

1

Het hormonaal stelsel als conductor

Wanneer je in een gevaarlijke situatie terechtkomt, kun je heel veel kracht opbrengen om je daaruit te werken.

Je wordt geprikkeld door angst en mogelijk ook pijn, en de reactie daarop is het opdrijven van de energieproductie in de spieren. Deze effectoren ontvangen daarbij niet alleen signalen via neuronen, maar ook signalen via het bloed. In de aangehaalde situatie is de **signaalstof** het hormoon adrenaline, afkomstig van de bijnier.

Nadat je in veiligheid bent gebracht, voel je nog een tijdlang een verhoogde hartslag: adrenaline blijft nog even nawerken.

Het voorbeeld toont aan dat het hormonaal stelsel fungeert als geleider of **conductor** van informatie in ons lichaam.

Zoals we in thema 6 gezien hebben, is ook het zenuwstelsel een conductor. Toch zijn er enkele opvallende **verschillen in informatieoverdracht door het zenuwstelsel en het hormonaal stelsel**.

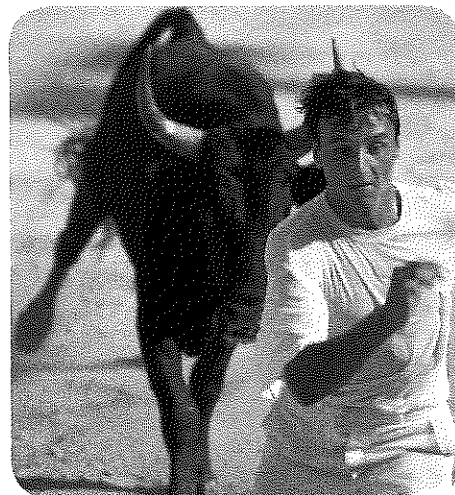


Fig. 7.1 Angst voor de stier veroorzaakt bij deze man een hoge adrenalineproductie, waardoor hij een extra krachtspanning kan leveren om te ontkomen aan het gevaar.



OPDRACHT 1

Welke kenmerken betreffende informatieoverdracht zijn toe te schrijven aan het zenuwstelsel, het hormonaal stelsel of aan beide. Zet telkens een kruisje in de juiste kolom.

	zenuwstelsel	hormonaal stelsel
informatieoverdracht via elektrisch signaal	x	
informatieoverdracht via chemisch signaal	x	x
informatieoverdracht gebeurt heel snel	x	
het effect van het signaal is van langere duur		x

Het woord '**hormonen**' is afkomstig van het Griekse woord '*horman*', dat aandrijfstoffen betekent. Hormonen zijn stoffen die zowel een **stimulerende** als een **remmende invloed** op organen en weefsels kunnen hebben. Ze beïnvloeden ook het gedrag en emoties.

Hormonen zijn moleculen met een specifieke werking op één of meer organen. Ze worden gemaakt in **endocriene weefsels** en vervoerd via de bloedbaan. Daarom noemen we het hormonaal stelsel ook het **endocrien stelsel**.

Voor elk hormoon is het zo dat de **aanwezigheid in het bloed slechts tijdelijk** is. In de lever en de nieren worden hormonen, die via het bloed aangevoerd worden, continu afgebroken.

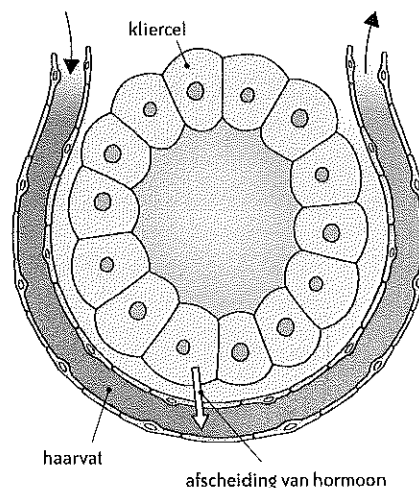


Fig. 7.2 Endocrien klierweefsel scheidt hormonen af in het bloed.



2

Gevoeligheid van cellen voor hormonen

Je weet al dat **hormonen signaalstoffen** of **signaalmoleculen** zijn. In het bloed circuleren er op hetzelfde moment moleculen van verschillende hormonen die alle delen van het lichaam bereiken. Hoe is het dan mogelijk dat een welbepaald hormoon op de juiste plaats in het lichaam zijn signaalfunctie kan uitvoeren? Hoe kan bijvoorbeeld het schildklierstimulerend hormoon, dat door de hypofyse wordt geproduceerd en vrijgegeven aan het bloed, enkel en alleen de schildklier stimuleren?

Een hormoon zal bij cellen slechts een reactie uitlokken als deze cellen voor dat hormoon **gevoelig** zijn. Dergelijke hormoongevoelige cellen worden de **doelwitcellen** van dat hormoon genoemd.

Je kan je nu afvragen op welke manier een doelwitcel de moleculen van hormonen herkent.

In het celmembraan van doelwitcellen komen **membraanreceptoren** voor. Dat zijn moleculen die precies passen bij de moleculestructuur van een bepaald hormoon. Vergelijk het met een sleutel die door zijn specifieke vorm in een welbepaald slot past.

Zodra het hormoon langs het celmembraan van de doelwitcel passeert, gaat het een **binding met de membraanreceptor** aan. Vanaf het ogenblik dat die binding gerealiseerd is, wordt de doelwitcel beïnvloed en volgt er een reactie van de cel.

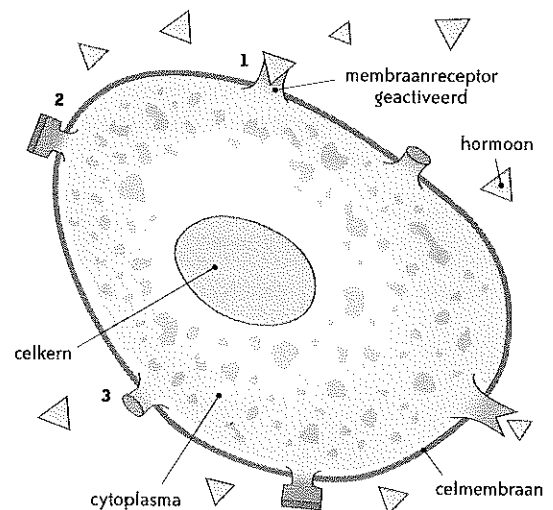
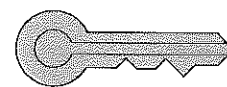
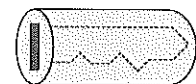


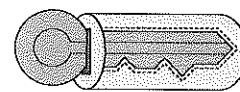
Fig. 7.3 Doelwitcel met specifieke membraanreceptoren 1, 2 en 3. Alleen aan membraanreceptor 1 kan het gegeven hormoon binden en een reactie uitlokken bij de doelwitcel. Bij de membraanreceptoren 2 en 3 horen hormonen met een andere moleculestructuur.



sleutel = molecule van hormoon



slot = molecule van membraanreceptor



correcte pasvorm → reactie in de doelwitcel zal volgen

Fig. 7.4 Sleutel-slotmodel tussen hormoon en membraanreceptor



OPDRACHT 2

Is de volgende bewering WAAR of NIET WAAR? Motiveer je antwoord.

Hoe hoger het gehalte aan een bepaald hormoon in het bloed, hoe groter het effect.

Waar, want er zullen meer bindingen gemaakt worden tussen de membraanreceptoren van de doelwitcellen en een bepaald hormoon, waardoor de reactie van de doelwitcel intenser zal zijn.



