

## فیزیولوژی خون

▼ **Figure 42.16 The composition of mammalian blood.** Centrifuged blood separates into three layers: plasma, leukocytes and platelets, and erythrocytes.

Plasma 55%		Cellular elements 45%		
Constituent	Major functions	Cell type	Number per $\mu\text{L}$ ( $\text{mm}^3$ ) of blood	Functions
<b>Water</b>	Solvent		5,000–10,000	Defense and immunity
<b>Ions (blood electrolytes)</b> Sodium Potassium Calcium Magnesium Chloride Bicarbonate	Osmotic balance, pH buffering, and regulation of membrane permeability			
<b>Plasma proteins</b> Albumin	Osmotic balance, pH buffering			
Immunoglobulins (antibodies)	Defense and immunity			
Apolipoproteins Fibrinogen	Lipid transport Blood clotting			
<b>Substances transported by blood</b> Nutrients (such as glucose, fatty acids, vitamins), waste products of metabolism, respiratory gases ( $\text{O}_2$ and $\text{CO}_2$ ), and hormones		<b>Platelets</b>	250,000–400,000	Blood clotting
		<b>Erythrocytes (red blood cells)</b>	5,000,000–6,000,000	Transport of $\text{O}_2$ and some $\text{CO}_2$

خون مهره داران ،، یک بافت پیوندی که شامل چندین نوع سلول معلق در یک ماده زمینه ای به نام پلاسما است

وقتی خون سانترفیوژ می کنند به ۳ بخش تقسیم می شود

1. پلاسما plasma ،، حدود ۵۵ درصد

2. اجزای سلولی ،، حدود ۴۵ درصد ،، گلبول های خون و پلاکت ها

3. بافی کت buffy coat ،، گلبول سفید خون

▼ **Figure 42.16 The composition of mammalian blood.** Centrifuged blood separates into three layers: plasma, leukocytes and platelets, and erythrocytes.

Plasma 55%		Cellular elements 45%		
Constituent	Major functions	Cell type	Number per $\mu\text{L}$ ( $\text{mm}^3$ ) of blood	Functions
<b>Water</b>	Solvent		5,000–10,000	Defense and immunity
<b>Ions (blood electrolytes)</b> Sodium Potassium Calcium Magnesium Chloride Bicarbonate	Osmotic balance, pH buffering, and regulation of membrane permeability			
<b>Plasma proteins</b> Albumin	Osmotic balance, pH buffering			
Immunoglobulins (antibodies)	Defense and immunity			
Apolipoproteins Fibrinogen	Lipid transport Blood clotting			
<b>Substances transported by blood</b> Nutrients (such as glucose, fatty acids, vitamins), waste products of metabolism, respiratory gases ( $\text{O}_2$ and $\text{CO}_2$ ), and hormones		<b>Platelets</b>	250,000–400,000	Blood clotting
		<b>Erythrocytes (red blood cells)</b>	5,000,000–6,000,000	Transport of $\text{O}_2$ and some $\text{CO}_2$

### پلازما plasma

پلازما، یون ها و پروتئین های که در آن حل شده اند و همراه با سلول های خونی در حفظ تعادل اسمزی و انتقال و دفاع نقش دارند

نمک های غیرالی به شکل یون های محلول و از اجزای ضروری خون هستند

برخی بافر های خون در پلازما، تعادل اسیدیته خون، و برخی مواد دیگر در پلازما که در حفظ فشار اسمزی نقش دارند

عملکرد طبیعی عضلات و اعصاب وابسته به غلظت یون های کلیدی در مایع میان بافتی است که منعکس کننده غلظت آنها در پلازما است، اهمیت غلظت الکترولیت های پلازما

گروه دیگر از مواد محلول در پلازما، پروتئین اند که عملکرد زیادی دارند

1. نقش بافری در برابر تغییرات pH

2. به حفظ تعادل اسمزی بین خون و مایع میان بافتی کمک

3. نقش در ویسکوزیته خون یا چسبندگی خون

انواع پروتئین های پلاسما

1. اپولیپوپروتئین ها ،، به لیپید ها وصل که در اب نامحلول اند و تنها زمانی در خون جابه جا که متصل به پروتئین باشند
2. ایمونوگلوبولین ها یا انتی بادی ها ،، به مبارزه علیه ویروس و عوامل خارجی حمله می کنند
3. پروتئین فیبرینوژن ،، عامل انعقادی خون ، وقتی رگی آسیب به مسدود کردن شکاف کمک

سرم ،، پلاسمای خون را که این عوامل انعقادی از ان حذف شده باشند را گویند

پلاسما حاوی تنوع زیادی از مواد که در حال انتقال است مثل

1. مواد غذایی
2. مواد زائد متابولیسم
3. گاز های تنفسی
4. هورمون ها

پلاسمای خون و مایع میان بافتی از نظر ترکیبات مشابه هستند به استثناء اینکه در پلاسما غلظت پروتئین ها بیشتر است

