

14 Gaswisseling en uitscheiding

Oriëntatie De marathon

1

Door haar training is de werking van verschillende spiergroepen van Fatima sterk verbeterd. Enkele van deze spiergroepen zijn de ademhalingsspieren, de beenspieren en de hartspier. Leg bij elke spiergroep uit welke verandering er heeft plaatsgevonden en hoe deze verandering Fatima kan helpen bij het uitlopen van de marathon.

Door het versterken van de ademhalingsspieren is Fatima in staat dieper adem te halen. Hierdoor haalt ze per ademhaling meer lucht naar binnen, waardoor ze meer zuurstof kan opnemen. Ook kan ze per ademhaling meer koolstofdioxide uitademen. Door de training zijn haar beenspieren sterker geworden. Ook zijn haar beenspieren beter doorbloed, waardoor er meer zuurstof naar haar beenspieren gaat. De hartspier is ook sterker geworden en mogelijk ook iets groter, hierdoor is haar slagvolume groter en kan ze per hartslag meer bloed door haar lichaam pompen.

2

Tijdens het hardlopen krijgt Fatima altijd een rood hoofd.

Leg uit hoe het komt dat Fatima door het hardlopen een rood hoofd krijgt.

Door het hardlopen wordt veel warmte geproduceerd. Je hoofd wordt rood tijdens het hardlopen door het wijder worden van je bloedvaten in de huid. Er stroomt dan meer bloed door je huid, waardoor er meer warmteafgifte optreedt.

3

Tijdens de laatste weken van haar voorbereiding heeft Fatima extra koolhydraten gegeten. Ze probeert hiermee te bereiken dat haar lichaam de koolhydraten omzet in glycogeen. Dat ligt dan als reservestof opgeslagen in de lever en de spieren. Tijdens de race kan glycogeen weer worden omgezet in glucose.

Welk hormoon helpt bij de omzetting van glucose naar glycogeen?

Het hormoon insuline helpt bij deze omzetting.

4

Tijdens de marathon verliest Fatima veel water door te zweten. Om haar vochtbalans op peil te houden, drinkt ze water. Maar ze pakt ook af en toe een drankje waaraan elektrolyten zijn toegevoegd. Elektrolyten is een verzamelnaam voor verschillende mineralen, waaronder magnesium, natrium, kalium en calcium.

Waarom neemt Fatima af en toe een drankje met elektrolyten?

Door het zweten verliest Fatima niet alleen water, maar ook mineralen. Deze mineralen zijn belangrijk om haar vochtbalans op peil te houden. Als ze te veel mineralen verliest, daalt de osmotische waarde in haar cellen en verliezen haar cellen water. Door het opnemen van extra mineralen kan ze dit voorkomen.

Natrium speelt ook een belangrijke rol in het centraal zenuwstelsel en spieren. Een tekort aan natrium kan leiden tot verwardheid, concentratieproblemen en kramp in de spieren.

5

In het lichaam van Fatima zijn processen actief die ervoor zorgen dat de osmotische waarde van haar bloed niet te veel afwijkt van de normwaarde. Een van de processen is dat Fatima meer van het hormoon ADH produceert. ADH is verantwoordelijk voor de terugresorptie van water uit de voorurine.

Wat is de relatie tussen de concentratie ADH en de osmotische waarde van het bloed?

Als de concentratie ADH is verhoogd, zal er meer water uit de voorurine worden geresorbeerd. Hierdoor neemt het watervolume van het bloed toe. Hierdoor daalt de osmotische waarde van het bloed.

1 Gaswisseling

KENNIS

1

Kun je tegelijk slikken en ademen? Leg je antwoord uit

Nee, want bij slikken wordt de luchtpijp via het strotklepje afgesloten.

2

Adrenaline noem je ook wel het '*fight, flight en fright*-hormoon'. Het is functioneel dat de bronchiolen onder invloed van adrenaline wijder worden.

Leg dit uit.

De adrenaline bereidt je voor op actie. Voor actie is meer zuurstof nodig. Door het wijder worden van de bronchiolen kun je meer lucht per ademhaling in- en uitademen.

3

a Op welke twee manieren wordt in het ademhalingsstelsel van de mens het verschil in zuurstofdruk en koolstofdioxidedruk Δp tussen longblaasjes en longhaartjes zo groot mogelijk gehouden?

- Doordat er voortdurend wordt in- en uitgeademd blijft in de longblaasjes de zuurstofdruk hoog en de koolstofdioxidedruk laag. Hierdoor blijft Δp in stand.
- Doordat het bloed steeds blijft stromen langs de longblaasjes wordt continu zuurstofarm en koolstofdioxiderijk bloed aangevoerd. Daardoor blijft het verschil in zuurstofdruk, Δp , tussen longblaasjes en longhaartjes zo groot mogelijk, net als het verschil in koolstofdioxidedruk.

b Als je rookt, ontstaat er een dun laagje teer in de longblaasjes.

Noteer twee factoren uit de wet van Fick die hierdoor veranderen.

x verandert: de diffusieafstand wordt groter.

A verandert: het teerlaagje in de longblaasjes verkleint het diffusieoppervlak.

D verandert: de teer tussen de lucht in het longblaasje en het bloedplasma verandert de viscositeit waarover de moleculen bewegen.

c Welke factoren in de wet van Fick zorgen bij eencellige organismen voor een grote diffusiesnelheid?

Δc Welke factoren in de wet van Fick zorgen bij eencellige organismen voor een grote diffusiesnelheid?

Het diffusieoppervlak is relatief groot en de diffusieafstand is klein.

4

a Heeft een afname van 25% van de pO_2 van de buitenlucht grote gevolgen voor de zuurstofopname in de longhaartjes?

Leg je antwoord uit aan de hand van afbeelding 10.

Een afname van 25% van de pO_2 van de buitenlucht heeft geen grote gevolgen voor de zuurstofopname in de longhaartjes. Als de pO_2 afneemt met 25% tot 10 kPa, neemt het percentage verzadigde hemoglobine af met minder dan 5%.

b Hoeveel milliliter O_2 wordt door 100 mL bloed in de haartjes van een weefsel in rust afgegeven? Gebruik bij deze vraag afbeelding 10 en noteer je berekening.

In de haartjes van een weefsel in rust wordt door 100 mL bloed ($20 - 14 =$) 6 mL O_2 afgegeven.

c Leg uit dat het gunstig is dat de verzadigingscurve van hemoglobine het steilst loopt bij pO_2 -waarden die in de weefsels voorkomen.

Dit is gunstig, omdat een kleine verandering van de pO_2 -waarde in een weefsel een grote verandering van de zuurstofafgifte van het bloed veroorzaakt. Hierdoor wordt de zuurstofafgifte van het bloed goed aangepast aan de activiteit van het weefsel.

5

Ook bij de gaswisseling van insecten en vissen is de wet van Fick van toepassing.

Beantwoord de vragen. Doe dit door in je schrift een tabel te maken en de vragen en antwoorden in deze tabel te noteren (zie het voorbeeld hierna).

- Waardoor is het gaswisselingsoppervlak groot?
- Hoe vindt de verversing van lucht in het ademhalingsorgaan plaats?
- Waardoor is de diffusieafstand klein?
- Waardoor is het concentratieverschil groot? Geef voor vissen twee antwoorden.

	Insecten	Vissen
a Waardoor is het gaswisselingsoppervlak groot?	Door de vele fijne vertakkingen van de tracheeën zijn er veel uiteinden met vocht die gezamenlijk een grote oppervlakte hebben.	Doordat er veel kieuwlamellen zijn, is hun gezamenlijke oppervlakte groot.
b Hoe vindt de verversing van lucht in het ademhalingsorgaan plaats?	Door pompbewegingen van het achterlijf.	Door het afwisselend openen en sluiten van de bek en de kieuwdeksels.
c Waardoor is de diffusieafstand klein?	Alleen bij het laatste stukje transport vanuit het vocht in de uiteinden naar de cellen vindt diffusie plaats.	Doordat de haarvaten dicht onder het oppervlak van de dunne kieuwlamellen liggen.
d Waardoor is het concentratieverschil groot? Geef voor vissen twee antwoorden.	Door de verversing van de lucht in de tracheeën en doordat de cellen de zuurstof bij de dissimilatie verbruiken.	- Het bloed bevat hemoglobine. - Door het tegenstroomprincipe, waarbij water in tegenovergestelde richting van het bloed stroomt.

INZICHT

6

Koolzuuranhydrase bevindt zich in de rode bloedcellen en niet in het bloedplasma.

Leg uit welk voordeel dat heeft.

Als koolzuuranhydrase in de rode bloedcellen zit, komen de H^+ -ionen niet vrij in het bloedplasma, maar worden ze gebonden aan hemoglobine. Dit voorkomt dat de pH van het bloedplasma sterk wordt beïnvloed.

7

In afbeelding 15 zijn verzadigingscurven van hemoglobine weergegeven bij verschillende koolstofdioxideconcentraties. Gebruik deze afbeelding bij de volgende vragen.

- In weefsel P is een pO_2 van 5 kPa en een pCO_2 van 5 kPa.
Hoeveel milliliter O_2 bevat 100 mL bloed onder deze omstandigheden?
Bij een pO_2 van 5 kPa en een pCO_2 van 5 kPa bevat 100 mL bloed 12 mL O_2 .
- In weefsel Q is ook een pO_2 van 5 kPa, maar de pCO_2 is gedaald tot 2,5 kPa.
Hoeveel milliliter O_2 bevat 100 mL bloed onder deze omstandigheden?
Bij een pO_2 van 5 kPa en een pCO_2 van 2,5 kPa bevat 100 mL bloed 14 mL O_2 .
- Welk voordeel heeft het dat de pCO_2 van de weefsels invloed heeft op de ligging van het evenwicht bij de reactie tussen hemoglobine en zuurstof?
Dat heeft als voordeel dat bij een toenemende activiteit van een weefsel de zuurstofafgifte van het bloed toeneemt.

