



赤血球の数は体全体でどれくらいある？

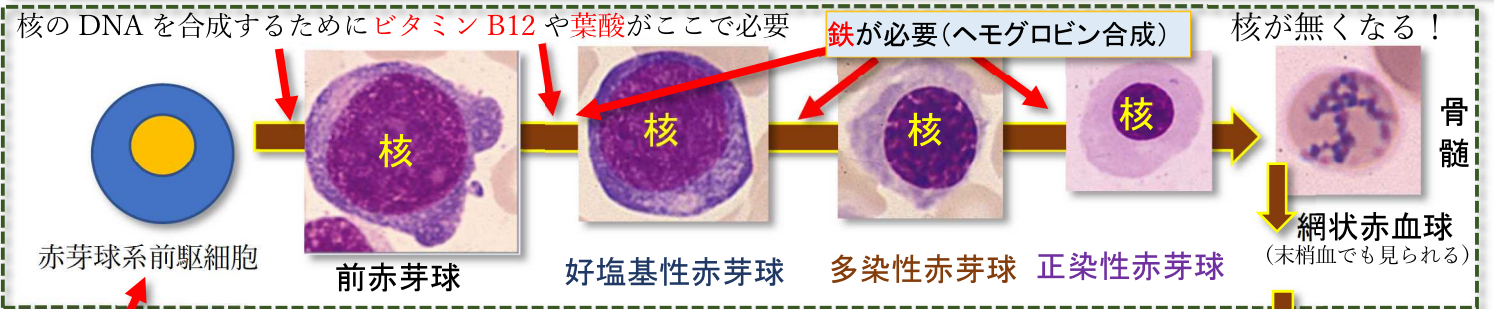


成書でやや異なるが、男の平均値は 410~550 万、女は低めに設定してあり(月経による血液喪失など)380~500 万となっている。これは血液 1 μ(マイクロ)ℓ当たりの数。(1 μℓ=1mm³) 1 μは 10⁻⁶(100 万分の1)なので血液 1 リットル当たり約 4~5 兆個もの赤血球がある。血液量は体重の約 1/13 なので体重 60kgなら約 5 リットルあるので体全体では 20~30 兆個もの膨大な数の赤血球が毎日働いていることになる。



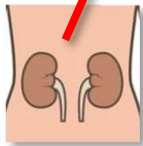
20~30 兆個もの赤血球が毎日酸素を体中に運搬し、不要になった炭酸ガスを肺まで運んでいる！ご苦労さんです！

赤血球は骨髄の幹細胞から分化した赤芽球系前駆細胞が成熟していく。赤血球の生成には腎臓から分泌されるエリスロポエチン(EPO)、鉄、ビタミン B12、葉酸が必要である。



(緑の点線内が骨髄内で成熟していく赤血球を示している)

(網状赤血球は骨髄を出て 1~2 日で赤血球となる)



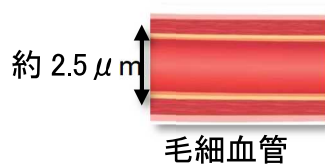
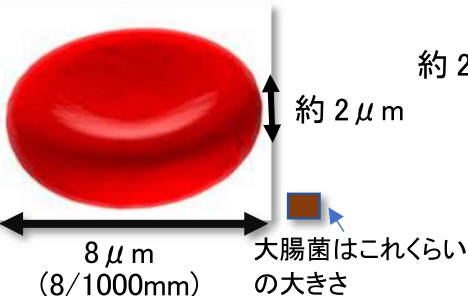
赤芽球系前駆細胞に腎臓から分泌されるエリスロポエチンなどが作用して赤血球は成熟(前赤芽球)していく。腎不全が高度になると腎性貧血となる。

前赤芽球から正染性赤芽球までは細胞質の中に大きな紫色の核がある。網状赤血球や赤血球には核が無い！



末梢血液

赤血球



毛細血管の直径は 2.5 μm なので赤血球は変形して通過していく。



赤血球が何故扁平な形か？というと、酸素と触れあう表面積が大きくなるから。

赤血球の寿命は？

120 日(4ヶ月)

