

## 13 Lever en nieren; uitscheiding

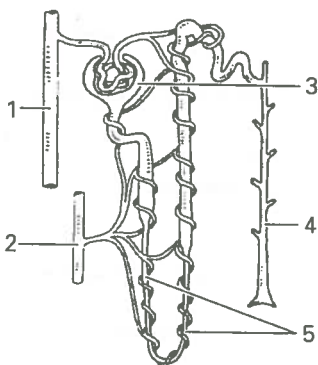
### Werking van de nieren

Een analiste heeft een aantal metingen verricht aan verschillende vloeistoffen van een proefpersoon. De vloeistoffen die ze gebruikte, waren bloedplasma, voorurine en urine. In onderstaande tabel zijn de resultaten weergegeven.

	concentratie (g/100 mL) in:		
	bloedplasma	voorurine	urine
eiwitten	7,5	0,0	0,0
glucose	0,1	0,1	0,0
natrium	0,4	0,4	0,35
chloride	0,36	0,36	0,6
calcium	0,01	0,01	0,03
ureum	0,03	0,03	2,0

*Bij de volgende vragen kun je informatie 1 gebruiken.*

#### informatie 1 niereenheid

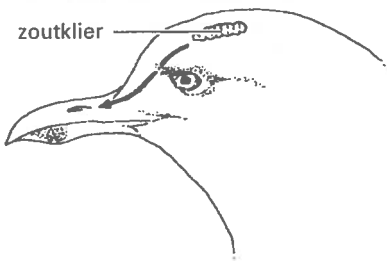


Legenda:

- 1 = nierslagader
- 2 = nierader
- 3 = nierkapsel
- 4 = verzamelbuisje
- 5 = nierkanaaltje

- Uit de tabel blijkt dat zich in de voorurine geen eiwitten bevinden, maar wel glucose.
- 1 Welke van de volgende verklaringen hiervoor is juist?
- A De cellen van het nierweefsel hebben wel glucose nodig, maar geen eiwitten.
  - B Eiwitmoleculen zijn veel groter dan glucosemoleculen.
  - C Eiwitten worden in de cellen van het nierweefsel opgenomen, glucose niet.

Uit de tabel blijkt dat de concentratie ureum in het bloedplasma en in de voorurine gelijk is, maar in de urine veel hoger. Dit komt doordat ureum niet of nauwelijks vanuit de voorurine in het bloed wordt geresorbeerd. Ureum wordt ook niet actief uitgescheiden.



De mens bezit geen zoutklier zoals deze zeevogel. Wel raakt de mens via de zweetklieren zouten kwijt. Voor de uitscheiding van overtollige zouten heeft de mens een speciaal paar organen.

3 Welke organen zijn dit?

Als deze zeevogel de overtollige zouten niet via de zoutklier uitscheidt, wordt de zoutconcentratie in het bloedplasma te hoog. Als gevolg daarvan treedt waterverplaatsing binnen het lichaam van de zeevogel op waardoor het watergehalte van de cellen verandert.

4 Hoe noemt men deze waterverplaatsing?

En wordt door deze waterverplaatsing het watergehalte van de cellen lager of hoger?

Eén van de stoffen die de mens uitscheidt, is ureum. Ureum wordt gevormd bij de afbraak van bepaalde organische stoffen.

5 Noem het orgaan waarin de vorming van ureum plaatsvindt.

Bij afbraak van welke groep organische stoffen wordt ureum gevormd?

Uitscheiding wordt als volgt gedefinieerd:

'Uitscheiding is het verwijderen van overtollige en/of schadelijke stoffen uit het inwendige milieu.'

Delen van de urinewegen van de mens zijn het begin van de urineleiders, de urineblaas, de nierbekkens en de nierkapseltjes.

