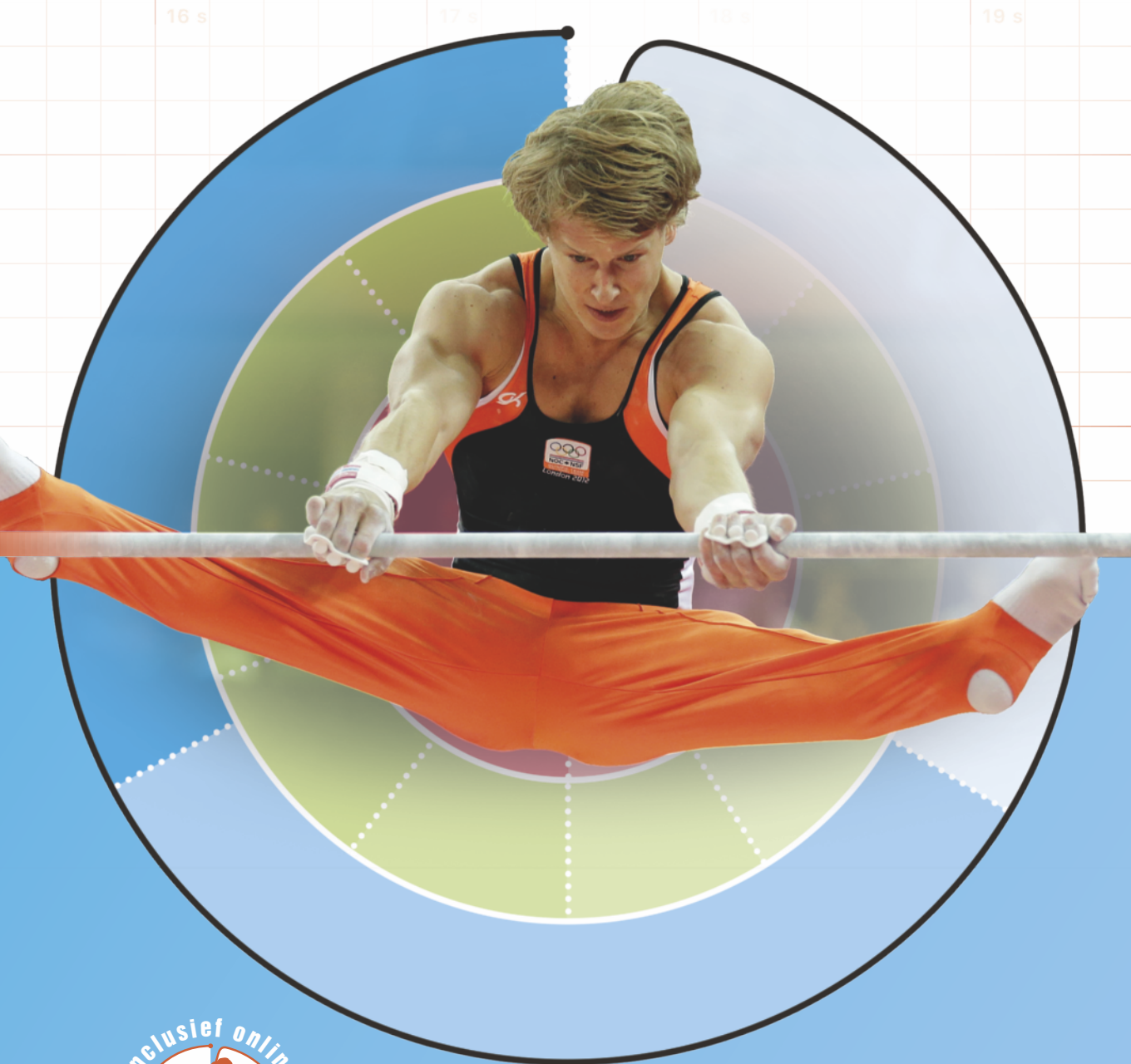


Anatomie en Fysiologie

Studieboek en naslagwerk voor **Gezondheidszorg en Sport**



Ludo Grégoire
Agnes van Straaten - Huygen
Rogier Trompert



Anatomie en Fysiologie

voor Gezondheidszorg en Sport

Ludo Grégoire
Agnes van Straaten-Huygen
Rogier Trompert

Colofon

Auteurs

Ludo Grégoire, Leiden
Agnes van Straaten-Huygen, Bergen

Illustraties

Rogier Trompert, Maastricht

Redactie

Singeling Tekstproducties

Foto's binnenwerk

Zie verantwoording op pagina 573

Omslagfoto

AP Photo/Gregory Bull/Hollandse Hoogte

Omslagontwerp

Rogier Trompert Medical Art, Maastricht

Vormgeving

Studio Imago, Amersfoort

Met dank aan:

Ellen de Visser / De Volkskrant, Amsterdam
voor de toestemming tot het gebruik
van de teksten van de Gezondheidsrubriek.

Evert Barendrecht, Alkmaar
voor controle en correcties.

Corine Vollbehr-Harts, Utrecht
voor jarenlange terugkoppeling.

Over ThiemeMeulenhoff

ThiemeMeulenhoff ontwikkelt zich van educatieve uitgeverij tot een learning design company. We brengen content, leerontwerp en technologie samen. Met onze groeiende expertise, ervaring en leeroplossingen zijn we een partner voor scholen bij het vernieuwen en verbeteren van onderwijs. Zo kunnen we samen beter recht doen aan de verschillen tussen lerenden en scholen en ervoor zorgen dat leren steeds persoonlijker, effectiever en efficiënter wordt.

Samen leren vernieuwen.

www.thiememeulenhoff.nl

ISBN 9789006435450

Vijfde druk, eerste oplage, 2020.

© ThiemeMeulenhoff, Amersfoort, eerste druk: 1990.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleenvoudigd, 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.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 23 augustus 1985, Stbl. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie (PRO), Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp (www.stichting-pro.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men zich tot de uitgever te wenden. Voor meer informatie over het gebruik van muziek, film en het maken van kopieën in het onderwijs zie www.auteursrechtenonderwijs.nl.

De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

www.thiememeulenhoff.nl.

Deze uitgave is volledig CO₂-neutraal geproduceerd.

Het voor deze uitgave gebruikte papier is voorzien van het FSC®-keurmerk. Dit betekent dat de bosbouw op een verantwoorde wijze heeft plaatsgevonden.

Even voorstellen

Ludo Grégoire



Ludo Grégoire (1951) studeerde, na zijn opleiding aan de Academie voor Lichamelijke Opvoeding in Tilburg, functionele anatomie bij de Faculteit Bewegingswetenschappen van de Vrije Universiteit te Amsterdam. Als bijvak koos

hij onderwijsresearch, gericht op de didactiek van de anatomie/fysiologie van de mens. Postdoctoraal voltooide hij de studie arbeids- en organisatiepsychologie. In 1998 voltooide hij de studie Nederlands Recht aan de Universiteit Utrecht.

Vanaf 1976 doceerde hij het vak anatomie/fysiologie aan verschillende opleidingen en vanaf 1984 met name aan de hbo-v in Alkmaar. Vanaf 1986 werkte hij als districtsdirecteur van de Landelijke Huisartsenvereniging en vervolgens vanaf 1997 als adjunct-directeur Zorg van het Waterlandziekenhuis in Purmerend. Van 2001 tot eind 2013 was hij algemeen directeur van Wilgaerden, een organisatie voor ouderenzorg in West-Friesland.

Agnes van Straaten-Huygen



Agnes van Straaten-Huygen (1954) studeerde biologie aan de Vrije Universiteit te Amsterdam.

Al bijna twintig jaar werkt zij fulltime als educatief auteur en redacteur op het gebied van mens en natuur. Zij is ma-

ker/coauteur/hoofredacteur van de online biologiemethode www.10voorbiologie.nl (havo/vwo). Zij schreef *Samengevat Anatomie en Fysiologie* voor hbo-v/verpleegkunde A en is coauteur van de uitgaven *Anatomie en ziekteleer voor verzorgenden IG* deel 1 en deel 2, *Anatomie en fysiologie* voor kwalificatieniveau 4 en *Interne Geneeskunde* voor kwalificatieniveaus 4 en 5.