全部の赤血球(20~30 兆個)の 1%が毎日置き換わっている。

1 秒間に何と！ 200 万個もの赤血球が置き換わっている！

赤血球の中にあるヘモグロビンが酸素や二酸化炭素を運搬するが、鉄と蛋白質から出来ている。食事から摂取する鉄の必要量などについて解説する。

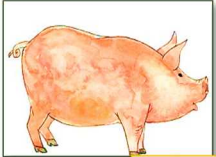
1個の赤血球の中には、約3億個ものヘモグロビンがある。赤血球数 20兆~30兆×3億個で、身体全体では膨大な数のヘモグロビンがある！ヘモグロビンの正常値は男が 13.5~17.6g/dl、女が 11.3~15.2g/dl なので血液5リットルとすると、重量にすると身体全体では 500~800gのヘモグロビンがある。

1日に体内に必要な鉄量は1mg程度だが、食物の鉄分は10%程度しか吸収されないので、10mg程度必要。人の体に鉄は3~5g程度含まれていてヘモグロビンに約60%ある。約20%は肝臓や脾臓、骨髄などにある。牛、豚のレバーに鉄が多い理由でもある。

動物の肉(牛、豚、鶏など)の鉄はヘム鉄と呼ばれ10~20%が吸収される。
植物の鉄は非ヘム鉄と呼ばれ、吸収が動物の肉などより悪く5~10%が吸収される。

1日に必要な食物から摂取する鉄量は性別や年齢によっても異なるが、女性では概ね1日10mg程度、男性では7.5mg程度が必要推奨量となっている。

具体的にどの程度食物を摂取すれば良いか？No3の鉄含有食品一覧を参照されたい。豚レバーには、100g当たり13mgの鉄が含まれている。豚レバーはヘム鉄なので10~20%が吸収されるので、体内には1.3~2.6mgの鉄が吸収される事になり、1日に必要な鉄分が摂取できる。ただし、レバーは生で食べたら絶対駄目！



豚レバー

100gあたり13mgの鉄

ヘム鉄なので10~20%が体内に吸収される

体内には1.3~2.6mgが吸収されるので豚レバーだけ食べるとすると100g食べれば十分！1日必要摂取量を上回る！

ほうれん草も鉄が含まれる食品として知られているが、100gに鉄は2mgと少ない。しかも吸収の悪い非ヘム鉄なので、体内には5~10%しか吸収されないで体内に入る鉄量は0.1~0.2mgとなる。



ほうれん草には100gあたり鉄2mg

非ヘム鉄なので5~10%が体内に吸収される

体内には0.1~0.2mgが吸収。ビタミンCを含んだ食物と一緒に食べると吸収が促進される。

(※ほうれん草にはシュウ酸が多くシュウ酸カルシウム結石の一因にもなるので私はほうれん草を食べないが、。)

サプリ利用でも良い。病院で処方される鉄剤は1錠50mg含まれているものが多く吐気、腹痛が出現する人も多い。これは鉄による胃粘膜の炎症(胃炎)が起こるためである(個人差がある)。10mg程度含有サプリなら毎日服用しても、まず鉄過剰症の心配もいらない。

右写真は、大塚製薬が輸入販売しているネイチャードメイド(米国で製造)シリーズの鉄サプリ。香料、保存料や着色料無添加である。右写真は鉄が1錠に3mg含有。2錠/日服用なので1日6mg程度となる。CM料をもらっているわけではないが、このネイチャードメイドのマルチビタミンを私も毎日服用している。そのほかエーザイのチョコラBB(ビタミンB2,B6,B12)も服用している。酒を飲むのでビタミンB2,B6は消耗されるので、。



ヘム鉄(吸収率 10-20%)吸収が良い;肉など		非ヘム鉄(吸収率 5-10 %)吸収が悪い;植物など	
15	 煮干し 18mg(カタクチイワシ)	 大豆約 10mg	 干しヒジキ約 55mg (干しヒジキを戻すと約 10 倍の重さになるので鉄含有量は1/10と考えた方がよい。)
	 豚レバー13mg	 きな粉 9mg	
6	 鶏レバー9mg	 卵黄 6mg	卵の鉄は非ヘム鉄 (卵白には 0mg)
	 鮎(天然、焼き) 5.5mg 内臓(生)は 24mg	 あずき(乾燥) 5.4mg	
5	 シジミ 5mg(身の部分 100g あたり)		
4	 かつお(なまり節) 5mg (削り節は 9mg)	 黒砂糖 4.7mg (上白糖やグラニュー糖は殆ど 0mg)	
	 牛レバー4mg	 アーモンド 4.7mg (約 80 粒!)	 油揚げ 4.2mg
3	 アサリ(生) 3.8mg 佃煮は約 19mg	 納豆 3.4mg	 がんもどき 3.6mg
	 カキ 3.5mg	 小麦 3.2mg	
2	 牛ヒレ(赤肉;生) 2.5mg	 小松菜 2.7mg	 生揚げ 2.6mg
	 カツオ約 2mg	 ブリ 2.3mg	 ほうれん草 2mg
1	 牛もも肉 1~2mg	 鶏卵 1.8mg	 シソ(葉、生) 1.7mg
	 アジ約 1mg	 豆腐約 1mg	 食パン 0.6mg
0	 (ウナギのキモは 4.6mg) ウナギ(蒲焼き) 約 1mg	 牛乳 0.1mg !	 白米 0.1mg (炊飯)

