جهاز الدوران Circulatory System

يعد جهاز الدوران ذات اهمية كبرى في اجسام الكائنات الحية فقد سعى العلماء لدراسته والتعرف على خصائصه ، وكان اول من اكتشف الدورة الدموية الصغرى هو العالم العربي ابن النفيس عام 1210 م ، في حين اكتشف العالم الانكليزي وليم هارفي عام 1628 م الدورة الدموية الكبرى ، ويرجع اكتشاف الشعيرات الدموية الى العالم مالبيجي عام 1661 م .

* اهمية الدوران

تعد عملية النقل Transportation من اكثر العمليات حيوية في اجسام الكائنات الحية ، حيث يعتمد عليها تنظيم محيطها الداخلي لغرض حصول الاستتباب Homeostasis ، ثم ان بقاء هذه الكائنات حية يعتمد على استمرارحصول هذه العملية من جميع خلايا الجسم واليها ، ويكون الدم الوسط الناقل في هذه العمليات .

و يتعدى الدم كونه سائلاً بسيطاً الى احتواءه على البلايين من الخلايا ، ويدعى الجزء السائل منه بالبلازما Plasma فهو واحد من ثلاث سوائل جسمية اساسية مهمة في جسم الكائن الحي (حيث يكون السائلان الاخرين هما : السائل البيني Interstitial Fluid والسائل في داخل الخلايا Intercellular Fluid) .

*وظائف الدم

1- نقل المواد الغذائية والاوكسجين الى مختلف انسجة واعضاء الجسم وتخليصها في الوقت نفسه من الفائض من الفضلات والغازات والمواد التي يشكل عدم طرحها خطرا على بقائها داخل الجسم .
2- نقل الهرمونات Hormones من غدد الافراز الداخلية وايصالها الى اهدافها النهائية او الخلايا الهدف Target cells .
3- نقل الانزيمات والمحاليل الدارئة Buffer Solutions (المـــعدلة للاس الهيدروجيني للدم او PH الدم) ، والمواد الكيمياوية الحياتية الاخرى المختلفة لسد احتياجات تفاعلات تجري داخل الجسم لتحقيق وظائف معينة .
4- يعد الدم الحجر الاساس في الية التنظيم الحراري Heat Regulation Mechanism للجسم .
5- يوجد الجهاز المناعي ضمن مكونات الدم والذي يعد الوسيلة الدفاعية للجسم ضد المسببات المرضية (البكتريا ، الفطريات ، الحمات او الفايروسات) .

*الخواص الفيزيائية للدم

1- الحرارة النوعية العالية High specific heat
2- الخاصية التوصيلية Conductivity

ان الخاصيتان تمكنان الدم من امتصاص كميات كبيرة من الحرارة دون اي زيادة محسوسة في درجة حرارته ، ثم نقل هذه الحرارة من مصدرها في داخل لجسم الى سطحه الخارجي .

*انواع اجهزة الدوران

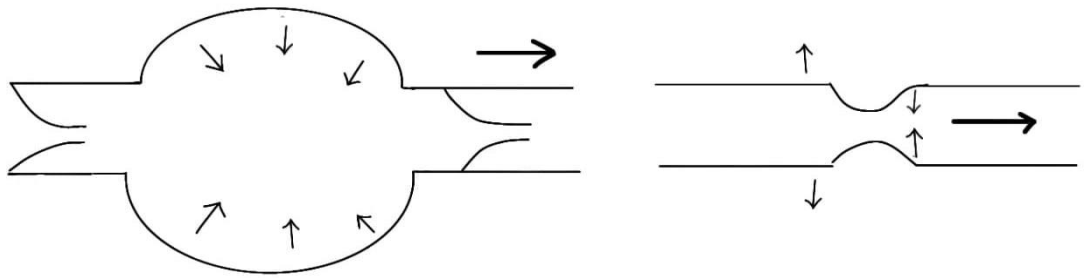
هناك نوعين من اجهزة الدوران :-

1- جهاز الدوران المغلق Closed circulatory system
2- جهاز الدوران المفتوح Open circulatory system

جهاز الدوران المغلق

يوجد هذا النوع من اجهزة الدوران في الديدان الحلقية Annelida والفقريات Vertebrates ، ففي هذا النوع من اجهزة الدوران تتصل تفرعات الاوعية الدموية الرئيسية باوعية دموية اخرى بوساطة الشعيرات الدموية Capillaries . ونظراً لانعدام القلب في الديدان الحلقية فان الدم يجري باليــة خاصة تــعتمد على الحركة التمعجية Peristalsis Movement في اوعية جهاز الدوران اضافة الى وجود الصمامات داخل الاوعية الدموية التي تدفع الدم باتجاه واحد وتمنع رجوعة بالاتجاه المعاكس ويسمى هذا النوع من الضخ الدموي بالمضخة التمعجية Peristaltic Pump ، (بينما تمتلك الفقريات تركيبا مجوفا Chamber يقوم بضخ الدم الى مسافات بعيدة في الجسم).

وقد وجد حديثا في ساق الانسان اوردة نحيفة نسبياً تعمل بتلك الالية سابقة الذكر كما وجد ان هذه الاوردة مزودة بصمامات تمنع رجوع الدم الذي يسير باتجاه القلب كما ان اندفاع الدم ناتج بسبب الضغط الخارجي المسلط عليها بسبب تقلص عضلات الساق والذي يولد ضغط على هذه الاوردة وبالتالي دفع الدم فيها نحو القلب .

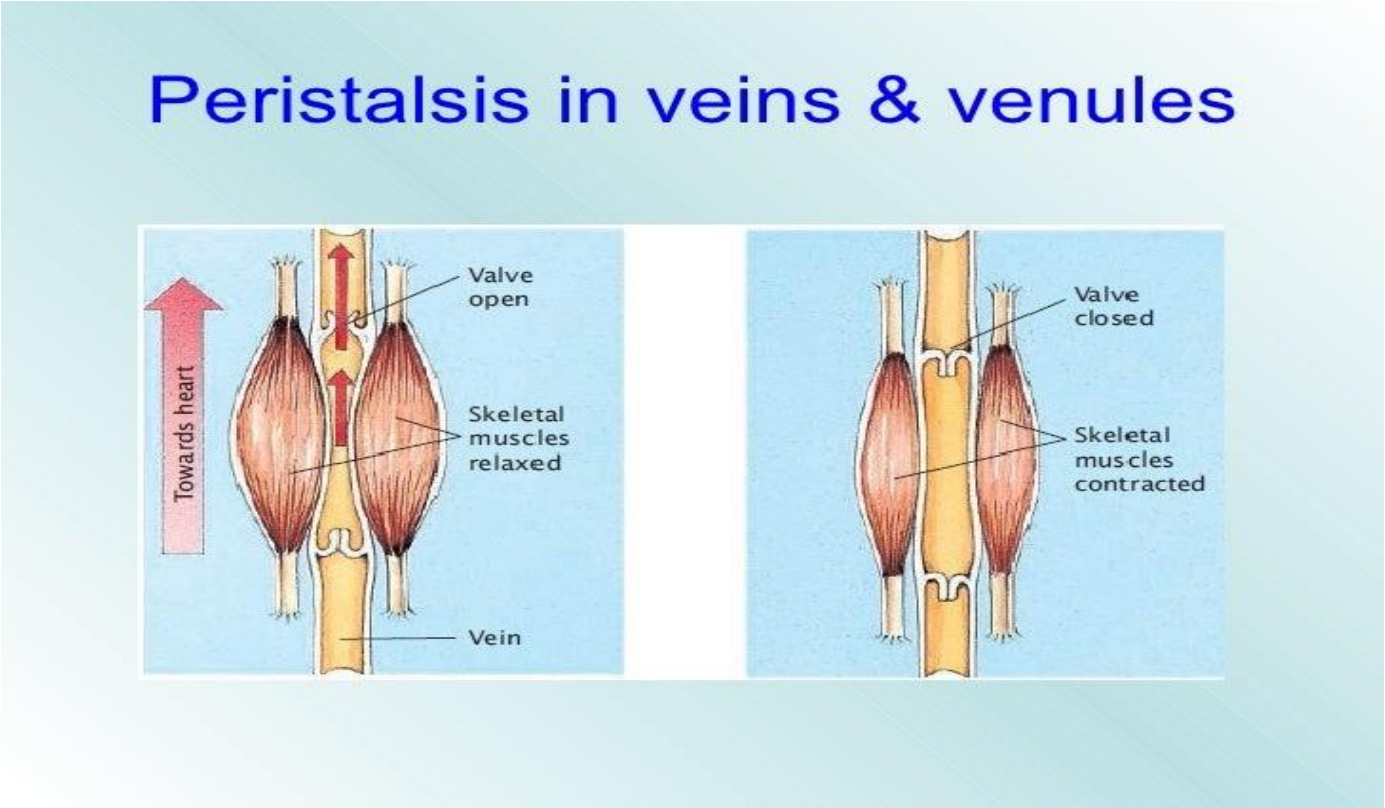


(ب) **(أ)**

الضخ التمعجي / (أ)- يحدث تخصر في الانبوب يسير على طوله دافعاً الدم الى الامام

(ب)- يحدث تقلص ايقاعي منتظم بجدران الوعاء يجبر الدم من الخروج منه باتجاه واحد فقط

****(في كلا الشكلين يتولد الضغط نتيجة تقلص العضلات ووجود الصمامات يمنع عودة الدم باتجاه معاكس) .**



وتجدر الاشارة الى ان تسمية جهاز الدوران بالمغلق غير دقيقة تماماً حيث تتسرب بعض السوائل منه الى فراغات الانسجة غالباً لكنه يكون قليل جداً مقارنة الى معدل سريان الدم الكلي . كما يعتبر هذا النوع من الدوران اكثر ملائمة للحيوانات الكبيرة الحجم لان الدم ينتقل بسرعة الى اماكن احتياجه في الجسم.

جهاز الدوران المفتوح

يوجد في النواعم Mollusca والمفصليات Arthropods حيث لايكون هناك اتصال مباشر بين الشرايين والاوردة وتصب الشرايين الدم في تجاويف خاصة تقع بين الانسجة تسمى الجيوب Sinuses او من داخل فجوات غير خلوية حيث يفصل الدم عن خلايا الجسم اغشية الخلايا نفسها وتسمى هذه الفجوات Lacunae .

ان جميع اجهزة الدوران في الفقريات تمتلك صفة ثابتة بشكل عام فالقلب يضخ الدم في داخل شرايين Arteries تتفرع بدورها الى فروع دقيقة تسمى شرينات Arterioles ثم الى اوعية دموية شعرية Capillaries يترك الدم هذه الاوعية الدموية الشعرية الى وريدات Venules ثم اوردة Veins تعيده الى القلب مرة اخرى .

ان الفروقات الاساسية في اجهزة الدوران بالنسبة للكـــائنات الحية تتعلق بتركيـب القلب (جهاز الضخ) حيث ان قلوب الفقريات يشكل عام عبارة عن مضخة مزدوجة ماعدا قلوب الاسماك حيث تحتوي على تجويفين احدهما يمثل الاذين Atrium or Auricle والاخر يمثل البطين Ventricle اضافة الى تجويفين ملحقين

هما الكيس الوريدي Sinus Venosus الذي يصب في الاذين والمخروط الشرياني Conus Arteriosus الذي يلي القلب والمحتوي على صمامات تمنع رجوع الدم الى القلب عند انبساطه .

*القلب في الفقريات Vertebrates Heart

القلب Heart / عضو عضلي يقع في الصدر Thorax ويغلفه كيس ليفي قوي يدعى التامور (Pericardium) ، يحتوي القلب على 4 تجاويف four chambers اذينان Auricles or Atrium ذات جدران نحيفة وبطينان Ventricles ذات جدران سميكة ، وتمتاز العضلات القلبية بكونها مخططة ومتفرعة ويحصل تلاصق قوي في نهايات هذه الالياف العضلية يدعى الاقراص البينية Intercalated disc

هناك نوعان من الصمامات في قلوب الفقريات :

1- الصمامات الاذينية – البطينية Atrioventricular valves

تفصل هذه الصمامات بين تجويفي الاذين والبطين في كل جهة من القلب ، وتسمح بجريان الدم من الاذين الى البطين وتمنع عودته الى الاذينين اثناء تقلص البطينين .
يتالف الصمام الاذيني – البطيني الايمن من 3 شرف ولذلك يدعى بالصمام الثلاثي Tricuspid valve بينما يتالف الصمام الاذيني – البطيني الايس من شرفتين ويدعى بالصمام ثنائي الشرف Bicuspid valve او الصمام التاجي Mitral valve احيانا ، تتصل حافات هذه الشرف بحبال رفيعة وقوية تدعى الحبال الوترية او نياط القلب Chordae Tendinae التي تتصل نهاياتها الاخرى بنتوءات عضليةواقعة على السطح الداخلي للبطين التي تدعى العضلات الحلمية Papillary Muscles ، ووظيفة هذه الاوتار منع تداخل حافات الشرفات المكونة للصمامات الاذينية – البطينية في اثناء تقلص البطينين ، بينما تنفتح هذه الصمامات نتيجة تباعد حافات هذه الشرفات بعضها عن بعض .

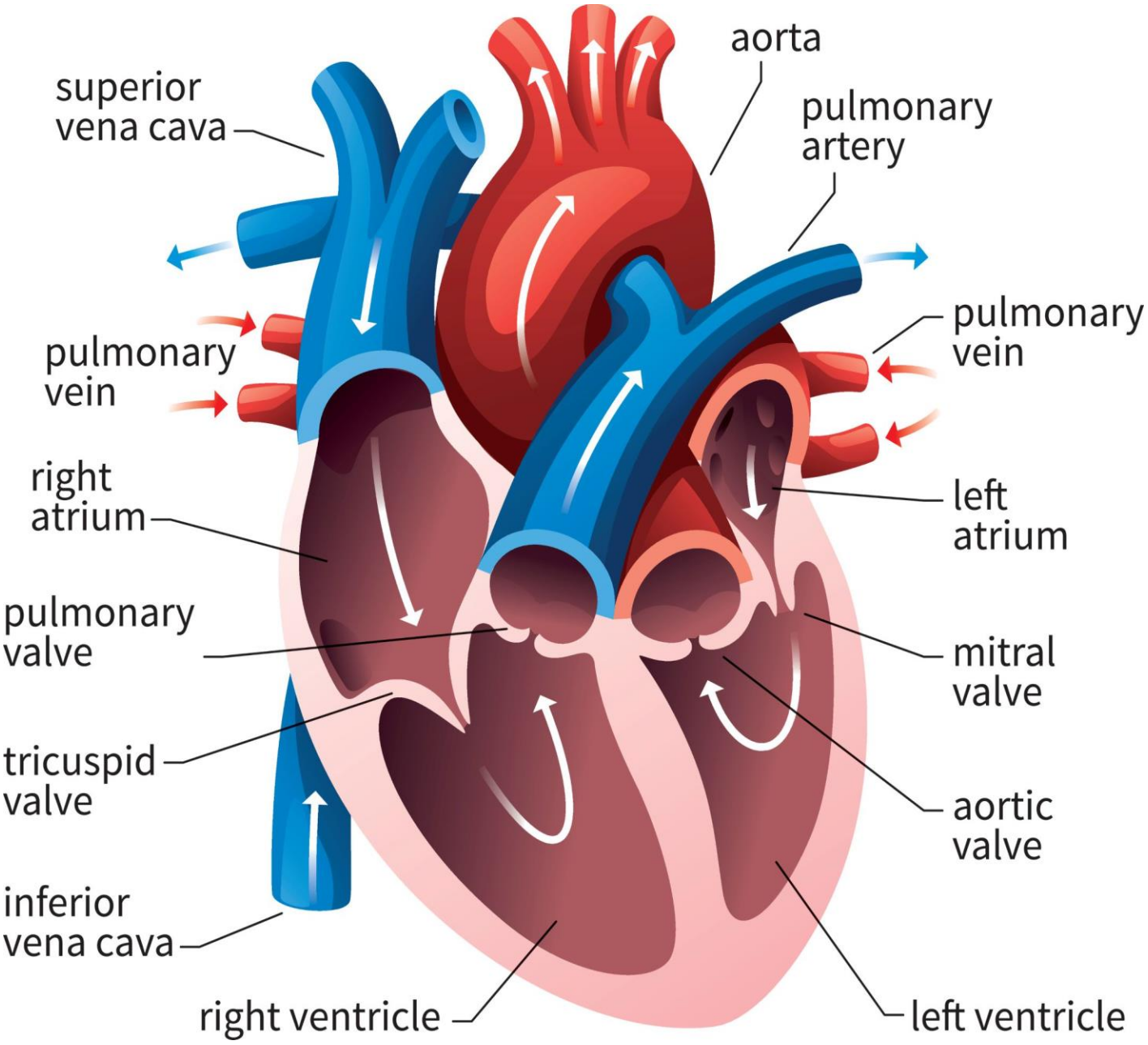
2- الصمامات الهلالية Semilunar Valve

توجد في بداية الشريان الرئوي في البطين الايمن والابهر في البطين الايسر ، وكلاهما يمنع عودة الدم من هذين الشريانين الى البطينين في اثناء انبساطهما وانخفاض الضغط فيهما .

