

---

Fysiologie

---

© 2006 Uitgeverij Syntax Media, Arnhem

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voorzover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van (een) gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

ISBN 978 90 77423 33 2

NUR 185

[www.syntaxmedia.nl](http://www.syntaxmedia.nl)

Ontwerp omslag: A-Graphics Design, Apeldoorn

Vormgeving: Henk Wittenberg, Vught

De eerste tot en met de zesde druk (1990) van dit boek werden uitgegeven door Diana BV te Amsterdam.

---

# Inhoud

	<b>Woord vooraf</b>	V
	<b>Wegwijzer</b>	VII
	<b>Inhoud</b>	IX
<b>1</b>	<b>Fysiologie</b>	1
	Over dit hoofdstuk	1
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	2
1	Wat is fysiologie?	2
1.1	De levensverrichtingen van de cel	3
1.2	Vegetatieve levensverrichtingen	3
1.3	Animale levensverrichtingen	6
1.4	Arbeidsverdeling	7
2	De functies van organen en weefsels	8
2.1	Weefsels en organen voor levensverrichtingen	8
2.2	Verbindingssystemen in het menselijk lichaam	9
	Samenvatting	10
	Vragen en opdrachten	10
<b>2</b>	<b>Stofwisseling</b>	12
	Over dit hoofdstuk	12
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	13
1	Stofwisseling of metabolisme	13
1.1	Inwendig en uitwendig milieu	13
1.2	De onderdelen van het stofwisselingsproces	14
1.3	De mechanismen van het stofwisselingsproces	14
2	Joules en calorieën	15
2.1	Joules	15

2.2	Calorieën	16
3	Inspanningsfysiologie	17
3.1	Aërobe dissimilatie	17
3.2	Anaërobe dissimilatie	17
	Samenvatting	19
	Vragen en opdrachten	19
<b>3</b>	<b>De spijsvertering</b>	<b>21</b>
	Over dit hoofdstuk	21
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	24
1	Het doel van de spijsvertering	24
2	Het spijsverteringskanaal	25
2.1	De anatomie van het spijsverteringskanaal	25
2.2	De delen van het spijsverteringskanaal	25
2.3	Vertering	32
2.4	Resorptie	35
3	De lever en de alvleesklier	36
3.1	De lever	36
3.2	De alvleesklier	37
4	Verteringsenzymen	38
4.1	De functie van verteringsenzymen	38
4.2	De aanwezigheid van verteringsenzymen	38
5	Voedingsstoffen	39
5.1	Koolhydraten	39
5.2	Eiwitten	40
5.3	Vetten	41
5.4	Vitamines	42
5.5	Mineralen	43
5.6	Water	46
	Samenvatting	49
	Vragen en opdrachten	50
<b>4</b>	<b>Bloed en afweersystemen</b>	<b>51</b>
	Over dit hoofdstuk	51
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	52
1	De samenstelling van het bloed	53
1.1	Bloedplasma	53
1.2	Rode bloedcellen of erythrocyten	54
1.3	Witte bloedcellen of leukocyten	56
1.4	Bloedplaatjes of trombocyten	58

2	De functies van het bloed	60
2.1	Transport	60
2.2	Afweerfuncties	61
3	Bloedgroepen	62
3.1	Antigenen en antistoffen	62
3.2	De rhesusfactor	64
4	Afweersystemen	65
4.1	Afweerreacties en inwendig milieu	65
4.2	Natuurlijke immunisatie	66
4.3	Kunstmatige immunisatie	67
4.4	Afweerorganen	68
	Samenvatting	72
	Vragen en opdrachten	72
<b>5</b>	<b>Organen van de bloedsomloop</b>	<b>74</b>
	Over dit hoofdstuk	74
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	75
1	Indeling van de bloedsomloop	76
1.1	Grote en kleine bloedsomloop	76
2	Het hart	78
2.1	Ligging en bouw	78
2.2	De werking van het hart	81
2.3	Harttonen	82
2.4	De innervatie van het hart	84
3	De slagaders of arteriën	86
4	Haarvaten of capillairen	88
5	Aders of venen	88
6	Bijzondere bloedvaten	90
6.1	Anastomosen	90
6.2	Eindarteriën	90
6.3	Glomeruli, arterieel wondernet	92
6.4	Het poortaderstelsel, veneus wondernet	93
7	De bloeddruk of tensie	93
7.1	Polsvoelen	94
7.2	Atherosclerose	94
7.3	Hoge en lage bloeddruk	95
8	Filtratie en osmose	95
8.1	Filtratie	95
8.2	Osmose	96
	Samenvatting	97
	Vragen en opdrachten	98

