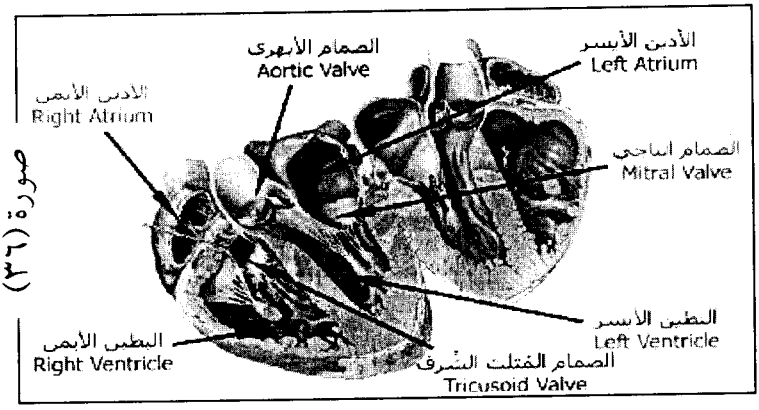
الفصل الرابع

الجهاز الدوري والقلب

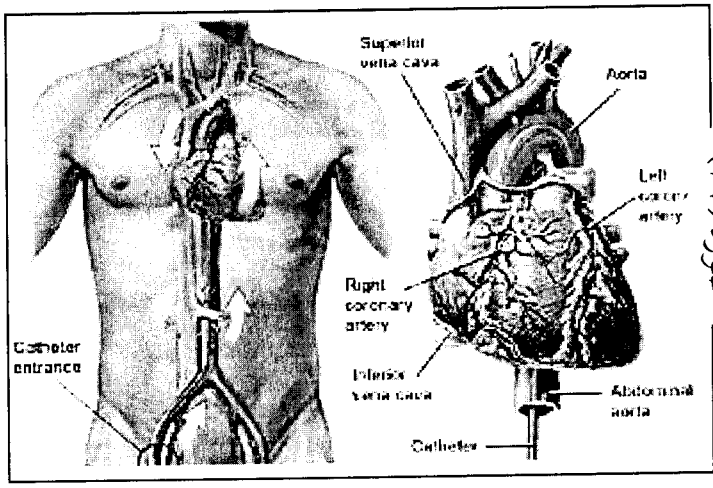
القلب:

يقع القلب داخل القفص الصدري أسفل عظام الصدر وهو عضو بسيط مدهش، عبارة عن عضلة ولكنه يمثل ينبوع الحياة. وشكل القلب كمثري. ويتكون من أربع حجرات: أذينين وبطينين، ويربط ما بين كل أذين وبطين صمامان قويان؛ لإجبار الدم للسريان في اتجاه واحد، والصمام الأيمن ثلاثي الشراعات، بينما الأيسر ثنائي الشراع. كما يوجد صمامان أحدهما في الأورطي «الأبهر» والآخر في الشريان الرئوي.



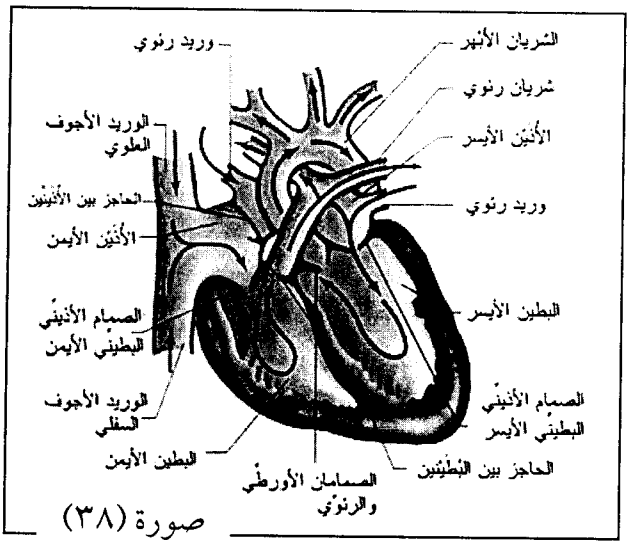
صورة (٣٦)

وينشأ القلب بدءًا من الأسبوع الثامن للجنين، ويبدأ القلب كأنبوبين صغيرين محاطين بغشاء عضلي. وفي حوالي ٩٠ يومًا يشابه شكل القلب الكامل، ويبدأ عملية ضخ الدم من وإلى المشيمة عبر الحبل السري.



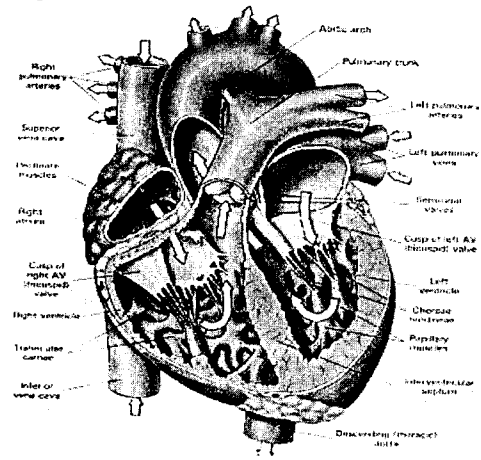
صورة (٣٧)

ويعتبر القلب عضوًا عضليًّا أجوفَ، ينقسم طوليًّا بحاجز يعزل الجانب الأيمن عن الأيسر.