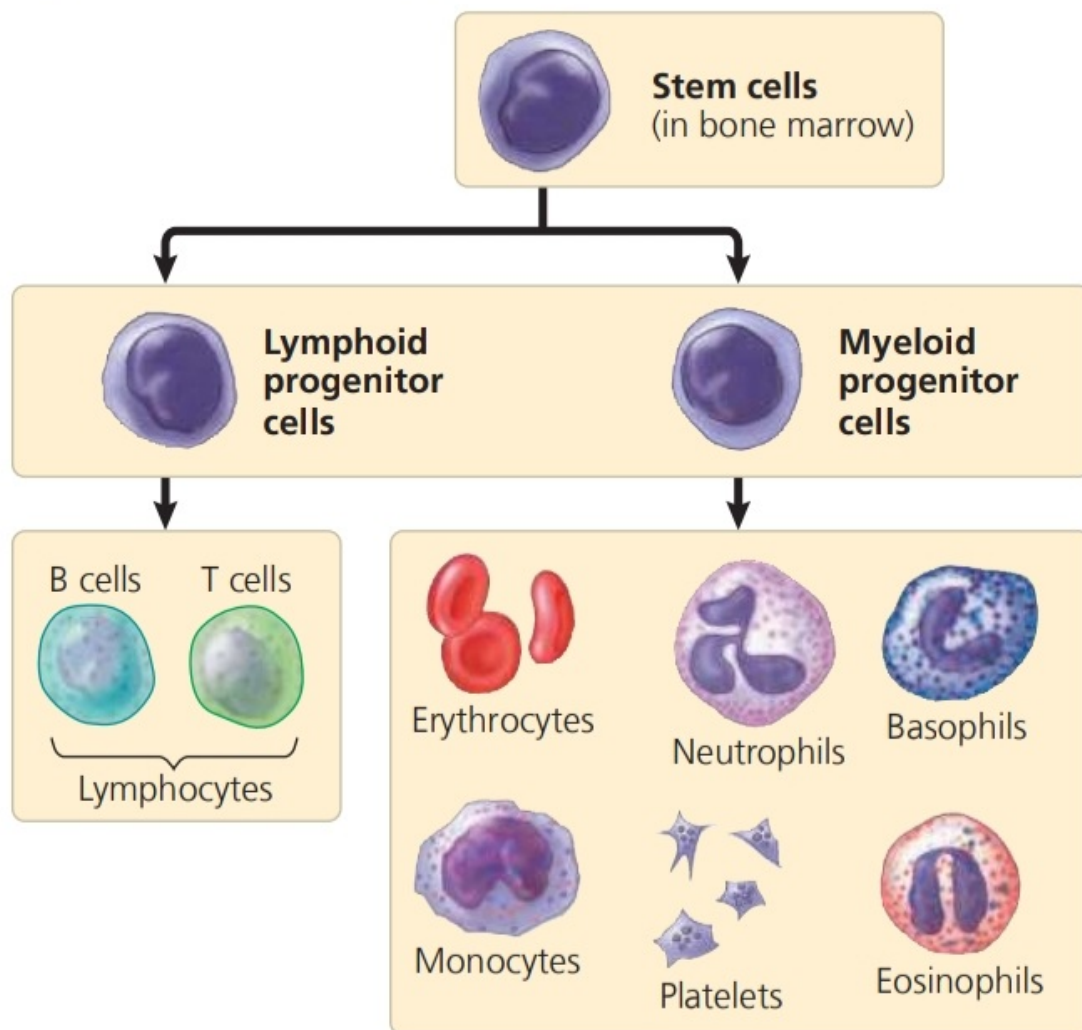
اجزای سلولی خون

و ۲ گروه از سلول های خونی

1. گلبول های قرمز red blood cell ،، حمل اکسیژن
2. گلبول های سفید white blood cell ،، در دفاع از بدن نقش دارند

پلاکت ها ،، در خون معلق و قطعاتی از سلول که در فرایند انعقاد خون نقش دارند

▼ **Figure 42.17 Differentiation of blood cells.** Cell divisions of stem cells in bone marrow give rise to two specialized sets of cells. One set—the lymphoid progenitor cells—gives rise to immune cells called lymphocytes, primarily B and T cells. The second set—myeloid progenitor cells—gives rise to other immune cells, red blood cells (erythrocytes), and cell fragments called platelets.



اریتروسیت ها ،، گلبول های قرمز خون که بیشترین تعداد سلول های خونی را دارند و وظیفه اصلی آنها انتقال اکسیژن است و ساختار آنها با عملکردشان متناسب است

اریتروسیت های انسان ،، صفحات کوچکی که از دو طرف مقعر و مرکز آنها نازک تر از لبه ها است و اندازه کوچک و شکل مقعر الطرفین برای سطح بزرگی برای جمعیت کل اریتروسیت ها فراهم می کند

غشای اریتروسیتی در حجم فرضی از خون بیشتر باشد ،، اکسیژن با سرعت بیشتری انتشار می یابد ،، اریتروسیت های پستان داران هسته و اندامک ندارند ،، فضای بیشتری را در سلول های نازک برای هموگلوبین ، پروتئین حاوی آهن که انتقال اکسیژن نقش دارد باقی می گذارد

