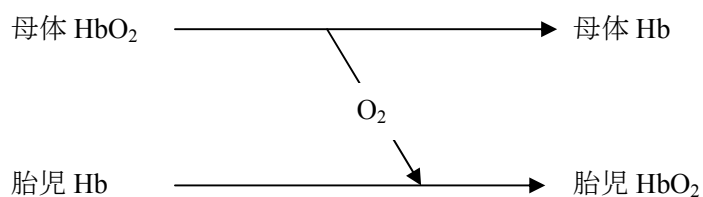


104. 酸素解離曲線 (2)

問 2

母体酸素ヘモグロビンの酸素が胎児ヘモグロビンへバトンリレーされるのは、胎児ヘモグロビンの方が母体ヘモグロビンより酸素に対する親和性が高いからであり、このことは、酸素分圧が同じ条件では、胎児酸素ヘモグロビンの割合の方が母体酸素ヘモグロビンより大きいことを意味する。

胎盤における O₂ の授受



呼吸色素	金属	色	所在	動物例
ヘモグロビン	Fe	赤	血球	脊椎動物
エリスロクルオリン	Fe	赤	血球	アカガイ (軟体動物) シロナマコ (棘皮動物)
エリスロクルオリン	Fe	赤	血しょう	ミミズ・ゴカイ (環形動物) アカムシ (ユスリカの幼虫)
ヘムエリトリン	Fe	赤	血球・血しょう	シャミセンガイ (触手動物) ホシムシ (環形動物)
クロロクルオリン	Fe	緑	血しょう	ケヤリムシ (環形動物)
ヘモシアニン	Cu	青	血しょう	タコ・イカ・カタツムリ (軟体動物) ザリガニ・カブトガニ (節足動物)

二酸化炭素の運搬

組織液の CO_2 分圧 (50mmHg) の方が、その組織にきている動脈血の CO_2 分圧 (40mmHg) より大きいので、 $50 - 40 = 10\text{mmHg}$ の分圧差で CO_2 が組織液中から血液中へと拡散する。



血液に入った CO_2 のほとんど (約 85%) はいったん赤血球に入る。

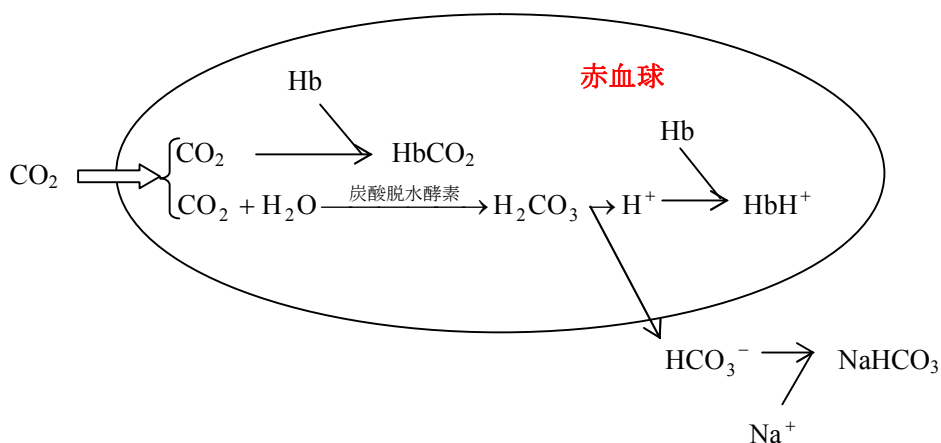
そのうち、一部は Hb と結合し HbCO_2 となり赤血球により肺へ運ばれるが、

大部分は炭酸脱水酵素の働きにより水と結合して炭酸 H_2CO_3 になった後、

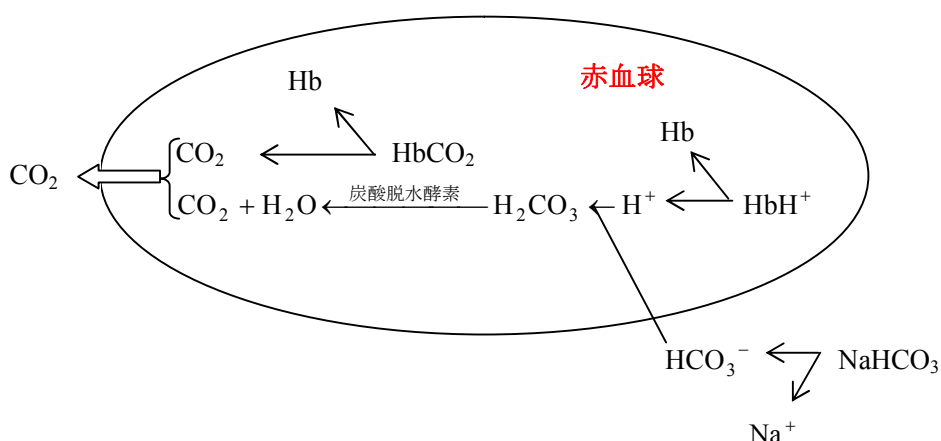
水素イオン H^+ と炭酸水素イオン HCO_3^- に電離し、さらに、

H^+ は Hb と結合し HbH^+ となって赤血球により、

HCO_3^- は血しょう中に出て Na^+ と結合し、 NaHCO_3 となって肺へ運ばれる。



肺では、逆向きの反応が起こる。



このとき肺の静脈血の CO_2 の分圧 (46mmHg) の方が肺胞の CO_2 分圧 (40mmHg) より大きいので、 $46 - 40 = 6\text{mmHg}$ の分圧差で CO_2 が肺胞内へ拡散する。

