

# 体液(血液・生体防御系)

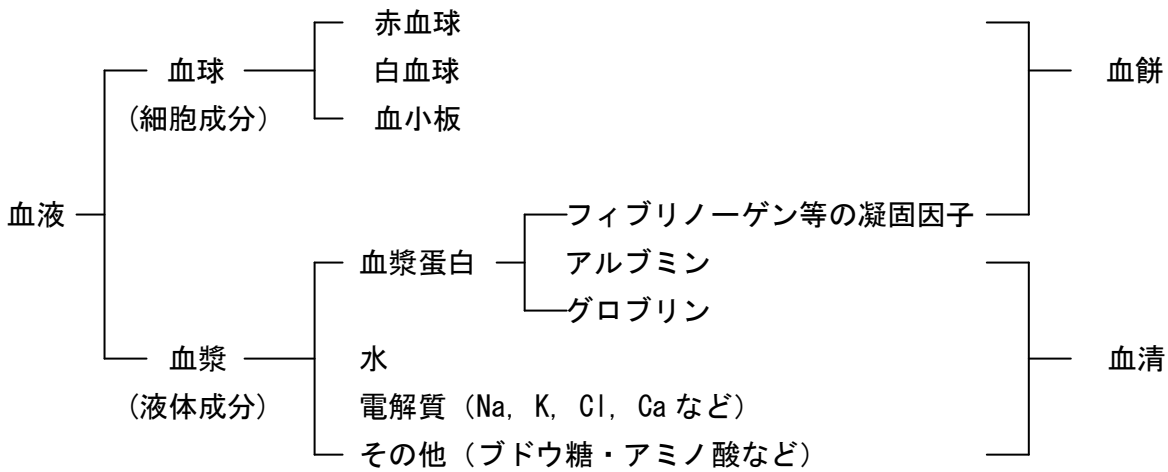
体液は体重の60%で、細胞内液(体重の40%)と細胞外液(体重の20%)とに分けられる。

細胞外液は間質液(組織間液)、血漿、消化液などから成る。

血液は体重の8%(1/12~1/13)、60kgで4.5~5L。

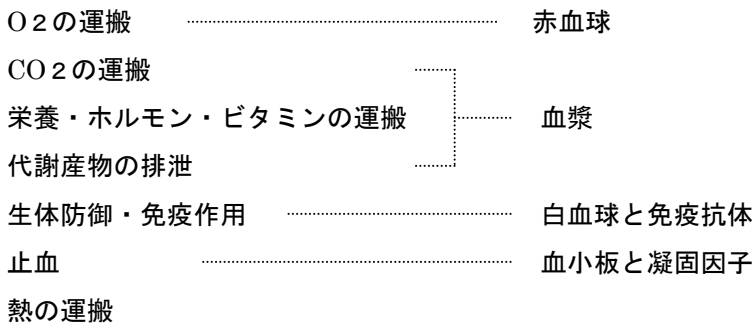
★血液・間質液・リンパ

## 血液の構成



★血漿から凝固因子 (or フィブリノーゲン or フィブリン)を除いたものが血清

## 血液の機能



	男	女
赤血球数	500 万/mm <sup>3</sup>	450 万/mm <sup>3</sup>
ヘモグロビン	16±2g/dl	14±2 g/dl
ヘマトクリット	45%	40%

赤血球は直径約8  $\mu$ m の円盤状の細胞で、核はない。寿命は 120 日。貧血の時は上記の数が低下する。赤血球は骨髓で産生され、肝臓や脾臓で破壊される。腎臓のエリスロポエチンが赤血球産生を刺激する。赤血球の主成分はヘモグロビンで、ヘモグロビンの主成分は鉄(Fe)である。ヘモグロビンは肺で酸素と結合して酸素化ヘモグロビンとなり、酸素を末梢組織へ運搬する。酸素を末梢組織へ渡すと脱酸素化(還元)ヘモグロビンとなる。酸素不足のため毛細血管内の脱酸素化ヘモグロビンが増加し、皮膚や口唇が青紫色になることをチアノーゼという。

