**Samenvatting biologie H15** waarnemen

**Paragraaf 15.1** zintuigcellen

In het inwendige deel van je oren registreren je evenwichtsorganen hoe de stand van je hoofd is ten opzichte van de richting van de zwaartekracht en welke bewegingen je hoofd maakt. Het evenwichtsorgaan bestaat uit een centraal deel, het vestibulum, en drie halfcirkelvormige kanalen (Binas 87D). Deze zijn gevuld met een vloeistof: endolymfe. Over rechtlijnige bewegingen krijg je informatie uit je beide maculae. Deze kleine zintuigorgaantjes bevinden zich in het vestibulum. De zintuigcellen steken met lange zintuigharen in een geleilaag met daar bovenop een laag kalksteentjes. Dit geeft het een zekere ‘traagheid’. Dat merk je als je een beweging start of juist stopt. Informatie over draaibewegingen van je hoofd, komt uit drie halfcirkelvormige kanalen. Het zijn er drie om elke richting te kunnen waarnemen. Elk kanaal heeft aan de basis een knobbel met daarin zintuigcellen met lange zintuigharen. Die haren steken in een geleiachtige massa, de cupula. Bij elke draaiing van je hoofd beweegt de endolymfe niet gelijk mee, daardoor de cupula ook niet. Als de zintuigharen buigen sturen de zintuigcellen impulsen naar het evenwichtscentrum van de hersenstam (Binas 88C).

Het evenwichtscentrum ontvangt ook informatie uit ogen, gewrichten, pezen, spieren en huid. Al die informatie gecombineerd, maakt het mogelijk dat we naar een voorwerp blijven kijken zonder duizelig te worden of ons evenwicht te verliezen.

Zintuigcellen ontvangen prikkels zoals druk, beweging, licht, geur en temperatuurverandering. Het zijn de receptorcellen die deze informatie mogelijk maken. Receptorcellen reageren op verschillen in druk of rek. Thermoreceptoren in de huid reageren op temperatuur, chemoreceptoren in je tong en neus reageren op bepaalde stoffen en fotoreceptoren in je oog reageren op licht. Elke receptorcel is gevoelig voor zijn eigen type prikkel, de adequate prikkel. Een adequate prikkel leidt in de cel tot een verandering van de membraanpotentiaal. Als de prikkeldrempel is bereikt, dan vindt volledige depolarisatie van het membraan plaats. Dat opent calcium poorten. Hoe sterker de prikkel bij de receptorcel, hoe meer neurotransmitter vrijkomt 🡪 hogere frequentie van impulsen.

Als je langdurig dezelfde prikkel krijgt kan de prikkeldrempel omhoog gaan. De receptorcel reageert dan minder goed op de adequate prikkel. Dit heet adaptatie.

**Paragraaf 15.2** het gehoorzintuig

Het menselijk gehoor bestaat uit trillingen met frequenties tussen ongeveer 20 en 20000 Hz. Spraak bestaat vooral uit frequenties tussen 200 – 2800 Hz.

Als geluid je oor bereikt, wordt het geluid opgevangen door je oor en wordt het via de gehoorgang je oor in geleidt. Het buitenoor wordt gevormd door de oorschelp en de gehoorgang. Aan het einde van de gehoorgang worden trillingen opgevangen door het trommelvlies. Het trommelvlies sluit de gehoorgang af van de middenoor. Het trommelvlies gaat meetrillen met het geluid. Soms ontstaan drukverschillen tussen de ene kant van het trommelvlies en de andere kant. De drukverschillen worden opgelost door de buis van Eustachius. Het trommelvlies in het middenoor is verbonden met drie gehoorbeentjes: de hamer, het aambeeld en de stijgbeugel. Deze gehoorbeentjes versterken de trillingen van het trommelvlies. Na deze versterking gaan de trillingen het binnenoor in. De trillingen van de stijgbeugel brengen via het ovale venster, een membraan in de wand van het slakkenhuis, de vloeistof in het slakkenhuis in trilling. Het slakkenhuis bevat drie opgerolde kanalen, maar eigenlijk zijn het er twee. De twee grootste kanalen vormen namelijk één doorlopend kanaal dat van het ovale venster naar het midden van het slakkenhuis loopt en terug naar een andere plek: het membraan van het ronde venster. Het kleinere kanaal bevat endolymfe. Endolymfe bevat K+-ionen die zintuigcellen kunnen depolariseren. De grote kanalen zijn gevuld met perilymfe. Dit is een vloeistof met een eigen ionensamenstelling. Een trilling van het ovale venster wordt verplaatst door de perilymfe in de richting van het centrum van het slakkenhuis. Ergens onderweg gaat, afhankelijk van de frequentie van het geluid, het membraan in het kanaal meetrillen. Op die plek gaat de endolymfe in het kleinere kanaal meetrillen die de trilling weer doorgeeft aan de perilymfe in het andere grote kanaal. Dit grote kanaal voert de trilling af naar het ronde venster. In het kleinere kanaal laten trillingen het basilair membraan bewegen. Dit membraan is bedekt met het orgaan van Corti. Dit is een langgerekte strook receptoren met zintuigharen: de haarcellen. Doordat de zintuigharen verbuigen worden de K+- kanalen van de zintuigcellen geopend. Dit leidt tot depolarisatie en dus afgifte van neurotransmitter aan sensorische zenuwcellen. In het primaire gehoorcentrum vindt dan de ‘vertaling’ naar geluid plaats.