يدعى تقلص القلب انقباض Systole اما ارتخاءه او انبساطه فيدعى Diastole ويعتمد معدل ضربات القلب على العمر age والجنس sex والجهد المبذول Exercise والحالات العاطفية والمرضية .

ويزيد الجهد او التمارين من النتـــاج القلبي Cardiac Output (حجم الدم المتدفق من كل بطين في الدقيقة) الى اكثر من 5 اضعاف نتيجة ازدياد عدد ضربات القلب وحجم الضربة الواحدة Stroke Volume (حجم الدم المتدفق من كل بطين في ضربة قلبية واحدة).

تتغير معدلات ضربات القلب Heart beats بين الفقريات مع المستوى العام للايض Metabolism وحجم الجسم .



شكل يوضح (تشريح قلب الانسان) **Heart Anatomy**

*منظم الخطى The Pacemaker

هو مجموعة من الخلايا لها القدرة على الفعالية التلقائية Spontaneous activity اي قادرة على اصدار فعالية القدح Firing بمعدل ثابت دون تدخل لاي مصدر داخلي المنشأ Intrinsic source .

وتظهر خلايا القلب تاثرا كهربائياً خلال فعاليتها والتي تؤدي الى تحفيز القلب كلياً للتقلص لغرض احداث نبض القلب ، واذا توقفت خلايا منظم الخطى الاعتيادي عن التقلص فأن خلايا اخرى تبدي معدلاً جديداً واطئاً لنبض القلب يطلق عليها منظم الخطى الكامن Latent pacemaker .

وتكون خلايا منظم الخطى اما عصبية المنشأ Neurogenic pacemaker اذا نشات ضربات القلب من اصل عصبي او من خلايا عصبية Neurons (كما في قلوب الكثير من الفقريات وبعض اللافقريات) اوتكون خلايا منظم الخطى عضلية المنشا Myogenic pacemaker اذا نشأت ضربات القلب من خلايا عضلية محورة (كما في قلوب الفقريات وبعض اللافقريات) .

*انتقال التهيج خلال القلب Transmission of Excitation over the heart

تبدأ شرارة القدح في منظم الخطى والتي تؤدي الى تقلص عضلات القلب من خلية واحدة حيث تبدا منها موجة زوال الاستقطاب Depolarization ثم تنتشر الى جميع الخلايا المجاورة لها ونظرا لتفرع الالياف العضلية القلبية وتشابكها من جهة ووجود الاقراص البينية Intercalated disk من جهة اخرى فان موجة زوال الاستقطاب سوف تنتشر باتجاهات متعددة .

*الاقراص البينية Intercalated disk (تراكيب تعمل على التصاق الخلايا العضلية القلبية ببعضها حتى لاتتمزق اثناء انقباض عضلة القلب وتساعد ايضا على انتقال الفعالية الكهربائية بين خلية واخرى) .

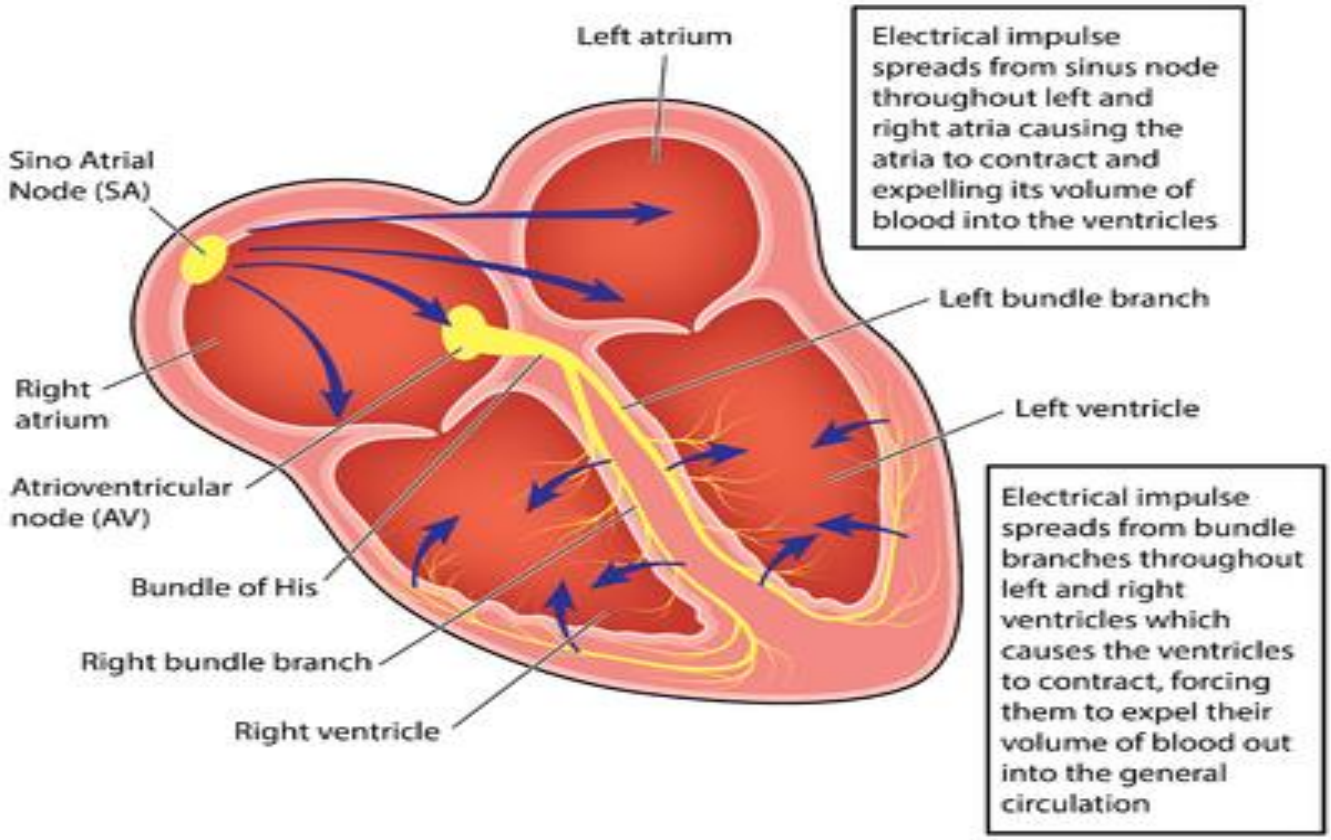
يقع منظم الخطى في قلوب اللبائن في كتلة من النسيج المتحور تدعى العقدة الكيسية Sinus node او الـــعقدة الكيسية – الاذينية Sinoatrial node وهي منطقة اتصال الوريد الاجوف العلوي بالاذين الايمن ، وتنتشر موجة التهيج الى كل من الاذينين بشكل موجات متحدة المركز Concentric fashion بسرعة تصل الى 0.3 م/ ثا .

ترتبط كتلة النسيج المتحور للعقدة الكيسية بجدران الاذينين وبكتلة ثانية من الانسجة المتحورة الواقعة في اعلى البطين الايمن تسمى العقدة الاذينية –البطينية Atrio-ventricular node تنتقل موجة التهيج كهربائياً اوموجة زوال الاستقطاب عن طريقها الى البطينين .

ينتشر التهيج الى البطينين خلال الياف صغيرة مترابطة تدعى الياف الملتقى Junctional Fibers حيث تنخفض خلالها سرعة انتقال موجة التهيج الى حوالي 0.05 م/ثا ، وهذه الالياف ترتبط بالالياف العقدية nodal fiber التي ترتبط بدورها بالياف انتقالية Transitional fibers ترتبط بحزمه هس Bundle of His التي تتفرع الى حزمتين او فرعين احدهما يجهز البطين الايمن Right Ventricular والاخر يجهز البطين الايسر وكل فرع منها يتشعب الى عدد كبير من الالياف التي تمتد في جدران البطينين تسمى

الياف بركنجي Purkinje fibers علماً ان سرعة التوصيل بطيئة في الالياف العقدية (0.1 م/ثا)قياسا بسرعة توصيل التهيج خلال الحزمة التي تصل الى (1.5 – 2.5 م/ثا) ، ان حزمة هس تنقل موجة التهيج الى كل اجزاء الشغاف انياً ، وبذلك تتقلص كل الياف العضلة تزامنياً.

*تعد الوظيفة المميزة لترتيب خلايا العضلات القلبية (1) قدرتها على ارسال تقلصات منفصلة ومتزامنة لكل من الاذينين والبطينين ، (2) كما ان التوصيل البطئ خلال العقدة الاذينية – البطينية يسمح للتقلصات الاذينية ان تسبق التقلصات البطينية مما يسمح للدم بالانتقال من الاذينين الى البطينين بوقت كاف .



شكل يوضح جهاز التوصيل الكهربائي في القلب Electrical conduction system of the heart

**الحوادث الكهربائية المرافقة لنبض القلب Electrical Events of the Cardiac Cycle

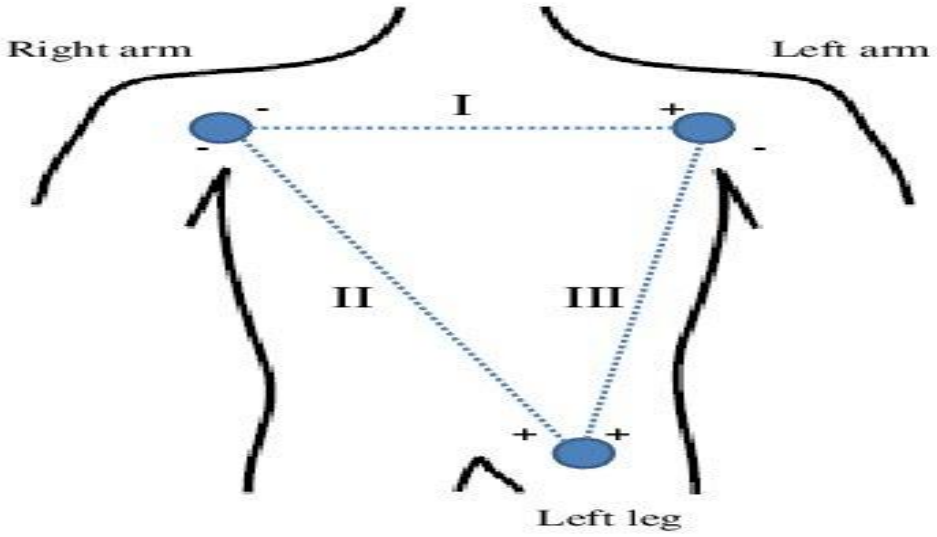
ان التغيرات الحاصلة في القلب ماهي الا انعكاس للفعاليات الكهربائية الحادثة فيه والتي يمكن تسجيلها بوساطة جهاز مخطاط القلب الكهربائي Electrocardiogram والتي يمكن من خلالها تسجيل التبدلات الكهربائية

على ورق بياني يدعى تخطيط القلب الكهربائي Electrocardiograph او E.C.G. وقد تبين ان موجة النبض تتضمن 3 موجات رئيسية وهي :-

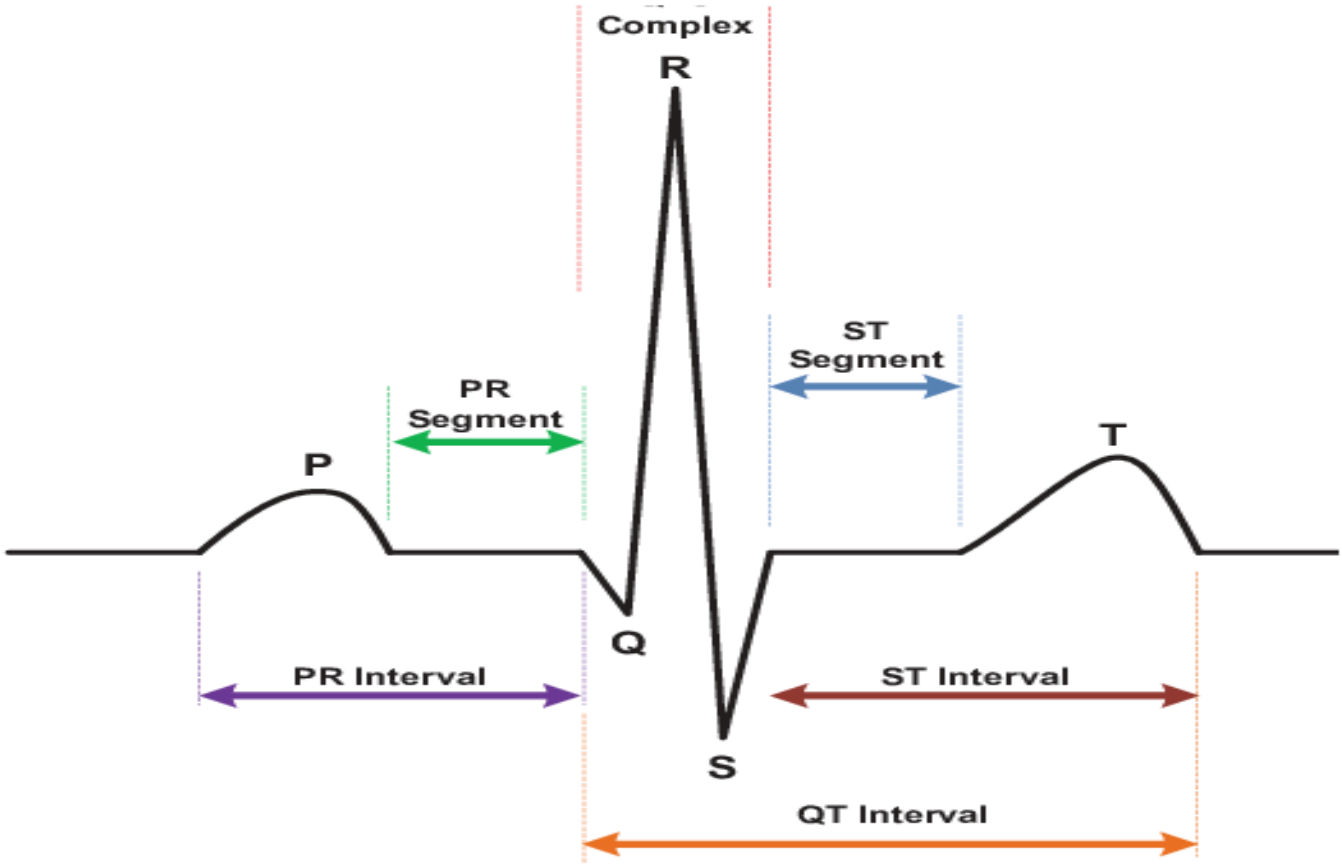
1- **موجة P (P-Wave) والتي تمثل زوال الاستقطاب في الاذينين.**
2- **موجة QRS (QRS-Wave) والتي تمثل زوال الاستقطاب في البطينين .**
3- **موجة T (T-Wave) والتي تمثل عودة الاستقطاب في البطينين.**

ان هذا التسجيل الدقيق للتخطيط القلبي الكهربائي يتاثر بطبيعة ووضع الاقطاب اضافة الى الحالة الفسلجية للقلب . ويمكن تلخيص هذه الحوادث الكهربائية المرافقة للنبض في القلب بسريان موجة من التقلص العضلي تبدأ منالعقدة الكيسية – الاذينية مسبوقة ببضع ملي ثانية بموجة من الجهد الكهربائي تستمر بحيث تكون الخلايا المتقلصة موجبة الشحنة اكثر من التي لم تتقلص والخلايا المنبسطة سالبة الشحنة وهذا يعني انه في حالة الانقباض Systole يكون هناك زوال استقطاب (جهد فعل Action potential) اما في حالة الانبساط Diastole فيعود الاستقطاب للخلايا العضلية القلبية .

***ويمكن تسجيل النبض القلبي استناداً الى التغيرات الكهربائية في خلايا العضلات القلبية بواساطة وضع تسجيل على القلب مباشرة وقياس الفرق في الجهد الكهربائي بوساطة جهاز كلفانو متر Galvanometer حساس ، او بوضع اقطاب التسجيل على سطح الجسم مباشرة ، حيث يربط قطبان اما بالذراعين الايمن والايسر (Lead I) او يربط احد الاقطاب بالذراع الايمن والاخر بالساق اليسرى (Lead II) او بربط احد القطبين بالذراع الايسر والاخر بالساق الايسر(Lead III) ، كما موضح بالشكل ادناه الذي يمثل مثلث Einthoven .**



Einthoven triangle



ECG Heart Beat with waves and segments موجة النبض القلبي

Agateller for Wikipedia
Public Domain

ان الفرق في الجهد الكهربائي يتوضح على جانبي الجسم حيث يتبادل الجانبان الشحنات الكهربائية ويكون كل واحد من الجانبين معاكسا في شحنته للجانب الاخر في كل لحظة وبشكل متبادل وهذا يعزى الى :-

1- شكل القلب وميلان المحور الطولي للقلب قياسا بالمحور الطولي للجسم
2- وجود فرق في سمك جدران البطينين (الايسر اكثر سمكاً من الايمن) ، مما يؤدي الى فرق في الفترة الزمنية التي تصل فيها موجة التغير الكهربائي الى مناطق متناظرة في كل منهما.

