

4-3. 酸素運搬

ミトコンドリアなどを持つ生物は好気呼吸によりエネルギーをゲットすることが多い。
 ↳ 酸素(O₂)が必要！
 全身に存在する細胞(ミトコンドリアなども含む)へ酸素を供給するシステムが必要！⇒**赤血球**が担当！

① 酸素をどのように運ぶのか？

★酸素はどこからやってくる？

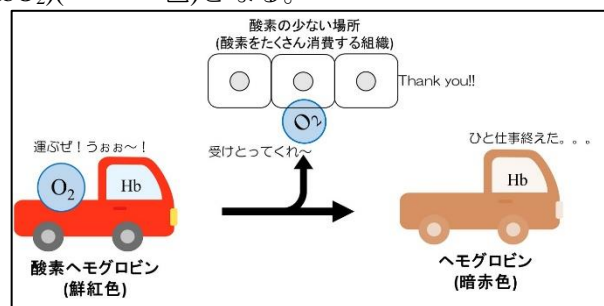
外呼吸により肺から血管に酸素が移動(血液に酸素が溶け込む)
 →血液は全身を巡り、あらゆる細胞に酸素を受け渡していく。

★血液中にある赤血球には酸素を運搬するタンパク質がある。

※ Hb は酸素と結合すると() (Hb) (色) (Hb には鉄が含まれている!!)
 () (HbO₂) (色) となる。

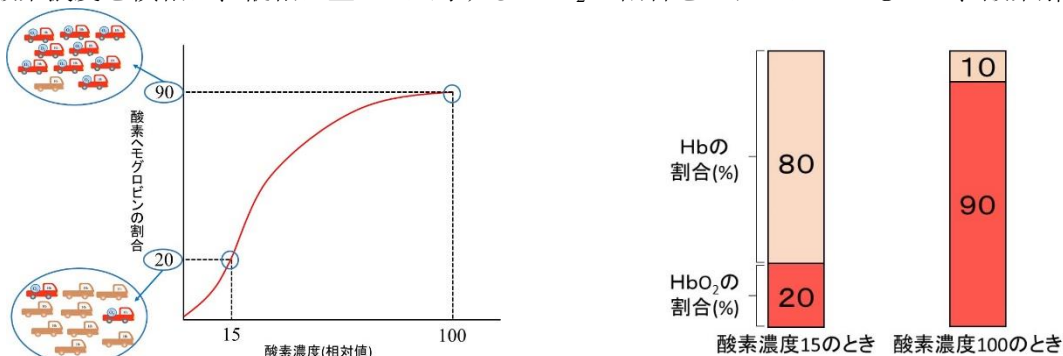


ヘモグロビンはトラックと考えるとわかり易い！
 酸素を運ぶ役割があります！



② 酸素解離曲線とは？

血液中の酸素濃度を横軸に、縦軸に全 Hb に対する HbO₂ の割合をグラフにしたものが、酸素解離曲線！



上のグラフは、ある組織の動脈血中における酸素解離曲線である。この組織で、もし、酸素濃度が高ければ(酸素濃度の相対値 100)、動脈血には()%の HbO₂ が含まれていることになる。この動脈血の酸素濃度が低ければ(酸素濃度の相対値 15)、()%の HbO₂ が含まれていることになる。

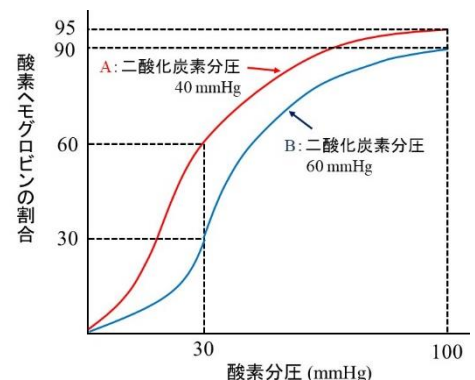
③ 動脈血・静脈血と Hb・HbO₂

動脈血と静脈血で「二酸化炭素の濃度(分圧)」が異なる。

- ・動脈血...二酸化炭素分圧が低い。(肺胞を流れる血液など)
- ・静脈血...二酸化炭素分圧が高い。(末梢の各組織を流れる血液など)

