحشرات البالغة فان معدل نبض قلوبها تكون اكثر عما عليه في الاطوار اليرقية .

وقد يؤثر الجنس على معدل النبض في بعض الحشرات ، فتكون معدلات نبض قلوب الاناث البالغة لبعوض الانوفليس والصرصر الالماني اكثر من معدلات نبض قلوب الذكور ، وبالعكس فيكون معدل نبض قلب ذكر الصرصر الامريكي اعلى من معدل نبض قلب الانثى ولم يلاحظ فروقات معنوية في معدل النبض لذكور واناث بعض انواع الجراد .

٢ ـ حركة جدار الجسم والاحشاء : ـ

Somatic and visceral movement

لقد لوحظ بان الحركة الاعتيادية ليرقات Corethra تسبب زيادة بمعدل نبضات القلب وان الحركة المفاجئة لاي حشرة تؤثر على معدل نبض القلب حيث يكون التأثير اما بتوقف القلب فجأة او ينبض القلب بصورة غير طبيعية ، فمثلا ان قلب الصرصر الالماني يتأثر بالحركة المفاجئة اذ ينبض بصورة طبيعية لفترة معينة ومن ثم يزداد نبضه واحدة لفترة قليلة وبعد ذلك ينخفض المعدل بحوالي 50% ، بينما لم يتأثر معدل نبض قلب الجراد المهاجر بعد اجبارها على الطيران لمدة 10 ـ 120 دقيقة اذ قيس معدل النبض بعد رجوعها من الطيران حيث لم يتمكن من دراسة معدل النبض خلال فترة الطيران .

اما حركة القناة الهضمية فانها تسبب عدم انتظام في ضربات القلب او يتوقف القلب عدة مرات كما في جميع الحشرات المدروسة . وفي حالة جماع ذكر دودة الحرير فان هذه العملية تسبب زيادة في معدل نبض قلبه ولكنه ينخفض بعد ان تتم عملية القذف ويبقى النبض بعد ذلك غير منتظم .

٣ ـ الصيام والتغذية : **Fasting and feeding**

يسبب الصيام انخفاض معدل النبض في قلوب كثير من الحشرات وذلك بعد فترة قصيرة من الصيام تتراوح ما بين 1 ـ 3 ايام ، وقد تنخفض بعد فترة قصيرة جدا من الصيام كما في يرقات البعوض . وفي حالة تجويع حوريات الصرصر الامريكي لمدة شهران فلم يظهر انخفاض واضح بمعدل النبض .

ومعدل النبض في يرقات الانوفليس المتغذية فتكون اعلى مما هو في حالة الصيام ، وعند تغذية الصرصر الامريكي على محلول

الكلوكوز بتركيز 10% فان معدل النبض يزداد مباشرة ويبقى مرتفع لمدة ساعتين. وقد اثبت بان ازالة الغدد القلبية او تثبيط خلايا حول القلب بمادة Trypan الزرقاء تمنع هذه الزيادة واعتقد بان الاعصاب الراجعة او الاعصاب القلبية الجانبية تعمل على زيادة معدل النبض بعد ان تتأثر بالغذاء.

٤ ـ عملية الانسلاخ : Ecdysis

يتأثر معدل النبض تأثيرا كبيراً قبل وبعد الانسلاخ بفترة قصيرة فينخفض معدل النبض قبل انسلاخ يرقات دودة الحرير وبعوضة Aedes بفترة قصيرة جدا ولوحظت زيادة كبيرة في معدل النبض قبل خروج بالغة Mamestra وتزداد عدد ضربات القلب بعد انسلاخ يرقات الانوفليس.

٥ ـ درجة الحرارة : Tenperature

تؤثر درجة الحرارة تأثيرا كبيراً على معدلات نبض قلوب الحشرات حيث يزداد معدل النبض بمقدار 11.1 ـ 23.8 نبضة / الدقيقة في الصرصر الامريكي عند ارتفاع درجة الحرارة 5 م عن درجة الحرارة المثلى.

