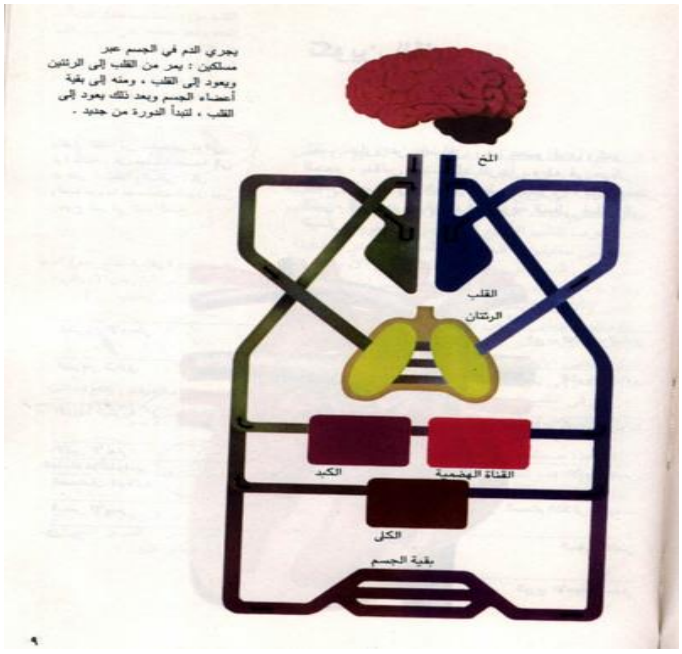
المحاضرة الثانية: جهاز النقل (الدوران) في الجسم

كل خلية من ملايين الخلايا التي تعيش في الجسم بحاجة إلى الأكسجين والغذاء لتواصل الحياة، والدم يزودها بهذه المواد . هذا يعني أنه يجب على الدم أن يصل إلى جميع الأعضاء في الجسم، لتحصل كل خلية على الأكسجين والغذاء المطلوب . وتمر شبكات متشعبة من القنوات الدقيقة – المسماة شعيرات دموية – في المخ، والجلد، والعضلات، وسائر أجزاء الجسم الأخرى، باستثناء الأنسجة التي لا تعتبر حية، مثل الأظافر والشعر . يصل الدم إلى الشعيرات الدموية عبر قنوات أكبر بكثير، تسمى شرايين، أما أوعية الدم التي تسترجع الدم فتسمى أوردة. ينساب الدم في الجهاز بواسطة عملية الضخ التي يقوم بها القلب، وهو لا يتوقف عن السريان ولا تنساب خارجه إلا إذا جرحنا .



يتكون الجهاز الدوري من:

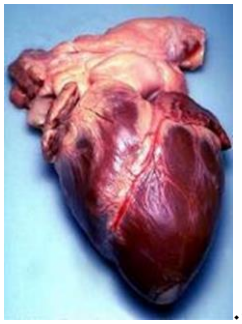
1 - **القلب**

2 - **الاوعية الدموية** وهي تضم: - الاوردة - الشرايين- الشعيرات الدموية

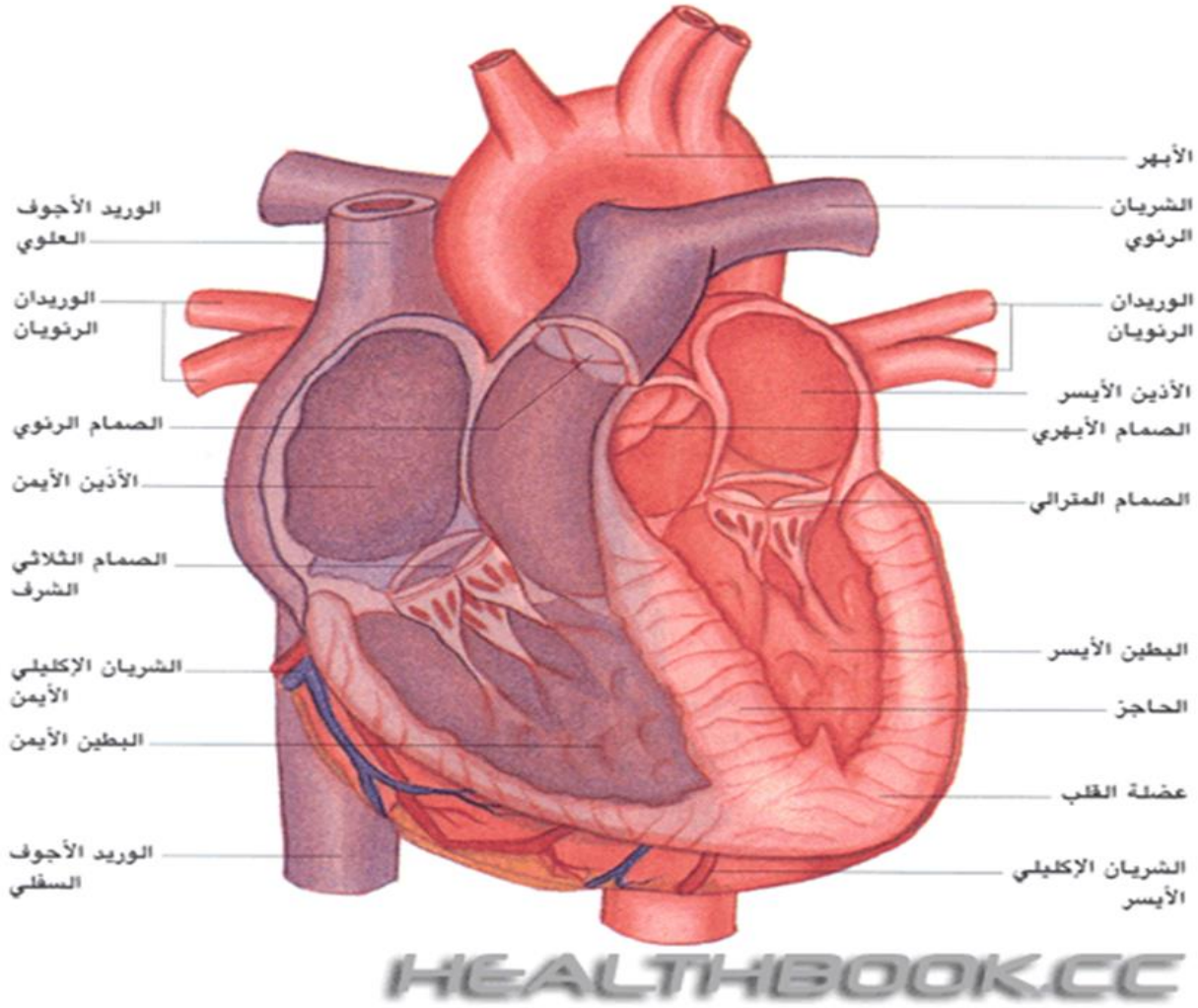
3 - **الدم** ويتكون من: - البلازما – الكريات الدموية الحمراء – الكريات الدموية البيضاء – الصفائح الدموية