### 赤血球と浸透圧

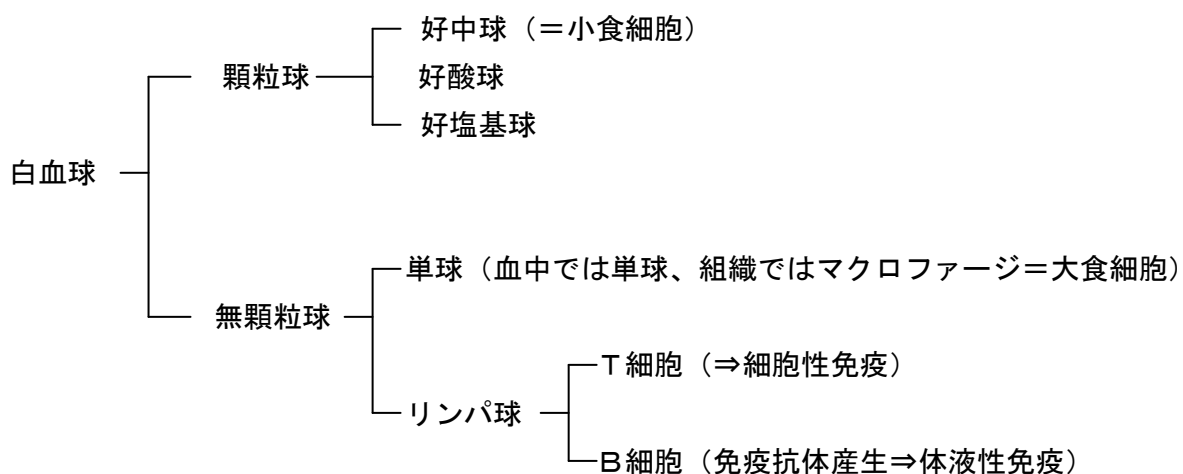
溶液の浸透圧が血液と等しいことを等張といい、浸透圧が血液より高いことを高張、低いことを低張という。細胞膜は半透膜なので、低張の溶液に赤血球を入れると赤血球は膨張し、溶血する。