<b>6</b>	<b>Vaatstelsels van de grote bloedsomloop</b>	<b>100</b>
	Over dit hoofdstuk	100
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	101
1	Inleiding	101
2	De slagaders van de romp of centraal grote slagaders	103
	2.1 De aorta	103
	2.2 Takken van de aortaboog	104
	2.3 Takken van borstslagader	105
	2.4 Takken van de buikslagader	105
3	De slagaders in de onderste ledematen	106
	3.1 De dijbeenslagader	106
	3.2 Takken van de dijbeenslagader	107
4	De slagaders in de bovenste ledematen	109
	4.1 Takken van de sleutelbeenslagaders	109
5	De slagaders in hoofd en hals	111
	5.1 Takken van de halsslagader	111
6	De aders in de onderste ledematen	114
7	De aders in de romp	116
	7.1 Aders die uitmonden in de onderste holle ader	117
8	De aders in de bovenste ledematen	118
9	De aders in hoofd en hals	119
	Samenvatting	122
	Vragen en opdrachten	123
<b>7</b>	<b>Het lymfatisch systeem</b>	<b>124</b>
	Over dit hoofdstuk	124
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	125
1	Weefselvocht en lymfe	125
	1.1 Weefselvocht	125
	1.2 Lymfe	126
2	Het lymfevatensstelsel	127
	2.1 Lymfecapillairen	127
	2.2 Geleidingsvaten	128
	2.3 Transportvaten	128
	2.4 De grote lymfevaten	128
	2.5 Lymfedrainage	129
3	Lymfeknopen of lymfeklieren	130
	3.1 De ligging van de lymfeknopen	131
	3.2 Functie van de lymfeknopen	132
4	Het mechanisme van de lymfecirculatie	133
5	De lymfe in de dunne darm	133

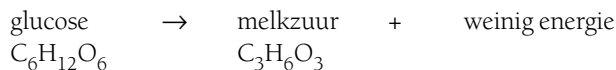
	Samenvatting	134
	Vragen en opdrachten	134
<b>8</b>	<b>De ademhaling</b>	<b>136</b>
	Over dit hoofdstuk	136
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	137
1	Het doel van de ademhaling	137
2	De anatomie van de luchtwegen	139
	2.1 De neus	140
	2.2 De neusbijholten	141
	2.3 De neus-keelholte	141
	2.4 De keelholte	141
	2.5 De luchtpijp (trachea)	141
	2.6 De luchtpijptakken	142
	2.7 De longen	142
3	Het ademhalingsmechanisme	143
	3.1 Indeling van de ademhaling	145
	3.2 De spieren van de ademhaling	145
4	Het ademhalingsproces	146
	4.1 De ademreflex	146
	4.2 Diffusie	147
	4.3 De samenstelling van de in- en uitgeademde lucht	148
	4.4 Totale longcapaciteit	148
	Samenvatting	150
	Vragen en opdrachten	151
<b>9</b>	<b>De uitscheiding</b>	<b>152</b>
	Over dit hoofdstuk	152
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	153
1	Het doel van de uitscheiding	153
2	De endeldarm	153
3	De galuitscheiding van de lever	155
4	De nieren	155
	4.1 De bouw van de nieren	155
	4.2 De functie van de nieren	158
	4.3 Suikerziekte	159
	Samenvatting	160
	Vragen en opdrachten	160