هناك مركبات كثيرة تؤثر في نشاط خلايا العضلات القلبية مثل :-

1- الاسيتل كولين Acetylcholine

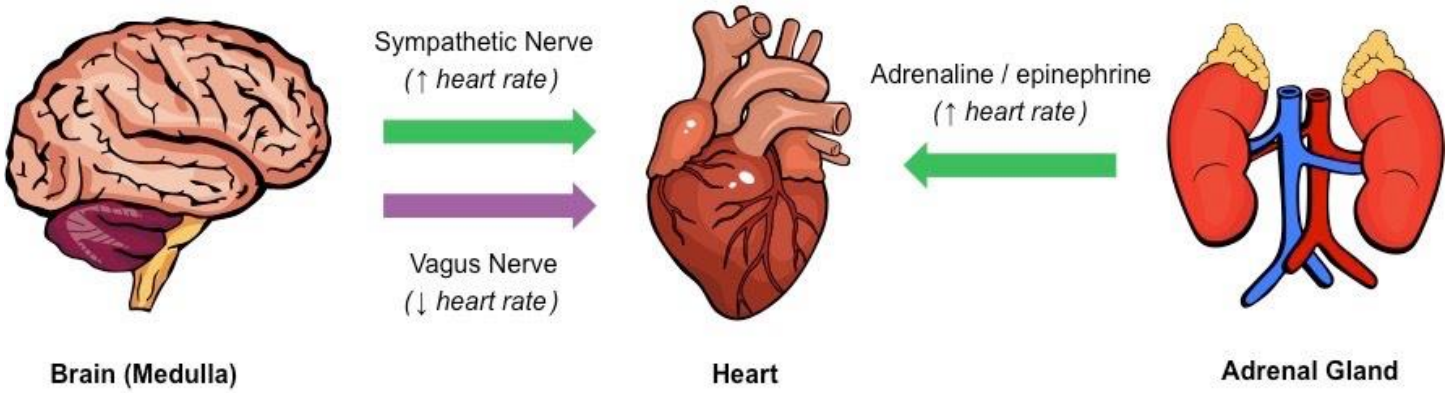
يتحرر الاستيل كولين من نهايات الالياف العصبية النظير ودية Parasympathetic nerve او من الاعصاب كولينية الفعل Cholinergic nerve فعند افراز هذا المركب سوف يؤدي الى زيادة في تواصل البوتاسيوم مما يؤدي الى زيادة استقطاب الاغشية Hyperpolarization ويقلل معدل استقطاب جهد منظم الخطى ، وهذا يؤدي الى زيادة الفترات الزمنية بين جهود الفعل ويبطئ معدل ضربات القلب .

تعصب الالياف نظير الودية (الكولينية) المتمثلة بالعصب التائه Vagus nerve العقدة الكيسية والعقدة الاذينية – البطينية .

ويقلل الاستيل كولين سرعة التوصيل من الاذينين الى البطينين خلال العقدة الاذينية – البطينية ولهذا توقف المستويات العالية منه الانتقال خلال هذه العقدة تقريبا حيث تنتقل موجة من التهيج الى البطينين كل 2-3 دقيقة وتحت هذه الظروف يكون معدل ضربات الاذينين مرتين او 3 مرات اكثر من معدل ضربات البطينين .

اما المستويات العالية من الاستيل كولين فربما توقف التوصيل خلال العقدة الاذينية – البطينية مسببة ما يسمى منظم الخطى الهاجر Ectopic pacemaker في البطينين (وهي الحالة التي تنتج منها عدة منظمات للخطى مختلفة تتحكم بالاذينين والبطينين مما يجعلهما يتقلصان بمعدلات مختلفة حيث يبدو عدم التناسق بين اي ضربتين من ضربات القلب)

2- الابنفرين او النورابنفرين Epinephrine or norepinephrine او مايسميان بالادرينالين Adrenaline والنورادرينالين Noradrenaline اللذين يسببان زيادة في معدل ضربات القلب وسرعة تقلصه ، وتنتج الزيادة في المعدل بسبب التغيرات التوصلية من داخل خلايا منظم الخطى فيزيد الابنفرين من زيادة توصيل ايونات الصوديوم وبذلك يرتفع معدل زوال الاستقطاب لجهد منظم الخطى وتقصر الفترات الزمنية بين جهود الفعل المتعاقبة فيزداد معدل ضربات القلب كما انه يزيد من سرعة التوصيل خلال العقدة الاذينية – البطينية .
يتحرر النورابنفرين من الالياف العصبية الادرينالية Adrenergic nerve fibers التي تعصب العقدة الكيسية – الاذينية والاذينين و العقدة الاذينية – البطينية والبطين ولهذا التحفيز الادرينالي الودي له تاثير مباشر على كل اجزاء القلب.



دوران الدم في جسم الجنين Fetus Circulation

للجنين جهاز خاص يتغذى ويتنفس منه قبل الولادة معتمدا على دم امه ويستخدم هذا الجهاز نفسه لطرح المواد الابرازية اذ لايوجد اتصال مباشر بين الاوعية الدموية للجنين والاوعية الدموية للام بل هناك اتصال غير مباشر عبر المشيمة (السخد) placenta في رحم الام حيث يتم انتشار الاوكسجين والمواد الغذائية خلال الوريد السري umbilical vein الذي تتصل فروعه بكبد الجنين قبل ارتباط هذا الوريد بالوريد الاجوف السفلي Inferior venacava ، يؤدي الوريد الاجوف السفلي الى القلب الذي يقوم بضخ الدم الى مختلف اجزاء الجسم فياخذ الجنين مايحتاجه من الاوكسجين والمواد الغذائية ويلفظ ثاني اوكسيد الكاربون والابرازات التي تنتقل عبر زوج من الشرايين السرية Umbilical arteries والتي تكون مع الاوردة السرية ما يعرف بالحبل السري Umbilical cord الذي يدخل جسم الجنين عند منطقة السرة .

*يمر الوريد السري(خلال الحبل السري) من منطقة المشيمة ثم السرة الى جسم الجنين ليرتبط بالوريد البابي portal vein قرب السطح الاسفل للكبد ومن الوريد البابي الى الكبد .

* لا يتحمل الكبد كمية الدم الواردة اليه من الوريد البابي والسري لذلك تمر كمية من هذا الدم عبر قناة صغيرة تعرف بالقناة الوريدية Ductus Venosus الى الوريد الاجوف السفلي .

* ينتقل الدم من الوريد الاجوف السفلي الى الاذين الايمن فيختلط بالدم الوارد بوساطة الوريد الاجوف العلوي Superior vena cava ثم ينتقل الخليط الى الاذين الايسر عبر فتحة تقع في الحاجز بين الاذينين تدعى الفتحة البيضية Foramen ovale ثم تمر هناك كمية من الدم الى البطين الايسر الذي يدفع الدم عند انقباضه الى الشريان الابهر ثم منه الى انحاء الجسم كافة بوساطة فروعه ما عدا الرئتين .

* اضافة الى ذلك يمر الدم الى الاذين الايمن (من الوريد الاجوف العلوي) ثم الى البطين الايمن الذي يدفعه عند انقباضه الى الشريان الرئوي ثم الشريان الابهر عـــبر القناة الشريانية Ductus arteriosus يذهب

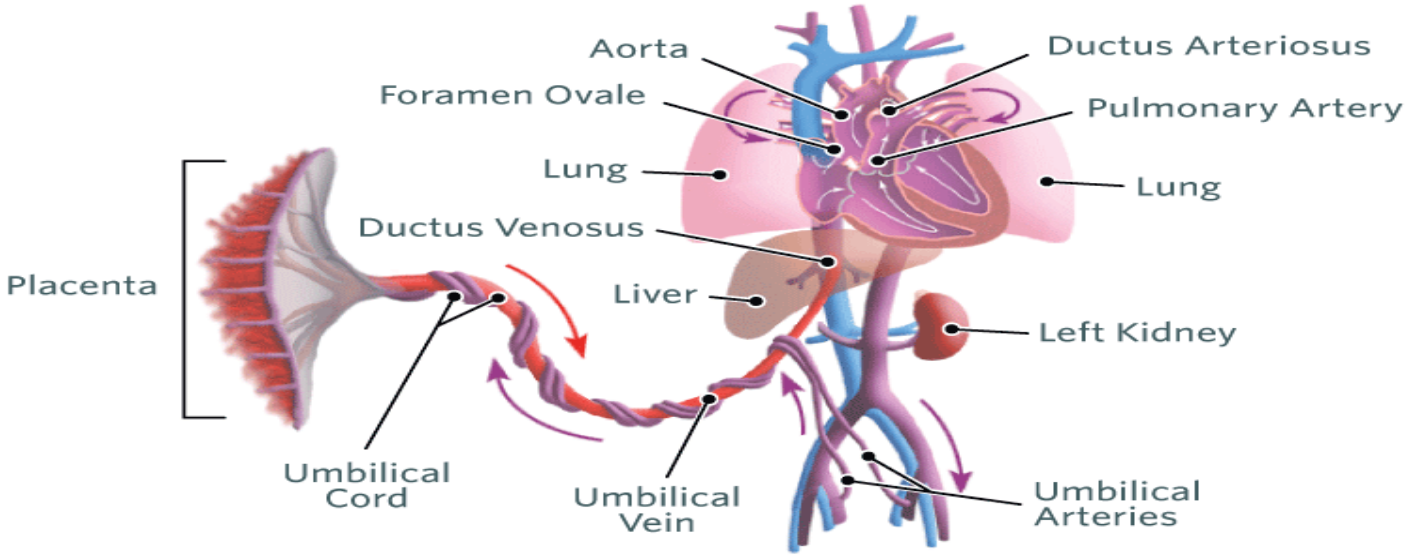
قسم من هذا الدم الى الشرايين السرية حتى يصل الى المشيمة فيحدث التبادل الغازي حيث يطرح CO_2 وياخذ O_2 ثم يعود الى الجنين بوساطة الوريد السري .

ان دم الجنين خليط من دم مؤكسج وغير مؤكسج ، اما عند الولادة حيث يكون جسمه محتاج بشكل اكبر للاوكسجين نتيجة اعتماده على نفسه فتحصل عدة تغيرات لفصل هذا الخليط يمكن تلخيصها بما ياتي :-

1- عند قطع الحبل السري وشده يتوقف عمل الشريانين السريين والوريد السري الذي يصبح بعد الاسبوع الاول من الولادة رباطاً دائرياً بينما تتحول بقايا الشريانين السريين الى نسيج ليفي .
2- اضافة الى ذلك تغلق القناة الوريدية وتصبح رباطا وريديا للكبد
3- تنغلق الفتحة البيضية ايضا خلال اشهر قليلة ويبقى اثرها على شكل انخفاض في الحاجز بين الاذينين يعرف بالحفرة البيضية Fossa Ovalis
4- تغلق القناة الشريانية وتتحول الى نسيج ليفي .

- ان عدم انغلاق الفتحة البيضية يؤدي الى ازرقاق لون الطفل بعد الولادة (لاختلاط الدم المؤكسج مع غير المؤكسج)وتظهر عليه علامات التعب عند ابدائه جهداً بسبب عدم حصوله على كمية كافية من الاوكسجين .
- اما عدم انغلاق القناة الشريانية (بين الشريان الرئوي والابهر) فقد يؤدي الى موت الطفل لقلة ورود الاوكسجين الى الخلايا حيث ان معظم الدم يذهب الى الشريان الرئوي قادماً من الابهر ولاسيما عند توسع الرئتين بعد ان كانت متقلصة في الادوار الجنينية ، فيؤدي الى احتقانها وزيادة الضغط عليها وتضخم البطين الايمن نتيجة الاجهاد وزيادة المقاومة التي يلاقيها اندفاع الدم
- اضافة الى عدم انغلاق الصمامات القلبية وصمامات الشريان الابهر بصورة تامة .

وتسمى هذه الحالات رباعية فالوت Tetra log of falute .



الاصوات القلبية Heart Sounds

يرافق النبض القلبي صوتان متميزان :-

1- الصوت الاول او الانقباضي First or Systolic Sound

- ينشأ هذا الصوت نتيجة انسداد الصمام التاجي والصمام الثلاثي
- يستغرق فترة زمنية طويلة (اطول من الصوت الثاني)
- يشبه هذا الصوت لفظة لب Lub
- يرافق هذا الصوت انغلاق الصمامات الاذينية – البطينية اهتزاز جدران البطين
- يحدد هذا الصوت بداية الانقباض البطيني Ventricular Systole
- اي عطب يصيب الصمامات الاذينية – البطينية يؤثر في هذا الصوت ويسمى الصوت الناتج باللغط Murmur

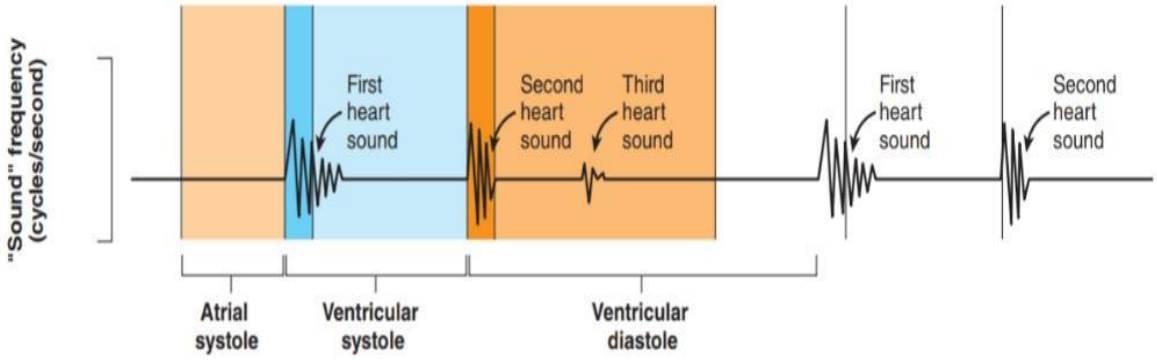
2- الصوت الثاني او الانبساطي Second or Diastole sound

- ينشأ هذا الصوت نتيجة انسداد الصمامات الهلالية
- يكون هذا الصوت اقصر من الصوت الاول واعلى نغمة منه
- يشبه هذا الصوت لفظة Dub
- يحدد هذا الصوت نهاية الانقباض البطيني وبداية الانبساط البطيني Diastole Ventricular

تبدي ضربات القلب رتابة تشبه صوت اللفظتين Lub-Dub .

وخلال التخطيط القلبي يمكن ملاحظة صوتين اضافيين هما الصوت الثالث والذي يمثل اندفاع الدم الى البطينين عند بداية الانبساط البطيني ، اما الصوت الرابع فيمثل الانقباض الاذيني الذي يحدث قبل الصوت الاول بفترة قصيرة .

في الحالة الطبيعية للقلب يستغرق الانقباض مدة 0.3 ثانية والانبساط مدة 0.5 ثانية ويمكن تسجيل اصوات القلب بواسطة جهاز Phonocardiogram باستعمال جهاز لاقط يثبت على الصدر حيث يمكن تسجيل اصوات القلب على شكل مخطط



جريان الدم Blood Flow

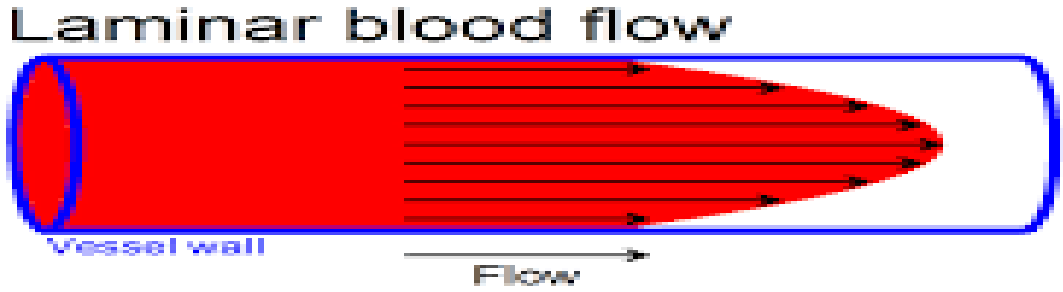
يوجد نوعين من جريان الدم :-

1- جريان الدم الساكن Silent Blood Flow

يجري الدم داخل الوعاء الدموي بشكل طبقي او صفائحي Laminar وتكون سرعة جريان الدم الطبقات الخارجية و القريبه من الجدران بطيئا جدا و تزداد سرعة الجريان بالقرب من المركز حيث تزداد في اقصاها اذ يكون الدم الجاري في الوسط منزلقا بين الطبقات ولذلك لايحدث صوت مسموع اثناء جريانه (كما هو الحال في الشريان الكعبري Radial artery) وبقريب الرسغ من الاذن لايسمع اي صوت حتى لو تم استخدام سماعة لهذا الغرض .

