

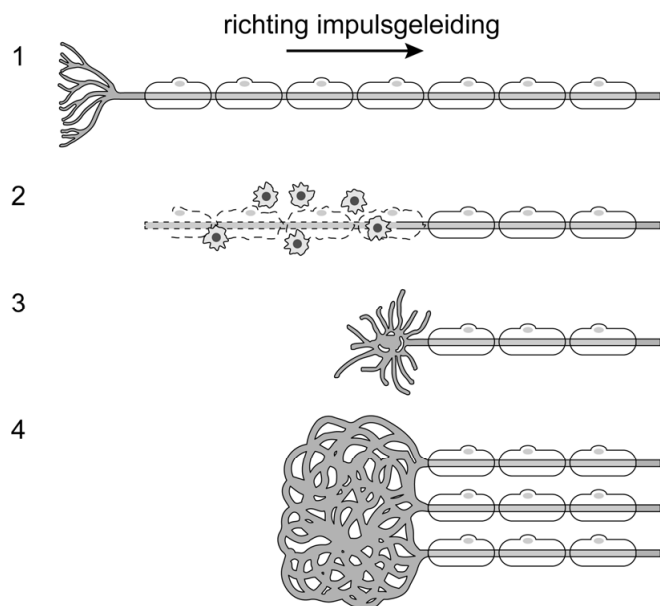
## Fantoompijn bestrijden met virtual reality

Corry van der Sluis is revalidatiearts en onderzoeker in het Universitair Medisch Centrum Groningen. Ze hoopt met behulp van virtual reality fantoompijn te kunnen bestrijden.

Fantoompijn is pijn die gevoeld wordt in een geamputeerd deel van het lichaam. Een theorie is dat het pijngevoel wordt veroorzaakt door een zogenaamd neuroma, dat gevormd wordt op de plaats waar een perifere zenuw doorgesneden is als gevolg van een amputatie. Het ontstaan van een neuroma is in afbeelding 1 in vier stappen weergegeven:

- 1 Een gezonde sensorische zenuwcel heeft een dendriet met een myelineschede.
- 2 Na de amputatie ruimen witte bloedcellen celresten op rondom de beschadigde zenuwcel.
- 3 De zenuwcel vormt nieuwe uitlopers.
- 4 De nieuwe uitlopers van meerdere zenuwcellen vormen een kluwen: een neuroma.

afbeelding 1



In het neuroma kunnen spontaan actiepotentialen (impulsen) ontstaan die leiden tot het pijngevoel.

- 2p 34 – Noteer de naam van de cellen waaruit de myelineschede bestaat.  
– Noteer de functie van de myelineschede.
- 1p 35 Welke witte bloedcellen ruimen in stap 2 van afbeelding 1 de celresten op?
- A cytotoxische T-cellen
  - B macrofagen
  - C plasmacellen
  - D T-helpercellen

Bij de zenuwcellen in een neuroma kunnen sneller actiepotentialen ontstaan dan in normale zenuwcellen.