De toonhoogte heeft als eenheid Hz, geluidssterkte heeft als eenheid de decibel (dB). Elke 10 dB meer geleidsterkte betekent 10 keer zo veel energie van de geluidsgolven. De pijngrens ligt rond de 120 dB. Een gehoorbeschadiging betekent dat de zintuighaartjes van de mechanoreceptoren in het slakkenhuis beschadigen. Ze trillen kapot door het harde geluid.

**Paragraaf 15.3** het gezichtszintuig

Je pupillen worden kleiner als je tegen fel licht in kijkt. Dit is om je ogen te beschermen. Nog een betere bescherming bieden de pigmentcellen (Binas 87C3) in het netvlies. Al het licht dat je oog binnen komt passeert verschillende onderdelen van je oog. Als je bijvoorbeeld naar een hond kijkt, vormt zich een omgekeerd beeld van die hond op je netvlies. Het licht wordt op verschillende plekken gebroken. De grootste lichtbreking ontstaat bij het hoornvlies. De bolle ooglens brengt het licht nog verder samen. Ook het kamervocht tussen de hoornvlies en de lens, en het glasachtig lichaam breken het licht. In het netvlies zitten de fotoreceptoren die gevoelig zijn voor licht.

Zie je een voorwerp veraf scherp, dan zijn de ooglenzen platter van vorm dan wanneer je dat voorwerp dichtbij scherp ziet. Een ooglens zit met lensbandjes vast in het straalvormig lichaam (Binas 87C2). Door middel van het samentrekken van de lensbandjes kun je veraf of dichtbij zien. Dit scherpstellen heet accommoderen. Het centrale deel van het netvlies heet de gele vlek. Hiermee zie je vooral scherp. Hier zijn alle receptorcellen van het type kegeltje. De plek waar de oogzenuw het oog uit gaat heet de blinde vlek, hier zijn geen receptorcellen. De oogzenuw zendt impulsen naar het primair gezichtscentrum. Er komen van verschillende oogzenuwen impulsen binnen: van het linkeroog en van het rechteroog. Deze beide oogzenuwen kruisen elkaar in het chiasma opticum. Doordat je een bepaald voorwerp onder twee verschillende hoeken bekijkt, namelijk met je linkeroog en rechteroog, kun je diepte zien.

Als de lichtstralen te weinig breken, dan ben je verziend. Je hebt een bolle lensvorm nodig (convergerend). Bij te veel lichtbreking kun je op de lange afstand scherp zien, je bent bijziend. Je hebt een holle lensvorm nodig (divergerend).

**Paragraaf 15.4** netvlies en receptieve velden

Het netvlies heeft behalve kegeltjes ook nog staafjes. Staafjes liggen buiten de gele vlek in het netvlies (Binas 27A3). Staafjes kunnen geen kleur herkennen en hebben dus ook een lage prikkeldrempel, terwijl kegeltjes een hoge prikkeldrempel hebben. Als het donker is zie je dan ook alleen met je staafjes. Als je nachtblind bent heb je moeite met het terugvormen van rhodopsine, dat uiteenvalt als het begint te schemeren.

Het netvlies bestaat niet alleen uit receptorcellen, maar ook uit neuronen. Bipolaire cellen verbinden zowel staafjes als kegeltjes met ganglioncellen, neuronen die de impulsen afvoeren naar de hersenen. Horizontale cellen en amacriene cellen leggen dwarsverbindingen. Via deze verschillende neuronen zijn kegeltjes en staafjes in groepen geschakeld, die elkaar deels overlappen. Dit zijn receptieve velden. In de gele vlek zijn de receptieve velden het kleinst. Daar is namelijk elk kegeltje apart verbonden met één bipolaire- en één ganglioncel. Het vermogen om details te onderscheiden, het scheidend vermogen, is bij de gele vlek hoog. Er zijn drie verschillende typen kegeltjes in je netvlies. Een type is optimaal gevoelig voor blauw licht, een type is optimaal gevoelig voor groen licht en een is optimaal gevoelig voor rood licht. Wanneer er rood licht op je oog valt, hyperpolariseren de kegeltjes die optimaal gevoelig zijn voor rood licht (Binas 27A2).

**Paragraaf 15.5** zintuigen en regeling

Als je bloeddruk stijgt wordt dit geregistreerd door de drukreceptoren in een dun gedeelte van de wand van de aortaboog en halsslagader. De impulsen die ontstaan gaan onder andere naar het hartslagcentrum in de hersenstam. Via regelkringen met negatieve terugkoppeling verwijden slagaders en vertraagt de hartslag.

Informatie over de spanning in de spieren registreer je met spierspoeltjes die tussen de spiervezels van spieren liggen. Spierspoeltjes zijn vooral te vinden tussen de spiervezels van spieren die verantwoordelijk zijn voor de lichaamshouding. Het zijn zintuigjes van ongeveer 7 millimeter lang die gewikkeld zijn rond dwarsgestreepte spiervezels. Deze receptoren zenden informatie door naar de hersenen over de rekbaarheid van de spieren.

Informatie over de totale spanning van je spieren komt van peeslichaampjes, uiteinden van sensorische neuronen die in de pezen van een spier liggen en reageren bij uitrekking van de pees. Daarnaast spelen de peeslichaampjes een rol bij het fijn afstemmen van bewegingen. Ze werken daarbij samen met de spierspoeltjes.