اریتروسیت ها فاقد میتوکندری اند، پس متابولیسم بی هوازی به وسیله گلیکولیز ATP خود را تامین می کنند،، انتقال اکسیژن برای آنها کمتری دارد

گلبول های قرمز با اندازه کوچکشان،، حاوی تقریبا ۲۵۰ میلیون مولکول هموگلوبین است

هر هموگلوبین حداکثر به ۴ مولکول اکسیژن وصل می شود هر گلبول قرمز می تواند تقریبا یک میلیارد مولکول O2 را منتقل کند

با عبور گلبول های قرمز از بستر های مویرگی، ریه ها و ایشش ها یا سایر اندام های تنفسی، اکسیژن را به داخل گلبول قرمز انتشار می دهند و در آنجا هموگلوبین به اکسیژن وصل می شود

در مویرگ های محیطی هموگلوبین اکسیژن از دست می دهد و سپس به داخل سلول های بدن اکسیژن انتشار می یابد

در بیماری گلبول قرمز داسی شکل،، نوعی غیر طبیعی از هموگلوبین یعنی Hbs که به شکل توده های پلیمریزه می شوند

غلظت هموگلوبین، در گلبول قرمز بسیار بالا است،، بنابراین این توده ها به اندازه ای بزرگ که شکلی کشیده و خمیده و شکل داس به خود می گیرند،، این اختلال نتیجه تغییر توالی اسید آمینه در یک جایگاه است،، جایگاه ۶ تغییر می کند از ۵۷۴ اسید آمینه

بیماری گلبول قرمز داسی،، عملکرد دستگاه گردش خون را مختل می کند،، اغلب در سرخرگ های کوچک و مویرگ ها ساکن شده و از انتقال اکسیژن و مواد مغذی و حذف CO2 و مواد زائد جلوگیری می کنند

انسداد رگ های خونی،، نتیجه تورم اعضا بدن،، موجب درد های شدید

گلبول های قرمز داسی شکل غالبا تخریب می شوند و تعداد گلبول های قرمز در دسترس برای انتقال اکسیژن کاهش می یابد

میانگین طول عمر یک گلبول قرمز داسی شکل تنها ۲۰ روز ولی گلبول قرمز طبیعی ۱۲۰ روز،، یعنی ۱ ششم یک گلبول طبیعی عمر می کنند

این بیماری سرعت از بین رفتن گلبول های قرمز و تولید آنها را بیشتر می کند

درمان های کوتاه مدت مثل جایگزینی گلبول قرمز از طریق تزریق خون و درمان در دراز مدت با هدف جلوگیری از تشکیل توده های Hbs است