2- جريان الدم الضوضائي Noisy Blood Flow

في هذا النوع يجري الدم بسرعة كبيرة تفوق الحد الطبيعي وهذا الحد يسمى برقم رينولدز Reynolds number حيث تحدث تيارات متعاكسة ويصبح جريان الدم مضطرباً مما يؤدي الى حدوث تذبذب في جدار الوعاء الدموي محدثاً صوتاً واضحاً يمكن سماعه ويكون سبب ذلك وجود انسداد جزئي في مجرى الدم وتزداد سرعة جريان الدم بعد اجتيازه منطقة الانسداد (لان سرعة جريان السوائل في الاوعية الضيقة تكون اسرع جريانا من الاوعية الواسعة) ويمكن الاستفادة من هذه الحالة في قياس ضغط الدم بطريقة الاصغاء (سماع اصوات كورتكوف Korotkov sounds)



© PhysiologyWeb at www.physiologyweb.com

ضغط الدم Blood Pressure

ينتج ضغط الدم من انقباض جدران البطينينالعضلية خلال ضخ الدم و يقصد بضغط الدم من الناحية الطبية الضغط داخل الـــشرايين الجهازية التـــي تشمل الشريان الابهر وتـــفرعاته اما من الناحية الفســـلجية (الوظيفية) فيعني الضغط في تجاويف القلب الاربعة في اثناء الانقباض والانبساط وفي داخل الشرايين والاوردة والاوعية الدموية الشعرية .

هناك طرق عديدة لقياس ضغط الدم منها :-

1- الطريقة المباشرة Direct Method

وتعتمد هذه الطريقة على عمل جرح وادخال قنية دمعية Canaliculus (انبوبة دقيقة تشبه القطارة) في الشريان مباشرة بوساطة اجهزة خاصة .

2- الطرائق غير المباشرة Indirect Method ومنها :

أ- طريقة الجس Palpatory

حيث يتم جس الشريان الكعبري Radial artery باليد بين العظمين الواقعين قرب الكف ثم تعد النبضات في الدقيقة الواحدة

ب- طريقة الاصغاء Auscultatory

باستخدام مقياس ضغط الدم Sphygmomanometer

ج- طريقة التذبذب Oscillatory باستعمال جهاز الفيزيوكراف physiography على شاشة خاصة .

قياس الضغط في الانسان :

ويتم ذلك بقياس الضغط في الشريان العضدي Branchial artery بجهاز Sphygmomanometer الذي يتالف من :

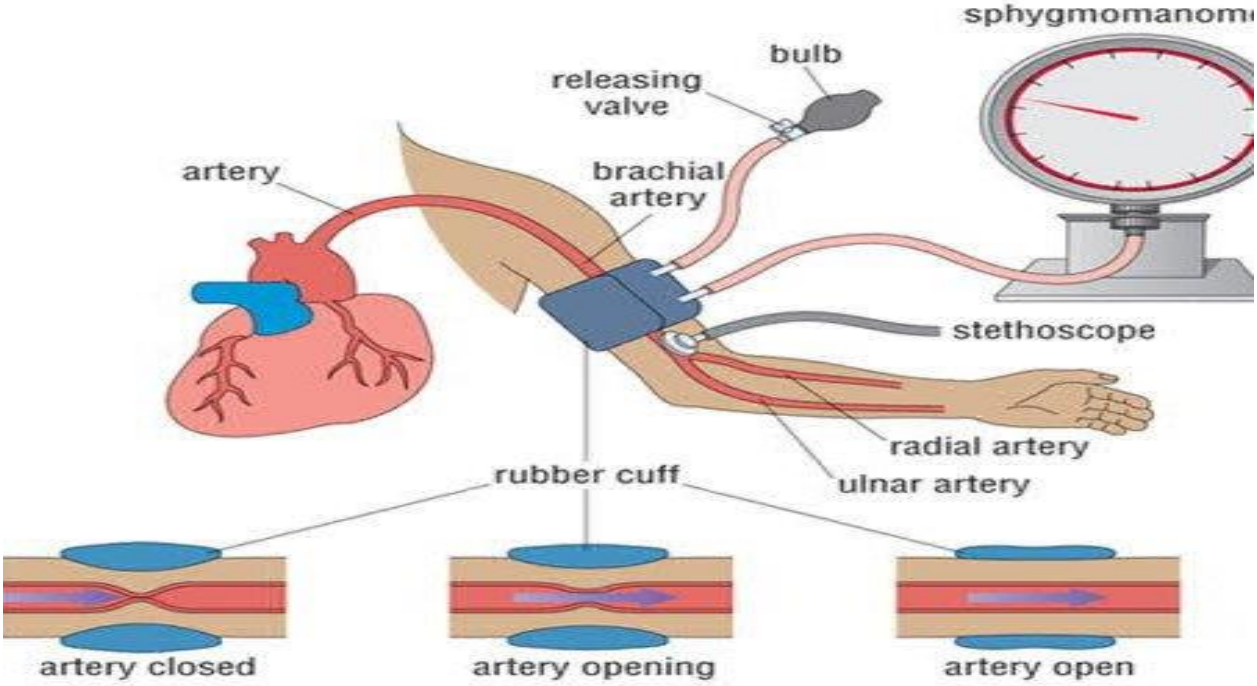
كيس الضغط Pressure Cuff ، سماعة طبية Stethoscope مع منفاخ مطاطي بهيئة حويصلة مطاطية Bulb ترتبط بمقياس ضغط زئبقي (مانومتر)

اما طريقة عمل هذا الجهاز فتعتمد على ربط الكيس حول العضد وبمسافة بوصة واحدة فوق المرفق وتوضع السماعة تحت الكيس وفوق الشريان مباشرة مع تماس سطح الجسم .

يتم رفع الضغط في داخل الكيس الى حوالي 200 ملم . ز بوساطة نفخ الحويصلة الهوائية عدة مرات بضغطها باليد ولكون هذا الضغط اعلى من ضغط الدم في الشريان العضدي سوف يؤدي الى غلق الشريان وبعد ذلك يخفض الضغط في داخل الكيس من خلال صمام خاص في الحويصلة حيث تبدا عملية التخلص من الهواء الزائد بشكل تدريجي . تستمر هذه العملية حتى يتم سماع صوت بواسطة السماعة ويمثل هذا الصوت مرور الدم من الدم من الشريان العضدي الذي كان مغلق قبل خفض الضغط ، ويسمى هذا الصوت بصوت كورتكوف الذي يعني تساوي الضغط داخل الكيس والضغط الخارجي وضغط الدم . ثم يلاحظ عند سماع هذا الصوت مقدار الضغط الذي يؤشره مقياس الضغط والذي يعبر عن الضغط الانقباضي Systolic pressure بعد ذلك

يستمر الفاحص بتخفيض الضغط في الكيس بصورة تدريجية وهذا الامر يجعل الصوت يرتفع شيئا فشيئا الى ان يخفت فجأة ، والحد الذي يؤشره المانومتر الزئبقي عند الاختفاء الفجائي للصوت يمثل الضغط الانبساطي Diastolic pressure .

ان انقباض البطين الايسر يعني ارتفاع الضغط بداخله الى 120 ملم.ز هذا يؤدي الى انفتاح الصمام الهلالي الكائن بين البطين الايسر والشريان الابهر فيندفع الدم الى داخل الابهر الذي يكون الضغط بداخله مرتفعا ايضا الى 120 ملم.ز ويسمى هذا الضغط بالضغط الانقباضي Systolic pressure بعد ذلك يبدأ البطين الايسر بالانبساط فينخفض الضغط بداخله الى ان يصل الى الصفر تقريبا، يرافق ذلك انخفاض الضغط من داخل الشريان الابهر والشرايين المتفرعة منه ولكن الى حد يصل الى 80 ملم.ز فينغلق الصمام الهلالي وبذلك يمنع عودة الدم الى البطين الايسر ويبقى الضغط في الشرايين ثابتا عند هذا الحد ويسمى هذا الضغط بالضغط الانبساطي Diastolic pressure .



يدعى الفرق بين الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي باضغط النبض Pulse pressure وهو يعادل 40 ملم.ز عند البالغين .

اما المعدل الحسابي للضغطين الانقباضي والانبساطي فيدعى متوسط ضغط الدم ويبلغ 100 ملم. ز.
ويبلغ الضغط الانقباضي في الجنين عند الولادة 40 ملم .ز ويرتفع الى 80 ملم .ز بعد بضع اسابيع بينما يبلغ في الطفولة 100 ملم . ز في اعمار تتجاوز 12 سنة والى حد البلوغ اضافة الى ذلك يقل الضغط في اثناء النوم ويرتفع عند ممارسة جهد عنيف او في الحالات المتعلقة بالخوف والفزع ، كما ان الضغط الانقباضي عند المراة اقل منه عند الرجل .

تبدلات الضغوط في القلب خلال الحوادث الالية المرافقة للنبض :

1- **عند انبساط الاذنين يمتلئ الاذين الايمن بالدم الوارد بوساطة الاوردة الجوفاء من انحاء الجسم ، بينما يمتلئ الاذين الايسر بالدم الوارد من الرئتين بالاوردة الرئوية وسبب ذلك هو فرق الضغط بين الاوردة والاذينين ، في الاوردة يكون اعلى ببضع ملمترات .زئبق ، وبشكل ادق يكون الضغط الوريدي الحاصل من تدليك العضلات الهيكلية لجدران الاوردة حوالي 10 ملم . ز ، بينما يكون الضغط في داخل الاذينين صفرا او تحت الصفر .**

2- **وعند الانقباض الاذيني Auricular Systole يرتفع الضغط في داخل الاذينين الى حوالي 4-6 ملم .ز ، في الاذين الايمن وحوالي 7-8 ملم . ز في الاذين الايسر ، في الوقت الذي يكون فيه الضغط في داخل البطينين الى ما يقارب الصفرنتيجة للانبساط البطيني Ventricular diastole هذا يؤدي الى انفتاح الصمامات الاذينية – البطينية فيمتلئ البطينان بالدم .**

3- **بعدها تاتي مرحلة الانقباض البطيني Ventricular Systole الذي يكون قوياً نتيجة سمك جدران البطينين فيرتفع الضغط في البطين الايسر الى 120 ملم . ز وفي البطين الايمن الى حوالي 25 ملم . ز ، وهذا الارتفاع في الضغط داخل البطينين يؤدي الى انغلاق الصمامات الاذينية – البطينية فيمنع عودة الدم الى الاذينين ، وفي الوقت نفسه تنفتح الصمامات الهلالية فيندفع الدم من البطين الايسر بقوة الى داخل الابهر ، ومن البطين الايمن الى داخل الشريان الرئوي ، ونتيجة لذلك يرتفع الضغط داخل هذين الشريانين الى 120 ملم . ز بالنسبة للاول و 25 ملم . ز بالنسبة للثاني .**

4- **يلي ذلك انبساط البطينين وهبوط الضغط فيهما الى الصفر بعد ان تكون الصمامات الهلالية قد انغلقت تاركة الضغط في الابهر عند حد 80 ملم . ز واعلى من 10 ملم . ز في الشريان الرئوي وبذلك يمنع رجوع الدم الى البطينين .**

اما سبب عدم اندفاع الدم الى الاوردة خلال التقلص او الانقباض الاذيني فيعود ذلك الى ما يأتي :

1- **بقاء الضغط في داخل الاذينين عند انقباضهما اقل مما هو عليه في الاوردة .**
2- **تضيق الالياف العضلية الحلقية المحيطة بمنطقة اتصال الاوردة بالاذينين والفتحة الكائنة بينهما في اثناء التقلص**
3- **صعوبة انتقال الدم من الاذين الى البطين ، حيث يلاقي مقاومة تتعلق بترتيب الصمامات الاذينية – البطينية .**

العوامل المؤثرة على ضغط الدم :

يتاثر ضغط الدم الذي هو القوة التي تعمل على دفع الدم خلال الشرايين والشرينات والاوعية الدموية الشعرية بعدة عوامل منها :-

1- النتاج (الخراج القلبي) Cardiac Output

وهو كمية الدم التي يضخها البطين الايسر الى الشريان الابهر ومنه الى مختلف اجزاء الجسم ، وكمية الدم التي يضخها البطين الايمن الى الرئتين بوساطة الشريان الرئوي .

فعندما يبلغ نتاج الدم اكثر من الحد الطبيعي يؤدي الى انفجار بعض الاوعية الدموية الشعرية الصغيرة وحدوث النزف الداخلي اضافة الى كون الضغط العالي يجهد القلب ثم يؤدي الى تضخم جدران البطينين وضعفهما ، علماً ان معدل النتاج القلبي الطبيعي في البالغين من الذكور يعادل 5.6 لتر/ دقيقة ، وعند الاناث 5 لتر/ دقيقة . الا ان هذه المعدلات تتاثر عند اجراء التمارين الرياضية والاعمال المجهدة فقد يصل الى 35 لتر / دقيقة لدى الرياضيين المدربين جيدا او بعد ركض مسافات طويلة .

ويعتمد النتاج القلبي على :-

أ- معدل النبض القلبي Heart beat rate الذي يبلغ في الحالة الطبيعية 72 نبضة / دقيقة ، ويعتمد على التبدلات الايونية والهرمونات ودرجة الحرارة .

ب- حجم الضربة Stroke volume التي تبلغ 70 مليلتراً في الحالة الطبيعية ، ويعتمد حجم الضربة على حجم الدم الوريدي العائد للقلب وحجم القلب نفسه اضافة الى قوة العضلات القلبية والحالة الفسيولوجية .

وكلا العاملين له علاقة بمقدار مايضخه البطينان خلال تقلص واحد ، اما حاصل ضربهما فيشير الى مايسمى بحجم الدقيقة Minute volume الذي هو الكمية الكلية من الدم التي يضخها البطينان الايسر والايمن اي النتاج ويساوي 5040 مليلتر / الدقيقة (72 x 70) او مايعادل 5 لتر / الدقيقة .

وعلى هذا الاساس يكون حجم القلب عند الرياضيين المدربين جيدا اكبر نسبيا وهذه الزيادة بالحجم ترافقها زيادة البروتينات العضلية والميوكلوبين Myoglobin ، وتتناسب الدورة التاجية (دورة تجهيز الدم بالشريانين التاجيين لتجهيز نسيج القلب وعودته بالاوردة التاجية الى الوريد الاجوف العلوي في نقطة التقاءه بالاذين الايمن) طردياً مع درجة تضخم القلب ، فلذلك يحصل الرياضيون المدربون جيدا رغم امتلاكهم قلوبا كبيرة ذات قوة اكبر في النبض عن غيرهم على نتاج قلبي اعلى لكن لهم نبض قلبي اوطا (ينخفض الى حوالي 40-60 نبضة بالدقيقة) عن الناس العاديين .

اما المرضى المصابون بتضخم القلب Hypertrophy فعلى الرغم من الزيادة في كتلة العضلات القلبية في قلوبهم تكون قوة الانقباض لديهم ضعيفة

2- المقاومة المحيطية Peripheral Resistance

يعود الارتفاع الكبير في الضغط الشرياني الى المقاومة التي يواجهها الدم عند اجتيازه الاوعية الدموية الضيقة (الشرينات والاوعية الدموية الشعرية) وتعتمد المقاومة على لزوجة الدم وطول الوعاء الدموي وقطره ، اضافة الى ان الضغط يتناسب طردياً مع المقاومة ، وقد عبر عن هذه العلاقة الطبيب الفرنسي بواسيه Poiseuille بالمعادلة الاتيه :

$$R = \frac{8\,L^{\eta}}{\pi r^4}$$

حيث تمثل (R) المقاومة ، (L) طول الوعاء ، (η) درجة اللزوجة ، (r) نصف القطر ، (π) النسبة الثابتة .

ومن المعادلة يتضح ان المقاومة تتناسب طردياً مع طول الانبوبة ولزوجة الدم ، وعكسياً مع القوة الرابعة لنصف القطر .

ان طول الاوعية الدموية ثابت تقريباً ولذلك لا يعد هذا العامل مهماً في تحديد ضغط الدم . اما قطر الاوعية الدموية فعامل معم للاسباب الاتية : -

أ- يتناسب المقاومة والضغط عكسياً مع القوة الرابعة لنصف القطر ، وبذلك يؤدي مضاعفة القطر الى انخفاض الضغط (16) مرة في حين ان تقلص الاوعية الدموية الى نصف قطرها يؤدي الى ارتفاع الضغط (16) مرة .

ب- القابلية الكبيرة للشرينات (بشكل رئيسي) والاوعية الدموية على تغيير اقطارها من 4-5 اضعاف وبذلك يمكن ان تتغير المقاومة مئات المرات .

علما ان هذه القابلية في تغيير اقطار الاوعية الدموية تقع تحت السيطرة العصبية والهرمونية .