<b>10</b>	<b>Het endocriene systeem of het hormonale stelsel</b>	<b>161</b>
	Over dit hoofdstuk	161
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	163
1	Inleiding	163
2	De werking van hormonen	164
	2.1 Algemene invloeden	164
	2.2 Het hormonale evenwicht	165
	2.3 De secundaire geslachtskenmerken	166
3	De hormoonklieren	166
	3.1 Het hersenaanhangsel of hypofyse	166
	3.2 De pijnappelklier of epifyse	172
	3.3 De schildklier	172
	3.4 De bijschildklieren	173
	3.5 Alvleesklier en eilandjes van Langerhans	174
	3.6 De bijnieren	176
	3.7 De geslachtsklieren	178
	3.8 De vrouwelijke geslachtsklieren	179
	3.9 De mannelijke geslachtsklieren	182
	Samenvatting	184
	Vragen en opdrachten	185
<b>11</b>	<b>Het centrale zenuwstelsel</b>	<b>186</b>
	Over dit hoofdstuk	186
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	188
1	Inleiding	188
	1.1 De functie van het zenuwstelsel	189
	1.2 De bouw van zenuwcellen	189
	1.3 Indeling van zenuwen naar functie	191
	1.4 Indeling van het zenuwstelsel naar ligging	193
	1.5 Indeling van het centrale zenuwstelsel	193
2	De grote hersenen	194
	2.1 Bouw	194
	2.2 Functie van de grote hersenen	195
3	De kleine hersenen	198
	3.1 Bouw	198
	3.2 Functie van de kleine hersenen	199
4	Het gebied van de tussenhersenen	199
	4.1 Bouw	199
	4.2 Functie van het gebied van de tussenhersenen	199



5	De hersenstam	200
	5.1 Bouw	200
	5.2 Functie van de hersenstam	200
6	Het ruggemerg	201
	6.1 Bouw	201
	6.2 Functie van het ruggemerg	202
	Samenvatting	203
	Vragen en opdrachten	204
<b>12</b>	<b>Het perifere zenuwstelsel en de zintuigen</b>	<b>205</b>
	Over dit hoofdstuk	205
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	207
1	Inleiding	207
2	De hersenzenuwen	208
3	De ruggemergzenuwen	212
	3.1 De paardestaart	213
	3.2 De vertakkingen van de ruggemergzenuwen	214
4	Zenuwen en spierinnervatie van been en voet	215
	4.1 Zenuwtakken in boven- en onderbeen	215
	4.2 Zenuwtakken in de voet	217
	4.3 Spierinnervatie van been en voet	217
5	Zenuwimpulsen	219
	5.1 Het ontstaan van impulsen	219
	5.2 Zintuigen of receptoren	219
	5.3 Het verloop van een impuls	220
6	De zintuigen	222
	6.1 Zintuiglijke prikkels	222
	6.2 De huid als zintuig	223
	6.3 Synaps en synapsleer	225
	Samenvatting	227
	Vragen en opdrachten	227
<b>13</b>	<b>Het autonome zenuwstelsel</b>	<b>229</b>
	Over dit hoofdstuk	229
	Wat leer je in dit hoofdstuk?	230
1	De functie van het autonome zenuwstelsel	230
2	De centra van het autonome zenuwstelsel	232
	2.1 Centra van het (ortho)sympathische systeem	232
	2.2 Centra van het parasympathische systeem	233

Samenvatting	236
Vragen	236
Literatuur	237
Register	239



Per molecuul glucose komt er bij deze reactie  $19 \times$  minder energie vrij dan bij de aërobe dissimilatie. Om evenveel energie voor spiersamentrekking te verkrijgen, spieren hebben immers nog steeds evenveel energie nodig voor beweging, moet er dus veel meer brandstof ( $19 \times$  meer) verbruikt worden. Op deze manier raakt het lichaam snel door zijn voorraden heen.

Bijkomend nadeel van de anaërobe dissimilatie is dat er een verbrandingsprodukt ontstaat dat de spieren vergiftigt, te weten melkzuur.