لوکوسیت ها ،، گلبول سفید خون

شامل ۵ نوع گلبول سفید که شامل

1. مونوسیت ها **monocyte**

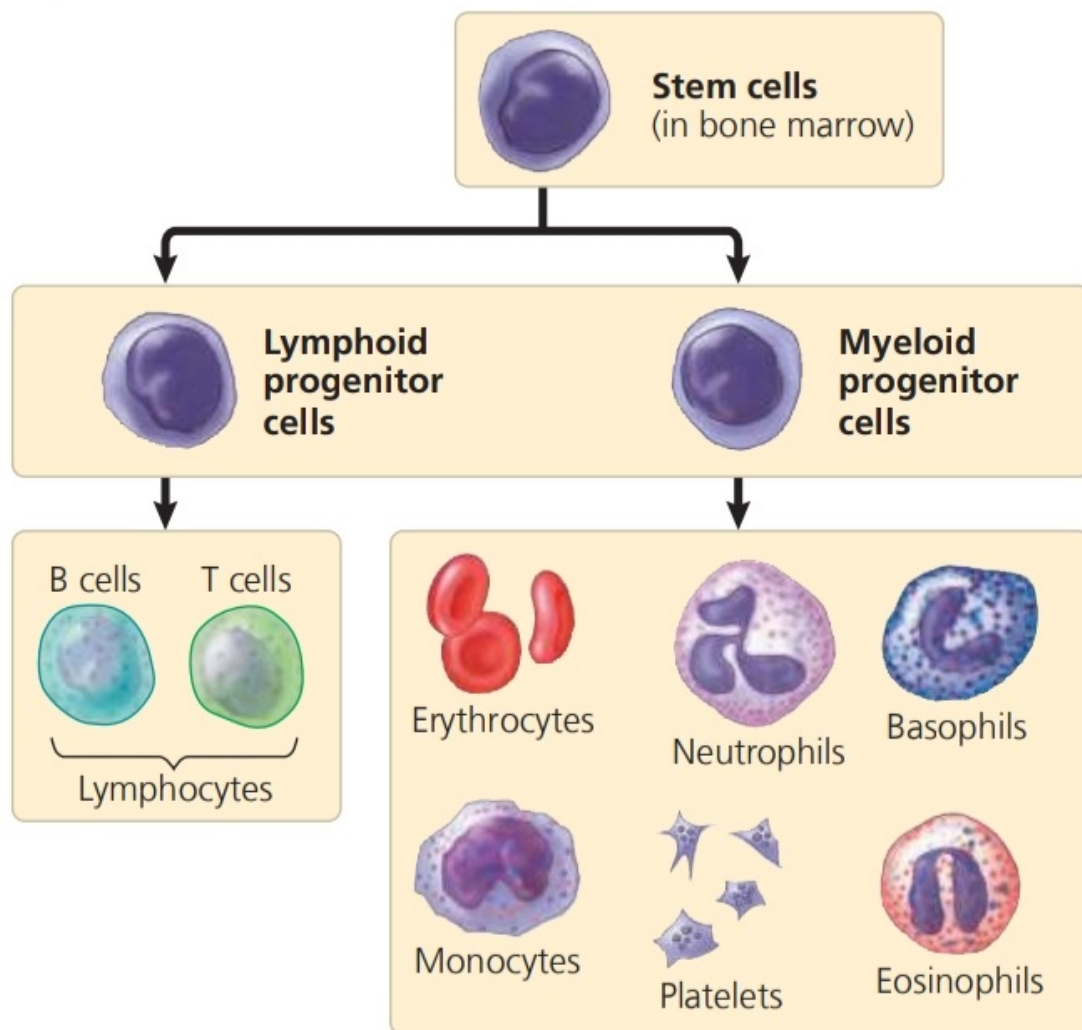
2. نوتروفیل ها **neutrophil**

3. بازوفیل **basophil**

4. ائوزینوفیل **eosinophil**

5. لنفوسیت ها **lymphocyte**

▼ **Figure 42.17 Differentiation of blood cells.** Cell divisions of stem cells in bone marrow give rise to two specialized sets of cells. One set—the lymphoid progenitor cells—gives rise to immune cells called lymphocytes, primarily B and T cells. The second set—myeloid progenitor cells—gives rise to other immune cells, red blood cells (erythrocytes), and cell fragments called platelets.



مونوسیت ها و نوتروفیل ها ،، بیگانه خوار اند که باکتری ها و بقایای سلول های مرده بدن احاطه و هضم می کنند

لنفوسیت ها ، سلول های تخصص یافته T و B که پاسخ ایمنی سازشی در برابر مواد خارجی ایجاد می کنند

گلبول های سفید بیشتر وقت خود را در خارج از دستگاه گردش خون اند و در مایع میان بافتی و سیستم لنفاوی گشت می زنند که در انجا بیشتر عوامل بیماری زا در حرکت اند

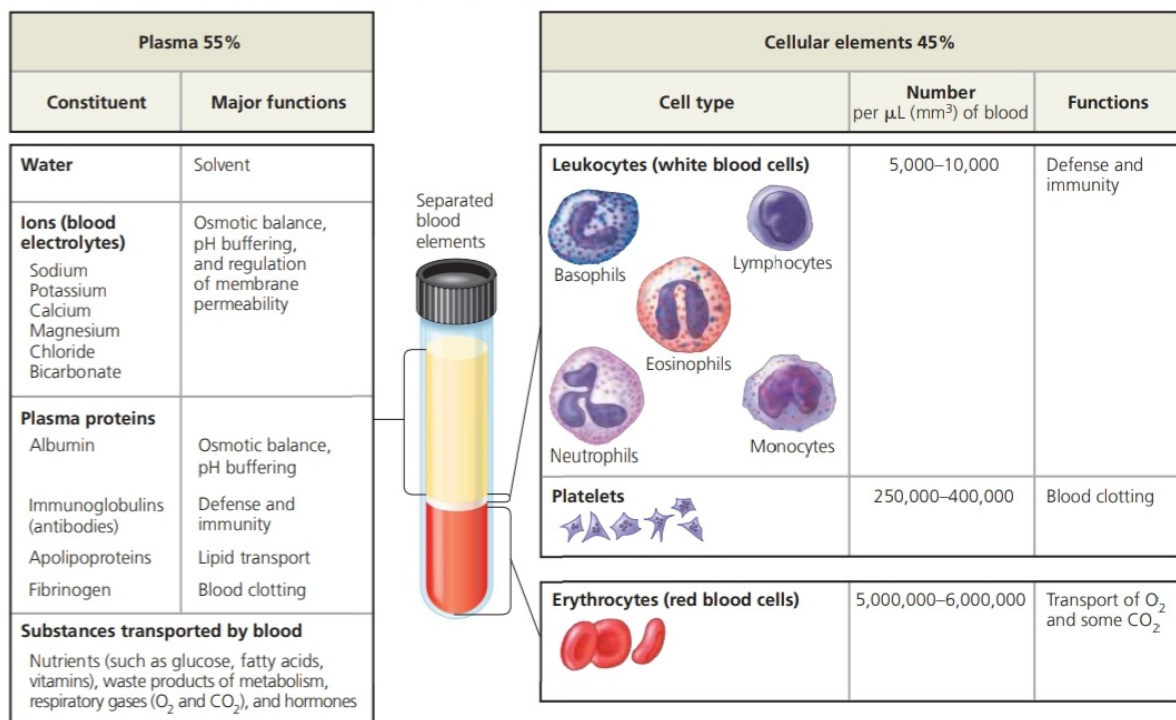
به طور معمول در یک میکرو لیتر خون حدود ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ لوکوسیت دارد اما تعداد آنها هر وقت در بدن عفونت باشد به طور موقت افزایش می یابد

### پلاکت ها

سومین جز خون که قطعاتی سلولی با قطر ۲ تا ۳ میکرون که آنها هسته ندارند ( مثل گلبول قرمز ) و به صورت قطعات سیتوپلاسمی از سلول های بزرگ ( مگاکاریوسیت ها ) در مغز استخوان منشا می گیرند

پلاکت ها وقتی وارد خون می شوند در فرایند مهم انعقاد خون نقش دارند

▼ **Figure 42.16 The composition of mammalian blood.** Centrifuged blood separates into three layers: plasma, leukocytes and platelets, and erythrocytes.