6 In welke van deze plaatsen verlaten overtollige en schadelijke stoffen het inwendige milieu?

A in het begin van de urineleiders

B in de urineblaas

C in de nierbekkens

D in de nierkapseltjes

## Hepatitis-A

Hepatitis-A is een infectieziekte van de lever, veroorzaakt door het hepatitis-A-virus. Opvallende symptomen van hepatitis-A zijn onder andere: koorts, hoofdpijn, vermoeidheid en diarree, gevolgd door donkere urine en lichtgekleurde ontlasting.

7 Urine kan als gevolg van diarree donkerder van kleur worden.

Leg uit waar dit door komt.

## Het syndroom van Alport

Het syndroom van Alport is een erfelijke nieraandoening die in 90% van de gevallen wordt veroorzaakt door een mutatie in het COL4A5-gen, dat op het X-chromosoom ligt. De ziekte leidt bij mannen vanaf een jaar of 20 tot nierfalen. Bij vrouwen gebeurt dit pas op latere leeftijd en vaak in veel mindere mate. De oorzaak van de ziekteverschijnselen is een afwijking in de aanmaak van een bepaald type bindweefsel dat steun geeft aan de organen. Hierdoor wordt vooral de functie van de nieren aangetast.

Als een arts vermoedt dat een patiënt het syndroom van Alport heeft, dan wordt de urine onderzocht op aanwezigheid van eiwit. Wordt eiwit aangetroffen, dan wijst dit op verstoring van de werking van een deel van de niereenheden.

- 8 Van welk deel is de werking verstoord en waar in de nier bevindt zich dit deel?

deel met verstoorde werking	plaats in de nier
A nierbuisje	nierbekken
B nierbuisje	niermerg
C nierbuisje	nierschors
D kapsel van Bowman	nierbekken
E kapsel van Bowman	niermerg
F kapsel van Bowman	nierschors

Tijdens het verloop van de ziekte functioneren de nieren steeds slechter, waardoor lichamelijke klachten toenemen.

Hieronder staan mogelijke gevolgen van de verminderde nierwerking en een aantal symptomen in een vergevorderd stadium van het syndroom van Alport.

Mogelijke gevolgen van verminderde nierwerking
– verminderd eiwitgehalte in het bloedplasma
– verminderde hormoonproductie door de nieren
– verstoorde uitscheiding van ureum
Symptomen van het syndroom van Alport
– hoge bloeddruk
– oedeem (vochtophoping in de weefsels)
– bloedarmoede

- 9 – Welk van deze drie gevolgen van verminderde nierwerking veroorzaakt bloedarmoede?  
– Leg uit hoe dit gevolg bloedarmoede veroorzaakt.

Vanwege de hoge bloeddruk krijgen patiënten met het syndroom van Alport een aangepast dieet.

- 10 Welk dieet krijgen deze patiënten dan?
- A een dieet met meer suiker  
B een dieet met meer zout  
C een dieet met minder suiker  
D een dieet met minder zout

Nadat de deelnemers 1,8% van hun lichaamsgewicht aan vocht hadden verloren, kregen ze 150% van de verloren hoeveelheid vocht te drinken, in de vorm van magere melk (0,2% vet), of magere melk met toegevoegd keuzenzout (NaCl), of water, dan wel een isotone sportdrink. In de vijf uur na de inspanning werd alle urine van de deelnemers verzameld.

Voor de betrouwbaarheid werden de metingen een aantal malen herhaald. In onderstaande tabel staan de gemiddelde hoeveelheden urine die gemeten zijn.

Drank	Hoeveelheid urine (mL)
magere melk	593
magere melk + NaCl	611
water	1184
sportdrink	1205

Eén van de deelnemers woog 70 kg. Stel de soortelijke massa van melk en sportdrink op 1.

- 11 – Geef met behulp van een berekening aan hoeveel liter vocht hij na de inspanning te drinken kreeg.  
– Geef je antwoord in twee decimalen nauwkeurig.

Bij langdurig zweten verlies je veel vocht. Drinken kan dit vochtverlies opheffen. Het zweet dat je verliest, bevat in vergelijking met het lichaamsvocht, minder zouten. Een isotone sportdrink heeft dezelfde osmotische waarde als onze lichaamsvloeistof.