8

Bij een gewichtheffer heeft het bloed dat de longen verlaat en in de haarvaten van een spier aankomt een pO_2 van 14 kPa en een pCO_2 van 2,7 kPa. Bij zijn armspieren in rust is er een pO_2 van 6 kPa en een pCO_2 van 5 kPa.

Bij zijn armtraining daalt de pO_2 van de gewichtheffer naar 3,0 en zijn pCO_2 stijgt naar 10 kPa. Bereken met behulp van afbeelding 15 hoeveel extra zuurstof er bij de training aan zijn armspieren wordt afgegeven in vergelijking met zijn rustsituatie. Noteer de berekening.

Het bloed dat de longen verlaat heeft een zuurstofconcentratie van 20 mL O_2 per 100 mL bloed.

De armspier in rust bevat 15 mL O_2 per 100 mL bloed. Er is dus 5 mL O_2 afgegeven aan de spier.

De armspier in training bevat 3 mL O_2 per 100 mL bloed. Er is 17 mL O_2 afgegeven aan de spier.

De spier in training neemt $17 - 5 = 12$ mL O_2 extra op in vergelijking met een spier in rust.

9

Onderzoekers ontdekken bij een bepaalde worm, de bloedworm, een type hemoglobine met een afwijkende verzadigingscurve. Deze curve is in afbeelding 16 met de stippellijn weergegeven. De onderzoekers vermoeden dat dit type hemoglobine is geëvolueerd bij deze worm, omdat deze in een bijzonder milieu leeft.

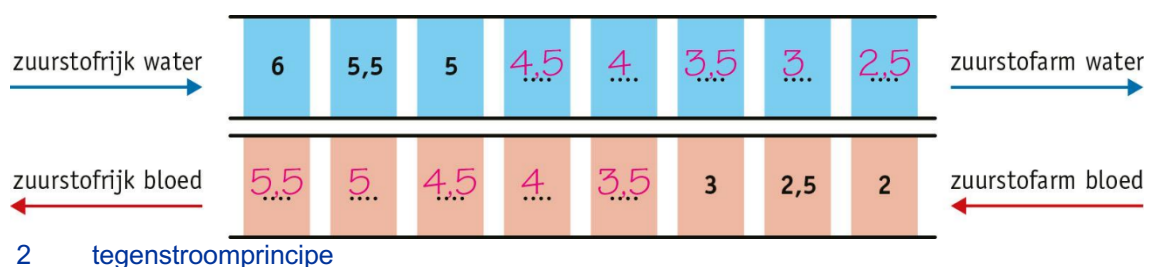
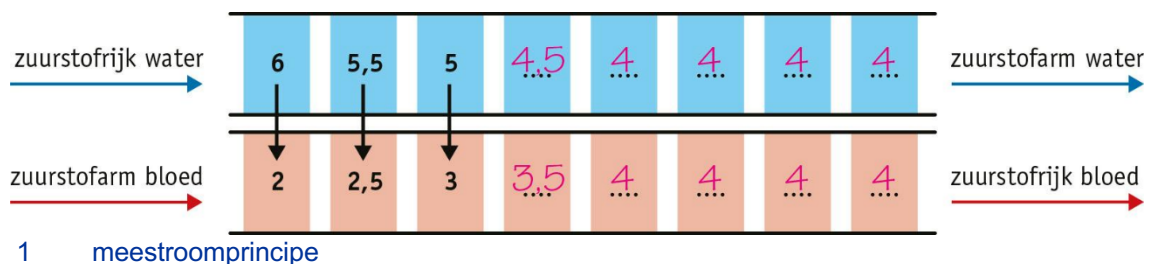
In welk milieu leeft deze bloedworm? Leg je antwoord uit.

De bloedworm leeft in zuurstofarme omstandigheden. Het aangepaste hemoglobine is in staat om bij lage zuurstofconcentraties in het milieu veel zuurstof te binden.

10

Het effect van het tegenstroomprincipe kun je nagaan door twee modellen met elkaar te vergelijken. In afbeelding 17.1 stroomt het bloed in het bloedvat in dezelfde richting als het water; in afbeelding 17.2 in tegengestelde richting. De zuurstofconcentratie is op enkele plaatsen in ‰ (promille) weergegeven; de pijltjes tussen de getallen geven de richting aan waarin zuurstof diffundeert. (De modellen zijn theoretisch; ze gaan ervan uit dat het bloed geen hemoglobine bevat.)

- a Vul op de opengebleven plaatsen de zuurstofconcentratie in van het water en van het bloed. Geef met pijltjes aan waar nettodiffusie van O_2 plaatsvindt.



- b Vergelijk beide modellen.

In welk model vindt de meeste zuurstofopname plaats?

Bij het meestroomprincipe (model 1) vindt alleen bij de eerste vier vakjes nettodiffusie van O_2 plaats. Het bloed stroomt langs steeds zuurstofarmer water, waardoor er aan het einde geen diffusie meer plaatsvindt.

Bij het tegenstroomprincipe (model 2) vindt bij alle vakjes nettodiffusie van O_2 plaats. Het bloed stroomt langs steeds zuurstofrijker water, waardoor er aan het einde nog steeds diffusie plaatsvindt. Hierdoor wordt het bloed bij het tegenstroomprincipe uiteindelijk zuurstofrijker.

11

Koolstofmonoxide (CO) is een reukloos gas dat ontstaat door onvolledige verbranding in bijvoorbeeld verwarmingsketels. Onvolledige verbranding vindt plaats als er onvoldoende zuurstof is, bijvoorbeeld in een slecht geventileerde ruimte. Na inademing bindt CO op dezelfde plaats in het Hb-molecuul als O_2 , alleen ongeveer $200\times$ zo sterk. Deze verbinding wordt daardoor niet gemakkelijk verbroken. Als je in een ruimte met 0,05% CO verblijft, raakt al bijna de helft van je hemoglobine verzadigd met CO.

In een experiment verblijft een proefpersoon op zeeniveau en ademt een bepaalde hoeveelheid CO in. Enkele uren later ademt hij dezelfde hoeveelheid CO in op een hoogte van 5000 m. In tabel 2 zijn enkele verschillen tussen zeeniveau en 5000 m hoogte opgenomen.

Is bij de proefpersoon de maximale hoeveelheid CO per milliliter bloed op zeeniveau kleiner dan, gelijk aan of groter dan die op 5000 m hoogte? Leg je antwoord uit.

De maximale hoeveelheid CO per mL bloed is kleiner, CO en O_2 zijn in competitie voor dezelfde bindingsplaatsen in een hemoglobinemolecuul, terwijl de aangeboden hoeveelheid CO bij verschillen hoogten gelijk blijft. De hoeveelheid O_2 en dus de binding van zuurstof is afhankelijk van de druk; die is op zeeniveau hoger dan op 5000 m hoogte. Daardoor wordt op zeeniveau meer O_2 gebonden en dus minder CO.

12

De hemoglobine van een ongeboren kind heeft een iets andere samenstelling dan de hemoglobine van een volwassen persoon. Hierdoor heeft de hemoglobine van het ongeboren kind een andere verzadigingscurve (zie BiNaS tabel 83D).

Leg uit wat het voordeel is van dit andere type hemoglobine voor het ongeboren kind.

In de placenta vindt de gaswisseling plaats tussen ongeboren kind en moeder. Hemoglobine van het ongeboren kind bindt zuurstof gemakkelijker dan hemoglobine van de moeder.

Hierdoor laat het zuurstof los van het hemoglobine van de moeder in de placenta en wordt dan gebonden aan de hemoglobine van het ongeboren kind.

Context Waarin een minilong groot kan zijn

13

Bij het beantwoorden van de vragen kun je gebruikmaken van informatie op internet, bijvoorbeeld van het Longfonds.

Bij zowel chronische bronchitis als astma zijn de bronchiën en bronchiolen vernauwd. Toch is er een belangrijk verschil tussen chronische bronchitis en astma.

- a Wat is het grote verschil tussen chronische bronchitis en astma?

Bij chronische bronchitis zijn de bronchiën en bronchiolen chronisch (blijvend) ontstoken en vernauwd. Bij een astma-aanval is deze vernauwing tijdelijk. Na een astma-aanval herstellen de bronchiën en bronchiolen zich weer.

- b Mensen met COPD hebben verschillende klachten (symptomen). Een aantal symptomen zijn benauwdheid, hoesten, kortademigheid en vermoeidheid.
Leg uit wat het verband is tussen COPD en de symptomen kortademigheid en vermoeidheid.
Bij chronische bronchitis kan er minder lucht door de bronchiën en bij longemfyseem is het oppervlak voor de uitwisseling van zuurstof en koolstofdioxide met het bloed sterk verkleind.
In beide gevallen leidt dit tot kortademigheid en vermoeidheid.
- c Bijna altijd is roken de oorzaak van COPD.
Noem minstens drie andere oorzaken.
Andere oorzaken zijn longziekten zoals astma, erfelijke aanleg, leeftijd, blootstelling aan schadelijke stoffen en luchtvervuiling. Ook andere antwoorden kunnen goed zijn.
- d In de tekst wordt gesteld dat het onderzoek naar minilongen kan leiden naar een regeneratieve behandeling van COPD.
Wat wordt bedoeld met regeneratieve behandeling? Leg je antwoord uit.
Bij een regeneratieve behandeling genees je de oorzaak van de ziekte, in dit geval COPD.
- e Bij mensen die roken raakt ook het trilhaarepitheel beschadigd. Een van de gevolgen is veel hoesten.
Leg uit hoe deze zogenoemde rokershoest ontstaat.
In de longen en longblaasjes wordt slijm geproduceerd. Gewoonlijk wordt dit slijm via de trilhaarcellen afgevoerd naar de keelholte. Doordat de trilhaarcellen bij rokers beschadigd zijn, kan het slijm niet worden afgevoerd en hoopt het zich op in de longblaasjes. Hoesten is dan nog de enige manier om het overtollige slijm te verwijderen.

