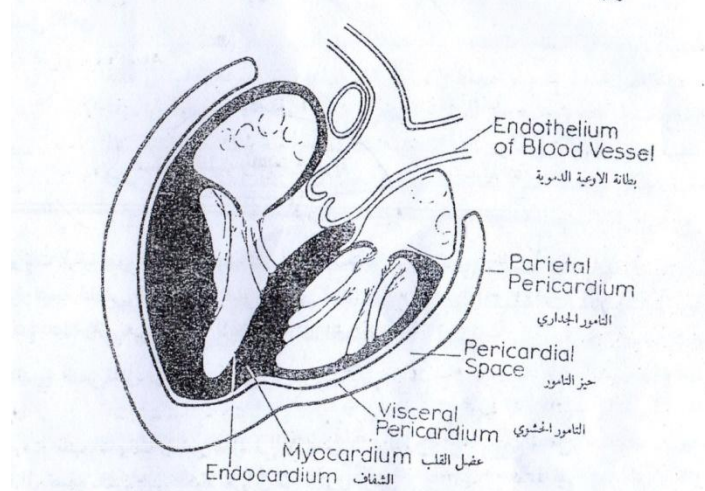


## فسلجة القلب والدورة الدموية

في الحيوانات الراقية ومنها الانسان يكون القلب والاورعية الدموية جهاز مغلق يسير فيه الدم باستمرار نتيجة لتقلص القلب وهذه الحركة المستمرة للقلب تعرف بالدورة الدموية blood circulation والتي هي ضرورية لإنجاز الوظائف الفسيولوجية في الجسم. وتنقسم الدورة الدموية إلى دورة كبرى (الجسمية) وصغرى (رئوية).

**فسلجة القلب:** قلب الثدييات والطيور عبارة عن عضو عضلي مجوف مخروطي الشكل ومقسم طولياً إلى نصفين ايمن وايسر يكونا معزولين عن بعضهما البعض ويقسم كل نصف إلى جزئين حيث النصف الايمن ينقسم إلى جزء علوي او امامي يعرف بالأذين الايمن right atrium واخر سفلي او خلفي وهو البطين الايمن right Ventricle والنصف الايسر كذلك يقسم إلى جزء علوي او امامي وهو الاذين الايسر left atrium واخر سفلي او خلفي وهو البطين الايسر Left ventricle وتتجه قمة القلب apex نحو التجويف البطني ويحاط القلب بكيس مصلي يدعى التامور pericardium او كيس التامور pericardial sac الذي يكون مغلق تماماً وحاوياً على كمية قليلة من سائل يمنع الاحتكاك (التزييت، الانزلاق) ويتكون التامور من طبقتين متميزتين داخلية ملاصقة للسطح الخارجي للقلب وتسمى التامور الحشوي Visceral pericardium او النخاب epicardium اما الخارجية فتسمى Parietal pericardium والتي تستمر مع طبقة التامور الحشوي عند قاعدة القلب التي تدعم وتقوي بواسطة الطبقة الليفية السطحية Super ficial fibrous layer التي تغطي بعد ذلك بطبقة الجنب المنصفة mediastinal pleura layer او تسمى الجنبية التامورية (شكل 1-8).



شكل (1-8) القلب واغلفته Frandon (1981)

تركيب القلب - يتألف جدار القلب من ثلاث طبقات هي الغطاء المصلي الخارجي والذي يعرف بالنخاب epicardium والغشاء البطاني المعروف بالشغاف endocardium والطبقة العضلية السميكة التي هي عضلة القلب myocardium التي تكون مخططة لا ارادية. يمثل النخاب الطبقة الحشوية للتامور وطبقة الشغاف تمثل خلايا بطانية حرشفية بسيطة تغطي تجاويف القلب والصمامات وتستمر مع غلاف الاوعية الدموية وتسمى عضلة القلب ايضاً بالعضلة المخططة اللاإرادية Involuntary striated muscle وهي مشابهة في عدة صفات إلى الالياف العضلية المخططة اللاإرادية على الرغم من ان الخطوط تكون ادق منها في العضلات الجسمية فكلا النوعين من العضلات يحوي على الهيولي العضلي Sarcoplasm وبدرجة كبيرة وكذلك على ليفات عضلية myofibrils، شبكات الهيولي العضلية sarcolemma، النبيبات المستعرضة transverse tubules النوى / nuclei والغمد العضلي sarcolemma اما الاختلاف الاكثر وضوحاً فيتمثل في ميل الياف العضلة القلبية للأرتباط مع بعضها مكونة شبكة. وفعل جهد عضلة القلب Cardiac action potential يكون ابطاً من العضلات الجسمية حيث يدوم حوالي 0.15 ثانية في الاذنين و 0.3 ثانية في البطين في حين يدوم في العضلة الجسمية ذلك حوالي (0.005 - 0.01 ثانية) كذلك الزمن المستغرق لتقلص العضلة القلبية يكون اطول مما يستغرقه فعل الجهد العضلي. وبدلاً من ذروة فعل الجهد الحاد sharp spike potential فإن فعل جهد العضلة يكون طويلاً اشبه بالهضبة Plateau التي تمتد على طول وقت فعل الجهد وتقلص العضلة. وتعطي هذه الفترة الممتدة الوقت اللازم لضخ الدم خارج البطينات وكذلك ملئها قبل ضربة القلب اللاحقة. هذا وتصاب الماشية التي تعيش في المناطق المرتفعة عن سطح البحر بتضخم القلب hypertrophy او يعرف بمرض Brisket disease.

تمتلك خلايا عضلة القلب خطوط متقاطعة وتكون نواتها مركزية الموقع اكثر من الخلايا العضلات المخططة الارادية. وتترتب الالياف العضلية على شكل حلزوني ويعود السبب في ذلك لإن القلب يتطور من انبوب منفرد ينقسم وبالتالي يلتف حول نفسه. وبين كل اذين وبطين ولكلا الجانبين هناك صمام كبير يفصلهما عن بعضهما يدعى الصمام البطيني الاذيني Atrioventricular valve (A – V) valve يكون الايسر منها ذو الشفرتين bicuspid valve لأن في الانسان هناك سدلتان او شرفتان متميزتان، بينما في الواقع في جهة المتين

يدعى بالصمام التاجي mitral valve او يسمى كذلك بالصمام ذو الثلاث شرفات Tricuspid valve لأنه يتألف من ثلاث سدلات او شرفات وترتبط المنطقة العليا للصمام بالجدار الرقيق للبطين عند نقطة ارتباط الاذنين بالبطين والنهايات الحرة للشرفة ترتبط بشكل غير مباشر بجدار البطين عن طريق الحبال الليفية المسماة الاوتار القلبية Chordae tendinea وهذه تمنع دخول الصمام إلى داخل الاذنين عندما يتقلص البطين، ويغلق الصمام البطيني - الاذيني بواسطة قوة ضغط الدم الموجهة على هذا الصمام من داخل البطين.

وهناك الصمام الهلالي الابهرى aortic semilunar valve الذي يتألف من ثلاث شرفات ويقع عند منطقة اتصال البطين الايسر بالأبهر. اما الصمام الهلالي الرئوي pulmonary semilunar valve فهو مشابه إلى الصمام السابق له وواقع عند نقطة اتصال البطين الايمن بالشريان الرئوي وكل من هذين الصمامين يكون مسؤول عن منع رجوع الدم إلى البطين في حالة ارتخاء ذلك البطين. الطريقة الاسهل لمعرفة فكرة التنظيم الداخلي للقلب هو تتبع حركة الدم خلال القلب والرئتين. فالدم العائد إلى القلب من الدورة الجسمية عادة يدعى بالدم الوريدي حيث يكون منخفض نسبياً في محتواه من الاوكسجين في حين الدم نفسه يحمل بواسطة الشريان الرئوي.