★生理食塩水=0.9%食塩水

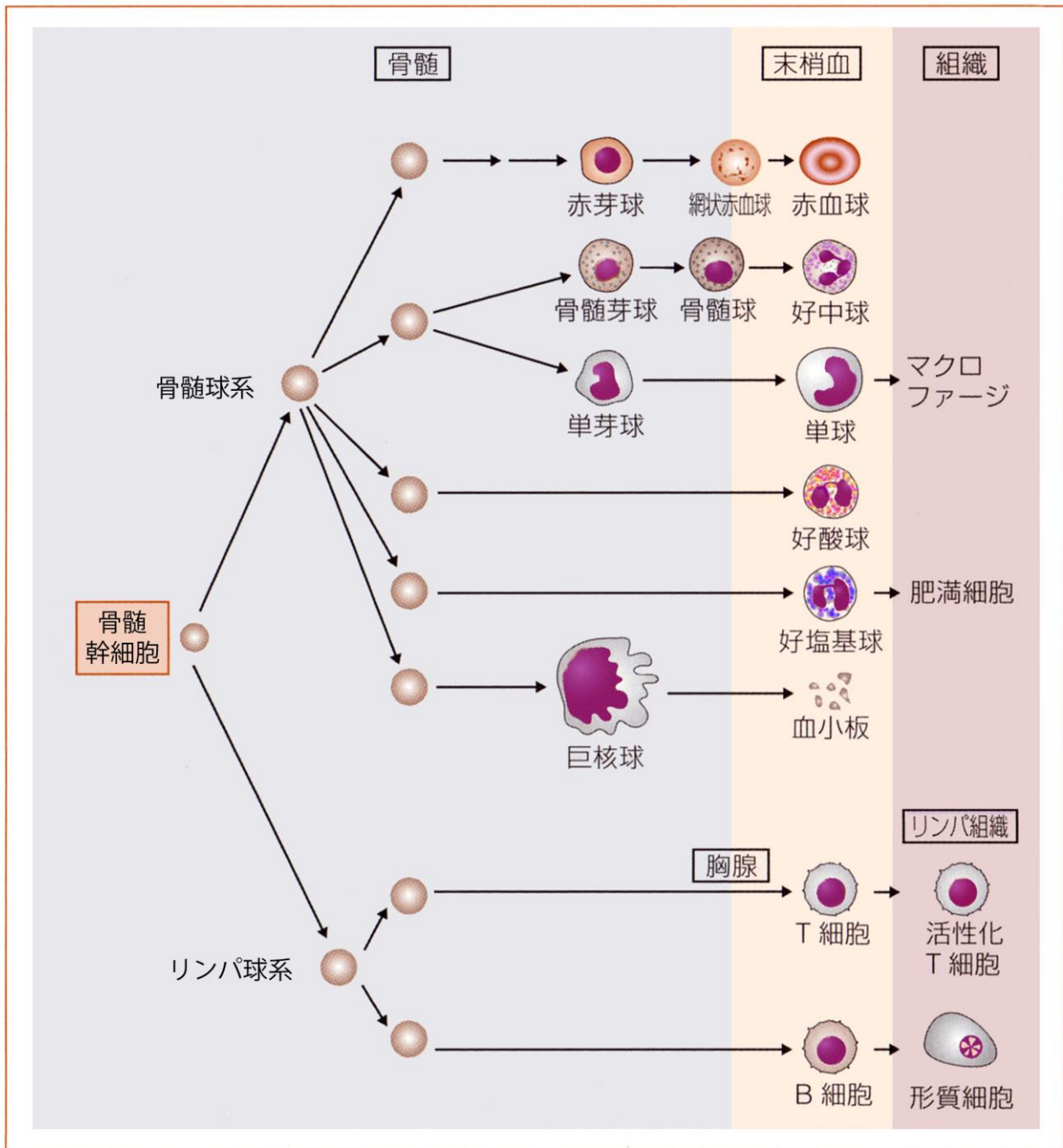
### 白血球

白血球の機能は生体防御で、とくにリンパ球は免疫反応に関与する。

白血球の正常値は 4000~8000/mm<sup>3</sup> で、炎症のあるとき増加する。



すべての血球の源は骨髄の幹細胞である。骨髄幹細胞はまず骨髄球系とリンパ球系とに分化し、骨髄球系はさらに赤血球系、顆粒球・単球系、血小板系に分化する。これらは骨髄内で成熟したのち末梢血に出る。一方リンパ球系はT細胞系とB細胞系に分かれ、T細胞系は胸腺で、B細胞系は骨髄内で成熟し、そののち末梢のリンパ組織に入って成熟・増殖する。B細胞は形質細胞になって免疫抗体を産生する。血球の破壊は脾臓や肝臓で行われる。★赤色／黄色骨髄



### 好中球

白血球の50~70%をしめ、顆粒球の大部分にあたる。核は分葉し、顆粒は中性色素によって紫色に染まる。血管から組織に出て異物・病原体に向かって進む遊走能と、それらを取り込んで破壊する貪食(どんじょく)能をもつ。病原体の中でも細菌を貪食・殺菌する主役が好中球だが、効率的に処理するためには、免疫抗体が細菌に結合する必要がある。別名小食細胞。

### 好酸球

白血球の約3%をしめ、顆粒は酸性色素によって赤色に染まる。寄生虫感染や気管支喘息、蕁麻疹などのアレルギー疾患で増加し、寄生虫の殺菌や抗原抗体複合物の処理を行なう。