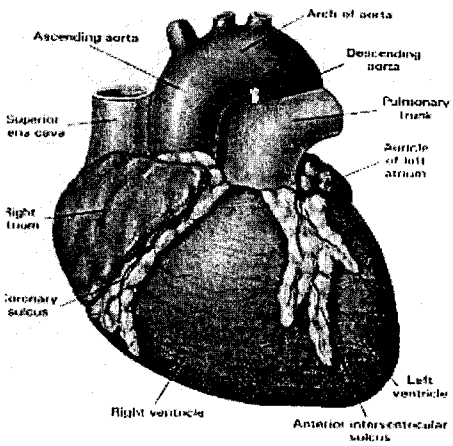


صورة (٣٨)

ويختلف سمك جدار القلب تبعًا لشدة العمل، فيبلغ سمك البطين الأيسر ١٠-١٥مم، بينما سمك البطين الأيمن ٥-٨مم. وجدار الأذين ٢-٣مم. وعدد ضربات القلب تصل إلى «١٠٠٠٠٠٠» دقة في اليوم دافعًا أكثر من «٢٠٠٠» جالون دم للجسم، وحوالي عشرات الملايين من الجالونات من الدم خلال حياة الإنسان. ووزن القلب لا يزيد عن ١١ أوقية «حوالي ٣٠٠جرام» في الرجال، ويقل عن ذلك في النساء، وطوله في المتوسط ١٤سم والعرض ١٢سم. صورة (٣٩)



صورة (٤٠)



وخصائص القلب هي:

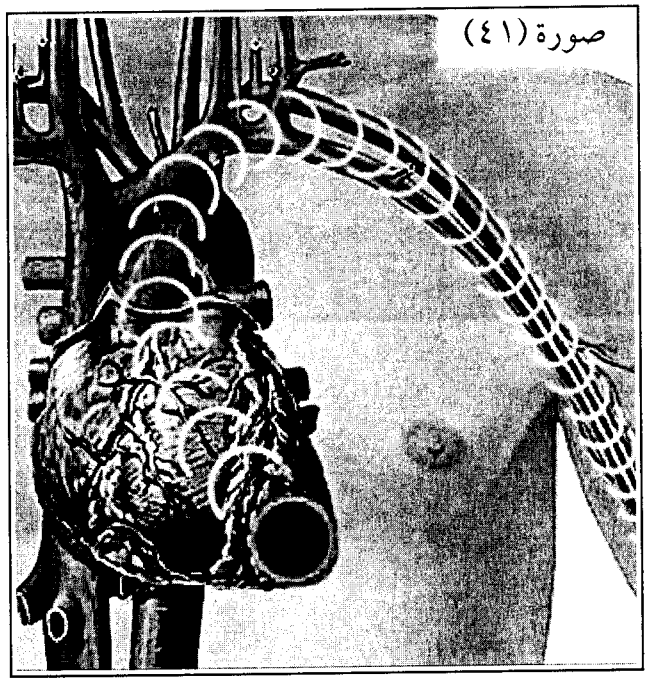
١. **الاستثارية**: وهي حالة فريدة حيث يثير القلب نفسه بنفسه بدون الاحتياج للجهاز العصبي، مثل العضلات الإرادية، وذلك نظرًا لصغر الحد الأدنى للاستثارة التي تبدأ من العقدة الأذينية الجيبية.

٢. **النظمية**: وهي إيقاع القلب المنتظم طوال الحياة، ويتكون من الانقباض والانبساط مسبوقًا بفترة سكون.

٣. **التوصيل**: ويمتاز القلب بوجود جهاز توصيل من العقدة الأذينية الجيبية التي تقع ما بين الوريدين الأجوفين السفلي والعلوي والعقدة الأذينية البطينية، وهي أصغر حجمًا، وتقع ما بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن، وكذلك حزمة هس وألياف بركنج.

٤. **الانقباضية**: وتسمى سيستول وتتكوم من فترة التوتر وفترة الدفع.

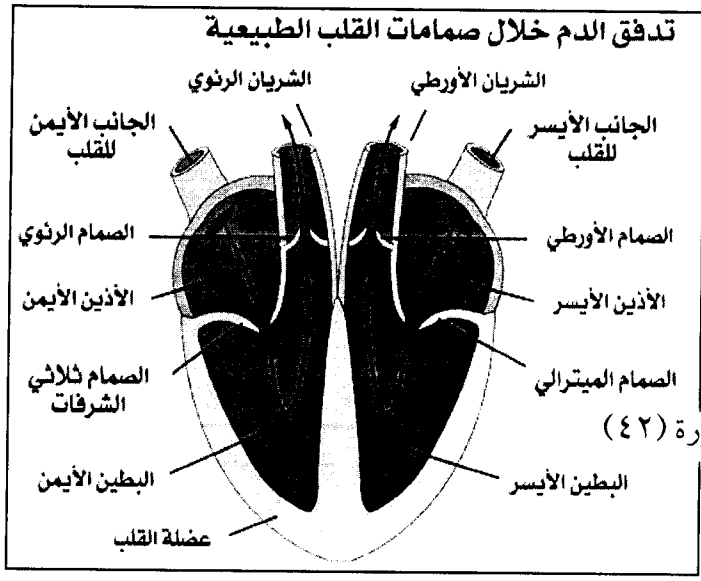
٥. **الانبساطية**: وتسمى دياستول وتلي عملية الانقباض وتتكون من فترة الاسترخاء ثم فترة الراحة.