#### melkzuur

Het *melkzuur* hoopt zich op in de spieren, veroorzaakt daar *spierpijn* en kan zelfs leiden tot *kramp*.

#### myogelosen

Voortdurende verbranding zonder zuurstof op dezelfde plek kan ter plaatse verhardingen in de spier veroorzaken. Deze harde plekken worden *myogelosen* genoemd. Ze treden uiteraard vaker op in de delen van een spier die slecht doorbloed zijn, zoals de spierranden en in de buurt van pezen. Het bloed voert immers de zuurstof aan die nodig is voor aërobe dissimilatie. Slecht doorbloede spierdelen zullen minder zuurstof aangevoerd krijgen en moeten daardoor eerder overschakelen op anaërobe dissimilatie. Op dat moment is er in die spierdelen sprake van een *zuurstofschuld*.

#### zuurstofschuld

Sporttrainingen hebben de opzet de spierconditie te verbeteren, waardoor de doorbloeding van de spier beter wordt. Niet de spierhoeveelheid is van belang maar de spierkwaliteit.

Een spier die maximaal presteert door aërobe dissimilatie kan daar bovenop soms door anaërobe dissimilatie nog een extra



Afbeelding 2.2

Edgar Davids in actie. Een schepje er bovenop levert spierpijn, maar wellicht ook een doelpunt op (© ANP-Foto, 1995).

prestatie leveren. Dat levert *spierpijn* op, maar door de tussensprint is de tegenstander voorbijgelopen en het doelpunt gescoord, dat is voldoende compensatie voor de spierpijn naderhand.

---

## AFSLUITING

### Samenvatting

#### *Stofwisseling*

##### *Assimilatie*

- opbouwprocessen: groei, dik worden;
- kost energie.

##### *Dissimilatie*

- afbraakprocessen: verbranding, vermageren;
- levert energie.

Aërobe dissimilatie is brandstof verbranden met zuurstof; dit levert veel energie op.

Anaërobe dissimilatie is brandstof verbranden zonder zuurstof; dit levert weinig energie op en veroorzaakt spierpijn door de vorming van melkzuur.

### Vragen en opdrachten

Na bestudering van dit hoofdstuk moeten de volgende vragen/opdrachten beantwoord respectievelijk uitgevoerd kunnen worden.

1. Wat versta je onder stofwisseling?
2. Wat is homeostase?
3. Noem enige belangrijke assimilatieprocessen.
4. 'Body wrapping' is een methode waarbij het lichaam of lichaamsdelen in warme lappen worden ingepakt. Is hierdoor plaatselijk afvallen mogelijk?
5. Is plaatselijk afvallen mogelijk door het smeren van gel of andere middelen op de huid?
6. Slender-you banken bewegen lichaamsdelen. Heeft dit effect op het lichaamsgewicht?
7. Kinesie-apparatuur beweegt de spieren direct; de hersenen kunnen die beweging *niet* beïnvloeden. Wat is het risico van dergelijke apparatuur voor de spieren?

- stollingseiwitten
  - fibrinogeen
  - protrombine
- bloedcellen
  - erythrocyten/rode bloedcellen
    - aanmaak en afbraak
    - hemoglobine en oxyhemoglobine
  - leukocyten/witte bloedcellen
    - aanmaak lymfocyten en granulocyten
    - antistoffen en fagocytose
  - trombocyten/bloedplaatjes
    - aanmaak
    - stollingsproces
    - trombokinase

#### *Bloedgroepen, rhesusfactor*

- afweer
  - natuurlijke immuniteit
  - kunstmatige immuniteit
  - antigenen/antistoffenreactie

#### *Bouw en functie van lymfatisch weefsel*

- zwezerik
- lymfeklieren
- amandelen
- slijmvlies van de darm

---

#### **Wat leer je in dit hoofdstuk?**

Als je dit hoofdstuk hebt bestudeerd, weet je:

- dat bloed bestaat uit plasma en bloedcellen;
- waaruit bloedplasma bestaat en welke functies het vervult;
- welke soorten bloedcellen er zijn en welke functies iedere soort vervult;
- dat bloed verschillende transportfuncties heeft en daarnaast een rol speelt in het afweersysteem;
- wat de kenmerken van de verschillende bloedgroepen zijn;
- wat de rhesusfactor inhoudt;
- hoe het afweersysteem optreedt tegen lichaamsvreemde stoffen;
- wat het verschil is tussen natuurlijke en kunstmatige immunisatie;

- wat het lymfatisch systeem is en welke rol het speelt in de afweer.

