

Het zenuwstelsel

Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kan de leerling:

- de bouw van een zenuwcel beschrijven;
- uitleggen wat er bedoeld wordt met een zenuwbundel;
- twee indelingswijzen van het zenuwstelsel noemen;
- vijf onderdelen van het centrale zenuwstelsel noemen;
- de betekenis van de liquor voor het zenuwstelsel maar ook voor de diagnostiek uitleggen;
- de bestanddelen en de verdeling van grijze en witte stof in hersenen en ruggenmerg noemen;
- de hoofdfunctie van de hersenzenuwen en ruggenmergszenuwen noemen;
- het verschil tussen het willekeurige en het autonome zenuwstelsel aangeven;
- twee hoofdfuncties van de grote hersenen noemen;
- de weg die de gevoelsprikkelers afleggen beschrijven;
- uitleggen wat bedoeld wordt met de piramidebaankruising;
- de functie van de kleine hersenen beschrijven;
- een reflexbaan beschrijven;
- de betekenis van een reflex uitleggen;
- de hoofdfuncties van het autonome zenuwstelsel noemen en met voorbeelden illustreren;
- de bloedvoorziening van de hersenen beschrijven en hierbij het belang van de slagaderlijke ring uitleggen;
- het verschil tussen uitvalsverschijnselen en prikkelingsverschijnselen noemen;
- voorbeelden van beide stoornissen geven wanneer deze zich voordoen in de hersenen (zowel bewegings- als gevoelszenuwen) en in het autonome zenuwstelsel.

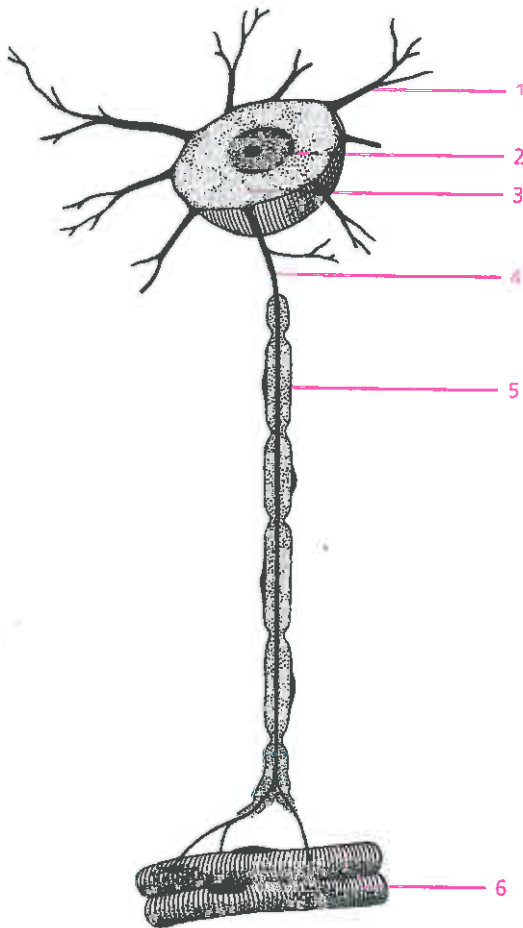
1.1 De bouw van het zenuwstelsel

Het zenuwstelsel bestaat uit **zenuwcellen** en **steuncellen**. De steuncellen dienen voor de stevigheid en de voeding van de zenuwcellen. Een zenuwcel bestaat uit de eigenlijke cel met kern, met aan de ene kant kleine sprieten en aan de andere kant één lange spriet, omgeven door een mergschede, figuur 4.1.1.

Om behoorlijke afstanden te kunnen overbruggen (bijvoorbeeld van de hersenen tot

onderin het ruggenmerg) zijn de *zenuwcellen 'langdradig'* en zitten soms meer cellen aan elkaar vast, waardoor de lengte groter wordt.

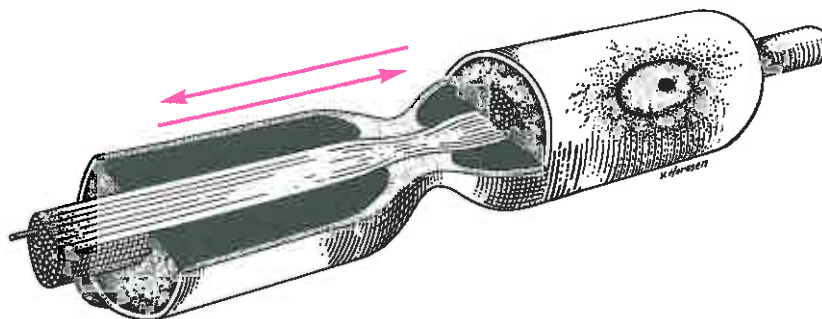
Soms vormen vele zenuwcellen samen één dikke bundel die we **zenuw** noemen. *Hierdoor kunnen dus vele prikkels tegelijk geleid worden.* Deze prikkels gaan dan ook niet alle in dezelfde richting. Sommige gaan van boven naar beneden, andere gaan van beneden naar boven, figuur 4.1.2.



4.1.1 Schema van de bouw van een zenuwcel

- 1 kleine sprieten
- 2 celkern
- 3 cytoplasma
- 4 lange spriet
- 5 mergschede
- 6 spier

4.1.2 Schema van de bouw van een perifere zenuw (links op een lengtedoorsnede gezien; rechts van buiten gezien); sommige zenuwvezels geleiden prikkels van boven naar beneden, andere van beneden naar boven



Met de kleine sprieten vangt een zenuwcel prikkels op die van buiten komen en opgevangen worden door de zintuigen (oog, oor, neus, mond en huid) of prikkels die binnenin het lichaam ontstaan, bijvoorbeeld in darmen, blaas, spieren en gewrichten. Alle prikkels komen in de grote hersenen terecht en worden daar verwerkt. In de hersenen zelf kunnen ook prikkels ontstaan, die dan weer naar de buitenwereld of naar de rest van het lichaam worden gestuurd (zie paragraaf 1.2). We kunnen het zenuwstelsel indelen in het *centrale zenuwstelsel (CZS)* en het *perifere zenuwstelsel (CZS)*, samen ook wel het *willekeurige zenuwstelsel* genoemd. Daarnaast bestaat ook het *onwillekeurige zenuwstelsel*, zie figuur 4.1.10.

1.1.1 Het centrale zenuwstelsel

Het centrale zenuwstelsel bestaat uit *grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam, verlengd merg* en *ruggenmerg*, zie figuur 4.1.3, allemaal veilig opgeborgen in de schedel en het wervelkanaal.

