

Het menselijk lichaam ^{voor} dummies[®]

SPIEKBRIEF

Anatomische houding

Rechtop staan, gezicht naar voren, bovenste ledematen langs de zijken van het lichaam met de handpalmen naar voren.

Anatomische termen

- » *Anterior* of *ventraal*. Richting de voorkant van het lichaam.
- » *Posterior* of *dorsaal*. Richting de achterkant van het lichaam.
- » *Craniaal*. Hoofdeinde van het lichaam.
- » *Caudaal*. Staarteinde van het lichaam.
- » *Superior*. Een deel boven een ander deel.
- » *Inferior*. Een deel onder een ander deel.
- » *Mediaal*. Richting de middellijn (mediaanvlak) van het lichaam.
- » *Lateraal*. Weg van de middellijn van het lichaam, richting de zijken.
- » *Proximaal*. Richting het aanhechtingspunt met het lichaam, dicht bij de romp gelegen.
- » *Distaal*. Weg van het aanhechtingspunt met het lichaam, verder van de romp gelegen.
- » *Inwendig*. Richting het binnenste van het lichaam.
- » *Uitwendig*. Richting het buitenste van het lichaam.
- » *Pariëtaal*. Een vlies dat een inwendige wand van het lichaam bedekt.
- » *Visceraal*. Een vlies dat een orgaan bedekt.

Lichaamsvlakken

- » *Sagittaalvlak*. Vlak dat neerwaarts loopt door het lichaam en het lichaam in links en rechts verdeelt.
 - *Medio-sagittaalvlak* loopt door het mediaanvlak en verdeelt het lichaam langs de symmetrische as (door neus en navel).
 - *Parasagittaalvlak* loopt parallel met middellijn, maar verdeelt het lichaam niet in gelijke rechter- en linkerdelen.
- » *Frontaalvlak*. Vlak dat evenwijdig loopt aan het voorhoofd en het lichaam in voor en achter verdeelt.
- » *Transversaalvlak*. Horizontaal vlak dat het lichaam verdeelt in boven en onder; ook dwarsdoorsnede genoemd.

SPIEBRIEF

Orgaanstelsels van het lichaam

- » *Skelet.* Botten en bindweefsels.
- » *Spierstelsel.* Dwarsgestreept skeletspierweefsel.
- » *Huid.* Huid, nagels, haar, huidklieren, zenuwuiteinden en huidsensoren.
- » *Zenuwstelsel.* Hersenen, ruggenmerg, ganglia, zenuwen, sensorische organen.
- » *Circulatiestelsel.* Hart, bloedvaten, bloed.
- » *Lymfestelsel.* Tonsillen, milt, thymus, lymfeklieren, lymfevaten en lymfe.
- » *Spijverteringsstelsel.* Mond, slokdarm, maag, dunne en dikke darm (hoort bij spijsverteringskanaal), accessoire organen waaronder speekselklieren, pancreas, lever en galblaas.
- » *Ademhalingsstelsel.* Neus, farynx, larynx, luchtpijp, bronchi en longen.
- » *Urinewegstelsel.* Nieren, ureters, blaas en urethra.
- » *Endocrien stelsel.* Hypofyse, schildklier, bijschildklieren, bijnielen, endocrien deel van pancreas, eierstokken, testes (geven hormonen af aan bloed).
- » *Voortplantingsstelsel.* Eierstokken, eileiders, baarmoeder, vagina, vulva bij vrouwen; zaadbollen, zaadleiders, penis, urethra, prostaat en zaadblaasjes bij mannen.

Lichaamsholten

- » *Dorsale holte.* Botten van craniaal deel van schedel en wervelkolom, richting dorsale (posterior) kant van lichaam.
 - *Craniale holte.* Bevat de hersenen.
 - *Spinaal deel.* Bevat ruggenmerg, dat een extensie is van de hersenen.
- » *Ventrale holte.* Anterior oppervlak van torso, verdeeld door middenrifspier in bovenste borstholte en buik-bekkenholte.
- » *Borstholte.* De borst; bevat luchtpijp, bronchi, longen, slokdarm, hart en grote bloedvaten, thymus, lymfeklieren en zenuwen. Bevat ook kleinere holten:
 - *Pleurale holten,* die elke long omgeven.
 - *Pericardiale holte,* waarin het hart zit. De borstholte omringt zowel de pleurale als de pericardiale holte.
- » *Buik-bekkenholte.* Denkbeeldige lijn die loopt door heupbeenderen en die het lichaam verdeelt in buik- en bekkenholte.
 - *Buikholte.* Bevat maag, lever, galblaas, pancreas, milt, nieren en darmen (dunne en dikke), eierstokken (bij vrouwen); peritoneum omringt de buikorganen.
 - *Bekkenholte.* Bevat dikke darm, rectum, urineblaas, baarmoeder (bij vrouwen).

