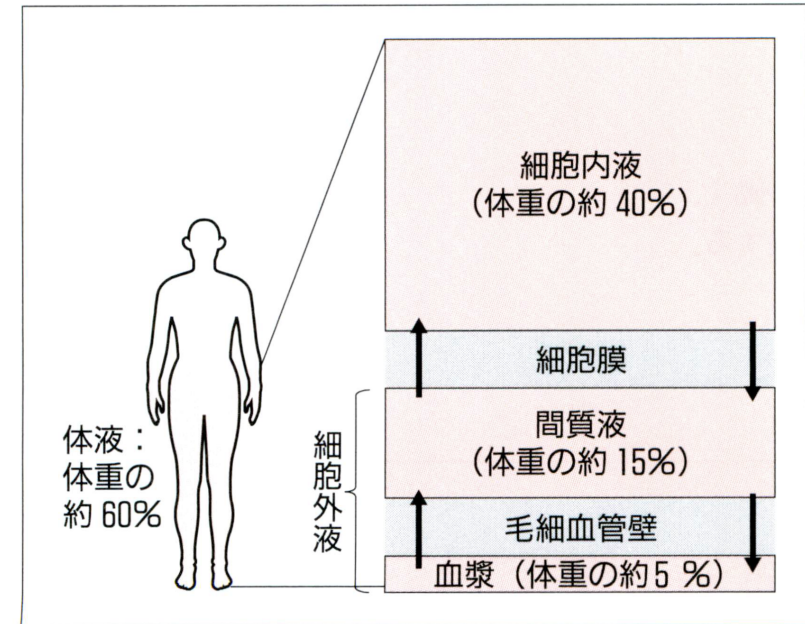


血液：血液の組成と機能・血液型

宮崎大学医学部
石塚 匠

#1 ■ 体液の区分と体重に占める割合



#2

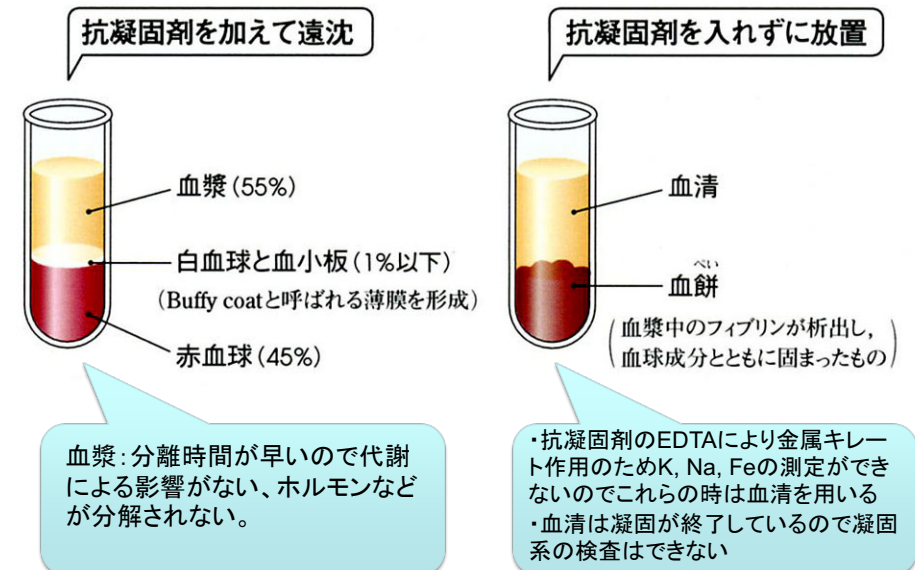
血液

血液は液体成分(血漿)と細胞成分に分けられる。細胞成分には様々な種類の血球と血小板がある。

※血液の液体成分(血漿)は細胞内液を含む体内の全水分量の**8%**

#3

血液の成分



血漿：分離時間が早いので代謝による影響がない、ホルモンなどが分解されない。

・抗凝固剤のEDTAにより金属キレート作用のためK, Na, Feの測定ができないのでこれらの時は血清を用いる
・血清は凝固が終了しているので凝固系の検査はできない