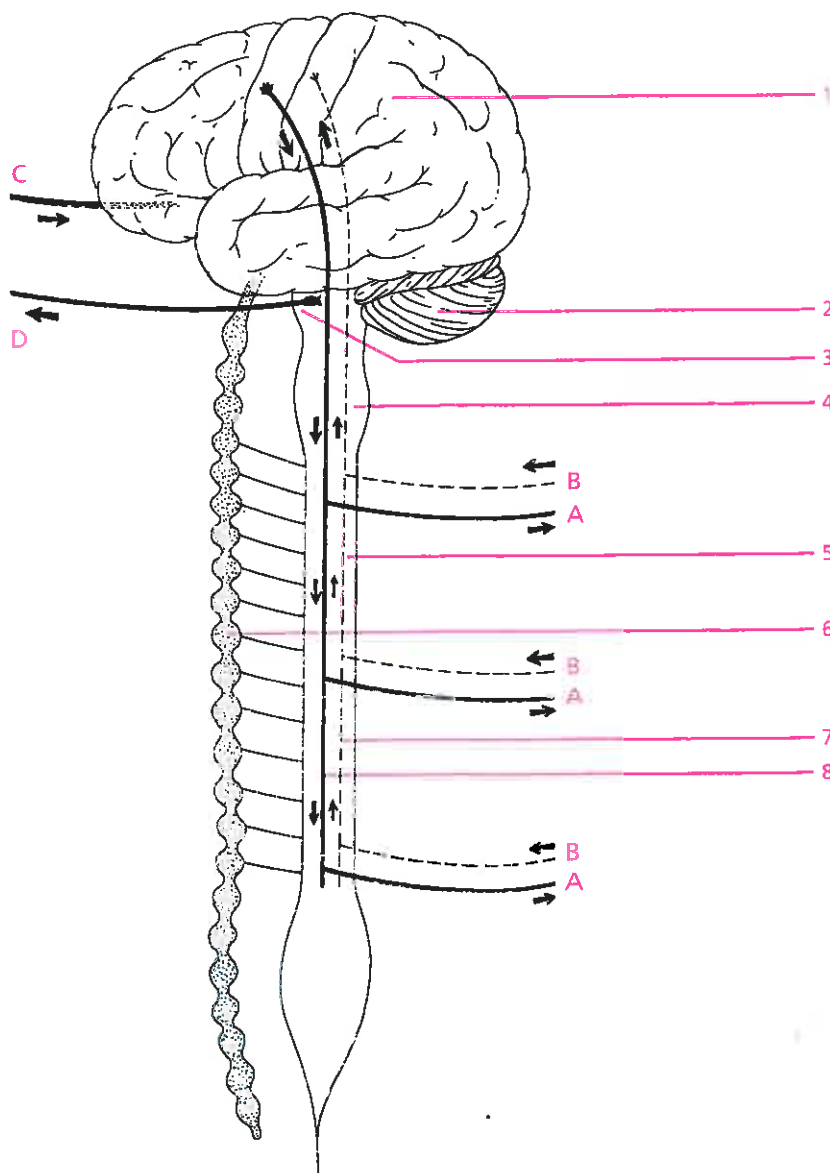
Het CZS is bekleed met *drie vliezen* en omgeven door *vocht*, figuur 4.1.4. Dit vocht, ook wel *liquor* genoemd, bevindt zich ook in de zogenoemde hersenkamers (ventrikels). Het vocht is helder en kleurloos. Het speelt een rol bij de voeding van het CZS en het dient als stootkussen voor hersenen en ruggenmerg. Bij verschillende ziekten van het CZS verandert de liquor van samenstelling. Voor de diagnose is het dikwijls van belang over liquor te kunnen beschikken. Daartoe wordt dan een lendenprik (lumbaalpunctie) gedaan.

4.1.3 Het zenuwstelsel

(1 t/m 5 is het centrale zenuwstelsel)

- 1 grote hersenen
- 2 kleine hersenen
- 3 hersenstam
- 4 verlengd merg
- 5 ruggenmerg
- 6 autonoom zenuwstelsel
- 7 opstijgende centrale (gevoels)baan
- 8 dalende centrale (bewegings)baan = piramidebaan

- A perifere bewegingszenuw
- B perifere gevoelszenuw
- C hersenzenuw vanuit de zintuigen
- D hersenzenuw met bewegingszenuwbanen voor de spieren van het gelaat



Opdracht

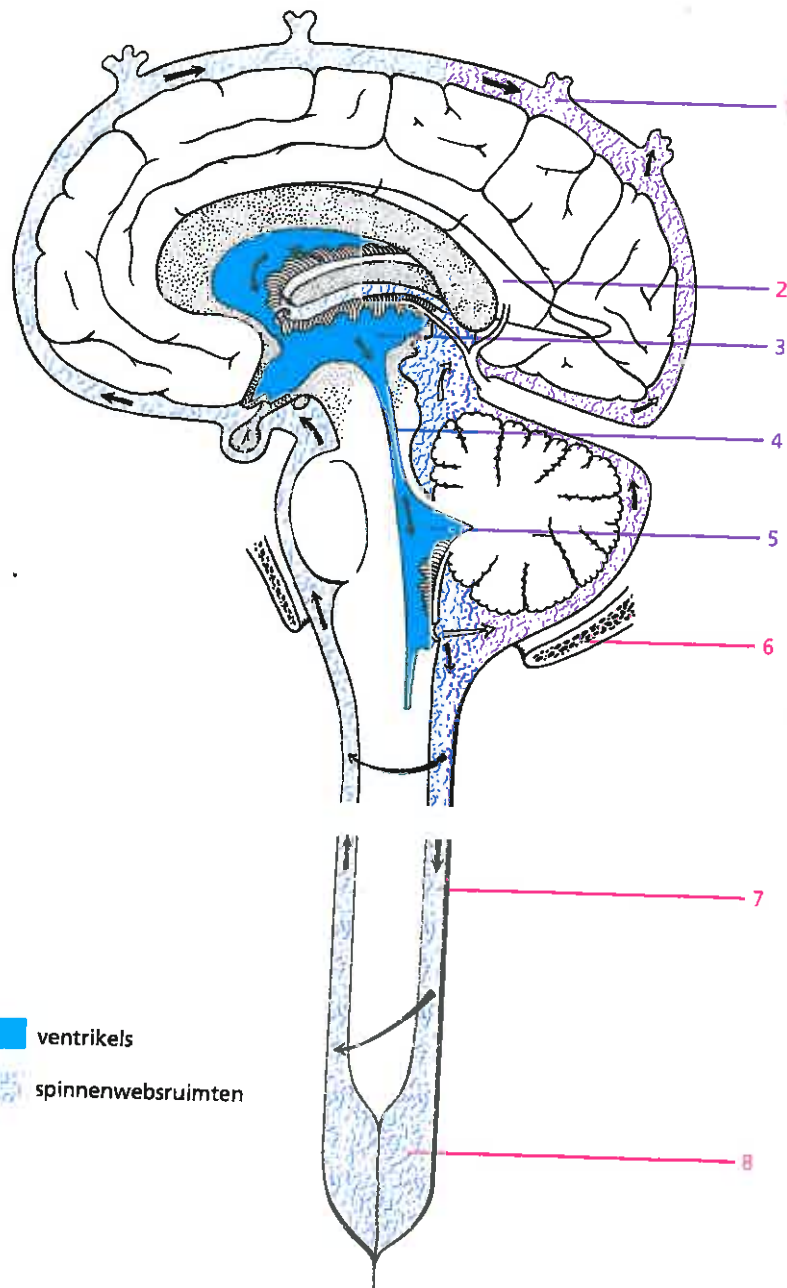
- 1 Wat zou behalve de samenstelling nog meer aan de liquor kunnen worden onderzocht?

Wanneer de grote hersenen worden doorsneden, is aan de buitenkant de **grijze stof** (schors) te zien. Daarin bevinden zich de zenuwcellen. Aan de binnenkant bevindt zich de **witte stof**, bestaande uit de lange sprieten van die zenuwcellen. In het ruggenmerg zit de grijze stof binnenin en de witte stof daaromheen.

Zowel aan de grote hersenen als aan de kleine hersenen onderscheiden we een linkerhelft en een rechterhelft. De hersenstam, het verlengde merg en het ruggenmerg vormen samen één staafvormig geheel.

4.1.4 De liquorruimten

- 1 spinnenwebsruimte
- 2 zijventrikel
- 3 derde ventrikel
- 4 buis van Sylvius
- 5 vierde ventrikel
- 6 schedel
- 7 spinnenwebsruimte (om het ruggenmerg)
- 8 lumbale zak



