
Biomedische kennis voor analisten

E.M. van Hove

H.C. de Rijk

Syntax Media – Utrecht



© 2020 Uitgeverij Syntax Media, Utrecht

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 enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van Artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (www.reprorecht.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting UvO (www.stichting-uvo.nl).

ISBN: 978 94 91764 41 7

www.syntaxmedia.nl

Ontwerp omslag: Lapis Vivus grafisch ontwerp, Oosterbeek
Illustratie omslag: ID 139913183 © Pepe Gallardo | Dreamstime.com
Ontwerp en opmaak binnenwerk: AlphaZet prepress, Bodegraven
Tekstredactie: LogischMedisch, www.logischmedisch.nl, Beilen

Eventuele opmerkingen over deze uitgave kunt u richten aan:
Uitgeverij Syntax Media BV
Hooghiemstraplein 124
3514 AZ Utrecht
e-mail: info@syntaxmedia.nl



Voorwoord

Dit leerboek is geschreven voor de opleiding van biologisch-medisch analisten. Vakgebieden waarin biologisch-medisch analisten meestal werken zijn klinische chemie, biochemie, biotechnologie, pathologie en microbiologie. De kern van het boek bestaat uit anatomie en fysiologie van de mens. Dit vormt immers de basis voor specialistische kennis van kerntaken en werkprocessen op biologisch-medische laboratoria. Het nieuwe leerboek sluit niet alleen aan op het profiel *Biologisch-medisch analist* uit het Kwalificatiedossier Analisten (SBB, 2015), maar kan ook als basis voor keuzedelen dienen.

Deze nieuwe editie van *Biomedische kennis voor analisten* is een ingrijpende herziening van de oude uitgave *Biomedische kennis voor het MLO* uit het jaar 2000. Nieuwe hoofdstukken zijn toegevoegd en oude geschrapt.

Belangrijke verbeteringen in het nieuwe leerboek zijn:

- eenvoudiger taalgebruik met kortere zinnen;
- meer afwisseling van tekst met verhelderende afbeeldingen;
- leerstof verrijkt met contexten uit de beroepspraktijk;
- full colour uitgevoerd.

Het boek *Biomedische kennis voor analisten* bouwt voort op het leerboek *Biologie voor het MLO*, dat de kennis dekt uit het basisdeel van het Kwalificatiedossier.

We wensen je veel plezier toe bij het werken met dit leerboek. Op- en aanmerkingen die de kwaliteit van deze leermethode verbeteren zijn van harte welkom via de uitgeverij: info@syntaxmedia.nl

april 2020

Eus van Hove
Harrie de Rijk

Inhoud

Voorwoord	V
1 Inleiding	1
1.1 Dienstverlenende laboratoria	2
1.1.1 Aanvullende diagnostiek	2
1.1.2 Klinisch-chemisch laboratorium	4
1.1.3 Laboratorium voor pathologie	6
1.1.4 Laboratorium voor medische microbiologie	7
1.1.5 Overige dienstverlenende laboratoria	8
1.2 Researchlaboratoria	9
1.3 Toegepaste research en ontwikkeling	11
1.4 Technieken en werkzaamheden van de biomedisch analist	12
1.5 Test je kennis	13
2 Celpathologie	15
2.1 Inleiding	16
2.2 Celschade	16
2.3 Celaanpassingen	18
2.4 Celdood	20
2.5 Ontsteking	21
2.6 Neoplasie	24
2.7 Metastasen	25
2.8 Histologische kwalificatie	26
2.8.1 Benigne tumoren	26
2.8.2 Maligne tumoren	26
2.9 Test je kennis	28
3 Embryologie	29
3.1 Inleiding	30
3.2 Geschiedenis van de embryologie	30
3.2.1 De preformatie theorie	31
3.2.2 De celtheorie	31
3.3 Stamcellen	32
3.4 Van eencellig naar meercellig	33
3.4.1 Delingen en klievingen	34
3.4.2 Kiembladen	36
3.4.3 Het embryo en de foetale groei	36
3.4.4 Foetale ontwikkeling	37
3.4.5 Geslachtsdifferentiatie vrouw en man	39
3.5 Test je kennis	39

4	Epitheel en de huid	41
4.1	Inleiding epitheel	42
4.2	Epitheel, endotheel en mesotheel	42
	4.2.1 Epitheelverbindingen	43
	4.2.2 Oppervlaktespecialisaties	45
	4.2.3 Epitheelsoorten	46
4.3	Exocriene klieren	47
4.4	Aandoeningen aan het epitheel	49
	4.4.1 Metaplasie	49
	4.4.2 Blaren	50
4.5	Onderzoek naar epitheel	51
	4.5.1 Urineonderzoek	51
	4.5.2 Uitstrijkje	52
	4.5.3 Cytokeratine	53
4.6	Inleiding de huid	54
4.7	Functies van de huid	54
	4.7.1 Lichaamstemperatuur	54
	4.7.2 Vorming vitamine D	55
4.8	Anatomie van de huidlagen	55
	4.8.1 Epidermis	55
	4.8.2 Dermis of cutis	57
4.9	Haren, nagels, huidklieren en -zintuigen	58
	4.9.1 Haren	58
	4.9.2 Nagels	60
	4.9.3 Zweetklieren	60
	4.9.4 Talgklier (olieklier)	62
	4.9.5 Zintuigen van de huid	63
4.10	Huidkanker	66
	4.10.1 Ontstaan van kanker	66
	4.10.2 Ontstaan van een oncogen	67
	4.10.3 Factoren die kans op kanker verhogen	69
	4.10.4 Kanker of tumor, goedaardig of kwaadaardig	70
	4.10.5 Huidkanker	71
4.11	Laboratorium huidziekten en onderzoek	72
	4.11.1 Mohs-techniek	73
	4.11.2 Huidkweek	73
	4.11.3 Bioprinting	74
4.12	Test je kennis	75
5	Hormoonstelsel	77
5.1	Inleiding	78
5.2	Werking van hormonen	79
	5.2.1 Hormonen die het celmembraan niet kunnen passeren	80
	5.2.2 Hormonen die het celmembraan wel kunnen passeren	81
5.3	Hormoonklieren	82
	5.3.1 Hypofyse	82