- 12 Leg uit dat deze osmotische waarden niet meer gelijk zijn na de inspanning, waarbij men 1,8% van het lichaamsgewicht aan vocht heeft verloren.

De hoeveelheid vocht die de proefpersonen te drinken kregen, was steeds 150% van de verloren hoeveelheid vocht. Maar in de 5 uur na de inspanning werd bij de sporters een hogere urinehoeveelheid gemeten als er water of sportdrink gedronken was en een lagere urinehoeveelheid bij het drinken van melk al dan niet met de toevoeging van NaCl (zie tabel). Hierdoor was de vochtbalans bij de melkdrinker hersteld.

Over deze resultaten worden de volgende beweringen gedaan:

- 1 Water en sportdrink veranderen de samenstelling van het bloed zodanig, dat hierdoor de urineproductie gestimuleerd wordt.
  - 2 Het toevoegen van de NaCl aan de melk versterkt het effect van het vasthouden van vocht.
- 13 Welk van deze beweringen is of welke van deze beweringen zijn juist?
- A** Geen van beide beweringen is juist.  
**B** Alleen bewering 1 is juist.  
**C** Alleen bewering 2 is juist.  
**D** Beide beweringen zijn juist.

## Leverfuncties

In het lichaam wordt hemoglobine van 'versleten' rode bloedcellen afgebroken. Uit het niet-eiwitdeel van hemoglobine wordt ijzer onttrokken; wat overblijft wordt bilirubine, een geelbruine stof die in de lever verder wordt verwerkt. Het eiwitdeel kan door de lever worden afgebroken tot ureum.

- 14 Langs welke weg verlaten de afbraakproducten van hemoglobine het lichaam?
- A bilirubine voornamelijk via de darm en ureum via de nieren
  - B bilirubine voornamelijk via de nieren en ureum via de darm
  - C zowel bilirubine als ureum alleen via de darm
  - D zowel bilirubine als ureum alleen via de nieren

Naast de productie van cholesterol, de verwerking van bilirubine en de vorming van ureum heeft de lever nog een aantal andere functies.

- 15 Noem nog twee andere functies van de lever.

## Urine-onderzoek

Omdat een patiënt bepaalde klachten heeft, laat de arts de urine van de patiënt onderzoeken op de aanwezigheid van de volgende stoffen: eiwitten, glucose, hemoglobine, keukenzout (NaCl) en ureum.

- 16 Welke van deze stoffen zal of welke zullen niet of nauwelijks worden gevonden in de urine van een gezonde persoon?
- A alleen eiwitten
  - B alleen glucose
  - C alleen hemoglobine en ureum
  - D alleen glucose en keukenzout
  - E alleen eiwitten, glucose en hemoglobine
  - F eiwitten, glucose, hemoglobine, keukenzout en ureum

## Waterbalans

Door de nieren van de mens stroomt per dag 1700 liter bloed. Vanuit het plasma wordt circa 150 tot 180 liter voorurine gemaakt. Deze voorurine wordt door de nieren zodanig verwerkt dat er uiteindelijk gemiddeld 2 liter urine ontstaat per etmaal. Zo wordt de water- en mineralenhuishouding op peil gehouden en een goede zuur/basebalans veilig gesteld. Afvalstoffen worden uitgescheiden.

Bij de waterbalans spelen naast de nieren ook de dikke darm en de huid een rol. De werking van de dikke darm en de huid heeft invloed op de hoeveelheid urine die per dag wordt uitgescheiden. Bij een gelijke vochtopname kan de hoeveelheid urine daardoor per dag veel minder zijn dan 2 liter.