2 Longventilatie

KENNIS

14

Het longvolume van een diep ademende persoon wordt gedurende enige tijd gemeten. In afbeelding 22 zijn de resultaten van deze metingen uitgezet.

- Trekken op tijdstip P ademhalingspijpen samen? Leg je antwoord uit.
Op tijdstip P wordt uitgeademd. De uitademing is diep, dus dan trekken de binnenste tussenribspieren zich samen.
- Is de $p\text{CO}_2$ in de luchtpijp op tijdstip P hoger of lager dan op tijdstip Q? Leg je antwoord uit.
De $p\text{CO}_2$ is dan hoger, want op tijdstip P wordt uitgeademd en uitgeademde lucht bevat meer CO_2 .

15

Als bij een long een scheurtje in het borstvlies ontstaat, kan er lucht komen tussen het borstvlies en het longvlies. Je spreekt dan van een klaplong (zie afbeelding 23).

- Iemand die een klaplong heeft, gaat al bij geringe inspanning hijgen. Waardoor wordt dit hijgen vooral veroorzaakt?
Als gevolg van de klaplong neemt deze long niet in volume toe en zal dus geen lucht opnemen. Er vindt minder gaswisseling plaats. De concentratie CO_2 in het bloed zal stijgen en dit veroorzaakt het hijgen.
- Als iemand een klaplong heeft, kijkt een arts met een röntgenfoto of er geen ribben zijn gebroken. Wat is de relatie tussen een ribbreuk en een klaplong?
Een gebroken rib kan door de twee vliezen prikken, waardoor er lucht in de holte kan komen.

16

In afbeelding 24 is in een diagram het verloop van de luchtdruk in de longblaasjes weergegeven gedurende enkele opeenvolgende ventilatiebewegingen. Vier momenten zijn met letters aangegeven.

- Welk moment geeft het begin van een inademing weer? En welk moment geeft het begin van een uitademing weer? Leg je antwoorden uit.
Moment R geeft het begin van een inademing weer, vanaf dat moment wordt de druk in de longblaasjes lager dan de atmosferische druk.
Moment P geeft het begin van een uitademing weer, vanaf dat moment wordt de druk in de longblaasjes hoger dan de atmosferische druk.
- Daalt of stijgt de druk in de interpleurale ruimte bij het begin van een inademing? En bij het begin van een uitademing?
Bij het begin van een inademing daalt de druk in de interpleurale ruimte. Bij het begin van een uitademing stijgt de druk in de interpleurale ruimte.

17

In afbeelding 25 is het gemiddelde longvolume bij verschillende intensiteiten van ademhaling in een diagram weergegeven.

- Hoe groot is gemiddeld de totale longcapaciteit?
De totale longcapaciteit is gemiddeld 6,0 L ($1,0 + 1,5 + 3,5$ L).
- En hoe groot is gemiddeld het minimale longvolume?
Het minimale longvolume is gemiddeld 1,0 L.
- Leg uit dat het functioneel is dat je vitale capaciteit niet even groot kan worden als je totale longvolume.
Om de gaswisseling op gang te houden, moet er altijd een hoeveelheid lucht achterblijven in de longen.

18

Onder invloed van prikkeling van rekreceptoren in de longen stopt de inademing, waarna een uitademing volgt. Dit heet de expiratoire reflex. Andere receptoren zorgen voor een inspiratoire reflex.

Wanneer zal deze reflex plaatsvinden?

De inspiratoire reflex vindt plaats na een diepe uitademing.

INZICHT

19

a De beïnvloeding van de ademfrequentie door de pO_2 van het bloed wordt een indirecte beïnvloeding genoemd. Leg dat uit.

Je noemt dit een indirecte beïnvloeding, omdat de chemoreceptoren niet de pO_2 , maar de pCO_2 van het bloed waarnemen. De chemoreceptoren worden bij een lage pO_2 gevoeliger voor de pCO_2 van het bloed.

b Adrenaline stimuleert de ademhaling.

Leg dit uit aan de hand van de functie van adrenaline.

Adrenaline bereidt je voor op actie. Door adrenaline neemt de ademfrequentie toe en wordt meer aerobe dissimilatie mogelijk.

20

Afbeelding 28 geeft het verloop van de pCO_2 (diagram 1) en pO_2 (diagram 2) in de luchtstroom van het begin tot het einde van één uitademing weer.

a Waardoor bevat de eerste 100 mL uitgeademde lucht minder CO_2 dan de laatste 100 mL uitgeademde lucht?

De eerste 100 mL uitgeademde lucht is afkomstig uit de dode ruimte. De lucht uit de dode ruimte adem je 'ongebruikt' weer uit.

b De pCO_2 wordt bepaald in een longslagadertje voordat er netto- CO_2 -afgifte aan de lucht in de longblaasjes heeft plaatsgevonden.

Is deze pCO_2 lager dan 2,6 kPa, ligt deze tussen 2,6 kPa en 5,3 kPa of is deze hoger dan 5,3 kPa? Leg je antwoord uit.

Voordat er netto- CO_2 -afgifte aan de lucht in de longblaasjes heeft plaatsgevonden, is de pCO_2 in een longslagader hoger dan 5,3 kPa. Want volgens diagram 1 is de pCO_2 van de lucht in de longblaasjes ongeveer 5,3 kPa. Diffusie van CO_2 uit de longslagader via de longhaarvaten naar het alveolaire vocht vindt plaats door het concentratieverschil. Daarom moet de pCO_2 in de longslagader hoger zijn dan 5,3 kPa.

c In diagram 2 van afbeelding 28 zijn drie delen van het uitademingstraject aangegeven met letters.

Welk van de delen R, S of T heeft betrekking op de pO_2 in een mengsel van lucht in de longblaasjes met lucht uit de dode ruimte? Leg je antwoord uit.

Deel S heeft daar betrekking op. In deel S neemt de pO_2 af. Deze lucht is een mengsel van lucht in de longblaasjes met lucht uit de dode ruimte.

21

Mensen die veel koolstofmonoxide (CO) hebben ingeademd, kunnen bewusteloos raken en uiteindelijk overlijden. Iemand die door het inademen van CO bewusteloos is geraakt, wordt beademd met een mengsel van 95% O_2 en 5% CO_2 , niet met 100% O_2 .

a Welke twee effecten heeft de toevoeging van CO_2 op de regulatie van de ademhaling?

Door het gebruik van een gasmengsel met 5% CO_2 stijgt de CO_2 -concentratie in het bloed. Dit heeft een stimulerende werking op het ademhalingscentrum. Een hogere CO_2 -concentratie veroorzaakt ook een daling van de pH van het bloed. Een lage pH heeft een stimulerende werking op het ademhalingscentrum.

- b Leg aan de hand van de wet van Fick uit waarom het toedienen van 95% zuurstof een effectieve behandeling is voor het verdrijven van koolstofmonoxide uit het bloed bij CO-vergiftiging.

Volgens de Wet van Fick ($n = D \cdot A \cdot \Delta c / \Delta x$) zorgt een hoge pO_2 (Δc) voor een verhoogde diffusiesnelheid (n) van zuurstof. Hierdoor wordt meer zuurstof in het bloed opgenomen, waardoor CO sneller wordt verdrongen van hemoglobine. Dit versnelt de verdrijving van CO uit het bloed en herstelt het zuurstoftransport naar de weefsels.

22

In het International Space Station (ISS) is de luchtsamenstelling bijna gelijk aan die van de aarde. Het zuurstofgehalte is daar zelfs iets hoger. Toch kost ademhaling de astronauten meer moeite dan op aarde.

Leg uit waarom een astronaut in het ISS meer moeite heeft met ademen.

Door het ontbreken van de zwaartekracht in het ISS hebben de astronauten vooral meer moeite met uitademen. Op aarde helpt de zwaartekracht bij een uitademing om het borstbeen en de ribben te laten zakken. Door het ontbreken van de zwaartekracht moet deze beweging volledig door de tussenribspieren worden gedaan. Dit kost meer energie.

23

Snorkelen

Naar: Voorronde Biologie Olympiade 2016, vraag 33.

Mensen proberen vaak onder water vissen te bekijken met behulp van een duikbril en een snorkel (zie afbeelding 29).

Waardoor is ademhaling onder water via een snorkel minder efficiënt dan ademhaling boven water?

- A De dode ruimte in de luchtwegen wordt bij gebruik van de snorkel vergroot.
- B De hoeveelheid achtergebleven lucht in de longen wordt bij gebruik van de snorkel groter.
- C De via de snorkel aangevoerde lucht wordt onvoldoende gezuiverd en verwarmd.

A

Context Vapen remt spermaproductie

24

In de tekst staat dat er over de effecten van vapen nog geen resultaten uit langetermijnstudies zijn.

- a Leg uit waardoor het komt dat resultaten uit langetermijnstudies ontbreken.