1- القلب : القلب عبارة عن عضلة. وهو عضو قوى وكبير الحجم، بمقاس قبضة اليد تقريبا، يقع في مركز القفص الصدري، تحت العظم الصدري، مائلا بعض الشيء إلى أحد جوانبه، أما طرفه السفلي

فمائل إلى اليسار القلب هو أساسا مضخة. وهو مغطى بطبقة واقية تسمى غشاء التامور، يحتوي على سائل للتشحيم. تقسم غرف القلب الأربع إلى حجرتين علويتين وحجرتين سفليتين. للحجرتين العلويتين جدران دقيقة وهي تتلقى الدم الذي يعود إلى القلب عبر الأوردة الكبيرة . وهي تسمى الأذينين: الأذين الأيمن والأذين الأيسر. الفراغات السفلى تسمى بطينات: البطين الأيمن والبطين الأيسر. وهي كبيرة وعضلية أكثر بكثير من الأذينين. هناك عدة صمامات توجه سريان الدم في الاتجاه الصحيح. هذه الصمامات لها شكل



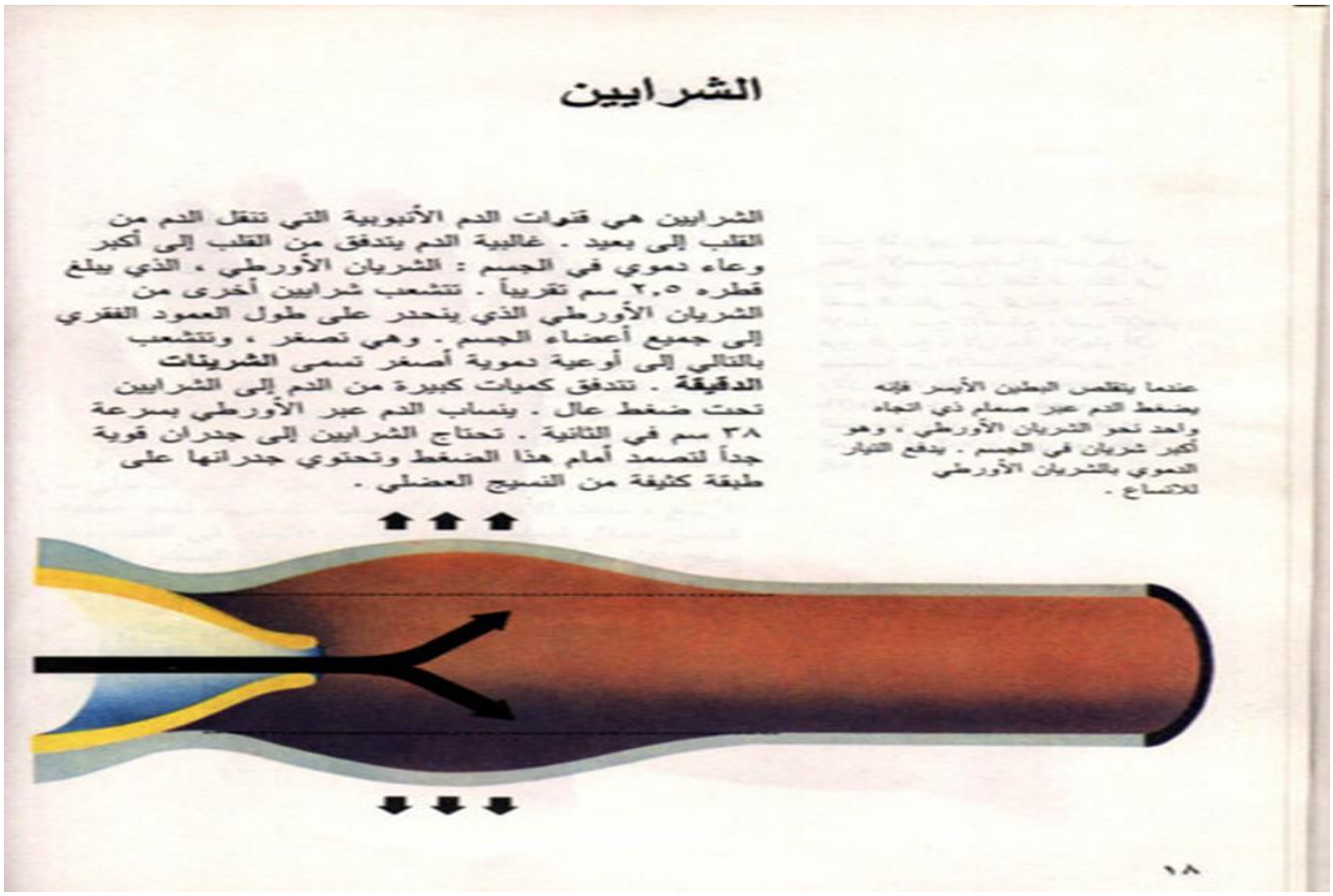
ألسنة صلبة تفتح بضغط الدم وتغلق ثانية للحيلولة دون رجوعه للوراء.