صورة (٤١)

ولعضلة القلب خطوط مثل العضلة الهيكلية، ولكنها تتبع تعليمات الجهاز العصبي المستقل ANS في التسرع والإبطاء. ولكل ليفة عضلية قلبية نواة واحدة فقط وتحوي الكثير من الميتوكوندريا «بيوت الطاقة» وهي التي تحول الغذاء إلى طاقة.

ويجب على عضلات القلب التمدد قبل أن تنقبض مرة ثانية، ويتم ذلك عن طريق الدم.

ويغذي القلب الشرايين التاجية وهي تحيط قاعدة القلب وتتفرع نحو القمة. وتحتفظ الشرايين التاجية بـ ٥٪ من الدم التي تضخه ويحتاج القلب تغذية وأكسجين أكثر من أي عضو بالجسم ما عدا المخ.



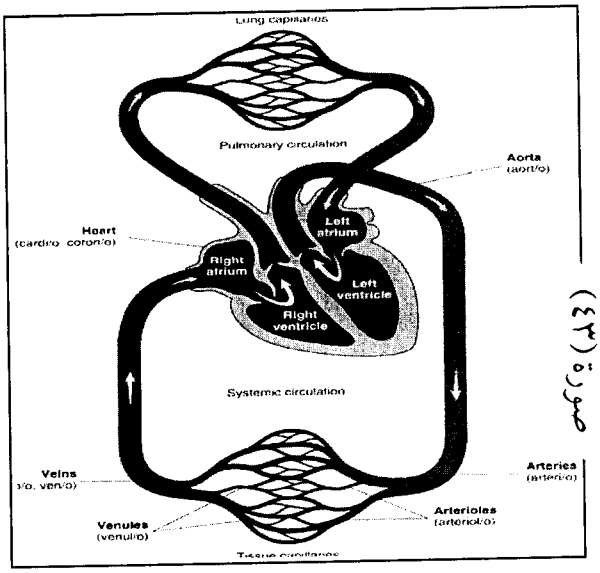
صورة (٤٢)

الجهاز الوعائي:

يتحرك الدم وهو شريان الحياة في الأوعية الدموية، وهي أنابيب مرنة، مختلفة الأقطار، ويتم توزيعها في جميع أجزاء الجسم بحيث تتحول بعضها إلى بعض دون أن تتجزأ، أي من شريان إلى شريان أدق فشعيرات، ثم بعد ذلك أوردة دقيقة أكبر إلى الأوردة الكبيرة. والأوعية الدموية تشكل جهازا مغلقا موحدا، ويتصل هذا الجهاز الوعائي بعضو عضلي مجوف هو القلب، الذي يقوم بانقباضات دورية وبفضل هذه الانقباضات تتم حركة الدم بالجسم.

ويرجع الفضل في اكتشاف الدورة الدموية إلى الباحث الإنجليزي الأصل وليم

هارفي William Harvey «١٥٧٨م-١٦٥٧م».

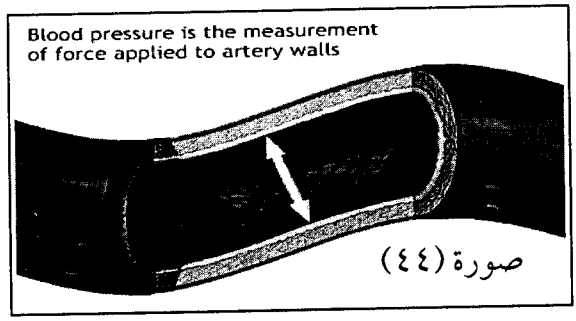


صورة (٤٣)

وتوجد ثلاثة أنواع للأوعية الدموية: الشرايين والأوردة والشعيرات، وهي تختلف بعضها عن بعض في التركيب والوظيفة.

الشرايين Arteries:

وهي تنقل الدم من القلب إلى أعضاء الجسم المختلفة، وجدرانها سميكة نسبيًّا وتتألف من ثلاثة أغشية «خارجي، ومتوسط، وداخلي». **والغشاء الخارجي** يتكون من النسيج الضام، والمتوسط من نسيج عضلي أملس، والغشاء الداخلي يتكون من طبقة من الخلايا المنبسطة وهي تكون البطانة.