5.3.2	Epifyse	85
5.3.3	Schildklier	87
5.3.4	Bijschildklieren	88
5.3.5	Alvleesklier (pancreas)	88
5.3.6	Bijnieren	91
5.3.7	Ovaria	92
5.3.8	Testikels (zaadballen)	93
5.4	Weefselhormonen	93
5.5	Biomedisch laboratoriumonderzoek	95
5.5.1	Klinische chemie: diabetes (hyperglykemie)	95
5.5.2	Pathologie: ziekte van Graves (hyperthyreoïdie)	98
5.5.3	Microbiologie: recombinant humaan insuline	100
5.6	Test je kennis	101
6	Het zenuwstelsel	103
6.1	Inleiding	104
6.2	De indeling van het zenuwstelsel en de anatomie van zenuwen	105
6.3	Bouw van een zenuwcel of neuron	106
6.4	Impulsgeleiding en impulsoverdracht	109
6.4.1	impulsgeleiding	109
6.4.2	Synapsoverdracht	112
6.5	Autonoom (vegetatief of onwillekeurig) zenuwstelsel	113
6.5.1	Het (ortho)sympathisch zenuwstelsel	113
6.5.2	Het parasympathisch zenuwstelsel	114
6.6	Pathologie en onderzoek	116
6.6.1	Pijn	116
6.6.2	Polyneuropathie	118
6.6.3	Lepra	119
6.7	Het ruggenmerg	121
6.7.1	Anatomie van het ruggenmerg	121
6.7.2	Ruggenmergszenuwen	122
6.7.3	Reflexboog	122
6.8	Hersenencellen	124
6.9	De vliezen rondom de hersenen en het ruggenmerg	125
6.10	Liquor en liquorcirculatie	127
6.11	Bloedvoorziening van de hersenen	128
6.12	Anatomie en functies van de hersenen	130
6.12.1	Grote hersenen	131
6.12.2	Het limbisch systeem (Latijn limbus = rand of zoom)	133
6.12.3	Tussenhersenen (diencephalon)	134
6.12.4	Kleine hersenen	135
6.12.5	Middenhersenen, brug en verlengde merg	136
6.13	Hersenonderzoek	137

6.13.1	Multiple sclerose (ms)	138
6.13.2	Onderzoek liquor	140
6.14	Test je kennis	142

7 Bloed, bloedcellen en beenmerg 145

7.1	Inleiding	146
7.2	De samenstelling en functies van bloedplasma, erythrocyten en trombocyten	146
7.2.1	Samenstelling van het bloed	146
7.2.2	Erythrocyten	148
7.2.3	Trombocyten	148
7.3	Functies van het bloed	150
7.3.1	Transport	150
7.3.2	Constant inwendig milieu	153
7.3.3	Beschermende functie	154
7.4	Laboratoriumonderzoek van bloed	154
7.4.1	Bloedplasma	154
7.4.2	Ht/Hematocriet	154
7.4.3	Bloedbezinkingsnelheid	155
7.5	Indeling en functies van leukocyten	155
7.6	Laboratoriumonderzoek leucocyten	157
7.6.1	Bloeduitstrijkje	157
7.7	Pathologie van bloed en bloedcellen	159
7.7.1	Trombose	159
7.7.2	Bloedarmoede	160
7.8	Beenmerg	160
7.8.1	Hemopoëse: vorming van bloedcellen	161
7.8.2	Erytropoëse	162
7.8.3	Granulopoëse	163
7.8.4	Trombopoëse	163
7.8.5	Witte bloedcellen zonder granula	164
7.9	Pathologie van het beenmerg	164
7.9.1	Leukemie	164
7.9.2	Acute en chronische leukemie	164
7.9.3	Lymfoïde en myeloïde leukemie	165
7.10	Laboratoriumonderzoek beenmerg	165
7.10.1	Beenmergpuncties	165
7.10.2	Stamceltransplantaties	167
7.10.3	Het laboratorium	169
7.11	Test je kennis	170

8 Bloedvaten 171

8.1	Inleiding	172
8.2	Bloedvaten: soorten en kenmerken	172
8.2.1	Anatomie van een bloedvat	173
8.2.2	Capillairen	174
8.3	Bloedsomloop	176
8.4	Fysiologie: uitwisseling van stoffen	177