2- الاوعية الدموية:

2-1 الشرايين:

الشرايين هي قنوات الدم الأنبوبية التي تنقل الدم من القلب إلى انحاء الجسم . غالبية الدم يتدفق من القلب إلى اكبر وعاء دموي في الجسم : الشريان الأورطي، الذي يبلغ قطره 2.5 سم تقريبا . تتشعب شرايين أخرى من الشريان الأورطي الذي ينحدر على طول العمود الفقري إلى جميع أعضاء الجسم . وهي تصغر، وتتشعب بالتالي إلى أوعية دموية أصغر تسمى **الشرينات الدقيقة** . تتدفق كميات كبيرة من الدم إلى الشرايين تحت ضغط عال . ينساب الدم عبر الأورطي بسرعة 38 سم في الثانية .



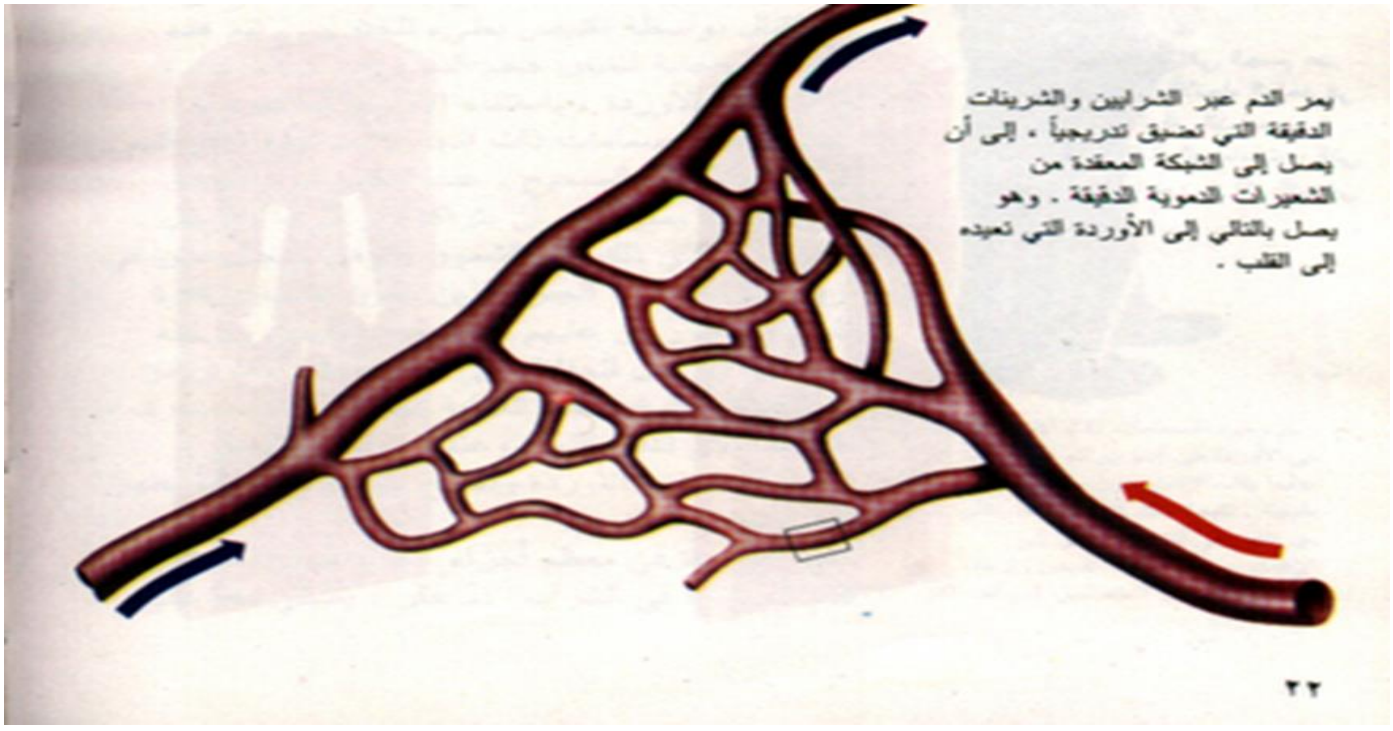
تحتاج الشرايين إلى جدران قوية جدا لتصمد أمام هذا الضغط وتحتوي جدرانها على طبقة كثيفة من النسيج العضلي . تتسع الشرايين بعد كل نبضة قلب، ثم تتقلص ثانية لتعود إلى حجمها الاعتيادي – وهكذا تحافظ على انتظام سريان الدم . جدران الشرينات الدقيقة عضلية أكثر من جدران الشرايين لكن دورها مختلف . فهي تنظم كمية الدم الذي يصل للأعضاء المختلفة، حسب متطلبات الجسم . يمكن للشرينات الدقيقة أن تخفض من ضغط القلب الذي قد يضر الأعضاء الحساسة . تبطن طبقة ملساء وصماء الشرايين والشرينات الدقيقة والأوردة، هذه الطبقة تحول دون تسرب الدم عبر الجدران .