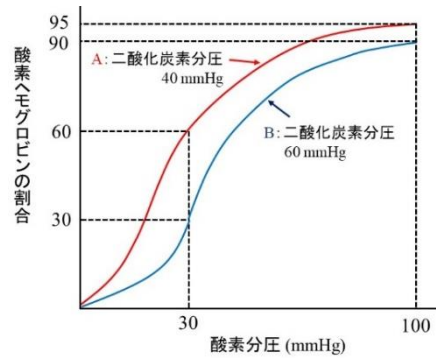
⇒グラフを2つ書く必要がある！(右図)

※右図について、たとえば、
 肺胞は曲線 A(二酸化炭素分圧が低い(40 mmHg))、
 ある組織は曲線 B(二酸化炭素分圧が高い(60 mmHg))になる。



◎ グラフを読んでみよう！

- (1) 肺胞での酸素分圧が 100 mmHg、二酸化炭素分圧が 40 mmHg の時、酸素ヘモグロビン(HbO₂)の割合は何%？
- (2) (1)の条件に加え、組織での酸素分圧が 30 mmHg、二酸化炭素分圧が 60 mmHg であった時、**肺胞での HbO₂ うち何%が組織に酸素を与えるか。** 小数点以下は四捨五入して答えよ。

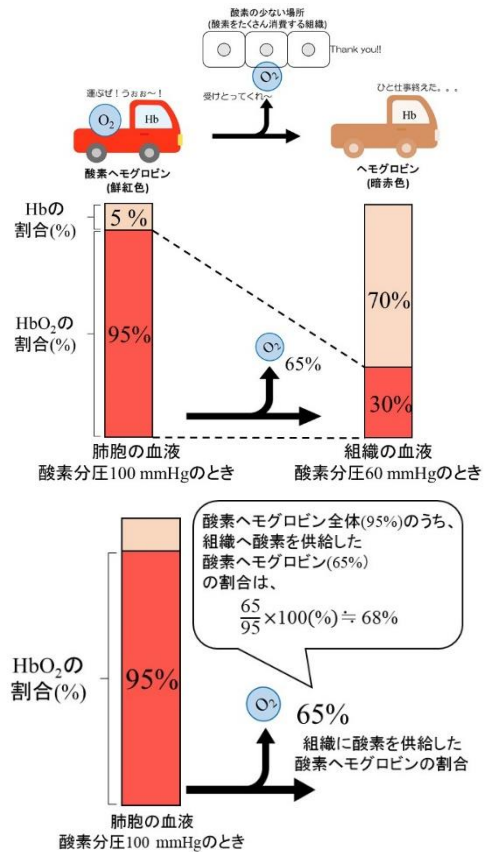


[解説]

(1) 問題文より、肺胞での酸素解離曲線は二酸化炭素分圧 40 mmHg であるから、曲線 A に注目して考える。曲線 A において、二酸化炭素分圧 100 mmHg の時の HbO₂ の割合を読み取ればいいから、答えは **95%**。

(2) 問題文より、組織での酸素解離曲線は二酸化炭素分圧 60 mmHg であるから、組織については曲線 B で考える。曲線 B において、酸素分圧 30 mmHg の時の HbO₂ の割合は 30%。肺胞での HbO₂ 95%のうちいくらか酸素が受け渡されて 30%の HbO₂ になったのだから酸素受け渡しに使われたのは 95% - 30% = 65%の酸素ヘモグロビン。問題文では「**肺胞での HbO₂ うち何%が組織に酸素を与えるか**」なので、以下のように考える。