Rogier Trompert



Rogier Trompert (1974) is specialist in de medische en wetenschappelijke illustratie. Hij is opgeleid aan de Hogeschool voor de Kunsten Academie Minerva te Groningen en in het Departement of Art in Medicine van de Universiteit van

Manchester. In 1999 studeerde Rogier cum laude af aan de Master Scientific Illustration en startte zijn bedrijf Rogier Trompert Medical Art, dat in Europa toonaangevend is in het creëren van medisch-wetenschappelijke illustraties voor onder meer medisch specialisten, farmaceuten, klinieken, uitgevers, universiteiten en musea. Vanaf 2011 is hij program director van de Master Scientific Illustration in Maastricht, een internationale masteropleiding die studenten van over de hele wereld trekt.

ThiemeMeulenhoff

ThiemeMeulenhoff is de partner bij het vernieuwen en verbeteren van onderwijs.

Dit studieboek *Anatomie en Fysiologie* is een goed voorbeeld van waar ThiemeMeulenhoff voor staat. Volgens een beargumenteerd didactisch-methodisch concept worden de bouw en de functie van het menselijk lichaam besproken. Doel is meer inzicht te krijgen in de mens als totaliteit.

Dankzij de onderwijskundige indeling, het toegankelijke en persoonlijke taalgebruik en de aansprekende illustraties is het een boek waarmee je prettig studeert. Het is tegelijkertijd een betrouwbaar naslagwerk voor de beroepspraktijk en de algemene ontwikkeling. De gedifferentieerde digitale leeromgeving ondersteunt op allerlei manieren het leren: door middel van teksten, video's, animaties, controlevragen en feed back.

Aan de gebruikers

Leren moet zo plezierig mogelijk zijn. Dit is de leidende gedachte geweest bij het maken en het steeds verbeteren van dit boek. Wij hebben geprobeerd om in de opzet, de tekst en de bijbehorende illustraties zo goed mogelijk aan te sluiten bij de wereld van de moderne student. Ons streven bij het ontwerpen, bij het eerste schrijf- en tekenwerk en vervolgens bij het schaven en polijsten ervan is steeds geweest: een boek maken waarin je prettig studeert, maar dat je ook later, in je werkzame leven, als betrouwbaar naslagwerk kunt gebruiken.

Het schrijven van een dikke pil is gemakkelijker dan het maken van een compact leerboek dat precies beantwoordt aan wat voor de doelgroep nodig en voldoende is. Het boek is ontwikkeld vanuit en voor de Nederlandse en Vlaamse onderwijspraktijk. Wij hebben kritisch gekozen welke leerstof de aandacht verdient en welke detaillering nodig is. Daarnaast is veel energie gestopt in het doordenken van een zo logisch mogelijke aanpak en vervolgens de vormgeving daarvan.

Dat we in onze opzet geslaagd zijn, blijkt uit het feit dat het boek – met steeds weer verbeterde versies – al meer dan dertig jaar goed ontvangen wordt in de praktijk van het onderwijs, zowel in Nederland als in Vlaanderen.

We nodigen de gebruikers van het boek – studenten en docenten – uit om commentaar en suggesties te blijven insturen, zeker als het gaat om het ontbreken van gewenste leerstof. Dat stelt ons in staat om een volgende druk weer beter aan te passen aan de wensen en behoeften van de praktijk.

Wij zijn blij met het boek. We willen graag dat de gebruikers dat ook zijn en blijven!

Voorjaar 2020

Ludo Grégoire
Agnes van Straaten-Huygen
Rogier Trompert
ThiemeMeulenhoff

Contact?
ludo.gregoire@icloud.com.
of
www.thiememeulenhoff.nl.

Inhoudsopgave

Deel 1 Fundament 15

1 Terreinverkenning 17

- 1.1 Doelstelling en plaatsbepaling 17
- 1.2 Anatomie + fysiologie = functionele anatomie 18
 - 1.2.1 Functionele anatomie 20
 - 1.2.2 Onderzoeksmethoden 20
 - 1.2.3 Verwante vakgebieden 23
- 1.3 Structuur van het boek 24
- 1.4 Leerstof 24
 - 1.4.1 Standaardisatie en verschillen 24
 - 1.4.2 Terminologia Anatomica 26
 - 1.4.3 Afkortingen 26
 - 1.4.4 Studiehandreikingen 26
- 1.5 Holistische benadering 27

Mijn vak en ik: Mariëtte Raadsen, Medisch Beeldvormings- en Bestralingsdeskundige 29

2 Cellen 31

- 2.1 Metabolisme 31
- 2.2 Bouw van de cel 33
 - 2.2.1 De celmembraan 34
 - 2.2.2 Transport via de celmembraan 35
 - 2.2.3 Organellen 37
- 2.3 De levenscyclus van de cel 45
 - 2.3.1 Mitose en groeifase 46
 - 2.3.2 Functionele fase 47

3 Weefsels 51

- 3.1 Epitheel 51
 - 3.1.1 Eenlagig epitheel 52
 - 3.1.2 Meerlagig epitheel 52
 - 3.1.3 Klierepitheel 53
- 3.2 Steunweefsel 54
 - 3.2.1 Bindweefsel 55
 - 3.2.2 Kraakbeenweefsel 58
 - 3.2.3 Botweefsel 59
 - 3.2.4 Vloeibaar steunweefsel 60
- 3.3 Spierweefsel 61
- 3.4 Zenuwweefsel 63

4 Topografie 69

- 4.1 De anatomische houding 69
- 4.2 Doorsneden en lichaamsvlakken 69
- 4.3 Plaatsaanduidingen 71
- 4.4 Richtingaanduidingen 72
- 4.5 Indeling in hoofd, romp en ledematen 74
- 4.6 Bouwelementen, holten en vliezen 74
 - 4.6.1 Bouwelementen 74
 - 4.6.2 Lichaamsholten 75
 - 4.6.3 Sereuze holten en vliezen 76

5 Orgaanstelsels 79

- 5.1 Orgaanstelsels en hun functies 80
 - 5.1.1 Transport 80
 - 5.1.2 Voedselvoorziening 81
 - 5.1.3 Uitscheiding 81
 - 5.1.4 Gaswisseling 81
 - 5.1.5 Begrenzing 81
- 5.2 Regulatie van de vegetatieve functies 82
 - 5.2.1 Hormonale stelsel 83
 - 5.2.2 Vegetatieve zenuwstelsel 83
- 5.3 Regulatie van de animale functies 83
 - 5.3.1 Animale zenuwstelsel 84
 - 5.3.2 Sensorisch stelsel 84
 - 5.3.3 Motorisch stelsel 84
 - 5.3.4 Samen werken 84

Mijn vak en ik: Jetty Stammes, Yogadocent 85

- 5.4 Voortplanting 86
- 5.5 De totale mens 86

Deel 2 Orgaanstelsels 93

6 Circulatiestelsel 95

- 6.1 Het hart 96
 - 6.1.1 Ligging van het hart 96
 - 6.1.2 Bouw van het hart 97
 - 6.1.3 Hartkleppen 99
 - 6.1.4 Hartwand 99
 - 6.1.5 Hartprikkelgeleidingssysteem 101
- 6.2 Hartfunctie 103
 - 6.2.1 Hartcyclus 103
 - 6.2.2 Bloeddruk in het hart 105
 - 6.2.3 Elektrocardiogram 105

- 6.2.4 Hartcapaciteit 108
- 6.3 Hartcirculatie 109
- 6.4 Bloedvaten 111
 - 6.4.1 Bouw en functie van de bloedvaten 111

Mijn vak en ik: Mariska Stolle, Verpleegkundige 113

- 6.4.2 Topografie van de bloedvaten 116
- 6.4.3 Vaatsystemen 122
- 6.5 Bloeddruk in het lichaam 124
 - 6.5.1 Bloeddrukbepalende factoren 124
 - 6.5.2 Bloeddruk in de lichaamscirculatie 124
 - 6.5.3 Bloeddruk in de longcirculatie 125
 - 6.5.4 Stroomsnelheid van het bloed 125
 - 6.5.5 Regulatie van de bloeddruk 126
- 6.6 Bloed 127
 - 6.6.1 Bloedcellen 127
 - 6.6.2 Hemopoëse 130
 - 6.6.3 Hemostase 131
 - 6.6.4 Bloedplasma 132
- 6.7 Uitwisseling van stoffen tussen bloed en weefselvocht 135
 - 6.7.1 Bloeddruk en osmotische druk 135
 - 6.7.2 Weefselvocht 136
- 6.8 Lymfevatenstelsel 137
 - 6.8.1 Lymfe en lymfevaten 137
 - 6.8.2 Lymfoïde organen 139