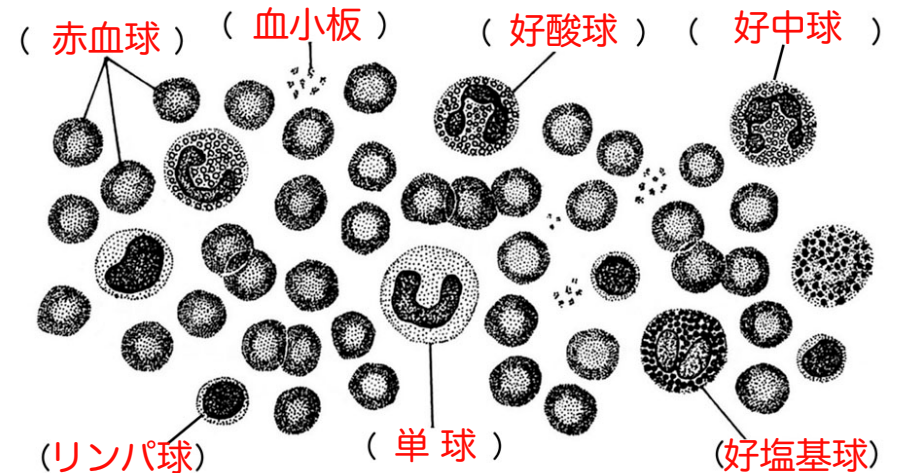
#4

全血の構成

構成要素	働き
血漿	
水	有機物・無機物を溶解し輸送。血球を分配。熱を運搬。
電解質	細胞活動に必要な細胞外液のイオン。
栄養素	細胞のエネルギー産生、成長、維持。
有機老廃物	分解あるいは排出される場所に運搬。
蛋白質	
アルブミン	血漿の浸透圧を構成する主要要素。ある種の脂質を輸送。
グロブリン	イオン、ホルモン、脂質を運搬。
フィブリノーゲン	凝固系に必要。不溶性のフィブリンに変換。
血球成分	
赤血球	ガス(酸素と二酸化炭素)の運搬。
白血球	病原体から生体を守る。毒素、老廃物、傷害された細胞を除去。
血小板	凝固反応に関与。

#5

末梢血塗抹標本で見られる血球



#6

血液の機能

1. 溶解している気体の運搬。酸素を肺から組織に運び、二酸化炭素を組織から肺に運ぶ。
2. 消化管で吸収された栄養素、あるいは脂肪組織や肝臓から放出された栄養素を分配する。
3. 末梢組織で生じる代謝産物を腎臓などへ輸送する。
4. 酵素やホルモンを標的組織まで運ぶ。
5. 体液のpHや電解質組成を調整する。循環しながらイオンを吸収したり、運んだり、放出したりして、体内組織のイオン濃度が不均一になるのを防ぐ。血液は緩衝作用に富むので、骨格筋で生じる乳酸なども吸収することができる。
6. 傷害部位や血管破綻部位から体液が外に漏れるのを防ぐ。凝固反応が血管壁の破綻を被い、血液量の変化を防ぐ。
7. 毒素や病原体に対する防御。感染防御や破片を除去する白血球を運ぶ。また、病原体や外来物質を認識する蛋白である抗体を運ぶ。感染などで生じた毒素を集め、それを肝臓に運んで腎臓から排泄する。
8. 熱を吸収したり再分配したりして体温を安定させる。骨格筋が熱を産生し、血液が熱を運ぶ。体温が高いと、熱は皮膚から放散され、体温が非常に低いと、温かい血液が最も温度感受性のある組織に運ばれる。このような血流動態は、延髄にある循環中枢で調節・制御されている。