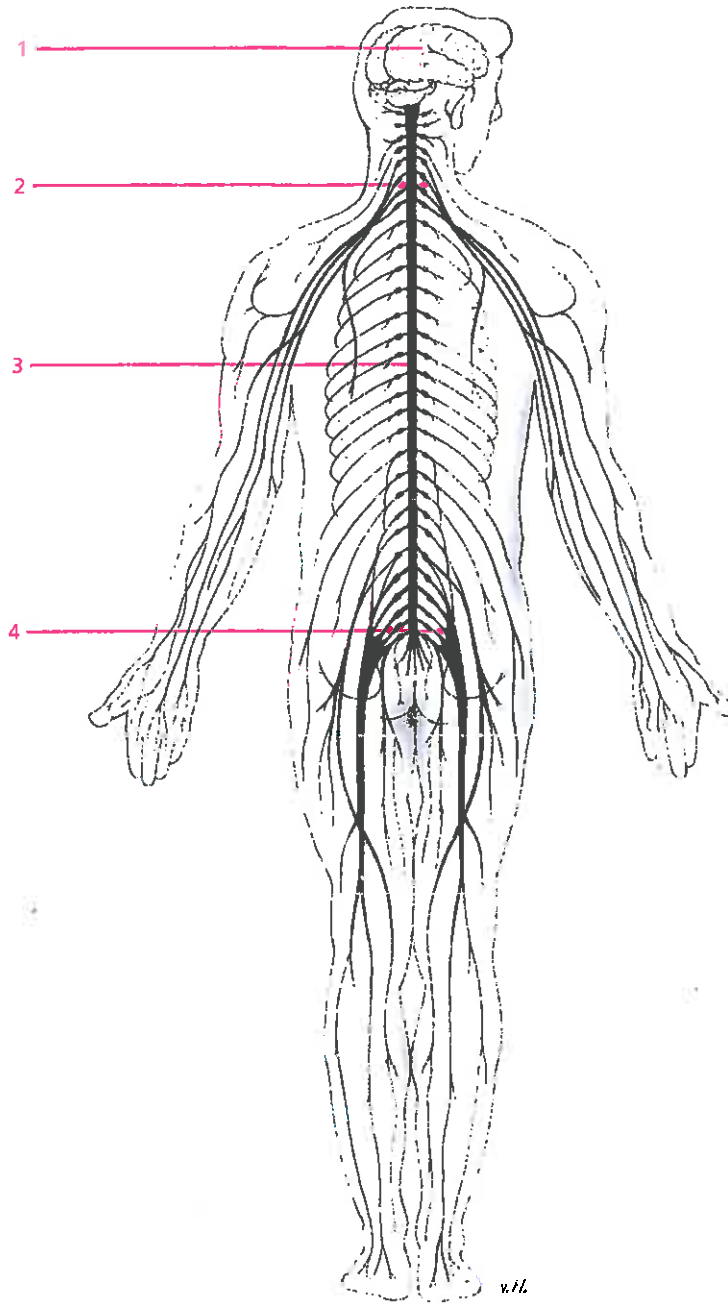
1.1.2 Het perifere zenuwstelsel

Het perifere zenuwstelsel bestaat uit *hersenen* en *ruggenmergszenuwen*. Dat zijn de zenuwen die buiten de schedel en de wervelkolom treden om verbindingen tot stand te brengen tussen de hersenen en het ruggenmerg enerzijds en de periferie, dat is de buiten-

kant of de rest van het lichaam, anderzijds. Er zijn *12 paar hersenzenuwen*, die vooral verbinding hebben met de weefsels in het hoofd (ogen, oren, neus, mond en aangezichtsspieren). De *ruggenmergszenuwen (32 paar)* verlaten het ruggenmerg tussen de wervels door en gaan naar de romp en de ledematen. Ze

4.1.5 Overzicht van het zenuwstelsel

- 1 hersenen
- 2 vlechtwerk hals/arm
- 3 ruggenmerg
- 4 vlechtwerk bekken



verenigen zich daartoe tot dikke bundels van zenuwdraden, figuur 4.1.5.

Het CZS en het perifere zenuwstelsel kunnen alleen dan werken wanneer de persoon goed

bij bewustzijn is, wanneer hij dus kan doen wat hij wil. Daarom noemen we deze beide zenuwstelsels ook wel het **willekeurige zenuwstelsel**.

1.1.3 Het onwillekeurige zenuwstelsel

Het *onwillekeurige zenuwstelsel*, ook wel het **autonome zenuwstelsel** of vegetatieve zenuwstelsel genoemd, regelt de functies van het lichaam die *niet onder invloed van de wil* staan, zoals de hartslag, de darm- en blaasfunctie, de ademhaling, de bloedsomloop, de spijsvertering en de nierfunctie. Tijdens de slaap en bij bewusteloosheid werkt het autonome zenuwstelsel gewoon door. Dit zenuwstelsel heeft wel verbindingen met het centrale zenuwstelsel, maar werkt dus volkomen zelfstandig, zie figuur 4.1.10 en paragraaf 1.2.

1.2 De functies van het zenuwstelsel

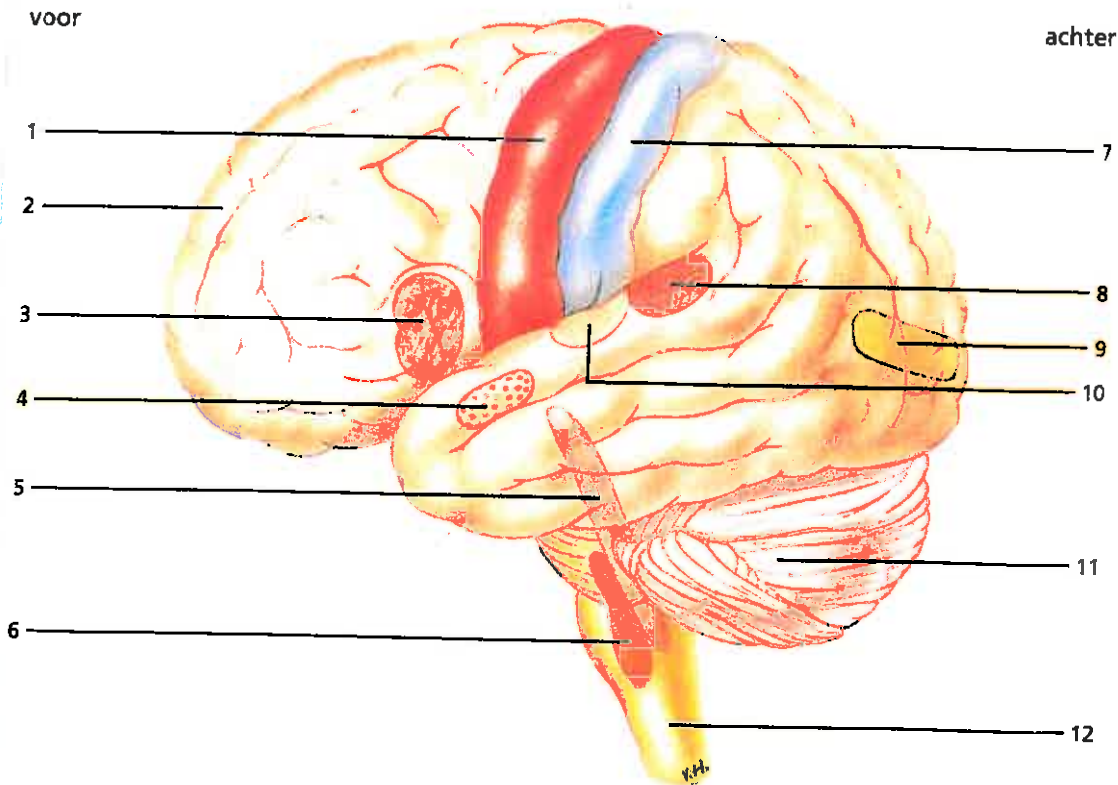
Hoe moet je je nu de werking van het zenuwstelsel voorstellen? Omdat de grote hersenen het hoofdkantoor vormen, zullen we daar beginnen. Geestelijke activiteiten vinden ook in de grote hersenen plaats, maar die blijven hier buiten beschouwing.

De hersenschors bevat miljoenen zenuwcellen, in verschillende soorten. Zo is ontdekt dat bepaalde schorsvelden (hersencentra) bepaalde taken hebben, figuur 4.1.6.

4.1.6 Schematische aanduiding van een aantal belangrijke hersencentra

- 1 motorische schors
- 2 grote hersenen
- 3 motorisch spraakcentrum
- 4 reukcentrum
- 5 waak- en slaapcentrum
- 6 ademcentrum

- 7 sensibele schors
- 8 sensorisch spraakcentrum
- 9 optisch centrum
- 10 gehoorcentrum
- 11 kleine hersenen
- 12 hersenstam



De **schorsvelden of centra** kunnen we onderverdelen in *prikkelontvangende* en *prikkeluitzendende centra*. De ontvangende centra kunnen via de hersenzenuwen prikkels ontvangen uit de zintuigen – ogen, oren, neus, mond en huid – (**sensorische centra**) of via de perifere gevoelszenuwen uit alle delen van het lichaam (**sensibel centrum**).

De prikkeluitzendende centra (**motorische centra**) geven prikkels af die, via motorische banen in het ruggenmerg (de belangrijkste heet **piramidebaan**, zie figuur 4.1.8) en via enkele hersenzenuwen en perifere zenuwen, de willekeurige spieren bereiken en deze tot samentrekking brengen. Omdat het ene centrum moet weten wat het andere doet, zijn er onderlinge verbindingen door zenuwdraden aanwezig.

Omdat er *twee hersenhelften* zijn, is er van *alle centra een dubbel stel*, één links en één rechts. Dit geldt echter niet voor het **spraakcentrum**. Daarvan is er maar één, en wel in de linker hersenhelft bij rechtshandigen en in de rechter hersenhelft bij zuiver linkshandigen. Ergens midden in de grote hersenen is nog een belangrijk centrum, het 'gestreepte lichaam', zie figuur 4.1.8.