## 1 DE SAMENSTELLING VAN HET BLOED

Door ons lichaam stroomt een bijzondere vloeistof: het bloed. Het stroomt naar elk onderdeel van het lichaam door een vaatstelsel met een totale lengte van 90 800 km (2 × de omtrek van de aarde).

De vloeistof voedt, levert zuurstof, haalt afval op, regelt het interne milieu. In één kubieke millimeter bloed, zoiets als de punt op deze i, leven ongeveer 5 miljoen rode bloedcellen (als alle rode bloedcellen uit ons lichaam op elkaar worden gestapeld, levert dat een toren op van 50 000 km hoogte); verder driehonderdduizend bloedplaatjes en zeventuizend witte bloedcellen. Deze cellen vormen krap de helft van het bloed, de rest bestaat uit water en opgeloste stoffen.

Bloed is te beschouwen als een *vloeibaar weefsel*, bestaande uit:

- circa 55% *plasma*;
- circa 45% *bloedcellen*.

**vloeibaar weefsel**  
**plasma**  
**bloedcellen**

De bloedcellen zijn de in het bloedplasma voorkomende zweepende deeltjes. Men onderscheidt drie soorten:

- *rode bloedcellen* of *erythrocyten*;
- *witte bloedcellen* of *leukocyten*;
- *bloedplaatjes* of *trombocyten*.

### Bloedvolume, de hoeveelheid bloed

Het lichaam van een volwassen vrouw bevat circa 4,5 liter bloed.

Een volwassen man heeft circa 5 liter bloed. Dit betekent dat circa 1/13 deel van het lichaamsgewicht is toe te schrijven aan het bloed. Omdat deze hoeveelheid bij grote of kleine mensen nogal kan verschillen, is het beter de hoeveelheid bloed in relatie met het lichaamsgewicht uit te drukken. Het bloedvolume van een volwassene is dan circa 8% van zijn lichaamsgewicht.

#### 1.1 Bloedplasma

Het bloedplasma is een geelachtige vloeistof, die voor ruim 90% uit water bestaat en voor de overige 10% uit in water opgeloste stoffen, te weten:

**bloedplasma**  
**water**

**voorste  
scheenbeenslagader  
achterste  
scheenbeenslagader**

- de voorste scheenbeenslagader (*a. tibialis anterior*);
- de achterste scheenbeenslagader (*a. tibialis posterior*).