ينخفض الضغط تدريجيا ابتداءاً من الابهر فالشرايين الرئيسية ثم الشرايين الصغيرة والشرينات واخيرا الاوعية الدموية الشعرية والوريدات والاوردة حيث يصل فيها الضغط الى بضع مليمترات . زئبق كما في الاوردة الجوفاء ، انالانخفاض الاكبر للضغط يحصل في الشرينات بسبب المقاومة الكبيرة التي يلاقيها الدم عند مروره من الشرايين الواسعة الاقطار الى الشرينات الضيقة

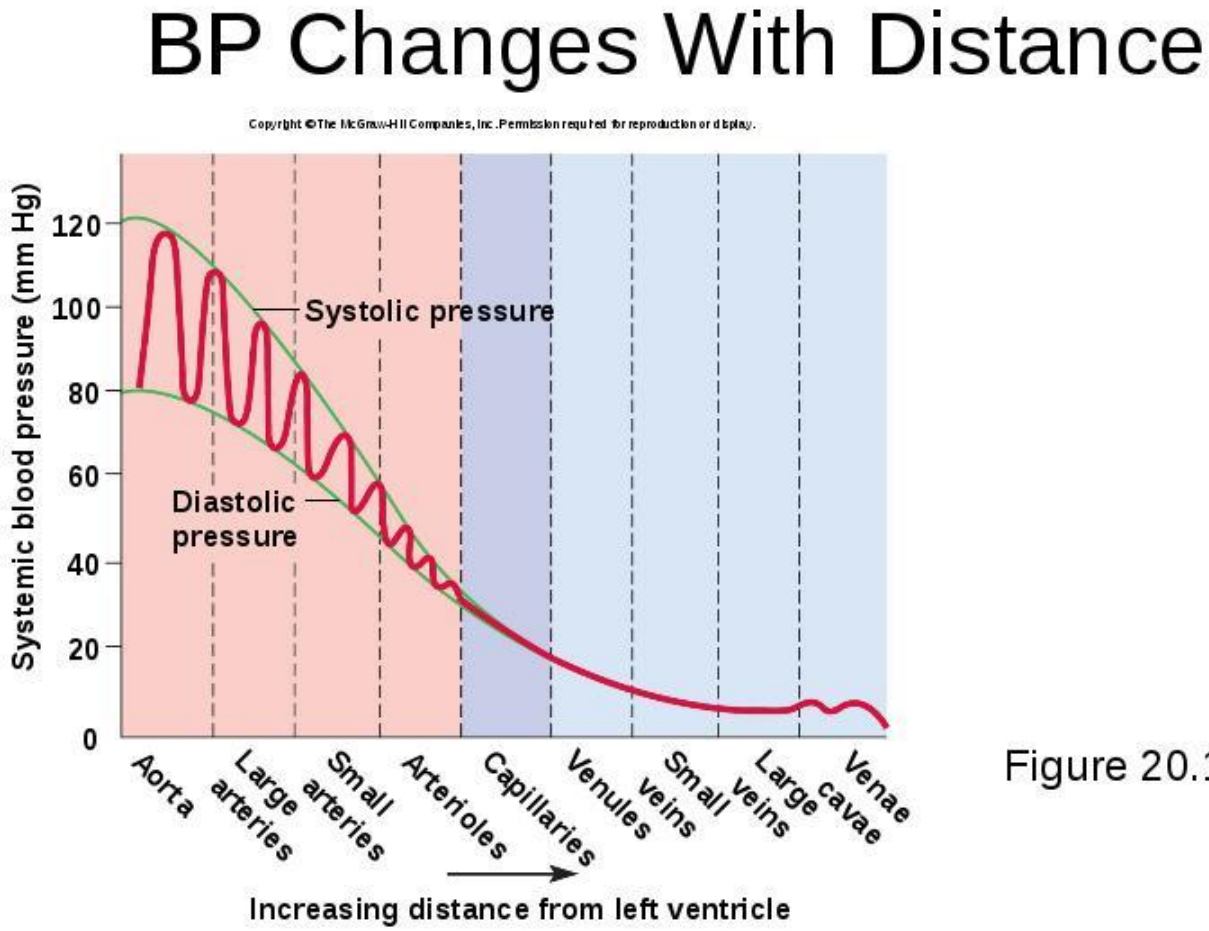


Figure 20.10

3- لزوجة الدم Blood Viscosity :

تعتمد لزوجة الدم على نسبة الكريات الحمر في البلازما فترتفع بزيادتها كما في مرضى فرط الكريات Polycythemia الذي يشير الى ارتفاع عدد كريات الدم الحمر ، وزيادة اللزوجة تجهد القلب وتؤدي الى تضخمه وضعفه .

كذلك تعمل زيادة بروتينات بلازما الدم الى زيادة لزوجة الدم ، اما الانيميا anemia او فقر الدم الشديد فيؤدي الى انخفاض لزوجة الدم ثم انخفاض الضغط .

- **السيطرة العصبية على ضغط الدم :**

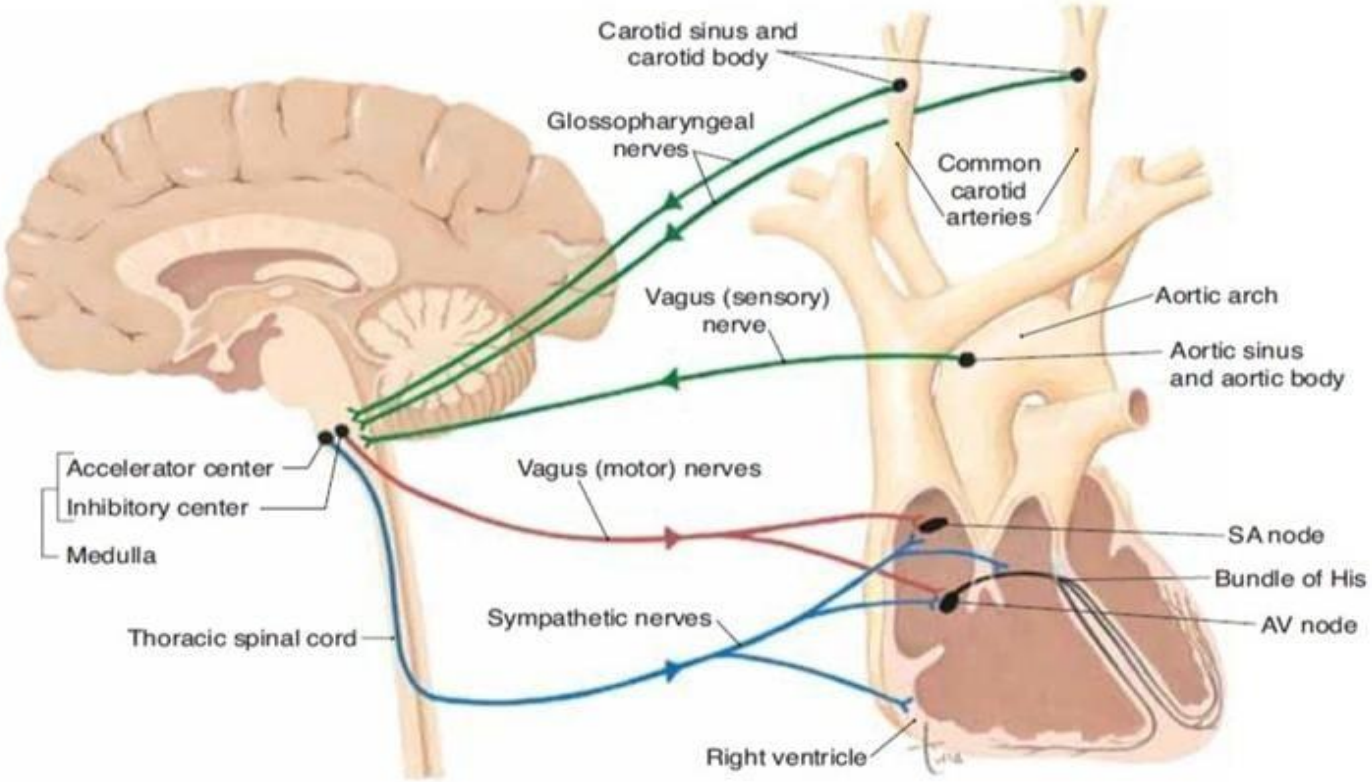
يقع نبض القلب وتوسع الاوعية الدموية وضغط الدم تحت السيطرة العصبية على الرغم من قابلية القلب على التقلص الذاتي كونه عضلي المنشا Myogenic حيث يلعب الجهاز العصبي دوراً في تحوير سرعة وقوة النبض تحت مختلف الضروف ، يتم تزويد القلب بنوعين من الالياف العصبية هي :-

1- الالياف العصبية الودية Sympathetic fibers التي تزيد من سرعة وقوة النبض (اعصاب محفزة)
2- الالياف العصبية نظير الودية (Parasympathetic nerve fibers) التي تثبط سرعة وقوة النبض (اعصاب مثبطة) .

وفي وقت الراحة يوجد توازن بين فعل الاعصاب المحفزة (الالياف الودية) وفعل الاعصاب المثبطة (الالياف نظير الودية) بحيث يبقى النبض الى حد يصل الى 72 نبضة / دقيقة .

يتم تعصب الالياف الودية من خلال العصب المعجل Accelerator nerve الذي ينشأ من العقدة العنقية السفلى Cervical Inferior ganglion وبعض العقد الودية ، وهي الياف عصبية بعد عقدية Postganglionic تتوزع في عضلات البطينين الايمن والايسر .

اما الالياف النظير ودية فتتعصب من خلال الياف بعد عقدية تصل عن طريق العصبين التـــائهين Vagi (مفرده Vagus) بصورة رئيسية بالاذينـــين ولاسيما في الـــعقدة الكيســية الاذينـــية (.node S.A) والعقدة الاذينية البطينية (A.V. node) .



للجهاز العصبي الودي دور مهم اكثر من الجهاز النظير ودي في السيطرة على اقطار الاوعية الدموية لتوسيعها وانقباضها حيث تزود الالياف الودية جميع الاوعية الدموية عدا الاوعية الشعرية ، في حين يقتصر دور الالياف نظير ودية على تحفيز الاوعية الدموية لبعض الغدد حيث تسبب توسعها وبذلك تزيد من افرازاتـــها .

سيطرة الجهاز العصبي على الجهاز الوعائي القلبي

Cardiovascular control by the CNS

ويقصد بها السيطرة العصبية على ضغط الدم الشرياني الذي يفترض ان يكون بمستوى ثابت وخاصة عند جريان الدم في الاوعية الدموية الشعرية ، والهدف النهائي من هذه السيطرة هو :-

1- ابقاء الضغط الشرياني في مستوى يكون كافيا للتجهيز المستمر للدماغ والقلب بالدم
2- تجهيز الاعضاء الاخرى من الجسم بشكل كافي بعد تلبيه احتياجات القلب و الدماغ .

لذلك يجب ان يبقى ضغط الدم الشرياني ايضا بمستوى معين يضمن وصول الدم الى اجزاء الجسم المختلفة .

مستقبلات او مستلمات الضغط Baroreceptors

تنتشر هذه المستقبلات بشكل واسع في الجهاز الشرياني في اللبائن والتي تتمثل في القوس الشرياني Aortic Arch وفي الجسم السباتي Carotid body والجيب السباتي Carotid Sinus والشرايين الرئوية .

توجد فروقات نوعية قليلة في اللبائن بين مستلمات الضغط في الجيب السباتي ومستلمات الضغط في القوس الشرياني . وان الجيب السباتي عبارة عن انتفاخ يقع في بداية الشريان السباتي الداخلي Internal carotid artery حيث تكون جدرانه رقيقة مقارنة بالمناطق الاخرى للشرايين .

ان مستلمات الضغط عبارة عن نهايات الياف عصبية متفرعة مطمورة في جدران الجيب السباتي ، وترسل مستلمات الضغط معلومات عند الراحة (في الضروف الفسيولوجية الاعتيادية)ويزداد معدل ارسال المعلومات عند زيادة توتر جدران الاوعية الدموية .

وتوجد علاقة اسية على شكل حرف S تسمى Sigmoidal بين ضغط الدم وتردد نبضات مستلمات الضغط ، حيث تكون هذه المستلمات اكثر حساسية لضغوط الدم الواقعة فوق المعدل الفسلجي الطبيعي .

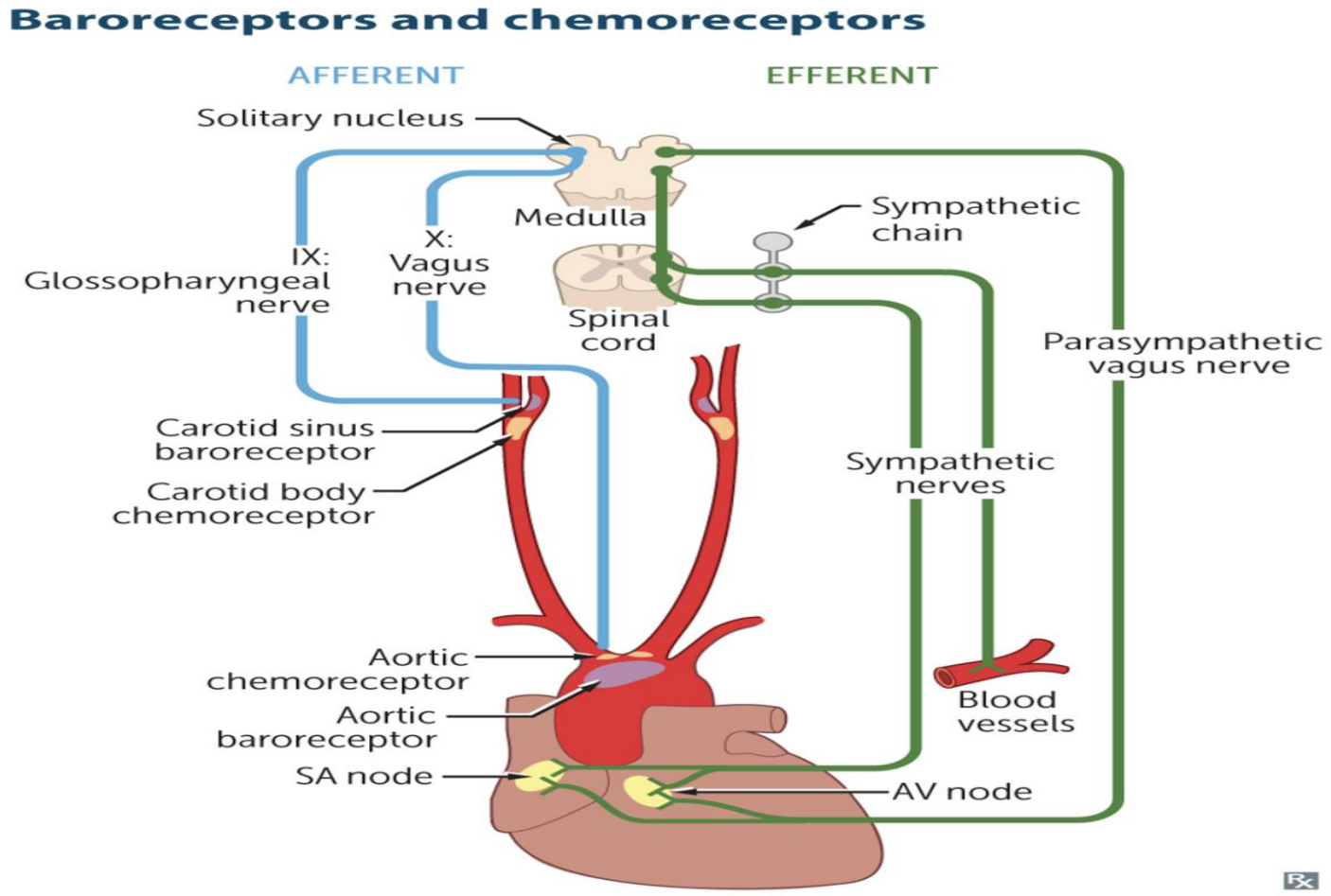
فعندما يبدأ الضغط بالارتفاع تتاثر النهايات الحسية الضغطية (مستلمات الضغط) لهذه الالياف العصبية نتيجة للتمدد الضئيل في جدران كل من القوس الشرياني والكيس السباتي فيصل عدد كبير من الايعازات العصبية عبر الالياف الحسية الى المركز الحركي الوعائي المتواجد في النخاع المستطيل فيحدث تثبيط لهذا المركز وبالتالي يؤدي الى ارسال ايعازات عصبية بواسطة الالياف الحركية الى الشرينات والتي بدورها تتمدد وبالتالي تنخفض المقاومة فيها وينخفض الضغط . اضافة الى ذلك فان القوس الشرياني والجسم السباتي يرسل ايعازات عصبية الى مركز اخر يقع ايضا في النخاع المستطيل يدعى بالمركز المثبط للقلب Cardiac inhibitory center وعند تحفيز هذا المركز سوف يرسل عددا كبيرا من الايعازات عن طريق العصب التائه فتقل سرعة وقوة النبض (النتاج القلبي) وبالتال يؤدي الى انخفاض ضغط الدم .