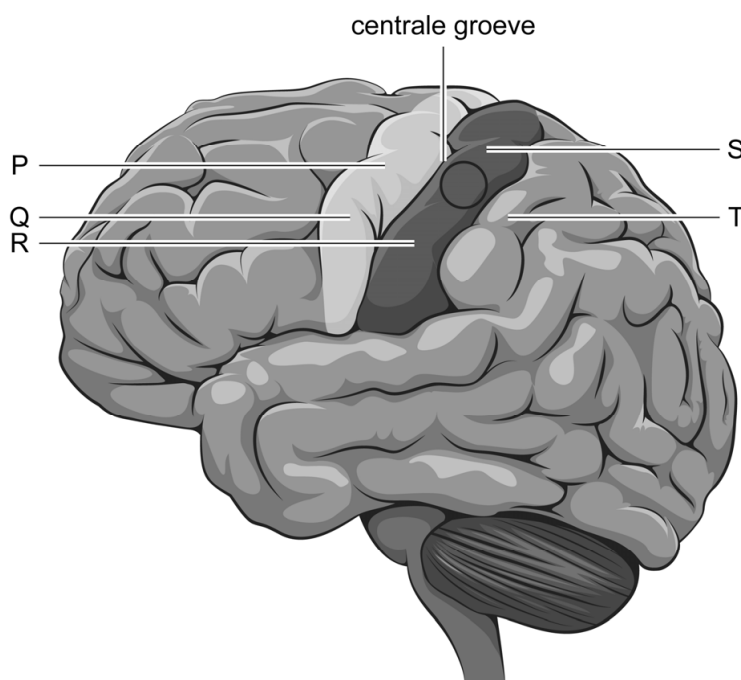
- 2p 36 Ontstaat een actiepotentiaal door het openen of door het sluiten van  $\text{Na}^+$ -kanaaltjes? En wat is er blijkbaar gebeurd met de drempelwaarde van de zenuwcellen in een neuroma?

<u>Na<sup>+</sup>-kanaaltjes</u>	<u>drempelwaarde</u>
A openen	is verhoogd
B openen	is verlaagd
C sluiten	is verhoogd
D sluiten	is verlaagd

Een tweede theorie is dat fantoompijn ontstaat doordat bepaalde centra van de hersenschors zijn gereorganiseerd. Sensorische en motorische gebieden die als gevolg van de amputatie 'werkeloos' zijn, worden in gebruik genomen door naastgelegen hersengebieden.

In afbeelding 2 is met een zwarte cirkel een gebied van de hersenschors aangegeven dat werkeloos is als gevolg van de amputatie van een hand. Dit gebied wordt nu gebruikt door een nabijgelegen hersengebied dat sensorische informatie van het gezicht verwerkt.

**afbeelding 2**



- 1p 37 Noteer welke letter in afbeelding 2 het gebied aangeeft waarin de sensorische informatie van het gezicht wordt verwerkt.

Corry van der Sluis behandelt patiënten met fantoompijn met behulp van virtual reality.

Een man die lijdt aan fantoompijn krijgt elektrodes op de stomp van zijn geamputeerde arm geplakt (afbeelding 3). Met de elektrodes worden elektrische signalen opgevangen die ontstaan in de spieren in de stomp wanneer hij zijn ontbrekende onderarm probeert te bewegen. Op een beeldscherm ziet hij zichzelf bewegingen maken met zijn virtuele arm (afbeelding 4).

Door te oefenen worden de bewegingen preciezer en kan hij steeds moeilijkere opdrachten uitvoeren. Na tien sessies heeft de man voor het eerst in 50 jaar momenten zonder fantoompijn.

**afbeelding 3**



**afbeelding 4**



- 2p 38 Zijn de signalen in de stomp die de virtuele arm aansturen veroorzaakt door motorische of door sensorische zenuwcellen? En komt het computerprogramma in functie overeen met het animale zenuwstelsel of met het autonome zenuwstelsel?

zenuwcellen

zenuwstelsel

- |   |             |          |
|---|-------------|----------|
| A | motorische  | animale  |
| B | motorische  | autonome |
| C | sensorische | animale  |
| D | sensorische | autonome |

Op het beeldscherm ziet de man de bewegingen die hij probeert te maken. Het lukt hem om de bewegingen steeds nauwkeuriger te maken doordat het gebied in de hersenen waar het beeld wordt gevormd, in contact staat met het gebied dat de spieren aanstuurt.

- 1p 39 Noteer de naam van het gebied in de grote hersenen waar het beeld wordt gevormd.

#### Bronvermelding

Een opsomming van de in dit examen gebruikte bronnen, zoals teksten en afbeeldingen, is te vinden in het bij dit examen behorende correctievoorschrift, dat na afloop van het examen wordt gepubliceerd.