Aan de hand van vier figuren gaan we in de paragrafen 1.2.1 tot en met 1.2.4 na hoe het zenuwstelsel werkt:

- de weg van de gevoelsprikkels, zie figuur 4.1.7;
- de weg van de bewegingsprikkels, zie figuur 4.1.8;
- de reflexbaan, zie figuur 4.1.9;
- het autonome zenuwstelsel, zie figuur 4.1.10.

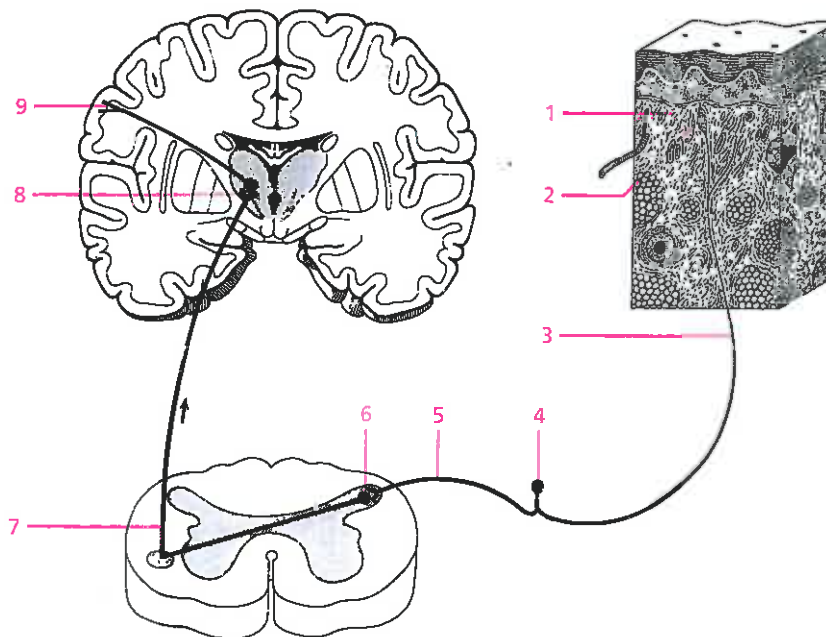
1.2.1 De weg van de gevoelsprikkels

In figuur 4.1.7 wordt ervan uitgegaan dat de *huid* geprikkeld wordt door aanraken, jeuk of pijn en dat die prikkel via de *perifere sensibele (= gevoels)zenuw* het *ruggenmerg* bereikt. In het ruggenmerg steekt een zenuwbaan over naar de andere kant, gaat dan omhoog en bereikt het *sensibele centrum in de schors van de grote hersenen*. Op dat moment word je er van bewust dat je aangeraakt wordt, jeuk of pijn hebt.

In figuur 4.1.7 is maar één baan aangegeven, maar er zijn er meer. Aan de andere kant loopt er namelijk ook een die afkomstig is van de andere lichaamshelft.

4.1.7 De weg van de gevoelsprikkels

- 1 *huid*
- 2 *tastlichaampje*
- 3 *sensibele perifere zenuw*
- 4 *schakelplaats*
- 5 *achterwortel*
- 6 *achterhoorn*
- 7 *gevoelsbaan in het ruggenmerg*
- 8 *thalamus*
- 9 *gevoelscentrum in de schors van de grote hersenen*



In plaats van de huid in het voorbeeld zouden we elk ander orgaan van het lichaam kunnen noemen, bijvoorbeeld darm – buikpijn, voet – likdoornpijn, hand – verbrandingspijn, nieren – steenkoliëkpijn, enzovoort.

1.2.2 De weg van de bewegingsprikkel

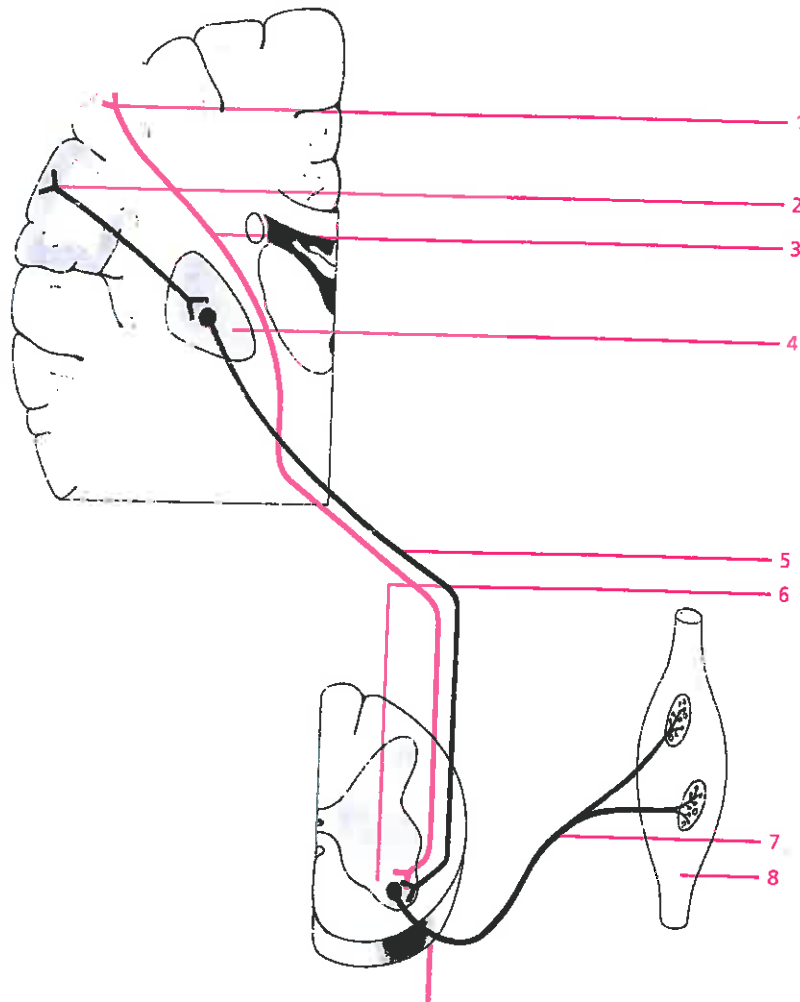
Als je besluit om je been op te tillen, moet je dus je beenspieren gaan gebruiken. Door deze beslissing wordt het *motorisch (bewegings-)centrum* in de schors van de grote hersenen geprikkeld, waarna de prikkel via de *piramidebaan* de hersenen aan de andere kant verlaat. Er zijn natuurlijk ook twee

piramidebanen, die elkaar nog in de hersenen kruisen. De piramidebaan loopt door het *ruggenmerg*, krijgt aansluiting met een *perifere motorische ruggenmergsgzenuw* en zo bereikt de prikkel de *speer(en)*, figuur 4.1.8. De spieren trekken zich samen en het been wordt opgetild.

Bij het maken van bewegingen speelt ook de *extra-piramidebaan* een rol. Hierdoor gaan prikkels vanuit het gestreepte lichaam, vrijwel gelijktijdig met de prikkels die door de piramidebaan gaan. Deze prikkels zorgen ervoor dat de spieren klaar zijn om te gaan samentrekken wanneer de prikkels via de piramidebaan aankomen.

4.1.8 De weg van de bewegingsprikkel

- 1 piramidaal motorisch centrum
- 2 extra-piramidaal motorisch centrum
- 3 piramidebaan
- 4 gestreept lichaam
- 5 extra-piramidebaan
- 6 voorhoorncel
- 7 perifere motorische zenuw
- 8 spier



Opdracht

- 2 a** Bedenk minimaal twee voorbeelden waaruit blijkt dat gevoelsprikkel (kunnen) leiden tot bewegingsprikkel.
- b** Bedenk tevens waaruit blijkt dat bewegingsprikkel leiden tot gevoelsprikkel.
- c** Welke conclusies kun je trekken uit deze samenhang tussen gevoels- en bewegingsprikkel?

Een derde plaats bij het uitvoeren van bewegingen wordt ingenomen door de *kleine hersenen*. Ze hebben tot taak alle bewegingen in goede harmonie te laten verlopen, zodat spieren goed samenwerken en elkaar niet tegenwerken. We noemen dat coördinatie van de willekeurige bewegingen, zoals dat bijvoorbeeld nodig is bij het met een sleutel openen van een deur.

