

29 Op veel plaatsen in het bloedvatenstelsel zijn chemoreceptoren aanwezig. Deze meten de koolstofconcentratie in het bloed. Bij een te hoog CO<sub>2</sub>-gehalte in een vat geeft de chemoreceptor het signaal dat de vaatspieren moeten ontspannen. Hierdoor neemt het debiet ter plaatse toe.

- a Waarom wordt de stromingsweerstand kleiner als de vaatspieren zich ontspannen?

Het hart pompt per minuut 5,5 L rond. Een gedeelte van de bloedsomloop bestaat uit tien adertjes parallel aan elkaar. Deze bloedvaten hebben alle dezelfde diameter en lengte. De druk over deze aders is in deze situatie 100 mm Hg.

- b Toon aan dat de stromingsweerstand van de één adertje gelijk is aan  $1,5 \cdot 10^9 \text{ Pa s m}^{-3}$ .

In BINAS tabel 35C2 staat de wet van Poiseuille die het verband aangeeft tussen het debiet en het drukverval van een vloeistof in een buis.

- c Laat zien dat voor de stromingsweerstand geldt:

$$R = \frac{8\eta \cdot \ell}{\pi \cdot r^4}$$

Door lokale inspanning ontstaat er een te hoog CO<sub>2</sub>-gehalte in een van de adertjes.

Door zelfregulatie ontspannen de vaatspieren, waardoor de stromingsweerstand van dit adertje halveert. Hierdoor stroomt er meer bloed door het adertje. De viscositeit van de vloeistof is niet veranderd.

- c Bereken in twee significante cijfers met welke factor de straal van het adertje is toegenomen.

- d Bereken de druk over het adertje in deze toestand.

## 6 Afsluiting

### Opgave 29

- a Voor de stromingsweerstand geldt  $R = \frac{\Delta p}{\Delta Q}$   
Als het debiet groter wordt en de druk hetzelfde blijft, dan wordt de stromingsweerstand kleiner.
- b De weerstand van één adertje bereken je met het drukverschil en het debiet van één adertje.  
Het debiet voor één adertje bereken je met het totale debiet.  
Het totale debiet bereken je uit het aantal liter bloed dat het hart per minuut rondpompt.

$$Q_{\text{tot}} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$\Delta V = 5,5 \text{ L} = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\Delta t = 1 \text{ minuut} = 60 \text{ s}$$

$$Q_{10} = \frac{5,5 \cdot 10^{-3}}{60} = 9,166 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

Dit is het debiet voor 10 adertjes. Omdat deze parallel lopen, is het debiet voor één adertje  $Q_1 = 9,166 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

$$R = \frac{\Delta p}{Q_1}$$

$$\Delta p = 100 \text{ mm Hg} = 100 \times 1,33 \cdot 10^2 = 1,33 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$Q_1 = 9,166 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$$

$$R = \frac{1,33 \cdot 10^4}{9,166 \cdot 10^{-6}} = 1,451 \cdot 10^9 \text{ Pa s m}^{-3}$$

$$\text{Afgerond: } R = 1,5 \cdot 10^9 \text{ Pa s m}^{-3}.$$

- c De wet van Poiseuille luidt  $Q = \frac{\pi \cdot r^4}{8\eta \cdot \ell} \cdot \Delta p$

$$\text{Er geldt ook } R = \frac{\Delta p}{Q}$$

$$R = \frac{\Delta p}{Q} = \frac{8\eta \cdot \ell}{\pi \cdot r^4}$$

- d Het verband tussen de weerstand en de straal is dus  $R = \frac{8\eta \cdot \ell}{\pi \cdot r^4}$ .

Als  $\eta$  en  $\ell$  constant blijven en de weerstand twee keer zo klein wordt, dan wordt  $r^4$  dus twee keer zo groot.

Dus  $r = \sqrt[4]{2} = 1,189$  keer zo groot.

Afgerond: 1,2.

- e  $R_{\text{totaal}} = \frac{\Delta p}{Q}$

Voor de totale geleiding geldt:  $G_{\text{tot}} = G_1 + G_2 + \dots + G_{10}$  met  $G = \frac{1}{R}$

$$\text{Hieruit volgt: } \frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_{10}}$$

$$R_1 = R_2 = \dots = R_9 \text{ met } R_x = 1,5 \cdot 10^9 \text{ Pa s m}^{-3}$$

$R_{10}$  is gehalveerd.

$$R_{10} = 0,75 \cdot 10^9 \text{ Pa s m}^{-3}$$

$$\frac{1}{R_{\text{tot}}} = \frac{1}{1,5 \cdot 10^9} + \frac{1}{0,75 \cdot 10^9} = 7,33 \cdot 10^{-9}$$

$$R_{\text{tot}} = 1,363 \cdot 10^8 \text{ Pa s m}^{-3}$$

$$Q_1 = 9,1667 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} \quad \text{Zie vraag b}$$

$$1,363 \cdot 10^8 = \frac{\Delta p}{9,166 \cdot 10^{-5}}$$

$$\Delta p = 1,249 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$\text{Afgerond: } 1,2 \cdot 10^4 \text{ Pa.}$$