Inhoud in vogelvlucht

Inleiding	1
Deel 1: Grondslagen van de anatomie	7
HOOFDSTUK 1: De delen van het geheel	9
HOOFDSTUK 2: Een mensenleven lang: wat je lichaam door de jaren heen doet	25
HOOFDSTUK 3: Je fundering leggen	45
Deel 2: Anatomie van top tot teen	57
HOOFDSTUK 4: Het skelet	59
HOOFDSTUK 5: Spieren	81
HOOFDSTUK 6: De grote dekmantel: de huid	103
Deel 3: Focussen op fysiologie	119
HOOFDSTUK 7: Op je zenuwen werken: het zenuwstelsel	121
HOOFDSTUK 8: Over hormonen: het endocriene stelsel	141
HOOFDSTUK 9: Je hart erin leggen: het circulatiestelsel	159
HOOFDSTUK 10: Een zucht van verlichting: het ademhalingsstelsel	177
HOOFDSTUK 11: De boel afbreken: het spijsverteringsstelsel	193
HOOFDSTUK 12: Grote schoonmaak: het urinewegstelsel	211
HOOFDSTUK 13: Een eerlijk gevecht: het afweersysteem	227
Deel 4: Nieuwe lichamen maken	245
HOOFDSTUK 14: Gaat heen en vermenigvuldigt u: de voortplanting	247
HOOFDSTUK 15: Geboorte en ontwikkeling	269
Deel 5: Het deel van de tientallen	289
HOOFDSTUK 16: Tien manieren om je lichaam gezond te houden	291
Index	299

1

Grondslagen van de anatomie

IN DIT DEEL . . .

Voordat je je gaat storten op de studie over de locatie van de lichaamsdelen en wat ze doen, moet je een goede basiskennis hebben over de werking van het lichaam. Hoofdstuk 1 gaat over het binnenste van het lichaam, van de kleinste delen (de atomen) tot de grootste (de orgaanstelsels). In hoofdstuk 2 komt een 'nog-te-doenlijstje' aan de orde; functies die je lichaam regelmatig moet uitvoeren om zelf in leven te blijven en om de soort in stand te houden: voeding en zuurstof verwerken, evenwicht tussen de stelsels houden en in evenwicht blijven met de buitenwereld, cellen ontwikkelen en vervangen bij het ouder worden, bewegen en zich voortplanten. Je vindt ook de basis over erfelijkheid in de paragraaf over cellen vervangen. Vervolgens komt in hoofdstuk 3 aan de orde hoe je naar het lichaam moet kijken terwijl je leert over de bouw en functie ervan.

Ontdekken wat bestudering van de anatomie behelst

Te weten komen wat het doel is van de fysiologie en de pathofysiologie

Begrijpen wat het lichaam moet doen om in leven te blijven

Kijken naar de anatomie: gebieden en holten

Hoofdstuk 1

De delen van het geheel

Een deel is maar een deel, zou je kunnen zeggen. Welke delen van een dode kip er in een pasteitje zitten, maakt voor sommigen misschien niets uit (mij wel!), maar als het gaat over levende, ademende wezens, dan zijn alle onderdelen wel degelijk even belangrijk. Elk lichaamsdeel heeft een eigen, specifieke, onmisbare functie. Veel delen werken samen om jou overeind en aan de gang te houden.

Anatomie is de studie van de *bouw* en locatie van de lichaamsdelen *fysiologie* is de studie van de *functie* van deze delen. Wanneer je bijvoorbeeld de anatomie van het hart bestudeert, kijk je naar de hartkamers, de kleppen en de bloedvaten. Wanneer je de structuur van het hart voor de geest hebt, is het gemakkelijker de fysiologie, dus de werking, te begrijpen. Je leert dan hoe het bloed precies door de hartkleppen, de kamers en de bloedvaten stroomt. Dit hoofdstuk geeft een overzicht van de anatomie en de fysiologie en legt uit waarom deze vaak samengaan. Het biedt bij het bestuderen van de anatomie ook informatie over de juiste manier waarop je naar het lichaam dient te kijken. Je leert ook hoe het lichaam laag voor laag is opgebouwd.

Anatomie, fysiologie en pathofysiologie uit elkaar houden

In een notendop is anatomie de leer van de lichaamsdelen. Dit lijkt zo eenvoudig; net als wanneer je zegt dat schilderen gewoon verf gebruiken is en autorijden een kwestie van het gaspedaal indrukken. De fysiologie gaat hand in hand met de anatomie. Heb je ooit van de spreuk 'Vorm volgt functie' gehoord? Nou, dit geeft aardig weer waarom anatomie en fysiologie onafscheidelijk zijn. Veel studieboeken gaan dan ook over de *functionele anatomie*. De fysiologie houdt zich bezig met de functie van de lichaamsdelen, van groot tot microscopisch klein. De anatomie houdt zich bezig met de vorm, de bouw van het organisme. Dat wil zeggen, de delen die samen het organisme vormen. 'Vorm volgt functie' houdt in dat de lichaamsdelen eruitzien zoals ze eruitzien, omdat ze hun specifieke taken dan goed kunnen uitvoeren. Over het algemeen gaat deze vlieger wel op. Verschillende delen zijn zo geëvolueerd dat ze specifieke taken kunnen uitvoeren waar ze uitermate geschikt voor zijn.