Vapen is een relatief nieuwe vorm van roken. Er zijn nog geen mensen die al tien tot twintig jaar vapen, dus kun je daar ook geen onderzoek naar doen.

- b Hoewel resultaten uit langetermijnstudies ontbreken, wordt er wel steeds meer bekend over de schadelijke gevolgen van vapen. Enkele gevolgen zijn irritatie, longontsteking, hoesten, piepen, een vergrote kans op kanker en kans op bronchiolitis obliterans.

Wat zijn de symptomen van bronchiolitis obliterans? Gebruik bij het beantwoorden van deze vraag informatie van het internet.

Bronchiolitis obliterans is een ernstige longziekte waarbij littekens in de longen ontstaan en de bronchiolen worden geblokkeerd. Enkele symptomen zijn: hoesten, piepen en kortademigheid. Er is geen genezing mogelijk.

- c Door bronchiolitis obliterans worden de bronchiolen geblokkeerd.

Wat is het effect op de vitale capaciteit van een patiënt met bronchiolitis obliterans?

Doordat de bronchiolen worden geblokkeerd, kun je per ademhaling minder lucht inademen, de vitale capaciteit neemt sterk af.

25

Waarom is het belangrijk dat juist jongeren worden ontmoedigd om te gaan vaperen?

Bij jongeren zijn de longen nog volop in ontwikkeling. Door vaperen kunnen de longen beschadigd raken. Dit zou tot chronische longproblemen kunnen leiden.

26

Het roken van een vape is op zich al ongezond, maar artsen zijn ook bang dat vaperen sneller leidt tot het roken van gewone sigaretten.

Waarom zijn artsen zo bezorgd over het feit dat vaperen leidt tot het roken van gewone sigaretten?

Door vaperen raak je verslaafd aan nicotine. Hierdoor steek je misschien sneller een sigaret op. En een sigaret bevat nog meer schadelijke stoffen dan een vape, waardoor de kans op longziekten toeneemt.

3 De lever

KENNIS

27

- a De lever is net als de longen, de nieren en de huid een uitscheidingsorgaan. De endeldarm wordt niet beschouwd als een uitscheidingsorgaan. Leg dit uit.
 Uitscheidingsorganen halen afvalstoffen en overtollige stoffen uit het inwendige milieu (bloed en lichaamsvloeistof) en brengen die in het uitwendige milieu. De lever haalt stoffen uit het bloed en brengt die in de vorm van gal in de twaalfvingerige darm, maar de inhoud van de twaalfvingerige darm is te beschouwen als uitwendig milieu. Via de endeldarm worden onverteerde resten verwijderd, maar de inhoud van het darmkanaal maakt geen deel uit van het inwendige milieu.
- b Bij het afbreken van hemoglobine wordt bilirubine gevormd. Deze bilirubine wordt vervolgens afgevoerd.
 Mag je het afvoeren van bilirubine uitscheiding noemen?
 Ja, het afvoeren van bilirubine is een vorm van uitscheiding. Het hemoglobine is afkomstig uit de rode bloedcellen uit het bloed. Bilirubine wordt (via gal) afgestaan aan de darmen, dat is het uitwendige milieu.

28

Het advies van het Voedingscentrum is om 0,83 gram eiwit per kilogram lichaamsgewicht te eten. Het is daarbij belangrijk om voldoende essentiële aminozuren binnen te krijgen.
 Waarom geldt dit advies niet voor niet-essentiële aminozuren?

Niet-essentiële aminozuren kunnen in de lever via transaminering worden gevormd uit andere niet-essentiële aminozuren.

29

De lever heeft door de vele stofwisselingsreacties een hogere temperatuur dan de meeste andere delen van het lichaam, namelijk 38 tot 39 °C. De hogere temperatuur in de lever versnelt de chemische reacties en speelt een belangrijke rol bij handhaving van de lichaamstemperatuur.

- a Bloed in de leverader heeft een hogere temperatuur dan bloed in de leverslagader of de poortader.
 Leg dit verschil in temperatuur uit.
 De leverader voert bloed van de lever weg. De warmte die in de lever is ontstaan wordt door de leverader afgevoerd.
- b Als de temperatuur in de lever te hoog wordt, neemt de snelheid van de chemische reacties in de lever af. Leg uit hoe dit komt.
 Als de temperatuur stijgt, dan komt de temperatuur boven de optimumtemperatuur van de leverenzymen te liggen. Hierdoor gaan sommigen enzymen al denatureren en neemt de totale enzymactiviteit af. Hierdoor verlopen de chemische reacties langzamer.

INZICHT

30

- a Verstopte galwegen leiden tot een gele huid en een gelig oogwit (geelzucht).
 Leg uit waardoor dit verschijnsel ontstaat.
 De gele kleur wordt veroorzaakt door bilirubine. Normaal wordt bilirubine met de gal verwijderd, maar nu komt de bilirubine in het bloed.
- b Een ander gevolg van verstopte galwegen is dat de ontlasting vettig is.
 Leg uit waardoor dit komt.
 Gal emulgeert vetten. Doordat er geen gal in de twaalfvingerige darm komt, worden de vetten niet geëmulgeerd. Daardoor kunnen de spijsverteringsenzymen er niet goed op inwerken en blijft de ontlasting vettig.

31

Bij een baby wordt gedurende de eerste uren na de geboorte de insulineconcentratie van het bloed bepaald. De baby krijgt gedurende deze tijd nog geen voeding. De resultaten zijn weergegeven in het diagram van afbeelding 37.1.

Drie leerlingen (Daphne, Fay en Tom) geven een verklaring voor de daling van de glucoseconcentratie van het bloed zoals die in afbeelding 37.2 is weergegeven.

- Daphne zegt dat de glucoseconcentratie daalt, doordat het energieverbruik van de baby na de geboorte stijgt.
- Fay zegt dat de glucoseconcentratie daalt, doordat de glucoseaanvoer uit de placenta ophoudt.
- Tom zegt dat de glucoseconcentratie daalt, doordat in de lever nog te weinig glycogeen is gevormd.

Welke verklaringen zijn juist en welke is onjuist? Leg je antwoorden uit.

De verklaring van Daphne is juist. Voor het verbruik van energie is glucose nodig. De baby verbruikt na de geboorte meer energie dan ervoor, onder andere doordat de ademhaling op gang komt en de lichaamstemperatuur op peil moet worden gehouden. Een daling van de glucoseconcentratie is dus te verwachten.

De verklaring van Fay is ook juist. Na de geboorte krijgt de baby geen glucose meer uit de placenta. De benodigde glucose komt uit een andere bron, namelijk het glycogeen dat ligt opgeslagen in de lever (de baby krijgt nog geen voeding). Het duurt even voordat de omzetting van glycogeen in glucose op gang komt. Daardoor daalt intussen de glucoseconcentratie. Zodra deze op gang is, stijgt de concentratie weer.

De verklaring van Tom is onjuist. In het diagram is te zien dat de hoeveelheid glucose per 100 mL bloed na 1 uur is gedaald, maar na 1,5 uur weer gaat stijgen. De glucose kan niet via voeding in het bloed terecht zijn gekomen. De glucoseconcentratie kan dan alleen maar stijgen als er in de lever, onder invloed van glucagon, glycogeen wordt omgezet in glucose.

32

Uit onderzoek is gebleken dat mensen bij wie de galblaas is verwijderd een grotere kans hebben op een botbreuk. De galblaas wordt soms verwijderd als galstenen de galbuis blokkeren, waardoor gal en afvoerproducten van de alvleesklier zich ophopen. Verwijdering van de galblaas heeft geen invloed op de productie van gal.

Vitamine D speelt een belangrijke rol in de vorming van sterke botten door calcium en fosfor in de juiste verhouding af te zetten in botweefsel. Vitamine D is in vet oplosbaar en zit in vetrijke voedingsmiddelen zoals vette vis (bijvoorbeeld zalm en haring).

Verklaar dat bij mensen bij wie de galblaas is verwijderd, de kans op een botbreuk groter is.

Gal emulgeert vetten, waardoor het oppervlak van vet wordt vergroot en vetverterende enzymen het vet beter verteren. Dit zorgt ervoor dat vetoplosbare vitamine D beter wordt opgenomen. Bij mensen bij wie de galblaas is verwijderd, druppelt voortdurend gal in de darm, maar niet in grote hoeveelheden wanneer vetrijk voedsel de darm binnenkomt. Daardoor wordt vet minder goed verteerd en wordt er minder vitamine D opgenomen. Dit leidt tot minder sterke botten en daardoor een grotere kans op een botbreuk.

33

Bij een marathonloper wordt gedurende de wedstrijd de glucoseconcentratie van zijn poortader en zijn leverader gemeten.

- a Na 15 kilometer is de glucoseconcentratie in de leverader hoger dan in de poortader. Leg uit hoe dat komt.

Na een maaltijd bevat het bloed veel verteringsproducten, waaronder glucose. Tijdens het eerste deel van de wedstrijd wordt deze glucose verbruikt. De leverader zal dus weinig glucose meer bevatten. De lever zet nu de opgeslagen glycogeen voorraad om in glucose. Deze vrijgekomen glucose wordt afgegeven aan de leverader. Hierdoor heeft de leverader een hogere glucoseconcentratie dan de poortader.

- b Na 35 kilometer begint de marathonloper te trillen op zijn benen. Hij is 'de man met de hamer' tegengekomen en moet de wedstrijd verlaten.
Verklaar met behulp van de koolhydraatstofwisseling waardoor de marathonloper de wedstrijd heeft moeten opgeven.