- 17 – Welk proces in de dikke darm is een oorzaak van een lagere urine-uitscheiding? Leg uit.
- Welk proces in de huid is een oorzaak van een lagere urine-uitscheiding? Leg uit.
- 18 In welke delen van de nier wordt de hoeveelheid voorurine gereduceerd tot 2 liter urine?
- A zowel in het nierbekken als in het niermerg

- 3 Als deze organen niet werken, kan het bloed gezuiverd worden door dialyse.
- 4 Een semipermeabel membraan laat wel water, maar geen opgeloste stoffen door.
- 5 Ureum bevat stikstof en wordt gevormd in het grootste stofwisselingsorgaan in het lichaam.
- 6 Hoe ver kom je met een heel dun draadje van buiten af het lichaam in zonder door een celmembraan te gaan?
- 7 Diarree kan leiden tot uitdroging.
- 8 Kijk bij een afbeelding van de nier in BiNaS of ScienceData.
- 9 Topsporters gebruiken soms EPO om hun prestaties te verbeteren.
- 10 De bloeddruk/ADH moet omlaag; BiNaS 85D; ScienceData 19.11.
- 11 Vergeet de eenheden niet.
- 12 Zweet bevat minder zout dan lichaamsvloeistof.
- 13 Het hormoon ADH heeft hierbij een functie.
- 14 Bilirubine geeft de kleur aan gal. Ureum is een klein molecuul.
- 15 De lever heeft vele stofwisselings- en opslagfuncties.
- 16 Welke stoffen moeten in het lichaam behouden blijven omdat ze nuttig zijn?
- 17 Je verliest vocht door uitademing en een reeks andere processen.
- 18 In BiNaS 85C of ScienceData 24.1c, 24.2b kun je nagaan in welke delen van de nier dat plaatsvindt.

## Uitwerkingen bij hoofdstuk 13

### Werking van de nieren

- 1 B** Vanuit de glomerulus (bloedvatenkluwen) worden opgeloste stoffen en water uit het bloedplasma doorgelaten in het nierkapsel. Grotere deeltjes zoals bloedcellen en eiwitten kunnen niet door de wanden van het haarvatenkluwen en nierkapsel. Kleinere deeltjes zoals glucose en zouten wel. Deze stoffen vormen met water de voorurine die door het nierkanaaltje stroomt.
- Cellen van het nierweefsel hebben wel glucose nodig, maar geen eiwitten. Voedingsstoffen zoals aminozuren en glucose worden aangevoerd via weefselvloeistof en bloedvaten, niet via voorurine.*
- Cellen nemen wel glucose op maar geen eiwitten. Cellen vormen zelf eiwitten in het cytoplasma uit aminozuren.*
- 2** Ja, uit de vergelijking van de concentraties ureum in voorurine en urine is af te leiden dat de voorurine wordt geconcentreerd tot urine.
- Conclusie: de hoeveelheid calcium in de urine zou veel groter zijn dan de 0,03 g/100 mL als geen resorptie had plaatsgevonden.
- In het nierkanaaltje wordt veel water vanuit de voorurine geresorbeerd en teruggegeven aan het bloed. De concentratie van stoffen in de voorurine, zoals ureum, die niet geresorbeerd worden, neemt daardoor toe. Uit de concentratie in de urine blijkt dat ureum is toegenomen van 0,03 naar 2,0 g/100 mL,  $= 2,0/0,03 = 67$  x. Als calcium-ionen ook niet zouden worden teruggeresorbeerd, zou de concentratie in urine 67 keer hoger zijn dan de 0,01 g/100 mL in de voorurine, dus 0,67 g/100 mL. Door resorptie is de calciumconcentratie in de urine echter maar 0,03 g/100 mL.*

### Uitscheiding

- 3** nieren
- Uitscheidingsorganen verwijderen schadelijke of overtollige stoffen uit het interne milieu (lichaamsweefsels) en geven deze af aan het buitenmilieu, bv. longen scheiden koolstofdioxide uit, de lever scheidt gal uit en de nieren scheiden afvalstoffen zoals ureum en zouten uit.*
- 4**
- osmose / diffusie van water
  - lager
- Bij osmose zal water zich verplaatsen naar de plaats met de hoogste concentratie opgeloste stoffen.*
- 5**
- lever
  - eiwitten / aminozuren
- Eiwitten bestaan uit aminozuren. Bij de afbraak van aminozuren wordt de aminogroep (-NH<sub>2</sub>) van het aminozuur afgehaald en met koolstofdioxide omgevormd tot ureum. (BiNaS 67J, ScienceData 24.2)*
- 6 D** Een deel van het bloedplasma met de daarin opgeloste stoffen verlaat de bloedbaan en passeert dan de begrenzing tussen in- en uitwendig milieu. Het komt dan als voorurine in de nierkapseltjes. Vanaf de nierkapseltjes kunnen schadelijke en overtollige stoffen, zonder weefsel te doorkruisen, via nierbekken, urineleider en