8.5	Pathologie van de bloedvaten	178
8.6	Nieuwe bloedvaten	180
8.7	Onderzoek	180
8.7.1	Beeldonderzoek: macroscopie	180
8.7.2	Beeldonderzoek: microscopie	181
8.7.3	Wetenschappelijk onderzoek	182
8.8	Test je kennis	183
9	Lymfestelsel	185
9.1	Inleiding	186
9.2	Lymfe en lymfevaten	186
9.2.1	Lymfevaten	186
9.3	De lymfoïde organen	188
9.3.1	Interacties tussen macrofagen en lymfocyten	189
9.3.2	Lymfeknopen	190
9.3.3	Thymus	191
9.3.4	Milt (lien)	192
9.3.5	MALT, BALT, GALT	194
9.3.6	De cellen van het lymfestelsel	195
9.4	Pathologie en onderzoek van het lymfestelsel	196
9.4.1	Het Hodgkin- en non-Hodgkin-lymfoom	196
9.4.2	Oedeem	197
9.4.3	Gescheurde milt	199
9.4.4	Allergie	199
9.4.5	Onderzoek lymfeknopen	203
9.5	Test je kennis	205
10	Voeding en vertering	207
10.1	Inleiding	208
10.2	Voedingsstoffen	208
10.2.1	Vetten	209
10.2.2	Koolhydraten	210
10.2.3	Eiwitten	211
10.2.4	Mineralen	212
10.2.5	Vitaminen	212
10.3	Bouw en functie spijsverteringsorganen	214
10.3.1	Mond- en keelholte	214
10.3.2	Slokdarm	215
10.3.3	Maag	217
10.3.4	Dunne darm	220
10.3.5	Dikke darm	224
10.4	Lever	225
10.4.1	Microscopische bouw	226
10.4.2	Functies van de lever	226
10.4.3	Glucosestofwisseling	227
10.4.4	Eiwitstofwisseling	228
10.4.5	Lipidenstofwisseling	229
10.4.6	Ontgifting	230

10.4.7	Productie van gal	230
10.4.8	Opslag	231
10.5	Galwegen en galblaas	231
10.6	Biomedisch laboratoriumonderzoek	233
10.6.1	Klinische chemie: de transaminasen ALAT en ASAT	233
10.6.2	Microbiologie: Salmonellose	234
10.6.3	Pathologie: Levercirrose	235
10.7	Test je kennis	237

11 De ademhalingsorganen 239

11.1	Inleiding	240
11.2	De anatomie en de functies van de bovenste luchtwegen	240
11.2.1	Neusholte: anatomie	240
11.2.2	Neusholte: histologie	241
11.2.3	Keelholte (pharynx): anatomie	243
11.2.4	Strottenhoofd (larynx): anatomie	243
11.2.5	Luchtpijp (trachea): anatomie	245
11.2.6	Luchtpijp (trachea): histologie	245
11.3	Pathologie en onderzoek	246
11.3.1	Aerogene infecties en verkoudheid	246
11.3.2	Technieken: endoscopie	247
11.4	De anatomie van de longen	248
11.4.1	Linker- en rechterlong, kwabben en segmenten	248
11.4.2	De hilus of longpoort	249
11.4.3	Bronchiën en bronchiolen	249
11.4.4	Alveolen of longblaasjes	250
11.4.5	Pneumocyten en macrofagen	252
11.4.6	Longvliezen	252
11.5	Fysiologie en functies van de longen	253
11.5.1	Gasuitwisseling	253
11.5.2	Ademhalingsbewegingen	254
11.5.3	Regeling ademhaling	255
11.5.4	Longcapaciteit	256
11.6	Pathologie en onderzoek	258
11.6.1	Infectie door het coronavirus COVID-19	258
11.6.2	Longontsteking (pneumonie)	258
11.6.3	Tuberculose	260
11.6.4	Onderzoek	261
11.6.5	Vaccinatie	263
11.7	Test je kennis	263

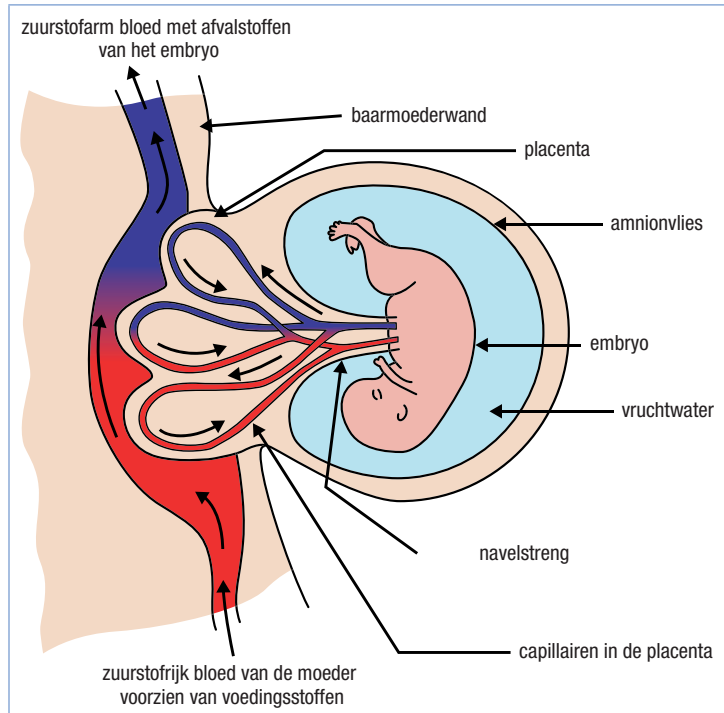
12 Nieren en urinewegen 265

12.1	Inleiding	266
12.2	Bouw en functie nieren	267
12.2.1	Bouw nefronen	269

12.2.2	Van bloedfiltraat tot urine	270
12.2.3	Urinewegen	274
12.3	Biomedisch laboratoriumonderzoek	276
12.3.1	Klinische chemie: glomerulonefritis	276
12.3.2	Microbiologie: urineweginfectie	277
12.3.3	Pathologie: niercelcarcinoom	279
12.4	Test je kennis	280
13	Geslachtsorganen	283
13.1	Inleiding	284
13.2	Vrouwelijke geslachtsorganen	285
13.2.1	Menstruele cyclus	287
13.3	Mannelijke geslachtsorganen	290
13.4	Infertiliteit	293
13.5	Biomedisch laboratoriumonderzoek	295
13.5.1	Klinische chemie: prostaat-specifiek antigeen (PSA)	295
13.5.2	Microbiologie: Chlamydia	298
13.5.3	Pathologie: baarmoederhalskanker	299
13.6	Test je kennis	302
	Illustratieverantwoording	305
	Trefwoordenregister	311