Wanneer een *piramidebaan* uitvalt, heeft de patiënt een *halfzijdige verlamming*. Wanneer een *extra-piramidebaan* niet goed werkt, treedt de *ziekte van Parkinson* op. Wanneer de *kleine hersenen* niet goed functioneren, is er sprake van *ataxie*.

Het *spreken* gaat als volgt. Sensorische prikkels die uit de ogen en oren komen worden opgevangen in het sensorische (receptieve) spraakcentrum, zie figuur 4.1.6, en doorgegeven aan het motorische (expressieve) spraakcentrum. Van hieruit worden signalen uitgezonden via motorische zenuwbanen naar de handen en de mond om te kunnen handelen en spreken, dus te reageren op datgene wat gezien en gehoord is. Een blokkering van deze weg geeft het beeld van een *afasie*. Dit onderwerp wordt uitvoerig besproken in het boek 'Ziektekunde'.

Opdracht

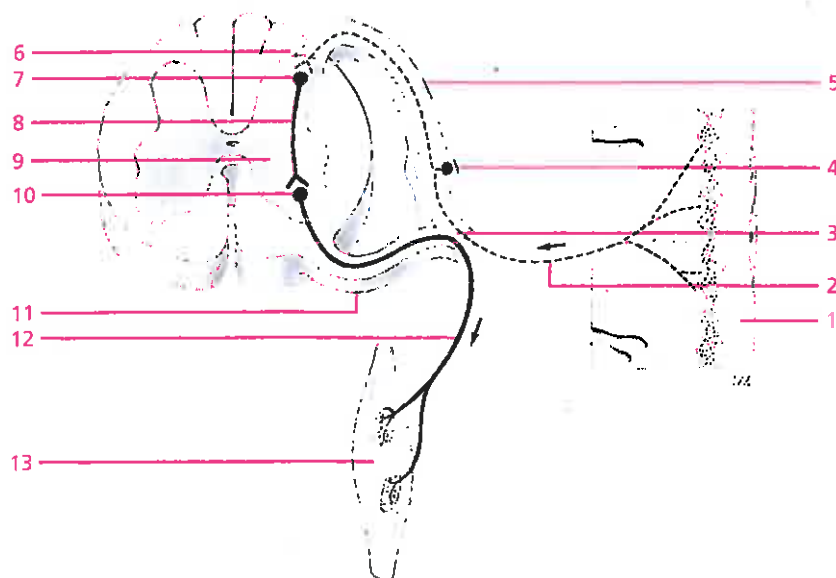
- 3 a** Bedenk vijf voorbeelden van handelingen in de ADL waarbij een goede coördinatie van de bewegingen noodzakelijk is.
- b** Tot welke gevolgen zouden afwijkingen hierin kunnen leiden?

1.2.3 De reflexbaan

Soms wordt ergens in het lichaam een prikkel opgevangen door een zenuwcel, via zenuwbanen naar het centrale zenuwstelsel gebracht,

4.1.9 Schema van een reflex over het ruggenmerg

- 1 huid
- 2 sensibele zenuw
- 3 gemengde zenuw
- 4 schakelplaats
- 5 achterwortel
- 6 achterhoorn
- 7 achterhoorncel
- 8 schakelplaats
- 9 voorhoorn
- 10 voorhoorncel
- 11 voorwortel
- 12 motorische zenuw
- 13 spier



daar omgeschakeld en via andere zenuwen weer naar buiten gestuurd. Deze 'prikkelweg' gaat geheel buiten de wil om, dus volautomatisch, maar wel langs de banen van het willekeurige zenuwstelsel, figuur 4.1.9.

Voorbeelden:

- tikken tegen het been onder de knieschijf doet het been strekken (kniepeesreflex);
- peper in de neus geeft niezen;
- bij omverduwen treedt de evenwichtsreflex in werking (zie thema 5, paragraaf 2.2);
- bij het uit het donker in het licht komen worden de pupillen nauwer.

Opdracht

- 4 a Laat een persoon een tiental seconden zijn ogen gesloten houden. Wat gebeurt er met de pupillen van deze persoon wanneer hij zijn ogen opendoet?
- b Wat is het belang van deze reactie?

1.2.4 Het autonome zenuwstelsel

Vrijwel alle functies die we tot nu toe hebben besproken zijn óf onderhevig aan de wil (bijvoorbeeld willekeurige bewegingen) óf afhankelijk van de graad van het bewustzijn (bijvoorbeeld gewaarwordingen via de zintuigen). De functie van veel organen echter is niet onderhevig aan de wil of afhankelijk van het bewustzijn, zoals de werking van *hart, maag, darmen, blaas en nieren*. We noemen deze organen *onwillekeurige of zelfstandige (= autonome) organen*. Het deel van het zenuwstelsel dat deze organen verzorgt heet daarom het *onwillekeurige, autonome of vegetatieve zenuwstelsel*. Het is niet de taak van het *autonome zenuwstelsel* om deze organen te laten werken, maar om te bepalen hoe hard ze werken. We noemen dit *reguleren*.

Het autonome zenuwstelsel ligt gedeeltelijk in de hersenen en het ruggenmerg en gedeeltelijk vóór de wervelkolom in de grensstreng, figuur 4.1.10. Uit figuur 4.1.10 blijkt duidelijk dat er verbindingen zijn tussen het autonome en het willekeurige centrale zenuwstelsel.

De meeste onwillekeurige organen zijn van twee soorten autonome vezels voorzien, die een tegengestelde werking hebben, namelijk zowel bevorderend als remmend. We spreken van *sympathische en parasymphische vezels*, respectievelijk prikkels (figuur 4.1.10, respectievelijk rood en blauw). Zie schema 4.1.11 om enige indruk te krijgen van de werking van het autonome zenuwstelsel. Het is absoluut niet de bedoeling dat je figuur 4.1.10 en schema 4.1.11 uit je hoofd leert, maar wél dat je een indruk krijgt van de uitgebreidheid en het belang van het autonome zenuwstelsel.

Ten slotte heeft het autonome zenuwstelsel een rol bij het urineren, het ledigen van de darm, de geslachtsgemeenschap, het regelen van de temperatuur, het slapen en de productie van hormonen.

1.3 De bloedvoorziening van de hersenen

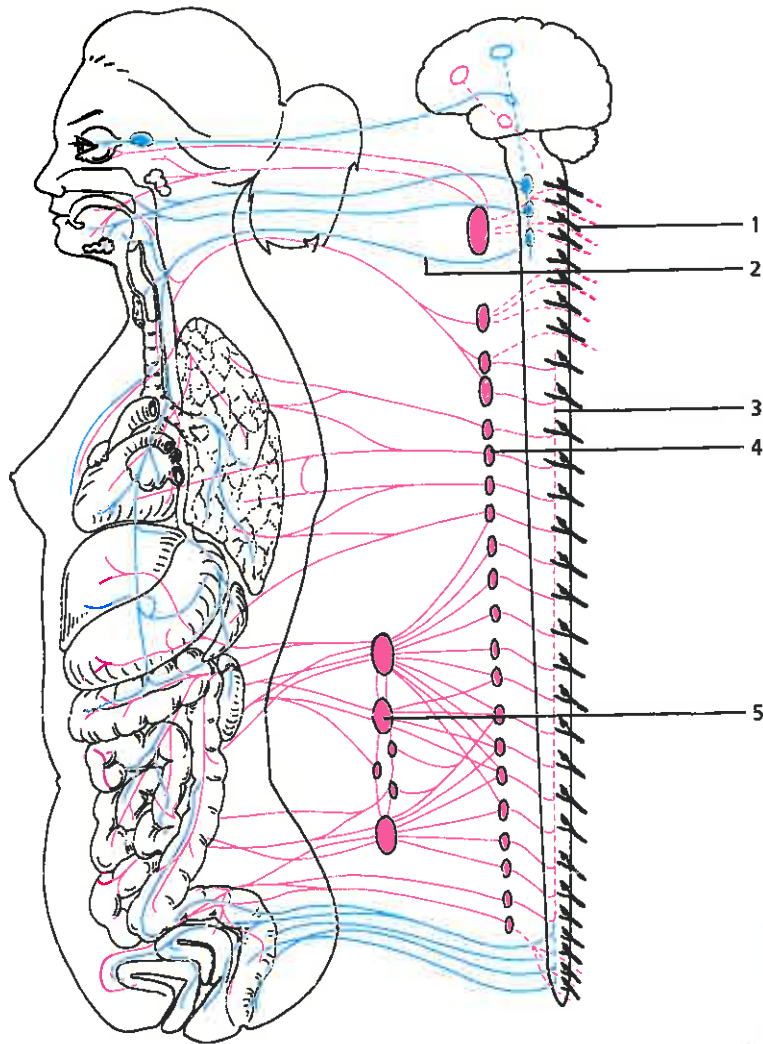
De hersenen worden door twee paar slagaders van bloed voorzien: een voorste paar (*halsslagaders*) en een achterste paar (*wervelslagaders*). Binnen de schedel vormen deze een slagaderlijke ring, die aan de basis van de hersenen ligt. Uit deze ring ontspringen drie paar *hersenslagaders* (voorste, middelste en achterste), die de grote hersenen van bloed voorzien, figuur 4.1.12. Het nut van deze ring is dat, wanneer bijvoorbeeld de linker halsslagader verstopt is, de linker hersenhelft toch bloed toegevoerd kan krijgen vanuit de rechter halsslagader en via de wervelslagaders.