## Het syndroom van Alport

- 8 F** Bij een gezond persoon zijn de vaatwanden van de glomerulus in het kapsel van Bowman niet permeabel voor eiwit, dus komt eiwit niet voor in de voorurine. Kapsels van Bowman liggen in de nierschors (BiNaS 85A,B; ScienceData 24.1,3).
- 9** – De oorzaak van bloedarmoede is de verminderde hormoonproductie door de nieren.  
– Er wordt minder EPO aangemaakt, waardoor de productie van rode bloedcellen minder gestimuleerd wordt. BiNaS 89A, ScienceData 28.6
- 10 D** Minder zout in het voedsel verlaagt de osmotische waarde in bloed en weefselvocht (BiNaS 85D; ScienceData 19.11), waardoor de hypothalamus minder ADH afgeeft met als gevolg meer wateruitscheiding en dus verlaging van de bloeddruk.  
*Door een verhoogd zoutgehalte en dus osmotische waarde wordt meer ADH afgegeven en het drinken gestimuleerd. Door meer extracellulaire vloeistof stijgt de bloeddruk. Suiker wordt verbrand of omgezet in glycogeen en heeft (behalve bij diabetes) nauwelijks invloed op de osmotische waarde.*

## Magere melk na het sporten is beter dan sportdrink

- 11**  $1,8\%$  van  $70\text{ kg} = 1260\text{ gram} = 1260\text{ mL}$  vocht.  
Na inspanning kreeg hij  $150\%$  van  $1260\text{ mL} = 1890\text{ mL} = 1,89\text{ L}$  te drinken.
- 12** Je verliest tijdens het sporten meer water dan zouten (in vergelijking met lichaamsvocht). De osmotische waarde van je plasma zal stijgen (en de osmotische waarde van de sportdrink is dan niet meer gelijk / is lager dan die van lichaamsvocht).  
*Zweet bevat per volume-eenheid minder zout dan lichaamsvocht.*
- 13 B** Door het drinken van water en sportdrink daalt de osmotische waarde (concentratie opgeloste stoffen) van het lichaam. Doordat de hypofyse dan minder ADH afgeeft, worden de nieren gestimuleerd het te veel aan water weer uit te plassen.  
*Bewering 2: Beredeneerd vanuit de hormonale regeling zou je dit verwachten. Maar het gaat hier om de conclusie uit het experiment. De tabel laat zien dat de proefpersonen ongeveer evenveel (of zelfs iets meer) urine produceren na het drinken van magere melk met NaCl dan magere melk zonder NaCl. (BiNaS 85D, ScienceData 19.11)*



## Leverfuncties

- 14 A** Bilirubine, galkleurstof, is een bestanddeel van gal dat door de lever via de galgangen naar de galblaas wordt afgevoerd. Vanuit de galblaas wordt gal afgevoerd naar de twaalfvingerige darm, waar het vet emulgeert. Gal kleurt de ontlasting bruin. Ureum wordt door de lever aan het bloed afgegeven. Bij de nieren komt ureum terecht in voorurine en tenslotte in urine.
- 15** *Voorbeelden van juiste andere functies:*
- productie van gal
  - opslag/vorming van glycogeen
  - omzetting van o.a. geneesmiddelen en drugs / ontgiftig
  - transaminering / omvorming van aminozuren tot andere aminozuren
  - aanmaak bloedstollingsfactoren
  - opslag vitamine A en D
- 16 E** In de nierkapseltjes wordt voorurine gevormd, doordat water en opgeloste stoffen met tamelijk kleine moleculen, zoals glucose en ureum, en zouten de glomerulus(-bloedvaatjes) via poriën verlaten (ultrafiltratie). Grotere moleculen zoals eiwitten, bv. hemoglobine, kunnen de bloedvaatjes niet verlaten. De glucose in de voorurine wordt in de nierkanaaltjes teruggeresorbeerd naar het bloed. (BiNaS 85B, ScienceData 24.2)