魚類の肉は 1~2mg 程度が多い。ヒラメや鯛(タイ)は 0.1~0.2mg と少ない。

牛、豚、鶏の肉も部位によって異なるが 1~2mg 程度の含有と考えると良い。

牛肉や魚の肉は焼くと水分が抜けるので 100gあたりの鉄含有量は増加する。

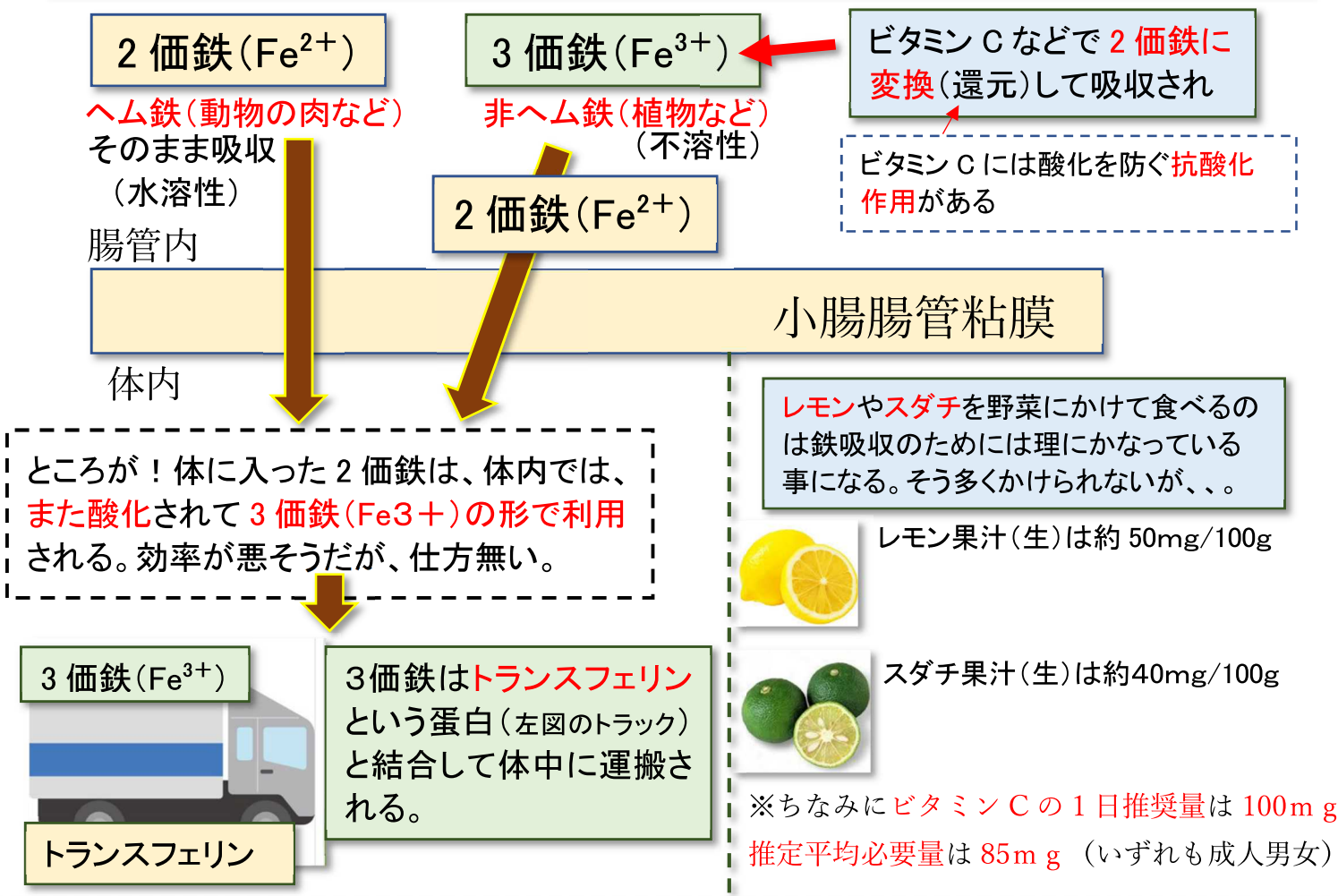
牛乳の鉄分は少ない。乳幼児は牛乳だけを飲むと腹一杯になって他の食事を摂取できないことがある。1歳2ヶ月の牛乳貧血の症例報告がある。最近では牛乳に鉄を補給した鉄牛乳も販売されている

