



# 1

## Coördinatie van reacties op prikkels

In de voorbije thema's heb je kunnen vaststellen dat het opvangen, verwerken en reageren op prikkels in organismen altijd op een gelijkaardige manier gebeurt.

**Prikkels** worden door **receptoren** in zintuigen opgevangen en leiden tot **reacties** in spieren en klieren, de **effectoren**.

Het verband of de **samenhang tussen receptor en effector** wordt **gecoördineerd door conductoren** nl. door het zenuwstelsel en het hormonaal stelsel.



### OPDRACHT 1

Zintuigcellen worden receptoren genoemd, naar het Latijnse woord *recipere* (= ontvangen). Neuronen en hormonale klieren noemen we conductoren, naar het Latijnse woord *conducere* (= geleiden).

Spiercellen en klieren zijn effectoren, naar het Latijnse woord *efficere* (= uitvoeren).

a Wat wordt er ontvangen?

een prikkel

b Wat wordt er geleid?

een elektrisch signaal (= impuls) of een chemisch signaal (neurotransmitter, hormoon)

c Wat wordt er uitgevoerd?

een reactie

De **coördinerende rol van het zenuwstelsel** bij reacties op prikkels hebben we in thema 6 besproken. Effectoren reageren hierbij op elektrische signalen of **impulsen**.

In thema 7 kwam de **coördinerende rol van het hormonaal stelsel** aan bod. Effectoren reageren hierbij op chemische signalen of **hormonen**.

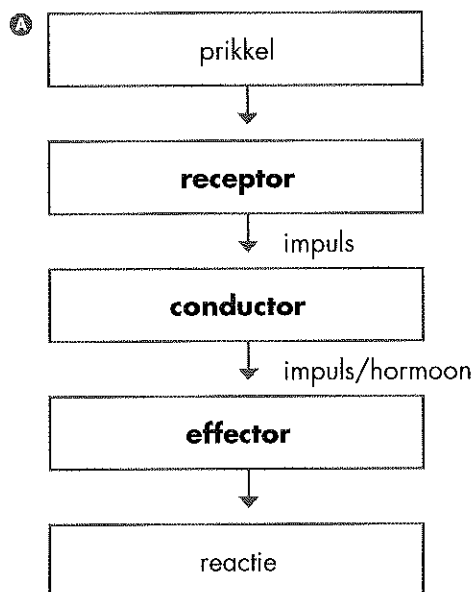
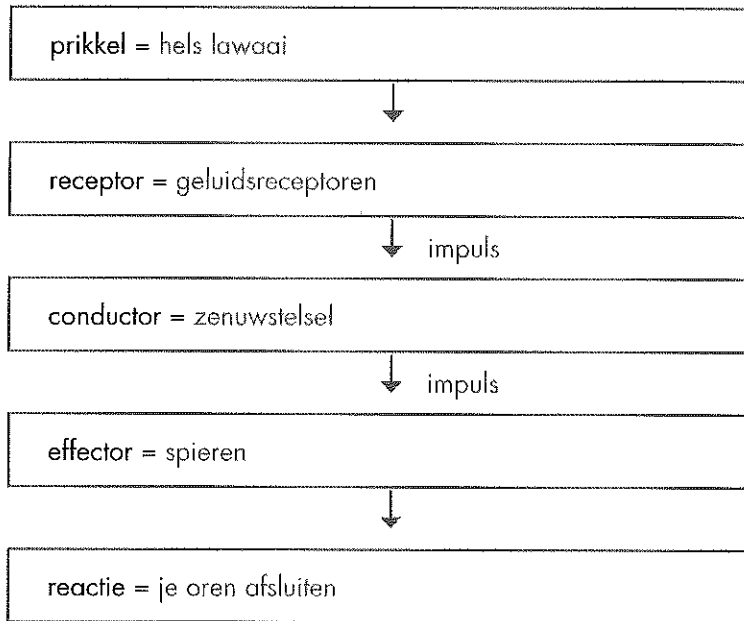


Fig. 8.1 Samenhang tussen receptoren, conductoren en effectoren bij de reactie op een prikkel  
A Schema  
B Je oren afsluiten is een beschermende reactie op hels lawaai.



## OPDRACHT 2

Leid uit Fig.8.1B de samenhang tussen receptor, conductor en effector af. Vul het schema in en schrijf bij de juiste pijltjes de aard van de signalen.



Bij reacties op prikkels is er ook **samenhang** en **coördinatie tussen zenuwstelsel en hormonaal stelsel**.

De **samenhang** tussen zenuwstelsel en hormonaal stelsel bestuderen we **vanuit twee invalshoeken**:

- de **bouw** van hormoonklieren  
Je weet al dat de hypofyse en de bijniere hormoonklieren zijn. In dit thema leer je dat er in de **hypofyse zenuwvezels** voorkomen die hormonen produceren; in het **bijniermerg** bevinden zich speciale hormoonproducerende neuronen.
- de **werking** van hormoonklieren  
We bespreken hoe de hormoonproductie door de **hypofyse** wordt geregeld door de **hypothalamus** en hoe de hormoonproductie door het **bijniermerg** wordt beïnvloed door het **sympathisch zenuwstelsel**.



## OPDRACHT 3

Leid uit de bovenstaande tekst 2 voorbeelden af die de samenhang tussen zenuwstelsel en hormoonstelsel illustreren. Vul de tabel in.

| deel van het zenuwstelsel |                      | hormoonklier |
|---------------------------|----------------------|--------------|
| hypothalamus              | heeft een invloed op | hypofyse     |
| sympathisch zenuwstelsel  |                      | bijniermerg  |



# 2

## Hypothalamus-hypofysesysteem

### 2.1 Hypothalamus

Zoals je al weet uit thema 6, is de hypothalamus een onderdeel van de tussenhersenen, die gelegen zijn tussen de grote hersenen en de hersenstam.

Bepaalde zones in de hypothalamus zijn opgebouwd uit neuronen waarvan de zenuwvezels eindigen in de hypofyse. Daardoor zijn de functies van de hypothalamus en de hypofyse nauw met elkaar verweven.

De neuronen van de hypothalamus scheiden ter hoogte van de hypofyse hormonen af, de zogenaamde **neurohormonen**. Daarom noemen we die neuronen van de hypothalamus **secretorische neuronen**.

### 2.2 Hypofyse

De hypofyse staat via de **hypofysesteel** in verbinding met de hypothalamus. De hypofyse is opgebouwd uit twee delen, elk met een verschillende functie.

#### • Hypofysevoorkwab

De hypofysevoorkwab is het voorste deel van de hypofyse. Ze bestaat grotendeels uit **endocrien weefsel**, wat betekent dat ze is opgebouwd uit kliercellen die eigen hormonen produceren (bv. groeihormoon, prolactine, schildklierstimulerend hormoon (TSH), follikelstimulerend hormoon (FSH) en luteïniserend hormoon (LH)).

De eigen hormoonproductie van de hypofysevoorkwab wordt gestimuleerd of afgeremd door neurohormonen van de hypothalamus. Die neurohormonen bereiken de hypofysevoorkwab via een eerste haarvatennetwerk in de hypofysesteel. Het tweede haarvatennetwerk in de hypofysevoorkwab ontvangt de hormonen van de endocriene kliercellen en voert ze af naar de doelwitcellen.

#### • Hypofyseachterkwab

De hypofyseachterkwab is het achterste deel van de hypofyse. Dat deel is opgebouwd uit **zenuwweefsel**, nl. uit axonen van secretorische neuronen waarvan de cellichamen in de hypothalamus liggen.

In wat volgt gaan we aan de hand van een voorbeeld dieper in op de samenhang tussen de hypothalamus en de hypofyseachterkwab.

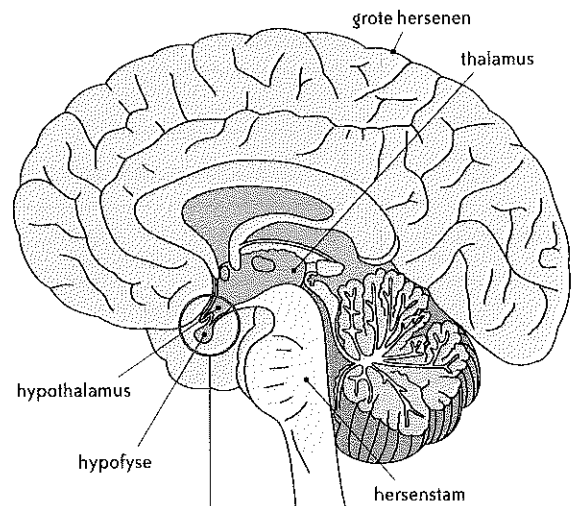


Fig. 8.2 Ligging van de hypothalamus en hypofyse

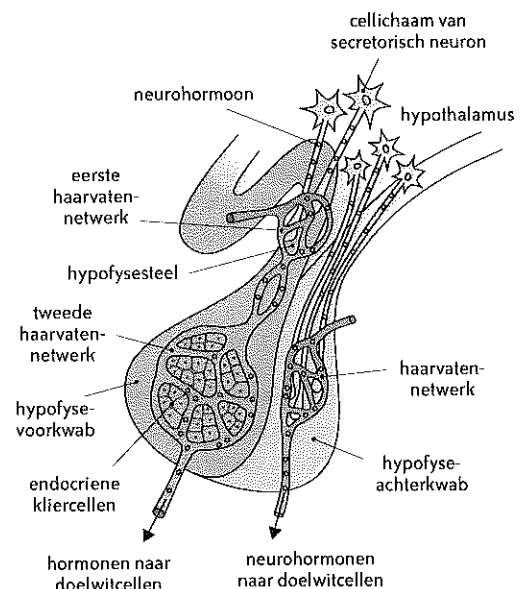


Fig. 8.3 Samenhang tussen hypothalamus en hypofyse



#### OPDRACHT 4

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

- 1 Neurohormonen worden door endocrien weefsel gesecreteerd.
- 2 Secretorische neuronen maken deel uit van perifere zenuwen.

Welke bewering(en) is (zijn) juist?

- a Alleen bewering 1 is juist.
- b Alleen bewering 2 is juist.
- c Beide beweringen zijn juist.
- d Beide beweringen zijn fout.

d

## 2.3 Samenhang tussen hypothalamus en hypofyseachterkwab

De secretorische neuronen van de hypothalamus produceren **neurohormonen**. Deze hormonen worden via de zenuwvezels (axonen) vervoerd naar de hypofyseachterkwab, waar ze worden opgeslagen in de axonuiteinden. Wanneer het nodig is, worden de hormonen aan het bloed afgegeven. Dat proces noemen we **neurosecretie**.

De **hypofyseachterkwab** is dus zelf geen hormoonproducerende klier, maar een **doorgeefluik** voor hormonen die afkomstig zijn van de hypothalamus. Daarom spreken we over **samenhang** tussen de hypothalamus en de hypofyseachterkwab.



#### OPDRACHT 5

Duid de juiste beweringen met een kruisje in de tabel aan.

|                                                                                                         |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| De hypofysesteel is een doorgeefluik voor neurohormonen.                                                | x |
| Cellen van de hypofysevoorkwab produceren neurohormonen.                                                |   |
| Cellen van de hypofyseachterkwab produceren neurohormonen.                                              |   |
| De hypofyseachterkwab slaat neurohormonen op.                                                           | x |
| Endocriene cellen in de hypofysevoorkwab secreteren neurohormonen.                                      |   |
| Het haarvatennetwerk in de hypofysesteel transporteert neurohormonen naar de hypofyseachterkwab.        |   |
| Het haarvatennetwerk in de hypofysevoorkwab transporteert neurohormonen naar de doelwitcellen.          |   |
| Schildklierstimulerend hormoon is geen voorbeeld van een neurohormoon.                                  | x |
| In bepaalde zones van de hypothalamus komen cellichamen van secretorische neuronen voor.                | x |
| Het transport van neurohormonen van de hypothalamus naar de hypofyseachterkwab noemen we neurosecretie. |   |

We illustreren de werking van het hypothalamus-hypofysesysteem aan de hand van de **regeling van de melkejectie** of uitdrijving van moedermelk uit de tepel tijdens de borstvoeding. Daarvoor is het neurohormoon **oxytocine** nodig.



### OPDRACHT 6

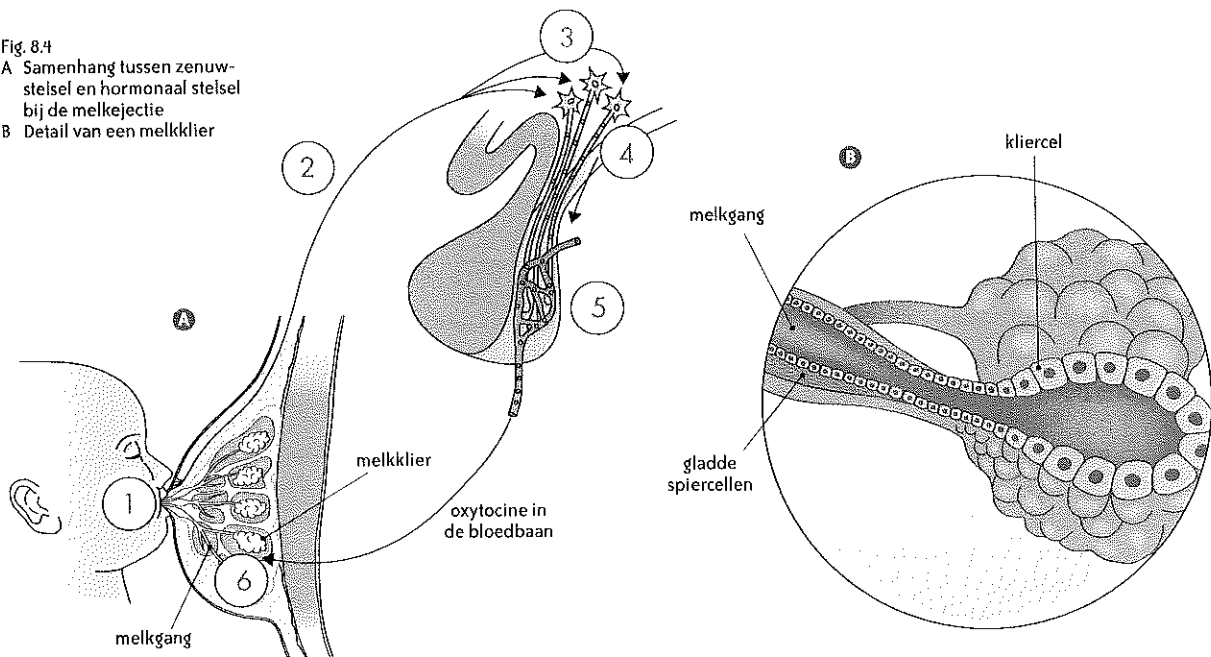
Hieronder vind je een aantal fasen die bij de regeling van de melkejectie te onderscheiden zijn. Leid uit de figuur af wat de chronologische volgorde (1-6) van prikkel tot reactie is. Plaats die nummers ook in de lege cirkels op de figuur.

|                                                                 |   |
|-----------------------------------------------------------------|---|
| contractie gladde spiercellen rond de melkgangen                | 6 |
| neurosecretie door de hypofyseachterkwab                        | 5 |
| impulsgeleiding in sensorische neuronen                         | 2 |
| prikkeling tepelreceptoren door zuigen van de baby aan de tepel | 1 |
| impulsoverdracht op secretorische neuronen                      | 3 |
| oxytocineproductie in secretorische neuronen                    | 4 |

Fig. 8.4

A Samenhang tussen zenuwstelsel en hormonaal stelsel bij de melkejectie

B Detail van een melkklier



De productie van oxytocine boven een bepaalde drempelwaarde heeft een remmende werking op het regelsysteem voor oxytocine zelf. Het is een regeling met **negatieve terugkoppeling**.

De samenhang tussen de hypothalamus en de hypofyseachterkwab illustreert de **samenhang tussen zenuwstelsel en hormonaal stelsel**. Bovendien is het feit dat de prikkel ter hoogte van de tepel leidt tot afscheiding van het hormoon oxytocine een illustratie van **coördinatie van reacties op prikkels**.



### OPDRACHT 7

Welke baby moet het hardst zuigen: baby A die aan de borst mag drinken of baby B die de fles krijgt? Motiveer je antwoord.

Baby A, omdat het zuigen van de baby de secretie van oxytocine moet stimuleren.



# 3

## Regelsysteem voor adrenaline-secretie door het bijniermerg

De bijnieren, die al ter sprake zijn gekomen in thema 5 en thema 7, liggen op de bovenkant van de nieren. Elke bijnier bestaat uit een buitenste zone, de bijnierschors, en een centraal gedeelte, het **bijniermerg**. Zowel de bijnierschors als het bijniermerg produceren aparte hormonen. In wat volgt bespreken we alleen de secretie van **adrenaline** door het bijniermerg.

Net als de hypofyseachterkwab bestaat het bijniermerg uit **zenuwweefsel**. **Bijniermergcellen** zijn nl. speciale neuronen. Omdat die cellen het **neurohormoon adrenaline** afscheiden, spreken we ook hier van **neurosecretie**.

Adrenaline wordt afgegeven bij stress, schrik, opwinding en inspanning. Het hormoon bereidt het lichaam voor op snelle actie en wordt daarom ook wel het **angst-vlucht-aanvalshormoon** genoemd.

Volgende stappen leiden tot de **secretie van adrenaline door het bijniermerg**:

- 1 Zenuwimpulsen van het **sympathisch zenuwstelsel** vertrekken uit het **ruggenmerg** en passeren via een grenstrengganglion om uit te komen in het bijniermerg.
- 2 De axonuiteinden van het ruggenmergneuron vormen synapsen met zenuwweefsel in het bijniermerg en laten daar neurotransmitter vrij.
- 3 De **bijniermergcellen** (secretorische neuronen) worden door neurotransmitter geactiveerd om **adrenaline** te secreteren.
- 4 Adrenaline komt in de bloedbaan en wordt naar de doelwitorganen gevoerd.

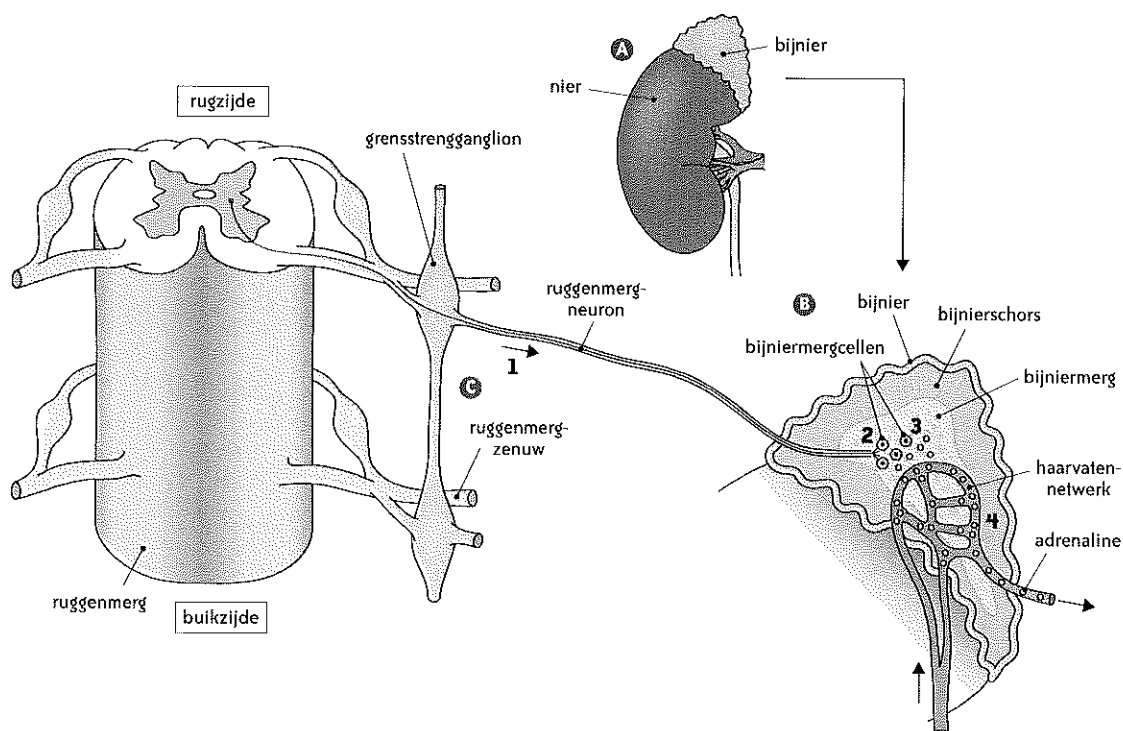


Fig. 8.5 Adrenalinesecretie door het bijniermerg geregeld door het sympathisch zenuwstelsel

A Situering van de bijnier, die als een kapje op de nier ligt

B Doorsnede van de bijnier

C Een ruggenmergneuron dat deel uitmaakt van het sympathisch zenuwstelsel activeert bijniermergcellen tot secretie van adrenaline.

We vermelden enkele **effecten van adrenaline** op verschillende organen.

- Adrenaline bevordert de omzetting van glycogeen in glucose in de spieren en de lever. Hierdoor wordt de bloedsuikerspiegel verhoogd, wat nodig is voor de verhoogde energievraag van het lichaam.
- Adrenaline verhoogt de hartslag en de ademhalingsfrequentie, waardoor meer zuurstof naar de spieren kan worden gebracht.
- Adrenaline doet de pupillen verwijden, wat de schrikogen in angstsituaties verklaart.
- Adrenaline verwijdt de bloedvaten in de skeletspieren. Op andere plaatsen in het lichaam echter zorgt adrenaline voor bloedvatvernauwing, zoals in het spijsverteringskanaal en de huid (je kunt bleek zien van de schrik, of wit van woede). Hierdoor is er meer bloed beschikbaar voor de skeletspieren.
- Adrenaline kan verslapping van de sluitspieren van de anus en de blaas veroorzaken. (Soms hoor je dat iemand het in zijn broek doet van angst.)



Fig. 8.6 Dankzij adrenaline kan het lichaam beter reageren op gevaar.

De productie van adrenaline boven een bepaalde drempelwaarde in het bloed heeft een remmende werking op het regelsysteem van adrenalinesecretie zelf. Dit is een regelsysteem met **negatieve terugkoppeling**.

Het regelsysteem voor de secretie van het neurohormoon adrenaline illustreert de **samenhang tussen zenuwstelsel en hormonaal stelsel**.

Het effect van adrenaline op verschillende organen tijdens een stresssituatie is dan weer een illustratie van **coördinatie van reacties op prikkels**.

# Thema 8 - Samenhang tussen zenuwstelsel en hormonaal stelsel - Samenvatting

## 1 Coördinatie van reacties op prikkels

**Zenuwstelsel en hormonaal stelsel** zijn **elk op zich coördinerende stelsels** omdat ze als schakel tussen receptoren en effectoren fungeren.

Er is echter ook **saamenhang tussen zenuwstelsel en hormonaal stelsel** voor de **coördinatie van reacties op prikkels**.

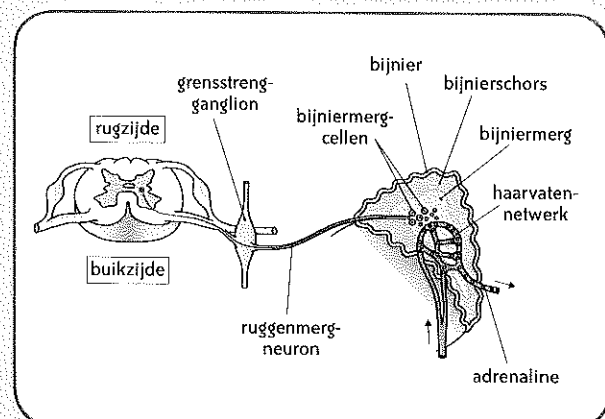
## 2 Hypothalamus-hypofysesysteem

| hypothalamus                                                                                       | hypofyse                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| bevat <b>secretorische neuronen</b> die <b>neurohormonen</b> afscheiden ter hoogte van de hypofyse | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>hypofysevoorkwab</b> met <b>endocrien weefsel</b></li> <li><b>hypofyseachterkwab</b> met <b>zenuwweefsel</b></li> </ul> |

| werking van het hypothalamus-hypofysesysteem                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <p><b>saamenhang</b> hypothalamus en hypofysevoorkwab voor secretie van allerlei hormonen:</p> <p>neurohormoon van secretorische neuronen in de <b>hypothalamus</b> stimuleert endocriene klierzellen in <b>hypofysevoorkwab</b> tot productie en secretie van eigen hormonen → via bloedbaan naar doelwitcellen</p> |  |
| <p><b>saamenhang</b> hypothalamus en hypofyseachterkwab voor secretie van oxytocine en melkejectie:</p> <p>neurohormoon oxytocine van secretorische neuronen in de <b>hypothalamus</b> via axonen vervoerd naar <b>hypofyseachterkwab</b> en daar vrijgegeven aan het bloed → melkklieren → melkejectie</p>          |  |

## 3 Regelsysteem voor adrenalinesecretie door het bijniermerg

Impuls van sympatisch zenuwstelsel vanuit ruggenmergneuron → via grensstrengganglion → naar bijniermerg → secretie van adrenaline door bijniermergcellen → via bloedbaan naar doelwitcellen



## Wat je zeker moet kunnen

- ☐ Met een voorbeeld de samenhang illustreren tussen het zenuwstelsel en het hormonaal stelsel.

## Leerstof verwerken



### OPDRACHT 8

Een deel van de hypofyse wordt ook 'neurohypofyse' genoemd. Is dat de hypofysevoorkwab of hypofyseachterkwab? Motiveer je antwoord.

De hypofyseachterkwab omdat dat deel opgebouwd is uit axonen van secretorische neuronen van de hypothalamus.



### OPDRACHT 9

Toon aan dat de regeling van de melkejectie een illustratie is van de samenhang tussen zenuwstelsel en hormonaal stelsel.

a Vanuit de invalshoek: bouw van de hormoonklier

De hypofyseachterkwab is een hormoonklier die opgebouwd is uit axonen van secretorische neuronen waarvan de cellichamen in de hypothalamus liggen.

b Vanuit de invalshoek: werking van de hormoonklier

De hypofyseachterkwab is een hormoonklier die de neurohormonen, afkomstig van hypothalamuscellen, vrijgeeft aan het bloed.



### OPDRACHT 10

Is de invloed van adrenaline op de bloedsuikerspiegel vergelijkbaar met die van insuline of glucagon? Motiveer je antwoord.

Met glucagon, want zowel adrenaline als glucagon bevorderen de omzetting van glycogeen in glucose in de spieren en de lever.



### OPDRACHT 11

Plaats de letter van het juiste antwoord in het vakje.

Welke reactie kan geen gevolg zijn van de toename van adrenaline in het bloed?

- a de hartslag verhoogt.
- b de luchtwegen vernauwen.
- c de bloedvaten in het spijsverteringskanaal vernauwen.
- d de bloedsuikerspiegel verhoogt.

b