### 好塩基球

白血球の約0.5%をしめ、顆粒は塩基性色素によって青色に染まる。好酸球と同じくアレルギー疾患で重要なはたらきをする。抗原が好塩基球の表面にある免疫グロブリンE(IgE)に結合すると、即時型のアレルギー反応を起こす。即時型アレルギー反応で、全身性のものをアナフィラキシーという。

#### 付: マスト細胞(肥満細胞)

好塩基球に類似した細胞として、マスト細胞(肥満細胞)がある。好塩基球と同じく塩基性色素(青色)に染まる顆粒をもつ。好塩基球がふだん末梢血中を循環し、炎症時に病巣組織に浸潤するのに対し、マスト細胞は気管支、鼻粘膜、皮膚など、外界と接触する組織に常駐している。好酸球とともに気管支喘息の成因として重要。

### 単球(マクロファージ)

白血球の約5%をしめ、好中球と同じく遊走能と貪食能をもつ。単球は、血管内から組織中に出て、マクロファージとなって細菌・ウイルスなどを貪食する。マクロファージは貪食した細菌・ウイルス・異物を細胞の中で分解し、その断片を抗原情報として、リンパ節でヘルパーT細胞に伝達する。これを抗原提示機能という。別名大食細胞。

#### 付: 樹状細胞

マクロファージと類似の機能を持つ細胞として、樹状細胞がある。皮膚、リンパ組織、気道、腸管などに分布する。マクロファージと同じく、細菌・ウイルスなどを細胞内に取り込んで、リンパ節でヘルパーT細胞に抗原提示する。樹状細胞は貪食能はないが、抗原提示機能はマクロファージよりも強い。

### リンパ球

白血球の20~40%をしめる。リンパ球は免疫反応を担っており、**細胞性免疫**を担当する**Tリンパ球(T細胞)**と、**免疫抗体**を産生して**体液性免疫**を担当する**Bリンパ球(B細胞)**とがある。リンパ球は末梢血を循環すると同時に、リンパ節などのリンパ組織に常駐する。末梢血中での割合は、T:B≒3:1である。

病原体・異物など体に不都合なものが体内に侵入すると**抗原**として認識され、これに対して特異的に作用するリンパ球や**(免疫)抗体**が産生される。これらが抗原を攻撃し、体内から排除するしくみを免疫と呼ぶ。免疫反応には、Tリンパ球が作用する**細胞性免疫**と、Bリンパ球が産生した**(免疫)抗体**が抗原を処理する**(体)液性免疫**とがある。無毒化した抗原をあらかじめ投与することによって免疫状態を人為的に作り出し、感染症の発症を予防することを予防接種という。

### Tリンパ球(T細胞)と細胞性免疫

骨髄で生まれ、胸腺(Thymus)で分化・成熟するリンパ球をT細胞という。免疫反応の司令塔としてはたらくヘルパーT細胞や、細胞性免疫の担い手としてウイルス感染細胞やがん細胞などを攻撃するキラーT細胞などがある。胸腺は胸骨の後ろにあり、乳児期に最大になり、以後縮小する。

体内に異物(ウイルスや細菌)が侵入すると、樹状細胞やマクロファージが細胞内に取り込んでリンパ節に移動し、その断片をみずからの表面に提示する(抗原提示)。リンパ節で待機していたヘルパーT細胞は、樹状細胞やマクロファージに取り付いて抗原の情報を受け取ると、サイトカインという物質を出してキラーT細胞に攻撃を指令する。

キラーT細胞は抗原と特異的に結合するリセプターを持ち、ウイルスや結核菌に感染した細胞や、がんになった細胞を破壊する。このように、免疫抗体を介さず、T細胞が直接作用するしくみを細胞性免疫という。