OPDRACHT 3

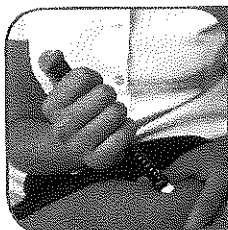
Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Vijf bloedvaten van de mens zijn: schildklierslagader, schildklierader, aorta, hypofyseslagader, hypofyseader.

In welk(e) bloedvat(en) kan het schildklierhormoon thyroxine voorkomen?

- a in alle bloedvaten
- b alleen in de schildklierslagader
- c alleen in de schildklierader
- d alleen in schildklierader en -slagader

a



3

Voorbeelden van hormonale klieren en de functie van hun hormonen

Het zou ons in dit thema te ver leiden als we alle hormonale klieren en hun hormonen zouden bespreken. In de volgende tabel zijn een aantal belangrijke endocriene klieren opgenomen. De functies van hun hormonen geven je al enig idee van de **regelende invloed van het hormonaal stelsel** op het goed functioneren van je lichaam.

hormoonklier	hormoon	functie van het hormoon
hypofyse	groeihormoon	- stimuleert de celstofwisseling van alle weefsels. - bevordert de lichaamsgroei door de celdeling in de weefsels te activeren.
	prolactine	- bevordert de ontwikkeling van borstklierweefsel. - stimuleert de melkproductie als er na de bevalling borstvoeding wordt gegeven.
	schildklierstimulerend hormoon (TSH)	zet de schildklier aan tot productie van schildklierhormoon thyroxine (TH).
	follikelstimulerend hormoon (FSH)	- stimuleert bij de vrouw de follikelgroei en eicelrijping en zet de eierstok aan tot secretie van oestrogeen. - stimuleert bij de man de vorming van zaadcellen in de teelballen.
	luteïniserend hormoon (LH)	- stimuleert bij de vrouw de eisprong en de omvorming van de opengebarsten follikel in een geel lichaam. - bevordert de secretie van geslachtshormonen door de eierstokken en de teelballen.

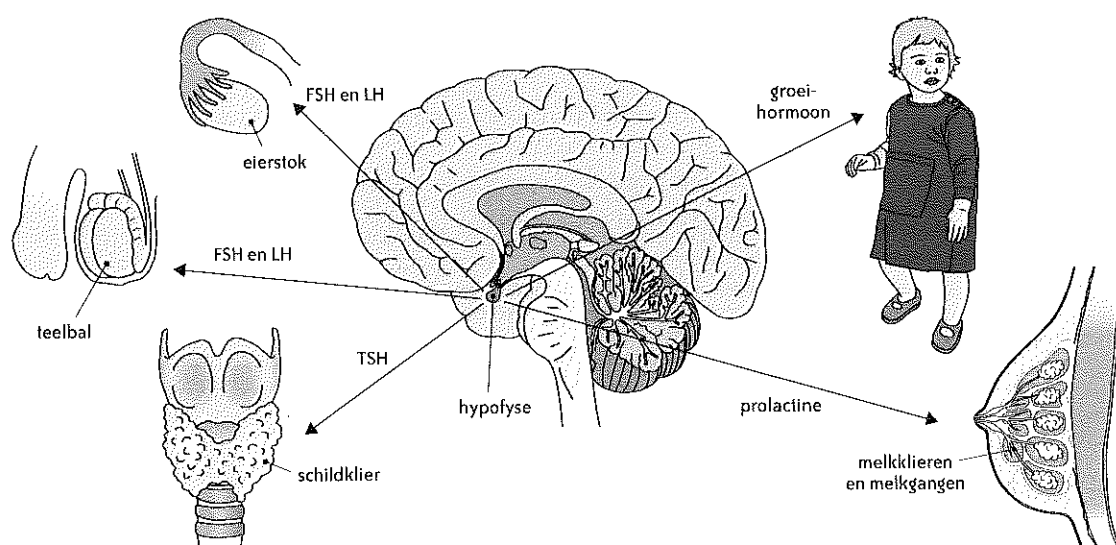


Fig. 7.5 Door de productie van verschillende hormonen die de activiteit van heel wat organen beïnvloeden, wordt de hypofyse ook wel de centrale klier in het hormonaal stelsel genoemd.

hormoonklier	hormoon	functie van het hormoon
schilddklier	thyroxine (TH)	regelt de intensiteit van de stofwisseling en de celgroei.
eilandjes van Langerhans in de alvleesklier	insuline	- stimuleert lichaamscellen tot opname van glucose uit het bloed bij een te hoge bloedsuikerwaarde. - stimuleert lever- en spiercellen tot omzetting van glucose in glycogeen (reservesuiker).
	glucagon	stimuleert in de lever en de spieren de omzetting van glycogeen tot glucose als de bloedsuikerwaarde te laag is.

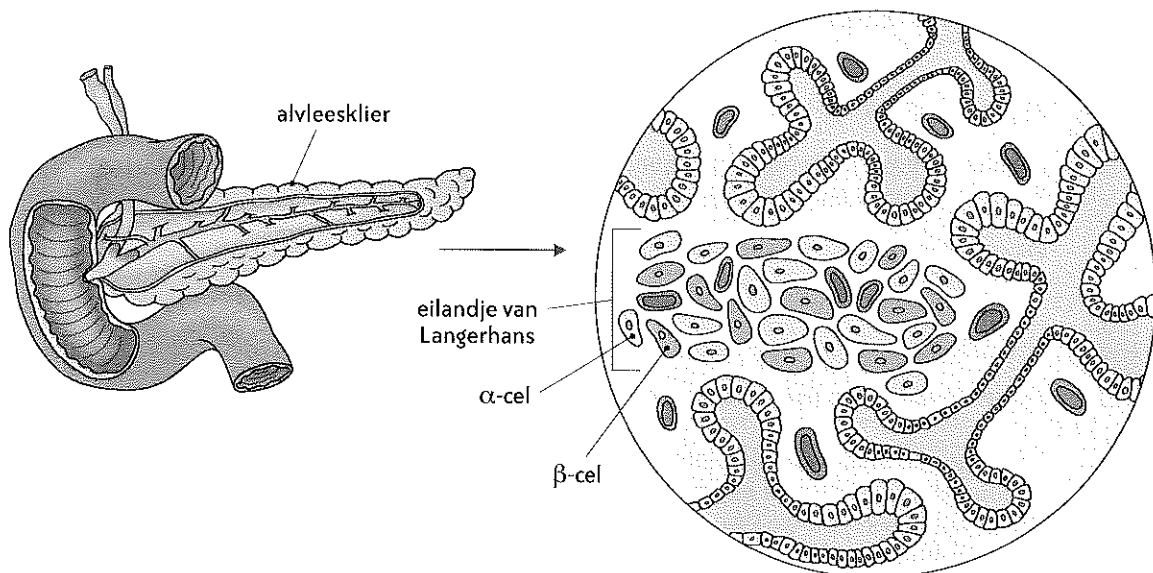
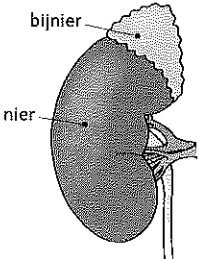


Fig. 7.6 Schematische tekening van een eilandje van Langerhans met α - en β -cellen in de alvleesklier

bijnier  Fig. 7.7 De bijnier ligt als een kapje op de nier.	adrenaline	stelt het lichaam in staat zich aan te passen aan een acute stress-situatie (zie thema 8) en bereidt het lichaam voor op snelle reactie door - verhoging van hart- en ademhalingsfrequentie - stijging van het glucosegehalte in het bloed - verhoogde bloedtoevoer naar het hart, de spieren en de hersenen.
eierstokken	oestrogeen	- stimuleert de ontwikkeling van de vrouwelijke geslachtsorganen, de secundaire geslachtskenmerken en beïnvloedt het gedrag. - bevordert de aangroei van het baarmoederslijmvlies tijdens de menstruatiecyclus.
	progesteron	bereidt het baarmoederslijmvlies voor op de eventuele innesteling van het embryo en helpt de zwangerschap onderhouden.
teelballen	testosteron	- stimuleert de ontwikkeling van de mannelijke geslachtsorganen, de secundaire geslachtskenmerken en beïnvloedt het gedrag. - bevordert de aanmaak van zaadcellen.



OPDRACHT 4

Te weinig groeihormoon in de kinderjaren kan leiden tot dwerggroei. Welk ander hormoon kan ook dwerggroei veroorzaken als het te weinig wordt aangemaakt?

schildklierhormoon thyroxine



OPDRACHT 5

Welke hormonen stimuleren de secretie van groeihormoon? Laat je leiden door de vaststelling dat er tijdens de puberteit een aanzienlijke groeisput plaatsvindt.

geslachtshormonen oestrogeen voor meisjes en testosteron voor jongens



OPDRACHT 6

Enkele hormonale klieren bij de mens zijn: schildklier, eilandjes van Langerhans, bijnier, eierstok en teelbal. Waarop oefent de hypofyse geen invloed uit?

eilandjes van Langerhans en bijnier



OPDRACHT 7

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Vrouwen die niet zwanger geraken, laten zich soms met hormooninjecties behandelen, waardoor de vruchtbaarheid wordt hersteld.

Waar in het lichaam worden deze injecties toegediend?

- a in de baarmoeder
- b in de eierstok
- c in de eileider
- d in een ader

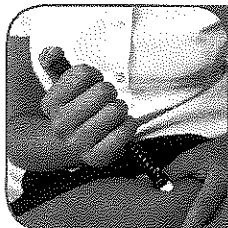
d



OPDRACHT 8

Epo (erytropoëtiene) is een hormoon dat door de nier wordt geproduceerd. Het bevordert in het rode beenmerg de aanmaak van rode bloedcellen. Waarom wordt de nier aangezet om meer epo te produceren wanneer je een sportieve vakantie in het hooggebergte doorbrengt?

In het hooggebergte is er minder zuurstofgas in de lucht dan op zeeniveau. Als het bloed dat in de nier aankomt te weinig zuurstofgas bevat, reageert de nier door meer epo te produceren, zodat er meer rode bloedcellen worden aangemaakt. Hoe meer rode bloedcellen, hoe meer zuurstofgas er in het bloed kan worden opgenomen.



4

Regelende werking van hormonen

4.1 Regelsystemen met negatieve terugkoppeling

Ons lichaam is een ontzettend ingewikkelde machine waarin per seconde talloze chemische reacties of **stofomzettingen** plaatsvinden. Voorbeelden van stofomzettingen zijn:

- de stofomzetting van glucose voor energieproductie

glucose + zuurstofgas → koolstofdioxide + water + energie

- de stofomzetting van spierglycogeen naar afzonderlijke glucosemoleculen, wanneer we inspanningen leveren en de vraag naar energie in de spieren stijgt

spierglycogeen → afzonderlijke glucosemoleculen

- de stofomzetting van zetmeel naar afzonderlijke glucosemoleculen, wanneer zetmeel in contact komt met spijsverteringssappen

zetmeel → afzonderlijke glucosemoleculen

Het geheel van alle chemische reacties in het lichaam noemen we **stofwisselingsreacties**. Om de stofwisselingsreacties in goede banen te leiden en onder controle te houden zijn er **regelsystemen** nodig. Het hormonaal stelsel (en ook het zenuwstelsel) is een voorbeeld van zo'n regelsysteem.

Om te begrijpen hoe regelsystemen in het lichaam werken, kun je de vergelijking maken met de werking van de **thermostaat** voor de verwarming van de huiskamer. De thermostaat, die op een bepaalde temperatuur (de **drempelwaarde**) is ingesteld, controleert voortdurend de temperatuur in de huiskamer. Hij zet de centrale verwarming (cv) aan als de temperatuur beneden de drempelwaarde is gedaald en het dus te koud wordt. Hij zet de centrale verwarming uit als de drempelwaarde is overschreden en het dus te warm wordt.

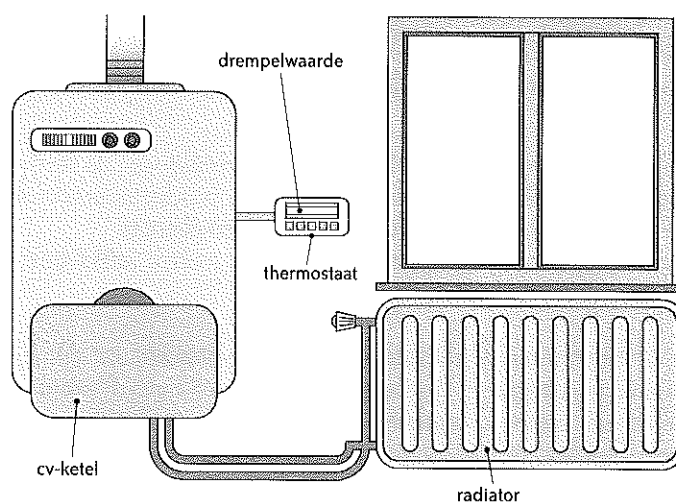


Fig. 7.8 Schematische voorstelling van het regelsysteem voor de temperatuur in de huiskamer

De manier waarop een thermostaat regelend werkt, noemen we **negatieve terugkoppeling**. Dit houdt in dat de stijging van de temperatuur boven de drempelwaarde de warmteproductie doet afremmen. Omgekeerd zal de daling van de temperatuur beneden de drempelwaarde de warmteproductie doen toenemen.

De regeling met negatieve terugkoppeling bij de werking van de thermostaat voor huisverwarming kunnen we schematisch als volgt voorstellen:

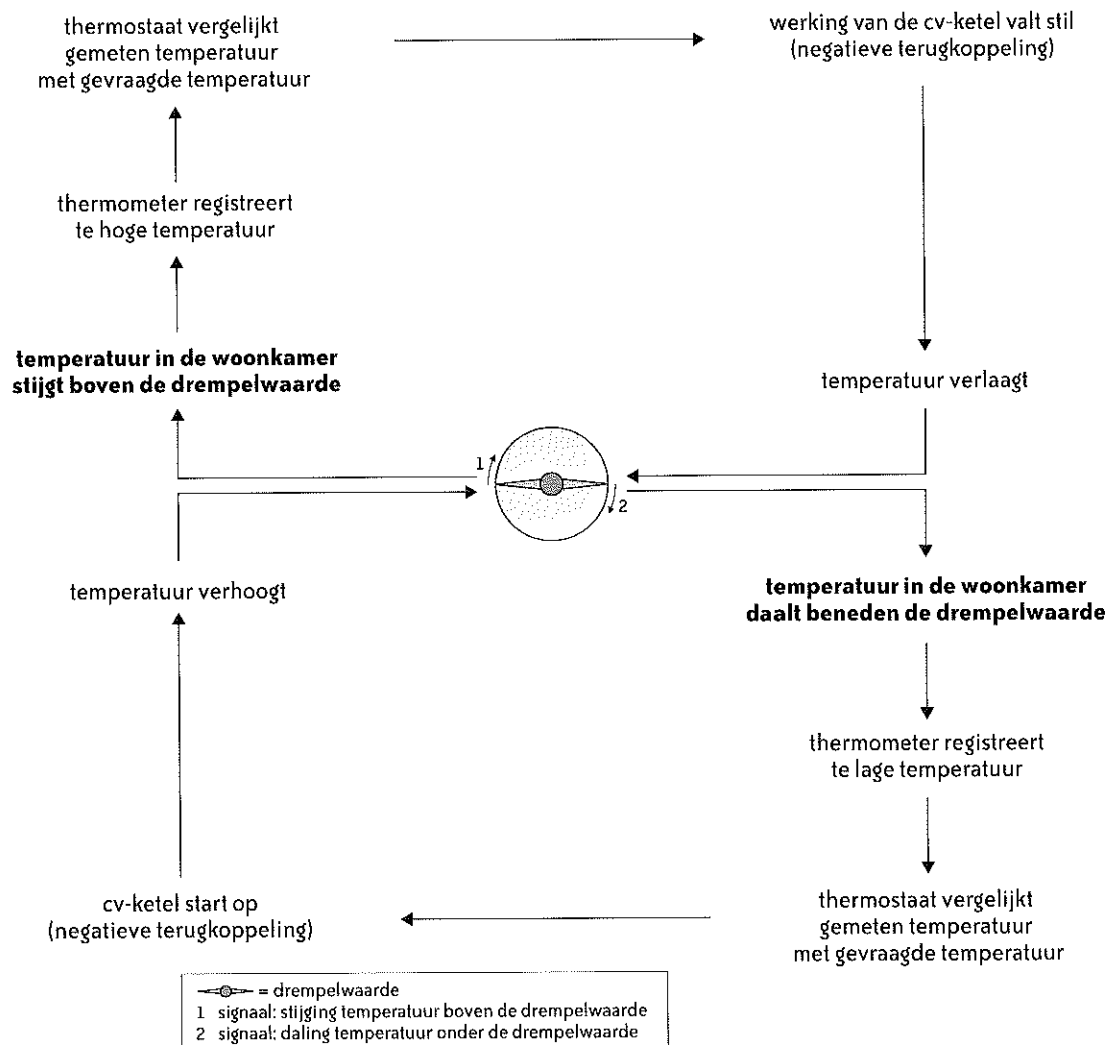


Fig. 7.9 Schema van de regelende werking van een thermostaat bij huisverwarming

Negatieve terugkoppeling vinden we ook terug in de wereld van de techniek bij de productie van stoffen: de **toename** van de hoeveelheid van een stof gaat de productie ervan **afremmen**, en de **afname** van de hoeveelheid van die stof gaat de productie ervan **stimuleren**.

Het **doel** van negatieve terugkoppelingssystemen laat zich raden: **efficiënt werken** m.a.w. zo weinig mogelijk energie en stoffen nutteloos verbruiken.

In ons lichaam is ook het **hormonaal stelsel** een **regelsysteem** dat dikwijls werkt met **negatieve terugkoppeling**. Wanneer een bepaald hormoon geproduceerd wordt om een verandering in het lichaam teweeg te brengen, zal op een bepaald ogenblik de **toename** van dat hormoon de eigen hormoonproductie **afremmen**. Omgekeerd zal een **afname** van dat hormoon de eigen hormoonproductie **stimuleren**.

In punt 4.2 illustreren we de werking van het hormonaal stelsel via negatieve terugkoppeling met het voorbeeld van de regeling van het glucosegehalte in het bloed.



OPDRACHT 9

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Over terugkoppeling wordt het volgende beweerd:

- 1 Bij terugkoppeling heeft het resultaat van een proces een remmende invloed op het proces.
- 2 Bij terugkoppeling heeft het resultaat van een proces een stimulerende invloed op het proces.

Welke bewering is juist?

- a Zowel 1 als 2 is fout.
- b Zowel 1 als 2 kan juist zijn.
- c Alleen 1 is juist.
- d Alleen 2 is juist.

b



OPDRACHT 10

Lees aandachtig volgende tekst.

Wanneer de hoeveelheid thyroxine in het bloed beneden de drempelwaarde daalt, zet de hypothalamus de hypofyse aan tot secretie van schildklierstimulerend hormoon (TSH). TSH zet de schildklier aan tot het produceren van thyroxine.

Bij een stijging van het gehalte aan thyroxine boven de drempelwaarde valt de stimulus van de hypothalamus weg, waardoor de hypofyse minder TSH zal produceren.

- a Fig. 7.10 illustreert de regeling van de schildklieractiviteit. Schrijf naast elk begrip in de tabel het juiste nummer van de figuur.

thyroxine	6
hypofyse	3
negatieve terugkoppeling	7
hypothalamushormoon	2
schildklier	5
TSH	4
hypothalamus	1

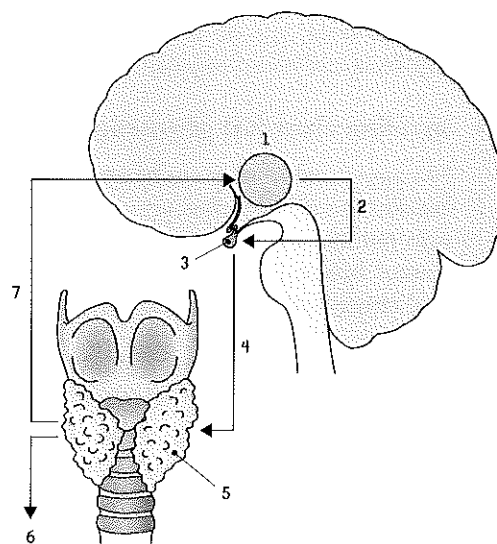


Fig. 7.10 Regelsysteem met negatieve terugkoppeling bij de normale werking van de schildklier

- b Waarom is hier sprake van negatieve terugkoppeling?

Een stijging van schildklierhormoon boven de drempelwaarde is een signaal voor de hypothalamus met als gevolg een daling van de hypofyseactiviteit, waardoor de TSH-productie stopt.

4.2 Regeling van het glucosegehalte in het bloed

4.2.1 Normaal functionerend regelsysteem

Glucose is de **belangrijkste energieleverancier** voor je lichaam. Weliswaar leveren ook vetten energie, maar de hersenen doen uitsluitend beroep op glucose. Het is dan ook erg belangrijk dat er steeds voldoende glucose in het bloedplasma aanwezig is.

Anderzijds vormt een aanhoudend hoog glucosegehalte in je bloed een bedreiging voor je gezondheid. Het kan bijvoorbeeld leiden tot suikerziekte of diabetes en zwaarlijvigheid of obesitas.

Voor het goed functioneren van het lichaam is het dus van essentieel belang dat het glucosegehalte in het bloedplasma, de **bloedsuikerspiegel** genoemd, **binnen nauwe grenzen** blijft. De bloedsuikerspiegel varieert afhankelijk van je **voeding** en van je **energieverbruik**.

Zoals je al weet, zijn de belangrijkste hormonen die het glucosegehalte in het bloed regelen, insuline en glucagon.

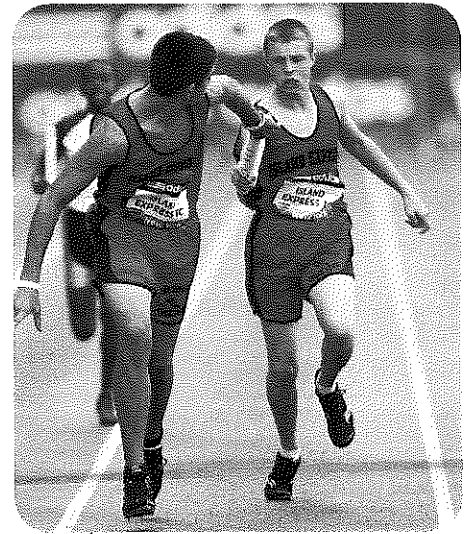


Fig. 7.11 Tijdens inspanning moet er voortdurend voldoende glucose in het bloedplasma aanwezig zijn om de spieren te kunnen bevoorraden.

- **Insuline doet het glucosegehalte dalen.**

Na een maaltijd stijgt de **bloedsuikerspiegel boven de drempelwaarde** van ongeveer 1 g/l. De β -cellen uit de eilandjes van Langerhans beantwoorden deze stijging met de productie van **insuline** die aan het bloed wordt vrijgegeven.

Vooral **lever-, spier- en vetcellen** zijn **gevoelig** voor insuline, omdat ze in hun celmembraan heel wat **membraanreceptoren** hebben die **insuline herkennen**.

Door de **binding** tussen de insulinemolecule en de membraanreceptor zullen lever- en spiercellen gestimuleerd worden om **glucose uit het bloed** op te nemen en om te zetten in glycogeen. De vetcellen zullen gestimuleerd worden om glucose om te zetten in **vet**.

Naarmate de bloedsuikerspiegel dichterbij de drempelwaarde komt, **neemt de insulineproductie af**. Dat is een regeling met **negatieve terugkoppeling**.



OPDRACHT 11

Fig. 7.12 toont de schommelingen van het glucose- en insulinegehalte in het bloedplasma bij een gezonde levenswijze.

a Wat stellen de twee curven voor? Schrap wat niet past.

A: GLUCOSEPEIL / INSULINEPEIL

B: GLUCOSEPEIL / INSULINEPEIL

b Hoe verklaar je de drie pieken (1, 2 en 3) in de curven?

De pieken 1, 2 en 3 komen overeen met een stijging van de bloedsuikerspiegel na de maaltijden, gevolgd door een stijging van de insulineproductie.

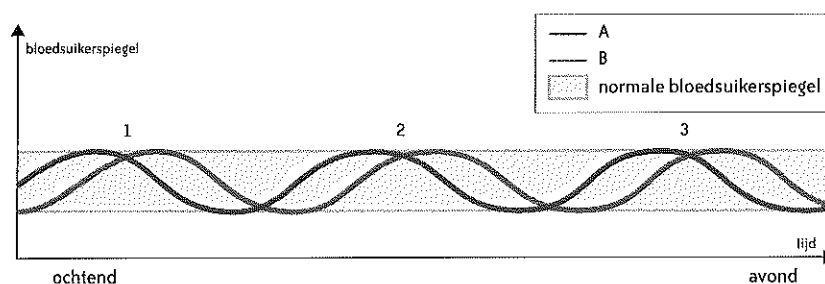


Fig. 7.12 Schommelingen van het glucose- en insulinegehalte in het bloedplasma bij een gezonde levenswijze

- **Glucagon doet het glucosegehalte stijgen.**

Door inspanningen te leveren of door lange tijd niet te eten, kan de **bloedsuikerspiegel onder de drempelwaarde** dalen. De α -cellen uit de eilandjes van Langerhans beantwoorden dit signaal met de secretie van **glucagon** in het bloed.

Glucagonmoleculen binden vervolgens aan de membraanreceptoren voor glucagon in het celmembraan van de levercellen. Door die binding worden de levercellen gestimuleerd tot het **omzetten van glycogeen in glucose**. Vervolgens komen glucosemoleculen in het bloedplasma terecht, waardoor de bloedsuikerspiegel opnieuw stijgt.

Naarmate het glucosegehalte in het bloed dichterbij de drempelwaarde komt, **neemt de glucagonproductie af**. Dat is een regeling met **negatieve terugkoppeling**.

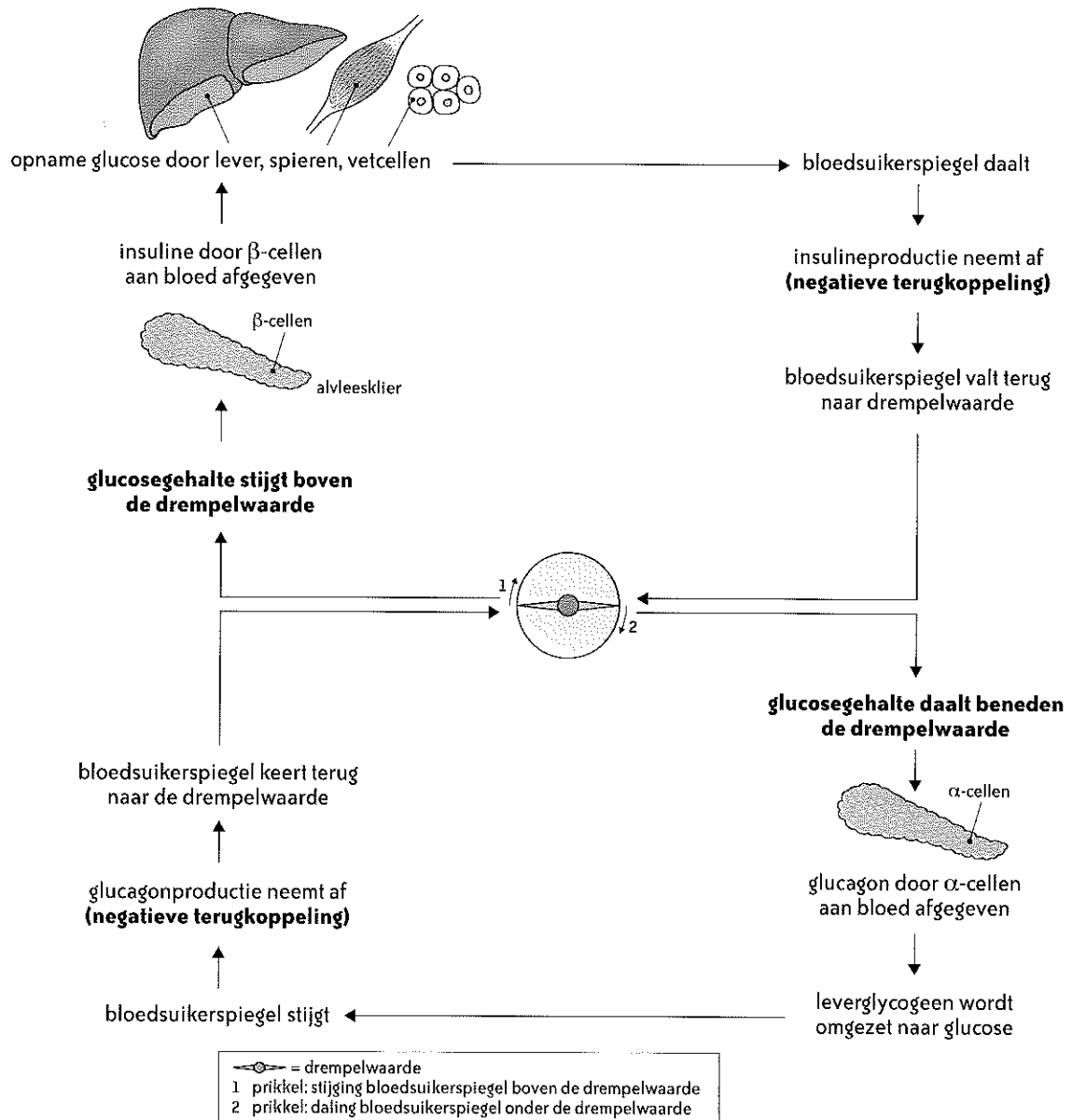


Fig. 7.13 Schema van de hormonale regeling van de bloedsuikerspiegel

Niettegenstaande de opname en het verbruik van glucose voortdurend variëren, zorgt de regeling door insuline en glucagon ervoor dat het glucosegehalte in het bloedplasma (inwendig milieu) **binnen nauwe grenzen stabiel** wordt gehouden.

Uit het voorbeeld van de regeling van de bloedsuikerspiegel blijkt dat het **hormonaal stelsel** een **coördinerende werking** uitoefent tussen verschillende organen of weefsels: alveesklier, lever, spieren en vetweefsel.

4.2.2 Falend regelsysteem: diabetes mellitus of suikerziekte

Vertaald uit het Latijn betekent diabetes mellitus 'zoete doorstroom'. Het verwijst naar de zoete smaak van urine bij patiënten met onbehandelde suikerziekte. Deze naam dateert uit de tijd dat een arts nog niet over een middel beschikte om glucose in de urine op te sporen. Het proeven van de urine was voor hem de enige onderzoeksmethode.

Diabetes is een ziekte waarbij de **spontane regeling van het glucosegehalte in het bloed verstoord** is. Bij een te hoge bloedsuikerspiegel komt glucose in de urine terecht.

We maken een onderscheid tussen twee typen diabetes, nl. diabetes type 1 en type 2.

• Diabetes type 1

Deze vorm van diabetes begint meestal voor het dertigste levensjaar. De aanleiding is de **afbraak van de insulineproducerende β -cellen** door ons eigen afweersysteem. Omdat er hierdoor vrijwel geen insuline meer wordt aangemaakt, spreken we van **insulineafhankelijke diabetes**. De patiënten die aan deze vorm van suikerziekte lijden, moeten een glucosearm dieet volgen. Voorts moeten ze zich voor elke maaltijd **insuline toedienen** om de gestegen bloedsuikerspiegel weer te kunnen normaliseren.

Met een insulinepen kan de juiste dosis insuline ingespoten worden. Als er te veel insuline wordt toegediend, kan dat leiden tot een plotse daling van de bloedsuikerspiegel beneden de drempelwaarde. We spreken dan van **hypoglycemie**.

De symptomen of verschijnselen van hypoglycemie zijn o.a. zweten, beven en duizeligheid, soms gevolgd door verwardheid en zelfs bewusteloosheid. Een blikje cola drinken of wat druivensuiker innemen, helpt de patiënt er meestal snel weer bovenop.

Diabetes die niet behandeld wordt, kun je herkennen aan een aantal **symptomen**.

Bij een te hoge bloedsuikerspiegel zullen de nieren glucose uitscheiden. Dat gaat gepaard met het uitscheiden van veel water. Daardoor moet iemand met onbehandelde diabetes **veel plassen** en heeft hij **voortdurend dorst**.

Omdat de cellen minder glucose opnemen, zullen ze meer vetten afbreken om energie te winnen. Daardoor **vermageren** patiënten sterk en hebben ze **voortdurend honger**.

• Diabetes type 2

Deze vorm van diabetes ontstaat meestal pas na het veertigste levensjaar. Mensen met diabetes type 2 produceren wel nog insuline, maar de **doelwitcellen reageren er onvoldoende** op. Men spreekt van **insulineonafhankelijke diabetes**.

Diabetes type 2 is de laatste decennia onrustwekkend toegenomen, en komt op steeds jongere leeftijd voor. Het heeft vooral te maken met **verkeerde voedingsgewoonten** en een **verkeerde levensstijl**. Te veel suiker en dierlijk vet eten en te weinig bewegen hebben zwaarlijvigheid tot gevolg. Zwaarlijvigheid bevordert de ongevoeligheid van de doelwitcellen voor insuline.

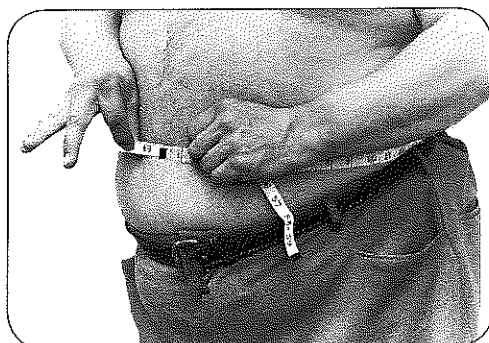


Fig. 7.15 Verkeerde voedingsgewoonten en een verkeerde levensstijl leiden tot diabetes type 2.

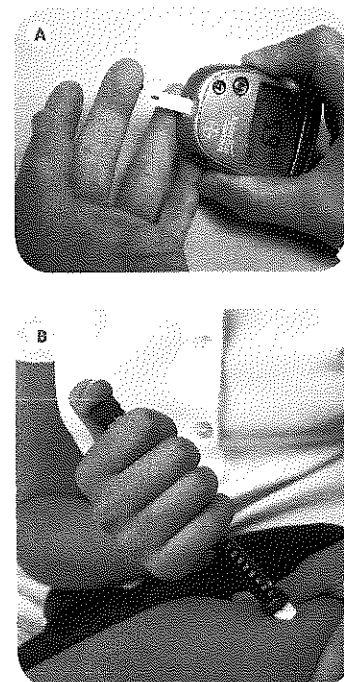


Fig. 7.14
A Glucosemeter
B Patiënt die zich insuline toedient met een insulinepen

	1994	2000	2010
type 1 diabetes	11,5 miljoen	18,1 miljoen	23,7 miljoen
type 2 diabetes	98,9 miljoen	157,3 miljoen	215,6 miljoen
totaal	110,4 miljoen	175,4 miljoen	239,3 miljoen

Tabel. 7.1 Aantal mensen met diabetes over de hele wereld

In ons land komen ongeveer 400 000 diabetici voor. Men schat echter het aantal personen met diabetes type 2, die niet vermoeden dat ze suikerziekte hebben, op ongeveer een half miljoen.

In vergelijking met diabetes type 1 is type 2 een eerder **traag evoluerend proces**. De eerste klachten, zoals veel plassen, continue dorst en honger en vermoeidheid, ontstaan heel geleidelijk. Daardoor duurt het een hele tijd vooraleer de ziekte wordt opgemerkt. Zo kan het een toevallige vondst zijn, bijvoorbeeld bij een medisch onderzoek voor een totaal andere reden.

Wordt de ziekte in een vroeg stadium ontdekt, dan volstaat meestal een aangepast dieet om ernstige complicaties te vermijden.

Wanneer diabetes lange tijd onbehandeld blijft, kunnen er **ernstige complicaties** optreden.

Het kan leiden tot de afbraak van myeline, waardoor de **impulsgeleiding via de zenuwbanen verstoord** wordt. **Ongevoeligheid** in de tenen is een van de gevolgen. Door verminderde gevoeligheid in de voet kunnen wonden onbehandeld blijven.

Het hoge glucosegehalte in het bloedplasma tast ook de **wanden van de bloedvaten** aan. Vooral de haarvaten in de ogen en nieren hebben hieronder te lijden. Dit kan **blindheid** en het **uitvallen van de nierfunctie** veroorzaken.

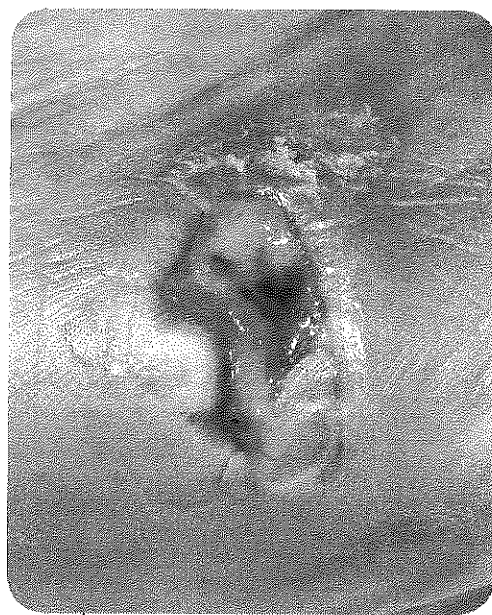


Fig. 7.16 Slechte doorbloeding van een onbehandelde wonde versnelt het afsterven van weefsels.



OPDRACHT 12

Een diabeet moet niet alleen rekening houden met wat hij eet en hoeveel hij eet, maar ook met wat hij doet. Leg uit.

- Wat hij eet en hoeveel hij eet: minder suiker- en vetrijke voeding.
- Wat hij doet: bewegen doet sowieso het glucosegehalte dalen, omdat er meer vraag is vanuit de spieren.



OPDRACHT 13

Zijn de volgende beweringen WAAR of NIET WAAR? Zet telkens een kruisje in de juiste kolom.

	WAAR	NIET WAAR
Een hoge bloedsuikerspiegel veroorzaakt hypoglycemie.		x
Een hoog gehalte aan insuline in het bloed stimuleert de levercellen tot afgifte van glucose aan het bloed.		x
Wanneer na een maaltijd veel glucose wordt opgenomen in lever- en spiercellen, daalt de glucagonproductie door de alvleesklier.	x	
Wanneer je enkele uren niets gegeten hebt, stijgt de productie van insuline door de alvleesklier.		x
Tijdens een lange fietstocht zal op een bepaald moment glycogeen worden omgezet in glucose.	x	
Insuline heeft een invloed op de omzetting van glucose in vet.	x	



OPDRACHT 14

De grafiek laat zien hoe na een maaltijd de bloedsuikerspiegel verandert bij een diabeet en bij iemand die geen diabetes heeft.

Op het moment 0 is de maaltijd ten einde.

- a Waarom duurt het even vooraleer de bloedsuikerspiegel stijgt?

De vertering moet nog plaatsvinden en glucose wordt pas in de dunne darm geabsorbeerd.

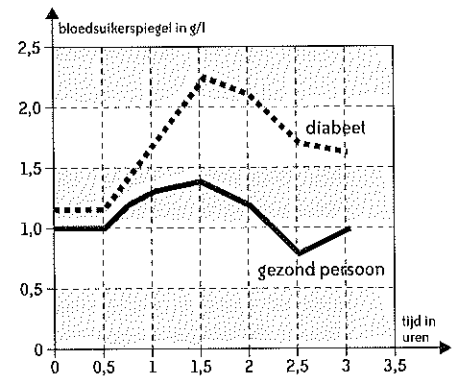


Fig. 7.17 Schommelingen van de bloedsuikerspiegel bij een gezond persoon en een diabeet

- b De bloedsuikerspiegel van een diabeet stijgt veel sterker. Leg uit hoe dat komt.

Bij een gezonde persoon komt de insulineproductie op gang, wat ervoor zorgt dat glucose uit het bloed wordt opgenomen. Bij een diabeet gebeurt dat niet.

- c Na een tijdje daalt ook bij de diabeet de bloedsuikerspiegel. Geef hiervoor twee verklaringen.

- Er verdwijnt glucose via de urine.
- De lichaamscellen nemen glucose op als energievoorziening voor de stofwisselingsreacties.

- d Deze bloedglucosemeter geeft een bloedsuikerspiegel van 105 mg/dl aan bij de gezonde persoon onmiddellijk na de maaltijd. Leid uit de grafiek af hoeveel deze bloedglucosemeter zal aangeven bij de diabeet.

Ca. 120 mg/dl



OPDRACHT 15

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Via welk orgaan zal een niet-behandelde diabeet glucose uitscheiden?

- a de darm
b de lever
c de nier
d de huid

c

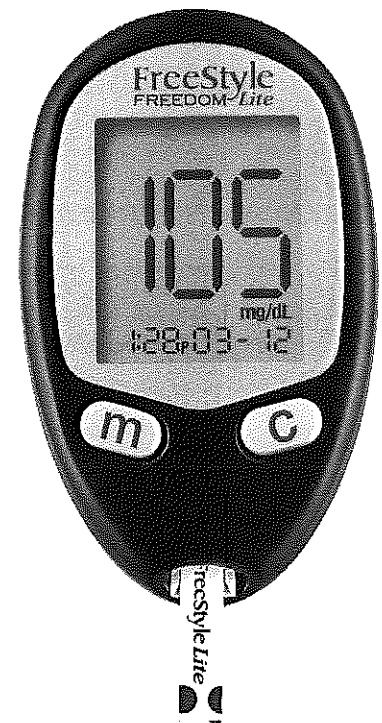


Fig. 7.18 Bloedglucosemeter

Thema 7 - Bouw en functie van het hormonaal stelsel

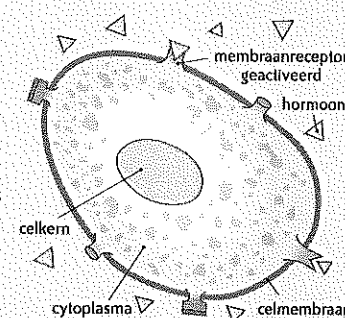
Samenvatting

1 Het hormonaal stelsel als conductor

- Het hormonaal stelsel of **endocrien stelsel** fungeert als **conductor** of geleider omdat het **informatie in het lichaam doorgeeft**.
- **Hormonen** zijn stoffen die in endocriene weefsels worden gemaakt. Ze worden via de bloedbaan vervoerd en hebben **zowel een stimulerende als een remmende invloed op organen en weefsels**.
- De **aanwezigheid van hormonen in het bloed is slechts tijdelijk** omdat ze continu in de lever en de nieren worden afgebroken.

2 Gevoeligheid van cellen voor hormonen

- Een hormoon zal alleen bij **hormoongevoelige cellen of doelwitcellen** een reactie uitlokken.
- In het celmembran van doelwitcellen komen **membraanreceptoren** – moleculen die precies passen bij de moleculestructuur van een bepaald hormoon – voor (sleutel-slotmodel).
- Vanaf het ogenblik dat er een **binding tussen membraanreceptor en hormoon** gerealiseerd is, wordt de doelwitcel beïnvloed en volgt er een reactie van de cel.



3 Voorbeelden van hormonale klieren en de functie van hun hormonen

hormoonklier	hypofyse				
hormoon + functie	groeihormoon ↓ stimuleert celstofwisseling en lichaamsgroei	prolactine ↓ stimuleert de melkklieren tot melkproductie	schildklier-stimulerend hormoon (TSH) ↓ stimuleert de werking van de schildklier	follikel-stimulerend hormoon (FSH) ↓ invloed op eierstokken en teelballen	luteïniserend hormoon (LH) ↓ invloed op eierstokken en teelballen

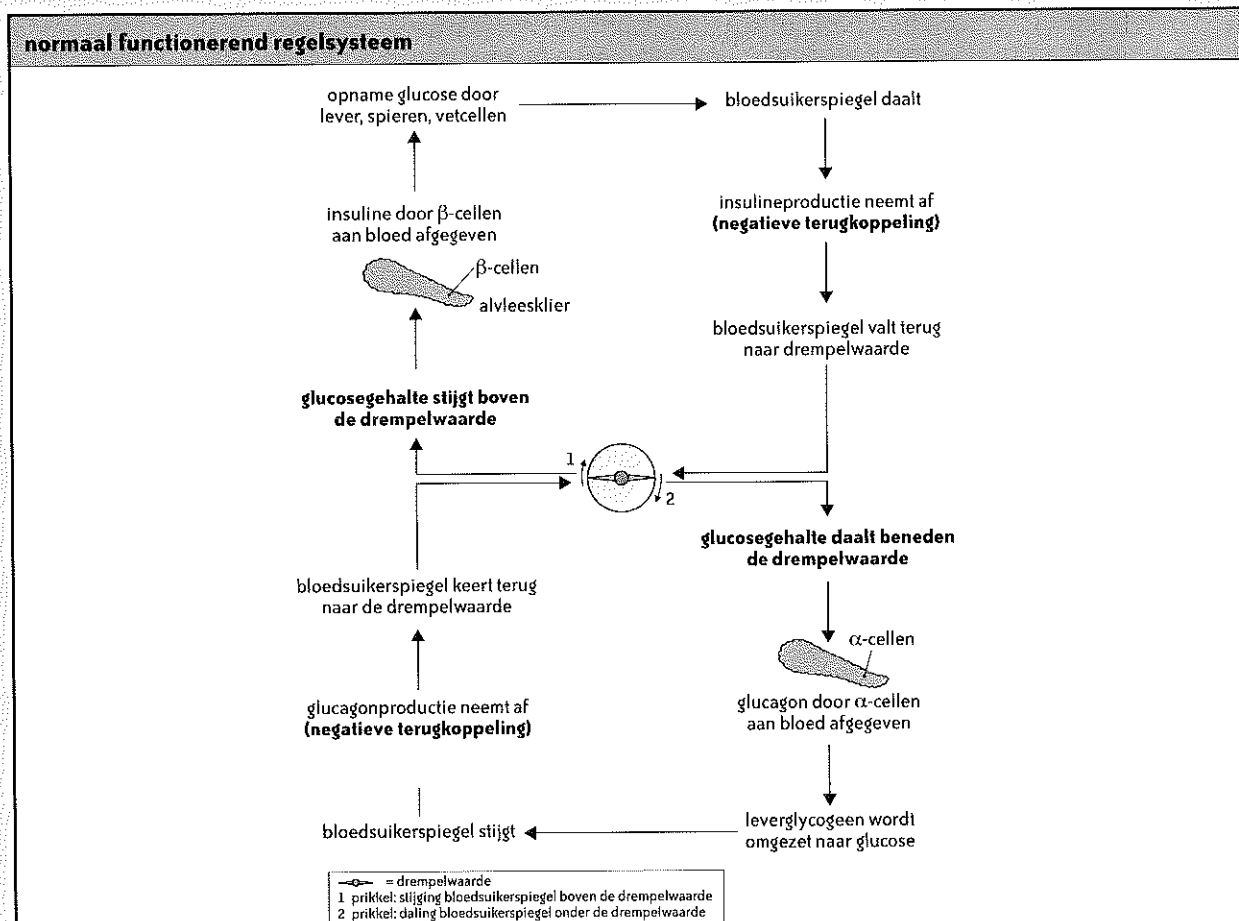
hormoonklier	schildklier	eilandjes van Langerhans	bijnier	eierstok	teelbal
hormoon + functie	thyroxine (TH) ↓ invloed op celstofwisseling en celgroei	insuline glucagon ↓ regeling van bloedsuikervalue	adrenaline ↓ lichaam aanpassen aan acute stress	oestrogeen progesteron ↓ invloed op baarmoeder	testosteron ↓ stimuleert zaadcelproductie in teelballen

4 Regelende werking van hormonen

4.1 Regelsystemen met negatieve terugkoppeling

Het hormonaal stelsel is een regelsysteem dat dikwijls werkt met **negatieve terugkoppeling** d.w.z. de **toename** van een bepaald hormoon zal de eigen hormoonproductie **afremmen**; omgekeerd zal een **afname** van dat hormoon de eigen hormoonproductie **stimuleren**.

4.2 Regeling van het glucosegehalte in het bloed



De regeling met **negatieve terugkoppeling** zorgt ervoor dat het **glucosegehalte in het bloedplasma binnen nauwe grenzen stabiel** wordt gehouden.

falend regelsysteem: diabetes mellitus of suikerziekte

diabetes type 1	diabetes type 2
- meestal voor 30ste levensjaar afbraak van de insulineproducerende β-cellen door het eigen afweersysteem → insulineafhankelijke diabetes - voor elke maaltijd insuline toedienen om de gestegen bloedsuikerspiegel weer te kunnen normaliseren	- meestal na 40ste levensjaar doelwitcellen reageren onvoldoende op de geproduceerde insuline → insulineonafhankelijke diabetes - heeft vooral te maken met verkeerde voedingsgewoonten en verkeerde levensstijl

Wat je zeker moet kunnen

- ☐ Hormonale klieren situeren op een figuur en het effect van enkele hormonen illustreren.
- ☐ Met een concreet voorbeeld aantonen dat de reacties op prikkels door het hormonaal stelsel gecoördineerd worden.
- ☐ De betekenis van een terugkoppelingssysteem beschrijven bij de coördinerende rol van het hormonaal stelsel.
- ☐ Een voorbeeld van een hormonale stoornis toelichten en illustreren hoe die stoornis kan worden vermeden.

Leerstof verwerken



OPDRACHT 16

Als je ergens geklemd zit, kun je heel veel kracht opbrengen om je te bevrijden. Illustreer in dit voorbeeld de rol van het hormonaal stelsel als conductor.

Het hormoon adrenaline wordt door de bijnier aan het bloed afgegeven. Via adrenaline wordt de prikkel (angst, pijn) beantwoord met een reactie in de spieren. (Adrenaline stimuleert de energieproductie in de spieren, wat uiteindelijk leidt tot meer spierkracht.)



OPDRACHT 17

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Hoe verklaar je dat het schildklierstimulerend hormoon, dat door de hypofyse wordt geproduceerd en vrijgegeven aan het bloed, alleen de schildklier stimuleert en geen andere organen?

- a Het bloed vervoert schildklierstimulerend hormoon alleen naar de schildklier.
- b Alleen de schildkliercellen hebben op hun membraan de juiste membraanreceptoren voor schildklierstimulerend hormoon.
- c Het schildklierstimulerend hormoon wordt alleen door de schildklier opgenomen.
- d De schildklier krijgt in verhouding tot andere organen het meest schildklierstimulerend hormoon.

b



OPDRACHT 18

De oorzaak dat de bloedsuikerspiegel na een maaltijd te hoog blijft, kan zowel bij de alvleesklier als bij de doelwitcellen liggen. Leg uit en noteer welk type diabetes die persoon heeft.

- bij de alvleesklier: als de bètacellen geen of te weinig insuline maken (diabetes type 1)

- bij de doelwitcellen: als ze niet reageren op de insuline door slecht functionerende membraanreceptoren (diabetes type 2)