果物類の鉄分は殆どが 1mg 以下。ただし、干しぶどうのように水分を飛ばすと 100g あたりの鉄含有量は 2.3mg と増加する。

掲示板掲載は No3 迄とし、これ以降は医療従事者のために追加解説する。

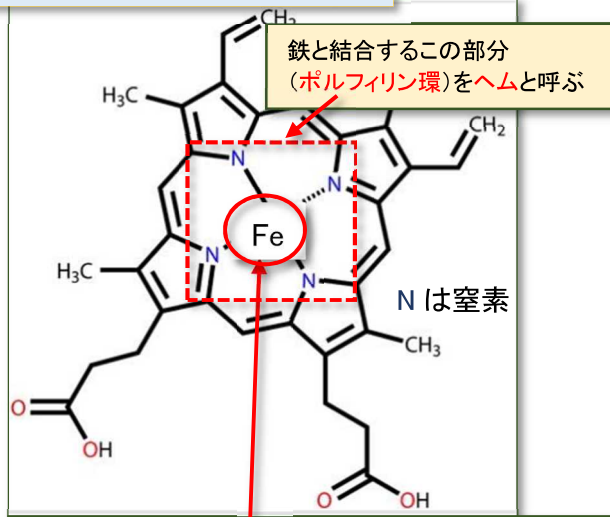
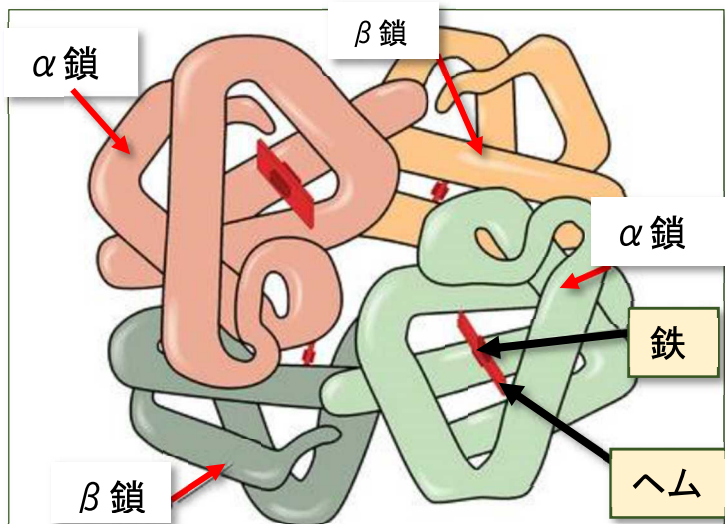
動物の肉などのヘム鉄が植物などの非ヘム鉄より吸収が良いのは何故か？

ヘム鉄というのは Fe^{2+} (2価の陽イオン) の事。腸管から吸収されるのはこの形。非ヘム鉄というのは Fe^{3+} (3価の陽イオン) の事。非ヘム鉄は不溶性(水に溶けない!)ので、腸管内でヘム鉄 Fe^{2+} の形に変換されて、水に溶ける形となる必要がある。



ちょっと難しいが、ヘモグロビンのイメージイラストは下図のような感じ。

4つの蛋白(ペプチド鎖)が集まって出来ている蛋白が**グロビン**と呼ばれる。

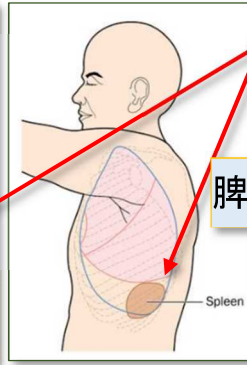
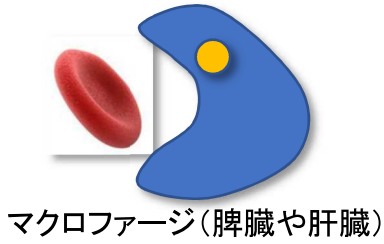