٦ ـ الضوء : Light

يؤثر الضوء على ايقاع قلب الحشرة السليمة كما في يرقات Chaoborus فقد وجد ان قلب الذبابة المعدنية الاعتيادي ينبض بفترتين الفترة الاولى فترة النبض السريع حيث يصل معدل النبض 335 ضربة / الدقيقة والفترة الثانية يكون فيها معدل النبض واطئا يقدر بحوالي 167 ضربة / الدقيقة اما بعد تعريض الذباب الى ضوء عال فان فترة النبض السريع تتقلص. ويؤدي الضوء على ايقاف ضربات قلب حشرة Nemobius واطفاء الضوء يسبب زيادة سرعة معدل نبض قلبها.

لقد تم دراسة تأثير الضوء ودرجة الحرارة على معدل نبض قلب انجراد بعد ازالة الغدد الصماء، فعند تعريض الجراد للضوء خلال فترة النهار في درجة حرارية تتراوح ما بين 25 ـ 42 م فان معدل النبض لم يتأثر كثيرا بعد ازالة غدد الاجسام القلبية (فقد لوحظت زيادة 4 ـ 8 ضربة / الدقيقة فقط بدرجة حرارة 25 م

32°م ونقصان بمعدل ٤ ضربة/ الدقيقة على درجة ٤٢°م)، بينما وجدت تأثيرات ملموسة بعد ازالة غدد الاجسام الكروية وذلك على نفس درجات الحرارة فقد كانت الزيادة 12 ضربة/ الدقيقة في درجة 25°م وانخفاض 27 ـ 33 ضربة/ الدقيقة في درجة حرارة 32°م ـ 41°م. وفي حالة تعريض الجراد للضوء على درجة حرارة 25°م الى 32°م فان معدل النبض لم يتأثر كثيرا وذلك بعد ازالة غدد الاجسام القلبية او الاجسام الكروية كل على انفراد، بينما تنخفض معدلات النبض بصورة واضحة عند ازالة هذه الغدد في درجة حرارة 31°م. وقد وجد بان الغدد الصماء تستطيع ان تؤثر تأثيرا معنويا على استجابة القلب الى درجة الحرارة والضوء وان الاجسام القلبية تسبب انخفاض حساسية القلب للضوء ولو ان التأثير قليل ويرجع هذا الى عدم ارتباطها مع غدد الاجسام الكروية. وقد استنتج بان تعريض الحشرة للضوء بصورة مستمرة يخفض استجابة القلب الى تغيرات درجات الحرارة وان هذا التفاعل لايتأثر بواسطة الغدد الصماء. وعندما يكون معدل النبض في الجراد اقل من 90 نبضة/ الدقيقة فان القلب يتفاعل مع درجة الحرارة والضوء بدون الحاجة لفعل الاجسام الكروية ولكن عندما يكون معدل النبض اعلى من 100 نبضة/ الدقيقة فان القلب يحتاج الى هذه الغدد ليستجيب لدرجة الحرارة والضوء.

٧ ـ الغدد الصماء : **Endocrine glands**

لقد استنتج بأن زرع زوج من غدد الصدر الامامي في الطور الحوري الخامس للجراد ليس له تأثير على معدل النبض بينما زرع هذه الغدد في الحشرات البالغة يسبب زيادة معدل نبض قلب ذكر الجراد فقط في حالة زرع ستة لزواج من المنطقة الظهرية الوسطى للمخ Pars Intercerebralis فأن ذلك يؤدي الى زيادة معدل النبض في الذكور والاناث. اما الاجسام الكروية فقد تكون مهمة في اسراع ضربات القلب وذلك عن طريق غدد الصدر الأمامي.

استنتج بأن المنطقة الظهرية الوسطى للمخ لا تؤثر على معدل النبض وقد تسبب زيادة في عدد النبضات ويرجع هذا الى تدخل غدد الاجسام الكروية ويرجع السبب على ان هذه الغدد وليس الكارديكا تؤثر على معدل النبض. ويعتقد بأن غدد اللاتا لها دورا

اساسيا بمعدل ضربات القلب وأن غياب هذه الغدد يؤدي الى انخفاض في عدد الضربات اما وجودها فتسبب زيادة بعدد الضربات ، ويعتقد بانها تكون مستقلة بعملهاعن بقية الغدد والاعصاب .