#7

■血液学検査

赤血球数 (RBC)	♂ 410~530万/mm ³
	♀ 380~480万/mm ³
ヘモグロビン (Hb)	♂ 14~18g/dL
	♀ 12~16g/dL
ヘマトクリット (Ht)	♂ 40~48%
	♀ 36~42%
●赤血球指数	
MCV	80~100μm ³
MCH	28~32pg
MCHC	31~35%
網赤血球 (Ret)	6~20%
白血球数 (WBC)	5,000~8,500/mm ³
●白血球百分比	
桿状核好中球	♂ 1.4~9.2%
	♀ 0.9~6.5%
分葉核好中球	♂ 44.1~59.9%
	♀ 48.8~66.2%
好酸球	1~6%
好塩基球	0~1%
単球	2~8%
リンパ球	30~40%
●血小板 (Plt)	15~40万/mm ³

■免疫学検査

C反応性蛋白 (CRP)	0.3mg/dL以下
--------------	------------

■生体機能検査

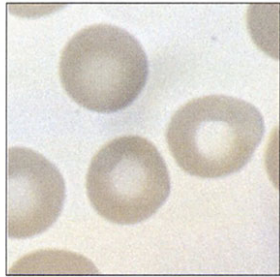
●動脈血ガス分析	
pH	7.40±0.05
PaO ₂	80~100mmHg
PaCO ₂	40±5mmHg
HCO ₃ ⁻	24±2mEq/L

■生化学的検査

●血糖検査	
空腹時血糖	110mg/dL以下
HbA _{1c}	4.3~5.8%
●蛋白	
総蛋白 (TP)	6.5~8.0g/dL
アルブミン (Alb)	4.5~5.5g/dL
蛋白分画	アルブミン 67% α ₁ -グロブリン 2% α ₂ -グロブリン 7% β-グロブリン 9% γ-グロブリン 15%
●含窒素成分	
尿素窒素 (UN)	8~20mg/dL
クレアチニン	♂ 0.68~1.14mg/dL
	♀ 0.65~1.07mg/dL
尿酸 (UA)	♂ 3.0~7.0mg/dL
	♀ 2.5~6.5mg/dL
●脂質	
総コレステロール (T.chol)	120~220mg/dL
トリグリセリド (TG)	50~150mg/dL
HDL-コレステロール	♂ 35mg/dL以上
	♀ 40mg/dL以上
●生体色素	
総ビリルビン (T.Bil)	1.0mg/dL以下
直接ビリルビン (D.Bil)	0.2mg/dL以下
間接ビリルビン (I.Bil)	0.8mg/dL以下
●酵素	
AST	40IU/L以下
ALT	35IU/L以下
●電解質	
Na	135~147mEq/L
K	3.7~4.8mEq/L
Cl	99~106mEq/L
Ca	8.6~10.2mg/dL
P	2.5~4.5mg/dL
●重金属	
Fe	70~160μg/dL

#8

赤血球 erythrocyte 男 420万～570万/ μl ・女 380万～550万/ μl



構造 両面の凹んだ円板形で、直径7～8 μm 、厚さ2 μm 。核も細胞内小器官も持たない。細胞膜は弾力性があり、変形しながら毛細血管を通り抜ける。細胞質にはヘモグロビンという蛋白質が大量に含まれており、これに酸素が結合する。

機能 肺においてヘモグロビン分子に酸素を結合し、全身の組織へ運ぶ。また、組織から肺への二酸化炭素の運搬を助ける。約120日で寿命を終え、脾臓で破壊される。

#10

14 赤血球に関する基準値

	男	女
赤血球数 (/ μl)	420万～570万	380万～550万
ヘマトクリット (%)	40～50	35～45
ヘモグロビン濃度 (g/dl)	14～17	12～15
平均赤血球容積 *	85～100	80～100

$$\text{* 平均赤血球容積 (MCV)} = \frac{\text{Ht (\%)} \times 10}{\text{赤血球数 (10}^6/\mu\text{l)}}$$