### Bリンパ球(B細胞、形質細胞)と体液性免疫

骨髄(Bone Marrow)で生まれ、免疫抗体を産生するリンパ球をB細胞という。B細胞は、抗原の侵入があるとヘルパーT細胞からの指令を受けて、抗体産生細胞(=形質細胞)となって分裂増殖する。形質細胞は、その抗原に特異的な抗体を産生して血中に放出する。ひとつの形質細胞は一種類の抗体しか作れない。B細胞(形質細胞)から放出された抗体は、血液中や体液中で、抗原(ウイルスや細菌)に結合して毒性を中和し、食細胞から貪食されやすくし、補体という物質を活性化して抗原を破壊する。これを抗原抗体反応とよび、抗体によって抗原を処理するしくみを、(体)液性免疫という。

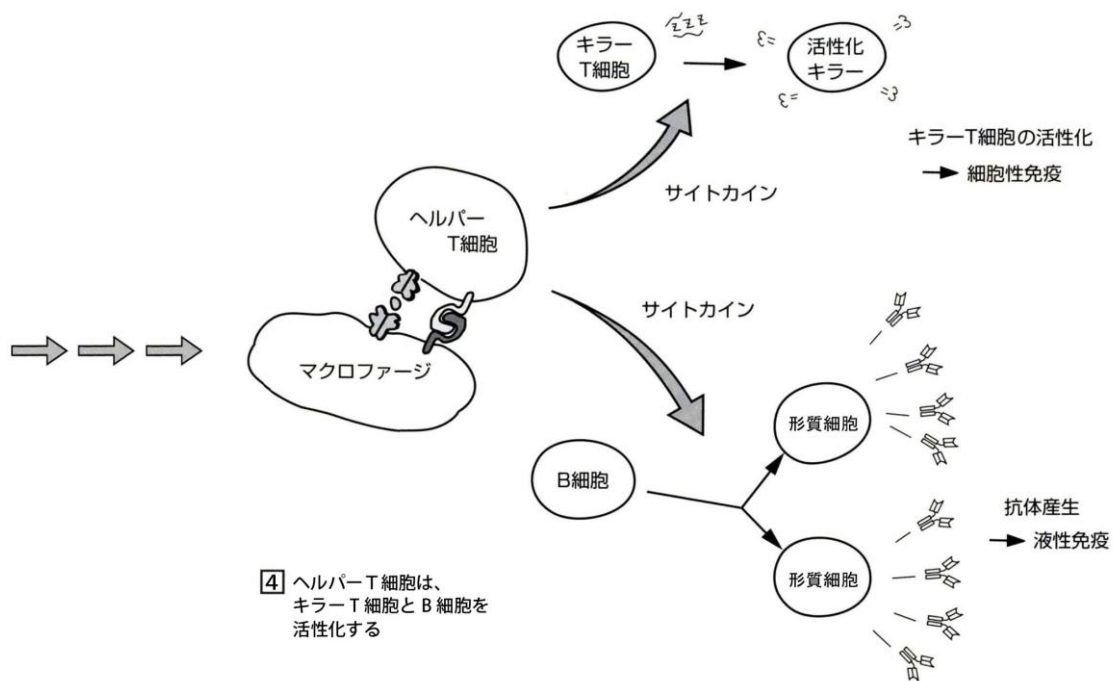
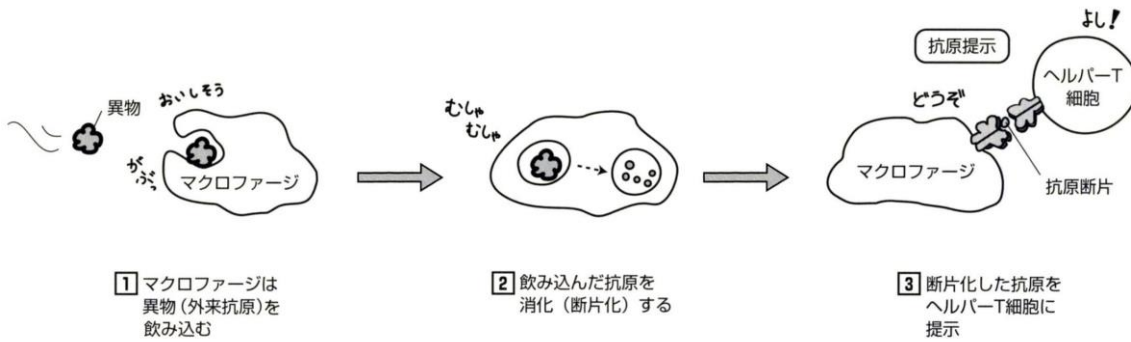
- 細菌感染……………主に体液性免疫で処理する  
(形質細胞が抗体を産生→細菌に結合→好中球による貪食・殺菌)
- ウイルス感染……………主に細胞性免疫で処理する  
(キラーT細胞がウイルス感染細胞を破壊)