ان تسمية الدم الوريدي إلى حد ما تكون غير ملائمة لذلك فهنا نسميه بالدم غير المؤكسج unoxygenated blood. يرجع الدم إلى القلب بواسطة الوريد الرئوي pulmonary vein وبعد ذلك يوزع إلى الجسم بواسطة الشرايين الجسمية ويسمى هذا الدم عادة بالدم الشرياني arterial blood الذي يكون مرتفع نسبياً في كمية الاوكسجين لذلك نسميه هنا بالدم المؤكسج. Oxygenated blood بدلاً من الدم الشرياني. يعود الدم غير المؤكسج إلى القلب بواسطة الوريد الاجوف العلوي او الرأسي cranial vena cave والوريد الاجوف السفلي او الذيلي Caudal vena cava ويدخل هذين الوريدين الكبيرين إلى الاذنين الايمن للقلب الذي يكون ذو جدار رقيق. بعد ذلك يعبر الدم خلال الصمام البطيني - الاذيني الايمن داخل البطين الايمن. لا يصل البطين تماماً إلى قمة القلب apex of heart حيث يشغل البطين الايسر هذه القمة. من الجانب الايمن فأًن البطين الايمن يلتف بشكل حلزوني حول الجهة الرأسية للقلب وينتهي على شكل شريان مخروطي Conus arteriosus عند الجهة اليسرى لقاعدة القلب. ويكون الشريان المخروطي اشبه بالقمع الذي ينشأ من الشريان الرئوي. ويعد الصمام الهلالي

الرئوي تماماً يقسم الشريان الرئوي الى فرعين وكل فرع يحمل يحمل الدم غير المؤكسج الى الشعيرات الدموية في كل رئة حيث يتم تبادل ثاني اوكسيد الكربون في الدم مع الاوكسجين في الاسناخ (الحويصلات) الهوائية alveolar air وترجع الاوردة الرئوية الدم المؤكسج من الرئتين الى الاذنين الايسر ومنه خلال الصمام الاذيني - البطيني الايسر ينتقل الدم الى البطين الايسر. ويضخ البطين الايسر بعد ذلك الدم المؤكسج الى الابهر ليقوم بدوره مع تفرعاته ينقل هذا الدم المؤكسج الى جميع انحاء الجسم بما فيها القلب والرئتين.

### الاوردة الدموية:- blood vessels

الاوردة الدموية تشبه في تفرعاتها الاشجار حيث تبدأ الشرايين الكبيرة بالتفرع الى شرايين اصغر فأصغر لحين الوصول الى اصغر الشرايين التي تدعى بالشريينات arterioles وهذه تستمر بالتفرع لتنتهي بالشعيرات الدموية blood Capillaries التي تتحد فيما بينها ثانياً لتكوين الوريدات venules التي تتحد مع بعضها مكونة اوعية اكبر هي الاوردة veins وبعد ذلك يفرغ اكبر الاوردة داخل اذين القلب.

#### 1- الشرايين:- Arteries

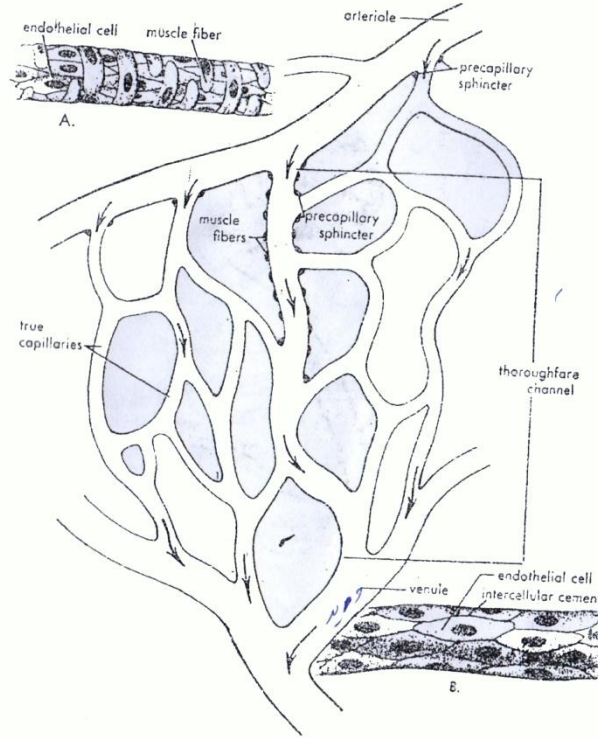
الشرايين عبارة عن تراكيب انبوبية تحمل الدم من القلب واكبر الشرايين تعرف بالشرايين المطاطة Elastic arteries وذلك لأن الجزء الاكبر من جدارها يتألف من نسيج مطاطي وتكون هذه المطاطية مهمة للحفاظ على ضغط الدم خلال عملية الانقباض diastole التي ترتخي relaxed خلالها البطينات.

وتحتوي الشرايين الاصغر على كميات اكبر من العضلات الملساء في جدارها بدلاً من النسيج المطاطي، وتسيطر العضلة الملساء هذه على حجم الوعاء الدموي وبناء على ذلك تسيطر على كمية الدم المارة خلال الوعاء الدموي عند فترة زمنية محددة.

الشريينات التي اصغر هي اصغر الشرايين تكون عضلية مباشرة قبل ان تصبح شعيرات دموية او يحيط بالشريينات عضلات ملساء دائرية سمكية يسيطر بواسطتها على كمية الدم التي تستلمها كل شعيرة دموية ويؤدي الى تقلص العضلة المحيطة بالشريينات الى المحافظة على الضغط الدموي blood pressure على امتداد الجهاز الشرياني arterial system ففي حالة الصدمة shock تتوسع الشريينات او ترتخي وبذلك فأن كميات كبيرة من الدم تذهب داخل الاسرة الشعرية Capillary beds خاصة تلك الموجودة في الاحشاء viscera.

**2-الشعيرات الدموية:- blood capillaries**

وهي عبارة عن انابيب رفيعة تتألف تقريباً من endothelium التي هي امتداد لطبقة الظهارة الحرشفية البسيطة simple squamous epithelium التي تبطن القلب والاعوية الدموية الشكل (2-8). ويمكن ملاحظة ان كل ملمتر مربع واحد من مقطع مستعرض للعضلة التوأمية muscle gastrocnemius في الحصان يحوي على 1350 شعيرة دموية وفي الكلاب 2600 والفئران 4000 والضفدع 400 فقط. وكذلك قدر مجموع اطوال الشعيرات الدموية في الحيوانات الزراعية بحوالي 100.000 كيلومتر. وتكون الشعيرات الدموية ذات جدران رقيقة وذات قطر يكفي فقط لمرور طابور منفرد من الكريات الدموية الحمراء ويعمل جدار الشعيرة كغشاء نفاذ اختياري selective permeable membrane حيث يسمح للماء والاكسجين والمواد الغذائية بمغادرة الدم الى الانسجة وخلاياها وبنفس الوقت يسمح لنواتج الفضلات من خلايا الانسجة بالعبور الى داخل الدم. ويعود الكثير من السائل الخارج من جدران الشعيرات الدموية الى مجالات النسيج tissue spaces مرة اخرى الى الدم عن طريق جدران الشعيرات الدموية. في حين يبقى بعض من السائل في الانسجة كسائل نسيجي والزيادة في السائل تزال عادة بواسطة الاعوية للمفاوية. بالاضافة الى شبكة الشعيرات الدموية او وسائد الشعيرات الدموية التي تتوسط بين الشريينات والوريدات هناك روابط اكبر تعرف بالتحويلات او التشابكات الوريدية الشريانية arteriovenous anastomose shunt هذه التحويلات المباشرة تسمح بتحريك دم اكثر الى جزء ما من الجسم مما لو استخدم فقط الانتقال عن طريق الشعيرات الدموية. وتساعد الزيادة هذه في حركة الدم في الحالات المفاجئة الى تبديل حجم اكبر من الدم وكذلك زيادة طرح الحرارة عن طريق الجلد وزيادة الاوكسجين في الرئتين.



شكل (2-8) يوضح الشعيرات الدموية، الوريدت الشريينات (Frandsen (1981)

### 3- الاوردة: - Veins

تكون الاوردة اكبر من الشرايين المرافقة لها وذات جدران ارق مع كمية قليلة من النسيج العضلي. وتنتشر الصمامات بشكل غير منتظم على طول الجهاز الوريدي واللمفاوي تتألف هذه الصمامات من شرفتين وغالباً ما يقع الصمام عند نقطة اتصاله وريدين او اكثر لتكوين وريد اكبر. ويكون اتجاه الصمامات مع حركة الدم نحو القلب وهي بذلك تمنع رجوع الدم وكذلك تسمح لتقلصات العضلات وحركة اجزاء الجسم في المساعدة على حركة الدم نحو القلب. يكون ضغط الدم في الاوردة منخفضاً لذلك فقد ينتقل ضغط شرياني منخفض خلال الشعيرات الى الاوردة

## جهاز الدوران Circulatory System

### 1- الدورة الرئوية: - Pulmonary Circulatory

الدورة الرئوية هي تلك الجزء من الجهاز الوعائي التي يدور فيها الدم خلال الرئتين فالاذين يستلم الدم غير المؤكسج من الوريدين الاجوفين الرأسي والذيلي، ويعبر الدم بعد ذلك

خلال الصمام الاذيني البطيني الايمن ومن ثم الى داخل الشريان الرئوي حيث يمنع الصمام الهلالي الرئوي من رجوع الدم الى الشريان الرئوي الى البطين الايمن وتضمن مطاطية الشريان التدفق المستمر للدم خلا اسرة الشعيرات الدموية للرئتين.