Wanneer een hersenslagader afgesloten wordt door een bloedstolsel, krijgt een klein of groot gedeelte van de hersenen geen bloed meer en gaat dood. Op die manier zijn diverse functiestoornissen van de grote hersenen te verwachten. De belangrijkste stoornis is de halfzijdige verlamming, waarbij één piramidebaan uitvalt, bijvoorbeeld in de linker hersenhelft en soms ook in het

4.1.10 Het autonome zenuwstelsel

Rood = sympathisch
Blauw = parasympathisch

- 1 ruggenmergszenuw
- 2 zwervende zenuw
- 3 zijhoorn van het ruggenmerg
- 4 sympathische grensstreng
- 5 autonoom vlechtwerk in de buik



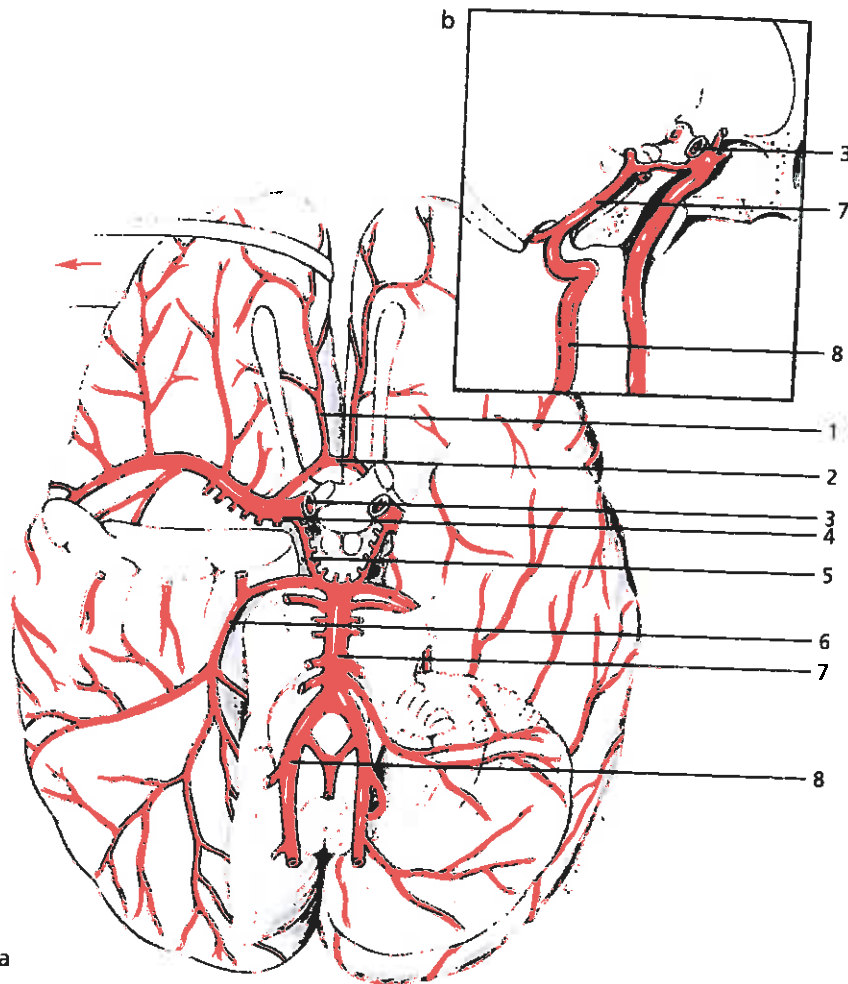
4.1.11

Orgaan	Sympathische prikkeling	Parasympathische prikkeling
pupil	verwijding	vernauwing
maagdarmkanaal - motoriek - klieren	langzamer remmend	sneller bevorderend samentrekken
luchtwegspieren	verslappen	langzamer en zwakker
hart	sneller en krachtiger	vernauwing
kransslagaders	verwijding	verwijding
overige slagaders	vernauwing	bevorderend
zweetklieren	remmend	

4.1.12 De slagaders aan de onderkant van de hersenen

- a De hersenen van onderen gezien
- b Verticale doorsnede van de schedelbasis met de twee aanvoerende slagaders aan één kant

- 1 voorste hersenslagader
- 2 voorste verbindende slagader
- 3 inwendige halslagader
- 4 middelste hersenslagader
- 5 achterste verbindende slagader
- 6 achterste hersenslagader
- 7 basale slagader
- 8 wervelslagader



aldaar gelegen spraakcentrum. Het gevolg is dan: een halfzijdige verlamming van de rechter lichaamshelft (de piramidebanen kruisen immers) en een afasie. De afvoer van het bloed uit de hersenen vindt plaats via de *herseners*, die samenkomen in de *halsaders* en via de *bovenste holle ader* het *hart* bereiken.

1.4 Stoornissen in de werking van het zenuwstelsel

Het zenuwstelsel kan ook ziek worden, op dezelfde manier als alle andere weefsels (zie thema 1, hoofdstuk 2, paragraaf 2.6). Wat de

gevolgen daarvan kunnen zijn is niet zo moeilijk te begrijpen, als je alles wat gezegd is over de werking van het zenuwstelsel hebt begrepen.

We kunnen de stoornissen indelen in twee groepen:

- **uitvalsverschijnselen:** de zenuwcellen werken niet of niet goed;
- **prikkelingsverschijnselen:** de zenuwcellen werken te sterk.

Deze verschijnselen kunnen in alle delen van het zenuwstelsel optreden. Welke stoornis optreedt is dus geheel afhankelijk van de plaats van de storing, centraal of perifeer.

1.4.1 In de hersenen

Uitvalsverschijnselen:

- van de gehele hersenen, bijvoorbeeld bij slapen, narcose, bewusteloosheid (coma), sommige vormen van dementie, enzovoort;
- van een hersencentrum, bijvoorbeeld afasie bij uitval van het spraakcentrum;
- van hersenzenuwen, bijvoorbeeld blindheid, doofheid, enzovoort;
- van de hersenbanen (zie bij gevoels- en bewegingsbanen).

Prikkelingsverschijnselen:

- van de grote hersenen bij epilepsie of toevallen;
- van de grote hersenen bij opwinding, onrust en angsttoestanden;
- van de oogzenuw – sterretjes zien;
- van de gehoorzenuw – oorsuizen.

1.4.2 Gevoelsbanen

Uitvalsverschijnselen

Het gevoel voor pijn, temperatuur en tast kan verminderd of geheel afwezig (*gevoel-loosheid*) zijn wanneer de prikkels op een bepaalde plaats niet verder kunnen gaan.

Hoe dichterbij de plaats in of bij de hersenen is gelegen, des te uitgebreider is de gevoelsstoornis in die lichaamshelft. Pas op met het geven van kruiken!

Prikkelingsverschijnselen worden waargenomen als prikkelingen en tintelingen of als pijn. Pijn is moeilijk te beoordelen. Ieder mens ervaart pijn verschillend: de een reageert 'ongevoelig', de ander 'overgevoelig'. Het is belangrijk om bij pijn goed waar te nemen en te rapporteren.