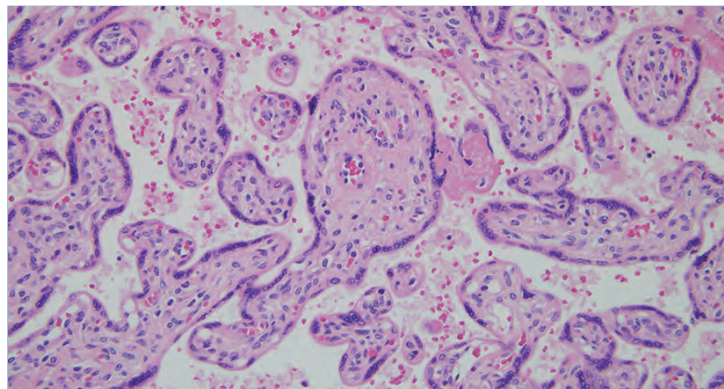
tijdelijk, 500 gram wegend schijfvormige orgaan van ongeveer 20 cm lang en 2 cm dik dat alleen voorkomt bij zoogdieren. De placenta maakt hormonen aan en zorgt voor de uitwisseling van zuurstof, koolzuur, voedings- en afvalstoffen.

De bloedvaten van de navelstreng eindigen in kleine vlokken (villi). Deze kunnen zuurstof en voeding opnemen uit het bloed van de moeder dat om de villi heen stroomt. Dat bloed is afkomstig is van kleine slagadertjes uit de baarmoederwand. De bloedcirculatie van moeder en foetus blijven op die manier volledig gescheiden.



Afbeelding 3.19

Ligging van het embryo in de baarmoeder.



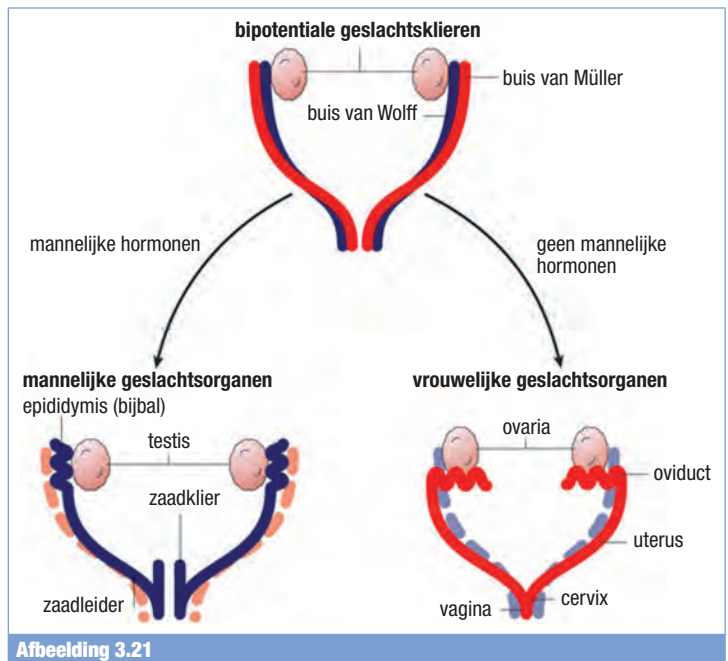
Afbeelding 3.20

Microscopisch beeld (400x): placentavlokken.

3.4.5 Geslachtsdifferentiatie vrouw en man

Embryo's hebben in het begin van hun ontwikkeling geslachtscellen en geslachtsbuizen die noch mannelijk noch vrouwelijk zijn: de oergeslachtscellen.

De ontwikkeling van voortplantingsorganen in het embryo en de foetus is een ingewikkeld proces waarbij erfelijke, hormonale en omgevingsfactoren een rol spelen. In het begin van de ontwikkeling ontstaan er geslachtsbuizen met oergeslachtscellen die mannelijk nog vrouwelijk zijn. In de negende of tiende week van de zwangerschap ontwikkelen de inwendige mannelijke geslachtsorganen zich uit de buizen van Wolff. Dat gebeurt onder invloed van het mannelijk hormoon testosteron. Dit hormoon onderdrukt de buizen van Müller. Bij vrouwen ontwikkelen de buizen van Wolff zich niet, omdat er geen mannelijk hormoon aanwezig is. Bij vrouwen ontwikkelen zich de inwendige geslachtsorganen uit de buizen van Müller.



Afbeelding 3.21

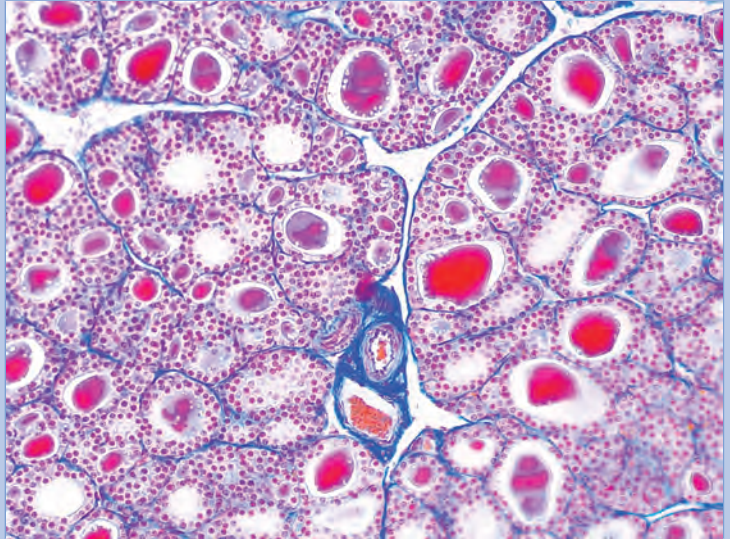
Ontwikkeling van de testis en de ovaria.