### سلول های بنیادی و جایگزینی اجزای سلولی

اجزای سلولی خون ، فرسوده می شوند و به طور پیوسته در سراسر زندگی جایگزین می شوند ،، اریتروسیت ها معمولا برای ۳ تا ۴ ماه زنده و گردش در خون اند و سپس توسط سلول های بیگانه خوار کبد و طحال تخریب می شوند

انزیم ها و درشت مولکول های سلول های پیر هضم و فرایند بیوسنتز درشت مولکول های جدید مانند اسید امینه که از گلبول های قرمز پیر حاصل شده اند استفاده می کنند

یعنی برای ساخت هم از مواد سلول پیر و هم از متابولیسم غذا و اتم های آهن ، گلبول های قرمز جدید می سازند



اریتروسیت ها و لوکوسیت ها و پلاکت ها ،، منشا آنها سلول های بنیادی چند توان که در مغز قرمز استخوان ها به ویژه دنده ها و مهره ها و استخوان جناغ و استخوان های لگن قرار دارند

چند توان یعنی که این سلول ها توانایی تمایز به هر نوع سلول خونی یا پلاکت ها را دارند

سلول های بنیادی چند توان از جنین اولیه منشا و جمعیت آنها در حالی که خون را به اجزای سلولی تکمیل می کند ، خودش را نیز از نو می سازد

یک مکانیسم فیدبک منفی ،، حساس به رسیدن مقدار اکسیژن را به بافت های بدن از طریق خون ، تولید گلوبول قرمز کنترل می کند

اگر بافت ها اکسیژن کافی دریافت نکنند از کلیه ها هورمونی به نام اریتروپوئیتین EPO تولید و ترشح ،، سبب تحریک تولید اریتروسیت ،، هورمون اریتروپوئیتین از کبد هم ترشح می شود ولی خیلی کم ، کسانی که یک کلیه دارند آسیب می خورند

اگر خون اکسیژن بیش از نیاز بافت ها توزیع کند سطح EPO کاهش و تولید اریتروسیت کند می شود

تولید اریتروپوئیتین سلول های کشت شده که دارای DNA نو ترکیب ،، برای بیماران که کم خونی دارند استفاده می کنند

دوپینگ ،، ورزشکاران برای افزایش سطح گلوبول های قرمز شان با تزریق EPO به خودشان سوء استفاده ،، ممنوعیت ورزشی

#### انعقاد خون

وقتی دچار خونریزی و خراش می شویم ، خون حاوی مواد درزگیری که محل نشست خون را می بندند که رخداد اصلی انعقاد خون است

انعقاد ،، تبدیل اجزا مایع خون به جامد است که لخته نام دارد

ماده انعقادی به شکل غیر فعال به نام فیبرینوژن در خون وجود دارد

یک لخته خونی فقط زمانی تشکیل که پروتئین پلاسما به شکل فعال یعنی فیبرین تبدیل شود که به صورت رشته هایی که شبکه لخته را می سازند

مکانیسم انعقاد، معمولاً با آزاد شدن عوامل انعقادی از پلاکت‌ها شروع و شامل زنجیره‌ای پیچیده از واکنش‌ها است که در نهایت فیبرینوژن را به فیبرین تبدیل می‌کند.