2-2 الأوردة:

تعيد الأوردة الدم إلى القلب . وكما هو الحال مع جدران الشرايين في جدران الأوردة تحتوي على نسيج عضلي، لكنها دقيقة أكثر ومرنة أكثر . يتدفق الدم في الشرايين، وفي الشرينات الدقيقة، وبعد ذلك إلى الشعيرات الدموية . والى أن يصل إلى الأوردة يكون ضغطه منخفضا . تتسع الأوردة عندما يضغط الدم على جدرانها الدقيقة، وهي قادرة على احتواء معظم كمية الدم الموجودة في الجسم . الأوردة الكبيرة، مثل **الأوردة الجوفاء**، قادرة على تغيير مقدرتها على الاستقبال بواسطة تقليص بطيء للجدران . تتم هذه العملية استجابة لتغيير حجم الدم، بعد نزيف حاد، مثلا . كل الأوردة، باستثناء الأوردة الصغيرة، تحتوي على صمامات ذات اتجاه واحد تمنع تدفق الدم في الاتجاه غير الصحيح.

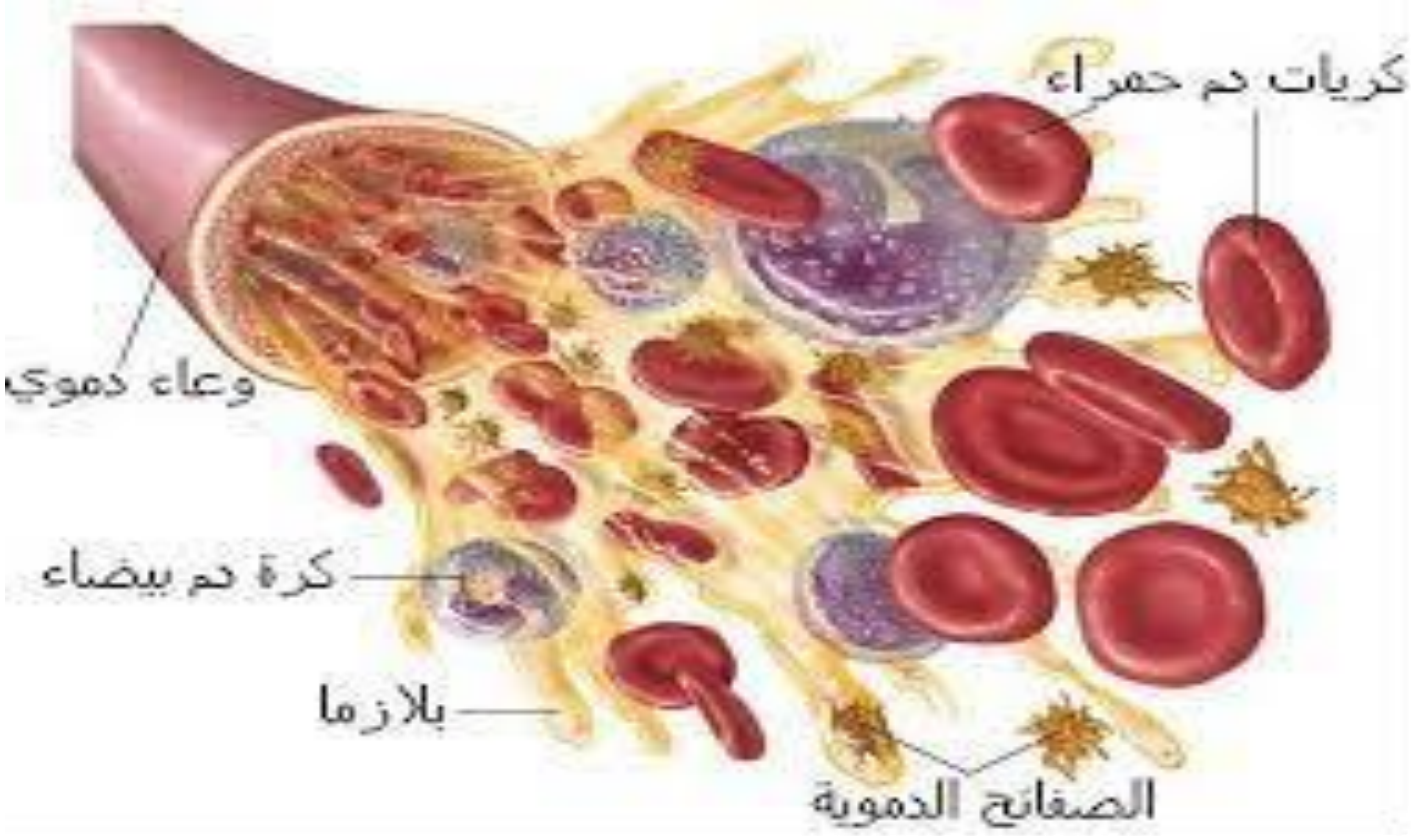
3-2 الشعيرات الدموية:

هي أصغر الأوعية الدموية في الجسم. يتكون جدارها من طبقة يبلغ سمكها خلية واحدة فقط. وهي ليست مغطاة بطبقة صماء، مثل جدران الشرايين أو الأوردة. والشعيرات الدموية ضيقة إلى حد أن الكريات الدموية الحمراء المستديرة والمسطحة لا يمكنها أن تمر عبرها إلا بعد أن تغير شكلها بسبب الضغط الذي يدفعها. وتنتشر الشعيرات الدموية على شكل شبكة متشابكة ومعقدة في كافة مناطق الجسم. والشبكة كبيرة إلى حد أن خلايا قليلة فقط في الجسم بعيدة عن متناولها، ولكل الخلايا اتصال بجهاز النقل الأساسي في الجسم. الشعيرات هي الأوعية الدموية الوحيدة التي يمكن الدم أن ينفذ فيها وظائفه: تزويد الجسم بالأكسجين والمواد الغذائية وصرف النفايات منه. ومعظم المواد الكيماوية تمر بدون صعوبة في الجدران الدقيقة للشعيرات الدموية. كما أن شبكة الشعيرات الدموية الموجودة في الجلد هي التي تمنحه لونه الوردي السليم .



3- الدم:

هو سائل مركب يحتوي على خلايا متخصصة عديدة وكذلك مواد كيماوية هامة يتكون من خلايا الدم الحمراء وخلايا الدم البيضاء والبلازما والصفائح الدموية وهو نسيج ضام، تتمثل ، وظيفته في الجسم هو المناعة و نقل المواد الغذائية والاكسيجين والفضلات (ثاني اكسيد الكربون) والهرمونات وغيرها الى جميع انسجة وخلايا الجسم ودرجة حرارتة الطبيعية هى 37 درجة مئوية.



3-1 البلازما:

البلازما هي سائل أصفر يكون نصف حجم الدم تتكون البلازما في أساسها من الماء، لكنها تحتوي على مجموعة كبيرة من المواد الكيماوية المذابة . وتستعمل البروتينات الموجودة في البلازما في بناء خلايا جديدة وإصلاحها . تحتوي البلازما أيضا على أملاح معدنية وفضلات أخرى – مثل ثاني أكسيد الكربون – تكون في طريقها إلى الأمعاء التي تقوم بإخراجها من الدم.

3-2 كريات الدم الحمراء:

كريات الدم الحمراء هي من أكثر الخلايا انتشارا في الدم . ، عمر كل واحد منها لا يزيد عن أربعة اشهر. . لكريات الدم الحمراء شكل اسطوانة منخفضة بعض الشيء في وسطها . وهي تحتوي على كميات كبيرة من مادة كيماوية تسمى الهيموجلوبين، تتكون من مواد كثيرة منها الحديد .

للهيموجلوبين لون أحمر قاتم وهو الذي يمنح الدم الموجود في الشرايين لونه .

ويتحد الهيموجلوبين بالأكسجين الموجود في الرئتين، لتتكون مادة جديدة تسمى الأكسوهيموجلوبين، ولونها أحمر فاتح . واتحاد الهيموجلوبين بالأكسجين يمكن الكريات الحمراء من نقل الأكسجين إلى كافة أنحاء الجسم عندما تحتاج الأنسجة إلى أكسجين فإن الأكسهوموجلوبين يتخلى عن الأكسجين الموجود فيه ويتحول ثانية إلى هيموجلوبين قاتم . لذلك فإن الدم المتدفق من جرح في الشريان الذي يحتوي على الأكسجين يكون لونه فاتحا أكثر من لون الدم الموجود في الوريد . تموت الكريات الحمراء في الكبد، والطحال، وفي النخاع العظمي، عند انتهاء عمرها القصير . وتحل كريات جديدة محلها تتكون لدى الإنسان البالغ داخل نخاع العظم للعظام الكبيرة

3-3 كريات الدم البيضاء:

كما يدل اسمها فإن الكريات الدموية البيضاء عديمة اللون وخلافا للكريات الحمراء فإنها لا تملك شكلا خاصا و هناك أنواع كثيرة ومختلفة منها، ولكل نوع وظيفة خاصة. دورها الأساسي في الجسم هو الدفاع عن الجسم. ويزيد عددها في حالة المرض .. فهي تقوم بمهاجمة وإبادة الميكروبات، وتبعد أو تعطل المواد الغريبة في الدم، مثل المواد التي تقوم الميكروبات بإنتاجها . وهي كذلك تقوم بإبعاد الخلايا الميتة والتي في طور الموت، أو الفضلات الأخرى ..