3.5 Test je kennis

1. Wat bestudeert de embryologie?
2. Geef de definitie van de celtheorie.
3. Wat is een stamcel?
4. Wat betekent het woord differentiatie bij cellen?
5. Welke cellen kunnen ontstaan uit een unipotente stamcel?
6. Zijn deze cellen geschikt voor een stamceltransplantatie? Licht je antwoord toe.

Hoofdstuk 5

Hormoonstelsel



Afbeelding 5.1

Microscopisch beeld (100x): de schildklier produceert het hormoon thyroxine.

Benodigde voorkennis

Voordat je aan dit hoofdstuk begint, wordt van je verwacht dat je beschikt over kennis van de volgende onderwerpen:

- Bouw en functie van de cel
- Biomoleculen

Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk ben je in staat:

- De functie van de hormoonklieren te beschrijven
- De werking van de belangrijkste hormonen te beschrijven en te verklaren
- Kennis van hormonen toe te passen op contexten uit de praktijk van biomedische laboratoria: diabetes (hyperglykemie), de ziekte van Graves (hyperthyreoïdie) en recombinant humaan insuline

5.1 Inleiding

In het menselijk lichaam moeten allerlei zaken worden geregeld. Er zijn daarvoor twee belangrijke regelmechanismen: het hormoonstelsel en het zenuwstelsel. Bij het zenuwstelsel verlopen de signalen (impulsen) zeer snel via vaste banen: de zenuwen (Hoofdstuk 6). De regulatie door middel van het hormoonstelsel gaat via stoffen in het bloed: de hormonen. Dit proces verloopt aanmerkelijk minder snel. Hormonen zijn stoffen die worden geproduceerd in endocriene klieren, dat wil zeggen klieren met interne secretie (Afb. 5.2). De hormoonleer wordt daarom ook wel endocrinologie genoemd.

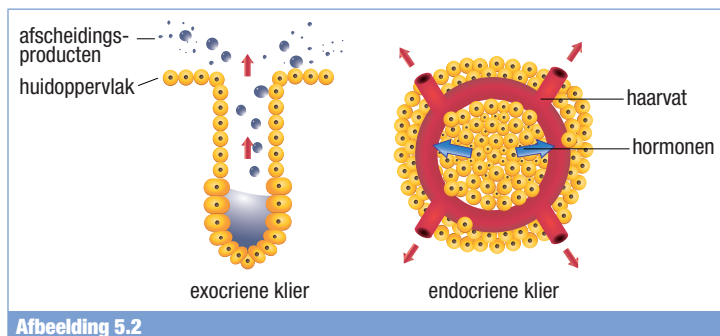
endocrinologie

De hormonen worden vanuit de endocriene klieren via het bloed vervoerd naar doelwitcellen waar ze hun functie uitoefenen. Doelwitcellen zijn cellen die gevoelig zijn voor een bepaald hormoon. Als deze cellen onderdeel uitmaken van een orgaan, dan worden deze doelwitorganen genoemd. Zo heeft het hormoon progesteron, dat wordt geproduceerd in het ovarium (hormoonklier), zijn doelwitcellen in het baarmoederslijmvlies (doelwitorgaan). En dan is er nog een grote groep hormonen die niet wordt gemaakt in speciale klieren, maar in bepaalde weefsels. Deze worden aangeduid met de term weefselhormonen.

doelwitorganen

In dit hoofdstuk wordt eerst ingegaan op de chemie en de werking van hormonen. Daarbij komt het systeem van feedback (terugkoppeling) aan de orde. Vervolgens komen de verschillende hormoonklieren en hormoonproducerende weefsels aan bod.

De contexten uit de praktijk van het laboratorium zal voor de klinische chemie worden geïllustreerd aan de hand van diabetes (hyperglykemie), voor de pathologie aan de hand van de ziekte van Graves (hyperthyreoïdie) en voor de microbiologie aan de hand van recombinant humaan insuline.



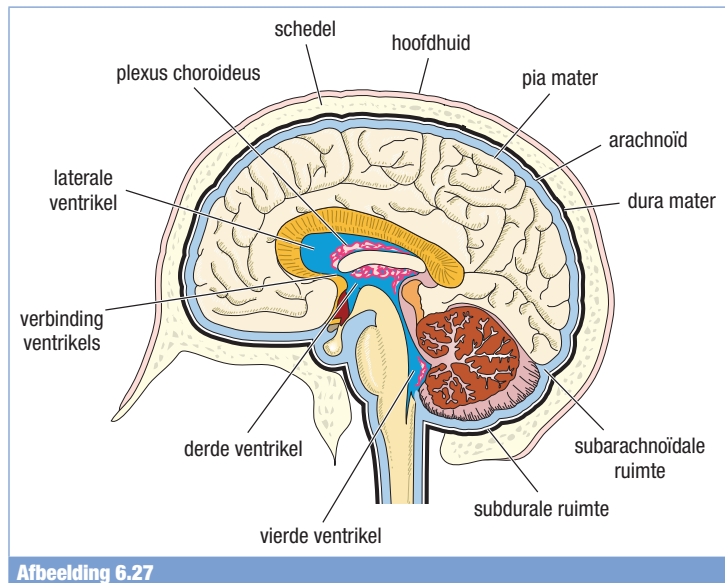
Afbeelding 5.2

Exocriene klieren geven hun product af via een afvoerbuis, bijvoorbeeld zweetklieren of speekselklieren.