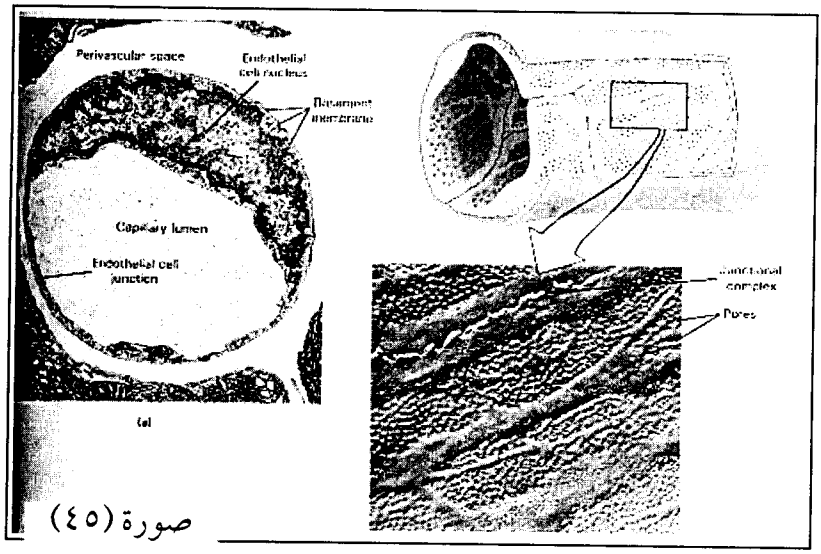


صورة (٤٤)

وللشرايين أقطار مختلفة، وكلما بعد الشريان عن القلب صغر قطره وتسمى الشرايين الصغيرة بالشرايين الدقيقة التي تتفرع إلى شعيرات.

والشرايين تنقل الدم بعيدًا عن القلب. والشرايين الدقيقة «Arterioles» تقوم بالدور الأساسي في تنظيم المقاومة الطرفية، وتنظيم سريان الدم في الأعضاء عن طريق التوسع؛ مما تزيد كمية الدم للعضو، وعند الضيق تقلل كمية الدم للعضو؛ لذا تسمى الشرايين الدقيقة بالأوعية المقاومة «Capillaries». والشعيرات الدموية تسهم في عملية تبادل الغازات والمواد الغذائية ونقل النفايات الناتجة عن التمثيل الغذائي.

وتمثل الشعيرات الدموية غالبية طول الأوعية الدموية بالجسم التي تصل إلى «٧٠٠٠٠ ميل» وسريان الدم في الشعيرات بطئ جدًّا «٥ أقدام في الساعة» مقارنة بالشرايين «٤٠ ميل في الساعة» مما يسهم بأقصى تبادل للغازات والمواد الغذائية، والتخلص من النفايات الناتجة عن التمثيل الغذائي.

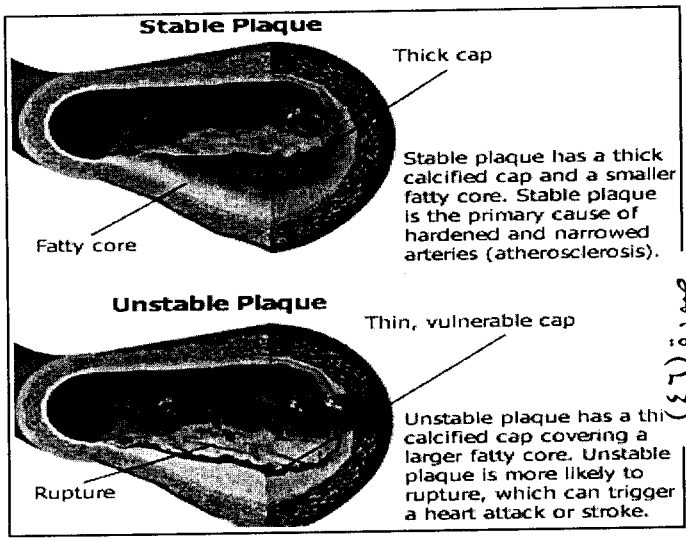


صورة (٤٥)

الأوردة:

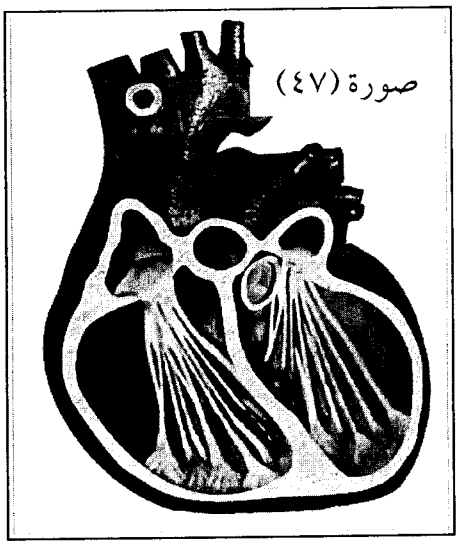
وهي تنقل الدم من أعضاء الجسم المختلفة إلى القلب، وهي تتكون من ثلاثة جدران، ولكن الطبقة المتوسطة تحوي كمية أقل من الألياف العضلية، ولذا فهي أقل مقاومة وتنطبق جدرانها بسهولة. كما توجد بالأوردة صمامات تفتح في اتجاه تيار الدم مما يسهل حركة الدم نحو القلب، وتدعى الأوردة الصغيرة بالأوردة الدقيقة، وكلما اقتربت

الأوردة من القلب ازداد قطرها.