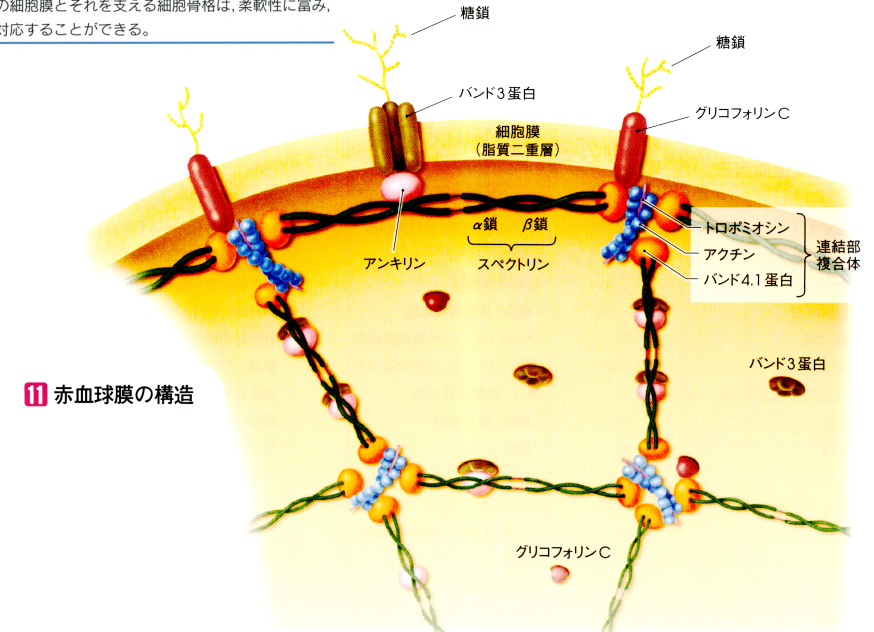
※Hb: 血液100ml中に含まれるヘモグロビンの重さ

※Ht: 血液のうち細胞成分が占める容積の割合 (ほぼ血液のうち赤血球が占める割合を示す)

赤血球膜

#9

赤血球の細胞膜とそれを支える細胞骨格は、柔軟性に富み、外力に対応することができる。

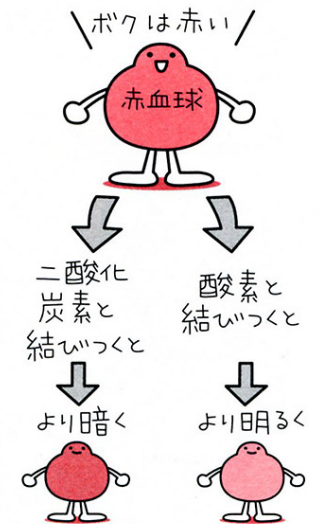


赤血球は酸素と結びつくから赤い!?

血が赤いのは、血液の中で圧倒的に多い赤血球の色のためです。赤血球の中には、酸素と結びつくヘモグロビンという物質が含まれていますが、ヘモグロビンは、酸素と結合すると明るい赤色になります。逆に、酸素を放出したあとは、暗い赤色になります。このため、酸素が豊富に含まれている動脈を流れる血は、鮮やかな赤色をしています。一方、酸素が放出されたあとの静脈を流れる血は、暗い赤い色をしています。

ちなみに、赤血球が壊れるとビリルビンという物質になり、肝臓の胆汁成分となりますが、ビリルビンは黄色い色をしています。便の色が黄色っぽいのは、このビリルビンのせいですが、血液中にビリルビンが増えると、肌の色が黄色くなる黄疸(おうだん)になります。