Endocriene klieren bestaan uit hormoonproducerende cellen die hun product rechtstreeks afgeven aan het bloed.

De functie van de liquor is veelzijdig:

- een beschermende functie: de liquor vormt als het ware een stootkussen voor de kwetsbare hersenen en het ruggenmerg
- een isolerende functie: de liquor werkt als een warmtebuffer
- een voedende functie voor de oppervlakkig gelegen weefsels die de ventrikels bekleden, onder meer door de in de liquor aanwezige glucose
- een afvoerfunctie: bepaalde producten van de hersenstofwisseling kunnen met de liquor worden afgevoerd



Afbeelding 6.27

Ventrikels in de hersenen.

6.11 Bloedvoorziening van de hersenen

Ongeveer 20% van al het bloed dat het hart verpompt is bestemd voor de hersenen. Deze worden door twee paar slagaders van bloed voorzien: een paar halsslagaders (arteria carotis) en paar wervelslagaders (arteria vertebralis; Latijn *vertebra* = wervel). De halsslagaders zijn aftakkingen van de aorta en de wervelslagaders zijn zijtakken van de ondersleutelbeenslagader. Ze lopen door de dwarsuitsteeksels van de halswervels omhoog en komen bij het achterhoofds gat de schedel binnen. Hier verenigen ze zich tot de gemeenschappelijke schedelbasisslagader.

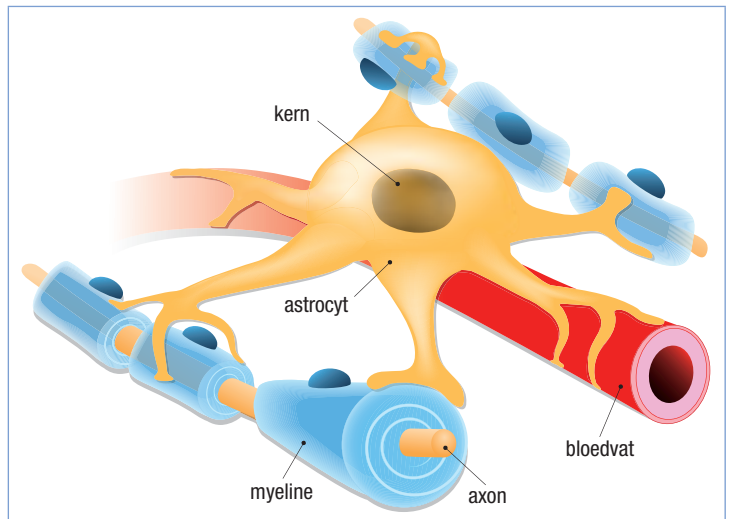
Haarvaten zijn in de hersenen met een zeer hoge dichtheid aanwezig. Bijna elke zenuwcel staat wel in verbinding met een haarvat. De hoge dichtheid van de haarvaten zorgt ervoor dat de hersenen vanuit de bloedsomloop de noodzakelijke voedingsstoffen ontvangen. Hierin schuilt echter het gevaar dat ook potentieel gevaarlijke stoffen de hersenen binnendringen.

De hersenen zijn het enige orgaan met een beveiligingssysteem, de zogeheten bloed- hersenbarrière. Dit is een netwerk van bloed-

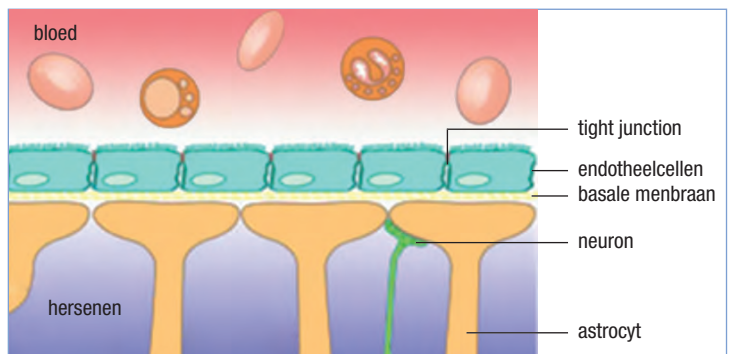
bloed- hersenbarrière

tight junctions

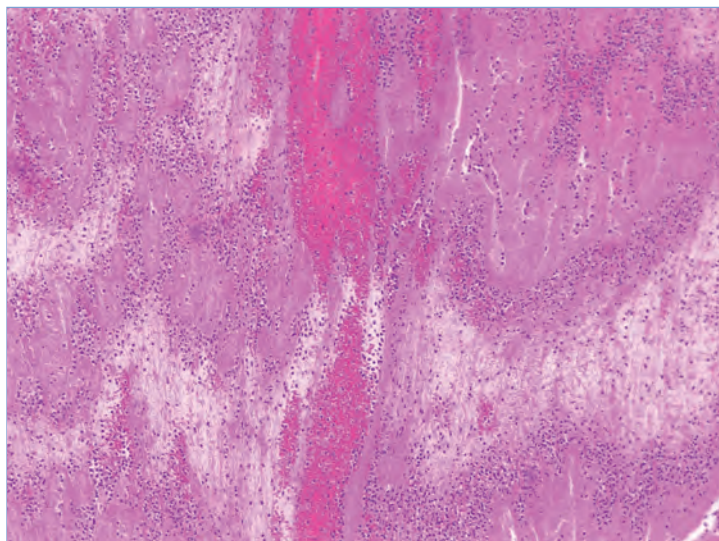
vaten dat essentiële voedingsstoffen doorlaat maar de overige stoffen tegenhoudt. Zo kleurt de galkleurstof bilirubine bij geelzucht (icterus) vrijwel alle organen geel, met uitzondering van het czs. Deze barrière is overigens selectief. In vet oplosbare stoffen als hormonen kunnen ongehinderd passeren. De passage van koolhydraten en eiwitten daarentegen is afhankelijk van de speciale werking van de endotheelcellen en astrocyten (gespecialiseerde gliacellen). Tight junctions zijn verbindingen tussen de endotheelcellen. Deze scheiden de bloedsomloop van het buiten de cellen gelegen extracellulair vocht van de hersenen. Endotheelcellen belten aldus het binnendringen van micro-organismen en (grote) wateroplosbare moleculen in de hersenvloeistof. De ademhalingsgassen zuurstof en koolzuur passeren de barrière door diffusie; glucose wordt door actief transport naar de hersencellen gebracht. De barrière bestaat verder nog uit de eindvoetjes van speciale cellen, de astrocyten (zie paragraaf 6.9). Deze cellen helpen bij het in stand houden van de chemische omgeving van een neuron.