صورة (٤٦)

وينتقل الدم غير المؤكسد عن طريق الأوردة الدقيقة إلى الأوردة الكبيرة ومنها إلى الرئة عن طريق دفع القلب ليتم عملية تبادل الغازات. كما أن الأوردة تقوم بدور تخزين «خزان للدم» للاستخدام عند الاحتياج أثناء التدريبات الرياضية أو عند النزيف. كما أن الجهاز الوريدي يحتوي حوالي على ٥٠٪ من حجم الدم الكلي، أي: ثلاثة أضعاف حجم الدم في الجهاز الشرياني والباقي يستقر في الشعيرات الدموية.



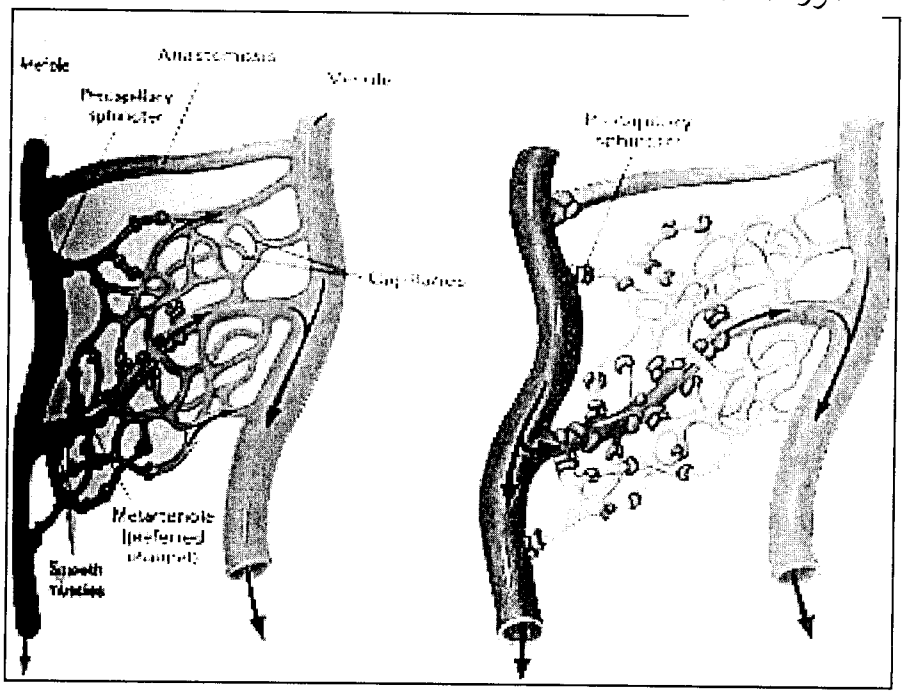
صورة (٤٧)

ويجدر القول إن صمامات الأوردة غير موجودة في جميع الأوردة، حيث لا توجد في الأوردة الكبيرة، وكذلك في أوردة المخ والأوردة المغذية للأحشاء، وبجانب تسهيل حركة الدم في اتجاه واحد فإن الأوردة تمنع رجوع الدم في هذا الاتجاه المضاد. وقد أوضح عمل صمامات الأوردة العالم وليم هارفي William Harvey.

الشعيرات الدموية:

وتنقسم الشرايين الدقيقة وتستدق مكونة الشعيرات الدموية، وهي أدق أنواع الأوعية الدموية، ولا ترى سوى بالمجهر «الميكروسكوب»، ويساوي قطر الشعيرات في المتوسط «٧٠٥» ميكرون، ولا يزيد طول كل شعيرة عن «٣, ٠ مم»، وعدد الشعيرات كبير جدًّا، وتوجد بالمئات في كل ٢ مم^{٢} من نسيج العضو. وأثناء الراحة فإن معظم الشعيرات لا تقوم بوظيفتها، ولا يمر بها الدم، وأثناء التدريب الرياضي يزداد عدد الشعيرات العاملة وتستقبل كميات أكبر من الدم. ويتألف جدران الشعيرات من طبقة واحدة من الخلايا، ويحدث تبادل الغازات والمواد الغذائية عبر الشعيرات الدموية فقط. والحجم الكلي لجدار الشعيرات بالجسم حوالي ٦٣٠٠ متر مربع للبالغين، وجدار الشعيرات لا يزيد سمكه عن واحد ميكرومتر. ويجدر القول إن الشعيرات الدموية بالمخ، تتشابه في الشكل مع الشعيرات الدموية بالعضلات، ولكنها تسمح بمرور الوحدات الغذائية الأصغر فقط. ويتحول الدم الشرياني خلال مروره في الشعيرات الدموية إلى دم وريدي، ويصب في الأوردة.