المستقبلات الكيمياوية الشريانية : Atrial Chemoreceptors

تقع هذه المستقبلات في الجسم السباتي والابهري والتي لها تاثيرات انعكاسية مهمة في مجال التهوية Ventilation (التنفس) وفي الجهاز الوعائي القلبي ، فهي تستجيب للزيادة في كمية ثاني اوكسيد الكاربون CO_2 او نقصان الاوكسجينO_2 والتغيرات الحاصلة في الاس الهيدروجيني (PH) للدم ، ان تحفيز هذه المستقبلات سوف يبطئ من ضربات القلب حتى لو كان الضغط الشرياني منظماً بمستوى ثابت ، لذلك فأن تحفيزها يكون له تاثير مباشر في معدل نبض القلب ، ويتم عمل هذه المستقبلات بنقل السيالات العصبية بواسطة اعصاب حسية تصل بين المستقبلات والمركز الوعائي المحرك في النخاع المستطيل وهذا يقوم بنقل ايعازات عصبية الى القلب تؤدي الى تباطؤ نبضات القلب .

المستقبلات الالية (الميكانيكية) Mechanoreceptors

تتواجد هذه المستقبلات في جدران الاذينين والبطينين وهي نوعين A و B فمستقبلات A تستجيب لتغيرات الشد (التوتر) الحاصلة في جدران الاذينين وزيادة حجمها وكذلك تستجيب هذه المستقبلات عند توتر البطينين وعندما يكون حجم البطين في نهاية الانبساط كبيرا . ان تحفيز هذه المستقبلات يؤدي الى تثبيط الجهاز الودي وبذلك ينشط الجهاز اللاودي وينتج عنه نقص في معدل ضربات القلب .



تخثر او تجلط الدم : Blood Coagulation

ان الهدف الاساسي من عملية تخثر الدم هو غلق الاوعية الدموية التي يحصل بها ضرر او تمزق لوقف النزيف ومنع فقدان السائل الحيوي للجسم ، وهذه الاهمية لاتقل عن اهمية منع حدوث التخثر عند عدم وجود الحاجة الى ذلك فربما يؤدي التخثر الى غلق وعاء دموي يجب ان يبقى مفتوحا خصوصاً عندما تكون خلايا وانسجة الجسم بحاجة الى الاوكسجين الضروري لادامة الحياة .

تشمل الية تخثر الدم على الخطوات الاتية :

1- الخطوة الاولى Step I

يتحول البروثرومبين (بروتين ذائب في البلازما) الى ثرومبين (انزيم البلازما) بفعل الثرومبوبلاستين الذي يتحرر من الاقراص الدموية المتكسرة والانسجة الممزقة وتعد ايونات الكالسيوم ضرورية لاتمام هذا التفاعل .

$$\text{Prothrombin} \xrightarrow[Ca^{++}]{thrompoblastin} \text{Thrombin}$$

يشترك في هذا التفاعل بفعل العوامل المكتشفة حديثاً جهازين الاول داخلي Intrinsic system والاخر خارجي Extrinsic system

*الجهاز الداخلي

وفيه يتحرر الثرومبوبلاستين thromboplastin من الاقراص الدموية المتكسرة Damaged platelets والمتجمعة في منطقة الجرح وهذه المادة تكون غير فعالة وتحتاج الى تنشيط واشتراك عوامل معينة تتواجد في البلازما وهي :

1- الكالسيوم
2- البرواكسليرين proaccelerin
3- الانتي هيموفلك كلوبيولين Antihemophilic globulin AHG
4- مركب ثرومبوبلاستين البلازما Plasma thromboplastin component (PTC)
5- عامل ستيوارت Stuart factor
6- طليع ثرومبوبلاستين البلازما Plasma thromboplastin antecedent (PTA)
7- واخيرا عامل هاجمانHagman factor .

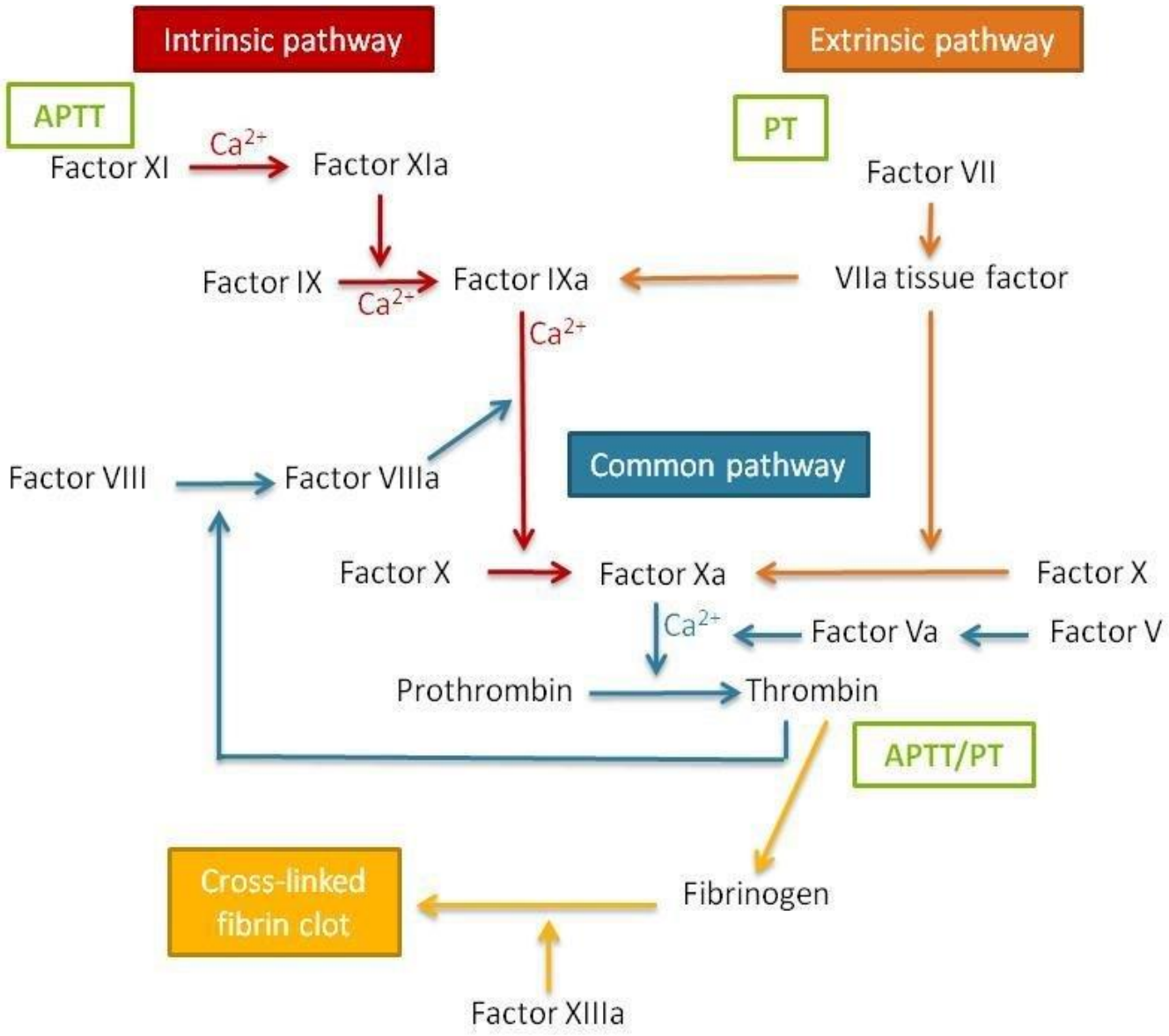
بعد تنشيط الثرومبوبلاستين تؤدي الى تحويل البروثرومبين الى ثرومبين .

الجهاز الخارجي :

وفيه اذا تحرر الثرومبوبلاستين من الانسجة الممزقة Damaged tissues الذي يدعى ثرمبوبلاستين النسيج Tissue thromboplastin فان تفاعل الخطوة الاولى يتم باشتراك عدة عوامل في البلازما هي :

1- الكالسيوم
2- البرواكسليرين proaccelerin
3- معجل تحول مصل البروثرومبين Serum prothrombin conversion accelerator (SPGA)
4- عامل ستيورات Stuart factor

حيث تتفاعل مع ثرومبوبلاستين النسيج لتحويل البروثرومبين الى ثرومبين .



مخطط يبين الية عمل الجهازين الداخلي والخارجي في عملية تخثر الدم

الخطوة الثانية : Step II

وفيها يتحول الفايبرينوجين (بروتين ذائب في البلازما) الى تراكيب خيطية غير قابلة للذوبان تدعى الفايبرين

$$\text{Fibrinogen} \xrightarrow{Thrombin} \rightarrow\rightarrow\rightarrow \text{Fibrin}$$

ان الثرومبين وعوامل البلازما (الكالسيوم،AHG) ضرورية لاستكمال الخطوة الثانية من الية التجلط .

يبدو الفايبرين بشكل خيوط دقيقة متشابكة ، تتجمع كريات الدم في منطقة التشابك وتلتصق بها الاقراص الدموية مكونة بذلك الخثرة .

*ان تولد التفاعل الحاصل في الجهاز الداخلي (الخطوة الاولى)يحدث اعتياديا عندما يصبح الغشاء الطلائي الداخلي Endothelial membrane المبطن للاوعية الدموية خشنا بسبب الضرر او تكون حزم الكولسترول المذاب في جدران الاوعية الدموية ، وخلال دقائق معدودة تلتصق اعداد من الاقراص الدموية في المنطقة المصابة بالضرر او الجرح ، ويلي ذلك تحرر ثرومبوبلاستين الاقراص الدموية والنتيجة النهائية هي تحول البروثرومبين الى ثرومبين اذا تهيات ايونات الكالسيوم وعوامل التخثر الاخرى.

*تقوم خلايا الكبد بصنع كل من البروثرومبين والفايبرينوجين وكل بروتينات البلازما تقريباً بوجود فيتامين K الذي يمتص ويرسل من الامعاء الى الدم وعلى الرغم من وجوده في الطعام فان بعض البكتريا تصنعه داخل الامعاء (حيث ينعدم وجودها في الاطفال حديثي الولادة) ولكون هذا الفيتامين من الفيتامينات الذائبة في الدهون يتطلب امتصاصه افرازات الصفراء ، لذلك ينشأ نقص فيتامين K في الدم عند قطع قناة الصفراء ومنع وصول افرازاتها الى الامعاء ، عندها لا يستطيع الكبد انتاج البروثرومبين بمعدل ثابت وينخفض تركيزه عن الطبيعي مما يسبب سهولة حصول النزف او الميل لوقوعه .

*هناك عوامل عديدة تعمل بشكل متضاد عند حدوث تخثر الدم في الاوعية الدموية السليمة منها :

1- البطانة الداخلية للاوعية الدموية التي لنعومتها لا تلتصق بها الاقراص الدموية ثم لاتتحطم او تنكسر وتتحرر محتوياتها .

2- يحتوي الدم ايضا على مواد تسمى مضاد الثرومبين Antithrombin ، التي تعمل ضد فعل الثرومبين في تحويل الفايبرينوجين الى فايبرين .

3- اضافة الى ذلك يعمل الهيبارين Heparin مضاداً للثرومبين وهو احد المكونات الطبيعية في الدم حيث يوجد بشكل اعتيادي في الجسم .

الهيبارين مزيج من السلفات Sulphat المحتوية على سكريات متعددة Polysaccharide ذا تاثير قوي في الحموضة ، ويحمل شحنه كهربائية سالبة كبيرة ، ويعمل الهيبارين مانعاً للتخثر بمنعه تنشيط عامل PTC (Plasma thromboplastin component) وعامل كرستمس Christmas وعامل Antihemophilic factor B ، اضافة الى كونه ينشط عامل البلازما الذي يثبط عمل الثرومبين ، ثم ان

الهيبارين يعمل على زيادة سالبية جدران الاوعية الدموية وهذا يمنع تكون الخثرة او الثرومبس Thrombus .

*جدول يبين عوامل تخثر الدم Coagulant Factors

Factor	Common Synonym
Factor I	Fibrinogen
Factor II	Prothrombin
Factor III	Thromboplastin Thrombokinase
Factor IV	Calcium
Factor V	Proaccelerin Labile factor
Factor VI Now obsolete	Non in use
Factor V II	Serum Prothrombin Conversion Accelerator (SPCA)
Factor V III	Anithemophilic Globulin (AHG)
Factor IX	Plasma Thromboplastin Component (PTC) Christmas Factor
Factor X	Stuart Factor
Factor XI	Plasma Thromboplastin Antecedent (PTA)
Factor XII	Hageman Factor
Factor X III	Fibrin Stabilizing Factor

**زمر او مجاميع الدم Blood groups

تحتوي اغشية كريات الدم الحمر في الانسان على انواع مختلفة من المستضدات Antigens التي تدعى باللزينات (المفرد لزين) Agglutinogens ، ولهذا يختلف الدم من الناحية الكيمياوية من شخص الى اخر اعتماداً على نسبة وجود انواع هذه المستضدات او اللزينات . ومن اكثر هذه المستضدات شيوعاً واهمية A و B . فالافراد الذين لديهم اللزين A في اغشية كريات دمهم الحمر يقال لهم زمرة A وتبلغ نسبتهم حوالي 42% . اما الافراد الذين لديهم لزين B في اغشية كريات دمهم الحمر فيقال لهم فصيلة B وتبلغ نسبتهم 9% . في حين ان الافراد الذين يمتلكون كلا اللزينين او المستضدين A و B على اغشية كرياتهم الحمر يقال لهم زمرة AB ونسبتهم 3% ، بينما الافراد الذين لاتحتوي دمائهم على كلا اللزينين (A و B) فيقال لهم زمرة O ونسبتهم 46% ، وبذلك ينقسم الافراد الى اربعة مجاميع او فصائل او زمر رئيسية هي A و B و AB و O .

وكلا اللزينين A و B عبارة عن بروتينات سكرية Glycoproteins والفرق من الناحية التركيبية بينهما يكمن في بقايا سكر واحد فقط .

وتدعى الاجسام المضادة للزينات بالملزنات (المفرد ملزن Agglutinin) وهي توجد بشكل طبيعي في الجسم اي انها تتوارث عن الاباء ، او يمكن ان تنتج خلال عمليات نقل الدم بين الاشخاص Transfusion او خلال الحمل Pregnancy عندما تمر كريات الدم الحمر للجنين عبر السخد Placenta وتدخل جهاز دوران الام.

ولدى الافراد من زمرة A كمية محسوسة من الملزن او الجسم المضاد b (ضد لزين او مستضد B) فعندما يمتزج دمهم لدم من زمرة B تتفاعل الملزنات b واللزينات B مسببة تلاصق خلايا B وهو ما يدعى بالتلازن Agglutination يعقبه تحلل الكريات . وبالشكل نفسه يتكون في بلازما دم الاشخاص من زمرة B كمية من الملزن a (ضد لزين A).

اما الافراد من زمرة الدم O فلديهم الملزنات a و b فقط في حين لا تحتوي دماء الافراد من زمرة الدم AB على اي نوع من الملزنات .

ويمكن التحقق من نوعية الدم عندما يتم مزج كريات الدم الحمر لشخص ما لكمية كافية من مصل Antiserum على شريحة زجاجية وملاحظة امكانية حدوث التلازن من عدمه .

ويمتلك بعض افراد زمرة A لزينا اضافيا يسمى A1 لذلك يقسم افراد هذه الزمرة الى نوعين هما A1 (يمتلكون كلا النوعين من اللزينات A و A1) وافراد من نوع A2 (وهم الذين لديهم لزين A فقط) .

وقد عرفت الان ست مجاميع للدم في الانسان بدلا من اربع مجاميع وهي A1, A2 , B , A1B ,A2B ,O

***جدول يبين مجاميع الدم واللزينات (المستضدات) والملزنات (الاجسام المضادة) لكل نوع**

	Group A	Group B	Group AB	Group O
Red blood cell type	A	B	AB	O
Antibodies in plasma	Anti-B	Anti-A	None	Anti-A and Anti-B
Antigens in red blood cell	A antigen	B antigen	A and B antigens	None

**** تفاعلات نقل الدم Transfusion Reaction**

عند نقل الدم من شخص الى اخر لاسيما عندما يتم النقل بين شخصين غير متوافقين في زمرة الدم Incompatible تحدث تفاعلات تحلل الكريات .

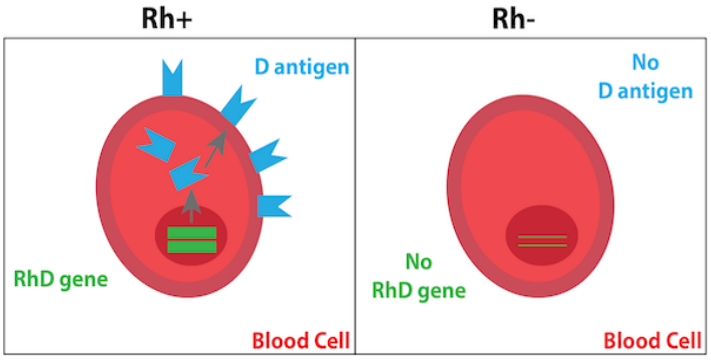
تكون بلازما دم الشخص الواهب Donor مخففة في دم المستلم Recipient ويندر ان تسبب هذه تلازنا حتى لو كانت كمية ملزنات (اضداد) الشخص الواهب التي تعمل ضد لزينات (مستضدات) الشخص المستلم عالية ، واذا احتوت بلازما المستلم على ملزنات مضادة للزينات خلايا الدم الواهب ، تلازنت الخلايا وتحللت وتحرر الهيموكلوبين حر في البلازما .