Mijn vak en ik: Margot de Koning, Deskundige infectiepreventie 141

- 6.9 Immuniteit 142
 - 6.9.1 Niet-specifieke immuniteit 143
 - 6.9.2 Specifieke immuniteit 146
 - 6.9.3 Immunisatie 151
- 6.10 Bloedgroepen 153

7 Spijsverteringsstelsel 155

- 7.1 Voedingsstoffen 155
 - 7.1.1 Koolhydraten 156
 - 7.1.2 Lipiden 158
 - 7.1.3 Eiwitten 159
 - 7.1.4 Mineralen 161
 - 7.1.5 Vitaminen 161
 - 7.1.6 Water 163
- 7.2 Spijsverteringskanaal 164
 - 7.2.1 Algemene bouw van de wand 166

7.2.2 Mondholte 167

Mijn vak en ik: Eva Verhoeff, Diëtist 169

7.2.3 Keelholte 175

7.2.4 Slokdarm 175

7.2.5 Maag 176

7.2.6 Dunne darm 180

7.2.7 Dikke darm 185

7.3 Spijsverteringsklieren en galwegen 188

7.3.1 Alvleesklier 189

7.3.2 Lever 190

7.3.3 De galwegen 196

7.4 Peritoneum 196

Mijn vak en ik: Isabel Sanders, Gezondheidswetenschapper 197

7.4.1 Extra- en intraperitoneaal 198

7.4.2 Mesenterium en omentum 199

7.4.3 Peritoneale ruimten 200

8 Urinewegstelsel 201

8.1 Nieren 201

8.1.1 Bouw van de nier 202

8.1.2 Doorbloeding van de nier 203

8.1.3 Het nefron 203

8.1.4 Werking van de nier 205

8.1.5 Regeling van de water- en zoutenuitscheiding 208

8.1.6 Regeling van de zuurgraad 209

8.1.7 Aanmaak van erythrocyten 210

8.2 Urine 210

8.3 Transport, opslag en verwijdering van urine 211

8.3.1 Urineleiders 211

8.3.2 Urineblaas 212

8.3.3 Urinebuis 212

8.4 Mictie 213

9 Ademhalingsstelsel 215

9.1 Luchtwegen 215

9.1.1 Neusholte 216

9.1.2 Mondholte 219

9.1.3 Keelholte 219

9.1.4 Strottenhoofd 219

9.1.5 Luchtpijp en hoofdbronchiën 223

9.1.6 Bronchiën en bronchiolen 224

9.1.7 Longblaasjes 224

9.1.8 Longvlies 224

Mijn vak en ik: Ineke Opstal, Verpleegkundige IC 225

9.1.9 Doorbloeding van de longen 226

9.2 Gaswisseling 226

9.2.1 In de longblaasjes 228

9.2.2 In de weefsels 228

9.3 Ademhalingsbewegingen 230

9.3.1 Inspiratie 230

9.3.2 Expiratie 231

9.3.3 Regulatie van de ademhaling 231

9.4 Longfunctie 234

9.4.1 Longfunctiegrootheden 234

9.4.2 Ademhalingsfrequentie 235

9.4.3 Dode ruimte 236

9.4.4 Gasanalyse 236

10 Huid 239

10.1 Functies van de huid 239

10.2 Bouw van de huid 240

10.2.1 Epidermis 240

10.2.2 Dermis 243

10.2.3 Herstel van een huidwond 244

10.2.4 Subcutis 248

10.2.5 Bijzondere epidermale structuren 248

10.3 Bloedvoorziening van de huid 252

Mijn vak en ik: Marlies van den Hurk-Bakker, Biologieleraar 253

10.4 Temperatuurregulatie via de huid 255

10.4.1 Lichaamstemperatuur 255

10.4.2 Warmteproductie en warmteoverdracht 255

10.4.3 Regulatie 256

11 Hormonale stelsel 259

11.1 Algemene werking van hormonen 259

11.1.1 Steroïdhormonen en eiwithormonen 260

11.1.2 Regelkringen 261

11.2 Het hypothalamus-hypofysesysteem 262

11.3 Hypofyse 263

11.3.1 Neurohypofyse 263

11.3.2 Adenohypofyse 265

11.4 Pijnappelklier 266

11.5 Schildklier 267

11.6 Bijschildklieren 268

- 11.7 Eilandjes van Langerhans 269
- 11.8 Bijnieren 270
 - 11.8.1 Bijnierschors 270
 - 11.8.2 Bijniermerg 271
- 11.9 Geslachtsklieren 273
- 11.10 Weefselhormonen 273

12 Zenuwstelsel 279

- 12.1 Algemene functies 279
- 12.2 Algemene werking 280

Mijn vak en ik: Nicôle Meulenbelt, Anesthesieassistent 281

- 12.3 Indelingen 282
 - 12.3.1 Anatomische indeling 282
 - 12.3.2 Fysiologische indeling 282
- 12.4 Zenuwweefsel 286
 - 12.4.1 Neuronen 286
 - 12.4.2 Neuroglia 287
 - 12.4.3 Witte stof en grijze stof 290
 - 12.4.4 Membraanpotentiaal en impulsopwekking 291
 - 12.4.5 Impulsoverdracht 294
- 12.5 Grote hersenen 296
 - 12.5.1 Uitwendige bouw 296
 - 12.5.2 Inwendige bouw 297
 - 12.5.3 Functies 299
- 12.6 Tussenhersenen 306
 - 12.6.1 Thalamus 307
 - 12.6.2 Hypothalamus 307
- 12.7 Hersenstam 308

Mijn vak en ik: Cherida Louz, Operatieassistent 309

- 12.7.1 Middenhersenen 310
- 12.7.2 Pons 310
- 12.7.3 Verlengde merg 310
- 12.7.4 Reticulaire formatie 311
- 12.7.5 Hersenzenuwen 312
- 12.8 Kleine hersenen 316
- 12.9 Ruggenmerg 317
 - 12.9.1 Bouw 319
 - 12.9.2 Functies 320
 - 12.9.3 Ruggenmergzenuwen 324
- 12.10 Reflexen 327
 - 12.10.1 Hersenstamreflexen 328

- 12.10.2 Ruggermergreflexen 328
- 12.11 Vegetatieve zenuwstelsel 331
 - 12.11.1 Sympathische zenuwstelsel 331
 - 12.11.2 Parasympathische zenuwstelsel 333
- 12.12 Hersenvliezen 334
 - 12.12.1 Dura mater 334
 - 12.12.2 Arachnoidea mater 334
 - 12.12.3 Pia mater 335
- 12.13 Ventrikels en liquor 335
 - 12.13.1 Ventrikels 335
 - 12.13.2 Liquor 336

Mijn vak en ik: Simon Grégoire, Student Geneeskunde 337

- 12.14 Doorbloeding van de hersenen 340
- 13 Sensorisch stelsel 343**
 - 13.1 Sensoren 343
 - 13.1.1 Indeling van de sensoren 344
 - 13.1.2 Algemene kenmerken 345
 - 13.2 Reukzintuig 347
 - 13.3 Smaakzintuig 349
 - 13.4 Huidzintuigen 351
 - 13.5 Gezichtsintuig 354
 - 13.5.1 Bouw van de oogbol 355
 - 13.5.2 Inwendige bouw van de oogbol 357
 - 13.5.3 Zien 359
 - 13.5.4 De hulporganen van het oog 363

Mijn vak en ik: Arjan Otte, Ergotherapeut 365

- 13.6 Gehoorzintuig 369
 - 13.6.1 Bouw van het oor 369
 - 13.6.2 Horen 373
- 13.7 Propriosensoren 374
 - 13.7.1 Evenwichtsorgaan 374
 - 13.7.2 Spierspoelen 375
 - 13.7.3 Propriosensoren in pezen en gewrichten 376
- 13.8 Interosensoren 376
- 14 Motorisch stelsel 377**
 - 14.1 Skelet 377
 - 14.1.1 Bouw van het bot 378
 - 14.1.2 Botafbraak en botopbouw 379
 - 14.1.3 Indeling van botten 381
 - 14.2 Botverbindingen 382

- 14.2.1 Bindweefselverbindingen 382
- 14.2.2 Kraakbeenverbindingen 383
- 14.2.3 Gewrichten 383
- 14.3 Botten en botverbindingen van het hoofd 386
 - 14.3.1 Hersenschedel 386
 - 14.3.2 Aangezichtsschedel 388
- 14.4 Botten en botverbindingen van de romp 390
 - 14.4.1 Wervelkolom 390