٨ ـ الغازات : Gases

يؤدي اختناق يرقات الكيولكس الى ايقاف نبضات القلب وعند ارجاعها الى الهواء يبدأ القلب بالنبض ببطء الى أن يصل حالته الطبيعية . وعند غمر الصرصر الالماني في الماء فأن عدد ضربات القلب تثبت لفترة ما ومن ثم تنخفض كثيرا من 267 ضربة الى 40 ضربة بالدقيقة وذلك خلال فترة سبعة دقائق وذلك نتيجة الاختناق .

وتستمر قلوب بعض الحشرات بالنبض لفترات طويلة وذلك في حالة تعرضها للغازات السامة مثل السيانيد والفورمالديهايد واول اوكسيد الكربون وثاني اوكسيد الكربون . وأن قلوب كثير من الحشرات تكون حساسة جدا للغازات حيث وجد بأن قلب ذبابة Phormia يقف عن النبض عند وضع يرقات الطور الثالث في غاز الهليوم النقي او النتروجين ، ويقف نبض قلوب كثير من الحشرات عند تعريضها الى غاز اول اوكسيد الكاربون . وعند تعريض يرقات الانوفليس لغاز ثاني اوكسيد الكربون لمدة 15 دقيقة واعادتها للهواء فأن قلوبها تنبض بصورة طبيعية ، واضافة 5% من غاز Co_2 الى التركيز العالي من الاوكسجين يحفز ضربات القلب ، وتنهيج اليرقات لفترة قصيرة عند وضعها في بيئة نقية من النتروجين اذ يزداد معدل النبض . وفي حالة وضع حوريات ذبابة مايو في ماء مشبع بغاز Co_2 فان قلوبها تتوقف مباشرة وعند ارجاعها الى ماء نقي فتحتاج 45 دقيقة لكي تنبض قلوبها مرة اخرى . وكان تأثير Co_2 على الطور اليرقي الاخير لدودة الحرير هو زيادة نبضات القلب مرتان الى عشرة مرات عما هو عليه في الحالة الاعتيادية .

ويؤدي التخدير بالايثر على ايقاف القلب والسبب يعود الى حساسية الجهاز العصبي العالية الى الايثر ولا تؤثر هذه المادة على العضلات اذ يعتقد بأن الايثر يختزل مادة acetylcholine في مواقع حيوية .

٩ ـ حقن السوائل : ـ

لم يلاحظ تأثير معنوي بمعدل النبض على قلب الصرصر الالماني عند حقنها 0.25 مايكروليتر من الماء ولكن حدثت زيادة معنوية بضربات القلب وذلك لمدة 10 دقائق بعد حقنها 0.5 ـ 1 مايكروليتر من الماء ، اما حقن 1.5 مايكرليتر من الماء الى تجويف جسم الحشرة فأن ذلك يؤدي الى زيادة في عدد النبضات لفترة وجيزة جدا ويلي ذلك توقف القلب في حالة الارتخاء . وقد اقترح بأن زيادة عدد نبضات القلب تعود الى زيادة حجم الدم (الهيمولمف) . وفي حالة حقن يرقات دودة الشمع بالماء المقطر فأن ذلك يؤدي الى نقصان في عدد ضربات القلب اما حقن 25 ـ 50 مايكروليتر من محلول كلوريد الصوديوم بتركيز 0.9% الى تجويف الطور الحوري الاخير او بالغة الصرصر الامريكي لم يؤثر على معدل النبض مطلقا .

