

# HORMONALE EN NEURALE REGULATIE ZICHTBAAR MAKEN IN DE KLAS



Beste docent,

Welkom bij de workshop 'Hormonale en neurale regulatie zichtbaar maken in de klas'. We gaan vooral veel *doen* de komende vijf kwartier. We willen jullie kennis laten maken met een aantal activerende werkvormen rondom hormonen en het zenuwstelsel, waarbij de nadruk ligt op het uitbeelden van processen. Jullie kunnen nu zelf vast aan de slag met activiteit 1: Kanaaltjes in actie.

Veel plezier!

Caspar Geraedts en Ingeborg van der Neut



Radboud Universiteit



## **Colofon**

Op dit lesmateriaal is de Creative Commons Naamsvermelding-Niet-commercieel-Gelijk delen 4.0 Nederland Licentie van toepassing (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.nl>). De menstruatiesimulatie werd ontwikkeld door Caspar Geraedts (Vrije Universiteit Amsterdam) en verder aangepast door Gee van Duin (Universiteit van Amsterdam); deze simulatie verscheen in 2010 als een van de 'lustrumlessen' van De Praktijk (Amsterdam). Het materiaal bij de overige activiteiten werd ontwikkeld door Caspar Geraedts (Vrije Universiteit, Amsterdam) en/of Ingeborg van der Neut (Radboud Universiteit, Nijmegen).

# KANAALTJES IN ACTIE

---

## doelen

Leerlingen kunnen uitleggen wat er op membraanniveau gebeurt bij het ontstaan van een actiepotentiaal.

Leerlingen kunnen beschrijven hoe de natrium- en kaliumkanaaltjes en de natriumkalium-pomp zich gedragen in de verschillende fasen van een actiepotentiaal en welke gevolgen dit heeft voor het potentiaalverschil en de ionenconcentraties binnen en buiten het celmembraan.

## nodig

- een grote afbeelding van een membraan met daarin een natriumkanaltje, een kaliumkanaaltje en een natriumkaliumpomp
- gekleurde knopen (of snoepjes) om de ionen uit te beelden
- 

## uitvoering

1. We gaan uitbeelden wat er gebeurt op één plek op het celmembraan van een neuron wanneer er een impuls langskomt. Het einddoel is dat jullie als groep alle gebeurtenissen stap voor stap kunnen uitbeelden, en daar een kort filmpje van maken.
2. Bedenk welke kleur knopen welke ionen voorstelt. Leg/teken/schrijf op het vel een legenda.
3. Leg de ionen zó op het vel neer dat er sprake is van een rustpotentiaal.
4. Bespreek per fase (rustpotentiaal, depolarisatie, repolarisatie, hyperpolarisatie en rustpotentiaal) wat er gebeurt met ionenconcentraties, de natrium- en kaliumkanaaltjes en de natriumkaliumpomp.
5. Maak (bijv. met een smartphone) een kort filmpje waarin je de gebeurtenissen in de verschillende fasen van een actiepotentiaal laat zien. Laat in ieder geval één persoon in de groep de bijbehorende fase in de grafiek links onderaan aanwijzen.

# IMPULSGELEIDING

---

## doelen

Leerlingen kunnen de begrippen rustpotentiaal, drempelwaarde, actiepotentiaal, en de-, re- en hyperpolarisatie gebruiken.

Leerlingen zien waarom hyperpolarisatie tot eenrichtingsverkeer leidt en hoe de cellen van Schwann (de myelineschede) voor een snellere impulsgeleiding zorgen.

Leerlingen zien dat de grafiek van een actiepotentiaal een weergave is van een meting op één punt.