Mijn vak en ik: Wendy Vergeer, Bewegingstherapeut 393

- 14.4.2 Ribben en borstbeen 396
- 14.5 Botten en botverbindingen van de extremiteiten 396
 - 14.5.1 Schoudergordel 397
 - 14.5.2 Arm en hand 397
 - 14.5.3 Bekkengordel 398
 - 14.5.4 Been en voet 400
- 14.6 Spieren 405
 - 14.6.1 Algemene bouw en functies 405
 - 14.6.2 Spieren van hoofd, nek en hals 414
 - 14.6.3 Spieren van de romp 417

Mijn vak en ik: Epke Zonderland, Topturner en arts 421

- 14.6.4 Spieren van de extremiteiten 426

Mijn vak en ik: Hans Minten, Sporttrainer 433

15 Voortplantingsstelsel 435

- 15.1 Geslachtskenmerken 435
- 15.2 Vrouwelijke geslachtsorganen 436
 - 15.2.1 Vulva 436
 - 15.2.2 Eierstokken 439
 - 15.2.3 Eileiders 440
 - 15.2.4 Baarmoeder 440
 - 15.2.5 Vagina 441
- 15.3 Mannelijke geslachtsorganen 441
 - 15.3.1 Penis 441
 - 15.3.2 Zaadballen 443
 - 15.3.3 Bijballen 445
 - 15.3.4 Zaadleider 446
 - 15.3.5 Zaadblaasjes, prostaat en cowperklieren 446
- 15.4 Ontwikkeling van geslachtscellen 446
 - 15.4.1 Meiose 448
 - 15.4.2 Eicelontwikkeling 448

Mijn vak en ik: Nele Vandenbrouck, Kinesitherapeut 449

- 15.4.3 Zaadcelontwikkeling 451
- 15.5 Hormonale beïnvloeding 452
 - 15.5.1 Menstruele cyclus 454
 - 15.5.2 Ovariële cyclus 455
 - 15.5.3 Hormonale regulatie van de testes 455
- 15.6 Coïtus 455
- 15.7 Bevruchting 458
 - 15.7.1 Op weg naar de eicel 459
 - 15.7.2 Versmelting 459
 - 15.7.3 Anticonceptie 460

Deel 3 Levensloop 465**16 Voor de geboorte 467**

- 16.1 Overerving van eigenschappen 467
 - 16.1.1 Karyogram 468
 - 16.1.2 Allelen 468
 - 16.1.3 Kansberekening bij overerving 469
 - 16.1.4 X-chromosomale overerving 470
- 16.2 Embryonale ontwikkeling 471
 - 16.2.1 Eerste tot vierde week 471
 - 16.2.2 Vierde tot negende week 474

Mijn vak en ik: Delano Sanches, Student Biomedische Wetenschappen 477

- 16.3 Foetale ontwikkeling 478
- 16.4 Aanleg, groei en ontwikkeling van de orgaanstelsels 481
 - 16.4.1 Circulatiestelsel 481
 - 16.4.2 Spijsverteringsstelsel 485
 - 16.4.3 Urinewegstelsel 486
 - 16.4.4 Ademhalingsstelsel 487
 - 16.4.5 Huid 488
 - 16.4.6 Hormonale stelsel 488
 - 16.4.7 Zenuwstelsel 489
 - 16.4.8 Sensorisch stelsel 490
 - 16.4.9 Motorisch stelsel 491
 - 16.4.10 Voortplantingsstelsel 493

17 Zwangerschap, bevalling en geboorte 495

- 17.1 Zwangerschap 495
- 17.2 Aanpassingen in de orgaanstelsels 496
 - 17.2.1 Circulatiestelsel 496
 - 17.2.2 Spijsverteringsstelsel 496

- 17.2.3 Urinewegstelsel 497
- 17.2.4 Ademhalingsstelsel 497
- 17.2.5 Huid 497
- 17.2.6 Hormonale stelsel 498
- 17.2.7 Zenuwstelsel 500
- 17.2.8 Sensorisch stelsel 500
- 17.2.9 Motorisch stelsel 500
- 17.2.10 Voortplantingsstelsel 500
- 17.3 Bevalling 500
 - 17.3.1 Ontsluiting 501
 - 17.3.2 Uitdrijving 503
 - 17.3.3 Nageboorte 503
- 17.4 Geboorte 503

Mijn vak en ik: Minke de Vroomen, Verloskundige 505

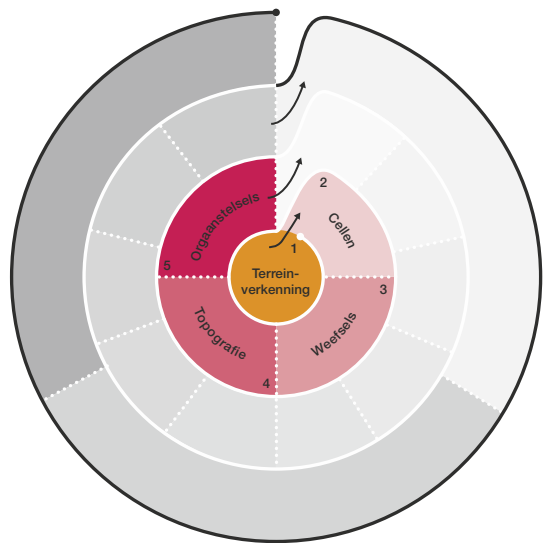
- 17.4.1 Postnatale bloedcirculatie 506
- 17.4.2 Apgarscore 506
- 17.5 De kraamvrouw 507

18 Na de geboorte 509

- 18.1 Ontwikkeling 509
 - 18.1.1 Groei, rijping en leren 509
 - 18.1.2 Beïnvloeding 510
 - 18.1.3 Tempo 511
 - 18.1.4 Door de eeuwen heen 511
 - 18.1.5 Meten van ontwikkeling 512
- 18.2 Levensfasen 512
- 18.3 De orgaanstelsels 514
 - 18.3.1 Circulatiestelsel 514
 - 18.3.2 Spijsverteringsstelsel 516
 - 18.3.3 Urinewegstelsel 522
 - 18.3.4 Ademhalingsstelsel 523
 - 18.3.5 Huid 523
 - 18.3.6 Hormoonstelsel 525
 - 18.3.7 Zenuwstelsel 526
 - 18.3.8 Sensorisch stelsel 528
 - 18.3.9 Motorisch stelsel 531

Mijn vak en ik: Jorrit Cleij, Sportleraar 533

- 18.3.10 Voortplantingsstelsel 541
- 18.4 Sterven en dood 543



Deel 1 Fundament

Inleiding

In deel 1 van dit boek wordt het fundament gelegd voor een samenhangende bestudering van het vak anatomie/fysiologie.

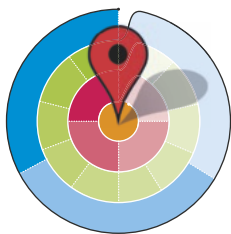
In hoofdstuk 1 komen de doelstelling, de plaatsbepaling en de definitie van het vak aan de orde en wordt de structuur van het boek toegelicht.

Hoofdstuk 2 gaat over cellen: de basisbouwstenen en de fundamentele stofwisselingseenheden van het organisme.

In hoofdstuk 3 gaan we in op de bouw en functie van weefsels en bespreken we de vier hoofdgroepen weefsels.

In hoofdstuk 4 komt de topografie van het menselijk lichaam aan de orde. Hierbij behandelen we alle gangbare plaats- en richtingaanduidingen van organen, lichaamsstructuren en lichaamsdelen. Ten slotte wordt een algemene beschrijving van de uitwendige en inwendige mens gegeven.

In hoofdstuk 5 leggen we uit dat bij de behandeling van het vak anatomie/fysiologie het menselijk lichaam gezien kan worden als een geheel van functiesystemen. De functies binnen die systemen blijken door tien orgaanstelsels uitgeoefend te worden.