Het trillen op de benen ontstaat door een glucosegebrek. De glycogeenvoorraad is beperkt en er wordt niet voldoende glucose gevormd om de hardloper voor de hele wedstrijd van voldoende glucose te voorzien. Als de glycogeenvoorraad op is, schakelt het lichaam over op omzettingsreacties waarbij vetzuren en aminozuren worden omgezet in glucose. De snelheid van deze omzetting is minder hoog en er kan toch een glucosetekort ontstaan met als gevolg dat de hardloper de wedstrijd niet kan voortzetten.

34

Volgens de reactievergelijking in het onderzoek van afbeelding 38 ontstaat zuurstof bij de afbraak van waterstofperoxide.

- a Hoe kun je deze zuurstof aantonen?

Je kunt deze zuurstof aantonen met behulp van een gloeiende spaander. Als er zuurstof is, zal deze opvlammen.

- b De hypothese sluit niet goed aan op de onderzoeksvraag en kan met dit experiment nooit worden aangenomen.

Leg uit waarom niet.

Er staat in de hypothese dat bij alle soorten organismen waterstofperoxide wordt afgebroken. Het feit dat bij de aardappelplant waterstofperoxide wordt afgebroken wil niet zeggen dat het bij alle organismen zo is. De hypothese is niet te verifiëren (te bewijzen dat de uitspraak juist is). Omdat je niet in staat bent alle bestaande organismen te onderzoeken, weet je nooit zeker of het verschijnsel zich bij alle organismen voordoet. Je kunt de hypothese wel falsificeren (bewijzen dat de uitspraak onjuist is). Zodra je een soort tegenkomt waarbij waterstofperoxide niet wordt afgebroken, is de uitspraak onjuist.

- c Welke conclusie kun je trekken?

Aardappelcellen kunnen waterstofperoxide afbreken.

- d Als je een stukje lever van een koe in een reageerbuis met waterstofperoxide legt, begint het te bruisen. Na verloop van tijd houdt het bruisen op.

Hoe kun je deze twee verschijnselen verklaren?

Een stukje lever bestaat uit eukaryote cellen en bevat dus katalase dat waterstofperoxide kan afbreken. Het bruisen stopt wanneer alle waterstofperoxide is afgebroken.

Context Lever uit de 3D-printer

35

Het team onderzoekers dat onderdeel uitmaakt van het Regenerative Medicine Center Utrecht is multidisciplinair. Dit betekent dat er vanuit meerdere vakgebieden aan dit project wordt gewerkt.

- a Noem drie vakgebieden die een rol hebben gespeeld bij de ontwikkeling van 3D-printen van de lever.

Biologie, natuurkunde, scheikunde.

- b Er werken biomedisch specialisten binnen het team.

Wat zou de rol zijn van biomedisch specialisten binnen dit multidisciplinaire team?

Een biomedisch specialist probeert om met behulp van technische hulpmiddelen oplossingen te vinden voor medische problemen. Een biomedisch specialist combineert techniek met medische kennis en ontwikkelt nieuwe producten en diensten voor de medische markt.

- c In een 3D-printer die plastic print, wordt de temperatuur zó hoog, dat het plastic smelt.

Leg uit dat het printen van biologisch materiaal aan andere eisen moet voldoen.

Cellen mogen niet beschadigd raken. Daarom printen bioprinters niet bij hoge temperaturen. De geprinte materialen moeten ook aan de juiste fysiologische pH (7,4) en osmolariteit voldoen.

- d Weefsels bevatten verschillende soorten cellen met verschillende eigenschappen. Een lever bevat bijvoorbeeld kliercellen die stoffen uitscheiden, maar ook bloedvaten. Een bioprinter werkt met stamcellen: cellen die nog klier of bloedvat of iets anders kunnen worden. Leg uit hoe je deze verschillende celtypen en structuren aan een print kunt toevoegen.

Je zou een print kunnen maken waarbij stamcellen verschillende ontwikkelingen doormaken, of je zou meerdere keren kunnen printen met steeds andere soorten cellen.

- e Het is mogelijk om via levertransplantatie de zieke lever van een patiënt te vervangen door (een deel van) een lever van een mens.

Geef een argument waarom het toch goed is om het onderzoek naar 3D-geprinte organen voort te zetten.

Mogelijke antwoorden:

- Er is een groot tekort aan leverdonoren. Hierdoor staan er veel mensen op een wachtlijst die mogelijk nooit een donorlever krijgen.
- 3D-geprinte organen zouden (in de toekomst) gemaakt kunnen worden met gezonde cellen van de patiënt zelf. Hierdoor wordt de kans op afstoting van de getransplanteerde lever een stuk kleiner.

Andere antwoorden zijn ter beoordeling van de docent.

De nieren

KENNIS

36

De cellen van de nierkapsels leveren geen energie voor de ultrafiltratie, waarbij voorurine wordt gevormd.

- a Welke kracht veroorzaakt de vorming van voorurine?

De bloeddruk veroorzaakt de vorming van voorurine.

- b Bij een proefpersoon is de bloeddruk in de haarvaten van een glomerulus 8,5 kPa. De elasticiteit van het kapsel van Bowman veroorzaakt een tegendruk van 2 kPa. De osmotische druk in de haarvaten is 3,3 kPa.

Wat is in deze situatie de nettodruk waarmee de vloeistof uit de haarvaten wordt geperst?

Noteer de berekening.

$$8,5 - 3,3 - 2 = 3,2 \text{ kPa}$$

- c Waardoor wordt de osmotische druk in de haarvaten veroorzaakt?

De osmotische druk in de haarvaten wordt veroorzaakt door moleculen die niet door filtratie in het kapsel van Bowman terechtkomen. Dit zijn vooral eiwitten.

37

Iemand produceert tijdelijk meer voorurine dan normaal. Dit is het gevolg van een vernauwing van bepaalde bloedvaten.

Treedt deze vernauwing op bij het aanvoerende of afvoerende slagadertje? Leg je antwoord uit.

Gebruik hierbij afbeelding 42.

Als iemand tijdelijk meer voorurine dan normaal produceert, kan dit worden veroorzaakt door een vernauwing van het afvoerende nierslagadertje. Door de vernauwing wordt een hogere bloeddruk bij de haarvatenkluwen veroorzaakt.

38

Wordt de afwezigheid van eiwitten in de urine veroorzaakt door terugresorptie? Leg je antwoord uit.

Nee, eiwitmoleculen komen niet in de voorurine voor, doordat ze niet door de gaatjes in de wand van de nierkapsels heen kunnen.

39

De werking van de nieren is bij alle dieren gelijk. Toch zijn er wel (kleine) verschillen in de bouw van de nieren. Dit verschil heeft te maken met het milieu waarin de dieren leven. Zo is er een verschil in de bouw van een nefron tussen de kleine woestijnspringmuis, die leeft in woestijnachtige gebieden van Noord-Afrika, en de bosmuis, die voorkomt in de gematigde streken van Europa.

- a Wat zal het verschil in de bouw van een nefron tussen de kleine woestijnspringmuis en de bosmuis zijn? Leg je antwoord uit.

De lis van Henle zal bij de kleine woestijnspringmuis langer zijn dan bij de bosmuis. De woestijnspringmuis leeft in een omgeving met minder water dan de bosmuis. Door de langere bouw van de lis van Henle kan de woestijnspringmuis meer water uit de voorurine resorberen.

- b Naast een verschil in de bouw van een nefron is er mogelijk ook een verschil in de concentratie van het hormoon ADH tussen beide muizensoorten.

Welk verschil zou er kunnen bestaan in de concentratie ADH tussen de kleine woestijnspringmuis en de bosmuis? Leg je antwoord uit.

De concentratie ADH zal bij de kleine woestijnspringmuis waarschijnlijk hoger zijn dan bij de bosmuis. Een toename in de concentratie ADH zorgt voor een hogere terugresorptie van water.

- c Onder invloed van ADH kan de urine van kleur veranderen.
Wordt de urine lichter of donkerder als de concentratie ADH toeneemt? Leg je antwoord uit.
Als de concentratie ADH in het bloed toeneemt, wordt de urine donkerder van kleur. Er wordt meer water aan de voorurine onttrokken, waardoor de urine een hogere concentratie stoffen bevat.
- d Vindt in de nierbuisjes terugresorptie van calciumionen plaats? Leg je antwoord uit.
Ja, ureum wordt vrijwel niet geresorbeerd: urine bevat 70× zoveel ureum als voorurine. Urine bevat slechts 3× zoveel calciumionen (Ca^{2+}) als voorurine, dus een belangrijk deel wordt teruggeresorbeerd.
- e Het hormoon aldosteron heeft invloed op de Na^+ - en K^+ -concentratie van de urine.
Bevat de urine bij een hoge aldosteronspiegel van het bloed in verhouding veel of weinig natrium? En veel of weinig kalium? Leg je antwoord uit.
De urine bevat bij een hoge aldosteronspiegel van het bloed in verhouding weinig natrium en veel kalium. Onder invloed van aldosteron vindt actief transport plaats van Na^+ -ionen van de voorurine naar de weefselvloeistof. Tegelijkertijd vindt onder invloed van aldosteron afgifte van K^+ -ionen aan de voorurine plaats.

INZICHT

40

Glucose wordt in het eerste deel van het nierbuisje geresorbeerd. Toch komt niet alle glucose in het bloed terecht.