105.血液凝固と免疫

解説補充

抗体の H 鎖下端はマクロファージの細胞膜と結合するため、
抗原単独より抗原抗体複合体の方がマクロファージの食作用を受けやすい。

106.免疫記憶・抗原抗体反応

問 2

(2)

別解

凝集原保有者数で分類する。

凝集原 A (A 抗原) をもつ人数を $n(A)$, 凝集原 B (B 抗原) をもつ人数を $n(B)$ とすると,

A 型の人数は $n(A) - n(A \cap B)$

B 型の人数は $n(B) - n(A \cap B)$

AB 型の人数は $n(A \cap B)$

O 型の人数は $100 - n(A \cup B)$

A 型標準血清には凝集素 β (抗 B 抗体) が含まれているので,
凝集原 B (B 抗原) と抗原抗体反応する。

よって, $n(B) = 30 \dots \textcircled{1}$

B 型標準血清には凝集素 α (抗 A 抗体) が含まれているので,
凝集原 A (A 抗原) と抗原抗体反応する。

よって, $n(A) = 50 \dots \textcircled{2}$

また, A 抗原, B 抗原の両方をもつ者といずれとももたない者の合計は 40 人より,

$n(A \cap B) + \{100 - n(A \cup B)\} = 40 \dots \textcircled{3}$

①, ②より

$$\begin{aligned} n(A \cup B) &= n(A) + n(B) - n(A \cap B) \\ &= 50 + 30 - n(A \cap B) \end{aligned}$$

$$\therefore n(A \cup B) = 80 - n(A \cap B)$$

これと③より,

$$n(A \cap B) = 10, \quad n(A \cup B) = 70$$

以上より,

$$\text{A 型の人数は } n(A) - n(A \cap B) = 50 - 10 = 40$$

$$\text{B 型の人数は } n(B) - n(A \cap B) = 30 - 10 = 20$$

$$\text{AB 型の人数は } n(A \cap B) = 10$$

$$\text{O 型の人数は } 100 - n(A \cup B) = 100 - 70 = 30$$

109. 腎臓の構造と働き**問 4**

尿の体積と原尿の体積について

尿のイヌリンの濃度が原尿の $\frac{3000}{25} = 120$ 倍になったが、

溶質のイヌリンは再吸収されないから、その原因は水の再吸収だけによる。

つまり、再吸収により水の体積が原尿の $\frac{1}{120}$ になったためである。

よって、尿 100mL が生成される時生成された原尿は $120 \times 100\text{mL} = 12000\text{mL}$

もっと具体的に解説すると、

生成された原尿中の物質の質量 = 生成された尿中の物質の質量 + 再吸収された物質の質量

イヌリンは再吸収されないから、

生成された原尿中のイヌリンの質量 = 生成された尿中のイヌリンの質量

	体積 (mL)	イヌリン濃度 (mg/100mL)	尿素 (mg)
尿	100	3000	$100\text{mL} \times \frac{3000\text{mg}}{100\text{mL}} = 3000\text{mg}$
原尿	x	25	$x\text{mL} \times \frac{25\text{mg}}{100\text{mL}} = \frac{x}{4}\text{mg}$

より、

$$\frac{x}{4} = 3000$$

$$\therefore x = 12000$$

イヌリンはろ過されることおよびイヌリンのろ過前の濃度、すなわち血しょう中の濃度とろ過後の濃度、原尿中の濃度が等しいことから、

ろ過された血しょうと生成された原尿の体積は等しい。

よって、

いずれも 12000mL

問 5

原尿から尿が生成するとき、体積が $\frac{1}{120}$ になるから、

原尿の体積を 120mL とすると尿が 1mL 生成することになる。

よって、このとき再吸収された水は $120 - 1 = 119\text{mL}$

ゆえに、水の再吸収率は、

$$\frac{119}{120} \times 100\% \approx 99.16 \approx 99.2\%$$

もっと具体的に解説すると、

12000mL の原尿がろ過され 100mL の尿になったから、

再吸収された水分は、

$$12000 - 100 = 11900\text{mL}$$

よって、再吸収率は、

$$\frac{11900}{12000} \times 100\% \approx 99.16 \approx 99.2\%$$

問 7

	体積 (mL)	尿素濃度 (mg/100mL)	尿素 (mg)
尿	100	2000	$100\text{mL} \times \frac{2000\text{mg}}{100\text{mL}} = 2000\text{mg}$
原尿	12000	30	$12000\text{mL} \times \frac{30\text{mg}}{100\text{mL}} = 3600\text{mg}$

より、

尿 100mL 生成するとき腎細管から再吸収された尿素は、 $3600 - 2000 = 1600 \text{ mg}$

よって、62.5mL の尿が生成する場合の再吸収量は、

$$1600 \times \frac{62.5}{100} = 1000\text{mg} = 1\text{g}$$

問 9

(a)は毎分原尿中へろ過されるグルコースの質量のグラフ

(b)は毎分尿へ排出されるグルコースの質量のグラフ

したがって、

同じ血糖量における(a)の値と(b)の値の差は毎分再吸収されるグルコースの値を示している。

110. 腎クリアランス

腎クリアランス

ある物質が単位時間あたりにどれだけの体積の血しょうから尿として除去されているのかを示す数値を腎クリアランスという。

腎クリアランスは以下のようにして求める。

単位時間あたりの尿量が V (mL/時間), 尿中のある物質 X の濃度が U_x (mg/mL) のとき, 単位時間あたりに尿となる物質 X の質量は $U_x V$ (mg) である。

これを原尿または血しょうの体積 C_x (mL) に換算して表すと,

物質 X の濃度が P_x (mg/mL) だから $P_x C_x$ (mg) となる。

よって, $P_x C_x = U_x V$ より,

$$C_x = \frac{U_x V}{P_x} \text{ (mL)}$$

これは, 腎臓が単位時間あたり血しょう $C_x = \frac{U_x V}{P_x}$ (mL) に含まれる物質 X を除去している

ことを示している。(尿は英語で **urine**, 血しょうは英語で **blood plasma**)

血しょう・原尿

C_x (mL/時間)

P_x (mg/mL)

尿

V (mL/時間)

U_x (mg/mL)

問 1

原尿に含まれる物質 A がすべて尿となる。

したがって, 単位時間あたりにろ過された血しょうまたはつくられた原尿に含まれる物質 A の質量と単位時間あたりに尿となる物質 A の質量は等しい。

ゆえに, C_A は単位時間あたりにろ過される血しょうまたはつくられる原尿の量を表す。

補足

物質 A に相当するのはイヌリンなどである。

問 2

単位時間あたりに尿となる物質 B の質量は, 単位時間あたりにろ過される血しょうまたはつくられる原尿に含まれる物質 B の質量より大きいから, $C_B > C_A$ である。

補足

物質 B に相当するのはクレアチニンなどである。

問 3

10 時間後の血しょう中の物質 B の濃度を求めるためには、
10 時間後の血しょうの体積と血しょう中の物質 B の質量がわかればよい。
10 時間後の血しょうの体積は、尿量のみだけ減少するから、
 $3000\text{mL} - 500\text{mL} = 2500\text{mL}$. . . ①

はじめの血しょう 3000mL 中の物質 B は、 $3000\text{mL} \times \frac{10\text{mg}}{\text{mL}} = 30000\text{mg}$

このうち、10 時間後には血しょう 1000mL 中の物質 B が尿となって失われるから、
血しょうから失われた物質 B は 10000mg

よって、10 時間後の血しょう中の物質 B は $30000\text{mg} - 10000\text{mg} = 20000\text{mg}$. . . ②

①, ②より、求める濃度は、

$$\frac{20000\text{mg}}{2500\text{mL}} = 8\text{mg/mL}$$

112.ヒトの内分泌器官とホルモン

問 1

パラトルモンは、血中のカルシウムイオンを増加させるホルモンである。
パラトルモンと作用が拮抗し、血中のカルシウムイオン濃度を減少させるホルモンがカルシトニンで、甲状腺から分泌される。

113.ホルモンの分泌調節

問 2

(4)

糖質コルチコイドの分泌量を維持するために、
残された 1 つの副腎皮質からの分泌量が 2 倍になる。
したがって、2 倍量の副腎皮質刺激ホルモン (ACTH) で副腎皮質が刺激されることになる。
つまり、血液中の ACTH 濃度が 2 倍になる。
このとき脳下垂体前葉は、2 倍量の副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン CRH で刺激される。
したがって、視床下部神経分泌細胞の CRH の下垂体門脈への分泌量も 2 倍になる。

115.昆虫のホルモン

解説の訂正

脳ホルモンは脳間にある神経分泌細胞群より合成・分泌され、側心体に貯蔵される。
側心体は脳とアラタ体の間にある小器官で、
脳ホルモンを体液中に分泌し、同時にアラタ体にも送ってアラタ体ホルモンの分泌を促す。
体液中に出た脳ホルモンは前胸腺にはたらいで前胸腺ホルモンの分泌を促す。
したがって、脳ホルモンのことを前胸腺刺激ホルモンともいう。

116.末梢神経系としての自律神経

交感神経、副交感神経とも節前神経と節後神経の 2 本のニューロン (神経細胞) から成る。

中枢⇒節前神経⇒節後神経⇒作動体

交感神経・副交感神経

交感神経では節前神経が節後神経より短く、副交感神経では節前神経の方が長い。
節前神経から節後神経に分泌される神経伝達物質は、
交感神経、副交感神経ともアセチルコリンである。
また、交感神経はその末端からノルアドレナリンを分泌するが、
汗腺の交感神経末端は例外的にアセチルコリンを分泌し、汗腺からの発汗を促す。