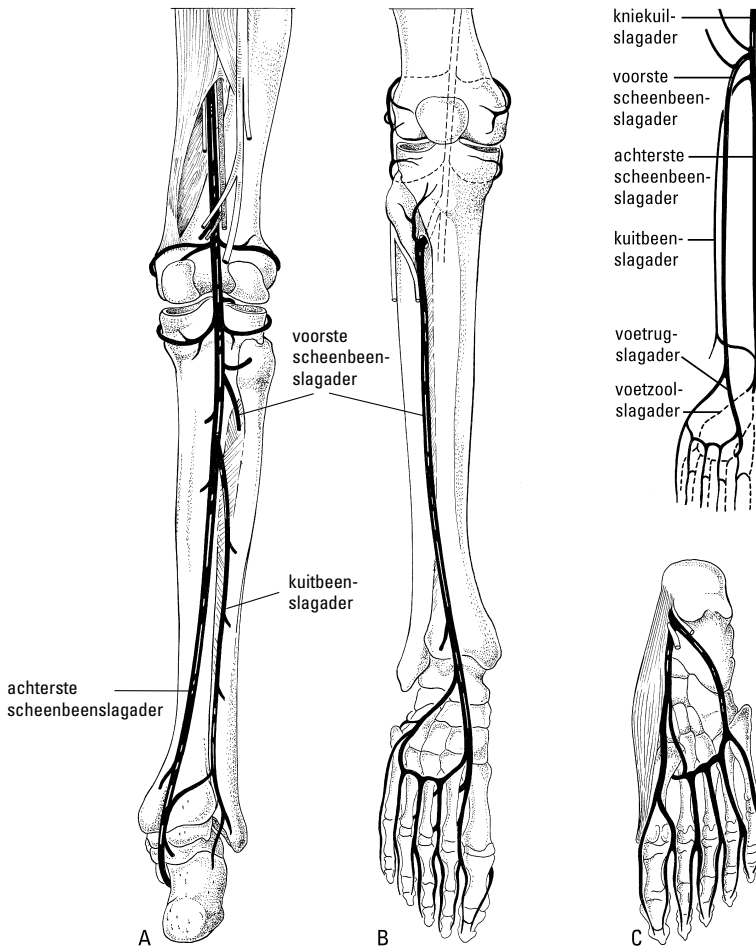
De voorste scheenbeenslagader verloopt langs de voorkant van het onderbeen naar de bovenzijde, dat is de strekzijde of dorsale zijde van de voet en voorziet de voorkant van het onderbeen en de bovenzijde van de voet van bloed.

**voetrugslagader**

De voortzetting van de voorste scheenbeenslagader op de bovenzijde van de voet heet de *voetrugslagader* (*a. dorsalis pedis*).

**voetzoolslagader**

Een tak hiervan gaat op de voetrug in de diepte naar de voetzool en verbindt zich daar in een boogvormige lijn met de *voetzoolslagader* (*a. plantaris pedis*).



Afbeelding 6.4 (tekening: Kurt de Reus)

A: arteriën van het onderbeen (van achteren);

B: arteriën van het onderbeen en de voetrug (van voren);

C: arteriën van de voetzool.

De achterste scheenbeenslagader geeft in het onderbeen een tak af: de *kuitbeenslagader* (*a. peronea*), die de weefsels in de omgeving van het kuitbeen van bloed voorziet.

**kuitbeenslagader**

De kuitbeenslagader verloopt omlaag naar de omgeving van de buitenenkel, dit is het onderste gewrichtseinde van het kuitbeen.

De achterste scheenbeenslagader verloopt door het onderbeen langs de binnenenkel (dit is het onderste gewrichtseinde van het scheenbeen) naar de onderzijde (is buigzijde, of plantairzijde) van de voet en voorziet de achterzijde van het onderbeen en de onderzijde van de voet van bloed.

De voortzetting van de achterste scheenbeenslagader op de onderzijde van de voet heet de *voetzoolslagader* of *a. plantaris-pedis*. Een tak hiervan gaat aan de voetzool in de diepte naar de bovenzijde van de voet en verbindt zich daar in een boogvormige lijn met de voetrugslagader. Uit de bogen die zich aan boven- en onderzijde van de voet vormen, ontspringen takjes die boven- en onderzijde van middenvoet en tenen van bloed voorzien.

**voetzoolslagader**

## 4 DE SLAGADERS IN DE BOVENSTE LEDEMATEN

De slagaders die het bloed naar de armen en handen voeren, zijn uit de aortaboog afkomstige vertakkingen:

- Naar rechts ontspringt uit de aortaboog eerst de *ongenaamde slagader* (*a. anonyma*), die zich splitst in twee takken:
  - de *rechter sleutelbeenslagader* (*a. subclavia dextra*), die het bloed vervoert naar de rechter arm en rechter hand.
  - de *rechter gemeenschappelijke halsslagader* (*a. carotis communis dextra*), die samen met de *linker gemeenschappelijke halsslagader* (*a. carotis communis sinistra*) het bloed via de hals naar het hoofd voert.
- Naar links ontspringen de *linker sleutelbeenslagader* (*a. subclavia sinistra*) en de *linker gemeenschappelijke halsslagader* (*a. carotis communis sinistra*) rechtstreeks uit de aortaboog (zie ook afb. 6.8).