1 Terreinverkenning

Inleiding

Dit studieboek is geschreven voor iedereen die een opleiding volgt voor een beroep in de gezondheidszorg of in de sport. We richten ons op verpleegkundigen en verpleegkundig specialisten, op fysiotherapeuten (NL) / kinesitherapeuten (B) en sportleraren. Het boek is echter net zo goed bruikbaar voor bewegingstherapeuten (Mensendieck, Cesar), ergotherapeuten, sporttrainers, yogadocenten, verloskundigen, deskundigen infectiepreventie, diëtisten, operatieassistenten, medisch beeldvormings- en bestralingsdeskundigen (MBB'ers) en anesthesiemedewerkers. Biologen, studenten bewegingswetenschappen, gezondheidswetenschappen, biomedische wetenschappen en geneeskunde vinden er ook alle basisinformatie over de anatomie en de fysiologie van de mens. En het boek blijft als naslagwerk voor iedereen zijn waarde behouden.

Je hebt dit vakgebied gekozen omdat je belangstelling hebt voor werken met en voor mensen. Je hebt nagedacht over wat het beroep inhoudt, over de voldoening die het beroep kan geven en over de moeilijke kanten van het werk. De kans op vakmanschap is groter naarmate je jezelf meer kennis en kunde op je vakgebied hebt eigengemaakt. Met dit boek bieden we je een stevige basis in de kennis van en het inzicht in de anatomie en fysiologie van de mens. Los van de betekenis van dit boek voor je werk, kun je er ook in opzoeken hoe je eigen lichaam in elkaar zit en hoe het functioneert. Je kunt er dus je hele leven plezier van hebben want het gaat gewoonweg over jezelf.

Na de bestudering van hoofdstuk 1 **Terreinverkenning**

- weet je wat de doelstelling is van het steunvak anatomie en fysiologie;
- weet je de definitie van anatomie;
- weet je de definitie van fysiologie;
- begrijp je wat functionele anatomie inhoudt;
- ken je een aantal veelgebruikte onderzoeksmethoden die anatomische en fysiologische kennis van het menselijk lichaam opleveren;
- ken je de structuur van en de leerroute in dit studieboek;
- heb je een beeld van de inhoud en de aard van het vak anatomie en fysiologie;
- ken je de kenmerken van de standaardmens.

1.1 Doelstelling en plaatsbepaling

Na het behalen van het diploma van een van de bovengenoemde opleidingen mag je het bijbehorende beroep uitoefenen. De opleiding bereidt je voor op een optimale vervulling van je beroepstaken. Bij alle beroepen in de gezondheidszorg en de sport werk je met mensen, met hun lichamelijke, geestelijke en sociale eigenschappen, hun mogelijkheden en beperkingen. Je biedt hulp, je geeft instructies, aanwijzingen en informatie. Dit kan alleen als je weet welke hulp, welke instructies, welke aanwijzingen en welke informatie je moet geven, op

welke manier, wanneer en vooral ook waarom. Als je die belangrijke zaken goed onder de knie hebt, werk je ook met meer plezier. Tijdens je opleiding leer je dit 'wat', 'hoe', 'wanneer' en 'waarom'.

In de verpleegkunde, de gezondheidskunde, de verloskunde en alle beroepen op het gebied van sport en beweging moet je eerst een goed inzicht hebben in hoe de gezonde mens gebouwd is en functioneert. Kennis van bouw en functie vormt de belangrijkste basis, het fundament, waarop je gaat bouwen aan de specifieke aspecten van je vak.

Binnen de verpleegkunde, de geneeskunde, de fysiotherapie en soortgelijke vakgebieden zijn heel veel methoden ontwikkeld die het herstel van een ziekte, letsel of functiestoornis bevorderen. In de verloskunde draait alles om de specifieke periode van zwangerschap, bevalling en geboorte. Op het gebied van sport en beweging is er ook veel aandacht voor de lichamelijke van de mens, of het nu gaat om je opleiding op de sportacademie, het trainen in de breedtesport of voor de Olympische Spelen, in de bewegingswetenschap, yoga, fitness of bewegingstherapie. Om de mogelijkheden van training en beweging optimaal te kunnen toepassen moet je eerst goed weten hoe de gezonde mens in elkaar zit en functioneert.

Het vak anatomie en fysiologie is dan ook specifiek gericht op het gezonde lichamelijke (somatische) functioneren van de mens. Het psychische en het sociale functioneren behoren tot de terreinen van de psychologie en de sociologie.

Samenvattend zijn de doelstelling en de plaatsbepaling van het vak anatomie en fysiologie:

- Je hebt een zodanige kennis van en inzicht in de gezonde bouw en functie van het menselijk lichaam, dat je voor je eigen vakgebied rekening kunt houden met de mogelijkheden en beperkingen van de menselijke lichamelijke.
- Het is een steunvak; anatomie en fysiologie bieden een belangrijk fundament voor de specifiek beroepsgerichte competenties.

1.2 Anatomie + fysiologie = functionele anatomie

Om te weten te komen hoe iets gebouwd is, kun je het het beste uit elkaar halen. Ondernemende kinderen passen dit principe vaak toe. Van oudsher doen nieuwsgierige wetenschappers dat ook en vooral het menselijk lichaam is al eeuwen een uitdagend onderwerp van onderzoek. Om de bouw te kunnen bestuderen en beschrijven werd en wordt het lichaam opengesneden en ontleed. Deze activiteit wordt aangeduid met de term **anatomie** (ontleedkunde), afgeleid van de Griekse woorden 'ana' (uiteen) en 'temnein' (snijden). De anatomie houdt zich bezig met de bouw van het menselijk lichaam. En nog steeds wordt door middel van nieuwe technieken deze kennis uitgebreid.

Hoewel door middel van de anatomie ontdekt is dat het menselijk lichaam uit heel veel verschillende, onderling verbonden delen bestaat, geeft het ontleden geen antwoord op vragen als: 'Hoe werkt het?' en 'Wat is de functie?' Het ontlede lichaam is immers dood, de organen werken niet meer. Je kunt door logisch redeneren wel bepaalde veronderstellingen doen over de werking en de functie, maar je wilt deze veronderstellingen ook graag bewijzen. Onderzoek bij levende mensen maakt dit mogelijk. Dit gebeurt met behulp van – vaak complexe – apparaten, waarmee je proeven doet, bepaalde functies kunt meten en het inwendige van het lichaam



Figuur 1.1 Ontleding van het menselijk lichaam in de snijzaal

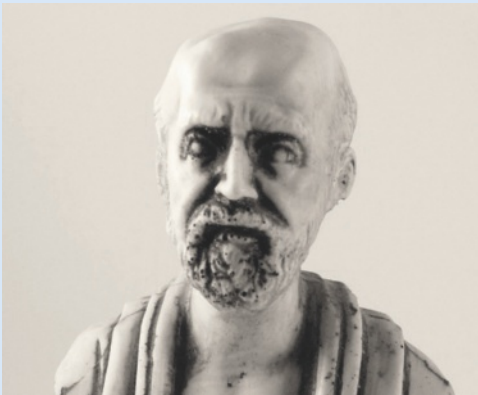
kunt onderzoeken. Het meten van de functies van het levende lichaam wordt aangeduid met de term **fysiologie**, afgeleid van de Griekse woorden 'phusis' (natuur) en 'logos' (leer, wetenschap). Voorbeelden van fysiologische gegevens zijn: bloeddruk, zuurstofverbruik, samenstelling van de urine, ademprequentie, spierkracht en hersenactiviteit. Nog steeds worden nieuwe apparaten ontwikkeld en bestaande technieken verfijnd om metingen van de lichaamsfuncties te verrichten.



Figuur 1.2 Meting van de longcapaciteit

Leuk om te weten

Meer dan 2000 jaar voor het begin van onze jaartelling was er in het Oude China en het Oude Egypte al aandacht voor de anatomie en fysiologie van de mens. In Europa situeren we het begin van deze wetenschappen – sterk verweven met de geneeskunde – in de Grieks-Romeinse tijd. Grote namen rond het begin van onze jaartelling zijn **Hippocrates van Kos** (460–370), **Aristoteles** (384–322) en **Claudius Galenus** (129–199). In de Renaissance werd op het werk van deze klassieke anatomen voortgebouwd door wetenschappers als **Leonardo da Vinci** (1452–1519), **Andreas Vesalius** (1514–1564) en **William Harvey** (1578–1657). Ook in de Lage Landen wordt belangrijk werk gedaan voor de ontwikkeling van de

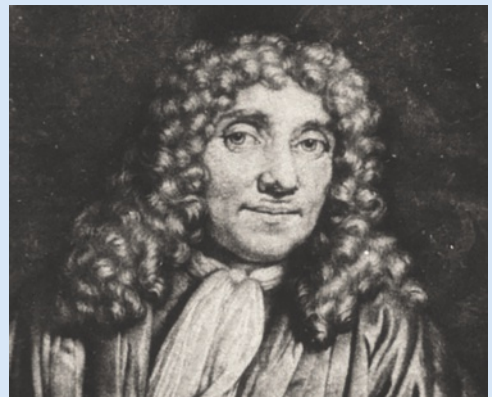


Hippocrates van Kos

anatomie en fysiologie. We noemen hier: **Pieter van Foreest** (1521–1597), **Reinier de Graaf** (1641–1673) en **Antoni van Leeuwenhoek** (1632–1723).