## nodig

- een hele klas leerlingen op een rij

## uitvoering

1. Zet de leerlingen op een rij met hun gezicht naar de docent toe. Er zijn drie 'standen':
  - Handen op heuphoogte staat symbool voor  $-70\text{mV}$ , rustpotentiaal. Die positie nemen alle leerlingen aan.
  - De buitenste leerling wordt aangestoten en gaat van  $-70\text{mV}$  naar  $20\text{mV}$ , dat is de positie waar de handen boven het hoofd zijn.
  - Vervolgens keert hij via hyperpolarisatie (door de knieënzakken, handen op kniehoogte) terug naar de rustpotentiaal.
2. De tweede leerling moet deze beweging ook gaan uitvoeren zodra zijn buurman bij de drempelwaarde is angekommen. Zo ontstaat er een 'wave'.
3. Dit wordt meerdere keren met de klas uitgevoerd terwijl in een onderwijsleergesprek de bovenstaande begrippen besproken worden.

## en verder...

1. Als de actiepotentiaal halverwege de groep is, roept de docent 'freeze' en wordt de situatie geanalyseerd. Het is goed om te bespreken dat de figuur van de actiepotentiaal zichtbaar is in de rij leerlingen, maar spiegelbeeldig aan de richting van de geleiding.
2. In een volgende ronde worden sommige leerlingen gevraagd om hun armen over elkaar te doen: zij stellen een gemyeliniseerd gedeelte van de cel voor. Gaat de wave nu sneller?

# IMPULSOVERDRACHT

---

## doelen

Leerlingen leren de belangrijkste processen die in een synaps plaatsvinden. Begrippen die hierbij aan bod komen zijn bijvoorbeeld calciuminstroom, blaasjes met neurotransmitter, binding neurotransmitter, pre- en postsynaptisch membraan en acetylcholinesterase.

Leerlingen ontwikkelen een gezamenlijke taal bij het uitbeelden.

## nodig

- groepjes van ongeveer zeven leerlingen.

## uitvoering

1. Leerlingen wordt gevraagd om de processen die in de synaps plaatsvinden bij impulsoverdracht uit te beelden met hun groepje. Daarbij gebruiken ze acetylcholine als neurotransmitter. De enige 'beperking' die je als docent stelt is dat de postsynaptische cel *gaat zingen* als de impuls hem bereikt.
2. Na ongeveer 10 minuten laten de groepjes hun simulatie zien aan de andere groepjes. Eventuele fouten worden besproken.

## nabespreking

Wat maakt nou dat de neurotransmitter vrijkomt? Welke membraankanalen zijn hierbij betrokken? Wat voor soort receptor betreft dit? Wanneer stopt de cel weer met zingen? (acetylcholinesterase wordt vaak vergeten!)

## uitbreidingen

1. Doe de simulatie eventueel nog een keer met de hele klas. Er kunnen dan meer details uitgebeeld worden.
2. Bespreek, of beter nog, laat zien in de simulatie wat de effecten van neurotoxines kunnen zijn (bijv. voorkomen afbraak acetylcholinesterase, blokkade van receptoren).
3. Laat simuleren wat er gebeurt als er een inhiberende neurotransmitter wordt afgegeven.

# TEGENSTROOMSIMULATIE

---

## doelen

Leerlingen ervaren de werking van het tegenstroomprincipe bij de uitwisseling van warmte (thermoregulatie) of stoffen, en bij het in stand houden van een gradiënt.