ويتفرع الشريان الرئوي بعد مسافة قصيرة الى فرعين ايمن يدخل الرئة اليمنى وايسر يدخل الرئة اليسرى وكل فرع يتفرع مرة اخرى الى شرايين فصية Labor arteries تذهب الى فصوص الرئتين. ثم بدورها تتفرع الى عدة فروع مكونة من الشريينات التي تجهز اسرة الشعيرات الدموية الكثيفة في الرئتين. وترتبط الشعيرات الدموية في الرئة بشكل اساسي مع الاسناخ alveoli التي هي اصغر اجزاء الممرات الهوائية للرئتين. وتوجد طبقة خفيفة من النسيج تفصل الدم عن الهواء لذلك توفر فرصة للأوكسجين في الهواء للتبادل مع ثاني اوكسيد الكربون في الدم. وعلى ضوء التبادل الغازي هذا يتغير لون الدم من اللون الازرق غير المؤكسج (الدم الوريدي) الى اللون الاحمر الفاتح للمدم المؤكسج (الدم الشرياني).

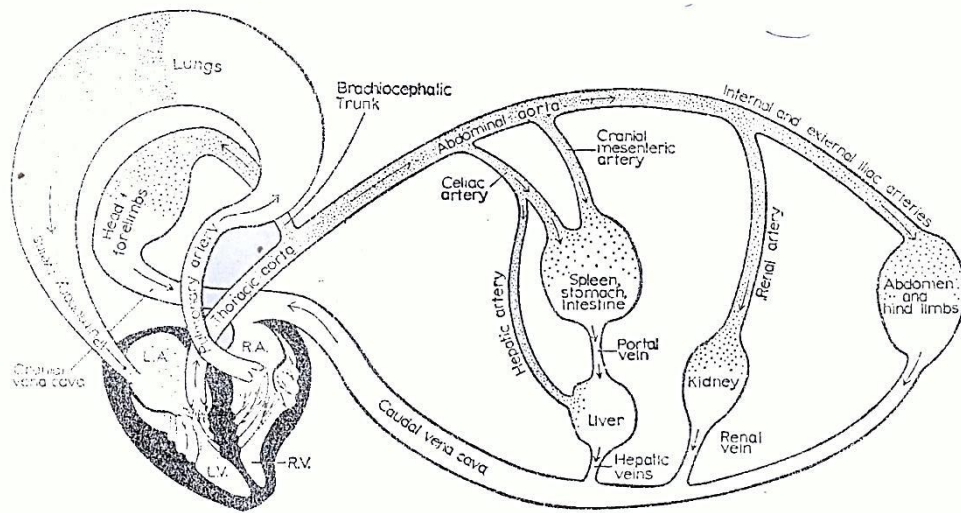
ومن الجدير بالملاحظة ان الدورة الرئوية في الحيوانات البالغة فقط تعتبر المكان الوحيد الذي يوجد فيها الدم غير المؤكسج في الشرايين والمؤكسج في الاوردة. بعد ضخ الدم خلال اسرة الشعيرات الدموية في الرئة يذهب الى الوريدات التي تتحد مكونة الاوردة الرئوية وبعد مغادرتها الرئتين مباشرة تفرغ الدم المؤكسج في الاذين الايسر وبهذا تكمل الدورة الرئوية.

## 2- الدورة الجسمية: - Systematic Circulation

وتسمى كذلك بالدورة البدنية Somatic circulation وتعبر عن حركة الدم المؤكسج الى كافة انحاء الجسم ورجوعه على شكل دم غير مؤكسج الى القلب (شكل 8-3).

ويمكن تقسيم الدورة الجسمية الى عدة دورات كل واحدة منها تجهز عضو وجزء خاص في الجسم، وهذه الدورات يمكن ان تقسم بدورها الى اجزاء اصغر مثل دورة الرأس، ودورة الاطراف الامامية او الخلفية وهكذا. وعموماً فإن البطين الايسر يستلم الدم المؤكسج من الاذين الايسر ومن ثم يضخه الى الدورة الجسمية عن طريق الشريان الابهر الذي هو اكبر شريان جسمي ويمنع الصمام الشرياني aortic valve الواقع عند نقطة اتصال البطين الايسر بالابهر رجوع الدم من الابهر الى البطين الايسر عند ارتخاء البطين الايسر. ويتجه الابهر بعد مغادرة القلب نحو الجهة الظهرية ومن ثم نحو الخلف وباتجاه البطن عند الفقرات الصدرية ويعرف بالابهر الصدري thoracic aorta ويستمر باتجاه الخلف ويخترق الحجاب الحاجز من خلال

الفوهة الابهرية aortic hiatus الموجودة بين جذري الحجاب الحاجز ليكون الابهر البطني abdominal aorta ويتفرع الابهار امام الفقرات القطنية lumbar vertebrae الى شرياني حرقفيين خارجيين external iliac arteries وشريانيين حرقفيين داخليين internal iliac arteries وفي بعض الانواع ينغمر الشريان العجزي الوسطي بين الشريانيين الحرقفيين الداخليين. هذا وتخرج من الابهار عدة تفرعات حيث تخرج التفرعات الاولى منه قبل ان يغادر القلب وهذه هي الشرايين الاكليلين Coronary arteries الايمن والايسر، والتي تؤلف حلقة اشبه بالتاج تحيط قاعدة القلب وتجهز عضلة القلب نفسها بالدم.



شكل (3-8) مخطط عام للدورة الدموية

ان ما يعرف بالختارة الاكليلية Coronary thrombosis او تسمى الذبحة القلبية heart attack تعبر بالحقيقة عن تخثر في الشريان الاكليلي او احد تفرعاته والتي تسبب اضرار



بالغة للقلب نتيجة لنقص الاوكسجين والمواد الغذائية. جمع معظم الدم في اسرة الشعيرات الدموية للقلب الى الاذين الايمن عن طريق الاوردة الاكليلية Coronary veins التي تفرغ بداخل الجيب الاكليلي Coronary sinus للأذين الايمن. وهناك جزء من الدم الوريدي من الدورة الاكليلية يعبر مباشرة خلال جدار القلب الى داخل تجاويف القلب. واول تفرع للأبهر بعد تفرعات الشرايين الاكليلية هو الجذع العضدي الرأسي brachiocephalic trunk الذي يكون في الخيول باعثاً على الشريان العضدي او تحت الترقوي brachial (sub – clavian) artery وبعد ذلك يقسم الى شريان عضدي او تحت الترقوي الايمن وجذع ثنائي سباتي bicarotid trunk والآخر ينقسم الى شريان سباتي عادي ايمن وآخر ايسر Common Carotid artery التي تعبر على جانبي الرقبة لتجهز الجزء الاعظم من الدم الى الرأس والوجه، ومعظم هذا الدم يعود الى الوريد الاجوف الايمن الامامي Cranial vena cava عن طريق الاوردة الوداجية Jugular veins وتكون الاوردة الوداجية موجودة في جميع الحيوانات على شكل اوردة سطحية Superficial veins على طول الرقبة.

وهناك في الماشية والكلاب وريد اضافي هو الوداجي الداخلي الذي يعبر نحو الخلف مع كل شريان سباتي عادي. وتتبع الشرايين تحت الترقوية الايمن والايسر بشكل رئيسي نفس الاتجاه في كل جهة من الجسم وكل واحد يعطي نفس التفرعات.

وكل شريان تحت ترقوي يعبر في مقابل الضلع الاول لجهته ليجهز الاكتاف، الرقبة والطرف الامامي لتلك الجهة ويتفرع الشريان تحت الترقوي داخل القفص الصدري الى عدة فروع منها الفقري Vertebral الصلعي - الرقبي Coato – Cervical، الرقبي العميق deep cervical، الرقبي السطحي Superficial cervical والشرايين الصدرية الداخلية eternal thoracic arteries وتجهز فروع الشريان تحت الترقوي هذه الدم للجزء الخلفي من الرقبة والاضلاع الاولى من القفص الصدري والجزء الظهري للأكتاف. وبعد عبور الشريان تحت الترقوي الضلع الاول يستمر على طول الابط axilla ويسمى بالشريان الابطي axillary artery ويمتد بداخل العضلة المدملجة الكبيرة teres major muscle. من وتر العضلة المذكورة والى المرفق elbow فأن الشريان الرئيسي للطرف الامامي forelimb يدعى بالشريان العضدي brachial artery ويتسمر خلف المرفق وبذلك يسمى الشريان الوسطي median artery. ويسمى النوع الرئيسي للشريان الوسطي بالشريان الراحي الوسطي medial palmer artery.

artery او يسمى الشريان الاصبعي العادي Common digital الذي يعبر بعيداً في السنغ metacarpus الى مؤخرة القائم الذي ينقسم الى الشريان الاصبعي الوسطي والشريان الاصبعي الجانبي Lateral digital. ويعبر الابهر راجعاً في القفص الصدري امام من الجهة البطنية معطياً عدد من الفروع الصغيرة التراكيب الصدرية مثل الفروع المتجهة الى المرئ، الحجاب الحاجز والرئتين.