Leonardo da Vinci



Antoni van Leeuwenhoek

1.2.1 Functionele anatomie

De bouw van een lichaamsdeel of orgaan hangt samen met de functie ervan. Doordat je je duim tegenover alle vingers van dezelfde hand kunt plaatsen, is je hand heel geschikt als grijpinstrument. Vanwege een andere bouw heb je deze bewegingsmogelijkheid bij je voet niet. De functie van je hand is dan ook heel anders dan die van je voet. Maar je mag niet concluderen dat de vorm en bouw bepalend zijn voor die functies. Je kunt immers leren op je handen te lopen of met je voeten te schilderen. Het is juist om het als volgt te zeggen: vorm en bouw zijn bepalend voor de functiemogelijkheden. Andersom heeft de functie van een orgaan ook invloed op de bouw ervan. Wanneer je bijvoorbeeld regelmatig gaat hardlopen, worden je beenspieren dikker, wordt je longinhoud groter en je hartwand dikker. De veranderde bouw (zoals de dikkere beenspieren) bepaalt op zijn beurt weer de functiemogelijkheden, maar het is niet zo dat de functie de vorm bepaalt. Al oefen je nog zoveel, je kunt de grote teen nooit tegenover de kleine teen van dezelfde voet plaatsen.

Bouw en functie zijn dynamische variabelen, die elkaar beïnvloeden en zeer nauw samenhangen. Je kunt beide grootheden wel van elkaar onderscheiden, maar nooit van elkaar scheiden. Dat is de reden dat anatomie en fysiologie vaak als één vakgebied worden gezien. De

combinatie van beide wordt aangeduid met het begrip **functionele anatomie**. Functionele anatomie behandelt de bouw van het menselijk lichaam in directe relatie met de lichaamsfuncties.

In dit boek worden de vakaanduidingen 'anatomie en fysiologie' en 'functionele anatomie' als synoniemen gebruikt.

1.2.2 Onderzoeksmethoden

Bij de studie van de bouw en functie van het menselijk lichaam wordt gebruikgemaakt van allerlei onderzoeksmethoden. Zonder het lichaam te ontleiden leveren bepaalde onderzoeken al heel wat functioneel-anatomische kennis op.

Bij **inspectie** observeer je systematisch de buitenkant van het lichaam. Hoe is de kleur van de huid? Zijn er putjes of knobbels? Staat de persoon recht? Hoe beweegt de persoon zich?

Bij **palpatie** tast je met de handen en vingers het lichaamsoppervlak op zo'n manier af dat je iets te weten komt over dieper gelegen structuren. Zijn er verhardingen in het weefsel te voelen? Zijn de spieren slap of juist gespannen? Heeft de lever normale afmetingen? Is de frequentie van de hartslag normaal?

Bij **percussie** klop je aan de buitenkant op een deel van het lichaam om uit de hoogte van de toon een indruk te



Figuur 1.3a *Inspectie: in dit geval stand van wervelkolom en bekken*



Figuur 1.3b *Palpatie: in dit geval beoordeling van de pols*



Figuur 1.3c Percussie: in dit geval bepaling van de long-levergrens



Figuur 1.3d Auscultatie: in dit geval luisteren naar de luchtstroom in de longen

krijgen van de toestand van het onderliggende weefsel. Is het hart vergroot? Hoe ontplooiën de longen zich tijdens de ademhaling?

Bij **auscultatie** luister je met een stethoscoop naar geluiden die door het lichaam geproduceerd worden. Welke tonen produceert het hart? Hoe actief zijn de darmen?

Hoe stroomt de lucht door de longen tijdens het ademen? Bij **laboratoriumonderzoek** worden weefsels en vloeistoffen, zoals bloed, speeksel of urine, onderzocht. Hoe is de samenstelling van de bloedcellen? Zitten er bacteriën in het speeksel die een ontsteking kunnen veroorzaken? Welke stoffen zitten er in de urine?

Ook moderne technologie biedt veel mogelijkheden om onderzoek te doen naar bouw en functie van het menselijk lichaam.

Het röntgenapparaat maakt het mogelijk om door middel van **röntgenstraling** (X-straling) opnamen te maken van de botten in het lichaam. De kalkhoudende botten absorberen de straling niet, in tegenstelling tot de omringende zachtere weefsels. Op een röntgenfoto lichten de botten daardoor wit op.

Bij **computertomografie** (CT) wordt ook röntgenstraling toegepast. Hierbij kunnen ook zachtere weefsels zichtbaar worden gemaakt. De computer versterkt de verschillen in de mate waarin weefsels de straling absorberen en kan er dan een afbeelding van maken. Terwijl een röntgenfoto een soort skeletportret is, wordt bij een CT-scan een doorsnede van het totale lichaamsdeel gemaakt. Hierop zijn de meeste typen weefsels herkenbaar.

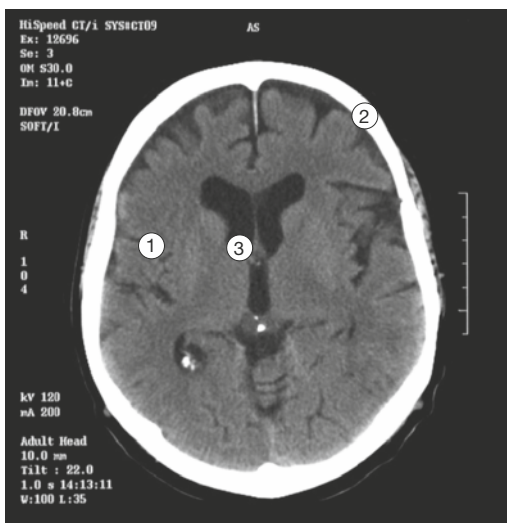
Met een **angiografie** kan men afwijkingen in de hart-holten en in de bloedvaten opsporen. Nadat een contrastvloeistof in de bloedbaan is gespoten kunnen de hartholten en bloedvaten vervolgens door middel van röntgenfoto's zichtbaar worden gemaakt. Zo ontstaat een zogenoemd angiogram.

Bij **magnetic resonance imaging** (MRI) wordt de te onderzoeken persoon in een tunnel geschoven die een zeer sterke magneet bevat, waarmee de waterstofatoomkernen in het lichaam gemagnetiseerd worden. Deze kernen gaan zich als minimagneetjes gedragen en draaien ten opzichte van de grote magneet in een bepaalde richting. Tegelijkertijd worden vanuit de MRI-tunnel radiogolven uitgezonden waardoor de waterstofatoomkernen gaan meetrillen (resoneren). Zodra de radiogolven gestopt worden, geven de waterstofatoomkernen de trillings-energie af als signalen. De computer kan deze signalen omrekenen in doorsneden, die bepaalde eigenschappen van de structuren en weefsels weergeven. Lucht en weefsels die weinig of geen water bevatten, bijvoorbeeld botweefsel, geven geen signaal af en zien er op de MRI-scan zwart uit.

Echografie of **echoscopie** is beeldvormend onderzoek met behulp van ultrageluidstrillingen. Hierbij worden via een sonde hoogfrequente geluidsgolven het lichaam ingezonden. De golven worden door de organen en weefselstructuren weerkaatst en vervolgens geregistreerd. De computer zet de weerkaatste golven om in beeld.