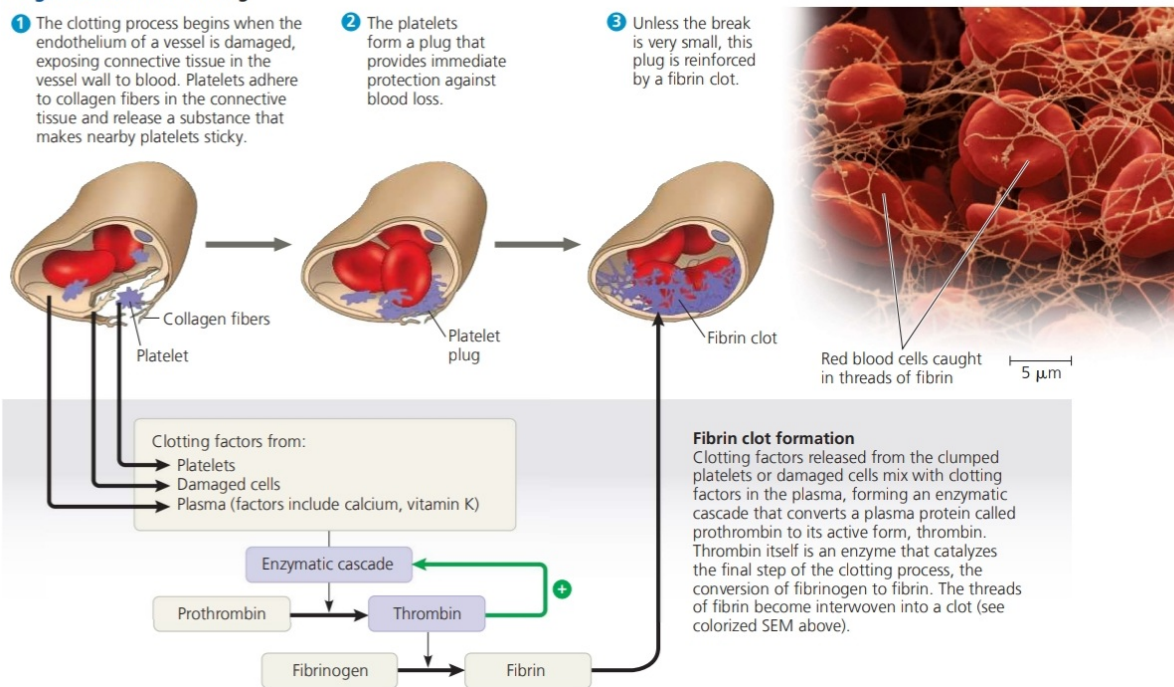
یک جهش ژنتیکی در مرحله از فرایند انعقاد خون، در بیماری هموفیلی که افراد بیمار با خون‌ریزی شدید با خراش و بریدگی کوچک مشخص می‌شوند.

انعقاد خون، یک چرخه فیدبک مثبت است، که در ابتدا واکنش‌های انعقادی در محل انعقاد مقداری از پروترومبین به ترمبین تبدیل و این ترمبین خود ابشاری عمل و موجب تبدیل بیشتر پروترومبین به ترومبین و تکمیل فرایند انعقاد می‌شود.

عوامل ضد انعقادی در خون به طور طبیعی از لخته شدن خود به خودی در غیاب آسیب بافتی جلوگیری می‌کنند.

گاهی اوقات پلاکت‌ها دور هم جمع و فیبرین در داخل یک رگ خونی لخته می‌شود و جریان خون مسدود می‌کند، به جنین لخته، لخته ترومبوز، خطرناک مخصوصاً در قلب و عروق.

▼ Figure 42.18 Blood clotting.



### بیماری‌های قلبی و عروقی

سالانه بیماری‌های قلبی و عروقی باعث مرگ بیش از ۷۵۰ هزار نفر می‌شوند.

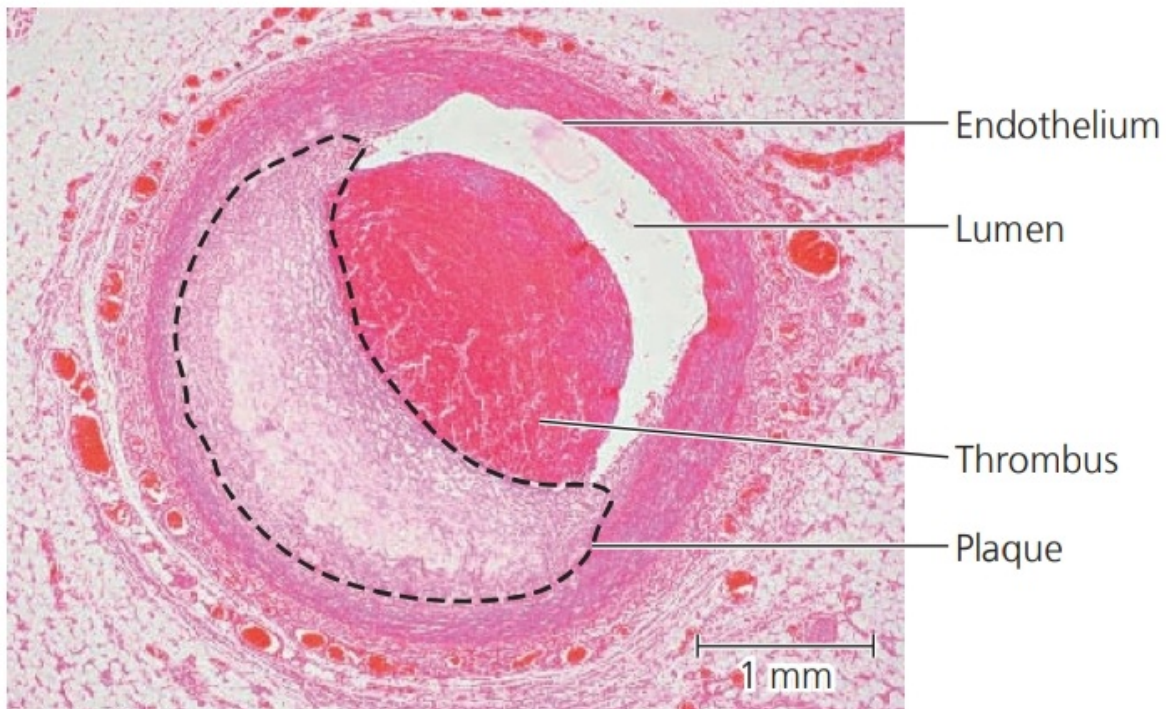
سرخرگ‌های سالم، استر داخلی صاف دارند که جریان خون بدون مانع فراهم می‌کند.