وتتمتد الشرايين القصصية branchial arteries على طول القصبات وتجهز الدم المؤكسج الى انسجة الرئة هذا اضافة الى الدم غير المؤكسج المحمول بواسطة الشريان الرئوي Pulmonary artery وتعتبر الشرايين بين الضلعية (الوريدية) inter costal arteries (معظمها ينشأ من الابهر) جانبياً ومن صثم الجهة البطنية مباشرة خلف كل زوج من الاضلاع وبكلمة اخرى هناك زوج من الشرايين بين الضلعية لكل زوج من الاضلاع ويجهز الجزء العضلي من الحجاب الحاجز بالدم بواسطة فروع الحجاب الحاجز Phrenic branchos للأبهر الصدري، ومباشرة بعد عبور الابهر الحجاب الحاجز ينشأ منه الشريان البطني Celiac artery الذي يكون كبير ومفرده ويجهز الدم بشكل عام للمعدة، والطحال، والكبد بواسطة الشرايين المعدية Gastric، الطحالية Spleenic، والكبدية Hepatic على التوالي. ومن الطبيعي ان يعتمد التقعر الدقيق للشريان البطني الى حد كبير على نوع المعدة في المجترات يكون تقعره اكثر تعقيداً من الحيوانات غير المجترّة او الحيوانات ذات المعدة البسيطة. ومباشرة خلف الشريان البطني يقع الشريان المساريقي الرأسي Cranial mesenteric artery الذي يكون كبير ومفرّد ويتفرع الى شرايين اصغر تجهز معظم الامعاء الدقيقة وبصورة اكثر الامعاء الغليظة. ان عدد وتوزيع فروع الشريان المساريقي الرأسي يتباين بشكل كبير بين انواع الحيوانات حيث يكون في الخيول اكثر تعقيداً. ويستلم الجزء الذيلي Caudal mesenteric artery وهناك الشرايين الكلوية Renal – arteries التي تجهز الدم الى الكليتين والتي هي عبارة عن زوج من الشرايين تنشأ مباشرة خلف الشريان المساريقي الرأسي وكل شريان كلوي يظهر كبيراً مقارنة الى حجم الكلية. ووظيفة الشريان الكلوي هو ليس تجهيز الدم الشرياني الى الكلية فقط، ولكن حمل كميات كبيرة من الدم لترشيحها Filtration وتنقيتها في الكلية Purification.

وتنشأ مباشرة من الابهر او من الشرايين الكلوية او من الشرايين بين الضلعية او من الشرايين القطنية Lumbar arteries شرايين الغدة الكظرية. وبما ان الخصيتين في الذكور تقع

خلف الكليتين مباشرة لذلك فان تجهيزها الدموي يتم بواسطة الشرايين الخصوية Testicular arteries (الشرايين النطفية البينية Internal Spermatic) التي تنشأ خلف الشرايين الكلوية وتكون على هيئة زوج من الشرايين واحد منها يجهز الخصية. وفي الاناث تسمى الشرايين المقارنة للذكور بشرايين المبيض Ovarian arteries (الرحمية المبيضية Uteroovarian) وهذا الزوج من الشرايين يجهز الدم إلى الجزء الرأسي من قرني الرحم Uterine horns كما يجهز المبايض ويعطي الابهر البطني بعض التفرعات مثل الشرايين القطنية التي تنشأ خلف الحجاب الحاجز وكل زوج من هذه الشرايين يعبر الاضلاع ليجهز الدم إلى جدار الجسم في تلك المنطقة. والشرايين الحرقفية الداخلية Internal iliac التي هي اكثر التفرعات الوسطية للأبهر تكون عبارة عن زوج من الشرايين ايمن وايسر وكل شريان حرقفي داخلي مع تفرعاته يجهز منطقة الحوض Plevis والورك hip او الكثير من اعضاء التناسل الذكرية والانثوية.

فروع الشرايين الحرقفية الداخلية هي الشريان الالوي الرأسي Cranial gluteal والشريان الساد Obturator، الشريان الالوي الذيلي Caudal gluteal والشريان الحيائي الداخلي Internal pudendal اما الشرايين الحرقفية الخارجية فتعطي جزء من الدم إلى الجدار البطني، وكيس الصفن Scrotum او الغدة اللبنية mammary gland ويستمر إلى الاطراف الخلفية ويسمى الشرايين الفخذية femoral arteries والشريان الفخذي ينزل من المنطقة الوسطية للفخذ معطياً تفرعاته إلى العضلات الرئيسية المحيطة بالفخذ ويستمر الشريان الفخذي باتجاه المنطقة السفلية ويسمى بالشريان المأبضي Popliteal artery وبعد ذلك بقليل ينقسم الشريان المأبضي إلى شريان صنبوني رأسي وآخر ذيلي Cranial & caudal tibial arteries. الشريان الصنبوني الذيلي يجهز الدم إلى عضلة الفخذ gaskin اما الشريان الصنبوبي الرأسي فيكون أكبر من الذيلي ويعبر نحو الامام بين الصنبوب tibia والشظية fibula وينزل إلى مقدمة الرجل إلى العرقوب hock ويجهز الشريان الصنبوبي الرأسي فروعاً إلى مفصل العرقوب وينزل إلى منطقة الشط metarsal region لذلك يسمى بالشريان المشطي الظهري (العظيم) dorsal (great) matersal. وعند النتوء في مؤخرى قائمة الفرس الزر fetlock ينقسم الشريان المشطي الظهري إلى شريان اصبعي وسطي medial digital artery وشريان اصبعي جانبي. مع ملاحظة بعض الاستثناءات فإن الاوردة تسمى بنفس اسماء الشرايين المصاحبة لها. والاوردة عموماً تكون أكبر من الشرايين المصاحبة لها واكثر عدداً وغالباً ما تكون سطحية (قريبة

من الجلد). مثال ذلك الشريان العضدي يحمل الدم إلى الطرف الامامي والاصابع ربما يرافقه اثنان او ثلاثة اوردة عضوية وترجع نفس الدم إلى القلب. وكما موضح سابقاً بأن جميع الاوردة تقريباً تصب في وريدين رئيسيين هما الوريد الاجوف الرأسي والذيلي وبهذا فإن الدم غير المؤكسج يرجع إلى الاذنين الايمن للقلب. ويستلم الوريد الاجوف الرأسي الدم من الرأس والرقبة، الاطراف الامامية وجزء من الصدر اما روافده فهي الاوردة الوداجية jugular veins (الداخلي والخارجي)، الاوردة تحت الترقوية، الاوردة الضلعية الرقبية Costo cervical والاوردة الصدرية الداخلية، والاوردة الفقرية، الوريد المفرد azygod vein ويستلم الوريد الوداجي الخارجي للدم بشكل رئيسي من منطقة الرأس وفي حالة وجود الوريد الوداجي الداخلي فإنه يستلم مع الاوردة الفقرية الدم القادم من الدماغ brain ويستلم كلا وريدي تحت الترقوي الدم من نفس المنطقة التي يجهزها بها الشريان تحت الترقوي وتفرعاته التي تصل إلى الاكتاف والرقبة والاطراف الامامية. ويتكون الوريد الاجوف الذيلي من اتحاد الوريدين الحرقفين الداخليين مع الوريدين الحرقفين الخارجيين ويستلم بالإضافة إلى ذلك الاوردة القطنية، والخصوية والمبيضية، والكلى والكظرية واوردة بين الضلعية (وربية). وبما ان الوريد الاجوف الذيلي يمر بالقرب من الكبد فإن بعض الاوردة الكبدية القصيرة تدخل اليه مباشرة من الكبد.