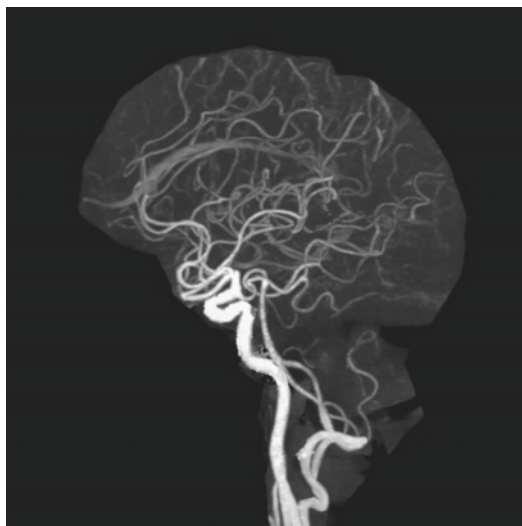


Figuur 1.4a Röntgenfoto van de hand

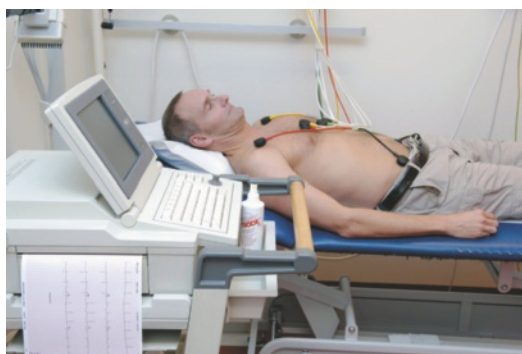


- 1 grote hersenen
- 2 schedel
- 3 hersenholten

Figuur 1.4b CT-scan van de hersenen



Figuur 1.4d Angiogram van de hersenen



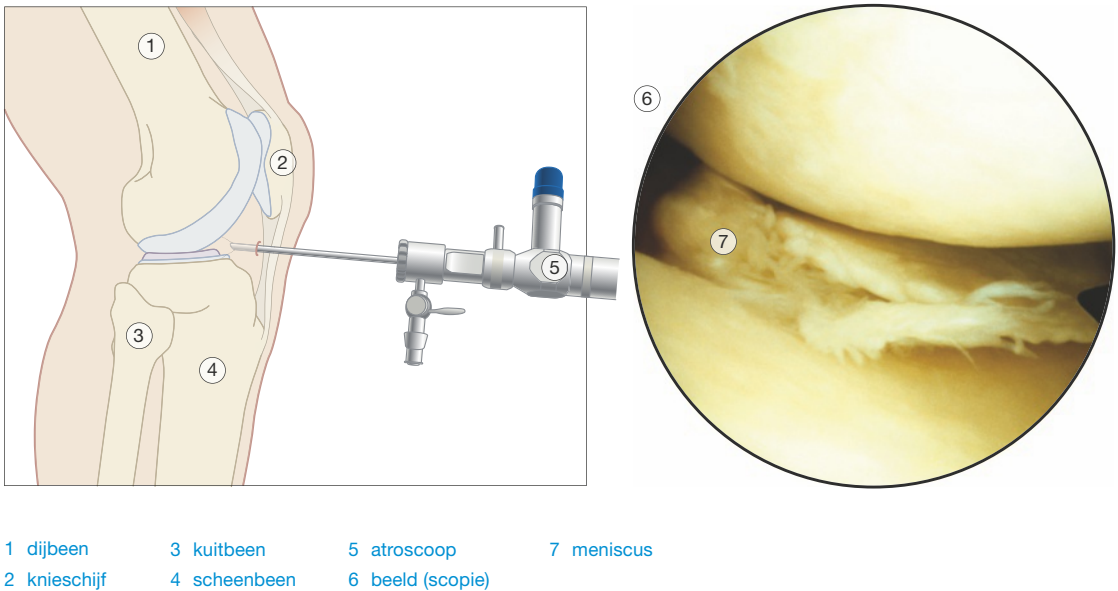
Figuur 1.4e Het maken van een elektrocardiogram



Figuur 1.4c Echo van de baarmoeder van een zwangere vrouw (12 weken)



Figuur 1.4f Het maken van een MRI-scan



Figuur 1.4g Artroscopie van de knie

Bij **doppleronderzoek** wordt ook gebruikgemaakt van hoogfrequente geluidsgolven. Hiermee kunnen vooral de stroomrichting en stroomsnelheid van het bloed in de bloedbaan worden geregistreerd.

Endoscopie is de verzamelnaam voor alle onderzoeken waarbij gebruik wordt gemaakt van een optische sonde. Dit is een flexibele staaf, voorzien van een minicamera. Met deze sonde, de endoscoop, kunnen vrijwel alle holle organen en de grote gewrichten van binnen worden bekeken. Al naargelang het te onderzoeken orgaan spreken we van laryngoscopie (strottenhoofd en stembanden), bronchoscopie (luchtwegen), gastroscopie (maag), coloscopie (dikke darm), cytoscopie (blaas), hysteroscopie (baarmoeder), laparoscopie (buikholte) en artroscopie (gewrichten).

Elektrische signalen van het lichaam kunnen worden opgevangen en weergegeven op een beeldscherm. Voorbeelden zijn het **ECG** (elektrocardiogram) met gegevens over de hartactiviteit, het **EEG** (elektro-encefalogram) met gegevens over de hersenactiviteit en het **EMG** (elektromyogram) met gegevens over de spieractiviteit.



CT-scan.
 Echo.
 MRI.
 Endoscopie.
 Röntgenfoto.

1.2.3 Verwante vakgebieden

In dit studieboek staat de anatomie en fysiologie van de gezonde mens centraal. Vanzelfsprekend zijn er een aantal 'aanpalende' vakgebieden die specifieke informatie over bepaalde aspecten van de anatomie en fysiologie van de mens bieden. Voorbeelden daarvan zijn: inspanningsfysiologie, biomechanica, voedingsleer, bewegingsleer en trainingsleer. Waar relevant en instructief binnen de leerstof maken we een zijspgong naar zo'n vakgebied. Als verdere verdieping of specialisatie nodig is, adviseren we je om specifieke studieboeken te raadplegen. Wij hebben ervoor gekozen om in dit boek zo min mogelijk uit te wijden over aandoeningen of ziektebeelden

(pathologie). Daarvoor is voldoende afzonderlijke leerstof beschikbaar. Soms zijn de lijnen tussen 'gezond' en 'pathologisch' echter niet scherp te trekken. Het genezen van een huidwond bijvoorbeeld wordt doorgaans niet beschreven als een proces in de sfeer van de pathologie. Bij 'alledaagse' problemen als hoofdpijn, buikpijn, spierpijn, een verstuikte enkel, enzovoort hebben we het in strikte zin ook niet over pathologie. Overigens geldt dat ook voor aandoeningen en problemen die samenhangen met het normale verouderingsproces. Waar leerzaam of leuk besteden we in dit boek aandacht aan dergelijke alledaagse verschijnselen van en in het menselijk lichaam. In de digitale leeromgeving (zie verderop) gaan we wel in op pathologie die jou kan ondersteunen bij het bestuderen van de leerstof.

1.3 Structuur van het boek

De structuur van dit boek – en daarmee de systematische opbouw – is weergegeven in afbeelding 1.5. Het midden van de cirkel geeft tegelijkertijd de start van het boek en de start van de leerroute weer. Aan het begin van elk deel en ook boven elk hoofdstuk vind je deze cirkel terug met daarin precies aangegeven waar je 'zit' ten opzichte van het geheel.

Deel 1 vormt het fundament voor een gedegen bestudering van de functionele anatomie van de mens. Het begint met een afbakening en verkenning van het vakgebied. De rol en betekenis van het vak worden uitgelegd. Verder omvat het fundament alle benodigde informatie over cellen en weefsels. Vervolgens wordt de topografie (plaatsbeschrijving) van het menselijk lichaam behandeld, een onmisbaar onderwerp voor de verdere studie van de anatomie en fysiologie van de mens. Daarna wordt uitgelegd dat het totale menselijk functioneren gebaseerd is op een aantal functiesystemen. We eindigen deel 1 met een korte bespreking van de essentiële functies van alle orgaanstelsels. Hierbij wordt de nadruk gelegd op de onderlinge samenhang en samenwerking tussen deze stelsels.

In deel 2 van dit boek worden de anatomie en fysiologie van de tien orgaanstelsels gedetailleerd besproken.

Deel 3 bevat hoofdstukken die handelen over de levensloop van de mens, te beginnen bij de bevruchting (conceptie). Daarna worden de zwangerschap, de embryonale ontwikkeling en de bevalling besproken. Vervolgens komen de levensfasen aan de orde, vanaf de eerste levensdag tot aan het levenseinde.