※Feは赤色の元素である

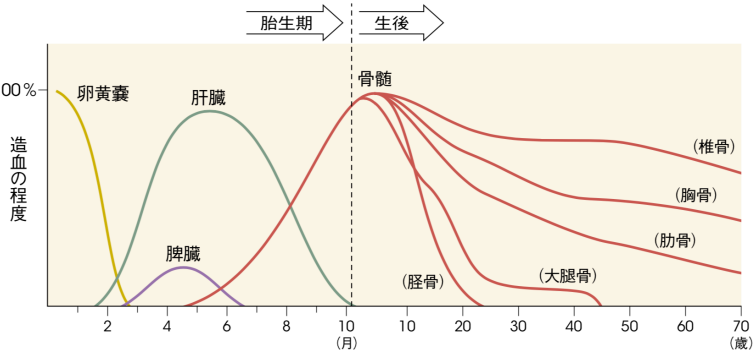


#12

造血組織の変遷

5 造血組織の変遷

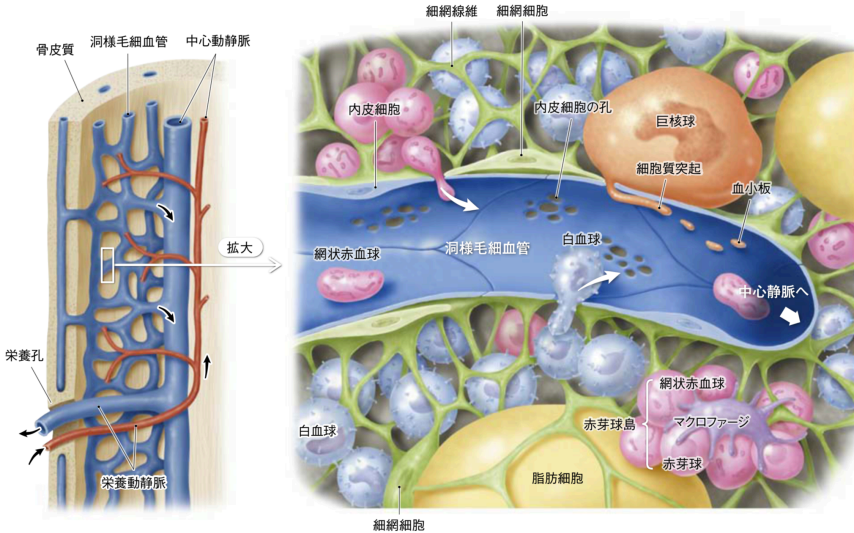
病的状態では生後も肝臓や脾臓で造血がみられることがあり、髄外造血という。



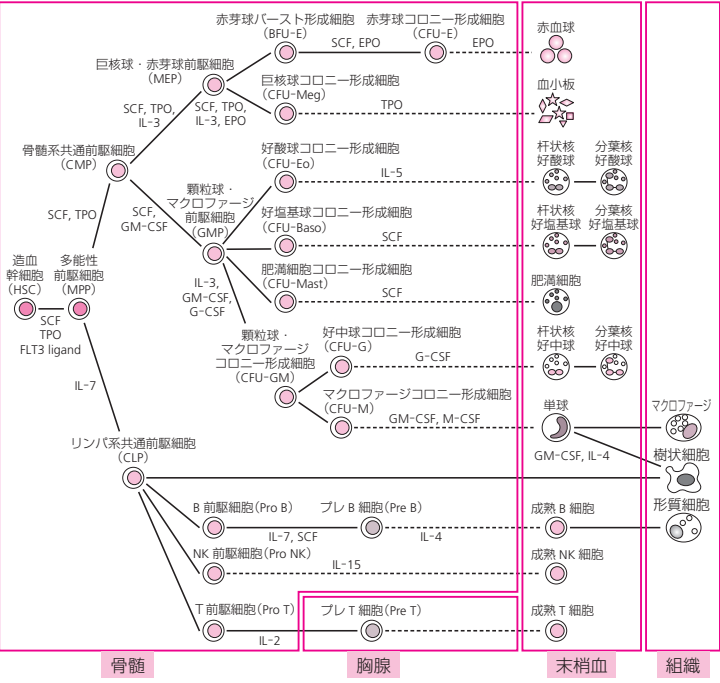
骨髄が未形成の胎生期においては、造血は骨髄以外の組織で行われる。ヒトでは胎生第2週頃に卵黄嚢で造血が始まり、第5週頃に肝臓造血へと移行する。骨髄造血は第11週頃から鎖骨で始まり、その後、大腿骨や上腕骨が続き、第14週頃に脊椎など全身の骨へと広がる

#13

骨髄の組織構造



#14



#15

主な造血因子

造血因子	主な産生細胞	刺激する血球
エリスロポエチン (EPO)	腎細胞	赤血球
コロニー刺激因子	G-CSF	好中球
	GM-CSF	好中球, 好酸球, 単球
	M-CSF	単球, マクロファージ
インターロイキン	IL-2	T細胞
	IL-3	造血幹細胞, 好中球, 単球, 好酸球, 好塩基球, 巨核球, 肥満細胞
	IL-4	肥満細胞
	IL-5	好酸球
	IL-6	造血幹細胞, 巨核球, 形質細胞
トロンボポエチン (TPO)	肝細胞	巨核球, 血小板
stem cell factor (SCF)	骨髄間質細胞	造血幹細胞