### アレルギー

本来免疫反応を起こすべきでない物質に反応して、全身または局所の障害を起こす病的状態をアレルギーという。自己防衛のためにある免疫が逆に自己に不利に作用しているといえる。代表的アレルギー疾患として気管支喘息、花粉症、アトピー性皮膚炎などがある。

### 自己免疫

アレルギーの一種。自己の体成分に対する免疫反応は起こってはならない。にもかかわらず、自己の体成分を誤って抗原として認識し、これに対する抗体(自己抗体)を産生して自己の組織を障害するような病的状態を自己免疫(疾患)という。関節リウマチなどの膠原病や、橋本甲状腺炎などがこれにあたる。



### 免疫抗体

抗体は糖蛋白分子で、特定の蛋白質などの分子(抗原)を認識して特異的に結合する。抗体は血漿蛋白質のガンマ(γ)-グロブリンに含まれているので、物質としては免疫グロブリン(immunoglobulin)と呼ばれ、「Ig(アイジー)」と略される。以下の種類がある。

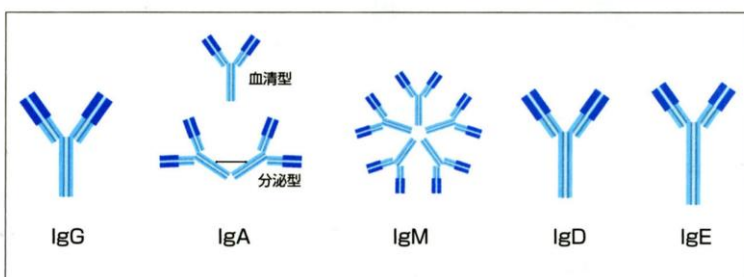
IgG 70~80% 免疫グロブリンの大部分を占める、細菌・ウイルス・小分子異物に対する抗体

IgM 10~15% 感染の初期に産生される抗体

IgA 10~15% 腸管に分泌される抗体

IgD 1%以下 B細胞表面にあり、抗体産生に関与する

IgE 0.001% 好塩基球・マスト細胞に結合し、寄生虫の免疫、アレルギー疾患で重要なはたらきをする



免疫グロブリンの種類と構造

**血小板**

血小板の機能は止血で、血液凝固の開始に重要なはたらきをする。直径2~3 $\mu\text{m}$ で核はない。

正常値は15~35万/mm<sup>3</sup>で、寿命は8~11日。血小板が減少すると出血しやすくなり、出血時間が延長する。

★血小板減少性紫斑病

血球	大きさ( $\mu\text{m}$ )	核	数(/mm <sup>3</sup> )	寿命
赤血球	8	(—)	500万	120日
白血球	10-30	(+)	5000	不定
血小板	2-3	(—)	25万	8~11日

**血漿と血漿蛋白質**

血漿には血漿蛋白質がふくまれる。血漿蛋白質の正常値は7~8g/dlで、アルブミン、グロブリン、凝固因子(フィブリノーゲン、プロトロンビンなど)がある。アルブミンや凝固因子は肝臓で合成される。

- ・アルブミンは物質の運搬や血漿の浸透圧の維持を行う。
- ・グロブリン中のガンマ( $\gamma$ )-グロブリンの中には免疫抗体が含まれている(免疫グロブリン)。
- ・凝固因子は血小板とともに止血(血液凝固)を行う。凝固因子の合成にはビタミンKが必要である。