1.4 Leerstof

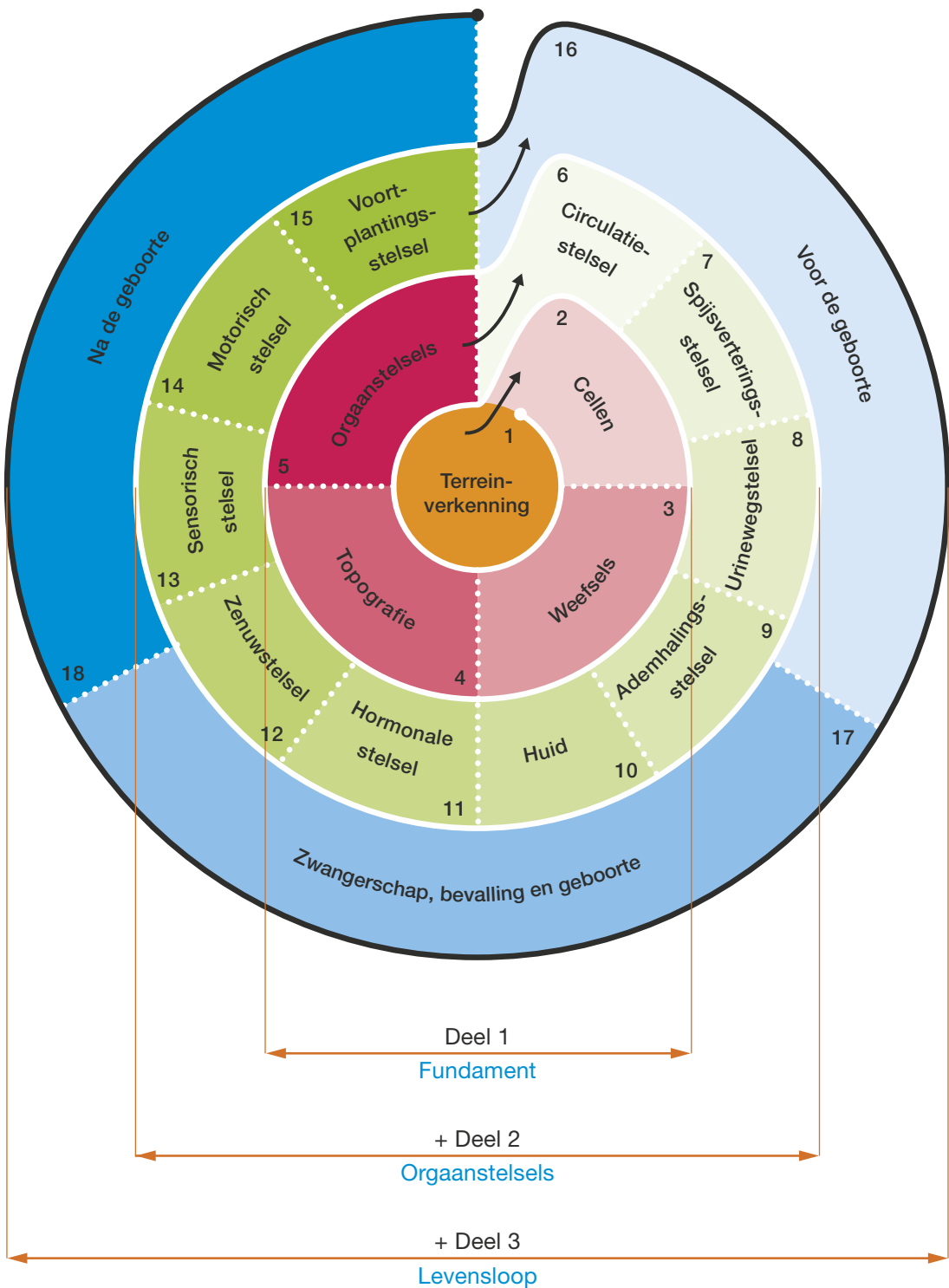
De hoofdstukken van deel 1 kunnen het best in de aangegeven volgorde bestudeerd worden. Deel 2 en 3 hebben een bepaalde ordening; de logica in die ordening wordt uitgelegd in hoofdstuk 5 van deel 1. Maar je kunt de hoofdstukken binnen elk deel ook los van elkaar en in een zelfgekozen volgorde bestuderen die het beste past bij de eigen studie of het inzicht van de docent.

1.4.1 Standaardisatie en verschillen

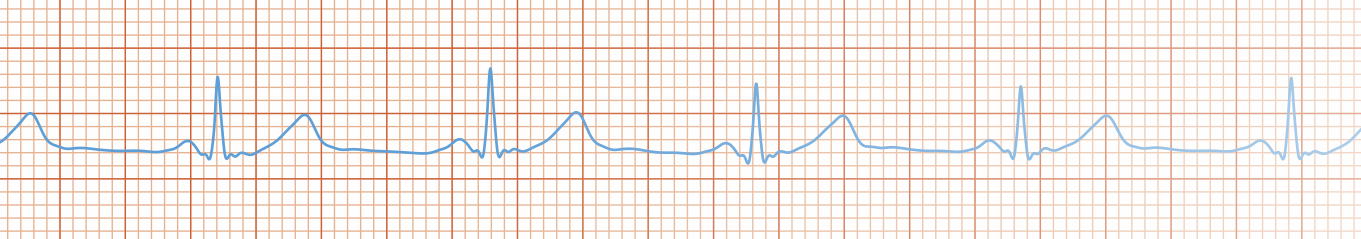
In dit boek kom je allerlei 'menselijke maten' tegen, zoals longinhoud, hartslagfrequentie en de totale hoeveelheid bloed. Deze maten gelden voor een specifiek gedefinieerd persoon: de **standaardmens**. De standaardmens in de functionele anatomie heeft de volgende kenmerken:

- mannelijk;
- 25 jaar oud;
- 1,75 m lang;
- 70 kg zwaar;
- gemiddelde lichaamsbouw;
- gezond.

De gegevens die horen bij de standaardmens zijn gemiddelde waarden. Dit is gedaan om het leren en onthouden gemakkelijker te maken. Je moet je wel goed realiseren dat eigenlijk niemand de 'standaardmens' is. Er zijn altijd – van persoon tot persoon – verschillende waarden en eigenschappen. Die verschillen hangen samen met geslacht, levensfase en nog veel meer factoren. Ieder mens is immers uniek! Op een aantal plaatsen hebben we die maatverschillen juist wel vermeld, vooral die tussen vrouwen en mannen. En ook in de ontwikkeling van kind via volwassenheid naar de ouderdom.



Figuur 1.5 Structuur en leerroute van het boek



11 s

12 s

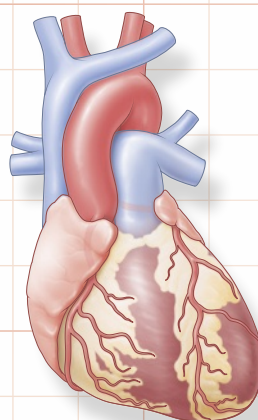
13 s

14 s

• Fundament

• Orgaanstelsels

• Levensloop



Anatomie en Fysiologie

Studieboek en naslagwerk voor beroepen in de **gezondheidszorg** en de **sport**

Dit boek behandelt de bouw en functie van het menselijk lichaam. Doel is inzicht te krijgen in de mens als totaliteit. Door de toegankelijke schrijfstijl, de heldere structuur en de aansprekende illustraties studeer je effectief en prettig. En het blijft een betrouwbaar naslagwerk in de beroepspraktijk.

Met behoud van de vertrouwde kwaliteit biedt deze **vijfde druk** opnieuw meerwaarde. Zo zijn recente inzichten verwerkt, is het hoofdstuk Ontwikkeling aangevuld met de veroudering van alle tien orgaanstelsels, zijn veel illustratieve teksten toegevoegd en zijn bij elk hoofdstuk de leerdoelen omschreven.

Doelgroepen:

- verpleegkundigen, verpleegkundig specialisten
- fysiotherapeuten, bewegingstherapeuten, ergotherapeuten
- sportleraren, sporttrainers, yogadocenten
- verloskundigen, deskundigen infectiepreventie, diëtisten
- operatieassistenten, MBB'ers, anesthesiemedewerkers
- biologen, studenten bewegingswetenschappen, gezondheids-wetenschappen, biomedische wetenschappen en geneeskunde.

HBO-niveau

Online leeromgeving

Dit boek wordt geleverd met een toegangscode voor de nieuwe online leeromgeving eDition. Hier vind je samenvattingen, verwerkingsopdrachten, beroepsbeelden, pathologie en alle belangrijke begrippen met omschrijving.



100 5 2 fake barcode 01