### 3- الدورة البابية الكبدية Hepatic portal system

لهذه الدورة اهمية استثنائية في التنظيم الطبيعي للدورة الجسدية التي يتفرع فيها الشريان إلى اسرة الشعيرات الدموية التي يعاد اتصالها مع بعضها البعض لتكون الاوردة التي تكون روافد مباشرة إلى الوريدين الاجوف الرأسي والذيلي. في الدورة الكبدية تجهز معظم فروع الشريان البطني والشريانين المساريقيين الرأسي والذيلي اسرة الشعيرات الدموية للطحال والقناة الهضمية. ويرجع الدم في المعدة والطحال والامعاء والبنكرياس عندما يرشح في الكبد بواسطة الدورة البابية الكبدية قبل ان يدخل الدورة الرئيسية (الجسدية) ويدخل الدم في هذه المنطقة الوريد البابي الذي هو بداية الدورة البابية الكبدية. وتشمل روافد الوريد البابي.

الوريد المعدي من المعدة، والوريد الطحالي من الطحال والاوردة المساريقية من الامعاء واوردة البنكرياس من البنكرياس ويدخل الوريد البابي الكبد ويتفرع مباشرة إلى فروع اصغر فأصغر داخل الكبد لحين تكون الجيبات Sinuseoids (شبكة الشعيرات الدموية). وفي هذه الحالة فإن الدم يكون على اتصال مباشر مع خلايا حبال الكبد Liver Cards وبعد تعرضه

إلى هذه الخلايا فأن الدم ينتقل من الجيابينات إلى الوريد المركزي لكل فصيص في الكبد. ثم تتحد الاوردة المركزية هذه وتكون الاوردة الكبدية التي تفرغ الدم في الوريد الاجوف الخلفي. ومن المفيد للدم القادم من القناة الهضمية لن يتعرض إلى خلايا الكبد قبل دخوله الدورة الرئيسية (الجسدية) حيث يسمح هذا الاتصال للاستفادة من المواد الغذائية او تخزينها في الكبد لحين الاستفادة منها لاحقاً وكذلك يعطي فرصة للكبد ان يزيل المواد السامة الموجودة في الدم والممتصة من قبل الجهاز الهضمي والشريان الكبدي هو فرع من الشريان البطني ويحمل الدم المؤكسج إلى الكبد ويدخل في نفس منطقة دخول الوريد البابي وخروج القناة الصفراوية للكبد تقريباً والدم من الشريان الكبدي يجهز الاوكسجين والمواد الغذائية إلى سدة Stroma الكبد ويغادرها عن طريق الجيابينات بالأوردة المركزية ومن ثم الاوردة الكبدية. والتنظيم الذي يتفرع فيه الوريد إلى شعيرات دموية ومن ثم يعاد اتحادها لتكوين وريد آخر يسمى بالجهاز البابي او الدورة البابية مثال ذلك الدورة البابية للغدة النخامية.

وفي الطيور وبعض الزواحف والبرمائيات فإن الجزء العائد من دم الاطراف الخلفية يدخل إلى الكليتين مكوناً دورة بابية كلوية renal portal circulation.

## فسلجة الدوران Physiology of circulation

فسلجة الدوران موضوع معقد يتضمن تفاصيل جميع حوادث الدورة القلبية Cardiac cycle وكذلك حركة السائل والضغط والنشاط العصبي والكهربائي الحيوي Bioelectrical activity والاسس الكيماوية والفيزيائية.

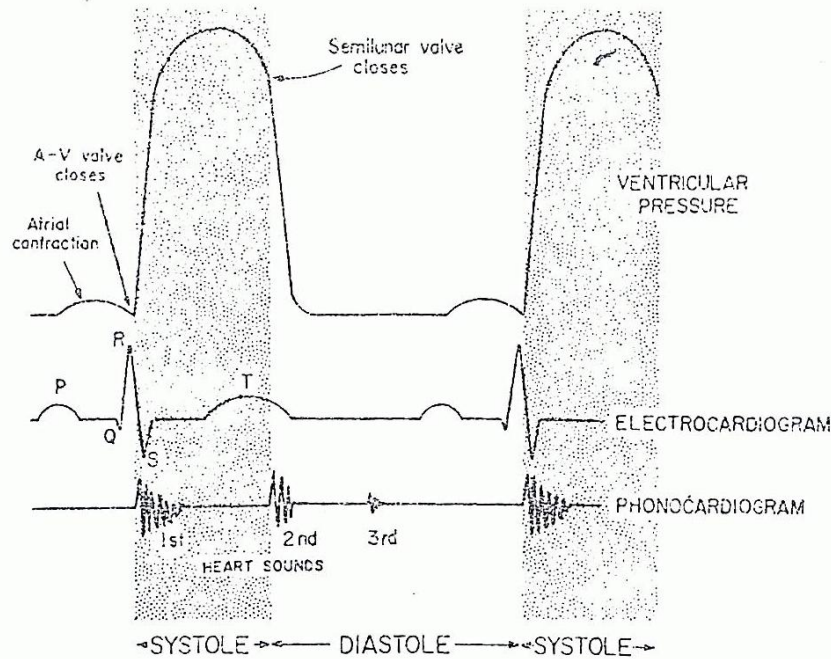
### الدورة القلبية – Cardiac cycle

تعبير عن سلسلة الحوادث الحادثة خلال ضربة قلب كاملة heart beat وتحدث هذه بتسلسل خاص.

استرخاء القلب Diastole: تدل على استرخاء تجاويف القلب خلال او قبل مليء ذلك التجويف بقليل ويمكن ان يكون الاسترخاء هذا للأذين الايمن والايسر او استرخاء البطين الايمن والايسر.

تقلص القلب Systole: يدل على اي تقلص من تجاويف القلب لعملية تفريغ ذلك التجويف ويمكن ان يكون التقلص بطيني (ايمن او ايسر) او اذيني (ايمن او ايسر) وعندما يتفوق الضغط الاذيني atrial pressure على الضغط البطيني ventricular pressure فإن

الصمامات A – V Valve تفتح سامحة للدم بالمرور إلى البطينين المنبسطين. ويؤدي هذا إلى نزول حوالي 70% من الدم الموجود في الأذنين ويحدث ذلك قبل التقلص الأذيني ثم يزال الاستقطاب من الأذين ويتقلص (الانقباض الأذيني atrial Systole) دافعاً البقية الباقية من الدم الأذيني (30%) بالنزول إلى داخل البطينات (شكل 4-8) وعند الارتخاء الأذيني (الانقباض الأذيني Atrial Diastole) فإن البطينين يزالان استقطابهما Depolarize وبعد ذلك تتقلص (الانقباض البطني) ويدفع هذا الضغط البطني الكبير الصمامات الأذينية A – V Valve للأنغلاق معطياً الصوت الأول للقلب وفي هذه اللحظة فإن جميع صمامات القلب تكون مغلقة وهذا الطور هو التقلص المتساوي الحجم isometric Contraction أو يسمى Isovolumetric الذي يكون عندما يتعاضم الضغط أو الشد العضلي ولكن هناك تغيير طفيف في طول الألياف العضلية. بعد ذلك يفوق - تعاضم الضغط البطني الضغوط الشريانية مسبباً انفتاح الصمامات الهلالية للأبهر والشريان الرئوي.



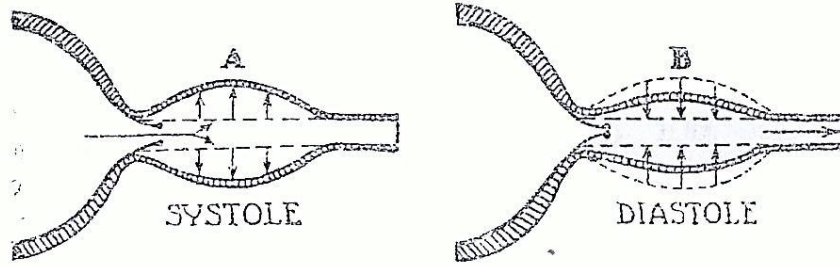
شكل (4-8) علاقة الضغط البطني إلى مخطط القلب الكهربائي ومخطط اصوات القلب خلال الدورة

القلبية (Farndson 1982)

ويندفع الدم من البطين الأيسر نحو الأبهر ومن البطين الأيمن نحو الشريان الرئوي وتعرف بداية الانقباض هذا بالطور السريع القذف rapid ejection phase الذي يتبع بطور المنخفض القذف reduce ejection phase التي خلالها ينخفض البطني ويعاد استقطابه

وبعد ذلك يأتي طور بدأ الانبساط protodiastole حيث ينخفض الضغط البطيني ويبدأ الضغط الشرياني بالزيادة على الضغط البطيني.

ويؤدي الضغط الشرياني إلى استمرار حركة الدم نتيجة لمطاطية جدران الشرايين التي تغلق الصمامات الهلالية للأبهر والشريان الرئوي (محدثاً الصوت الثاني للقلب). (شكل 5-8).