Enkele bekende vormen van pijn zijn:

- pijn door een *ontsteking*;
- pijn bij *kolieken*; dat zijn krampachtige samentrekkingen van gladde spieren, bijvoorbeeld bij galsteen-, niersteen- en darmkolieken; de patiënt kan daarbij niet stil zitten of liggen;
- pijn door *zuurstoftekort* in de spieren, zoals bij hartkrampen (angina pectoris) en kuitkrampen (etalageziekte);

- pijn bij een *volle blaas* of bij een *maagzweer*;
- *hoofdpijn*, waarvan de oorzaak niet altijd te vinden is.

N.B. Neem pijnklachten altijd serieus en probeer achter de oorzaak te komen.

1.4.3 Bewegingsbanen

Uitvalsverschijnselen

We spreken van een *verlamming* als de prikkels niet verder kunnen gaan in de bewegingszenuw. Is de verlamming totaal, dan is het een *paralyse*. Is er nog een beetje beweging mogelijk, dan is het een *parese*. Hoe dichterbij de storing in of bij de hersenen is gelegen, des te uitgebreider is de verlamming van die lichaamshelft.

Bij prikkelingsverschijnselen zijn de bewegingen heviger dan normaal het geval is. We noemen dat *krampen* als het grove bewegingen betreft, zoals bij een toeval, en *tremoren* wanneer het gaat om fijnere bewegingen, zoals die zijn te zien aan de handen van de patiënt met de ziekte van Parkinson.

1.4.4 Het autonome zenuwstelsel

Ook ten aanzien van het autonome zenuwstelsel zijn uitvals- en prikkelingsverschijnselen waar te nemen. In dit zenuwstelsel zijn twee systemen aanwezig die elkaar min of meer tegenwerken: het sympathische en het parasymphatische systeem.

Vertoont het sympathische systeem prikkelingsverschijnselen, dan zullen die lijken op de parasymphatische uitvalsverschijnselen. Ook het omgekeerde kan het geval zijn. Kortom, dit zit erg ingewikkeld in elkaar.

1.5 Begrippenlijst

liquor	vocht dat de vliezen van het CZS omgeeft
ventrikel	hersenkamer
lumbaalpunctie	lendenprik
periferie	buitenkant
sensorisch centrum	prikkelontvangend zintuigcentrum in de hersenschors
sensibel centrum	prikkelontvangend gevoelscentrum in de hersenschors
motorisch centrum	prikkeluitzendend centrum in de hersenschors
ataxie	stoornis in de samenwerking van de spieren
afasie	spraakstoornis
coma	bewusteloosheid
uitvalsverschijnselen	stoornissen bij niet of niet goed werkende zenuwcellen
prikkelingsverschijnselen	stoornissen bij te sterk werkende zenuwcellen
paralyse	totale verlamming
parese	gedeeltelijke verlamming

Het hormonale systeem

Leerdoelen

- Na bestudering van dit hoofdstuk kan de leerling:
- de klieren met inwendige afscheiding noemen;
 - uitleggen wat een hormoon is;
 - beschrijven hoe hormonen werken.

2.1 Inleiding

Naast het zenuwstelsel bevindt zich in het lichaam nog een tweede systeem voor het regelen van de functies van weefsels en organen. Het hormonale systeem wordt gevormd door de klieren met inwendige afscheiding (interne secretie). De klieren die we bij het spijsverteringskanaal hebben beschreven scheiden hun producten af naar de buitenwereld (uitwendige afscheiding). De hier bedoelde klieren produceren hormonen die direct in de bloedbaan terechtkomen (inwendige afscheiding). Het hormonale systeem en het zenuwstelsel werken nauw samen, waarbij het zenuwstelsel de leiding heeft.

Tot de klieren met interne secretie, figuur 4.2.1, behoren:

- het hersenaanhangsel;
- de schildklier;
- de bijschildklieren;
- de bijniere;
- de alveesklier;
- de geslachtsklieren.

2.2 Klieren met inwendige afscheiding

2.2.1 Het hersenaanhangsel

Het hersenaanhangsel (de **hypofyse**) ligt op de schedelbasis in het Turkse zadel, zie figuur 2.1.3. Deze klier maakt hormonen die

op hun beurt weer alle andere klieren met inwendige afscheiding prikkelen, waardoor deze ook hormonen gaan afscheiden. Zo regelt de hypofyse eigenlijk de werking van alle andere klieren met inwendige afscheiding, figuur 4.2.2. De hormonen van die klieren remmen de hypofysewerking ook om te voorkomen dat er te veel hormonen worden geproduceerd. Dit heet terugkoppeling.

2.2.2 De schildklier

De schildklier is gelegen in de hals vóór de luchtpijp en bestaat uit twee kwabben. Het schildklierhormoon bevat veel jodium en regelt de stofwisseling in alle cellen van het lichaam.

2.2.3 De bijschildklieren

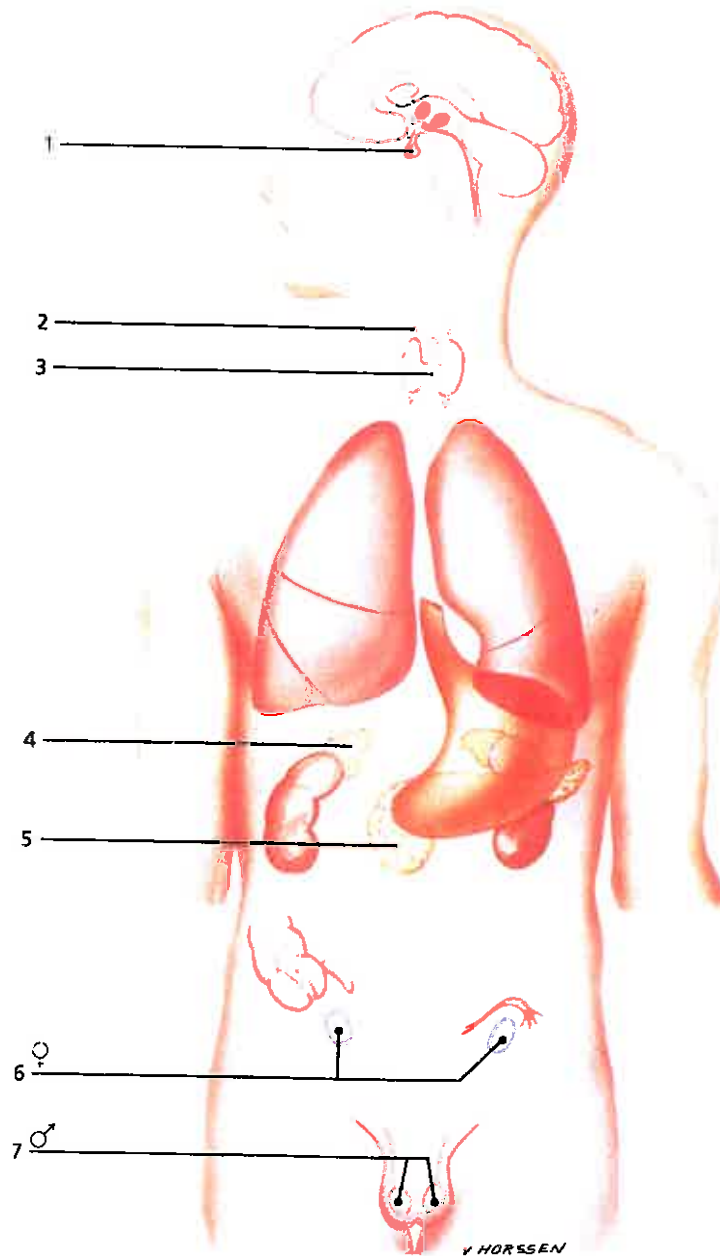
Er zijn vier bijschildkliertjes, zie figuur 4.2.1. Ze regelen het kalkgehalte in het bloed, daarbij geholpen door vitamine D. Het bijschildklierhormoon is dus nodig voor het in een goede toestand houden van de botten.

2.2.4 De bijniere

De twee bijniere liggen links en rechts als een mutsje op de top van de niere. In de bijniere zijn duidelijk twee gedeelten te onderscheiden, namelijk de schors aan de buitenkant en het merg binnenin, die beide geheel verschillende hormonen maken. De schorshormonen regelen de zouthuishou-

4.2.1 Klieren met interne secretie

- 1 hypofyse
- 2 bijschildklier
- 3 schildklier
- 4 bijnier
- 5 alveesklier
- 6 eierstokken (bij de vrouw)
- 7 zaadballen (bij de man)



ding, dus het gehalte van mineralen in het bloed (zoals natrium en kalium). Tevens regelen ze de stofwisseling van eiwitten, koolhydraten en vetten. Ten slotte worden in de schors nog geslachtshormonen geproduceerd.