- a Wat gebeurt er met de glucose die wel wordt geresorbeerd, maar niet in het bloed wordt opgenomen?
Het deel van de glucose dat niet door het bloed wordt opgenomen wordt gedissimileerd in de cellen van het nierkanaaltje. Hierbij ontstaat energie die nodig is om stoffen actief uit de voorurine te resorberen.
- b Bij patiënten met diabetes werkt het hormoon insuline onvoldoende om glucose vanuit het bloed op te nemen in cellen of om het teveel aan glucose in de lever om te laten zetten tot glycogeen. De concentratie glucose in het bloed zal daardoor toenemen. De urine van diabetespatiënten kan zoet ruiken. De urine bevat dan glucose.
Leg uit hoe het komt dat diabetespatiënten glucose in hun urine hebben.
Door de hoge concentratie glucose in het bloed zal ook voorurine veel glucose bevatten. De nieren kunnen daardoor niet alle glucose uit de voorurine halen, waardoor een deel ervan uiteindelijk in de urine komt.

41

ADH wordt ook wel vasopressine genoemd (Latijn: *vasa* = bloedvaten; *pressare* = drukken), omdat de bloeddruk stijgt bij een zeer hoge concentratie ADH in het bloed.

- a Leg uit hoe deze stijging van de bloeddruk ontstaat.
Bij een zeer hoge concentratie ADH in het bloed wordt er veel water aan de voorurine onttrokken. Hierdoor neemt het volume van het bloed toe, waardoor de bloeddruk stijgt.
- b Wat gebeurt er met de osmotische waarde van het bloed als de concentratie ADH toeneemt? Leg je antwoord uit.
Bij een stijging van de concentratie ADH zal de osmotische waarde van het bloed afnemen. ADH zorgt voor meer terugresorptie van water. Dit water komt terecht in het bloed. Hierdoor wordt het bloed verdund en zal de concentratie opgeloste stoffen lager zijn.

42

Diabetes insipidus

Naar: Voorronde Biologie Olympiade 2018, vraag 21.

Diabetes insipidus is een aandoening die wordt gekenmerkt door veel drinken en veel plassen (5-15 liter per dag). De uitgescheiden urine van mensen met deze aandoening is – in tegenstelling tot die van personen met diabetes mellitus – niet zoet, maar alleen sterk verdund. Diabetes

insipidus wordt veroorzaakt door het niet-produceren van ADH of door ongevoeligheid van de V2-receptoren in de nieren. Binding van ADH aan V2-receptoren verhoogt de permeabiliteit van het celmembraan voor water.

In afbeelding 47 zijn onderdelen van een niereenheid met cijfers aangegeven.

Waar bevinden zich de V2-receptoren?

- A op plaats 1
- B op plaats 2
- C op plaats 3
- D op plaats 4
- E op plaats 5

D

43

Vloeistofverplaatsing

Naar: Voorronde Biologie Olympiade 1999, vraag 34.

In tekening 1 van afbeelding 48 is een schematische doorsnee van een nierkapsel en bijbehorende haarvaten uit een nier van de mens weergegeven.

In tekening 2 is het nierkapsel met een van de haarvaten gestrekt onder de horizontale as van het diagram getekend.

Vier plaatsen in het nierkapsel zijn aangegeven met P, Q, R en S. In het diagram geeft een lijn de buitenwaarts gerichte kracht in het haarvat weer. De andere lijn geeft de binnenwaarts gerichte kracht weer. De uiteindelijke netto-vloeistofverplaatsing wordt veroorzaakt door de plaatselijke verschillen tussen deze buitenwaarts en binnenwaarts gerichte krachten.

In welk of in welke van de aangegeven trajecten wordt voorurine gevormd uit het bloed van het haarvat? Welk nummer heeft de lijn van de binnenwaartse kracht?

- A Vorming voorurine in traject PQ en lijn 1 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- B Vorming voorurine in traject PQ en lijn 2 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- C Vorming voorurine in traject RS en lijn 1 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- D Vorming voorurine in traject RS en lijn 2 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- E Vorming voorurine in traject PS en lijn 1 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- F Vorming voorurine in traject PS en lijn 2 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- G Vorming voorurine in traject PQ en in traject QR en lijn 1 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- H Vorming voorurine in traject PQ en in traject QR en lijn 2 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- I Vorming voorurine in traject QR en in traject RS en lijn 1 geeft de binnenwaartse kracht weer.
- J Vorming voorurine in traject QR en in traject RS en lijn 2 geeft de binnenwaartse kracht weer.

B

44

In het diagram van afbeelding 49 is de urineproductie van een proefpersoon in rust gedurende een aantal uren weergegeven. Op tijdstip P drinkt deze persoon 1 liter water.

De concentratie van opgeloste stoffen in de gevormde urine op tijdstip Q wordt vergeleken met de concentratie van opgeloste stoffen op tijdstip 0.

- a Zal de concentratie op tijdstip Q waarschijnlijk lager zijn dan, gelijk zijn aan of hoger zijn dan de concentratie op tijdstip 0? Leg je antwoord uit.

De concentratie opgeloste stoffen in de urine zal op tijdstip Q waarschijnlijk lager zijn dan op tijdstip 0. Na tijdstip Q stijgt de urineproductie nog steeds.

- b Zal op tijdstip R de ADH-concentratie in het bloed van de proefpersoon lager zijn dan, gelijk zijn aan of hoger zijn dan de ADH-concentratie op tijdstip 0? Leg je antwoord uit.

De ADH-concentratie in het bloed zal op tijdstip R lager zijn dan op tijdstip 0. Op tijdstip R wordt veel urine geproduceerd. Bij een lage ADH-concentratie in het bloed wordt weinig water aan de voorurine onttrokken en heb je dus een hoge urineproductie.

45

Hemodialyse

Naar: examen vwo 2008-I, vraag 4 en 5.

Slecht functionerende nieren zijn levensbedreigend. Hemodialyse biedt in die situatie vaak uitkomst, doordat deze behandeling een aantal functies van de nier geheel of gedeeltelijk kan vervangen. Een nierpatiënt wordt daartoe gemiddeld driemaal per week gedurende een aantal uren aan een dialyseapparaat aangesloten. Hemodialyse is bedoeld als een tijdelijke behandeling ter overbrugging van de tijd totdat een donornier ter beschikking komt. De samenstelling van de dialysevloeistof en de snelheid van bloedstroom en dialysevloeistof zijn zo ingesteld dat de nettoverplaatsing van stoffen door het membraan zoveel mogelijk lijkt op het resultaat van de transportprocessen door de wand van het nierkanaaltje van een gezonde nier.

In tabel 4 is de samenstelling gegeven van het bloedplasma van een persoon met gezonde nieren, van de verse dialysevloeistof en van het bloedplasma van een nierpatiënt.

Een aantal stoffen komt in de verse dialysevloeistof niet voor, andere stoffen juist in een hogere concentratie dan in het bloedplasma van een gezond persoon.

- a Leg uit waarom sommige stoffen, die wel in het bloedplasma voorkomen, in de verse dialysevloeistof (zie tabel 4) ontbreken.

Uit het bloedplasma moeten ontbrekende stoffen (zoals ureum) worden verwijderd. Doordat deze ontbreken in de dialysevloeistof, kunnen deze stoffen (maximaal) naar de dialysevloeistof diffunderen / ontstaat een zo gunstig mogelijke diffusiegradiënt, waardoor ze uit het bloedplasma diffunderen.

- b Uit de samenstelling van de dialysevloeistof (zie tabel 4) blijkt dat wordt geprobeerd het bufferend vermogen van het bloedplasma van de nierpatiënt te verhogen.

Leg uit op welke wijze bij hemodialyse het bufferend vermogen van het bloedplasma van de nierpatiënt wordt verhoogd.

Dialysevloeistof bevat veel HCO_3^- en dat is een buffer die door de hoge concentratie in de dialysevloeistof naar het bloedplasma van de patiënt kan diffunderen.

Context Dorstige pinguïns

46

Tijdens observaties aan pinguïns op Antarctica bleek dat veel individuen geen (zee)water dronken. Toch moeten ook deze pinguïns vocht binnenkrijgen.

- a Op welke wijze krijgen pinguïns die niets drinken toch vocht binnen?

Hoewel pinguïns niet drinken, komt er toch zout water hun lichaam binnen als ze hun prooi opslokken. Ze eten voornamelijk vis. Als ze een vis vangen en doorslikken, is het onvermijdelijk dat ze ook wat zout water inslikken.

- b Pinguïns in gevangenschap hebben vaak wel toegang tot zoetwater.

Wat zou het effect zijn op de werking van de supraorbitale klier als de pinguïns zoetwater drinken?

De supraorbitale klier heeft dan geen functie meer. Dit heeft geen invloed op de gezondheid van de pinguïn.

- c De supraorbitale klier is goed doorbloed en maakt gebruik van het tegenstroomprincipe om zoveel mogelijk zout uit te scheiden.

In een bloedvat van een zoutklier stroomt het bloed van punt A naar punt B. Vanuit dit bloedvat gaan zouten door transport naar een kanaal van de zoutklier. Daarin stroomt vocht in omgekeerde richting, van punt C naar punt D, zie afbeelding 51.

Waar is de osmotische waarde van het bloedvat het hoogst: in punt A of in punt B? Leg je antwoord uit.

Vanuit het bloedvat worden zouten afgescheiden. De osmotische waarde van punt A is dus hoger dan de osmotische waarde in punt B. Van A naar B neemt de osmotische waarde in het bloed af.

- d Waar is de osmotische waarde van het kanaal van de zoutklier het hoogst: bij punt C of bij punt D? Leg je antwoord uit.
Bij punt D heb je een hogere osmotische waarde. Vanuit het bloedvat worden zouten afgegeven aan het kanaal van de zoutklier. Het kanaal van de zoutklier neemt in de richting $C \rightarrow D$ zouten op. Daardoor is de concentratie opgeloste zouten bij punt D hoger dan bij C.
- e De concentratie opgeloste stoffen is bij punt A in het bloedvat lager dan bij punt D in het kanaal van de zoutklier. Toch worden er nog steeds zouten van punt A richting punt D getransporteerd.
Bij welke vorm van transport is dit mogelijk?
Dit is mogelijk bij actief transport.