In deze paragraaf vind je een snel overzicht van de basis van de anatomie en fysiologie. Met deze wetenschappen kun je leren hoe het menselijk lichaam in elkaar zit. Ook de *pathofysiologie* wordt besproken. Deze leer kijkt naar de kettingreactie die optreedt bij ziekten en aandoeningen. De pathofysiologie kan manieren aan het licht brengen om de gezondheid van een patiënt te bevorderen.

Anna Tomie en haar familie

Als je weet dat je hand aan het bot van je arm vastzit, en de arm aan het schouderbot, het schouderbot aan het sleutelbeen, het sleutelbeen aan het borstbeen en het borstbeen aan de ribben, dan ken je de anatomie; of niet? Nou, tot op zekere hoogte. Anatomie is een breed onderwerp en er zijn mensen die hun hele leven wijden aan de bestudering van een enkel klein deel ervan. Daarom kent de anatomie enkele deelgebieden; familieleden van 'Anna Tomie', zo je wilt. Kijk eens naar de volgende voorbeelden.

- » **Ontwikkelingsanatomie** is gericht op hoe een mens ontstaat uit een bevruchte eikel en zich vervolgens ontwikkelt tot volwassene. Ontwikkelingsanatomie kijken naar bepaalde lichaamsdelen of *stelsels* (groepen van delen die samenwerken) en hoe deze tijdens het leven veranderen (zie hoofdstuk 15).
- » **Algemene anatomie** is gericht op de grote lichaamsdelen die met het blote oog te zien zijn. Algemeen anatomen zijn geduldige wetenschappers die zich bezighouden met de bestudering van elk denkbaar detail van de organen, spieren, botten, zenuwen en bloedvaten.
- » **Histologische anatomie** is de leer van de verschillende soorten weefsels en de cellen waaruit ze zijn opgebouwd. Histologisch anatomen maken gebruik van verschillende microscopen om de cellen en weefsels waaruit de lichaamsdelen zijn opgebouwd te bestuderen. (Zie hoofdstuk 3 voor meer over histologie.)



TECHNISCHE
INFO

De term *histo* verwijst naar weefsels, die worden bestudeerd door de tak van de wetenschap die zich bezighoudt met cellen. De term is afgeleid van het Griekse woord *histos*, wat web of weefgetouw betekent. Denk bij weefsels dus aan lagen van cellen die in elkaar geweven zijn, dan zit je goed.

Al deze takken van de anatomie richten zich niet uitsluitend op mensen, hoewel sommige anatomen zich gespecialiseerd hebben in de anatomie van de mens. Ontwikkelingsanatomen, algemeen anatomen en histologisch anatomen kunnen de lichaamsdelen van elk dier bestuderen, en hun onderzoek is zeer belangrijk. Het werk van anatomen draagt in grote mate bij aan de medische vooruitgang, zoals verbeterde operatietechnieken of de ontwikkeling van biotechnische prothesen. In dit boek zul je informatie tegenkomen uit elke hoofdtekst van de anatomie.

DE VOORDELEN VAN EEN BIOTECHNISCHE PASVORM



TECHNISCHE
INFO

Iemand die een arm- of beenprothese heeft, heeft die dankzij een anatoom, omdat deze gezorgd heeft dat je een beschadigd of ziek ledemaat weer kunt bewegen. Zonder anatomen zou de biotechniek, die de principes van de techniek aanwendt voor biologische of medische doeleinden, niet bestaan. Wetenschappers moesten eerst begrijpen hoe elke vorm van echte menselijke lichamen er van binnen en buiten uitzag voor ze konden gaan uitvinden hoe vervangende onderdelen gemaakt moesten worden. Vandaag de dag zijn het niet alleen armen en benen waarvoor prothesen worden gemaakt. Heupen, harten, hartkleppen en steeds kleinere deeltjes kunnen nu ook vervangen worden. Brillenglazen en contactlenzen, die helemaal zijn ingeburgerd, zouden er ook niet zijn zonder de anatomen die ontdekten hoe het oog werkt. Terwijl anatomen steeds meer ontdekken, kunnen ze hun kennis doorgeven aan andere onderzoekers, zoals de biotechnici, om nog meer manieren te bedenken die de kwaliteit van leven verbeteren.