ب ـ العوامل التي تؤثر على القلوب شبه المعزولة :
Factors affecting semi-isolated hearts

١ ـ طرق التحضير : Methods of preparation

توجد ثلاثة طرق لتحضير القلب المعزول ، الطريقة الاولى تتم بازالة الرأس والارجل والصدر والسطح السفلي للبطن والاحشاء الداخلية بعناية تامة ، والطريقة الثانية يتم فيها الحفاظ على الرأس والارجل والصدر وازالة السطح السفلي للبطن والاحشاء الداخلية ، اما الطريقة الثالثة فتتلخص بقطع جانب واحد من البطن وبذا فأن الجزء غير المقطوع من البطن ينطوي بعد ازالة الصدر والاحشاء . وتحسب ضربات القلب في الطرق الثلاثة كما هو الحال في القلوب المعزولة من الذكور البالغة والمجموعة من حشرة الصرصر الأمريكي حيث وضعت القلوب في 20 ملم حمام ملحي Yeagers Saline مشبع بالاوكسجين وتم حساب عدد الضربات لفترة دقيقة او اكثر وقد اختلفت عدد الضربات وذلك باختلاف طريقة التحضير .

٢ ـ تأثير مادة Acetylcholine

اشارت التقارير بأن هذه المادة تحفز قلوب الحشرات ولكن التركيز العالي من هذه المادة كما في تركيز 1% الذي لا يؤثر على معدل نبض قلب يرقة الانوفليس السليمة اما تركيز 10^{-8} مولار فيحفز قلب الصرصر الامريكي ويعود السبب الى تحفيز الخلايا العصبية المحركة الموجودة في الاعصاب القلبية الجانبية . ولوحظ بأن تركيز 10^{-4} مولار من مادة acetylcholine Bromide تسبب اطالة فترة وقوف قلب الصرصر في حالة انقباض وذلك بعد ازالة اعصاب القلب ، بينما يستمر القلب بالنبض عند معاملته بمادة acetycholine Chloride بتركيز 10^{-2} مولار .

٣ ـ تأثير مادة adrenaline

يحفز التركيز الواطيء لهذه المادة قلوب كثير من الحشرات بينما التركيز العالي يؤدي الى ايقافها ، وفي بعض الحشرات تسبب هذه المادة انخفاض معدل النبض حيث لوحظ انخفاض معدل نبض قلب الكاروب بحوالي 25% عند معاملة القلب بهذه المادة وبتركيز 10^{-7} ملغم / ملم ولكن ازداد معدل النبض بحوالي 50% عند استعمال تركيز 10^{-8} ـ 10^{-9} مولار . ولم تتأثر قلوب يرقات الانوفليس السليمة عند وضعها في هذه المادة على تركيز 1% .

٤ ـ تأثير الامينات : Effects of Amines

ان استخدام 10^{-7} غم / 100 ملم من مادة dopamine تؤدي الى زيادة معدل نبض قلب الذكر البالغ الحديث العمر لحشرة Acheta بحوالي 21.3% وأن تركيز 10^{-5} غم / ملليليتر تسبب ايقاف نبض قلب هذه الحشرة عندما يكون عمرها 6 اسابيع . ويستجيب قلب الصرصر لمادة dopamine وذلك قبل وبعد ازالة الاعصاب القلبية الجانبية من القلوب المعزولة . ولوحظت زيادة بمعدل نبض قلوب الكاروب بمعدل 10-25% عند استعمال تركيز 10^{-8} ـ 10^{-7} مولار من مادة dopamine وتركيز 10^{-8} مولار من هذه المادة تؤدي الى ايقاف قلوب بعض الحشرات . وعند استعمال مادة Tryptamine hydrochloride بتركيز 10^{-4} ـ 10^{-6} مولار على

قلوب حشرات الكاروب فان ذلك يسبب انخفاض لابأس به في معدل النبض ، بينما كان تأثير مادة Histamine Hydrochloride على قلوب هذه الحشرات هو انخفاض معدل النبض بصورة كبيرة . ولم يلاحظ تأثير مادة Histamine على معدل نبض قلب الصرصر الامريكي .