وتتغاير خطورة مثل هذا النقل من ارتفاع قليل في مستوى بيليروبين البلازما Bilirubin الى يرقان Jaundice حاد وضرر نبيبات الكلية الحاصل من تاثير النتائج المتحررة من تحلل الخلايا ، اضافة الى احتباس البول Anuria والموت Death .

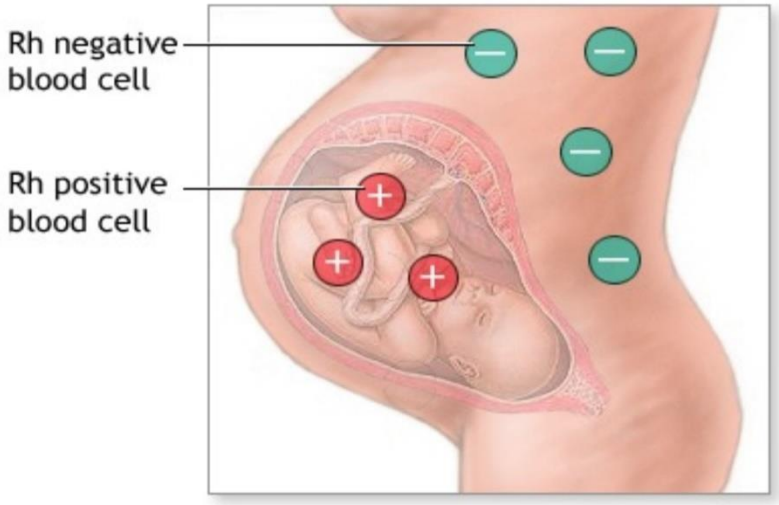
ان لنقل الدم من شخص الى اخر بصورة عشوائية تاثيرات خطيرة جداً لذلك يجب ان لا ينقل من غير ان يختبر ، حيث ان امكانية حدوث التفاعل او الحساسية نتيجة عدم التوافق لعوامل اخرى غير زمر الدم واردة جداً.

العامل الريسي Rhesus or Rh Factor

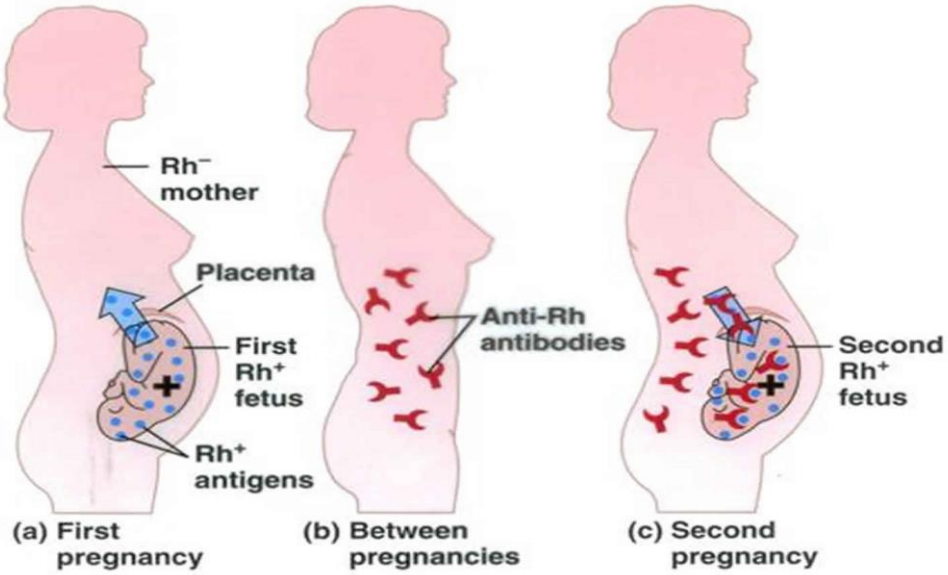
يعود الفضل الى اكتشاف زمر الدم الى العالم كارل لاندشتاينر Karl Landsteiner وكانت اهمية هذا الاكتشاف كبيرة جداً خلال الحرب العالمية الاولى حيث كانت تجري محاولات عديدة لعمليات نقل الدم بين الجرحى والمصابين ، وفي عام 1940 قام نفس العالم باكتشاف اخر مهم وهو اكتشاف مادة اخرى لاول مرة في مجموعة من القردة تسمى Rhesus Monkey وقد اكتشف ان هذه المادة نفسها موجودة لدى الانسان اطلق عليها عامل Rh او مستضد D وهو بروتين يوجد على سطح كريات الدم الحمر، فالافراد الذين لديهم لزين اومستضد D في كريات دمهم الحمر يقال لهم بانهم موجبي العامل الريسي (Rh^+) ويشكلون حوالي 85 % من افراد هذه الزمرة ، اما الافراد الذين ليس لديهم لزين او مستضد D في دمهم فيشكلون 15 % ويقال لهم بانهم سالبي العامل الريسي (Rh^-) ، وليس لكل من Rh^+ و Rh^- اي مضاد طبيعي لـ مستضد D في بلازما دمهم .



يكتسب الجنين فصيلة الدم من والديه من خلال عوامل الوراثة فكل انسان طبيعي يمتلك 46 كروموسوم او صبغي منها 2 كروموسوم جنسي وهي X و Y التي تحدد جنس المولود اذا كان انثى (XX) او ذكر (XY) ، و44 كروموسوم الاخرى هي التي تحدد الصفات الوراثية الجسدية ومنها ما يكون سائداً ومنها ما يكون متنحياً ، العامل الريسي هو جين يكون موجود في دم الانسان والعامل الريسي الموجب هو الجين السائد بينما العامل الريسي السالب هو الجين المتنحي ولهذا تكمن المشكلة فقط في حالة زواج الانثى ذات العامل الريسي السالب (Rh^-) من رجل يحمل العامل الريسي الموجب في دمه (Rh^+) ، حيث يكتسب الجنين عامل Rh^+ من والده كونه الجين السائد لكن كريات الدم لا تنتقل عبر المشيمة وهذا امر طبيعي خصوصا ان دوران دم الطفل يكون مستقلا عن الام فله قلبه الخاص واوعيته الدموية الخاصة به ودمه الخاص به اي ان دم الطفل لا يدخل الدورة الدموية للام رغم اقترابه من دم امه في السخد Placenta .



مع الاجهاض او الولادة الاولى قد تنتقل بعض الكريات الحمراء من الجنين الى الام عن طريق الجروح البسيطة والصغيرة جداً في المشيمة والجهاز التناسلي للام ، الكريات الحمراء التي تحتوي على Rh^+ (للجنين)التي دخلت الى جسم الام ذات العامل الريسي السالب تقوم بتنشيط جهاز المناعة وتكوين الاجسام المضادة (ملزن مضاد Rh^+ او Rh^+ Anti – Rh agglutinins) لدى الام من اجل ازالة تلك الكريات من الدم لانها تعتبر جسم غريب وتبقى هذه المضادات المصنعة في دم الام وفي ذاكرة جهاز المناعة ولهذا التاثير سوف يكون على الولادات المتعاقبة او اللاحقة اما الحمل الاول فيكون في مأمن عادة دون مشاكل تذكر ، وعند الحمل الثاني فأن جسم الام وذاكرة المناعة لديها تحتوي على تللك المضادات وحجم تلك المضادات صغير يمكنه من العبور بكل سهولة عبر المشيمة والوصول الى الجنين ومن ثم مهاجمة كرياته وتكسيرها وتحللها مما يؤدي الى مشاكل عديدة مثل فقر الدم وزيادة نسبة البيليروبين واليرقان وتسمم الجهاز العصبي والادمة edema وقد يؤدي هذا الى حد الاجهاض او الموت .



ان خطورة الضرر بالنسبة للاطفال المتعاقبين بعد الوليد الاول تاتي نتيجة لتراكم وزيادة مستويات مضادات Rh^+ عند الام من الحمل الاول والثاني وهكذا .

يتم على كل حال انقاذ الطفل باستبدال دمه blood transfusion وتحويله مؤقتا الى دم من زمرة Rh^- مباشرة بعد الولادة ، كما يتم استبدال دم الجنين داخل رحم الام في حالة الاصابات الشديدة واذا لم يتم ذلك فقد يؤدي الى موت الطفل او الاجهاض .

ويمكن منع هذه الحاله في الوقت الحاضر باعطاء الام سالبة العامل الريسي Rh^- حقنا خاصــة بعد الولادة (مضادات عامل Rh^+ او Anti Rh antibodies) مباشرتاً بين 48-72 ساعة ليقوم بالقضاء على مضادات الاجسام التي انتجتها الام وهذا بعد كل ولادة وحتى بعد الاجهاض وهذه الحقن هي كاما كلوبيولين مضاد لمضادات عامل Rh^+ (Rh^+ Anti-D Gamma globulin) .

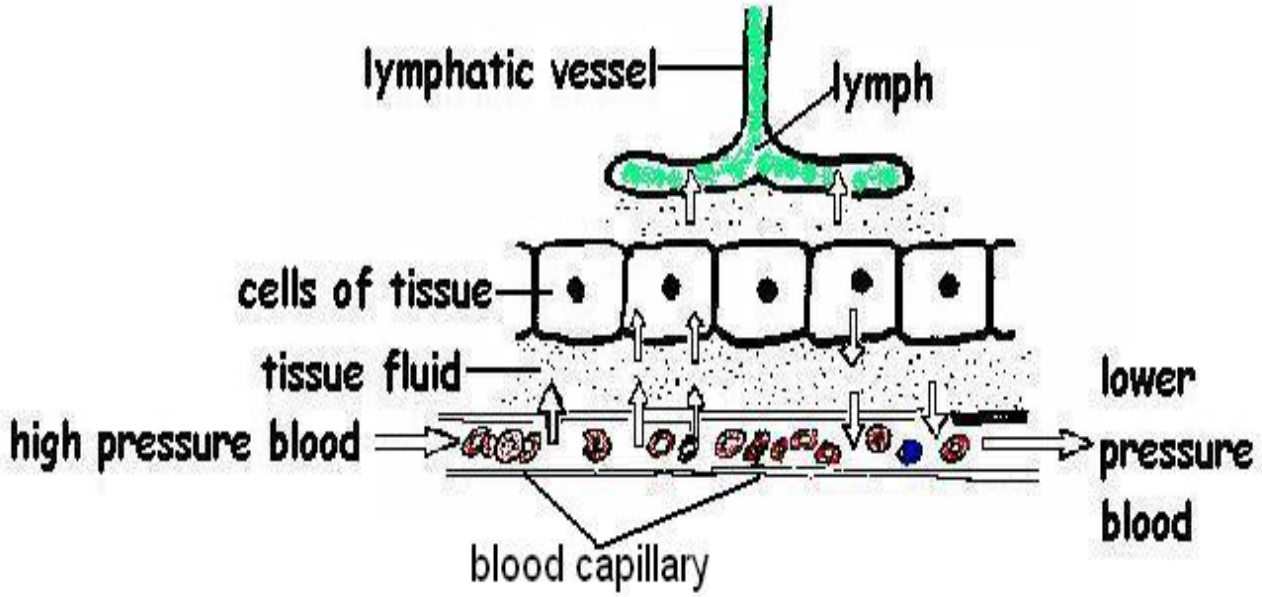
الجهاز اللمفاوي Lymphatic System :

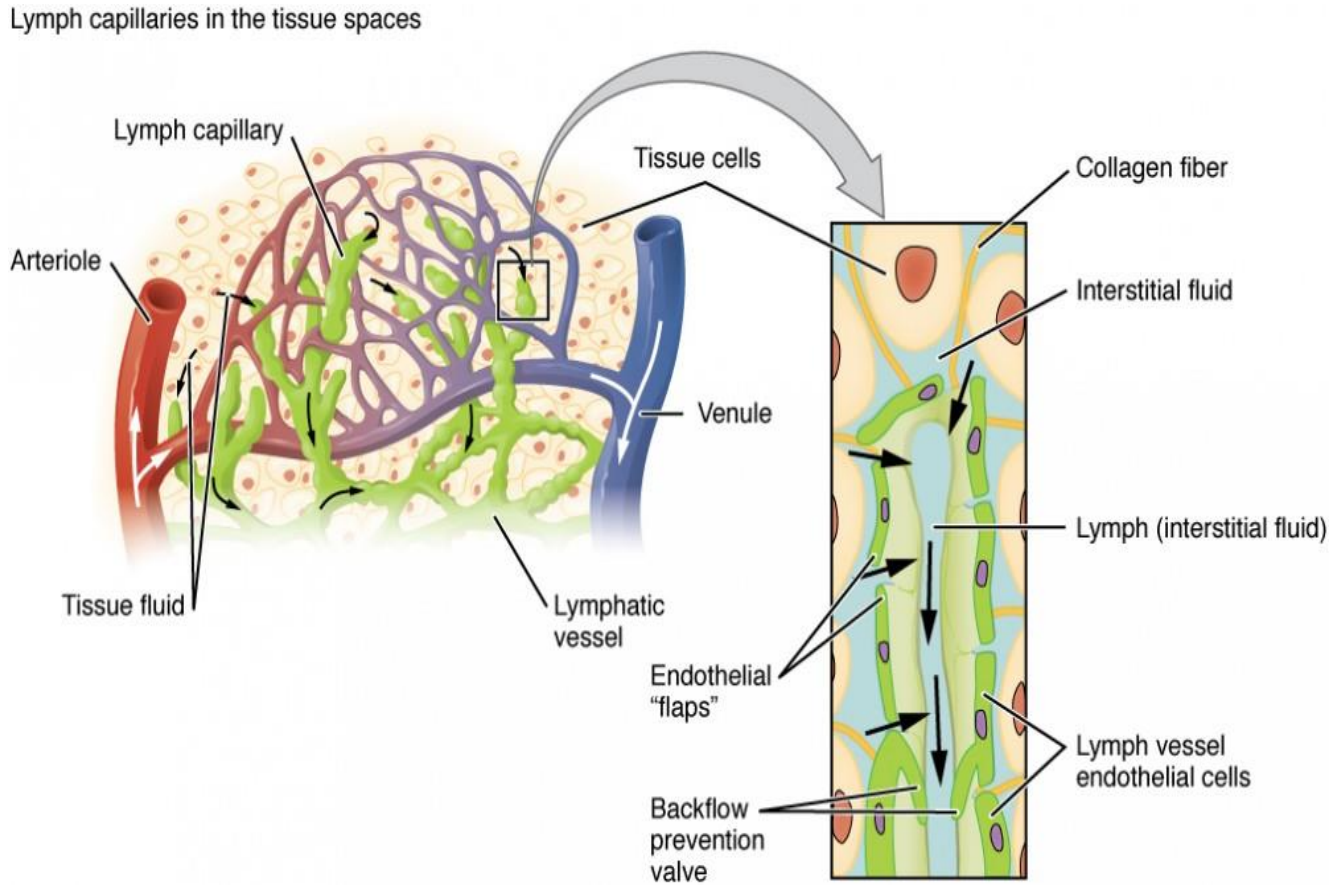
يعد الجهاز اللمفاوي من المكونات المتخصصة لجهاز الدوران حيث يتضمن سائلاً جارياً هو اللمف Lymph المشتق من الدم والسوائل النسيجية ومجموعة من الاوعية اللمفاوية Lymphatics التي تعيد اللمف الى الدم اضافة الى العقد اللمفاوية Lymph node الواقعة على امتداد الاوعية الجامعة والعقيدات المعزولة Isolated nodules من الانسجة اللمفاوية مثل لطخ باير Peyer's patches في الجدران المعوية واعضاء لمفاوية متخصصة مثل اللوز Tonsils والغدة السعترية – التوثة Thymus والطحال spleen يمتلك الجهاز اللمفاوي وظيفة نقل فريدة تتمثل بارجاع الســوائل النسيجية (البروتينات والدهون ومواد اخرى) الى جهاز الدوران الرئيس ويختلف عن الجهاز الوعائي الدموي (الذي يكون حلقة مغلقة في دورانه في الجسم) كونه يرتبط بالفراغات الموجودة بين خلايا الانسجة الرخوة للجسم .

اللمف والسائل البيني (او السائل النسيجي Tissue fluid) Lymph and Interstitial fluid

اللمف : هو سائل شفاف مائل للاصفرار يشتق من الدم والسوائل الجسمية النسيجية فهو سائل النسيج الذي يدخل الاوعية اللمفاوية ، حيث يصب بالدم الوريدي عبر القناة اللمفاوية الصدرية والقناة اللمفاوية اليمنى وله محيط قاعدي ويحتوي على عوامل التخثر مثل الفايبرينوجين وبذلك فهو له القابلية على التخثر خارج الجسم، اما محتوياته من البروتين فهو اقل مما هو عليه في البلازما .