それぞれの蛋白の中心に**鉄**がある。**ヘモグロビン合成には鉄が必要**な事が理解できる。

色のついた紐状に描かれているのが蛋白(ペプチド鎖)。実際には**アルファ鎖**と**ベータ鎖**の2種類だが4つに色分けして描いてある。**ヘモグロビン**は**ヘム+グロビン**。

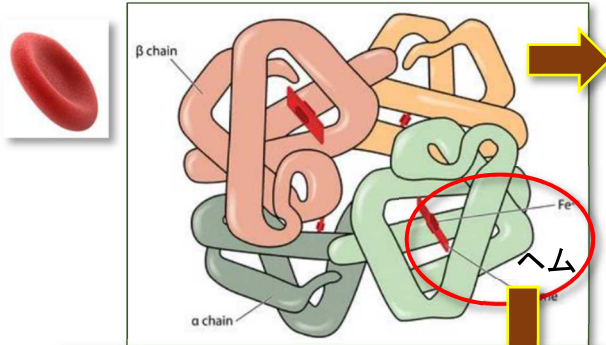
赤血球はリサイクルされて有効活用される

赤血球は 120 日ほど生きていると(老化)赤血球の外側の膜(形質膜)が劣化してくる。劣化した赤血球は**肝臓**や**脾臓**の**マクロファージ**に**食べられる**(主に脾臓)。