De functie van de fysiologie

Hoewel elk lichaamsdeel helemaal uit zichzelf lijkt te bewegen of te functioneren, zet het ene deel meestal het andere in gang. Dit is het vakgebied van de fysiologie. Wanneer je bijvoorbeeld je hand snel terugtrekt van een hete oven, is niet alleen beweging van de hand en de arm nodig, maar is het ook vereist dat de hersenen en zenuwen worden aangesproken. Hardlopen vraagt niet alleen iets van je spieren in je benen, maar ook van de spieren in je longen die de ademhaling mogelijk maken. Als je kijkt naar steeds kleinere delen van het lichaam, van organen tot weefsels, van weefsels tot cellen en van cellen tot moleculen, dan zul je zien hoe steeds meer delen van het lichaam nauw samenwerken.



BELANGRIJK

Net zoals verschillende lichaamsdelen en stelsels samenwerken om een bepaald resultaat te behalen (zoals bewegen, verteren en voortplanten), kunnen aparte structuren of stelsels van het lichaam ook meer dan één functie hebben. Je

bloedvaten dienen bijvoorbeeld als netwerk van snelwegachtige transportbanen, en het bloed met de cellen dient als voertuig om materialen op te pikken en af te leveren. Bloedcellen zijn niet alleen onderdelen van de bloedsomloop, maar maken ook deel uit van het ademhalingsstelsel, de spijsvertering en het afweersysteem. Hier hebben ze verschillende fysiologische functies, die worden beschreven in tabel 1.1.

TABEL 1.1 **Functies van de bloedcellen**

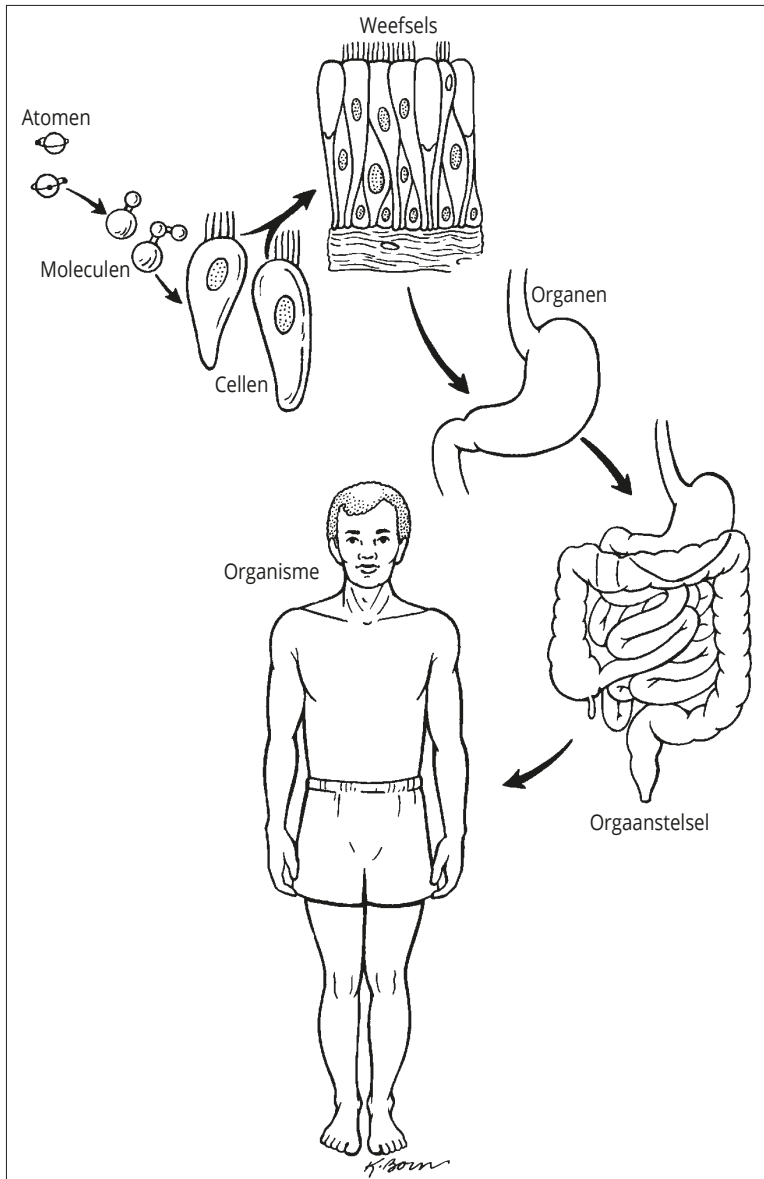
Proces	Hulp van de bloedcellen
Ademhaling	Transport van zuurstof van de longen naar elke lichaamscel
Spijsvertering	Voedingsstoffen vervoeren naar elke lichaamscel
Uitscheiding en urineren	Afvalstoffen vervoeren die afkomstig zijn van de cellen die het bloed filteren
Afweer	Transport van de cellen die binnengedrongen ziektekiemen te lijf gaan

Het bloed en de bloedcellen werken samen met verschillende orgaanstelsels door het hele lichaam om ervoor te zorgen dat jij goed functioneert. Bloed is een anatomische eenheid, maar het bevat verschillende soorten bloedcellen met veel fysiologische functies.