اما السائل النسيجي او السائل البيني هو سائل بين الخلايا يغمر معظم خلايا الجسم ومصدره الرئيسي بلازما الدم حيث يتكون عن طريق الانتشار والترشيح من جدران الاوعية الدموية ويشكل الوسط او الرابط في نقل المواد الغذائية والغازات والمنتجات الايضية بين الشعيرات الدموية وخلايا الانسجة والغدد الليمفاوية ويشكل البيئة الداخلية للجسم (مع الدم واللمف) الذي يحيط بخلايا الانسجة ، كما يشبه في تركيبه بلازما الدم حيث يحتوي على بروتينات (لكن بنسبه اقل من البلازما) تقطع الاوعية الشعرية وتعود الى الدم عبر اللمف ، ويعتبر ضغط الدم في الشعيرات والضغط الازموزي لبروتينات البلازما من اهم العوامل التي تؤثر في تكوين السائل النسيجي .





تمتص الامعاء الدهون غير القابلة للذوبان في الماء وترسلها الى داخل الاوعية اللمفاوية ، ويبدو اللمف في القناة الصدرية بعد وجبة طعام حليبي القوام بسبب احتواءه على نسبة عالية من الدهون .

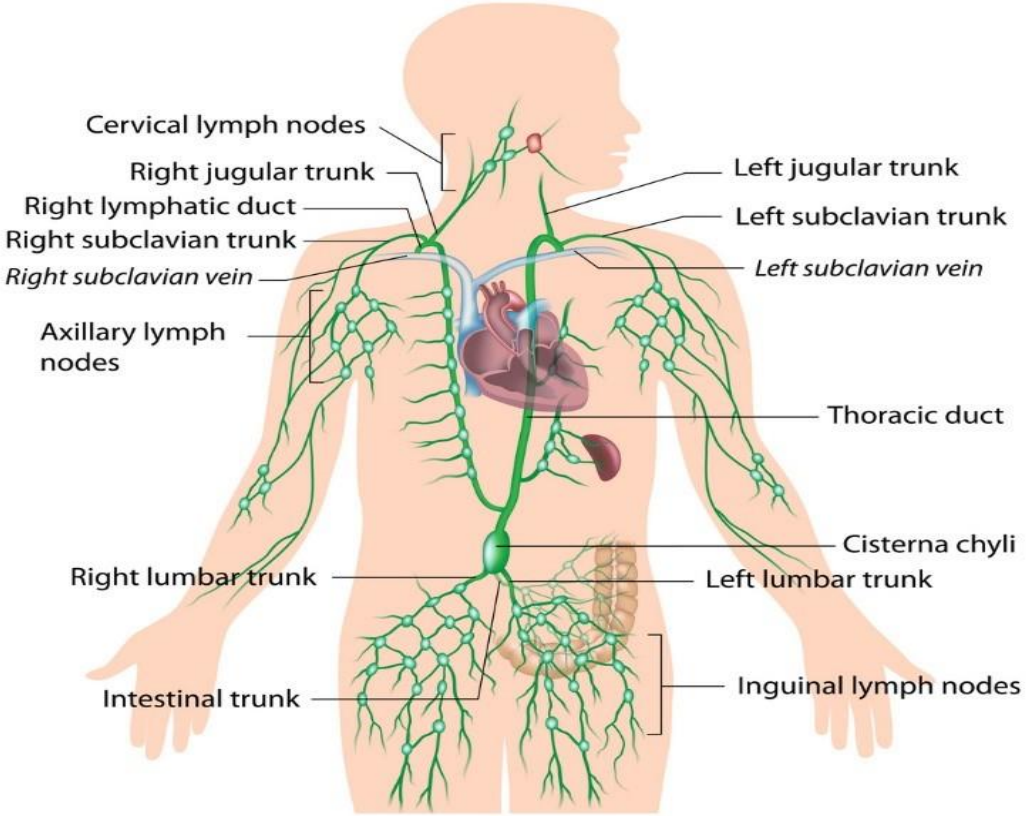
الاوعية اللمفاوية Lymph Vessels or Lymphatics

تنشأ الاوعية اللمفاوية من اوعية مغلقة النهاية تسمى الاوعية الشعرية اللمفاوية Lymphatic capillaries اما التي تنشأ في زغابات Villi الامعاء الدقيقة فتدعى لبنيات Lacteals وتتضمن جدران الاوعية الشعرية اللمفاوية طبقة واحدة من خلايا اندوذيلية مسطحة ، وكل نهاية مغلقة (عمياء) لهذه الاوعية الشعرية ترتبط بثبات بخلايا محيطة بها بوساطة خيوط نسيجية رابطة وتكون شبكات الاوعيةالشعرية هذه متفرعة ومنتشرة بشكل حر بين الخلايا في انحاء الجسم وترتبط الفروع الدقيقة لتكون فروع اكبر وبفروع اخرى اكبرمن السابقة ، تنتهي بتكوين اوعية لمفاوية رئيسية تعرف بالقناة اللمفاوية اليمنى Right lymph duct والقناة الصدرية Thoracic duct ، حيث يسير اللمف ليدخل مجرى الدم وكالاتي

1- يصب اللمف من انحاء الجسم (عدا الربع الايمن العلوي) في القناة الصدرية والتي تصب في الوريد الترقوي الايسر Left subclavian vein في نقطة اتصاله بالوريد الودجي الداخلي Internal jugular vein ومن ثم بالوريد الاجوف العلوي ثم القلب.

2- يفرغ اللمف الاتي من الربع الايمن العلوي للجسم في القناة اللمفاوية اليمنى Right Lymphatic duct ثم في الوريد الترقوي الايمن Right subclavian vein ثم الوريد الاجوف العلوي ثم القلب .

*تكون القناة الصدرية اوسع من القناة اللمفاوية اليمنى لكنها اصغر من الاوردة الكبيرة الشبيهه لها في التركيب وتنشأ في الاصل بشكل تركيب متمدد يدعى صهريج كيلوسي Cisterna chyli في المنطقة القطنية للتجويف البطني ومنها تصعد الى جذر الرقبة حيث ترتبط بالوريد الترقوي الايسر.



وتشبه الاوعية اللمفاوية الاوردة في التركيب وتختلف عنها فيما ياتي :

1- الاوعية اللمفاوية لها جدران ارق من الاوردة
2- تحتوي على صمامات اكثر
3- تحتوي على عقد لمفاوية تقع على مسافات معينة من امتدادها .

وظائف الاوعية اللمفاوية :

1- تلعب الاوعية اللمفاوية دور مهم في عدد من اليات التوازن الجسمي حيث تسمح النفوذية العالية لجدران الاوعية الشعرية اللمفاوية للجزيئات ذات الاوزان الجزيئية العالية والدقائق الاخرى التي لايمكن ان تمتصها الاوعية الشعرية الدموية بأن تزال من الفسحات مابين الخلايا فالبروتينات المتراكمة في فسحات الانسجة تعود الى الدم فقط عبر الاوعية اللمفاوية ، ولهذا اهمية سريرية كبيرة جدا حيث ان اعاقة عودة اللمف نتيجة انسداد ما يؤدي الى انخفاض تركيز البروتينات في الدم والضغط الازموزي تحت الحد الطبيعي وهذا بدوره يؤدي الى الموت .
2- اما اهم وظائف اللبنيات فهي امتصاص الدهون والمواد الغذائية الاخرى ويحتوي اللمف الموجود في اللبنيات بعد الهضم على 2% دهن ويسمى كيلوسChyli .

دوران اللمف:Lymph circulation

يترشح الماء والمواد الذائبة فيه خارج الاوعية الدموية الشعرية الى السائل البيني ، ولاجل التوازن في هذا التدفق الخارجي يعود هذا السائل مرة اخرى فيدخل الى الدم ، وان حوالي 50% من بروتينات الدم الكلية تنضج كل يوم الى خارج الاوعية الشعرية الى سائل النسيج و تعود الى الدم عن طريق الاوعية اللمفاوية

ومن الاوعية اللمفاوية الشعيرية يسير اللمف الى اوعية لمفاوية اكبر قطرا حتى يدخل الدم في منطقة ارتباط الوريد الودجي الداخلي internal jugular والوريد تحت الترقوي subclavian .

ضخ اللمف عبر الاوعية اللمفاوية The Lymphatic Pump

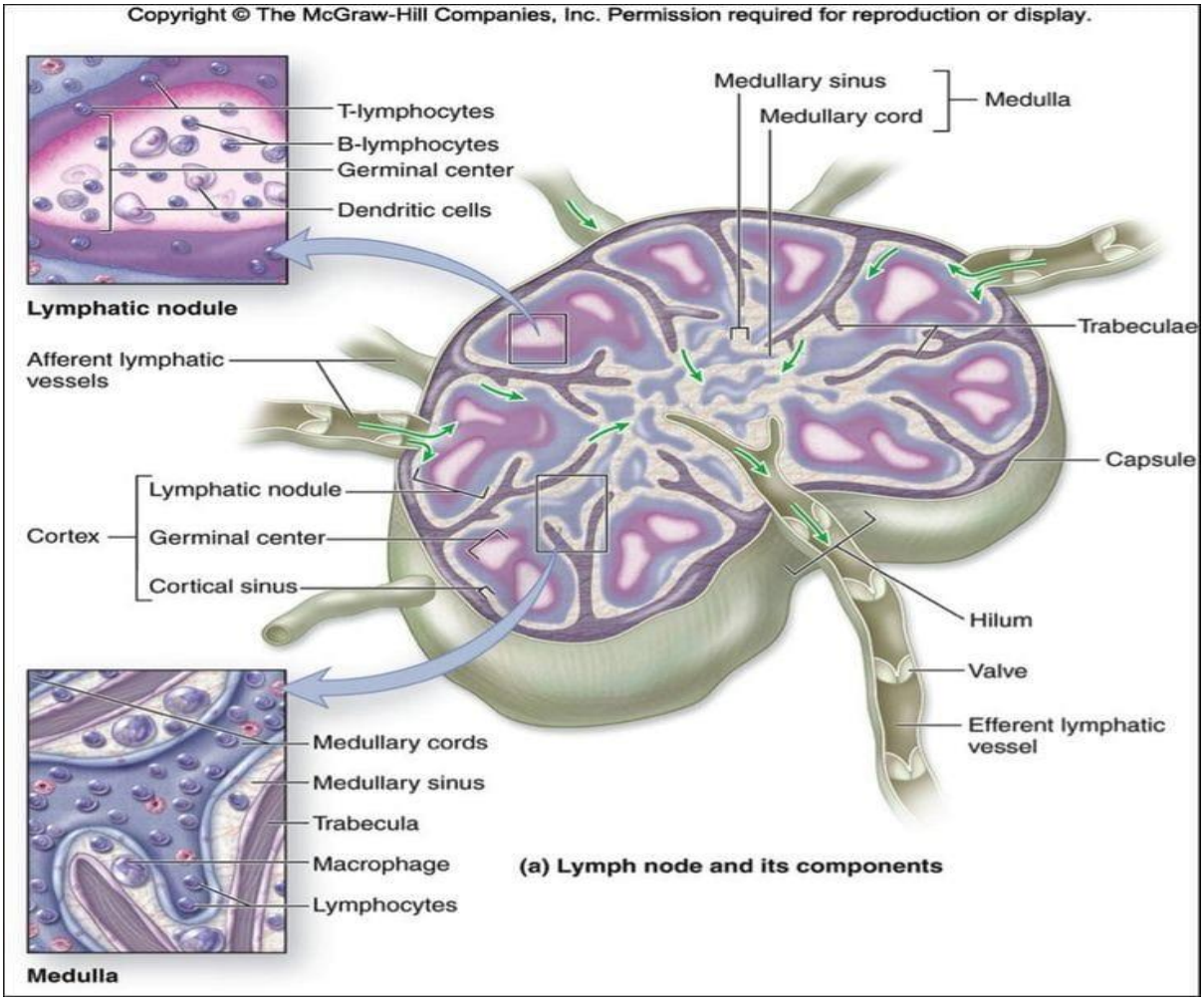
على الرغم من عدم وجود عضو عضلي يضخ اللمف يرتبط بالاوعية اللمفاوية كما يضخ القلب الدم الى الاوعية الدموية يستمر اللمف بالحركة ببطئ وبسرعة ثابتة خلال الاوعية اللمفاوية ، الا ان هناك بعض الاليات التي توضح فعالية الضخ اللمفاوي وهي :

1- الحركات التنفسية Breathing Movement ، خصوصاً في عملية الشهيق حيث يتناسب معدل جريان اللمف طردياً مع عمق الشهيق .
2- تقلصات العضلات الهيكلية Skeletal muscle Contraction ، حيث يوجه ضغطاً على الاوعية اللمفاوية اشبه بالتدليك ليدفع اللمف للامام ، ويزداد جريان اللمف خلال التمارين الرياضية
3- اضافة الى ذلك تقلص اجزاء الاوعية اللمفاوية نفسها يضخ اللمف من جزء محتو على صمام الى جزء اخر يتبعه وهكذا .

4- النبض الشرياني Arterial pulsation والتغيرات الوضعية للجسم وانضغاط الانسجة الرخوة كلها عوامل مولدة للضغط.

العقد اللمفاوية Lymph nodes

تكون العقد اللمفاوية او الغدد كما يسميها البعض اما بيضوية الشكل او بهيئة تراكيب تشبه الفاصوليا ، بعضها صغير بحجم الدبوس والبعض الاخر بحجم حبة الفاصوليا .



شكل يوضح تركيب العقدة اللمفاوية Lymph node

تحاط كل عقدة لمفاوية بعلبة ليفية Fibrous capsule ويجري اللمف بداخلها عبر اوعية لمفاوية واردة كثيرة ويخرج منها وعاء لمفاوي صادر واحد ، اذ تعد كمرشح موضوع في قناة تصب فيها اوعية لمفاوية واردة كثيرة ، وعندما يدخل اللمف العقدة يبدا بالتقطير ببطئ في فراغات تسمى الجيوب Sinuses قبل ان يصب في القناة الصادرة (الخارجة من العقدة) ، وتوجد صمامات في داخل الاوعية اللمفاوية الواردة والصادرة تسمح للمف بالمرور باتجاه واحد اضافة الى وجود حواجز ليفية Trabecular or fibrous septa تمتد من العلبة المغطية للعقدة الى مركز العقدة نفسها ، توجد ايضا

عقيدات قشرية cortical nodules على المحيط او السطح الخارجي للعقدة مفصولة بعضها عن بعض بنسيج رابط (الحواجز الليفية) ، وكل هذه العقيدات تتالف من خلايا لمفاوية Lymphocyte مضغوطة تحيط مساحة صغيرة تسمة المركز الجرثومي Germinal center .

ويتالف لب العقدة Medulla من جيوب واحبال ، وتكون الجيوب القشرية واللبية مبطنة بخلايا طلائية شكلية متخصصة قادرة على البلعمة Phagocytosis اما وظائف العقدة اللمفاوية فهي :

1- وظيفة دفاعية Defense function حيث تقوم الخلايا الطلائية المبطنة للقنوات بازالة الاحياء المجهرية وبقايا المواد المتكسرة injurious particles مثل الخلايا السرطانية وغيرها ثم بلعمتها ويساعد في ذلك بطئ جريان اللمف في داخل هذه القنوات (قنوات الجيوب) .
2- تكوين بعض خلايا الدم Hemopoiesis حيث تكون الانسجة اللمفاوية للعقد اللمفية خلايا لمفية lymphocyte وخلايا كبيرة (وحيدة النواة) monocyte وخلايا البلازما ، اذ تتكون في المركز الجرثومي ومن ثم تاخذ طريقها الى الاوعية اللمفاوية .

بعض التراكيب اللمفاوية في الجسم :

1- الغدة السعترية Thymus
2- الطحال spleen

يقع اعلى البطن على جهه اليسار hypochondrium ويكون تحت الحجاب الحاجز مباشرة فوق الكلية اليسرى والقولون النازل وتحت قاع المعدة يختلف حجمه باختلاف الافراد ويتضخم في حالة التهابه ، يتجمع في الطحال الخلايا اللمفاوية والخلايا البيضاء غير المحببة الكبيرة والخلايا المتعادلة في فراغات كثيرة تتكون من شبكة من الالياف .

اهم وظائف الطحال :

1- الدفاع Defense حيث تقوم الخلايا الطلائية الشبكية بازالة الاحياء المجهرية من الدم خلال مروره في داخل جيوب الطحال .
2- تكوين بعض خلايا الدم Hemopoiesis حيث يكون كريات الدم البيض غير المحببة Lymphocyte و Monocyte اضافة الى خلايا البلازما .
تتكون كريات الدم الحمر قبل الولادة في الطحال ايضاً اما بعد الولادة فيقتصر تكوينه لكريات الدم الحمر في حالات فقر الدم الشديد hemolytic anemia
3- تهديم كريات الدم الحمر والاقراص الدموية اذ تزال عن طريق بلعمتها من خلال الخلايا البلعمية المبطنة لجيوب الطحال ، وتفصل ايضا جزيئات الهيموكلوبين من كريات الدم الحمر المتحطمة وتمتص الحديد الموجود فيها والكلوبين لتعيدها الى مجرى الدم حيث تخزن في نخاع العظم والكبد
4- مستودع للدم Blood Reservoir