**Afbeelding 6.28**

De verbinding tussen astrocyten, capillairen en neuronen.

**Afbeelding 6.29**

De bloed-hersensbarrière.



Afbeelding 7.5

Microscopisch beeld (100x): bloedprop met fibrinedraden en bloedcellen.

EDTA

Doordat Ca^{2+} -ionen noodzakelijk zijn voor de bloedstolling, bestaat de mogelijkheid bloed onstolbaar maken door de vrije calciumionen te binden. Dit kan door toevoeging van natriumcitraat bij donorbloed of door toevoeging van de stof EDTA, veelal toegepast in laboratoriumtests. Bij gestold bloed of stolbloed (jargon) resulteert deze ontstolling in een donkerrode vaste massa, de bloedkoek, en helder lichtgeel serum.

7.3 Functies van het bloed

Het bloed heeft drie belangrijke hoofdfuncties:

1. Transport van onder andere de gassen zuurstof en koolstofdioxide, voedingsstoffen, hormonen en excretieproducten
2. Het handhaven van een constant inwendig milieu
3. Een beschermende functie door afweer tegen onder meer micro-organismen en via het bloedstollingsproces dat overmatig bloedverlies voorkomt

7.3.1 Transport

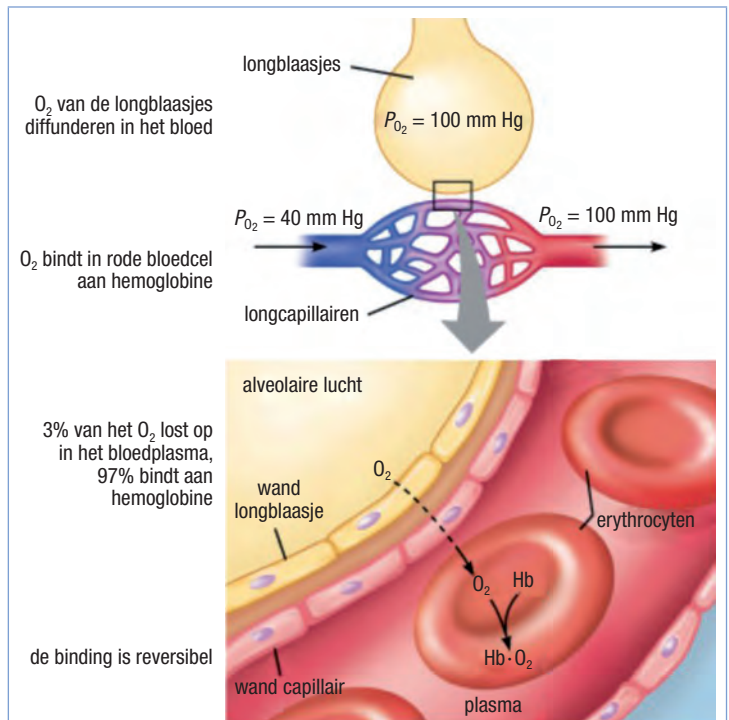
Zuurstoftransport

$p\text{O}_2$

Vanwege de beperkte oplosbaarheid van zuurstof in het bloedplasma zal het transport ervan grotendeels in gebonden toestand dienen plaats te vinden. Onder normale omstandigheden kan er bij een $p\text{O}_2$ van 100 mmHg slechts 3 ml O_2 per liter bloedplasma oplossen. In gebonden toestand kan echter maar liefst 195 ml/l

worden vervoerd. Zuurstof komt vanuit de longblaasjes (alveoli) in het bloedplasma terecht door diffusie. Daar wordt het gebonden door het in de erythrocyten aanwezige roodgekleurde eiwit hemoglobine (Hb). Hemoglobine bestaat uit een eiwitgedeelte (globine) en haem, een roodgekleurde niet-eiwitcomponent. Erythrocyten bevatten zeer veel hemoglobine (ongeveer 34%) terwijl hun totale oppervlak ongeveer 3.500 m² bedraagt. Hierdoor kan er in korte tijd een grote hoeveelheid zuurstof worden gebonden tot oxyhemoglobine (HbO₂). De binding van zuurstof aan het tweewaardig ijzer is reversibel (omkeerbaar), omdat het een zwakke binding is. Per molecuul kunnen maximaal vier zuurstofmoleculen worden gebonden volgens de reactievergelijking: $\text{Hb}_4 + 4 \text{O}_2 \rightarrow (\text{HbO}_2)_4$. Als de pO₂ lager wordt – en dat gebeurt in de weefsels – kan het hemoglobine om dezelfde reden snel zuurstof afgeven. De zuurstofverzadiging van hemoglobine is afhankelijk van de pO₂ en de pCO₂, en wordt ook nog eens beïnvloed door de temperatuur.

pCO₂



Afbeelding 7.6

Microscopisch beeld (100x): transport van zuurstof in het bloed

myoglobine

Het in de spiercellen voorkomende myoglobine is een monomeer, en komt als zodanig overeen met een Hb-unit. Het grote nut van myoglobine als zuurstofreservoir is dat het pas zuurstof afstaat bij een zeer lage pO₂.