## Waterbalans

- 17** Bij diarree verlaat veel water het lichaam via ontlasting (dit leidt tot lagere urine-uitscheiding). Bij warmte verlaat veel vocht het lichaam door transpireren (dit leidt tot lagere urine-uitscheiding).
- 18 C** Voorurine ontstaat in de nierkapsels die in de schors liggen. Als de voorurine via de lus van Henle in het niermerg en vervolgens via de nierbuisjes en verzamelbuisjes in de schors en merg naar het bekken loopt, wordt er water geresorbeerd. De voorurine wordt zo geconcentreerd tot urine. In BiNaS 85C of ScienceData 24.1c, 24.2b kun je nagaan in welke delen van de nier dat plaatsvindt.

Op de grote vlakten in Afrika leven onder andere Thomsongazellen (zie afbeelding). Deze gazellen zijn prooi voor allerlei vleeseters: leeuwen, cheetahs, jakhalzen, hyena's en wilde honden. Wanneer de gazellen één van deze roofdieren zien, slaan ze op de vlucht. Het is gebleken dat de afstand daarbij een belangrijke rol speelt: zo vluchten gazellen al wanneer ze een troep wilde honden zien op 800 m, maar jakhalzen kunnen tot op enkele meters naderen voordat de gazellen op de vlucht slaan. Blijkbaar zijn de gazellen in staat om in te schatten wat het risico is om ten prooi te vallen aan het betreffende roofdier. Thomsongazellen van verschillende populaties op de Afrikaanse vlakten vertonen tegenover de genoemde roofdieren hetzelfde gedrag.

### afbeelding 1



Twee mogelijke verklaringen voor het vertoonde vluchtgedrag zijn:

- 1 Het vluchtgedrag van Thomsongazellen wordt bepaald door erfelijke informatie.
- 2 Het vluchtgedrag berust op een leerproces.

Op grond van de hier gegeven informatie kan niet met zekerheid worden bepaald welke van deze verklaringen de juiste is. Misschien spelen zowel erfelijke informatie als een leerproces een rol.

- 1\* Geef met behulp van de informatie hierboven een argument voor verklaring 1 en geef aan welk leerproces bij verklaring 2 in de meeste gevallen een rol zal spelen.

## Als een rode lap op een olifant

Hoewel het in het Amboseli natuurpark uiteraard verboden is om olifanten te bedreigen met speren, doen jonge Masaï-mannen dat wel. Dit doen ze om hun onverschrokkenheid te tonen, of om wraak te nemen op olifanten die vee hebben gedood. Als olifant kun je Masaï-mannen dus beter mijden. En dat doen de dieren dan ook.

Engelse wetenschappers onderzochten welke factoren een rol spelen bij de herkenning van deze mannen door de olifanten. Masaï-mannen gaan doorgaans gekleed in rode gewaden. In een experiment confronteerden de onderzoekers groepen olifanten met rode lappen. Een deel van deze lappen was brandschoon, een ander deel was de voorgaande vijf dagen gedragen. Of door mannen van Masaï, of door mannen van de Kamba. De Kamba is een volk van landbouwers dat de olifanten doorgaans met rust laat.

In elke proef was het moment duidelijk zichtbaar waarop de eerste olifant de rode doeken opmerkte, want die stak zijn slurf omhoog in de richting waar de doeken waren opgesteld (zie afbeelding 2).

\* Dit onderwerp is alleen bestemd voor het schoolexamen.