وقتی کلسترول در این استر رسوب کند این سطح ناصاف و ایجاد محل پلاک تشکیل و با تجمع کلسترول های دیگر ،، قطر داخلی سرخرگ را کم می کند ،، بیماری مزمن قلبی

اترواسکلروز **atherosclerosis** ،، سخت شدن دیواره سرخرگ ها ،، تصلیب شرایین

استر ناصاف یک سرخرگ دارای اترواسکلروز ، پلاک ها را تحریک و به هم چسبیدن سبب ایجاد فرایند انعقاد خون و اختلال در گردش خون

▼ **Figure 42.19 Atherosclerosis.** In atherosclerosis, thickening of an arterial wall by plaque formation can restrict blood flow through the artery. If a plaque ruptures, a thrombus can form, further restricting blood flow. Fragments of a ruptured plaque can also travel via the bloodstream and become lodged in other arteries. If the blockage is in an artery that supplies the heart or brain, the result could be a heart attack or stroke, respectively.



کلسترول در پلاسمای خون ،، به شکل ذراتی که از هزاران کلسترول و چربی های متصل به پروتئین حرکت می کنند ،، ۲ نوع مهم

1. لیوپروتئین کم چگال **LDL** ،، کلسترول بد
2. لیوپروتئین با چگالی زیاد **HDL** ،، کلسترول خوب

کلسترول بد یا LDL، با رسوب کلسترول در پلاک های سرخرگی در دیواره داخلی سرخرگ ایجاد می کند

کلسترول خوب یا HDL، رسوب کلسترول را کاهش و فعالیت بدنی و ورزش غلظت آنها را زیاد ولی سیگار کشیدن در تبدیل HDL به LDL و سبب مرگ سریع تر

ضربه نهایی معمولاً یک حمله قلبی یا سکته است

حمله قلبی، مرگ بافت عضله قلبی که نتیجه انسداد دراز مدت یک یا چند سرخرگ کرونری که رگ هایی اند که خون اکسیژن دار به قلب می رسانند

سرخرگ های کرونری قطر کوچکی دارند آسیب پذیر اند و انسداد آنها می تواند عضله قلبی را به سرعت خراب کند، زیرا عضله قلبی به طور مداوم در حال ضربان است

بدون اکسیژن مدت زیادی زنده نمی ماند قلب و سبب سکته و مرگ بافت قلبی و عصبی، پاره شدن یا انسداد سرخرگ های سر سبب سکته مغزی می شود

یک فرایند کلیدی که منجر به انسداد سرخرگ ترومبوز می شود ترومبوز که یک پاسخ التهابی که به وسیله اجتماع ذرات LDL در استر داخلی سرخرگ شروع می شود

یک بریدگی عفونی توسط باکتری ها، ایجاد پلاک که منجر به پارگی و آزاد سازی قطعاتی می شود و تشکیل ترومبوز

ترومبوز در سرخرگ کرونری یا مغزی، ایجاد امبولی که جریان خون حرکت می کند، تا اینکه در یک سرخرگ که برای عبور لخته بسیار کوچک گیر می کند و جای گیر دارد

امبولی، در رگی که به وسیله پلاک ها باریک شد باشد گیر می افتد، جریان خون مسدود و بافت قلبی یا مغزی پایین دست ناحیه مسدود شده در اثر نرسیدن اکسیژن ممکن بمیرد