**ongenaamde slagader**

**rechter sleutelbeenslagader**

**rechter gemeenschappelijke halsslagader**

**linker sleutelbeenslagader**

**linker gemeenschappelijke halsslagader**

### 4.1 Takken van de sleutelbeenslagaders

Uit de sleutelbeenslagaders, die zich zowel naar links als naar rechts op dezelfde wijze voortzetten, ontspringen takken voor de bloedvoorziening van het strottehoofd en de luchtpijp.



---

# 9

## De uitscheiding

---

### Over dit hoofdstuk

In dit hoofdstuk leer je hoe het lichaam onbruikbare en schadelijke stoffen weer kwijtraakt. Het accent ligt hierbij op de functie van de nieren.

#### *Wat je al moet weten*

In dit hoofdstuk gaan we ervan uit dat je kennis hebt van de bloedsomloop en van stofwisselingsprocessen.

#### *Voor de praktijk*

In de praktijk wordt vaak gesproken over het kwijtraken van afvalstoffen. De noodzakelijke kennis hierover wordt in dit hoofdstuk beschreven, zodat misverstanden of onjuiste informatie tijdens de behandeling vermeden kunnen worden.

#### *Voor het examen*

De volgende begrippen, die in het examen aan de orde kunnen komen, worden in dit hoofdstuk besproken.

---

Begrippen die in het examen aan de orde kunnen komen

#### ***Bouw en ligging van de nieren (renes)***

- nierpoort
- nierschors
- niermerg
- nierbekken
- lichaampjes van Malpighi
  - glomeruli
  - kapsel van Bowman
- lis van Henle

#### ***Functie van de nieren***

- filtratie
  - voorurine

- resorptie
  - zout- en waterhuishouding
- excretie
  - afvalstoffen

#### *Urinewegen*

- urineleider
  - blaas
  - urinebuis
- 

#### **Wat leer je in dit hoofdstuk?**

Als je dit hoofdstuk hebt bestudeerd, weet je:

- welke mechanismen ervoor zorgen dat onbruikbare en schadelijke stoffen het lichaam weer kunnen verlaten;
  - hoe de nieren zijn gebouwd en hoe ze functioneren.
- 

## **1 HET DOEL VAN DE UITSCHEIDING**

Het doel van de uitscheiding is schadelijke stoffen en de afvalstoffen die bij de stofwisselingsprocessen in de cellen ontstaan, uit het lichaam te verwijderen.

De afvalstoffen worden gedeeltelijk via het aderlijke stelsel van de grote bloedsomloop en gedeeltelijk via de lymfe uit de weefsels afgevoerd. De uitscheiding van de afvalstoffen vindt plaats door de uitscheidingsorganen.

De uitscheidingsorganen zijn:

- de nieren;
- de lever;
- de endeldarm;
- de zweetklieren van de huid;
- de longen.

De longen zijn in hoofdstuk 8 behandeld. De zweetklieren van de huid komen ter sprake in Baken *De huid: bouw en functie*. In dit hoofdstuk bespreken we de endeldarm, de nieren en de galuitscheiding van de lever.

## **2 DE ENDELDARM**

Via de *endeldarm* vindt uitscheiding van afvalstoffen plaats.

**endeldarm**

- De twaalfde hersenzenuw of ondertongzenuw (n. hypoglossus). Dit is eveneens een motorische zenuw, die dient voor de tongspieren.