12.1 Inleiding

uitscheiding

Door de diverse stofwisselingsprocessen in het lichaam komt er een groot aantal producten in het bloed terecht. Deze zijn voor het lichaam niet langer bruikbaar en soms zelfs ronduit schadelijk. Ze moeten daarom continu uit het bloed worden verwijderd, een proces dat uitscheiding, of excretie wordt genoemd. Dit gebeurt met name door de nieren (urine), de longen (koolstofdioxide en water), de huid (zweet) en door de lever. Ook de overige afvalstoffen moeten uit het menselijk lichaam worden verwijderd, bijvoorbeeld onverteerbare en onverteerde voedingsstoffen. Dit gebeurt in de vorm van ontlasting. Omdat deze stoffen nooit echt in het lichaam zijn opgenomen, en omdat het darmkanaal kan worden beschouwd als een stukje buitenwereld binnen het lichaam, spreekt men in dat verband niet van uitscheiding.

In dit hoofdstuk worden de nieren en urinewegen behandeld, de belangrijkste uitscheidingsorganen. Bij de beschrijving van de bouw van de nieren wordt onderscheid gemaakt tussen de macroscopische en microscopische aspecten. Macroscopisch is alles wat met het blote oog waarneembaar is. Microscopisch heeft betrekking op die onderdelen die alleen onder de microscoop zichtbaar zijn. Hierbij zal worden besproken hoe deze verschillende onderdelen functioneren. De samenstelling van de urine kan belangrijke aanwijzingen geven over het functioneren van de diverse in het lichaam aanwezige organen. Om die reden wordt ook daaraan aandacht besteed.

De contexten uit de praktijk van het klinisch-chemisch, microbiologisch en pathologisch laboratorium vormen respectievelijk glomerulonefritis, urineweginfectie en niercelcarcinoom.



Afbeelding 12.2

Dwarsdoorsnede nieren met nierschors, niermerg en nierbekken (wit).

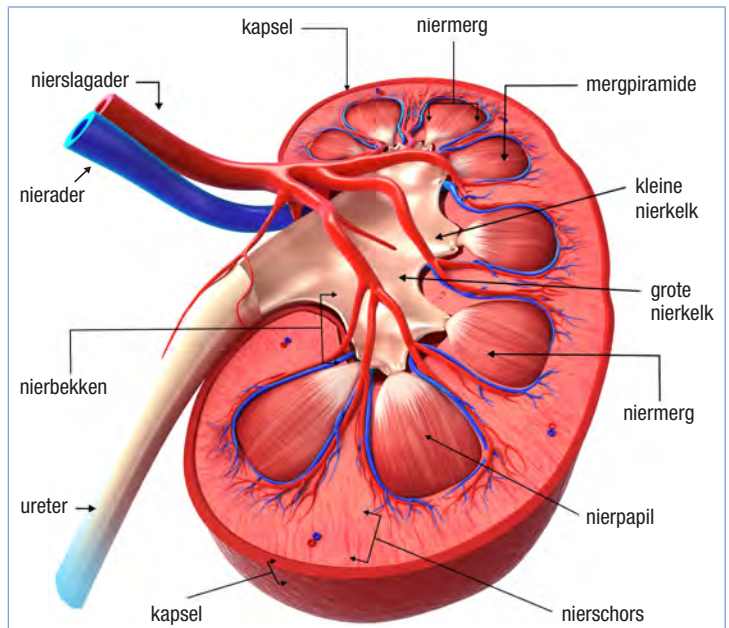
12.2 Bouw en functie nieren

osmoregulatie

De nieren zijn de belangrijkste uitscheidingsorganen. Hun taak is het constant houden van het inwendig milieu, het geheel van bloed, lymfe, weefselvloeistof en cytoplasma in de lichaamscellen. Dit doen zij in samenwerking met de andere uitscheidingsorganen: de longen, de huid (zweatklieren) en de lever (gal). Het proces dat de osmotische waarde van deze lichaamsvloeistoffen constant houdt, wordt osmoregulatie genoemd. De nieren zorgen ervoor dat de osmolaliteit, het aantal opgeloste deeltjes per kg lichaamsvloeistof, ongeveer 282 mOsmol/kg bedraagt.

De nieren vervullen de volgende belangrijke functies:

- het controleren van het gehalte aan minerale zouten en water in de lichaamsvloeistoffen
- het constant houden van de zuurgraad
- het uitscheiden van afvalstoffen



Afbeelding 12.3

Model van de nier met nierlichaampjes in de schors, nierbuisjes in het niermerg en het nierbekken dat de urine via de ureter afvoert naar de urineblaas.

nierslagaders

De nieren liggen in de buikholte links en rechts van de wervelkolom achterin de buikholte. Door de nierslagaders stroomt zuurstofrijk bloed naar de nieren. Via de nieraders verlaat het inmiddels zuurstofarm geworden bloed de nieren weer. De gevormde urine wordt door de urineleiders (ureters) naar de blaas vervoerd. Van daaruit wordt deze door de urinebuis (urethra) afgevoerd naar buiten (Afb. 12.3). De nieren zijn in staat al naargelang zeer