**血液凝固と止血**

出血が起こるとまず血管が収縮する

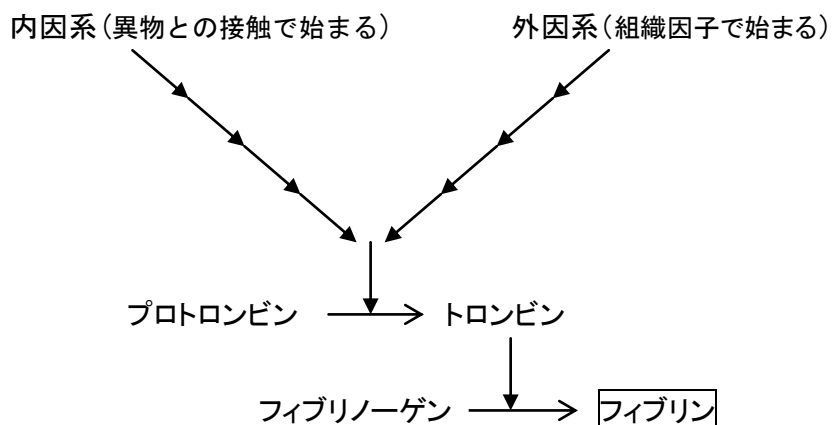
1次止血 …… 血管損傷部位に血小板が凝集粘着する(血小板血栓、白色血栓)。

2次止血 …… 凝固系が活性化され、フィブリノーゲンがフィブリンになる(この過程でCaイオン必要)。  
フィブリンのネットが血球を取り込み、血栓・血餅ができる(凝固血栓、赤色血栓)。

線溶 …… プラスミンがフィブリンを溶かし、血栓が溶ける。

★血友病 vs. 血小板減少性紫斑病

★出血時間と凝固時間



内因系凝固： コラーゲンなど生体内外の異物と血液が接触したときや、血流の停滞がおこったときなどに、血液中の因子から凝固反応が始まる。

外因系凝固： 組織の損傷により、組織因子が血液に入り凝固反応が始まる。

## 血糖

血液中のブドウ糖を血糖といい、食前に低く、食後に上昇する。

空腹時血糖の正常値は70～110mg/dl である。

糖尿病の診断基準は、空腹時血糖126mg/dl 以上または随時血糖200mg/dl 以上である。

## 赤血球沈降速度

白血球数、CRP とともに炎症の重症度の指標として重要。炎症が強いほど血沈は亢進する。

正常値は男性で1時間に10mm 以下である。

★血沈とヘマトクリット



## 酸塩基平衡

2015 体液-9

血液のpHの正常値：7.4±0.05(弱アルカリ性)

血液のpHが上記範囲より高いとアルカローシス、低いとアシドーシスという。

### アシドーシス/アルカローシスの原因

	呼吸性	代謝性
アシドーシス	低換気 (CO <sub>2</sub> ↑)	腎不全
アルカローシス	過換気 (CO <sub>2</sub> ↓)	嘔吐

## 血液型

主な血液型としてABO型とRh型がある。

わが国での割合は、ABO型ではA型 40%、B型 20%、AB型 10%、O型 30%で、

Rh型ではRh因子(+)が 99.5%、Rh因子(-)が 0.5%である。Rh因子のことをD抗原ともいう。

	赤血球の凝集原 (抗原)	血清の凝集素 (抗体)
<u>ABO型</u>		
A型の血液	A	抗B
B型の血液	B	抗A
AB型の血液	A、B	(-)
O型の血液	(-)	抗A、抗B
<u>Rh型</u>		
Rh(+)の血液	D抗原 (+)	(-)
Rh(-)の血液	D抗原 (-)	(-)

★交差試験と不適合輸血

★Rh型不適合妊娠