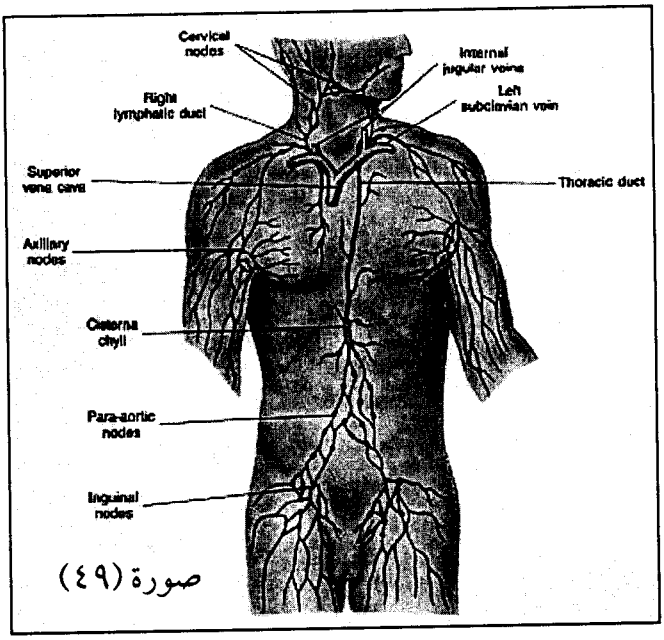
صورة (٤٨)



جدول مقارن عن خصائص الأوعية الدموية المختلفة

الوعاء	المحيط الداخلي	سمك الجدار	مساحة القطاع العرضي (سم²)	النسبة المئوية لحجم الدم	ملاحظات
الشريان	٠,٠٤ سم	١ مم	٢٠	٨٪	بالنسبة لحجم الدم ١٢٪ للقلب و١٨٪ للدورة الرئوية
الشريان الدقيق	٣٠ ميكرومتر	٢٠ ميكرومتر	٤٠٠	١٪	
الشعيرات	٥ ميكرومتر	١ ميكرومتر	٤٥٠٠	٥٪	
الوريد الدقيق	٢٠ ميكرومتر	٢ ميكرومتر	٤٠٠٠	٥٤٪	
الوريد	٠,٥ سم	٠,٥ سم	٤٠		

الجهاز الليمفاوي:



صورة (٤٩)

بالإضافة إلى جهاز الأوعية الدموية بجسم الإنسان، يوجد أيضًا الجهاز الليمفاوي الذي يتكون من الأوعية الليمفاوية والعقد الليمفاوية، ويجري بهذا الجهاز سائل اللمف، وتركيبه يشابه بلازما الدم ويتركب أساسًا من خلايا لمفية، ويتكون هذا السائل باستمرار ويصب هذا السائل في الأوردة.

كيفية تكوين اللمف:

عندما يمر الدم بالشعيرات الدموية يخرج جزء منه من البلازما يحوي بعض المواد الغذائية والغازات إلى الأنسجة المحيطة ليشكل السائل النسيجي، أي: السائل بين الخلايا، ويعود هذا السائل جزئيًّا إلى الدم عبر الشعيرات بعد عمليات التمثيل الغذائي، وفي الوقت نفسه يدخل جزء من السائل النسيجي إلى الشعيرات الليمفية مشكلا اللمف. ومع التدريب الرياضي يزداد نشاط الجهاز الدوري وكذلك تشكيل اللمف.

ويعتبر الجهاز الليمفاوي جهاز مكمل للجهاز الدوري حيث يؤدي الخلل في عودة السائل الليمفاوي إلى اضطراب عمليات التمثيل الغذائي، وكذلك اضطراب امتصاص المواد الغذائية.

وتؤدي حركة العضلات إلى سرعة سريان الليمف وكذلك الضغط السالب بالقفص الصدري أثناء الشهيق، وكذلك السرعة العالية لسريان الدم في الوريد عند مدخل اللمف، كل هذه العوامل تساعد في سرعة سريان اللمف. وكما أن وجود الصمامات في الأوعية الليمفاوية تمنع عودة الليمف مرة أخرى.

ويتم دفع الليمف إلى القلب عن طريق الأوردة. كما أن الانقباضات على جدران الأوعية الليمفاوية تعتبر من أهم العوامل في حركة السائل في الأوعية الليمفاوية. كما يجدر القول إن السائل الليمفاوي يسير في اتجاه واحد فقط.

ويتجمع الليمف من جميع الأوعية الليمفاوية في أكبر وعائين ليمفاويين، وهما:

١. الوعاء الليمفاوي الصدري.

٢. الوعاء الليمفاوي الأيمن.

ويقعان في منطقة الصدر وعلى يمين الرقبة، وعلى مسار الأوعية الليمفاوية توجد

عقد ليمفاوية وهي عقد صغيرة كروية الشكل وتتوزع في أماكن مختلفة من الجسم وأهمها:

١. الغدد الليمفية الرقبية.

٢. الإبطية.

٣. المرفقية.

٤. المغبنية.

٥. الأذنية.

٦. تحت الفك العلوي.

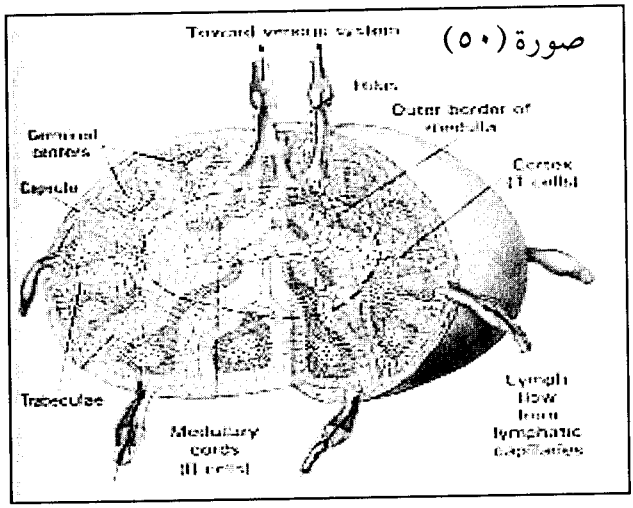
٧. تحت الترقوة.