شكل (5-8) يوضح دوران الجدران المطاطية للأبهر في المحافظة على دوران الدم Farndson (1982)

وفي هذه اللحظة تكون الصمامات الاذينية البطينية A - V Valve مغلقة ايضاً نتيجة لضغط الدم الموجه ضدها في الانقباض البطيني وبهذا يكون عندنا طور الارتخاء المتساوي الحجم Isovolumetric relaxation phase والذي خلاله ترتخي الالياف العضلية للقلب بدون حدوث استطالة لها. وبهذا فإن الدم لم يدخل البطينات ليوسع الالياف (فقط الدم القادم من الوريد الاكليلي المباشر الذي يصب مباشرة بداخل البطينات). وهذا الطور هو بداية الانبساط حيث تبدأ الاذينات باستيعاب كمية ثابتة من الدم وعندما يفوق ضغطها البطينات تبدأ دورة جديدة.

### اصوات القلب Heart Sounds

يمكننا سماع صوتين متميزين للقلب يتكررا بشكل غير واضح فالصوت الأول هو (لب) والثاني (دب) ويفصل بينهما فترة قصيرة متبوعة لفترة سكون Pause طويلة. لذلك سرعة القلب heart rate عندما تكون بطيئة فإن فترة السكون فيه تكون طويلة. ان انغلاق الصمامات الاذينية البطينية خلال وقت تقلص الالياف العضلية للبطينات هو الذي ينتج الصوت الأول

للقلب والذي يكون اطول من الصوت الثاني. اما الاهتزازات الحادثة في جدران الاوعية الدموية وكذلك انغلاق الصمامات الهلالية فهي التي تنتج الصوت الثاني. وهناك حالة تعرف بالقصور الصمامي Valvular insufficiency الناتجة عن عدم انغلاق الصمامات بشكل جيد مما يسمح بمرور الدم في اتجاه خاطئ وفي وقت غير مناسب او تسمى الحالة اعلاه باللاكفاية Incompetence وينتج عن ذلك صوت القلب غير طبيعي او نفخة murmur وهناك حالة معاكسة لذلك وهو فشل الصمام في الانفتاح كاملاً نتيجة لزيادة سمكه او وجود نسيج ندبي scar tissue وتعرف الحالة بالتضييق stenosis والصوت الناتج عن هذه الحالة غير الطبيعي نتيجة لاندفاع الدم القوي خلال فتحة ضيقة جداً. والحالتين سواء القصور او الضيق تزيد من اجهاد القلب. كذلك التهاب الشغاف endocarditis تحدث حالات مرضية في صمامات القلب والتهاب الحمرة Erysipelas في الخنازير غالباً ما ينتج التهاب الشغاف.

### جهاز التوصيل في القلب:- Conduction system in the heart

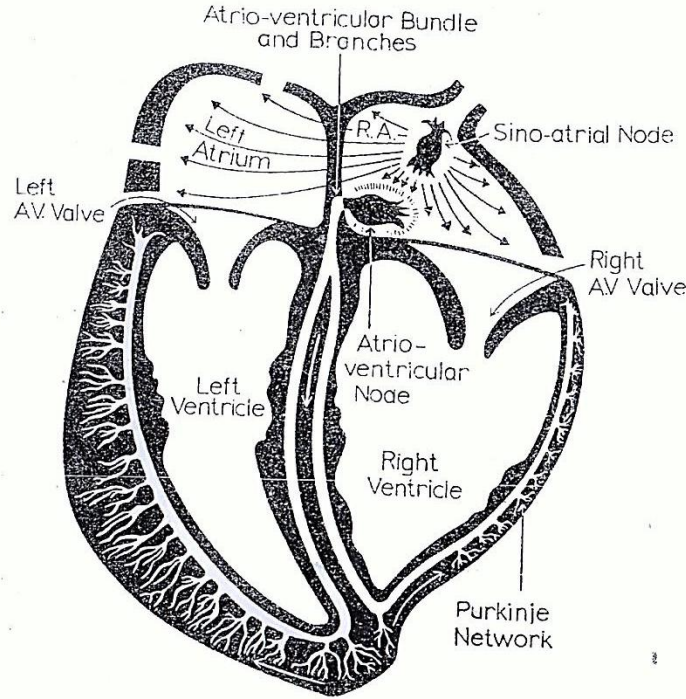
تنشأ ضربة القلب عادة من العقدة الجيبية الاذينية Sino – atrial (S – Anode) node والمسماة بمنظم ضربات Pacemaker في القلب وتمثل العقدة المذكورة مجموعة من الخلايا العضلية القلبية المتخصصة الواقعة عند التقاء الوريد الاجوف الرأسي والاذين الايمن ثم ينتشر الباعث العصبي من العقدة الجيبية الاذينية على طول الاذينيين مسببة لهما تقلصاً عند الانقباض الاذيني ولم يلاحظ الياف خاصة تربط العقد الجيبية الاذينية بالعقدة الاذينية البطينية بل هناك الياف عضلية اذينية عادية فقط. وتقع العقدة الاذينية البطينية داخل جدران الاذين الايمن في الجزء السفلي الظهري من منطقة الحاجز Septum التي تفصل بين الاذينات وتلتقط البواعث العصبية من عملية ازالة الاستقطاب التي تحدث في الاغشية العضلية للأذينات وتنقلها إلى العضلة البطينية عن طريق الحزمة الاذينية البطينية A – V Valve او ما تعرف بحزمة هس bundle of His التي تمتد على شكل شريط ضيق طويل من الالياف داخل الحاجز الذي يفصل البطين الايسر حيث تتفرع إلى فرعين يمر احدهما في جدار البطين الايمن والاخر في جدار البطين الايسر وتتفرع كل منهما إلى الياف متشابكة يطلق عليها شبكة بركنجي التي تنتشر تحت التامور وفي عضلات القلب مسببة زوال الاستقطاب للبطينات وحصول الانقباض ولحسن الحظ فإن جهاز التوصيل مصمم بحيث لا ينقل البواعث العصبية من الاذينات إلى البطينات بشكل سريع جداً هذا ما يعطي الوقت الكافي لتفريغ الاذينات محتوياتها من الدم في البطينات



والدور الاساسي بهذا العمل تقوم به العقدة الاذينية البطينية والالياف الناقلة المرتبطة بها حيث هي التي تقوم بتأخير البواعث العصبية. وطريق او ممر (عقدة A - V ، وحزمة A - V وشبكة بركنجي) المؤلف من الياف عضلية محورة التي تشكل الطريق الطبيعي لانتقال البواعث العصبية من الاذينات إلى البطينات واي انقطاع يحصل في البواعث المنقولة بهذا الطريق يعرف بحصر القلب heart block الذي يحدث في معظمه في الحزمة الاذينية البطينية التي تقطع الاتصال بين الاذينات والبطينات وبهذا فإن الاذينات تستمر في الضرب beat في المعدل الطبيعي في حين تكون ضربا البطينات ابطأ كثيراً لذلك ينفصل عن الضرب الاذيني.

### السيطرة على سرعة القلب Control of heart rate

يكون التنظيم الداخلي لضربات القلب بواسطة عقدة (S - A) ومن خلال العقدة البطينية الاذينية (A - V)، حزمة (A - V) وشبكة بركنجي كافياً للحفاظ على ضربات القلب المنتظمة بدون اي سيطرة عصبية خارجية وتصل الالياف الودية Sympathetic fibers القلب عن طريق زوج من العقد النجمية Sympathetic nervous system في حين تصله الالياف نضير الودي parasympathetic fibers من زوج الياف من العصب المبهم Vagus nerves وينظم سرعة القلب وطول تقلصه بواسطة النبضات القادمة من الجهاز العصبي اللاإرادي Autonomic nervous system (شكل 8-6) فالتحفيز الودي يزيد من نشاط القلب عن طريق زيادة قوة التقلص، سرعة التقلص، سرعة التوصيل وسير الدم الاكليلي في حين يكون التحفيز العصبي للمبهم مثبط للعوامل اعلاه وهكذا فإن التحفيز نضير الودي يسمح براحة القلب عندما تكون بقية اعضاء الجسم في راحة وعلى العكس التحفيز الودي الذي يجهز الدم إلى العضلات المخططة، الكبد، الدماغ، لكي يزداد النشاط الفسيولوجي. وتمتاز سرعة القلب الطبيعية في الحيوانات الصغيرة بأنها اسرع منه في الحيوانات الكبيرة (جدول 8-1).