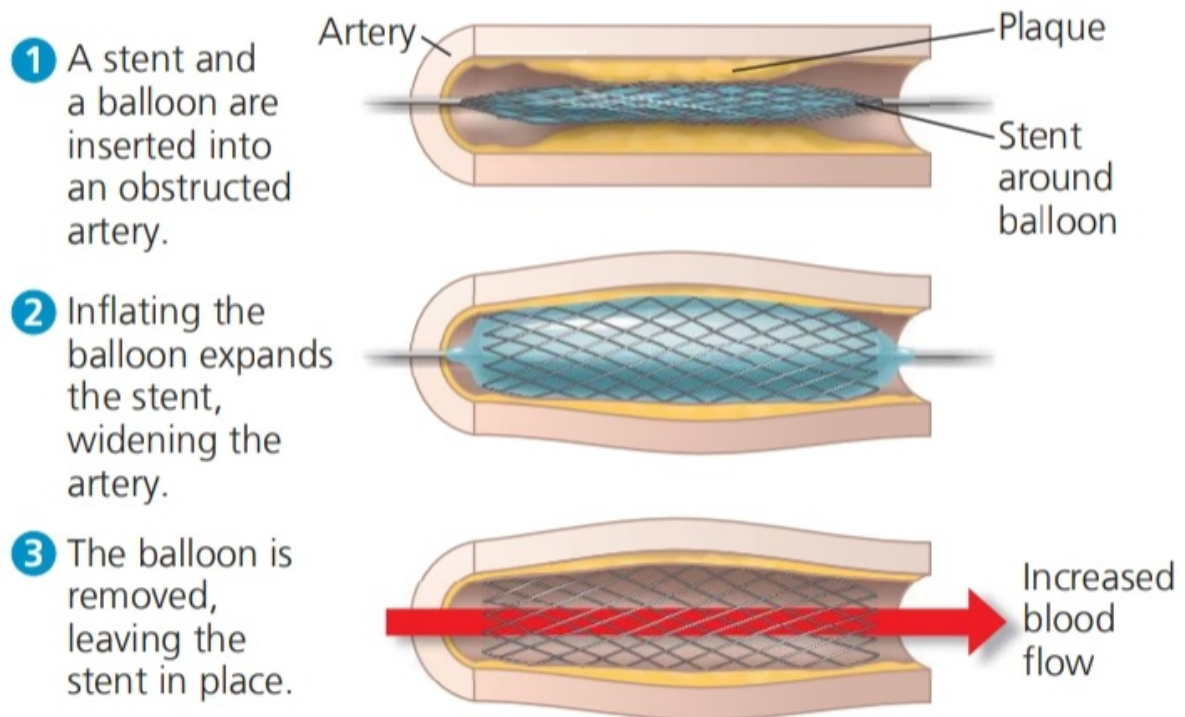
اگر آسیب قلبی هدایت پیام های الکتریکی را از طریق عضله قلب دچار اختلال کند ضربان قلب، تغییرات شدید و ممکن قلب از ضربان بیفتد

اگر ضربان قلب به وسیله احیای قلبی و ریوی حفظ شود اثرات سکتته و شانس فرد برای زنده ماندن بستگی به موفقیت و میزان آسیب بافت مغزی دارد

اغلب اترواسکلروز ها تا زمانی که جریان خون به شدت مختل نشده باشد تشخیص داده نمی شوند ،، اما علائم جزئی مثل در سرخرگ های کرونری موجب درد های گاه و بی گاه قفسه سینه می شوند که به ان انژین صدری **Angina pectoris** می گویند

درد انژین صدری زمانی که قلب در شرایط استرس باشد و قلب اکسیژن کافی دریافت نمی کند ،،، درمان باید ان سرخرگ مسدود با یک استنتت برای بازکردن سرخرگ یا از رگ خونی سالم قفسه سینه پیوند زده شود به محل انسداد

### ▼ Figure 42.20 Inserting a stent to widen an obstructed artery.



ابتلا به انواع خاص بیماری های قلبی ،، زمینه ژنتیکی دارد ولی اثر محیط و سبک زندگی بسیار تاثیر گذار است

مثال ورزش کردن سطح HDL بالا و بیماری قلبی و عروقی کم

مصرف روغن های گیاهی ترانس و سیگار کشیدن ،، باعث افزایش LDL و افزایش بیماری های قلبی ،، درمان دارو های استاتین که میزان LDL کم و خطر سکتته قلبی کاهش

التهاب نقش کلیدی بر اترو اسکروز ، و نحوه تشکیل ترومبوز مهم است

اسپرین ،، نوعی مهار کننده پاسخ التهابی از وقوع مجدد حمله قلبی و سکنه جلوگیری می کند

فشار خون بالا ،، از عوامل سکنه و بیماری های قلبی

فشار خون بالا و مزمن ،، اندوتلیوم پوشاننده سرخرگ آسیب و تشکیل پلاک را تسریع می کند

فشار خون بالا در بزرگسالان ،، فشار سیستولی بالای ۱۴۰ و فشار دیاستولی بالای ۹۰ باشد ،، درمان فشار خون بالا

1. ورزش

2. تغذیه خوب

3. دارو های ترکیبی کنترل شده

▼ Figure 42.16 The composition of mammalian blood. Centrifuged blood separates into three layers: plasma, leukocytes and platelets, and erythrocytes.

Plasma 55%		Cellular elements 45%		
Constituent	Major functions	Cell type	Number per $\mu\text{L}$ ( $\text{mm}^3$ ) of blood	Functions
<b>Water</b>	Solvent		5,000–10,000	Defense and immunity
<b>Ions (blood electrolytes)</b> Sodium Potassium Calcium Magnesium Chloride Bicarbonate	Osmotic balance, pH buffering, and regulation of membrane permeability			
<b>Plasma proteins</b> Albumin Immunoglobulins (antibodies) Apolipoproteins Fibrinogen	Osmotic balance, pH buffering Defense and immunity Lipid transport Blood clotting			
<b>Substances transported by blood</b> Nutrients (such as glucose, fatty acids, vitamins), waste products of metabolism, respiratory gases ( $\text{O}_2$ and $\text{CO}_2$ ), and hormones				
		<b>Leukocytes (white blood cells)</b> Basophils Lymphocytes Eosinophils Neutrophils Monocytes		
		<b>Platelets</b>	250,000–400,000	Blood clotting
		<b>Erythrocytes (red blood cells)</b>	5,000,000–6,000,000	Transport of $\text{O}_2$ and some $\text{CO}_2$