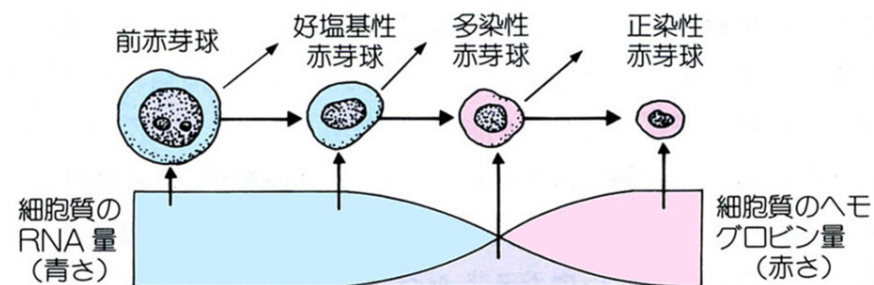
#16

赤血球生成

赤血球生成は数種類のサイトカインのもとで進行する。関与する因子には、スチール因子、IL-3、IL-9、果粒球-単球コロニー刺激因子 (GM-CSF)、エリスロポエチンなどがある。

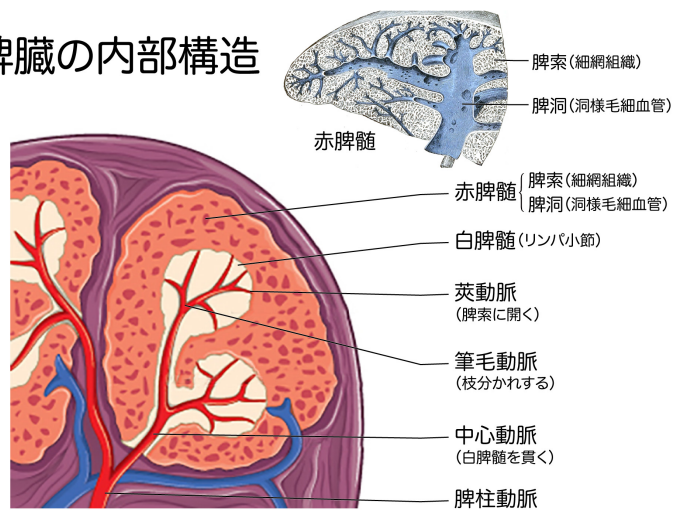
#17

赤芽球の分化と形態変化



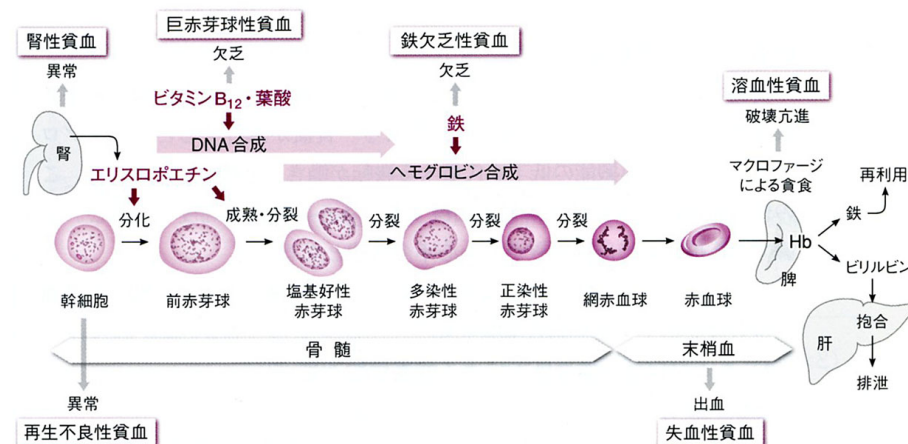
#18

脾臓の内部構造



脾臓は血液循環における濾過装置の役割を果たします。白脾髄はリンパ小節で免疫応答を担います。赤脾髄は洞様毛細血管の脾洞と細網組織の脾索よりなります。莢動脈は脾索に開いていて、赤脾髄は血液で満たされています。古くなって固くなった赤血球は赤脾髄の細網組織でひっかかり、マクロファージにより処理されます。