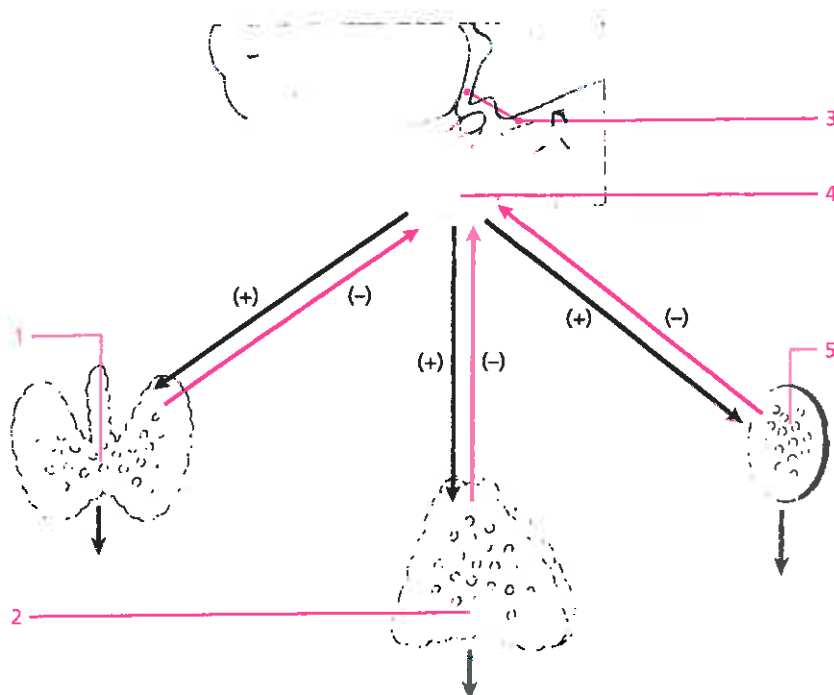
Het bijniermerg maakt een hormoon dat we

adrenaline noemen. Dit hormoon werkt op dezelfde manier als het sympathische systeem dat we bij het autonome zenuwstelsel hebben besproken. Het versnelt de hartactie, remt de darmwerking, verhoogt de spierspanning, versnelt de ademhaling, enzovoort.

4.2.2 De functie van de hypofyse-hormonen

De hypofyse-hormonen stimuleren de hormoonproductie van de andere klieren met interne secretie; deze hormonen remmen de hormoonproductie van de hypofyse → terugkoppeling

- 1 schildklier
- 2 bijnier
- 3 hypothalamus
- 4 hypofyse
- 5 geslachtsklier



2.2.5 De alvleesklier

De alvleesklier (pancreas) ligt in de bovenbuik achter de maag. Bij het bespreken van de spijsvertering is dit orgaan reeds genoemd als een klier die stoffen afscheidt naar het spijsverteringskanaal (uitwendige afscheiding).

Maar deze klier produceert ook een hormoon (inwendige afscheiding). Dit hormoon wordt in de zogenoemde eilandjes van Langerhans gemaakt en heet insuline. Insuline regelt het glucosegehalte in het bloed. Is er geen of geregeld te weinig insuline in het bloed, dan is iemand suikerpatiënt.

2.2.6 De geslachtsklieren

Voor de geslachtelijke functies (geslachtsgemeenschap en vruchtbaarheid) en voor de geslachtskenmerken heeft de mens geslachtshormonen nodig. We hebben al gezegd dat de bijnierschors onder meer geslachtshormonen maakt, maar de hoofdproducenten zijn de geslachtsklieren. Bij de

vrouw zijn dat de *eierstokken* (ovaria) en bij de man de *zaadballen* (testes).

De man maakt ook een beetje vrouwelijk geslachtshormoon en de vrouw een beetje mannelijk geslachtshormoon.

2.3 Werking hormoonklieren

In algemene zin kunnen we zeggen dat klieren met inwendige afscheiding te sterk kunnen werken = **hyperfunctie** (behandeling door operatie of geneesmiddelen) of onvoldoende werken = **hypofunctie**, dus te weinig of geen hormonen maken, wat veelal verholpen kan worden door het hormoon per tablet of injectie toe te dienen.

2.4 Begrippenlijst

interne secretie	inwendige afscheiding
hypofyse	hersenaanhangsel
adrenaline	hormoon van het bijniermerg met sympathische werking
pancreas	alvleesklier
insuline	hormoon van de eilandjes van Langerhans dat het glucosegehalte in het bloed regelt
ovaria	eierstokken
testes	zaadballen
hyperfunctie	te sterk werkende klier
hypofunctie	onvoldoende werkende klier

Toets thema 4

Gebruiksaanwijzing

- Dit onderdeel bestaat uit 26 *ja/nee*-items (stellingen, beweringen, uitspraken, enzovoort).
- Elk item kan *goed* of *fout* zijn: respectievelijk *ja/nee*. Er is dus *geen* tussenweg. Daarom moet je een keuze maken.
- Bij de beoordeling van het al dan niet goed zijn van een item, mag je *alleen* uitgaan van datgene wat *gegeven* is.
- De *ja/nee*-items zijn in groepen gerangschikt, en wel per hoofdstuk.
- Hier en daar zijn in de beweringen woorden *cursief* afgedrukt. Dat is alleen gedaan om bijvoorbeeld te voorkomen dat je een ontkenning niet als zodanig zou herkennen. Voorbeeld: 'Vandaag heb ik *geen* zin om de eindtoets te maken.'
- Controleer of alle items beantwoord zijn.
- Kijk ten slotte de toets zelf na. De antwoorden tref je achter in het boek aan.

Bij hoofdstuk 1

- 1 De steuncellen in het zenuwstelsel hebben ook een functie in de voeding van de zenuwcellen.
- 2 Een zenuwcel bestaat uit een cel met twee lange uitlopers.
- 3 Een zenuwbundel bestaat uit de lange uitlopers van meer zenuwcellen.
- 4 Het centrale zenuwstelsel bestaat uit grote hersenen, kleine hersenen, hersenstam en verlengde merg.
- 5 In de grote hersenen zijn de zenuwcellen aan de buitenkant (schors) gelegen, in het ruggenmerg liggen ze binnenin.
- 6 De perifere zenuwen vormen de verbinding tussen het centrale zenuwstelsel en de rest van het lichaam.
- 7 Het centrale zenuwstelsel werkt zowel onder invloed van de wil als buiten de wil om.

- 8 De schorsvelden in de hersenen kunnen uitsluitend prikkels ontvangen.
- 9 Alle hersencentra komen dubbel voor, behalve het spraakcentrum.
- 10 Door de piramidebaankruising voorziet de linker hersenhelft de linker lichaams-helft van prikkels.
- 11 De prikkels via de extra-piramidebaan zorgen ervoor dat spieren zich samen-trekken.
- 12 De kleine hersenen coördineren willekeu-rige en onwillekeurige bewegingen.
- 13 Reflexbanen gaan buiten de wil en buiten het centrale zenuwstelsel om.
- 14 Het autonome zenuwstelsel bepaalt hoe hard organen werken.
- 15 In het autonome zenuwstelsel komen meestal twee tegengestelde vezels voor: de parasymphatische en de symphatische.
- 16 De hersenen worden door drie slagaders van bloed voorzien.
- 17 Alle stoornissen in de bloedvoorziening van de hersenen leiden tot een halfzijdige verlamming.
- 18 Afasie is een voorbeeld van een prikkelingsverschijnsel.
- 19 Epilepsie is een voorbeeld van een prikkelingsverschijnsel.
- 20 Slapen is een voorbeeld van een uitvals-verschijnsel.

Bij hoofdstuk 2

- 21 Door klieren gemaakte hormonen komen *niet* direct in de bloedbaan terecht.
- 22 De celstofwisseling wordt geregeld door het schildklierhormoon.
- 23 De stevigheid van botweefsel is mede te danken aan de functie van de bijnieren.
- 24 Bijnieren maken ook geslachtshormonen.
- 25 Suikerpatiënten hebben te veel insuline in hun bloed.
- 26 Insuline is een hormoon.