脾臓は胃の後ろ側の**左脇腹**付近にある

脾臓の大きさは 10cm 程度

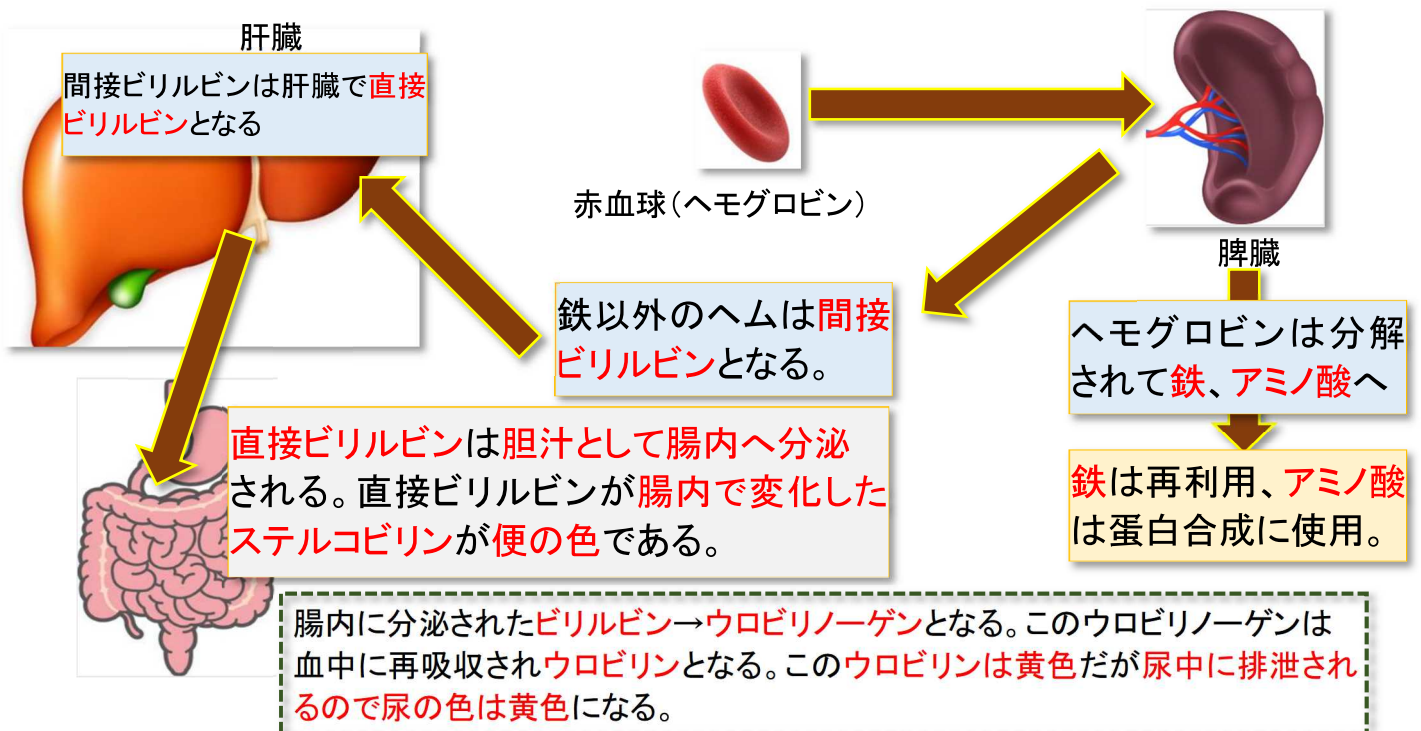


赤血球の中の**ヘモグロビン**は鉄を含む**ヘム**と**蛋白質のグロビン**に分解される。

蛋白質のグロビンは**アミノ酸**に分解されて**蛋白質の合成材料**となる。

鉄を含んだ**ヘム**からは鉄が分離される。ヘムから除去された鉄はで No4 で解説した**トランスフェリン**と**結合**して**運搬**されて再利用される。

鉄以外のヘムの成分は変化して**ビリルビン(間接ビリルビン)**となる。この**間接ビリルビン**は水に溶けない(不溶性)ので蛋白質と結合して**肝臓**へ運ばれて**水溶性の直接ビリルビン**となる。赤血球が壊れる**溶血性貧血**では、したがって**間接ビリルビン**が**上昇**する。



肝臓
間接ビリルビンは肝臓で**直接ビリルビン**となる

赤血球(ヘモグロビン)
鉄以外のヘムは**間接ビリルビン**となる。

脾臓
ヘモグロビンは分解されて**鉄**、**アミノ酸**へ

鉄は再利用、**アミノ酸**は蛋白質合成に使用。

直接ビリルビンは胆汁として腸内へ分泌される。直接ビリルビンが腸内で変化した**ステルコビルン**が**便の色**である。

腸内に分泌された**ビリルビン**→**ウロビリノーゲン**となる。この**ウロビリノーゲン**は血中に再吸収され**ウロビルン**となる。この**ウロビルン**は黄色だが**尿中**に排泄されるので**尿の色**は黄色になる。

血液検査の赤血球数、Hb、Ht の下に MCV、MCH、MCHC という記載がある。

$$\text{MCV} = \overset{\text{平均}}{\text{Mean}} \overset{\text{血球}}{\text{Corpuscular}} \overset{\text{容積}}{\text{Volume}} (\text{平均赤血球容積})$$

MCV は Ht(ヘマトクリット) ÷ 赤血球数で計算される。Ht は殆どが赤血球の体積なので Ht ÷ 赤血球数は1個あたりの赤血球の容積となる。この値が小さいということは赤血球の体積(赤血球の形)が小さいということで、貧血がある場合には小球性貧血と呼ばれ鉄欠乏性貧血が代表的である。逆に、この値が大きいということは赤血球の形が大きいということで大球性貧血と呼ばれビタミン B12 や葉酸の不足する場合などに見られる。

$$\text{MCH} = \overset{\text{平均}}{\text{Mean}} \overset{\text{血球}}{\text{Corpuscular}} \overset{\text{ヘモグロビン}}{\text{Hemoglobin}} (\text{平均赤血球血色素量})$$

MCH は Hb(ヘモグロビン) ÷ 赤血球数で計算される。一個あたりの赤血球に含まれるヘモグロビンの量を示す。この値が低い場合には1個あたりのヘモグロビン量が少ないということになる。鉄欠乏性貧血で低値を示す。

$$\text{MCHC} = \overset{\text{平均}}{\text{Mean}} \overset{\text{血球}}{\text{Corpuscular}} \overset{\text{ヘモグロビン}}{\text{Hemoglobin}} \overset{\text{濃度}}{\text{Concentration}} (\text{平均赤血球血色素濃度})$$

MCHC は Hb(ヘモグロビン) ÷ Ht(ヘマトクリット)で計算される。赤血球の体積 1%あたりのヘモグロビン濃度が低いということで鉄欠乏性貧血では低値を示す(低色素性貧血)。ビタミン B12、葉酸欠乏による貧血では、この値が大きくなる高色素性貧血を示す。

鉄の英語はアイアン(iron)なのに、何故、鉄の化学式は Fe ?

ラテン語で鉄は Ferrum なので化学式は Fe。