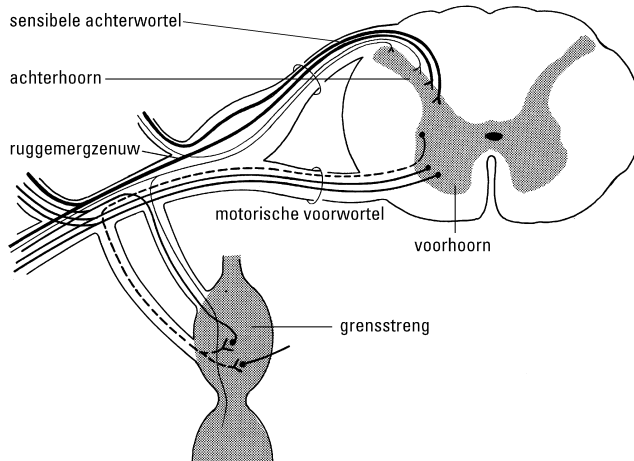
### 3 DE RUGGEMERGZENUWEN

#### ruggemergzenuw

Zoals in hoofdstuk 11 werd opgemerkt, verenigen de zenuwvezels van de achterwortels (die verbonden zijn met de sensibele ganglioncellen van de achterhoorns) en de zenuwvezels van de voorwortels (die verbonden zijn met de motorische ganglioncellen van de voorhoorns) zich nog binnen het ruggewervelkanaal tot één zenuw: een *ruggemergzenuw*.

Elke ruggemergzenuw is dus een gemengde zenuw (sensibel en motorisch).

Bovendien bevatten de ruggemergzenuwen autonome zenuwvezels, met name die welke afkomstig zijn van de autonome ganglioncellen in de zijhoorns van het ruggemerg. Buiten het ruggewervelkanaal, aan weerszijden van de wervelkolom, splitsen zich autonome zenuwvezels van de ruggemergzenuwen af, die zich verbinden met ganglioncellen van de grensstrengen (zie hoofdstuk 13, paragraaf 2).



Afbeelding 12.6  
Opbouw van de perifere zenuwen (tekening: Kurt de Reus).

#### 3.1 De paardestaart

#### paardestaart

De paardestaart is een bundel ruggemergzenuwen die zich nog binnen het ruggewervelkanaal in het onderste deel daarvan bevinden.

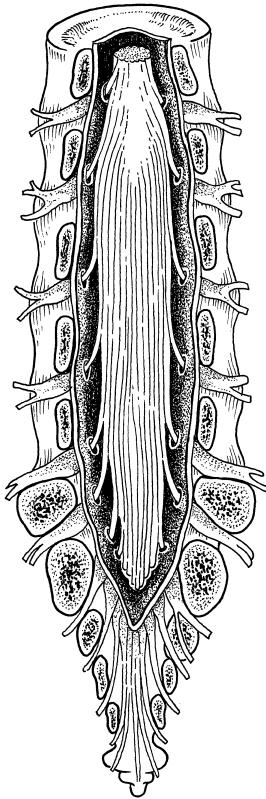
De wervelkolom is opgebouwd uit wervels. Elke wervel vormt één wervelsegment van de wervelkolom. Tussen twee opeenvolgende wervels treedt steeds één paar ruggemergzenuwen naar buiten.

Zo kan men ook het ruggemerg verdelen in segmenten: één ruggemergsegment is de afstand in het ruggemerg tussen twee opeenvolgende ruggemergzenuwen.

De benige ruggewervelsegmenten zijn echter langer dan de ruggemergsegmenten. Hierdoor is de totale lengte van het ruggemerg korter dan de totale lengte van het ruggewervelkanaal, dat door de ruggewervels wordt gevormd.

Het ruggemerg bevindt zich in het ruggewervelkanaal, vanaf de bovenste halswervel tot de tweede lendewervel. De bovenste ruggemergzenuwen kunnen bij het bovenste gedeelte van de wervelkolom ongeveer horizontaal uittreden, maar hoe lager men in het ruggemerg komt, hoe meer de ruggemergzenuwen in het ruggewervelkanaal eerst omlaag moeten verlopen, voordat ze tussen de wervels kunnen uittreden. Daar-

**ruggemergsegmenten**



Afbeelding 12.7  
De paardestaart (tekening: Kurt de Reus).