

Errata dans la 2nde édition

Christophe Letellier

Exercice 1.2 : Pneumotachographe pour la ventilation...

3. Dans l'application numérique du nombre de Reynolds, la masse volumique de l'air a été oubliée : en conséquence, le résultat est 152 et non 126 comme indiqué.

Exercice 1.5 : Fistule artério-veineuse

La pression dans l'aorte doit être prise égale à $P_a = 108$ mmHg.

4. Calculez est le débit Q_{AF} dans l'artère poplitée et la perte de pression dans celle-ci.
5. Déterminez la vitesse V_{VF} du sang circulant dans la veine fémorale. A partir de ces valeurs numériques, pouvez-vous estimer la différence de pression de part et d'autre des résistances R_{js} et R_{ji} des lits vasculaires respectivement de la jambe supérieure et de la jambe inférieure ?

Par conservation du débit entre l'artère fémorale et la veine fémorale, nous devons avoir

$$Q_{VF} = Q_{AF} \Leftrightarrow \frac{\pi d_{VF}^2}{4} V_{VF} = Q_{AF}.$$

De là, nous obtenons la vitesse du sang dans l'artère fémorale

$$V_{VF} = \frac{4Q_{AF}}{\pi d_{VF}^2} = \frac{4 \times 0,943 \cdot 10^{-3}}{\pi \times 0,012^2 \times 60} = 0,14 \text{ m.s}^{-1}.$$

Exercice 1.6 : Perfusion

Le glucose s'écoule par un tube de longueur $L_1 = 2$ m.

2. L'énergie cinétique volumique du glucose ne doit pas excéder η fois celle du sang dans la veine, c'est-à-dire que

$$\frac{1}{2} \rho V_{\max}^2 \leq \eta \frac{1}{2} \rho_s V_s^2 \dots$$

Exercice 1.9 : Transfusion sanguine

1. La résistance hydraulique de la tubulure est donnée par

$$R_t = \frac{128 \mu l_t}{\pi d_t^4} = \frac{128 \times 5 \cdot 10^{-3} \times 1,75}{\pi \times (3 \cdot 10^{-3})^4} = 4,4 \cdot 10^9 \text{ Pa.s.m}^{-3}.$$

4. Cette erreur se propage dans les autres questions comme indiqué ci-dessous.

$$b = \frac{\pi^2 \times (0,987 \cdot 10^{-3})^4}{8 \times 1060} \times (4,4 \cdot 10^9 + 1,07 \cdot 10^{10}) = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

et

$$\begin{aligned} Q_s &= \frac{-1,67 \cdot 10^{-5} + \sqrt{(1,67 \cdot 10^{-5})^2 + 4 \times 1,22 \cdot 10^{-11} \times 1}}{2} \\ &= 7,01 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \\ &= 42,1 \cdot 10^{-7} \text{ ml.min}^{-1}. \end{aligned}$$

5.

$$\tau_t = \frac{V_s}{Q_s} = \frac{450}{42,3} = 10,6 \text{ min.}$$

7.

$$\begin{aligned} d_a &= \sqrt[4]{\frac{8 \times 1060}{\pi^2}} \\ &\times \sqrt[4]{\frac{(1,39 \cdot 10^{-8})^2 + \frac{16\pi \times 5 \cdot 10^{-3} \times 0,05}{1060} \times 1,39 \cdot 10^{-8}}{1060 \times 9,81 \times 1,15 - 4,4 \cdot 10^9 \times 1,39 \cdot 10^{-8} - 7,1 \cdot 10^{-3} \times 13600 \times 9,81}} \\ &= 0,34 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Exercice 2.2 : Circulation sanguine

3.

$$\begin{aligned} l_a &= \frac{\pi 16 S_a^2 \Delta P}{128 \mu Q_s \pi^2} = \frac{S_a^2 \Delta P}{8 \pi \mu Q_s} \\ &= \frac{(2,8 \cdot 10^{-4})^2 \times 75 \cdot 10^{-3} \times 13600 \times 9,81 \times 60}{8 \pi \times 3 \cdot 10^{-3} \times 5,25 \cdot 10^{-3}} = 119 \text{ m,} \end{aligned}$$

4.