٨. القفوية.

٩. المساريقية.

١٠. الحرقفية.

صورة (٥٠)



ويجب الأخذ في الاعتبار بأنه يمكن عن طريق الأوعية الليمفاوية انتشار الجراثيم المرضية وجزيئات الأورام الخبيثة، ومن هنا كانت أهمية معرفة أماكنها وعملها، وذلك لتجنب تدليكها في الحالات المرضية وذلك لمنع انتشار الأمراض.

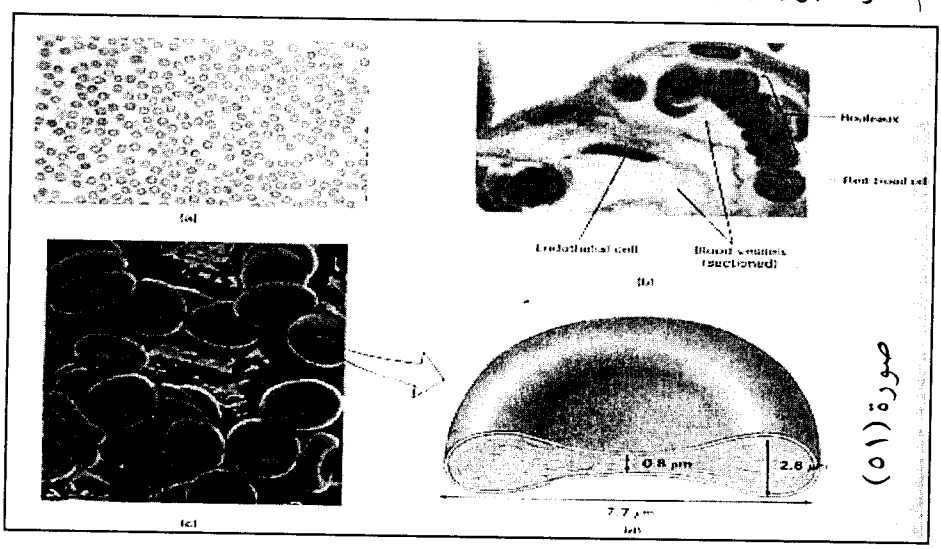
تركيب الدم

كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين:

وهي كرات صغيرة جدًا تحتوي على الهيموجلوبين وهو الحامل للأكسجين من الرئة لأعضاء الجسم المختلفة، والناقل لثاني أكسيد الكربون من الأعضاء إلى الرئة مرة أخرى؛ ليخرج مع هواء الزفير.

ونقص عدد كرات الدم الحمراء بالإضافة لقلة الهيموجلوبين ومعلومية حجم الكرة الوسطى يدلنا على وجود فقر الدم «الأنيميا»، وهناك أنوع مختلفة من فقر الدم اعتمادًا على المسبب مثل نقص الحديد، ونقص بعض الفيتامينات، وكذلك بسبب الأمراض المزمنة وغيرها.

والانخفاض الحاد لكل من الكرات الحمراء والهيموجلوبين وذلك بوصول العدد والتركيز إلى النصف علامة خطر تستوجب العلاج، وكذلك الزيادة سواء في الكرات الحمراء أو الهيموجلوبين مؤشر لضرورة معرفة السبب والعلاج، وتسمى زيادة كرات الدم المفرطة بوليسيثميا.



صورة (٥١)

وفي المجال الرياضي فإن عدد كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين من الضروريات بالنسبة للرياضي، ويجب الاهتمام بها وضبطها عند أي انحراف؛ لأنها تؤثر على كيميائية

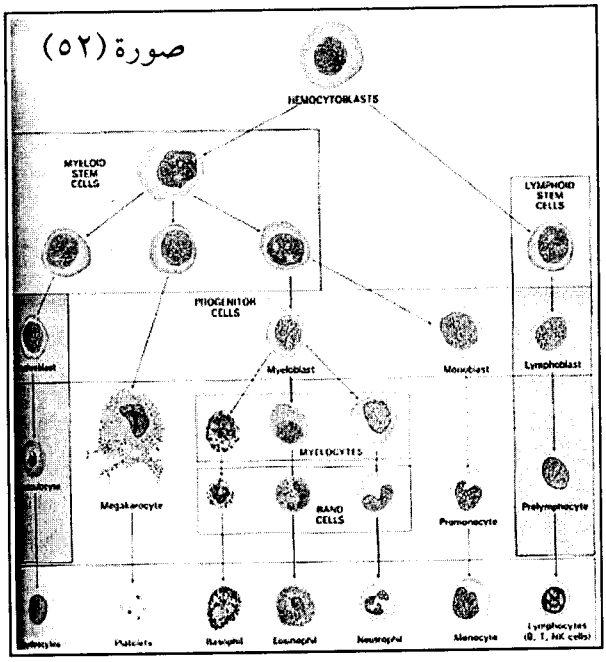
إنتاج الطاقة بالعضلات، ومن أهم الأسباب لسرعة تكوين حمض اللاكتيك الذي يساهم في سرعة حدوث التعب العضلي.