شكل (6-8) جهاز التوصيل في القلب (Frandsen 1982)

### ضغط الدم :- Blood Prssuer

لأجل المحافظة على استمرارية حركة الدم يجب ان يكون هناك فروق في الضغط ابتداءً من الضغط العالي عند البطينات ونزولاً بالتدرج إلى الضغط الواطيء في الاوردة الرئيسية وعند الاذنيات. وفي الحيوانات البالغة فإن ضغط الجهة اليسرى (الاذين والبطين اليسرى) يكون اعلى بكثير من الضغط للجهة اليمنى (الاذين والبطين اليمنى) وعلى الرغم من ان نفس الكمية من الدم تضخ في كلا الاتجاهين للقلب فإن مقاومة الدورة الجسمية أكبر بكثير من مقاومة الدورة الرئوية، وعلى هذا الاساس فإن الضغط الناتج من الجهة اليسرى للقلب يجب ان يكون اعلى من ذلك الوجود في الجهة اليمنى ويمكن ان يعرف ضغط الدم على انه ضغط الدم المبذول ضد جدران الاوعية الدموية. وتنتج بداية الضغط من تقلص البطينات وهو ما يعرف بضغط الانقباض والدم المدفوع بداخل الشرايين الكيرة المطاطة يوسع جدرانها، وعندما ترتخي البطينات فان انغلاق الصمامات الهلالية يمنع رجوع الدم من الشرايين إلى القلب والشريينات الصغيرة تعيق حركة الدم إلى الشعيرات الدموية.

## جدول (1-8) يبين سرعة القلب Heart rate لبعض الحيوانات والانسان

نوع الحيوان	سرعة القلب (ضربة/ دقيقة)
الفيل	20
الحصان	70-23
البقرة	70-60
الخنزير	86-55
الاغنام	120-60
الماعز	135-70
الكلب	130-100
الانسان	70
القطه	140-110
الدجاجة	400-200
الفأر	850-325
العصفور	1000-700

يبقى الضغط المبذول من قبل الجدران المطاطة للشرايين الضغط (ضغط الانبساط) داخل الشرايين ويحافظ على حركة الدم الهادئة داخل الشعيرات الدموية عندما البطينات تكون مرتخية. وتكون السيطرة على توزيع الكميات المناسبة من الدم إلى المناطق المختلفة من الجسم المهمة لأن احتياجات المناطق والاعضاء تتباين بشكل كبير تبعاً للحالة الفسيولوجية لهذه الاعضاء فعلى سبيل المثال تحتاج عضلات الساق في الابقار لكميات أكبر من الدم عندما تركض وكذلك الاحشاء الداخلية تحتاج إلى كميات أكبر من الدم في حالة بدء عملية الهضم والضرع يحتاج لدم اكثر في حالة انتاج الحليب.

ويسيطر على توزيع الدم جزئياً، عن طريق تنظيم حجم الشرايين وتسمى هذه بالشرايين الموزعة distributing arteries والتي تحتوي في جدرانها على عضلات ناعمة تقوم بالسيطرة على حجم تجويف الشرايين من الداخل وبالتالي تحدد كمية الدم المتحركة وهناك سيطرة اضافية توفرها الشرايين حيث يحافظ على ضغط الانبساط الشرياني وكذلك تخفض ضغط الدم الداخل

إلى الشعيرات الدموية. ان الانخفاض الحاد في الضغط يتأثر بالشريينات عندما يدخل الدم الشعيرات الدموية لأن الجدران الرقيقة للشعيرات الدموية لا تستطيع ان تقف بمواجهة الضغط المرتفع الموجود عند جهة الشريينات. وان انخفاض الضغط يمكن تحقيقه بواسطة العديد من اقنية اسرة الشعيرات الدموية التي تؤدي إلى زيادة المساحة التي يدخلها الدم ويتوزع فيها وبهذا ينخفض الضغط نتيجة لتوزيع وانتشار الدم الذي يسهل عملية التبادل الغازي خلال جدران الشعيرات الدموية. ويستمر انخفاض ضغط الدم العابر من الشرايين إلى الشعيرات الدموية وإلى الوريدات ومن ثم إلى الاوردة وأخيرا إلى الوريد الاجوف.

في الحقيقة ربما يحدث الضغط السالب (اقل من الصفر) في الوريد الاجوف خلال طور الشهيق في عملية التنفس. ويؤدي إلى تقلص الحجاب الحاجز إلى رجوع الدم الوريدي إلى القلب بطريقتين. هما الضغط السالب في القفص الصدري والمتولد نتيجة انخفاض (او تقلص) قبة الحجاب الحاجز مما يؤدي إلى زيادة حجم التجويف الصدري. مما يقود الدم إلى داخل الوريدين الاجوفين الرأسي والذيلي الذي يحجز بواسطة الصمامات الكبيرة الواقعة بالقرب من منطقة دخول الاوردة داخل القفص الصدري.

بالاضافة إلى ذلك فإن ارتفاع الضغط في الاحشاء البطنية abdominal viscera الناتج عن تقلص الحجاب الحاجز وهبوطه ضاغطاً على الاحشاء يؤدي إلى ضغط الدم من الاوردة البطنية إلى داخل القفص الصدري بواسطة الوريد الاجوف الذيلي.

ان حركة الدم متعلقة بشكل مباشر بالضغط غير المباشر بالمقاومة وعلى هذا الاساس فإن الضغط وحده لا يؤدي إلى حركة الدم ولكن الاختلاف في الضغط بين نقطة واخرى داخل الوعاء الدموي هي التي تسبب الحركة.

وتتأثر مقاومة حركة الدم بالدرجة الاساس بأحتكاك الدم مع جدران الاوعية الدموية واحتكاك طبقات الدم المتحدة المركز (تكون قليلة قرب المركز وكثيرة خارج المركز) تزداد في الاوعية الكبيرة الطويلة وكذلك ي الدم العالي الكثافة اما الاوعية الواسعة القطر تتصف بانخفاض الاحتكاك والمقاومة.

والمقاومة هي عبارة عن نسبة مباشرة إلى طول الوعاء الدموي وكثافة السائل في حين المقاومة يعبر عنها بنسبة عكسية إلى القوة الرابعة لطول قطر الوعاء الدموي وهذا الكلام يمكن

ان يعبر عنه بالمعادلات التالية:  
الضغط الدموي

حركة الدم = الضغط - حركة الدم X المقاومة

وتعطي المعادلات المسماة بسيولي Poiseuille's law حركة الدم عندما تكون جميع السوائل والمتضمنة ضغط الدم، طول الوعاء الدموي، قطر الوعاء الدموي والكثافة معروفة لذا

$$\text{سرعة الجريان} = \frac{\pi \times (\text{نق})^2}{8 \times \text{ط}} \times \frac{\text{ض} 1 - \text{ض} 2}{\text{ل}}$$

حيث ض 1 - ض 2 يعني الضغط الدموي في نهايتي الوعاء الدموي، نق = نصف قطر الوعاء، ب = الكثافة و ط = طول الوعاء.  
 $\pi$  = النسبة الثابتة.

وتطبق هذه المعادلة عندما تكون حركة الدم انسيابية ولكن في احالة اضطراب حركة الدم فتطبق معادلة رينولد Reynold's formula.

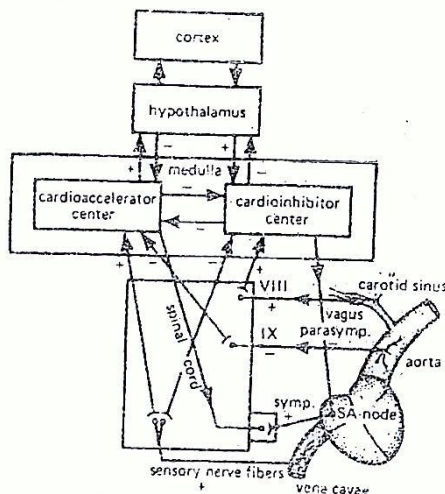
### السيطرة على القلب والدورة الدموية Control of the heart & Circulation

تشارك العوامل الفيزيائية والهرمونات والاعصاب جميعها في تنظيم سرعة القلب heart rate ونتاج القلب Cardiac output ويحافظ على معدل ضغط الدم الشرياني بشكل ثابت نسبياً عن طريق تعديل نشاط القلب على الرغم من وجود العديد من التذبذبات fluctuation في الضغوط الموضعية Local pressure وسرعة الجريان flow rate وحجوم الدم. وبسبب العديد من التداخلات بين وظائف الاجهزة المختلفة مثل الجهاز التنفسي، جهاز التنظيم الحراري، الجهاز الابرزي مع وظيفة جهاز الجوران فقد اصبحت عملية فهم وادراك العوامل المسيطرة على القلب والدورة الدموية معقدة نتيجة لتداخل العوامل التي ذكرت اعلاه: الميكانيكية الاولى تسيطر على نتاج القلب هي خواص خلايا عضلة القلب حيث في حالة امتلاء البطينات بكميات كبيرة من الدم اكثر من الحد الطبيعي لها فإن تقلص الانقباضي اللاحق وكذلك حجم الضربة Stroke Volum يكون ايضاً اعلى من الطبيعي وفي هذه الحالة فإن القلب يسيطر على النتاج Output بشكل تلقائي بموجب درجة التزود Input بالدم (او امتلاء البطينات). ومن المسلم به وتحت الظروف الطبيعية فإن نفس الحجم من الدم يدخل البطينات قبل كل تقلص وفي حالة بقاء كمية ن الدم في القلب لأي سبب كان فان البطينات عند الضربة اللاحقة تحوي كمية أكبر من الحجم الطبيعي (الزيادة الحاصلة من الكمية المتبقية السابقة) مما يؤدي إلى توسع الياف العضلة

القلبية مسببا لها استجابة أكبر للتقلص. وتكون السيطرة العصبية والهرمونية مسؤولة عن النتائج العام للقلب في مختلف الحالات للحيوانات السليمة.