#19



※胃で分泌される内因子が欠乏するとビタミンB12が吸収できず巨赤芽球性貧血(悪性貧血)が起こる

貧血に共通した症状



- 頭痛、めまい
- 眼瞼結膜蒼白
- 動悸、息切れ、易疲労感 など

Plummer-Vinson症候群

舌炎

- 舌前1/3の舌乳頭の萎縮、発赤、疼痛

口角炎

- 食道粘膜が萎縮し、webとよばれるヒダが形成される。

嚥下障害

- 食物の嗜好の変化で、氷や土などを好んで食べる。

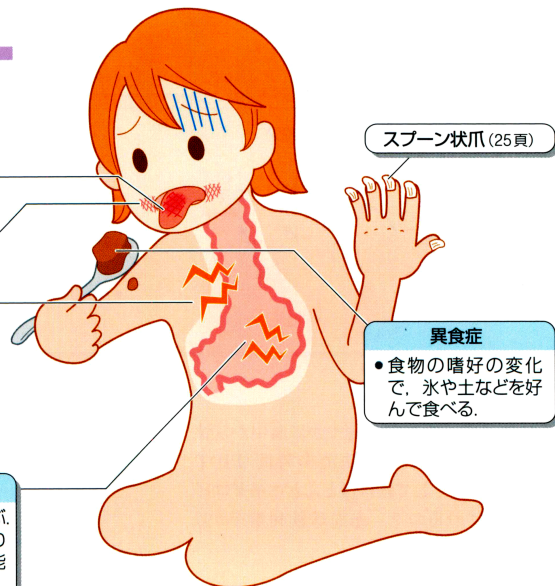
異食症

- 食物の嗜好の変化で、氷や土などを好んで食べる。

萎縮性胃炎

- ときに胃にも病変がおよぶ。
- ただし、萎縮性胃炎により鉄欠乏に陥っている可能性もある。

*粘膜は上部消化管から下行性に障害されやすい。



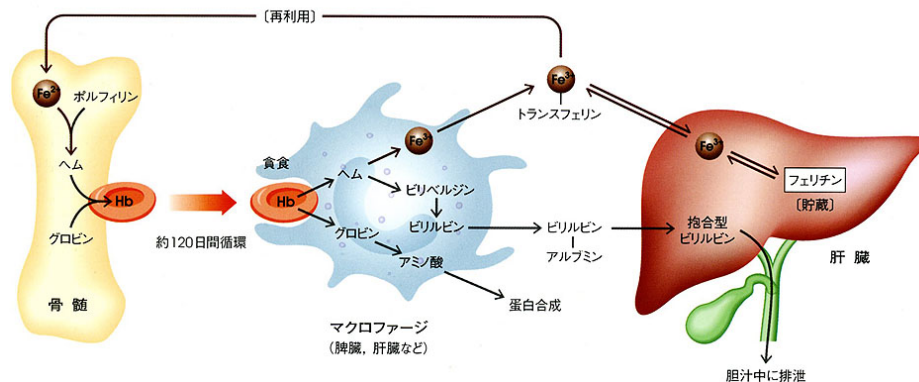
スプーン状爪 (25頁)

#20

#21

鉄の代謝回転

ヘモグロビンの分解と鉄の代謝回転



※体内には3gの鉄があり、そのうち2gはヘモグロビンとして、1gは骨髓や肝臓に貯蔵される
 ※尿中への排泄量は1日約1mgであり全く摂取しなくても1000日は欠乏症にならない
 ※しかし女性の場合は月経、妊娠、出産、母乳などにより鉄が体外に出る機会が多い

#22

白血球

白血球は顆粒白血球と無顆粒白血球とに大別される。

#23