## nodig

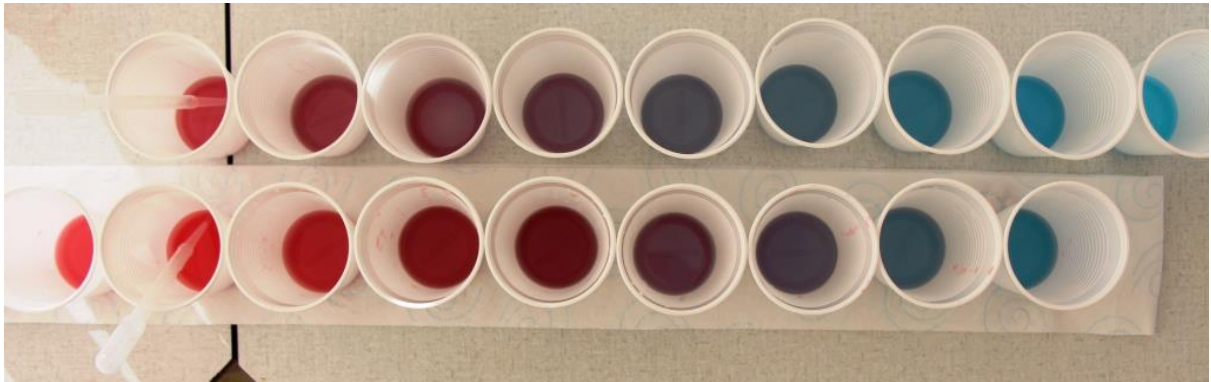
- doorzichtige of witte plastic bekertjes (voor elke leerling één)
- plastic 3ml wegwerppipetten (voor elke leerling één)
- blauwe en rode voedingskleurstof (bijv. van Dr. Oetker, te koop in de supermarkt)

## voorbereiding

1. Maak rode en blauwe vloeistof door aan een bekersglas lauwwarm water enkele druppels kleurstof toe te voegen. Voor één simulatie voor een hele klas is zo'n 300 ml per kleur voldoende.
2. Let op: controleer in een bekertje of gelijke hoeveelheden blauwe en rode vloeistof een paarse vloeistof opleveren. Bij de meeste voedingskleurstoffen heb je (veel) minder blauwe kleurstof nodig ten opzichte van de rode: een kleine hoeveelheid blauw zorgt al voor een grote kleuromslag.
3. Pipetteer (of giet) in de helft van de bekertjes 15 tot 20 ml blauwe vloeistof. Doe hetzelfde met de rode vloeistof in de andere bekertjes.

## uitvoering

1. Laat de leerlingen in twee rijen tegenover elkaar staan; de ene helft krijgt een bekertje met rode vloeistof en de andere helft een bekertje met blauwe vloeistof. Deze rijen stellen de stromen voor.
2. Laat de rijen langs elkaar heen lopen. Bij elke leerling die gepasseerd wordt vindt uitwisseling plaats tussen de twee bekertjes: de leerlingen pipetteren twee keer een volle pipet vloeistof (zo'n 2 ml) uit hun eigen bekertje in het bekertje van de ander.
3. Als de rijen precies tegenover elkaar staan kunnen de bekertjes in twee rijen op een tafel geplaatst worden, en (van bovenaf) bekeken.



### **en verder...**

1. Je kunt de eerste keer de twee stromen ook dezelfde richting op laten gaan (het meestroomprincipe). Leerlingen zien dan dat de kleur van vloeistof paars wordt en blijft.
2. Geef meer betekenis aan de simulatie, bijvoorbeeld door leerlingen (vooraf) te laten nadenken of het bij een nierdialyseapparaat verschil maakt of de spoelvloeistof dezelfde richting op stroomt als het bloed, of juist de andere kant op. Een andere mogelijke context is de stroomrichting van het bloed in de kieuwen van een vis.
3. Als de rijen precies tegenover elkaar staan zou een volgende stap kunnen zijn dat je gaat circuleren (de leerlingen sluiten dan aan het eind van de ene rij aan bij de andere rij). Een mogelijke context hierbij is de uitwisseling van warmte in de bloedvaten in de poten van warmbloedige dieren.

# HET MENSTRUATIEKOOR

---

## doelen

Leerlingen ervaren aan den lijve de complexiteit van een hormonaal regulatiesysteem (maar tegelijkertijd ook de eenvoud per schakel).

Leerlingen kunnen in grote lijnen beschrijven hoe de menstruatiecyclus gereguleerd wordt en welke hormonen en hormoonklieren daar bij betrokken zijn.