De volgende paragraaf laat je de basisbouwstenen zien van het lichaam, die samen de anatomie van de mens en zijn fysiologische functies vormen. Deel 2 van dit boek behandelt de anatomische vormen in detail en deel 3 is gericht op de fysiologie, die laat zien hoe de orgaanstelsels samen hun werk doen.

De opbouw van het lichaam: van atomen tot organen

Jouw lichaam als geheel is één organisme. Toch komen er ontelbare onderdelen aan te pas die samen dit grote geheel vormen. Wanneer je kijkt naar de verschillende niveaus van het lichaam (zie figuur 1.1), dan zie je dat veel onderdelen weer uit andere delen zijn opgebouwd. Het is alsof je naar een pijnboom kijkt. Op het eerste gezicht zie je de hele boom; een heel organisme. Als je echter dichterbij kijkt, zie je de takken. Kijk je naar de twijgen van de takken, dan zie je elke naald. Duizenden, misschien wel miljoenen naalden zitten er aan die ene pijnboom. Ditzelfde geldt voor het menselijk lichaam of het lichaam van welk dier dan ook. Eerst zie je het hele lichaam. Het hele lichaam is echter opgebouwd uit delen en organen, en elk orgaan is weer opgebouwd uit verschillende weefsels. En wanneer je, als een patholoog, een stukje lichaamsweefsel onder de microscoop bekijkt, worden miljoenen cellen zichtbaar. Je kunt het weefsel zelfs nog verder uitvergroten. Dan zie je dat cellen uit moleculen bestaan, die weer uit nog kleinere deeltjes bestaan, die we de *atomen* noemen.



FIGUUR 1.1: Niveaus van het lichaam van klein naar groot: atomen, moleculen, cellen, weefsels, organen en organstelsels.



NOG EEN BEETJE SCHEIKUNDE BIJ JE ANATOMIE?

Je had zeker niet gedacht dat er aan je boek over het menselijk lichaam ook scheikunde te pas zou komen. Nou, je krijgt er toch een beetje scheikunde bij. Verbaasd? Eigenlijk is het helemaal niet verbazingwekkend, want scheikunde speelt een grote rol bij tal van andere wetenschappelijke disciplines; natuurlijk bij de chemie, maar ook bij de natuur- en menswetenschappen. Zoals mijn scheikundeleeraar altijd zei: 'Scheikunde is de centrale wetenschap. Daarom bevinden de scheikundelabs zich op de tweede verdieping, tussen de verdieping van de natuurwetenschap en die van de biologie in.'

Levende wezens zijn opgebouwd uit stoffen. Dieren en planten zijn prachtige, verbazingwekkende organismen waarin miljoenen chemische reacties plaatsvinden. Ik moet dus even kort uitleggen wat chemische stoffen zijn en hoe ze in jouw lichaam met elkaar reageren. Klaar voor de start?

Ik durf te wedden dat je bij chemische stoffen denkt aan de elementen uit het periodiek systeem (die gigantische kaart met de belangrijkste gegevens over elke bekende stof die zich in, op en rond de aarde bevindt). Elke stof in het periodiek systeem is een element dat ergens op onze planeet te vinden is; in het water, de lucht, de bodem, of mijlenver onder de aardkorst. Ik weet dat het klinkt als het begin van een uiteenzetting over geologie, maar geloof me, dit heeft alles te maken met anatomie.

Miljarden jaren geleden was de planeet bedekt met vele, vele actieve vulkanen, die stukken land vormden op de afgekoelde lava. De gassen uit de vulkaanuitbarstingen werden anorganische moleculen in de buitenlucht. Tijdens dit proces voegde waterstof, die vrijkwam met zo'n uitbarsting, zich samen met zuurstof uit de atmosfeer, en zo ontstond water. Uiteindelijk vormden zich cellen uit de ruwe materialen water, aarde en energie. En na nog eens miljarden jaren vormden zich organismen uit de cellen. De ruwe materialen waaruit het leven is ontstaan, maken nog steeds deel uit van elk levend wezen op aarde, zowel dieren als planten. Deze ruwe materialen zijn de elementen.

Atomen, moleculen, cellen, weefsels, organen en orgaanstelsels zijn de bouwstenen van het lichaam. Ze zijn op een bepaalde manier dus ook de bouwstenen van de rest van dit boek. Het is een goed idee om deze meest basale delen te leren kennen om te zien hoe de functies ervan de rest van de lichaamsdelen beïnvloeden.