5 De huid

KENNIS

47

Bij lichamelijke inspanning ga je niet alleen zweten, maar krijg je ook een rood hoofd. Geef hiervoor twee mogelijke oorzaken.

- 1 Bij lichamelijke inspanning heb je meer verbranding en hebben je spieren meer zuurstof en voedingsstoffen nodig. De bloedvaten worden wijder, zodat de bloedtoevoer naar je spieren wordt verhoogd. Omdat dit ook met de bloedvaten in je gezicht gebeurt, word je rood.
- 2 Door lichamelijke inspanning heb je meer verbranding en dus meer warmteproductie. Deze warmte wordt voor een deel via de huid afgevoerd. Hiervoor worden de bloedvaten in de huid wijder, ook in je gezicht.

48

Veel mensen hebben een tatoeage.

Hoe komt het dat een inkt tatoeage niet verdwijnt, terwijl de huid wel afslijt?

De inkt van een tatoeage wordt in de lederhuid geprikt. Deze laag zit onder de kiemlaag van de opperhuid. De opperhuid slijt af, de lederhuid niet.

49

Bij een langdurig verblijf in een land met een warm klimaat treedt na verloop van tijd acclimatisatie op. Je gaat meer zweten, maar het zoutgehalte van het zweet neemt af.

- a Waarom is het produceren van meer zweet een goede aanpassing aan het leven in een warm klimaat?
Om af te koelen, moet je voortdurend zweet produceren. Het verdampen van het zweet onttrekt warmte aan het lichaam, waardoor je afkoelt.
- b Leg uit waarom het verminderen van de concentratie zouten in het zweet een aanpassing is aan het leven in een warm klimaat.
Door het verminderd uitscheiden van zout beperk je het verlies. De zouten zijn ook nodig voor bijvoorbeeld het in stand houden van de osmotische waarde van het bloed.

50

In de opperhuid bevinden zich pigmentcellen (melanocyten) die beschermen tegen huidkanker. Bij blootstelling aan de zon kunnen melanocyten van vorm veranderen en er ontstaan dan uitlopers.

Leg uit waarom het vormen van uitlopers door melanocyten een betere bescherming biedt tegen huidkanker.

Door het vormen van uitlopers is een groter deel van de huid beschermd tegen de uv-straling die huidkanker veroorzaakt.

INZICHT

51

De reddingsbrigade waarschuwt elk voorjaar zwemmers aan de Nederlandse kust voor hypothermie (onderkoeling). Bij een zeewatertemperatuur van 5 °C raak je in zwemkleding binnen een halfuur onderkoeld. De werkelijke overlevingstijd varieert echter sterk en hangt af van veel factoren, zoals lichaamsbouw, hoeveelheid onderhuids vet, gebruik van alcohol, kleding, geslacht, windsnelheid en lichamelijke conditie.

- a Verklaar waarom kinderen eerder met hypothermie hebben te maken dan volwassenen.
De verhouding tussen oppervlakte en inhoud van het lichaam is bij kinderen groot in vergelijking met volwassenen. Een kind heeft daarnaast een relatief groot hoofd ten opzichte van het lichaam. Een kind verliest daardoor gemakkelijk veel warmte.

- b Verklar het verschil in overlevingstijd in water tussen mannen en vrouwen.
Vrouwen hebben in vergelijking met mannen meer onderhuids bindweefsel met vetcellen (rond de dijen, heupen en billen). Vet werkt isolerend.
- c Welke invloed heeft het gebruik van alcohol op de overlevingstijd in het water? Leg je antwoord uit.
Door alcohol neemt de overlevingskans in het water af. Door alcohol verwijderen de bloedvaten zich en koelt het lichaam sneller af. (Daarnaast zorgt alcohol voor een verdovend effect, waardoor iemand de eerste signalen van onderkoeling pas later opmerkt.)
- d Leg uit waarom het niet verstandig is om zeewater te drinken terwijl je op hulp wacht.
Door het drinken van zout water zal de urine veel zout gaan bevatten. Door osmose 'trekt' de zoute urine veel water uit het bloed, waardoor een drenkeling uitdroogt.

52

Bij een beginnende koorts wordt de 'thermostaat' in de hersenen hoger ingesteld. Zullen als gevolg van het hoger instellen van de thermostaat de zweetklieren meer of minder zweet produceren? Leg je antwoord uit.

De zweetproductie zal afnemen. Doordat de 'thermostaat hoger wordt ingesteld', krijg je het gevoel dat je het koud krijgt. Je lichaam reageert hierop door warmteverlies te voorkomen (door onder andere zo weinig mogelijk te zweten) en warmte te produceren (rillen).

53

Vogels hebben geen zweetklieren, maar gebruiken hun snavel als koelsysteem. Op het heetst van de dag begint een struisvogel spontaan te hijgen. Het 'koelhijgen' heeft niets te maken met buiten adem zijn na lichamelijke inspanning.

Leg uit dat het 'koelhijgen' dezelfde functie heeft als zweten.

Hijgen vergroot de luchtstroom door de mondholte. Het vocht in de mondholte verdampt, wat hetzelfde verkoelende effect heeft als zweten.

54

Tatoeagekleurstoffen kunnen via de huid in de lymfeklieren terechtkomen.

Leg uit hoe dit kan.

De inkt van de tatoeage wordt in de lederhuid geïnjecteerd en komt ook terecht in de weefselvloeistof tussen de cellen. Een deel van de kleurstoffen wordt met de weefselvloeistof afgevoerd via de lymfevaten en komt dan in de lymfeklieren terecht.

55

In de ledematen van bepaalde zoogdieren kan het bloed in de richting van het hart worden vervoerd door aders die aan het oppervlak liggen en door aders die dicht langs de slagaders lopen (zie afbeelding 56).

- a In welke afbeelding is de warmte-uitwisseling tussen het bloed in de slagader en het bloed in de ernaast gelegen ader het grootst: 56.1 of 56.2?
In afbeelding 56.1 is de warmte-uitwisseling tussen het bloed en de slagader en het bloed in de naastgelegen ader het grootst. De ader en slagader liggen dicht tegen elkaar aan.
- b In welke afbeelding is de omgevingstemperatuur het laagst? Leg je antwoord uit.
In afbeelding 56.1 is de omgevingstemperatuur het laagst. In een koude omgeving wordt de warmteafgifte van het lichaam beperkt. Doordat er weinig bloed vlak onder het lichaamsoppervlak stroomt, wordt er weinig warmte aan de omgeving afgegeven.

Context Botox tegen zweten

56

Behalve zweten door inspanning zijn er ook andere oorzaken waardoor je kunt gaan zweten. Noem er drie.

Voorbeelden van juiste antwoorden zijn:

- Zweten door hoge buitentemperatuur (warme zomer of sauna).
- Zweten door stress of angst.
- Zweten door koorts.
- Zweten door het eten van pittig voedsel.
- Zweten tijdens het slapen, nachtzweet.
- Vrouwen hebben tijdens de overgang vaak last van zogenoemde opvliegers, dit kan ook leiden tot zweten.

57

Zweet gaat pas ruiken vanaf de puberteit. Dit komt omdat dan de apocriene klieren actief worden. Waarom worden de apocriene zweetklieren pas actief vanaf de puberteit?

Apocriene klieren produceren ook feromonen. De feromonen die vrijkomen spelen een rol bij de seksuele selectie, dus de voortplanting. Voor de puberteit zijn jongens en meisjes nog niet vruchtbaar en scheiden ze geen feromonen af.

58

Waarom is een goede persoonlijke hygiëne, het dragen van absorberende kleren en het gebruik van antitranspiranten belangrijk bij het voorkomen van onaangename lichaamsgeurtjes?

Goede hygiëne, absorberende kleren en antitranspiranten zorgen voor minder (oud) zweet en helpen daardoor om overmatige groei van bacteriën te voorkomen. Hierdoor zijn er minder bacteriën aanwezig die de slechte lichaamsgeur kunnen veroorzaken.

59

Als hyperhidrose niet wordt behandeld, worden de symptomen zoals een onaangename lichaamsgeur steeds sterker.

Leg uit hoe dit komt.

Bij hyperhidrose wordt er veel zweet geproduceerd. Door dit zweet kunnen er extra veel bacteriën groeien. Deze bacteriën veroorzaken de onaangename symptomen.

60

Hoewel hyperhidrose geen fysieke problemen oplevert, kan een arts toch besluiten om bij een patiënt een operatie uit te voeren. Er zijn verschillende chirurgische ingrepen beschikbaar, afhankelijk van de ernst en de locatie van de hyperhidrose. Een van de meest voorkomende chirurgische procedures is sympathectomie, waarbij de zenuwen die verantwoordelijk zijn voor het overmatige zweten worden doorgesneden of verwijderd.

Waarom zal een arts alleen tot operatie overgaan als er geen andere behandelingen meer mogelijk zijn?

Zweten heeft een belangrijke rol bij de temperatuurregulatie. Door het verminderen van de zweetproductie is de patiënt minder goed in staat om af te koelen. Daarnaast zijn er aan elke operatie risico's verbonden.

Samenhang Walvissen

1

Vul in de tabel de volgende begrippen in bij het juiste organisatieniveau.