ويمثل الحديد كعنصر رئيس في تخليق الهيموجلوبين المكانة الرئيسة من الاهتمام. حيث تشير التقارير العلمية إلى نقص الحديد بين الرياضيين في مصر والعالم. ففي كندا نجد ٢٩٪ من العدائيين يعانون من انخفاض في حديد الدم وإرهاق عقب التدريب، وفقد الشهية وتقلصات العضلات وخلل في تنظيم الدورة الدموية.

ويرجع النقص في الحديد لدى الرياضيين للأسباب التالية:

١. تكسير كرات الدم الحمراء أثناء العدو.
٢. ارتفاع درجة حرارة الجسم.
٣. هشاشة كرات الدم الحمراء تحت تأثير هرمون الأدرينالين نتيجة ضغوط المنافسة.
٤. احتمال الانخفاض في معدل الامتصاص.
٥. زيادة إفراز الحديد في البول، العرق، البراز، والمستوى الطبيعي للحديد في الذكر «٨٠-١٦٠٪» مليجرام والأنثى «٦٠-١٣٦٪» مليجرام.

كرات الدم البيضاء:



صورة (٥٢)

تلعب دورًا هامًّا كخط دفاع أول ضد الأمراض، وزيادة العدد عن «١١-٣٠ ألف» يدل على وجود التهاب في الجسم. وزيادة الكرات البيضاء عن «٣٠ ألف» قد يشير لوجود سرطان في الدم. بينما يشير انخفاض معدل كرات الدم البيضاء إلى الإصابة بالفيروسات، أو التعرض للمواد المشعة، أو العلاج الكيميائي، أو بعد الأنفلونزا، والعلاج بالمضادات الحيوية لمدة طويلة.

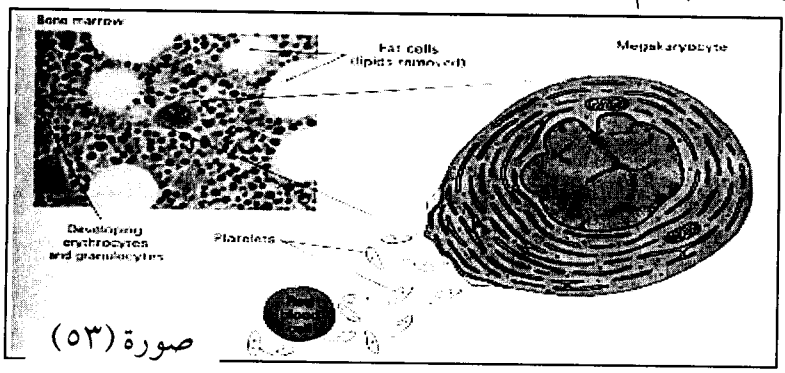
ويجب أن لا يتعدى في العد النوعي لكرات الدم البيضاء للمكونات عن:

- الخلايا المتعادلة «النيوتروفيل» ٦٠-٧٠ ٪.
- الخلايا الليمفية «لمفوسايت» ٢٠-٣٠ ٪.
- الخلايا الوحيدة «مونوسايت» ٢-٦ ٪.
- الخلايا الحمضية «إيزينوفيل» ١-٤ ٪.
- الخلايا القاعدية «بيزوفيل» صفر-٥, ٠ ٪.

والتدريب يؤدي لتغيير في هذه النسب، حيث يؤدي التدريب قصير المدى لزيادة الخلايا اللمفية، بينما يسبب التدريب طويل المدى زيادة الخلايا المتعادلة.

الصفائح الدموية:

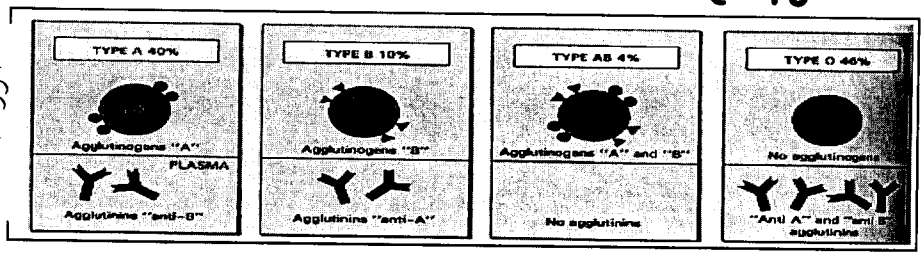
تلعب دورًا هامًّا في عمليات التجلط بالدم، ومع ارتفاع الصفائح الدموية عن المعدل الطبيعي ووصول المستوى لأعلى من ٥٠٠ ألف لكل مليمتر مكعب يدل هذا على احتمال تكوين الجلطات بالدم.



صورة (٥٣)

وانخفاض الصفائح الدموية عن المعدل الطبيعي ووصوله إلى ألفين فيكون الشخص معرض للإصابة بالنزيف الداخلي أو الخارجي.

فصائل الدم



صورة (٥٤)