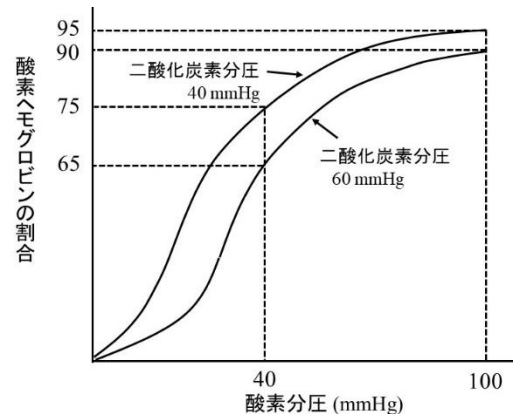
肺胞の HbO₂ は 95% (テキストの Hb トラック 95 台と考える)。酸素の受け渡しに使われた酸素ヘモグロビンは 65% (テキストの Hb トラック 65 台と考える)。95% に対して 65% は $\frac{95-30}{95} \times 100 = 68\%$ 。(95 台中酸素を与えたトラックは 65 台。この割合は (65÷95)×100[%] という考えと同じ！)



【演習問題 20】

I 脊椎動物の血球成分の一つである **ア** にはヘモグロビンが含まれている。ヘモグロビンは金属元素として **イ** を含んでいる。また、ヘモグロビンは酸素と結合し酸素ヘモグロビンになる。この時 **ウ** 色から **エ** 色に変化する。酸素ヘモグロビンの割合は、周囲の酸素分圧が高くなると **オ** し、周囲の二酸化炭素分圧が高くなると **カ** する。右図は、ある動物の酸素解離曲線である。この動物の肺では酸素分圧が 100 mmHg、二酸化炭素分圧は 40 mmHg であり、組織では酸素分圧が 40 mmHg、二酸化炭素分圧は 60 mmHg であった。

- 問1 文章中の空欄を埋めよ。なお、**オ** と **カ** には「増加」「減少」のいずれかが入る。
- 問2 ある動物について、ヘモグロビンと結合した酸素の何%が組織で解離したか。
- 問3 肺での酸素ヘモグロビンのうち、何%が組織に酸素を与えるか。



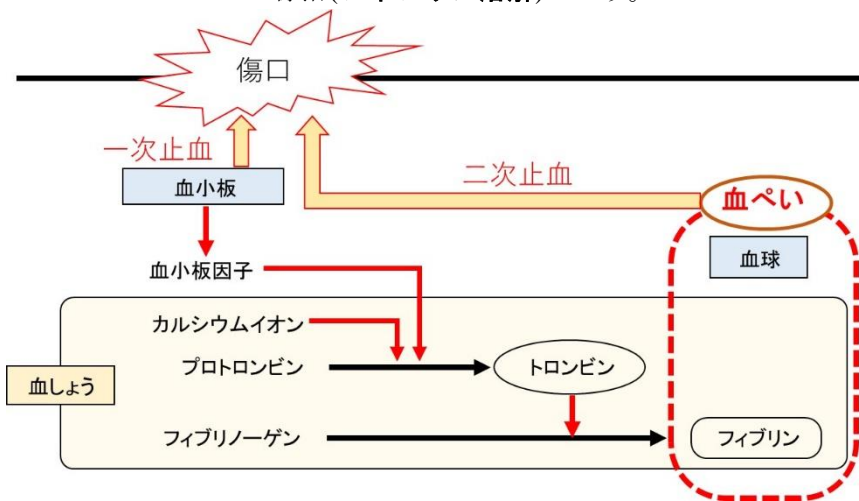
4-4. 血液凝固

① 血液凝固のしくみ

血管が破れて出血すると、、、

- (1) 血管の破れた部分に()が集まる。
- (2) 血小板から凝固因子が放出される。
- (3) 凝固因子と血しょう中のカルシウムイオン(Ca²⁺)によってプロトロンビンがトロンビンに変化する。
- (4) フィブリノーゲンはトロンビンの働きで繊維状のタンパク質である()に変化する。
- (5) フィブリンは()に絡みついて()が生じる。⇒傷口をふさぐ。