٥ ـ تأثير مستخلص غدد الاجسام القلبية :

Effects of cardiaca extracts

في حالة وضع زوج واحد من الاجسام القلبية في 10 ملم من محلول الملح الفسيولوجي المحتوي على قلب الصرصر الامريكي فأنه يؤدي الى زيادة معدل النبض بحوالي 50% وتصل ذروة التأثير خلال الخمسة الدقائق الاولى ويستمر لمدة 2 ـ 3 ساعة . ويعتقد بأن مستخلص هذه الغدد تؤثر على خلايا حول القلب مسببة لها افراز مادة Indolalkylamine المسؤولة عن زيادة سرعة النبض ، وتفقد فعالية المادة المسرعة لنبضات القلب من خلايا حول القلب بعد 24 ساعة من قطع رأس الصرصر . وذكر بوجود 4 ـ 5 ببتيدات فعالة في غدد الجسم القلبي للصرصر الامريكي التي تؤثر لفترة طويلة بالاضافة لذلك فأن الغدد تحتوي على جزئيات صغيرة منها مادة 5-HT ومادة Orthodiphenol ومادة adnenergic وقليل من مادة Chymotrypsin التي تؤثر بجرعات قليلة جدا ، ويعتقد بأن وظيفة الببتيد في الجسم القلبي هي زيادة سرعة النبض بينما تقوم مواد 5-Ht و Orthodiphenol كوسائط للعمليات الحيوية . ويعتقد بأن تنبيه عصب الجسم القلبي الداخلي يؤدي الى انطلاق هرمون عصبي Neurohormone بينما تنبيه العصب الخارجي يسبب انطلاق Hyperglycemic وهرمون الغدة الصدرية المسؤول عن تحفيز سرعة النبض .

٦ ـ تأثير 5-Ht (5-Hydroxytryptamine)

وجد بأن تركيز 10^{-9} مولار من هذه المادة تسبب زيادة كبيرة بمعدل نبض قلب الصرصر بينما يكون التركيز المحفز في بالغات حشرة Hyalophora 10^{-8} مولار . ولوحظ وقوف قلوب البالغات

الصغيرة العمر لحشرة Acheta في حالة انقباض عند استعمال تركيز 10^{-6} غم / ملليليتر اما تركيز 10^{-7} - 10^{-8} مولار فيؤدي الى زيادة بمعدل النبض . وتركيز 10^{-7} مولار يعمل كمانع لنبض قلب الحشرة البالغة لـ Acheta عندما يكون عمرها 6 أسابيع ، وكانت لمادة 5-HT تأثير مسرع لمعدل نبض قلوب الجراد الصحراوي والمهاجر . وفي تجربة اخرى تم فيها ازالة الاعصاب الجانبية من قلب الصرصر فلوحظ استمرارية استجابة القلب لهذه المادة ، ويمكن الاستنتاج على أن استجابة القلب لهذه المادة تعتمد على تركيز المادة المستعملة وعلى نوع الحشرة حيث ان بعض الانواع تزداد فيها معدلات نبض قلوبها وفي الانواع الاخرى تنخفض وذلك عند استعمال نفس التراكيز ، وعلى العموم فأن التركيز الملائم يعمل على تحفيز القلب .

٧ ـ تأثير مادتي GABA, Glutamate

توجد معلومات قليلة جدا تتناول تأثير هاتين المادتين على معدل نبض قلب الحشرات المعزول . فقلب الصرصر الامريكي لايتأثر بهذين المركبين عند استعمال تركيز 10^{-3} مولار ، ولكن قد تم الحصول على زيادة ضئيلة بمقدار 15% في عدد النبضات في قلب الكاروب عند استعمال تركيز 10^{-8} مولار من مادة G A B A وانخفاض بحوالي 10 ـ 15% من معدل النبض عند استعمال 10^{-6} ـ 10^{-7} مولار .

تأثير بعض المبيدات على معدل نبض القلب :
Effects of insecticides

تختلف استجابة الحشرات للمبيدات باختلاف انواعها وبذا فانه من الصعب تعميم تأثير المبيدات على نبض قلوب الحشرات ، فالنيكوتين مثلا يقلل قدرة القلب على الارتخاء وبذلك تسود حالة الانقباض ويختلف تأثيره على سرعة النبض باختلاف الانواع ، فعند معاملة القلب بتراكيز منخفضة فانه يزيد من سرعة النبض وباستعمال تراكيز متوسطة يؤدي الى تنبيه القلب اولا ثم الهبوط . وينبه قلب الصرصر الامريكي ثم يوقفه في حالة انقباض عند استعمال تركيز عال من هذا المبيد .