فالمراكز المسيطرة الرئيسية على الجهاز القلبي الوعائي Cardiovascular System تشمل (1) المركز العصبية الموجودة في النخاع Medulla، (2) الافرازات الصمية Endocrine Secretion، (3) الاحساسات ذات التغذية الرجعية Feedback sensor المنتشرة في اقسام مختلفة من جهاز الدوران كما هو الحال في بقية اقسام الجسم (4) العناصر الحسية Sensory elements الموجودة في الشريانين الابهر والسباتي المسؤولة بالدرجة الاولى عن عمل القلب والالوعية الدموية.

ويظهر (الشكل 7-8) الطرق العصبية الرئيسية وموقع المستقبلات الحسية الرئيسية Major Sensory receptors المتعلقة بالسيطرة على القلب وتؤلف الياف العصب الودي لأعصاب المعجلة القلبية cardio accelerator nerve نع نهاياتها على النسيج العضلي للأذينات وتفرز هذه العصبات Neurons نورادرالين Noradrenalin وتسبب زيادة سرعة القلب.



شكل (7-8) الطرق المسيطرة على المعجلات القلبية والمشبطات القلبية المعجل (+)، المثبط (-)

## Wilson (1972)

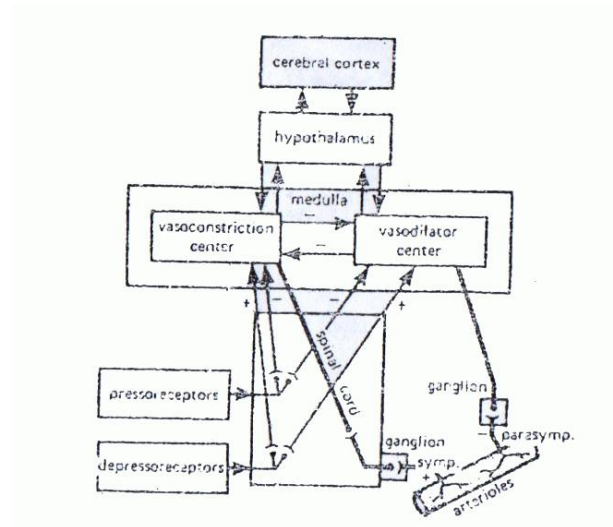
وتتجه الياف العصب نضير الودي نحو القلب من خلال العصب المبهم وتعمل كألياف مثبّطة لعمل القلب Cardio inhibitory Fibers عن طريق تحريرها الاستيل كولين Acetyl choline الذي يبطئ من نشاط منظم ضربات القلب Peacemaker activity وبهذا تنخفض سرعة القلب. ان المسيطر على تلك المجموعتين من الالياف المحركة Motor fibers هو

المراكز المتضادة antagonistic centers (المراكز المعجلة والمثبطة القلبية) الواقعة في النخاع medulla. اما هدف جهاز السيطرة هو زيادة سرعة القلب عند انخفاض ضغط الدم او حجمه في الجهاز الشرياني ولخفض سرعة القلب في حالة ارتفاع ضغط الدم وحجمه عن المستوى الطبيعي. من الملاحظ ان اية زيادة في سرعة القلب تؤدي إلى زيادة في حجم الدم المتدفق خلال دقيقة واحدة وهذا يكون لغاية نقطة معينة. ولكن في حالة السرعة العالية للقلب فان حجم ضربة القلب تكون ضعيفة وهذا ناتج من فترة الانبساط القصيرة التي لا تسمح للبطين بالامتلاء بالدم إلى الحد الطبيعي.

وهناك المستقبلات الضغطية Baroreceptors (Pressor receptors) التي تكون عبارة عن نهايات الاعصاب الحسية ذات النوع المنتشر والموجودة في جدران معظم الشرايين ولكون وجودهما غزيرا في جدران جيوب السباتي Carotid Sinuses وقوس الابهر aortic arch ويسبب الضغط الشرياني تمدد جدران الاوعية وهذا التمدد يثير نهاية المستقبل. وتنقل مستقبلات الجيب السباتي المعلومات من خلال عصب قصير هو عصب هيرنك Hering's nerve إلى العصب اللساني البلعومي glossopharyngeal nerve (القحفي التاسع) ومنه إلى النخاع ويعتبر عصب هيرنك مهم جدا لأن عن طريقه يمكن تسجيل المعلومات المنقولة بالضبط والدقة بواسطة مستقبلات الجيب السباتي. ويحمل العصب اللساني البلعومي او العصب المبهم عدة انواع مختلفة من المعلومات الحسية. وتنقل مستقبلات الابهر المعلومات إلى النخاع بواسطة العصب المبهم (الرأسي العاشر). وتوجد نهايات المستقبلات الكيماوية Chemoreceptors ending في جدران الابهر والشرايين السباتية ووظيفتها الاساسية هي السيطرة على مستويات غازات الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون في الدم عن طريق عملها في الجهاز التنفسي ولكن تحت ظروف الاجهاد الكبيرة فان تحفيزها يؤثر ايضاً على سرعة القلب.

السيطرة المحركة الوعائية: Vasomotor control والتي تتعلق بتنظيم الجهاز العصبي المركزي إلى توتر المحرك الوعائي Vasomotor tone والذي اساسا لا يمكن فصله عن التنظيم الموضعي لذلك. السيطرة على توتر العضلات الملساء للشرايين تتم عن طريق مجموعتين من الاعصاب التي هي اولاً مضيقة الاوعية Vasoconstrictor fibers التي تسبب تقلص العضلة الناعمة الوعائية Vascular smooth muscle وثانياً الياف موسعة الاوعية Vasodilator fibers والتي تؤدي إلى ارتخاء هذه العضلات. وعلى الرغم من نشاط

العصبات Neurons التي يمكن ان تعدل بواسطة المايضات Metabolites المفرزة من النسيج مثل الادرينالين المفرز من لب الطظرية او الهستامين histamine او بواسطة ثالث فوسفات الادينوسين Adenosine triphosphate (ATP) في بعض الشريينات والشرابين ونشاطها يقع تحت سيطرة مراكز المحرك الوعائي Vasomotor centers في النخاع التي هي مراكز ضيقة الاوعية وموسعة الاوعية (شكل 8-8). جميع الياف مضيقات الاوعية هي جزء من الجهاز الودي ومعظم الياف موسعات الاوعية هي ناشئة من الجهاز نظير الودي عدا مجموعة واحدة تنشأ من الجهاز الودي في المنطقة الصدرية القطنية thoracolumbar region للحبل الشوكي لذلك فإن انتشار الياف مضيقات الاوعية يكون اوسع بكثير من الياف موسعات الاوعية حيث يكون معظم فعل الاخيرة موضعياً. تحوي معظم الاعصاب الحسية تقريباً على مجموعة من الالياف الرافعة للضغط Pressor وخافضة depressor كل عصبه تعزز تضيق الاوعية هي عصب رافع الضغط حيث تسبب زيادة التوتر الوعائي زيادة ضغط الدم في ذلك الوعاء، اما العصب الحسي الذي يسبب توسيع الاوعية وينتج عن ذلك انخفاض ضغط الدم يعرف بالعصب الخافض للضغط.



شكل (8-8) الطرق المسيطرة على فعالية المحرك الوعائي Vasomotor. (+) منشط (-) مثبط.

Wilson (1972)

وتلعب الغدد الصماء دوراً غير مباشر في السيطرة على سرعة القلب وحجم الضربة

فإفراز هرمون الادرينالين من لب الغدة الكظرية يقع جزئياً تحت سيطرة الاعصاب الودي