※ 血管の修復が行われると、血ペいは溶かされて取り除かれる。
↳ 線溶(フィブリン溶解)という。



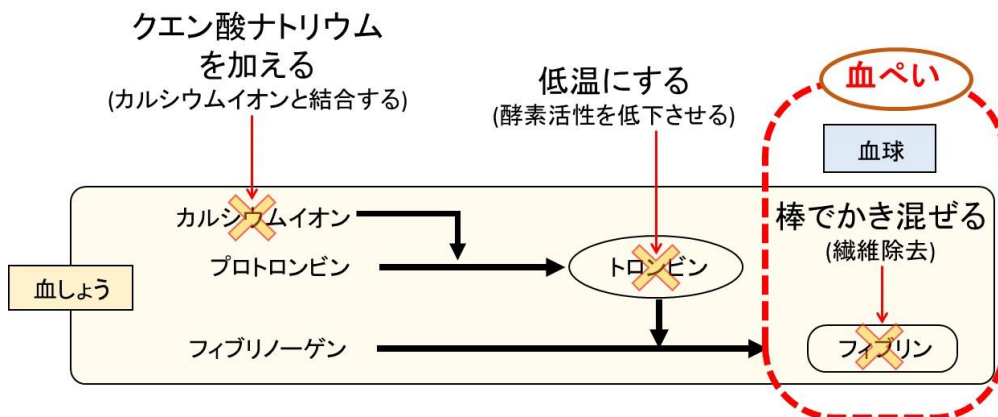
注意！ 血清 (血清=血しょうではない！)

血液を試験管にとって置いておくと、血ペいと上澄みの()とに分かれる。

↳ 血しょうからフィブリノーゲンを除いたものにほぼ等しい。

② 血液凝固を防ぐ方法 (どれか一つだけでも機能させると血ペいはできない！)

- (1) クエン酸ナトリウムやシュウ酸カリウムを加える。(血しょう中のカルシウムイオンが除去される。)
- (2) 低温に保つ (酵素(トロンビンなど)の活性が抑えられる。)
- (3) 棒でかき混ぜる (棒にフィブリンを絡みつけて除去する。)



※ ヘパリン(トロンビンの生成を抑制)や、ヒルジン(トロンビン阻害剤)という物質を加える方法もある。

【演習問題 21】

I 次の A～D は、血管が傷ついた際に見られる現象である。

- A ア 繊維状のタンパク質が生じる。
- B イ 血小板が血管の損傷部分へ集合し、凝集する。
- C 線溶する。
- D ウ 血ぺい^①が形成される。

問1 A～D の現象が起こる順に並べよ。最も適当なものを、次から一つ選べ。

- ① A→B→C→D ② B→A→C→D ③ B→A→D→C
- ④ B→D→A→C ⑤ D→A→B→C ⑥ D→B→A→C

問2 下線部アの名称として最も適当なものを、次から一つ選べ。

- ① トロンビン ② フィブリノーゲン ③ ヘモグロビン ④ フィブリン

問3 下線部イの現象のことを何というか。以下の選択肢のうち最も適当なものを一つ選べ。

- ① 抗原抗体反応 ② 血小板因子 ③ 一次止血 ④ 二次止血

問4 下線部ウについて、血ぺいの記述として最も正しいものを、次からすべて選べ。

- ① 血液を試験管内に入れて放置すると、血液は血ぺいと血しょうに分かれる。
- ② 血ぺいは繊維状のタンパク質が血球と絡み合っている酵素である。
- ③ 試験管内で血液凝固が起こった場合、血ぺいは試験管の底に形成される。
- ④ 血しょう内のカルシウムイオンの働きを抑えるためにクエン酸ナトリウムを加える。

II 生物には、壊れた血管からの出血を防ぐしくみが備わっている。血管が外傷などにより傷つくと、そこに血小板が集まる。血小板が放出する血小板因子や血しょう中の **ア** イオンの働きによって、**イ** が生じる。**イ** の作用で繊維状の **ウ** が生成され、赤血球などの血球がからめとられて、**エ** ができる。外傷などによってできた血管の傷は、この **エ** によって止血されている間に修復される。血管の修復とともに、**エ** などは取り除かれるが、このしくみを **オ** という。

問1 **ア** ～ **オ** に入る語として最も適当なものを、次から一つずつ選べ。

- ① カリウム ② カルシウム ③ ヘモグロビン ④ フィブリン ⑤ トロンビン
- ⑥ フィブリノーゲン ⑦ 二次止血 ⑧ 血清 ⑨ 血ぺい ⑩ 線溶