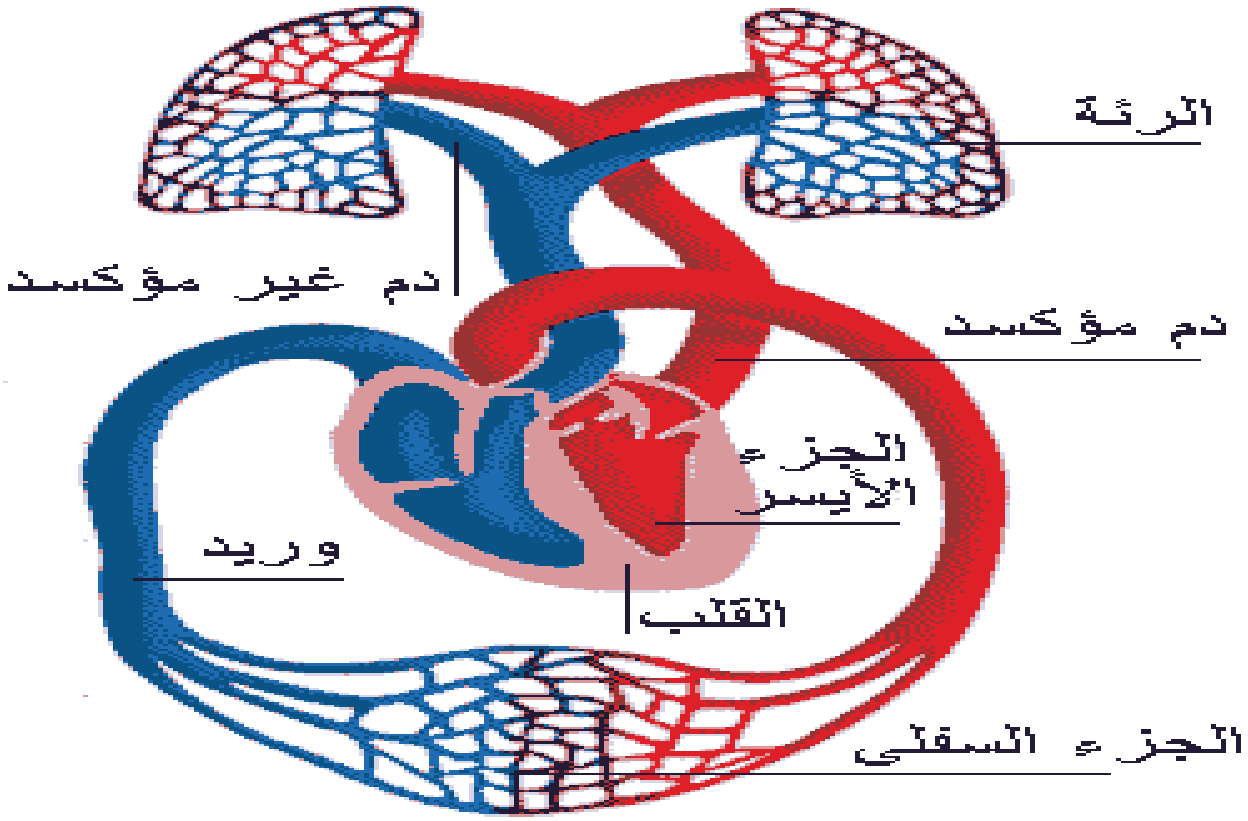
فهي تتحرك في الجسم بلا انقطاع، " وتنساب " على طول جدران الأوعية الدموية، وتهاجم الميكروبات، وتحيط بها وتبتلعها . الكريات البيضاء قادرة على التغلغل بين خلايا جدار الشعيرة، وبإمكانها الإسراع داخل الأنسجة . هناك أنواع معينة من الكريات البيضاء تقوم بإنتاج الأجسام المضادة – وهي مواد كيماوية تقوم باكتشاف المواد الغريبة، تتصل بها وتقوم بتعطيلها وجعلها غير ضارة . تعيش الكريات البيضاء من 13 – 20 يوما . وتتكون في النخاع العظمي خلايا جديدة باستمرار، وكذلك في الطحال وفي الجهاز الليمفاوي.

4-3 الصفائح الدموية:

هي أجزاء صغيرة من الخلية. يبلغ حجم الصفيحة ربع حجم الكرية الحمراء، وعددها أكبر بكثير من عدد الكريات الحمراء والبيضاء معا . دور الصفائح هو المساهمة في تجلط الدم بعد الجرح . عندما تصاب خلايا معينة في الجسم فإنها تفرز مواد معينة.

وفي أعقاب رد الفعل الكيماوي الذي يحصل بين هذه المواد من جهة، وبين الصفائح والمواد الكيماوية الأخرى الموجودة في البلازما من جهة أخرى، تتكون ألياف صفراء طويلة من مادة تسمى فيبرين . تكون الألياف شبكة معقدة تتعلق في داخلها كريات دم حمراء وبيضاء . بعد فترة قصيرة تنكمش ألياف الفيبرين وتضغط الكتلة كلها وتصبح صلبة . هذه الكتلة تسمى جلطة دموية، وهو يسد الجرح في أثناء شفائه . وإذا كان الجرح في الجلد فإن تجلط الدم يكون طبقة صلبة تدافع عنه .

4- الدورة الدموية:



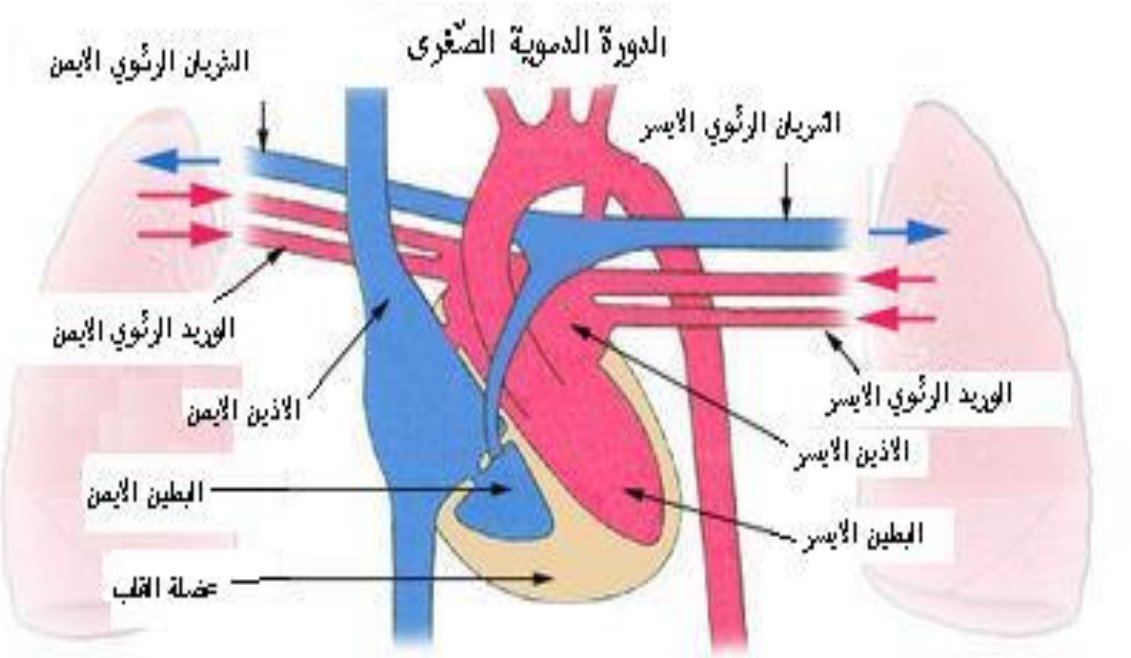
يسيطر الدماغ والمراكز العصبية في جسم الإنسان على الدورة الدموية حيث يتم ضخ الدم الأحمر المليء بالأكسجين من القلب عبر الشرايين إلى كافة أجزاء الجسم ليصل الأكسجين والغذاء لكل أنسجة الجسم، كما يأخذ الدم النفايات من الأنسجة ويعود عبر الأوردة إلى الأذين الأيمن ومنه إلى البطين الأيمن ليتم ضخه إلى الرئة عبر الشريانان الرئوي الأيسر والأيمن لتتم تنقيته من غاز ثاني أكسيد الكربون وبعض الغازات الأخرى وإشباعه بالأكسجين ليرجع الدم عبر الأوردة الرئوية إلى الأذين الأيسر ومنه إلى البطين الأيسر للقلب حيث يتم ضخه مرة أخرى إلى جميع أجزاء الجسم وهكذا.

1-4 كيفية عمل القلب :

من المهم جدا ألا يختلط الدم " الطازج " – الذي يحتوي على الأكسجين – بالدم " المستعمل "، الذي تم اختزاله بعد مروره في الجسم . الدم الذي يعود من الجسم إلى القلب غني بثاني أكسيد الكربون، ويفتقر إلى الأكسجين . يدخل إلى الأذين الأيمن في القسم العلوي من القلب . يتقلص الأذين قليلا فيضغط الدم ليمر عبر صمام ذي اتجاه واحد إلى البطين الأيمن الموجود تحته . يتقلص البطين الأيمن بالقوة فيدفع بالدم عبر الشرايين إلى الرئتين . هنا يتم تنظيف الدم من ثاني أكسيد الكربون ليستقبل الأكسجين ثانية . يعود الدم الذي يحمل الأكسجين من الرئتين إلى الأذين الأيسر منه عبر صمام آخر إلى البطين الأيسر . يعتبر البطين الأيسر أقوى جزء في جهاز الضخ في القلب . عندما يتقلص فإنه ينقل الدم إلى بقية أجزاء الجسم .

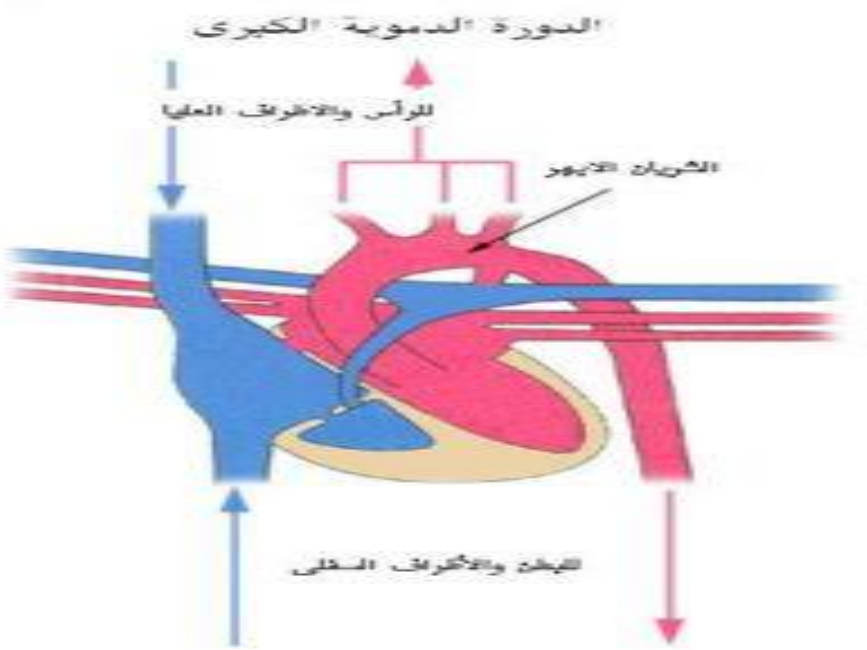
2-4 الفرق بين الدورة الدموية الكبرى (الجهازية) والصغرى (الرئوية):

1-2-4 الدورة الدموية الصُغرى (الرئوية)



الدورة الدموية الصُغرى (الرئوية) هي جزء من الجهاز الدوري الذي يتكون من القلب والأوعية الدموية (وفيها يمر الدم من القلب إلى الرئتين فقط ثم يعود منها إلى القلب)، حيث يتم حمل الدم غير المؤكسد بعيداً عن القلب إلى الرئتين، وتعيد الدم المؤكسد إلى القلب ثانيةً .