Kies uit: *ademhalingsstelsel – blaasgat – eiwit – hemoglobine – longen – myoglobine – nieren – oceaan – ribben – rode bloedcel – schedel – walvissen – wetenschapper – zuurstof.*

Organisatieniveau	Begrip
Systeem aarde	
Ecosysteem	oceaan
Populatie	
Organisme	walvissen, wetenschapper
Orgaanstelsel	ademhalingsstelsel
Orgaan	blaasgat, longen, nieren, ribben, schedel
Cel	rode bloedcel
Molecuul	eiwit, hemoglobine, myoglobine, zuurstof

2

In de jaren 1840 viel het bioloog Carl Bergmann op dat soorten in een koud klimaat meestal groot zijn. Een biologisch voordeel is dat grote dieren een kleinere oppervlakte-inhoudverhouding hebben dan kleine dieren.

Twee beweringen over een relatief kleine oppervlakte-inhoudverhouding zijn:

- 1 Er is minder energie nodig voor warmteopwekking.
 - 2 De dieren hebben minder grote uitstekende delen, zoals grote vinnen.
- a Geef van elke bewering aan of deze juist of onjuist is. Leg je antwoord uit.

Bewering 1 is juist: Door een gunstigere oppervlakte-inhoudverhouding is er minder warmteverlies. Grote dieren gebruiken dus relatief minder zuurstof voor dissimilatie om hun lichaamstemperatuur op peil te houden. Deze zuurstof kunnen ze voor de spieren gebruiken. Bewering 2 is juist: uitstekende delen zorgen voor extra oppervlakte. Hierdoor gaat er meer warmte verloren. Dit wil je in koude gebieden juist voorkomen.

- b Het dieet van een potvis bestaat voornamelijk uit inktvissen. Potvissen gebruiken hun sonar om de inktvissen op te sporen. Wanneer ze een prooi hebben gevonden, duiken ze naar grote diepte om deze te vangen. Als een potvis onder water op jacht gaat, treedt de 'duikreflex' op: een sterke daling van de hartslagfrequentie en een vaatvernauwing, waardoor de bloedtoevoer naar perifere organen vermindert.

Leg uit hoe de reflexmatige vaatvernauwing tijdens de duik bijdraagt aan het verlengen van de tijd die de potvis tijdens een duik onder water kan blijven.

Voorbeelden van een juist antwoord:

- Als perifere organen minder worden doorbloed, zullen ze minder zuurstof verbruiken (voor verbranding), waardoor er langere tijd voldoende zuurstof is voor de vitale organen.
- Doordat de perifere organen minder CO₂ zullen afgeven (en het bloed minder verzuurt), blijft de ademrikkel langer uit en wordt de duiktijd verlengd.

3

In de rode bloedcellen van een walvis zit hemoglobine die zuurstof bindt. Spieren bevatten veel myoglobine.

- a Hoeveel procent van de hemoglobine is verzadigd met zuurstof als de omgeving van het bloed een pO₂ heeft van 2 kPa en een pH van 7,4? Gebruik bij deze vraag BiNaS tabel 83D.

20%

- b Hoeveel procent van de myoglobine is verzadigd met zuurstof als de omgeving van het bloed een pO₂ heeft van 2 kPa?

70%

- c Wat is het biologisch voordeel van dit verschil in zuurstofbindend vermogen voor de walvis? Bij een lage pO_2 in de omgeving verschuift het reactie-evenwicht van hemoglobine. Uit oxyhemoglobine ontstaan dan hemoglobine en vrije zuurstof. Myoglobine bindt zuurstof sterker dan hemoglobine, waardoor deze vrijgekomen zuurstof wordt gebonden in de spieren. Myoglobine is in staat om in een zuurstofarme omgeving nog veel zuurstof te binden, waardoor de walvis na lange tijd onder water nog in staat is om een zuurstofvoorraad in de spieren aan te houden. Pas bij een zeer lage pO_2 komt deze zuurstof vrij voor de dissimilatie in de cellen.

4

In de tekst staat dat wetenschappers verbaasd waren dat walvissen maar een korte lis van Henle hebben. Op basis van het milieu waarin walvissen leven verwachtten ze een veel langere lis van Henle.

- a Waarom verwachtten de wetenschappers dat walvissen een langere lis van Henle zouden hebben?
Het zoute water van de oceaan heeft een hogere osmotische waarde dan het inwendige milieu van de walvis. De walvis moet dus zuinig zijn met zoetwater en zoveel mogelijk water uit de voorurine terugresorberen. Het terugresorberen van water gebeurt in de lis van Henle. Hoe meer water je terug wilt resorberen, hoe langer de lis van Henle moet zijn.
- b De oceaan zou je kunnen vergelijken met een milieu waarin weinig zoetwater aanwezig is, zoals een woestijn. Welke aanpassingen hebben de nieren van woestijndieren ondergaan, waardoor ze beter in droge omstandigheden kunnen overleven?
De nieren van de terrestrische dieren hebben vaak wel een lange lis van Henle om zoveel mogelijk water terug te resorberen.

Practica

1 Kieuwen van een vis

2 Bepaling van verschil in vitale capaciteit tussen jongens en meisjes

1

Bedenk een hypothese voordat je aan het experiment begint.

Jongens hebben gemiddeld een grotere vitale capaciteit dan meisjes.

2

Waarop is je hypothese gebaseerd?

Jongens zijn gemiddeld groter dan meisjes en hebben daardoor gemiddeld grotere longen.

3

Vergelijk de gemiddelde waarden.

Zijn de uitkomsten in overeenstemming met je verwachting?

Het antwoord is afhankelijk van het resultaat en de gestelde hypothese.

3 Bepaling van de vitale capaciteit

1

Bedenk een onderzoeksvraag waarmee je het effect van een factor op de vitale capaciteit kunt onderzoeken.

Eigen antwoord. Bijvoorbeeld:

- Wat is de invloed van de lichaamsgrootte op de vitale capaciteit?
- Wat is de invloed van roken of vaperen op vitale capaciteit?
- Wat is de invloed van niet, weinig of veel sporten op vitale capaciteit?

2

Bedenk een hypothese die past bij jouw onderzoeksvraag. Doe dit voordat je aan het onderzoek begint.

Eigen antwoord afhankelijk van onderzoeksvraag.

3

Waarop is je hypothese gebaseerd? Laat je onderzoeksvraag en hypothese controleren door je docent.

Eigen antwoord afhankelijk van onderzoeksvraag.

4

Vergelijk de resultaten en trek daaruit je conclusie.

Zijn de uitkomsten in overeenstemming met je hypothese?

Je antwoord is afhankelijk van het resultaat en de gestelde hypothese.

4 Relatie tussen vitale capaciteit en uithoudingsvermogen

1

Formuleer een hypothese.

Bijvoorbeeld: personen met een groot uithoudingsvermogen hebben gemiddeld een grotere vitale capaciteit dan personen met een minder groot uithoudingsvermogen.

2

Welke conclusie kun je op basis van de grafiek trekken over het verband tussen de vitale capaciteit en het uithoudingsvermogen bij de leerlingen in je klas?

Het antwoord is afhankelijk van de resultaten.

3

Bevestigt jouw conclusie je hypothese? Zo nee, hoe kun je dit verklaren?

Het antwoord is afhankelijk van de gestelde hypothese.

4

Hoe betrouwbaar is het uitgevoerde onderzoek?

Het antwoord is afhankelijk van de resultaten.

5 Leverweefsel

6 Katalase in lever en spierweefsel

1

Bedenk een hypothese voordat je aan het experiment begint.

Eigen antwoord.

2

Waarop is je hypothese gebaseerd?

Eigen antwoord.

3

Welke conclusie kun je trekken?

Het antwoord is afhankelijk van de resultaten.

4

Bevestigt jouw conclusie je hypothese? Zo nee, hoe kun je dit verklaren?

Het antwoord is afhankelijk van de gestelde hypothese.

Examenopgaven

De eerste ademteug

1

Door welke veranderde bloedwaarde(n) wordt de ademprikkel sterker?
Waar wordt deze verandering gemeten door de chemoreceptoren?

C

2

Welke van deze ademhalingspijpen leveren een grote inspanning bij de eerste ademteug van een pasgeboren baby?

- A alleen 1 en 2
- B alleen 3 en 4
- C alleen 3 en 5
- D alleen 1, 2 en 4
- E alleen 1, 2 en 5
- F alleen 3, 4 en 5

D

3

Noteer twee veranderingen in de bouw van het longweefsel (zie afbeelding 3) die leiden tot een verbeterde gaswisseling in de sacculaire fase.

Voorbeelden van een juiste verandering:

- De haarvaten liggen steeds dichter bij de longblaasjes.
- De epitheelcellen worden dunner.
- Er komen meer bloedvaten.
- De haarvaten worden wijder.
- Er is een oppervlaktevergroting van de longblaasjes.

4

Welke waarde is of welke waarden zijn bij een klaplong verminderd?

- A alleen 1
- B alleen 2
- C alleen 3
- D alleen 1 en 3
- E alleen 2 en 3
- F 1, 2 en 3

F

Een vismigratierivier

5

Wat kunnen deze vissen hierdoor niet?

- A de pH in het inwendige milieu handhaven door H^+ uit te scheiden
- B de pH in het inwendige milieu handhaven door HCO_3^- te resorberen
- C urine produceren die sterk hypertoon is ten opzichte van het inwendige milieu
- D urine produceren die sterk hypotoon is ten opzichte van het inwendige milieu

C

6

Zal een echte zoetwatervis relatief meer of minder glomeruli hebben dan een echte zoutwatervis?
En zal de permeabiliteit voor water van de verzamelbuisjes bij zo'n zoetwatervis groter of kleiner zijn dan bij zo'n zoutwatervis?

B