Atomen combineren om moleculen te krijgen

Een *atoom* is het kleinste deeltje van een element dat nog alle kenmerken van dat element heeft. Een waterstofatoom reageert bijvoorbeeld hetzelfde als een hele bak met waterstof. Elk atoom is een bouwsteentje. Als je twee atomen waterstof (H) bijvoegt, dan krijg je een waterstofmolecuul (H₂). Als je dit waterstofmole-

De werking van het lymfestelsel en je afweer

De verschillende cellen van je afweersysteem

Ontstekingen en de reacties van je afweersysteem doorgronden

Het complementsysteem en antilichamen

Ziekten en stoornissen van het afweersysteem

Hoofdstuk 13

Een eerlijk gevecht: het afweersysteem

De menselijk soort zou niet lang hebben overleefd indien het lichaam geen afweersysteem had gehad. Het eerste verkoudheidsvirus zou de originele leden van onze soort direct hebben laten uitsterven als het afweersysteem de binnengedrongen ziekteverwekker niet de das om had gedaan.

Dit hoofdstuk neemt je mee op een reis door je afweersysteem en laat je zien hoe het je cellen beschermt. Je afweersysteem – de verdedigingsafdeling van je lichaam – is actief in tijden van ziekte en gezondheid. Het afweersysteem is de manier van het lichaam om zich te beschermen tegen binnengedrongen microben, zoals bacteriën en virussen, andere vreemde cellen en je eigen cellen die op het verkeerde pad zijn beland (zoals cellen die zich hebben ontwikkeld tot kankercellen).

Naast het afweersysteem heeft je lichaam nog enkele beschermingsmethoden ter beschikking:

- » **Huid.** Deze barrière houdt ontelbare indringers buiten de deur. Huidklieren produceren oliën die de barrière nog effectiever maken. (Zie hoofdstuk 6 voor meer over de huid.)
- » **Slijmvliezen.** Het slijmvlies van de spijsverteringsorganen en de organen van het ademhalingsstelsel vangt microben op. Dit zijn minuscule organismen die in staat zijn ziekten bij dieren (inclusief mensen) te veroorzaken.

- » **Cilia.** Deze zeer kleine trilhaartjes in het ademhalings- en spijsverteringsstelsel brengen opgevangen vuil en microben naar de keel, waar ze worden doorgeslikt en via de spijsvertering en excretie worden verwijderd. (Zie hoofdstuk 2 voor meer over cilia.)
- » **Zoutzuur.** Dit zuur in de maag vernietigt de meeste bacteriën die je hebt binnengekregen. De 'goede' bacteriën die er normaal gesproken leven (de normale flora) vechten tegen de 'slechte' bacteriën die toch hun weg naar de darmen hebben gevonden. (Zie hoofdstuk 11 als je meer wilt weten over zoutzuur.)

Al deze mechanische processen bestaan uit verschillende cellen en enkele moleculen. In tegenstelling tot andere stelsels heeft het afweersysteem geen groep organen die samenwerken op een centrale locatie. In plaats daarvan maakt het afweersysteem gebruik van een aantal routes in het lymfe- en circulatiestelsel om afweercellen door het lichaam te vervoeren. (Zie hoofdstuk 9 voor meer over het circulatiestelsel.) Deze cellen van het afweersysteem trekken eropuit en maken jacht op ziektekiemen die niet in je lichaam thuishoren. Ze vallen de vreemde indringers dan aan en verwonden, doden of verwijderen ze om jou gezond te houden. (Voor meer over de afweercellen, zie de paragraaf 'Jagen en aanvallen: afweercellen', verderop in dit hoofdstuk.)

Liefde voor het lymfestelsel

De lymfevaten, de buizen die de lymfe door het lichaam leiden, hebben een bouw die lijkt op die van de aderen van je circulatiestelsel (zie hoofdstuk 9). Aderen hebben kleppen die voorkomen dat zuurstofarm bloed terugstroomt. Zo hebben de lymfevaten ook kleppen die moeten voorkomen dat lymfe terugstroomt. (Zie de kadertekst 'Wat is lymfe eigenlijk?' als je precies wilt weten wat lymfe is.) Dit maakt het lymfestelsel een eenrichtingsstelsel. Zowel aderen als lymfevaten moeten geknepen worden om het bloed of de lymfe erdoorheen te laten stromen. Je knijpt ze automatisch wanneer je je armen, benen en andere skeletspieren beweegt.



TECHNISCHE
INFO

WAT IS LYMF EIGENLIJK?

Lymfe, het vocht dat door de lymfevaten stroomt, is in feite extra weefselvocht. Dit weefselvocht (ook wel interstitieel vocht genoemd) zit om elke cel heen. De cellen moeten in een vochtig milieu zitten, omdat voedingsstoffen en zuurstof in de vloeistof moeten worden opgelost om de cellen in te kunnen. Wanneer er te veel weefselvocht wordt aangemaakt, wordt dit extra vocht opgenomen in de lymfevaten en wordt dan lymfe genoemd. De lymfe stroomt door de lymfevaten en neemt lymfocyten (witte bloedcellen), soms enkele rode bloedcellen en soms vetdeeltjes mee. Terwijl de lymfe door de lymfeklieren stroomt, wordt de lymfe gefilterd, om microben of andere ongewenste stoffen te verwijderen. Dan wordt de gefilterde vloeistof via de aderen van het circulatiestelsel weer opgenomen in de bloedstroom.