## nodig

- kopieën van de opdrachten van alle rollen (zie bijlage)
- A4-tjes met de namen van de organen/hormonen om op te hangen bij de groepen
- witte of roze ballonnen (voor de follikel)
- erwten of witte bonen (als eicel in de witte of roze ballonnen)
- een prepareernaald o.i.d. (voor de ovulatie)
- gele ballonnen (voor het gele lichaam)
- rode kleurstof (eosine o.i.d.), flarden tissue en suiker (als baarmoederslijmvlies)
- een groot bekersglas o.i.d. (als 'baarmoeder' waarin het slijmvlies groeit)
- een zeef voor in de gootsteen

## korte beschrijving

*De organen.* In de klas staan drie groepjes leerlingen op tafels. Zij zijn de betrokken organen: de hypofyse, een eierstok en de baarmoeder. Iedere leerling vervult één bepaalde functie van het orgaan (bijvoorbeeld het reageren op, of aansturen van, een hormoon, of het laten rijpen van de follikel). Leg van tevoren uit wat ieder groepje voorstelt en welke leerling waarop moet letten.

*De hormonen.* De resterende leerlingen staan in vier ongeveer even grote groepen in de klas. Zij zijn de spreekkoren en vertegenwoordigen elk een hormoon: FSH, LH, oestrogeen of progesteron. De wisselende concentratie van de hormonen in de bloedsomloop wordt 'hoorbaar' gemaakt doordat het betreffende spreekkoor harder en zachter de naam van hun hormoon scandeert. Bij een lage concentratie FSH horen we een fluisterend 'FSH... FSH... FSH...' en bij een hoge concentratie klinkt uit volle borst 'FSH! FSH! FSH!' (ongeveer zoals de spreekkoren van voetbalsupporters).



## **voorbereiding**

1. Leg in grote lijnen uit hoe de simulatie zal gaan, en welke rollen daar bij horen.
2. Verdeel eerst de rollen voor de organen. Maak drie groepen tafels in de klas. Laat de leerlingen die organen spelen daarop staan: twee leerlingen als hypofyse, vier leerlingen als eierstok en drie leerlingen als baarmoeder.
3. Verdeel de rest van de leerlingen over de vier spreekkoren (FSH, LH, oestrogeen en progesteron). Zet de spreekkoren bijvoorbeeld in de hoeken van het lokaal.
4. Loop – als iedereen geïnstalleerd is – eerst alles stap voor stap door. Doe de belangrijke handelingen even voor (follikel opblazen, gele lichaam leeg laten lopen, slijmvlies laten groeien, volume van spreekkoor dat de concentratie aangeeft).

## **uitvoering**

1. De hypofyse begint met het aansporen van het FSH spreekkoor (gewoon door middel van handgebaren aangeven dat het volume toeneemt).
2. Als iedere leerling zijn eigen specifieke taak goed uitvoert, loopt de simulatie in principe vanzelf. Zorg er als docent voor dat je de timing van de verschillende processen in de gaten houdt en indien nodig bijstuurt. Met name in de eierstok is het ingewikkeld, omdat daar vier processen spelen: follikelrijping door FSH, productie van oestrogeen, en (later) progesteronproductie en ovulatie door LH.
3. De simulatie eindigt met een luide kreet van de hele klas ('Menstruatie!') waarbij het rode mengsel in de gootsteen wordt gedeponeed.

## **nabespreking**

1. Het is goed mogelijk dat de simulatie de eerste keer niet helemaal lekker loopt. Dat is een mooi reflectiemoment. Doe de simulatie dan nog een keer (eventueel in slow motion).
2. In de nabespreking is het goed te benadrukken hoe complex het geheel is, en hoe buitengewoon simpel de taak per element is: je hoeft maar op één signaal te letten en verder doe je 'je ding' als dat signaal komt.
3. Als uitbreiding op de 'normale' situatie kan de simulatie herhaald worden, maar met toevoeging van de pil of een zwangerschap.
4. Eventueel kunnen ook de hypothalamus en de bijbehorende gonadotrope releasing hormonen in de simulatie verwerkt worden.