2-2-4 الدورة الدموية الكبرى:



الدورة الدموية الكبرى تحمل الدم المؤكسج بعيداً عن القلب إلى بقية انحاء الجسم ، وتعيد الدم الغير مؤكسج إلى القلب ثانيةً. وهذا هو بعكس ما يحصل في الدورة الدموية الصغرى . يُغادر الدم المؤكسج - القادم من الرئة القلب عن طريق الشريان الابهر Aorta ، من هناك ينتشر الدم المؤكسج إلى جميع اعضاء الجسم وانسجته التي تمتص الاكسجين عَبرَ الشرايين والشُريينات والاوعية الدموية الشعرية . يتم امتصاص الدم الغير مؤكسج عن طريق الاوردة الصغيرة ثم الاوردة الاكبر ثم تنقلها إلى الوريدين الاجوفين الاعلى والاسفل ، والتي تصب في الجزء الايمن من القلب وبذلك تكتمل الدورة . بعدها يتم اعادة اكسجة الدم عن طريق ذهابه إلى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي والتي تسمى الدورة الدموية الصُغرى و بعدها تعود إلى الدورة الدموية الكبرى.

5- توقيت عمل القلب:

يتكون القلب من نوع خاص من العضلات تسمى عضلة القلب . ومثل بقية العضلات الأخرى فإن عضلة القلب مكونة من ألياف تتقلص لتكون الحركة . إن ما يميز عضلة القلب هو أن الألياف ليست مرتبة بصورة " حزم " بل تتشعب وتتصل ببعضها البعض لتكون شبكة متشابكة كثيفة . ذلك يعني أنه عندما يتقلص أحد الألياف في عضلة القلب فإن التغييرات الكيماوية التي تتم فيه تنتشر في الشبكة، وتتقلص

جميع الألياف المتصلة به في نفس الوقت الذي يتقلص فيه نفس الليف . بما أن حجيرات القلب مجوفة، فإنها تضغط الدم في داخلها عندما تتقلص إلى داخل الشرايين المتصلة بها . ينبض القلب – أي : يتقلص في نبضات منتظمة ومتواصلة تضمن سريان الدم بشكل اعتيادي . انتظام نبض القلب يتم بواسطة مجموعة من أجهزة المراقبة .

القلب مزود بجهاز منظم يوجد في جدار الأذين الأيمن. هذا الجهاز عبارة عن مجموعة صغيرة تقوم بإنتاج المحفزات العصبية بمعدل ثابت . هذه الأثارات تأمر عضلة القلب بالتقلص : أولا، الأذينان، وبعدها البطينان، إشارات النبض تنتج في القلب نفسه، وتواصل عملها بعد أن يزرع قلب حي في جسم آخر . وهي إشارات كهربائية يمكن تسجيلها ودراستها بواسطة جهاز يسمى الرسام الكهربائي " الكتروكار ديوجرام " . التسجيل الذي يصدر عن الجهاز يسمى تخطيط القلب الكهربائي . يمكن للجهاز العصبي أن يسرع أو يبطئ معدل نبض القلب، كما يحدث، مثلا، عندما ننفعل أو عندما نكون نائمين . هناك جهاز آخر يقيس مستوى الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، ويقوم بتغيير معدل النبض ليبقى مستوى الغازات الموجودة في الدم عند المستوى المطلوب .

1-5 النبض:

لدى كل تقلص في البطين الأيسر يتدفق تيار من الدم إلى الشرايين . ولأن الدم يكون مضغوطا فإن عملية الضخ تدفع بالجدران المرنة في الشريان بالاتساع قليلا . يضغط الدم إذن عبر الشرايين إلى الشعيرات الدموية ومنها إلى الأوردة، هكذا يتم التخفيف من عملية الضخ، لذلك يكون انسياب الدم في الأوعية

الدموية متواصلة وسهلة . واتساع الشرايين مع كل دقة قلب هي النبض. يمكن مشاهدة عملية النبض والإحساس بها بالأصابع في الأماكن التي تكون فيها الشرايين قريبة من سطح الجلد، وبخاصة في منطقة العنق، أو في الرسغ أو خلف الركبة، لو وضعنا أصبعنا على القسم الداخلي من الرسغ، تحت الإبهام، لأحسسنا بالنبض، نمط عملية النبض مماثل لنمط تقلص البطين الأيسر في القلب . يمكن الإحساس بالنبض كذلك في مركز الصدر، لكن السبب في ذلك هو حركة عضلة القلب . يثبت الطبيب السماعة فوق القلب للإصغاء إلى حركته . تنجم هذه الحركة (الضجة) عن انفتاح وانغلاق الصمامات وسريان الدم . وأحيانا يمكن اكتشاف خلل في القلب أو في عمل الصمامات بواسطة حدوث تغييرات في الأصوات الصادرة من القلب .