BELANGRIJK



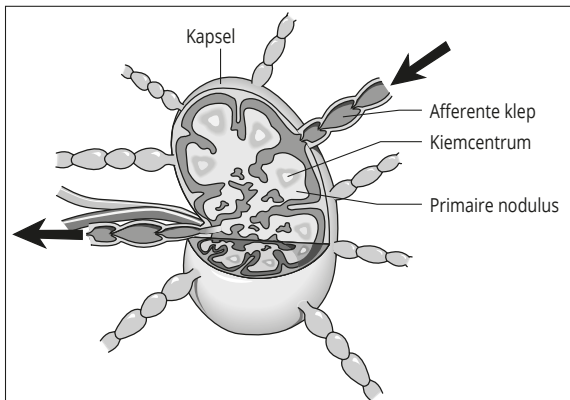
TECHNISCHE
INFO

Er wordt extra weefselvocht geabsorbeerd door de lymfevaten en aan de bloedstroom teruggegeven als lymfe.

Net als het circulatiestelsel vertakken de lymfevaten zich en nemen ze toe in grootte van capillairen tot grotere lymfevaten. Deze grotere vaten komen binnen in de *ductus thoracicus* (borstlymfevaat), de linker lymfegang of de rechter lymfegang van het lymfestelsel. De rechter lymfegang (*ductus lymphaticus dexter*), die aan de rechterkant van je hals zit, vlakbij je sleutelbeen, neemt lymfe uit de rechterarm en de rechter lichaamshelft boven het middenrif op. De linker lymfegang (*ductus lymphaticus sinister*) neemt lymfe op uit de linkerarm en linkerlichaamshelft boven het middenrif. *Ductus thoracicus*, die door het midden van de borstholte loopt, neemt lymfe op die uit de rest van het lichaam komt. De lymfe wordt naar het circulatiestelsel gebracht via de ondersleutelbeenaderen, die vlakbij het hart en grote bloedvaten liggen. De rechter lymfegang komt uit in de rechter ondersleutelbeenader, de linker lymfegang en de *ductus thoracicus* komen binnen in de linker ondersleutelbeenader.

Voordat lymfe in de gangen loopt en in het circulatiestelsel terecht komt, komt de lymfe voorbij de lymfeknopen. Een lymfeknoop (of lymfeklier) is een ingekapselde weefselmassa die de lymfe filtert voordat het naar de bloedstroom gaat. Vezeilig bindweefsel (zie figuur 13.1) kapselt de lymfeknopen in (bedekt deze) en scheidt de knopen in *noduli* (kleinere delen van een *nodus*, een lymfeknoop). Schattige naam, niet? Het buitenste deel van een *nodulus*, de *cortex*, bevat twee soorten lymfocyten (afweercellen):

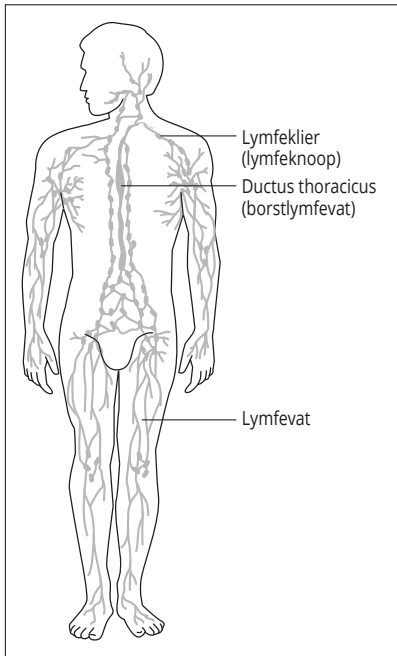
- » **B-lymfocyten** ontwikkelen zich in een gebied van de cortex dat het *kiemcentrum* (het centrum van een lymfenodulus) heet. Deze cellen produceren antilichamen. (Zie de paragraaf 'Immuniteit door antilichamen' verderop in dit hoofdstuk als je meer wilt weten over antilichamen.)
- » **T-lymfocyten** ontwikkelen zich in andere gebieden van de cortex dan het kiemcentrum. Deze cellen zijn verantwoordelijk voor het doden van andere cellen die een virus herbergen. Rebelle wordt op geen enkel niveau getolereerd!



Uit: LifeAid® Super Anatomy 3, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

FIGUUR 13.1: Anatomie van een lymfeknoop in dwarsdoorsnede.