$$V_a = S_a l_a = 2,8 \cdot 10^{-4} \times 119 = 33 \text{ l,}$$

6. La fin de la réponse à la question 6 est à la question 7 mais devrait être sous la forme

$$\Delta P_{\text{sain}} = \frac{32 \mu l_a' Q_s}{d_a^2 S_c} = \frac{32 \times 3 \cdot 10^{-3} \times 0,1}{(5 \cdot 10^{-3})^2} \times \frac{5,25 \cdot 10^{-3}}{60 \times 50 \cdot 10^{-4}} = 6,72 \text{ Pa} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mmHg.}$$

7.

$$\Delta P_{\text{athérome}} = 3^4 \Delta P_{\text{sain}} = 4,1 \text{ mmHg.}$$

Exercice 2.4 : Transition du sang par un réseau de capillaires

2. = 7,2 nl.min⁻¹.

Exercice 2.10 : Vascularisation hépatique

2. En arrondissant à l'entier le plus proche, nous avons donc $N = 20$ générations d'embranchements, soit $N + 1 = 21$ générations de vaisseaux. A la $N^{\text{ème}}$ génération, il y a 2^N branches. Il y a donc $2^{20} = 1,05 \cdot 10^6$ sinusoides hépatiques.

Exercice 2.14 : Assistance cardiaque sur le ventricule gauche

2.

$$P_w = \Delta P Q_p = (P_v - P_{vg}) Q_p = (135 - 12) \times 10^{-3} \times 13600 \times 9,81 \times \frac{7 \cdot 10^{-3}}{60} = 1,9 \text{ W.}$$

6. — $R_{\text{encéphale}} = \frac{(135 - 2) \times 10^{-3} \times 13600 \times 9,81 \times 60}{0,15 \times 7 \cdot 10^{-3}} = 1,01 \cdot 10^9 \text{ Pa.s.m}^{-3};$

$$\begin{aligned}
- R_{\text{coeur}} &= \frac{(135 - 2) \times 10^{-3} \times 13600 \times 9,81 \times 60}{0,10 \times 7 \cdot 10^{-3}} = 1,52 \cdot 10^9 \text{ Pa.s.m}^{-3}; \\
- R_{\text{foie+digestif}} &= \frac{(135 - 2) \times 10^{-3} \times 13600 \times 9,81 \times 60}{0,20 \times 7 \cdot 10^{-3}} = 7,6 \cdot 10^8 \text{ Pa.s.m}^{-3}; \\
- R_{\text{reins}} &= \frac{(135 - 2) \times 10^{-3} \times 13600 \times 9,81 \times 60}{0,25 \times 7 \cdot 10^{-3}} = 6,08 \cdot 10^8 \text{ Pa.s.m}^{-3}; \\
- R_{\text{autres}} &= \frac{(135 - 2) \times 10^{-3} \times 13600 \times 9,81 \times 60}{0,30 \times 7 \cdot 10^{-3}} = 5,07 \cdot 10^8 \text{ Pa.s.m}^{-3}.
\end{aligned}$$

7.

$$\frac{1}{R_{\text{eq}}} = \frac{1}{1,01 \cdot 10^9} + \frac{1}{1,52 \cdot 10^8} + \frac{1}{7,7 \cdot 10^8} + \frac{1}{6,8 \cdot 10^8} + \frac{1}{5,07 \cdot 10^8} = 6,58 \cdot 10^{-9},$$

soit $R_{\text{eq}} = 1,52 \cdot 10^8 \text{ Pa.s.m}^{-3}$. La puissance délivrée par le côté gauche cœur pour assurer la circulation systémique est donc de

$$P_{\text{ws}} = R_{\text{eq}} \cdot Q_p^2 = 1,52 \cdot 10^8 \times \left(\frac{7 \cdot 10^{-3}}{60} \right)^2 = 2,07 \text{ W}.$$

QCM 3.3 : Hypertension artérielle

Les pressions au niveau des différents vaisseaux sont telles que

$$\begin{cases} P_a = 120 \text{ mmHg} \\ P_{\text{vc}} = 1 \text{ mmHg} \\ P_{\text{ap}} = 15 \text{ mmHg} \\ P_{\text{vp}} = 3 \text{ mmHg} \end{cases}$$

...

3.6 Réponses

3.6.1 Sténose aortique

Réponse à la question 6. : $d'_v = 1,6 \text{ mm}$