Lymfeknoppen zitten overal in het lichaam (zie figuur 13.2), onder je oksels, in je hals en in je liezen. De hals en mond bevatten een groot aantal lymfeklieren, omdat door al die openingen in je gezicht (je neusgaten, oren en mond) dit gebied een goede locatie is waar bacteriën en virussen gemakkelijk kunnen binnendringen. De *tonsillen* (amandelen) in je keel (farynx) zijn grote lymfeklieren en deze keelamandelen zijn ook kliervormig. Je hebt echter ook tonsillen in de achterkant van de orofarynx (tonsillen tussen de verhemeltebogen) en in de tongwortel (*tonsilla lingualis*).



Uit: LifeArt®, Super-Anatomy 3, © 2002, Lippincott Williams & Wilkins

FIGUUR 13.2: Het lymfestelsel.



BELANGRIJK

Dit lymfatisch weefsel in de vorm van amandelen in en rond je keel is net als bewapende bewakers die aan de ingang van je lichaam de wacht houden. Ze vangen en verwijderen mogelijk gevaarlijke microben. Een andere goede locatie voor microben om van jou te profiteren is de darmen. Je darmen hebben echter daar ook een slimmigheidje: de *Peyerse plaques*. Dit zijn lymfeknooppjes in de wand van de darmen.

Als je waterpokken, een verkoudheid, of griep hebt gehad, dan ben je aangevallen door een virus. Een virus is een infectueuze *agens* (stof) die geen stofwisseling heeft en zich niet kan voortplanten. Daarom moet een virus een cel 'overmeesteren' die wel deze mogelijkheden heeft, om te overleven en voor nakomelingen te zorgen. Als 'infectueuze agens' werkt een virus niet undercover in een beige overjas, met een piepkleine zonnebril en een breedgerande hoed. Een virus is technisch gezien geen cel, omdat het geen kern of andere celorganellen heeft (daarom heeft het ook geen stofwisseling en kan het zich ook niet voortplanten).

Je T-cellen vallen het virus direct aan. Je B-cellen vormen antilichamen, die in je lichaam blijven tot ze nodig zijn wanneer datzelfde virus nog eens je lichaam binnendringt. (Zie de paragraaf 'Immuniteit door antilichamen' verderop in dit hoofdstuk voor meer over antilichamen.)



BELANGRIJK

Wanneer een virus je cellen begint aan te vallen, komt je afweersysteem als volgt in actie om je te beschermen:

1. **Je lymfeklieren beginnen extra B- en T-lymfocyten te produceren.**
2. **De T-lymfocyten in je lymfeklieren beginnen de cellen die het virus bevatten te doden (hierdoor voel je ook zwak).**
3. **B-lymfocyten maken antilichamen om elk antigeen te lijf te gaan (een antigeen is een vreemde cel, zoals een virus) die je lichaam binnendringt.** (Zie de paragraaf 'Je gezondheid verdedigen' verderop in dit hoofdstuk als je meer wilt weten over antilichamen en antigenen.) Sommige antilichamen blijven maar kort in je lichaam, sommige enkele jaren en sommige de rest van je leven. Wanneer een virus dat je al eerder hebt gehad je lichaam binnendringt, herkent je lichaam het direct als vroegere aanvaller en vernietigt het voordat het je ziek kan maken. Antilichamen zijn de redenen waarom je geen waterpokken meer krijgt als je ze al hebt gehad en het is ook de reden dat mensen zeggen dat je nooit twee keer dezelfde verkoudheid krijgt.

TEN PROOI VALLEN AAN EEN VERVELEND VIRUS



TECHNISCHE
INFO

Als je waterpokken hebt gehad, is het waterpokkenvirus binnengekomen via speekseldruppeltjes die iemand anders uitgeniest of gehoest heeft. Om te overleven, drong het virus je cellen binnen en gebruikte het jouw erfelijke materiaal om zich te vermenigvuldigen en je organellen voor de stofwisseling. Terwijl meer en meer cellen werden overmeesterd, voelde je je steeds zieker en vermoeder, omdat het waterpokkenvirus jouw voedingsstoffen en zuurstof pakte voor de eigen energievoorziening. Waarschijnlijk had je de gebruikelijke symptomen van de waterpokken: griepachtige klachten, rode blaasjes die vreselijk jeukten en koorts. Nou, deze 'tekenen' zijn in feite reacties om het nare virus te helpen vernietigen. Een toename in de slijmproductie bijvoorbeeld, veroorzaakt een loopneus in een poging virusdeeltjes weg te spoelen uit de neusholten. Door koorts gaat je lichaamstemperatuur omhoog in een poging je lichaam onaangenaam te maken voor het leven van een virus.

De slimme milt

Je milt ligt in het rechterbovenkwadrant van je buik-bekkenholte (zie de hoofdstukken 1 en 5), precies onder je middenrif. Hij dient als thuishaven voor afweercellen. In essentie is de bouw hetzelfde als die van een lymfeklier; een erg grote lymfeklier. Je milt bevat bindweefsel en is verdeeld in *lobuli* (kwabjes); dit zijn kleinere delen van een *lobus* (kwab) die rode en witte *pulpa* (een brijachtige massa) bevatten: