**DIERENFYSIOLOGIE HOOFDSTUK 3: Zintuigen**

1. Inleiding zintuigen

* Geen open vragen voor H3, wel termen vb orgaan corti, lichaam patchini, rodopsine
* Zintuigen
  + = sensorische cellen of receptoren
    - Receptoren = zintuiglijke structuren
      * ⬄ de receptoren vb: hormoonreceptoren (niet idem)
  + Functie: detectie doen vd wijziging van omgevingsomstandigheden
  + Zintuigen zijn gekoppeld aan zenuwstelsel
    - Zintuig neemt stimuli uit omgeving op => **omzetting energie vd stimulus in actiepotentiaal**
  + Verschillende types receptoren & stimuli (tabel s2)
    - Mechanoreceptor: mechanische stimuli
      * Locatie: In oor, hart, spieren, huid, bloedvaten
      * Vb: geluid trillingen => detecteren met oor
      * Vb: bewegingen vh lichaam => detecteren met evenwichtsorgaan in oor
      * Vb: mechanische receptor in bloedvaten die de bloeddruk meten & in hart bloeddruk meten
      * Vb: spanning spieren meten, druk in huid meten,…
    - Chemoreceptor: chemische stimuli
      * Locatie: In hersenen, mond, neus, grote bloedvaten
      * Nemen smaak en geur op
      * Vb: baby herkent smaak moedermelk & kan op afstand de borsten vd moeder ruiken & herkennen
    - Thermoreceptor: temperatuur stimuli
      * Locatie: huid, hersenen
    - Fotoreceptor: licht stimuli
      * Locatie: In oog
      * Licht capteren en beeld opbouwen
    - Elektroreceptor: elektrisch veld stimuli
      * Locatie: In huid
      * Prooien en roofdieren detecteren
      * Vb: in kraakbeenvissen => jagen op vissen
        + Vissen induceren elektrische pulsen door mond open en toe te doen => ontstaat elektrische stroom bij openen & gaat weg bij sluiten => waargenomen door kraakbeenvissen
    - Magnetoreceptor: magnetisch veld stimuli
      * Vb: in duiven => zo gaan ze altijd naar huis vliegen (orientatie)
    - Pijnreceptor: pijnlijke intense stimuli
      * Locatie: overal in lichaam
  + Conclusie: we nemen heel veel stimuli op dmv receptoren => deze stimuli omzetten in actiepotentialen!!!
* Omzetting stimuli in actiepotentiaal (s3)
  + 2 manieren
    - 1) Neuronale receptor
      * De receptor = het afferente neuron zelf
        + = receptor + afferent neuron samen
      * Receptor ontvangt stimuli => de receptorcel kan zelf actiepot opwekken => receptor brengt zelf actiepot naar CNS
      * Vb bij geur: olfactorisch neuron => komt een geurmolecule (stimuli) => bindt receptor => receptor is ook ionkanaal
        + Natrium naar binnen => receptor wekt actiepotentiaal op => doorgeven aan CNS
    - 2) Niet neurale receptor
      * De receptor reguleert het afferente neuron
        + = receptor cel + afferent neuron apart
        + ⬄ is niet het afferente neuron zelf!
      * Receptor cel ontvangt stimuli => cel wekt zelf geen actiepot op, maar stelt wel neurotransmitters vrij => neurotransmitter binden op receptor proteine op afferent neuron => wekt actiepot op in 2de cel => actiepotentiaal doorgegeven naar CNS
        + Er zit dus een synaps tussen
      * Vb bij smaakpapillen op tong

2. Chemoreceptie

* Chemoreceptie
  + = meest universele zintuig
  + Functie: smaak en ruikzin
    - Zintuig kan smaak en geur detecteren
  + Alle dieren hebben chemoreceptie
    - Zelfs bacterien/ eencellige eukaryoten
      * Vb: chemotaxis
        + = het verplaatsen van organismen als gevolg vd concentratieverschillen van bep stoffen in de omgeving
        + = orientatie naar of weg van een chemische bron
        + Cel is in staat om bep moleculen te detecteren (bolletjes)

=> receptoren op specifieke plaatsen op cel kunnen concentratiegradient waarnemen => beslissen dan naar waar ze zwemmen

* + - * + 1) lokaliseren voeding, O2 => naartoe zwemmen
        + 2) lokaliseren schadelijke stoffen => wegzwemmen
* Feromonen
  + = moleculen die in omgeving komen door vrijstelling en worden opgenomen
  + = signaalmolecuul dat info overbrengt tussen individuen van eenzelfde soort
  + =een soort specifiek communicatiemiddel (binnen 1 soort)
  + Functie: communicatie onder soortgenoten
    - Vrijgesteld door klieren en opgevangen door soortgenoten
    - Beïnvloeden het gedrag van soortgenoten
  + Bij vele diersoorten: oa insecten, zoogdieren
    - Vb: mier
      * Alarm, route naar voeding
        + Mierverkenners zoeken voedsel => gevonden dan spoor feromonen naar de voedselbron maken => zo kunnen andere mieren dit ook vinden
        + Mierverkenners alarm substanties uitscheiden
      * Controle endocriene en reproductieve systemen
        + Feromonen gebruiken als vrouwtjes vruchtbaar zijn
    - Vb: mens
      * Gebruikt feromonen voor voortplanting
        + Flirten => armen omhoog => feromonen uit oksels
  + Geeft informatie over
    - Territorium: afbakening door feromonen, sociale hierarchie (koningin, werkers), geslacht communiceren, reproductieve status
* Smaakreceptoren
  + Bij vertebraten
  + Locatie: in mondholte, tong
  + Belang: Beoordelen van voeding (zoet, zout, zuur, bitter, umami)
    - Umami = een hartige smaak
    - Bitter = wijst op mogelijk gevaarlijk, giftige stof => gevoelige smaak
  + Chemicaliën in voeding (stimuli) binden op receptoren
    - => cel stelt neurotransmitters vijr => neurotransmitters binden op receptor proteïne op afferent neuron => wekt actiepotentiaal op in 2de cel => actiepotentiaal naar CNS (zie niet neuronale receptor hiervoor)
    - 1) dus bij depolarisatie (actiepot) => gaat prikkel via sensorische neuronen naar hersenen
    - 2) Hersenen verwerken/ integreren informatie
      * In cortex/ grote hersenen => komen smaken samen => smaken integreren => verwerken => wij herkennen de smaak vb pizza
  + Smaakpapillen
    - Locatie: op tong
    - Bestaat uit smaakknoppen:
      * Smaakknoppen bestaan uit celtypes:
        + Receptorcellen: microvili

= moeten de smaakmoleculen opvangen en via synaps het signaal doorgeven aan afferente neuronen

Microvili vergroten het oppervlak voor binding met receptor

* + - * + Ondersteunende cellen
        + Externe porie

Langs de porie komen de smaakmoleculen aan

* + - * Voortdurend vervangen
        + Als tong beschadigd is (vb hoge T) => receptorcellen worden snel vervangen vanuit stamcellen

=> snelle genezing

* Reukzin (olfactorisch vermogen)
  + Functies: voor overleving:
    - Ondersteunen van foerageergedrag (= vinden van voedsel)
    - Lokaliseren van seksuele partners
    - Territorium afbakenen
    - Alarmsignalen door feromonen
      * Feromonen door reukzin opgevangen (= LINK)
  + Meest ontwikkeld in zoogdieren (vb honden)
  + Olifactorisch epitheel
    - Locatie: bovenaan in de neusholte
      * Maakt verbinding met de bulbus olfactorius in de hersenen => bulbus maakt dan verbinding met de cortex
  + Celtypes:
    - Receptorische cellen: hebben cilia
    - Cilia
      * Vergroten het oppervlak
      * Liggen in mucuslaag = slijmlaag in neusholte
        + Belangrijk omdat geurmoleculen eerst moeten opgelost worden vooraleer ze ku binden => oplossen gebeurt in mucuslaag
  + Werking (zie neuronale receptor hiervoor)
    - Geurmoleculen binden op de receptoren van cilia => receptorcel zal zelf een actiepot opwekken => actiepot doorsturen naar bulbus => actiepot van bulbus naar hersenen
      * In hersenen: patronen van versch geuren integreren
    - Vb: koeienvla ruiken
      * Deeltjes koeienvla komt eig in neus => binden op receptor => dus alles wat je ruikt zijn deeltjes die binden in de neus
  + Koppeling geur & smaak
    - Geur draagt bij tot smaak
    - => eten => moleculen eten komen vrij => gaan door keelholte => komen aan in neusholte via de keel => veroorzaken samen met de smaak, ook geur
      * Dwz wat we ervaren als smaak is eigenlijk ook geur (gebeurt tegelijk)
    - Vb: verstopte neus = minder smaak

3. Mechanoreceptie

* Mechanoreceptie
  + = het opvangen van alle vormen van beweging: tast, druk, uitrekking, geluid, trilling, zwaartekracht
  + Tastzin, zijlijn of laterale lijn, gehoor, evenwichtsorgaan
* Tastzin
  + Insecten:
    - bedekt met tactiele **haren**
      * => haren functie: tastzin & vibratie (trillingen) waarnemen
  + Zoogdieren:
    - elke **haarfollikel** heeft **tastreceptoren** 
      * => als haarfollikel beweegt => activeert de tastreceptor => gaat signaal doorgeven naar hersenen
      * => haarfollikel is een receptor
* Extra: Lichaampje van Paccini
  + = een andere receptor op de huid
  + = drukreceptor
  + = zenuwuiteinde met daarond concentrische lagen bindweefsel
    - Werking
      * 1) druk => actiepotentiaal opwekken
        + Als er druk w uitgeoefend op de huid => potentiaal w opgewekt => als voldoende druk => genoeg receptorpotentialen => drempel bereikt => opwekken actiepotentiaal => doorgegeven aan CNS
        + Conclusie: hoe hoger de druk, hoe groter de receptorpotentiaal
        + Kenmerk: lichaampje reageert niet op elke druk => de druk moet hoog genoeg zijn
        + Taalgebruik: via frequenties

Bij lage P => lage frequentie aan actiepot uitsturen

Bij hoge P => hoge frequentie aan actiepot uitvuren => aan zenuwstelsel zo aangeven dat P hoger is

* + - * 2) Gewenning aan nieuwe vorm => actiepot stopt
        + Wanneer lichaampje is ingedrukt => na een tijd gewenning lichaam paccini aan nieuwe toestand

=> stopt met actiepotentialen af te vuren

* + - * + Vb: schoenen aandoen => tijdelijke druk van schoenen => voel je via indrukking lichaampje => derest vd dag voel je de druk niet meer = gewenning lichaam paccini
      * 3) Verwijdering van druk => nieuwe actiepotentiaal
        + Vb: schoenen uit => P valt weg => Lichaam paccini zet uit => stuurt terug actiepot naar hersenen dat P lager is
      * Conclusie: lichaam paccini stuurt enkel signalen/ actiepot naar hersenen als er iets veranderd
* Zijlijn / Laterale lijn
  + = lijn op de flank van vissen
  + = orgaan om bewegingen, prooien, schoolgedrag te detectere
  + Functie: Detectie van bewegingen, prooi, schoolgedrag
    - => kunnen soortgenoten lokaliseren
    - => kunnen roofdieren & prooien lokaliseren
      * Allemaal door trillingen van andere dieren in water te detecteren
  + Voorkomen: bij vissen en amfibieen
  + Werking
    - 1) Kanaal heeft openingen naar buitenwereld => als er trillingen zijn komen trillingen via kanaal door openingen => trillingen w in vloeistof in het kanaal voortgezet
      * Openingen in kanaal ku geopend of gesloten w
      * In kanaal zitten receptoren: neuromasten
      * Neuromasten
        + = receptoren
        + Bestaan uit

Zintuiglijke cellen: haarcellen met cilia

Cupula: een gelachtige substantie die beetje beweegt/ buigt en op de cilia/ haarcel staan

* + - 2) Werking: als trilling in kanaal is => cupula beweegt => cilia gaan ook bewegen => cilia beweging opent ionenkanalen => hierdoor ontstaat actiepotentiaal => actiepot w doorgegeven
      * Conclusie: beweging cupula, dus cilia kan ionenkanalen openen
      * Extra: hier ook mechanisme 2 met neurotransmitters vrij te stellen
* Het oor (gehoor)
  + = gespecialiseerde receptor voor geluidsgolven
  + Functie: trillingen vd lucht opvangen als geluid
  + 1) Zeer belangrijk voor terrestrische vertebraten
    - Meeste invertebraten horen niet => oor niet belangrijk
  + 2) Sommige arthropoden primitieve oren
    - Sprinkhanen, circaden, krekels
      * Maken zelf geluid aan
      * Hoe komt het dat ze zo veel lawaai kunnen maken?
        + Ze hebben gekartelde vleugels => schrapen met vleugels over elkaar => maken zo dit geluid
        + Functie: ze doen dit voor soortgenoten
    - Nachtvlinders: ultrasone geluiden van vleermuizen
  + 3) Nachtvlinders
    - Functie: Detectie van ultrasone geluiden die vleermuis maakt
      * Vlinders zijn prooien van vleermuizen
        + Wanneer vleermuis ultrasoon geluid stuurt => vlinder detecteert het ultrasoon geluid => zal vluchten
        + Maar ultrasoongeluid botst ook op vlinder => weerkaatst naar vleermuis => vleermuis weet dat er iets is
      * Wat gaat nachtvlinder doen als vleermuis in buurt is om te schuilen?
        + Ergens op gaan zitten => want vleermuis maakt geen onderscheid tssn grond & nachtvlinder op het opp
        + Vlinder gaat op opp zitten dat ook de ultrasone geluiden terugkaatst
    - Elk oor vd vlindder heeft 2 sensorische receptoren
      * => sensorische receptoren registreren de trillingen vh membraan dat begint te trillen als er trillingen in de lucht zijn
      * A1 receptor: reageert op ultrasone geluiden op grote afstand
        + => vleermuis ver weg
      * A2 receptor: reageert op luide ultrasone geluiden op korte afstand
        + => vleermuis dichtbij
      * Gevolg: Positie vleermuis bepalen (dicht of ver)
* Vertebraat oor ( van vis)
  + = evenwichtsorgaan of labyrint
    - Beweging, rotatie, positie
  + Structuur
    - 2 kamers
      * Sacculus (verticaal)
      * Utriculus (horizontaal)
      * = belangrijk voor het evenwichtsorgaan
    - 3 semicirculaire kanalen
      * = deel vh evenwichtsorgaan / belangrijk voor evenwichtsorgaan
      * Staan loodrecht op elkaar
        + => vormen een 3D assenstelsel
    - Conclusie: grootste deel vd oor functie bij vissen: evenwichtsfunctie, gehoor is bijzaak
  + Vissen: lagena
    - = deel dat instaat voor het gehoor van vissen
    - = een kleine ‘pocket’ aan basis vd saccule
      * Gedurende de evolutie is het de gehoorreceptor gwn van tetrapoden
    - ⬄ bij ons cochlea is het deel dat instaat voor het gehoor
  + Vogels en zoogdieren: cochlea
    - = deel dat instaat voor het gehoor bij vogels en zoogdieren
* Menselijk oor
  + = Representatief voor zoogdieren
  + Uitwendig oor
    - Oorschelp
    - Gehoorgang
    - Trommelvlies
    - Werking: geluidsgolven opvangen+ naar trommelvlies leiden
      * Geluiden => lucht trilt => trillingen opgevangen => naar trommelvlies => trommelvlies begin te trillen aan idem frequentie
  + Middenoor
    - = met lucht gevulde kanalen, geen vloeistof
    - Buis van Eustachius
      * = maakt verbinding tussen middenoor en de farynx (keel/neusholte)
      * Werking: Laat toe om de druk tussen middenoor en uitwendig oor gelijk te maken => gelijke druk aan 2 zijden vh trommelvlies
        + Vb: Als vliegtuig nemen => voel je drukverschil => druk op trommel => druk op neus zetten => buis eust openen => druk wordt gelijk gemaakt
    - 3 gehoorbeentjes
      * Malleus (hamer)
      * Incus (aambeeld)
      * Stapes (stijgbeugel)
      * Werking: geleiding en versterking
        + 1) Brengen de trilling over vh trommelvlies naar het ovale venster

Ovale venster

= ingang naar inwendig oor

= membraan

* + - * + 2) Trillingen op ovaal venster => membraan begint te trillen => trillingen komen zo in binnenoor terecht
  + Binnenoor
    - = het cochlea of slakkenhuis
      * Cochlea = kanaal dat gedraaid is als een slakkenhuis
    - = gevuld met vloeistof
    - Vestibulair kanaal
      * = basis is verbonden met ovaal venster
      * = 1ste deel binnenoor
    - Tympanisch kanaal
      * = basis is verboden met rond venster
        + Rond venster = membraan dat trilling afvoert naar buiten
      * = in communicatie met het vestibulair kanaal aan de tip vd cochlea
    - Cochleair kanaal
      * = tussen het tympanisch en vestibulair kanaal gelegen
      * Bevat onderaan: het orgaan van Corti
        + = een sensorisch orgaan
        + 1) Rijen haarcellen (microvili en 1 cilium)
        + 2) Basilair membraan

= scheid het tympanisch kanaal & cochleair kanaal

= Basis waar haarcellen op rusten

Functie: trillingen registreren

* + - * + 3) Tectoriaal membraan

= Ligt langs boven tegen de haarcellen

= Het bedekt de haarcellen

= stugge, sterke structuur

* + - Gehoorzenuw
    - Werking: (s21)
      * Trillingen vanuit het ovaal venster => naar binnenoor gevuld met vloeistof => vloeistof trilt => getransporteerd doorheen vestibulair kanaal => tot in tipje vh uitgerokken slakkenhuis (normaal opgedraaid) => terug door tympanisch kanaal => trilling laat het cochleair kanaal trillen & trillingen verlaten het binnenoor door ronde venster
      * Cochleair kanaal
        + Bevat onderaan kanaal het sensorisch orgaan van corti => wanneer basilair membraan trilt => duwt het de cilia tegen het tectoriale membraan => cilia gaan buigen => ionenkanalen gaan open & signaal w doorgegeven
      * Conclusie: buigen cilia leidt tot een signaal
      * Opmerking: trillingen komen nooit in het cochleair kanaal, komen enkel in het tympanisch kanaal!
  + Gehoor beschadigd wordt
    - Haar beschadigd => geen registratie trillingen meer => hersenen gaan als compensatie zelf pieptoon creeren = tinitus
    - Pieptoon op moment dat er eig geen geluid in omgeving is
  + Hoe onderscheid maken tussen de verschillende frequenties die we horen? (s23)
    - Doordat basilair membraan meetrilt met specifieke frequentie => versch deeltjes basilair membraan gaan meetrillen met spec freq => vb in dat deel vooral lage frequenties horen, in ander deel eerder hoge freq
      * => hersenen gaan dit ku vertalen naar hoge of lage tonen
* Evenwichtsorgaan
  + = verwant met gehoor => ze zitten samen in het oor
* Evenwichtsorgaan van een rivierkreeft
  + = primitief evenwichtsorgaan
  + Statocyst
    - = het gehele evenwichtsorgaan
    - Functie: Detectie zwaartekracht en trillingen
      * => rivierkreeft gebruikt antennes (met daarin de statocyst) die bewegen als er trillingen zijn
      * => trillingen worden geregistreerd => zo positie rivierkreeft tov Fz registreren
    - Bevat een holte (in de antenne) gevuld met waterige vloeistof
    - Bevat haarcellen
    - Bevat een statoliet = een kristal = opgebouwd uit mineralen
      * positie
    - Werking
      * als antenne beweegt => door inertie gaat de statoliet achterblijven in waterige omgeving => dus statoliet beweegt tov haarcellen => cilia gaan gebogen w => hierdoor ionkanalen open => signaal doorgegeven naar hersenen
* Vertebraat evenwichtsorgaan
  + Het evenwichtsorgaan = het vestibulair orgaan of labyrinth
  + Functie: Beweging, rotatie, positie
  + Structuur
    - Naast semicirculaire kanalen: 2 kamers
      * Staan loodrecht op elkaar
      * 1) Sacculus (verticaal)
      * 2) Utriculus (horizontaal)
      * Bevatten kristallen
        + Als kristallen bewegen tov haarcellen => cilia bewegen => ionenkanalen open => signaal doorgegeven
      * Functie: het horizontaal/verticaal systeem zorgt dat we de positie tov de zwaartekracht bepalen
    - 3 semicirculaire kanalen
      * Staan loodrecht op elkaar => in alle richtingen alles waarnemen
        + Vormen een 3D assenstelsel
      * Ampulla
        + = aan basis vd semi circulaire kanalen
        + = een verdikking
        + = een holte in de basis vd semicirculaire kanalen
        + ~ lijkt op de laterale lijn vd vis
        + Haarcellen met cilia en cupula

Cupula kan bewegen

* + - * + Omgeving is waterig = hemolymfe
        + Werking: Cupulla gaat door inertie achterblijven in hemolymfe als er beweging is => cilia/ haarcellen gaan buigen => ionenkanalen open => signaal doorgeven

= Dit gebeurt in 3 richtingen

* + - * + Inertie vd hemolymfe is belangrijk voor rotatieversnellingen te registreren

4. Zicht

4.1 Inleiding

* Zicht
  + Zicht gaat via fotoreceptoren
    - Fotoreceptoren zijn lichtgevoelig
  + Bij meercellig organismen
    - Kan het van enkele lichtgevoelige cellen tot complexe ogen zoals wij
  + Conclusie: Er is dus brede variëteit tussen dieren in lichtgevoelige structuren
    - Van verspreide lichtgevoelige cellen tot complex oog van vertebraten en cephalopoden
* 1) Primitief: dinoflagellaat Nematodinium:
  + = eukaryote cel = een eencellige
  + Heeft een eenvoudig lichtgevoelig structuur: de oogvlek
    - = oogachtige structuur
  + Structuur
    - Retina zonder cellen, want 1cellig
    - Soort lens met retina achtige structuur
    - Daaronder een pigment
    - Veel mitochondrion voor EN errond
* 2) Primitief: Platwormen
  + = vrij primitieve lichtgevoelige structuur bij platwormen
  + Heeft een lichtgevoelige structuur: ocellus
  + Platw moet weg ku zwemmen van licht
    - Reden: in licht kwetsbaar voor predatoren => willen dus in donker
    - Dit reguleren door een lichtgevoelige structuur: ocellus
      * = oogvlekken, niet echt ogen
    - Werking ocellus:
      * Bevat fotoreceptoren & scherm pigment
      * Wnnr licht langs **voor** invalt het op de ocellus => w het gedetecteerd door fotoreceptorische cellen => het over gebleven licht wordt geabsorbeerd door het pigment eronder
      * Dwz als er licht komt van achter de worm => dan w het helemaal geabsorbeerd door scherm van pigment & w het dus niet gedetecteerd
      * Conclusie: als worm wegzwemd vh licht dan valt al het licht op dat scherm en detecteert hij geen licht => dus weet dat hij goed aan het wegzwemmen is vh licht
* 3) Complexe ogen: 2 types
  + Camera-type
    - Heeft 1 lens
    - Bij Vertebraten
    - Bij Cephalopoden
  + Samengesteld oog of facetoog
    - Samenstelling van duizenden lenzen / kleine oogjes
      * => die kleine oogstructuren = de ommatidia
    - Ommatidia
      * = de kleine eenheidjes in het samengesteld oog
      * = de kleine oogstructuren in samengesteld oog
    - Bij Arthropoden
* Vb: Insect: facetoog
  + Samenstelling: uit ommatidia (kleine deeltjes)
    - Bouw ommatidia: kleine lens, lichtgevoelige cellen (andere deeltjes NK)
  + De beeldjes/signalen komen allemaal samen in de optische zenuw
  + Facetoog: libel
    - Resultaat: alle kleine ommatidia geven aparte beeld door naar hersenen en wordt dan samengesteld tot 1 beeld
      * => leidt tot mozaïek achtig beeld => pixel effect
      * ⬄ bij ons is het beeld mooi geinterpreteerd
    - Conclusie: insecten ku heel goed bewegende dingen observeren
      * maar kunnen niet zo scherp zien!
* Vb: Menselijk oog: Cameratype oog
  + 1 lens => al het binnenkomend licht focussen op de retina
    - Er zijn spiertjes die zorgen dat lens vervormd kan worden om dit licht te focussen
  + Pupil => het deel dat licht kan ontvangen
  + Iris => zorgt dat pupil bepaalde grootte heeft
    - Vb: Pupuil w groter bij stress
  + Cornea = hoornvlies => beschermt het oog
  + Achteraan de retina => retina bevat de fotoreceptoren = lichtgevoelige cellen
    - Alle signalen vd fotoreceptoren komen samen in optische zenuw naar hersenen
  + Bloedvaten binnen en buiten komen
  + In kamer is gelachtige substantie
  + Essentie: Licht valt in op lens => w gefocust op retina achteraan in oog (licht opgevangen) => signalen vd fotoreceptoren op retina via optische zenuw naar hersenen
* Ogen zijn meermaals ontstaan in de evolutie
  + Camera type oog bij mens is reeds 2x ontstaan in de evolutie volledig los van elkaar
    - Reden ontstaan: het is voordelig voor de overleving &het is super functioneel
    - We zagen het al bij de inktvissen (cephalopoda)
    - Maar totaal niet verwant met ons oog!
      * De ogen vd intkvis is sterker verwant met platwormen en weekdieren dan met vertebraten
  + Conclusie: het is evolutionair apart ontstaan, maar toch structureel bena hetzelfde als ons oog
* Vb: Oog van een zeekat: Cameratype oog
  + = cameratype oog dat lijkt op ons oog
  + 1 lens
    - Lens focust het licht op retina => prikkels opgevangen door de fotoreceptoren op de retina w verzameld door optische zenuw
  + Gelijkaardige structuur als mens, maar geen evolutionaire verwantschap
    - Wel toch verschillen: onze ogen ontstaan uit hersenweefsel, hun ogen ontstaan uit huidweefsel => dus andere manier ontstaan
* Vb: Oog van een havik
  + = cameratype oog dat sterk lijkt op ons oog (want het is ook een vertebraat)
  + Maar wel extra structuur: pecten: functie onbekend ⬄ mens
    - Functie heeft iets te maken met voorzien van nutriênten voor het oog

4.2 Werking oog

* Hoe werkt nu eig een oog? Hoe kunnen we nu eig zien?
* Vertebraat oog
  + Structuur: zie p11
  + Opsines
    - Hierin zit de basis van ons zicht
    - = lichtgevoelige eiwitten aanwezig in de fotoreceptorcellen in de retina
    - => daar w signaal opgevangen en doorgegeven aan hersenen (via die optische zenuw)
  + Fotoreceptoren in retina: 2 types
    - Staafjes
      * Licht-donker
        + Staafjes kunnen licht-donker zien, geen kleuren
      * Actief bij lage lichtintensiteit
        + Ondersteunen dan de kegeltjes die ook actief zijn
        + Vb: snachts lange tijd in je kamer => kan je toch iets zien, ook al is het donker => dit komt door de staafjes
      * Bleaching: overexcitatie
        + Indien er een heel sterk belichte omgeving is => staafjes w overgeëxciteerd & zijn ze gebleached

=> dan werken ze even niet

* + - Kegeltjes
      * Zorgen voor keurenzicht
      * Actief bij voldoende verlichting (dus niet in het donker)
      * 3 types kegeltjes bij de mens
* Werking staafjes (~ kegeltjes)
  + Dark current fenomeen
    - = een stroom van Na+
  + De fotoreceptor/ staafjes werken op andere manier dan de zintuiglijke cellen die we kennen
    - Normaal: prikkel binnen krijgen in zintuiglijke cel => neurotransmitter gestuurd => actiepot afgevuurd etc (normaal bij licht neurotransm en bij donker geen neurotransm/signaal)
    - Hier omgekeerd: staafjes sturen neurotransm uit wnnr het donker is en stoppen met uitsturen neurotransmitters wnnr het licht is
  + Hoe gebeurt dit ?
    - Als staafje in donker is (geen fotonen op fotoreceptor) => dan is rodopsine (= het opsine vd staafjes) inactief => daardoor gaan Na kanalen open en ontstaat een stroom van Na => Na wordt naar buiten gepompt en stroomt naar binnen via Na kanalen die open zijn => hierdoor depolarisatie staafje => neurotransm vrijgesteld & in volgende bipolaire cellen in retina ontstaat actiepot en die w doorgegeven naar hersenen
    - Als licht is => fotonen op rodopsine=> rodopsine actief => sluiten Na kanalen => instroom (dark current) Na stopt => hierdoor staafje gehyperpolariseerd = membraanpot w negatiever => geen neurotransm => afwezigheid van signaal in volgende bipolaire cel => signaal w niet doorgegeven
      * = dus omgekeerd van zintuiglijke cellen: normaal bij donker geen signaal en licht wel signaal
* Retina
  + Bevat verschillende cellaagjes
    - Fotoreceptorcellen: staafjes & kegeltjes => zitten aan de buitenkant vd retina
    - Contra-intuïtief: licht dat invalt op retina moet eerst door andere cellagen gaan voor ze op kegeltjes en staafjes (fotoreceptoren) terecht komt
      * Bij inktvissen: fotorecept cellen aan binnenkant = logischer & cellen die signalen doorgeven liggen er achter
    - Celtypes in andere lagen NK
  + Fovea centralis
    - = centrale vlek dat ligt op de retina
    - = vlek waarop onze lens altijd al het licht op focust
    - Bevat enkel kegeltjes (hoge concentratie)
      * Vb: snachts naar ster kijken => niet zien want weinig staafjes op fovea => dus net naast ster kijken => dan wel staafjes
    - Hier hebben we het scherpste zicht
    - Werking: lens absorbeert al het licht en centreert het op de fovea
  + Blinde vlek
    - = waar optische zenuw uit of in het oog komt
    - Bevatten geen fotoreceptoren => we kunnen hier niet zien
    - Optische zenuw
* Kegeltjes en staafjes bij de mens
  + Kegeltjes en staafjes vangen licht van bepaalde golflengtes op
  + Kegeltjes: blauwe, groene en rode kegeltjes
  + Staafjes: rodopsine = opsine vd staafjes = zwart
  + Vraag: welke kleur zien de staafjes dan? (want wordt voorgesteld als zwart)
    - Staafjes helpen niet bij kleurenzicht!!!
    - Geen wit licht
      * Want geen enkel opsine/eiwit dat alle golflengtes kan absorberen
      * Eiwitten zijn meestal specifiek => absorberen een bep golflengte
    - Rodopsine / staafjes zien groen licht maar interpreteren het niet als groen, maar interpreteren het als licht versus donker
      * => groen interpreteren we dus als wit licht
      * Rodopsine ziet geen rood licht
        + Als iets rood is in donkere omgeving kunnen we dit niet zien
  + Weke golflengten meest gevoelig?
    - We hebben blauwe, rode, groene kegeltjes
    - Dal = minder goed die kleur zien => kegeltjes overlappen hier minder
    - Als we kegels en staafjes samen nemen
      * => zien we dat we groen licht het best kunnen opvangen
      * => dus in het algemeen opgeteld door kegeltjes & staafjes:
        + groen licht = meest gevoelige licht
    - extra: Wnnr er weinig groen is in omgeving => vinden we het donker => staafjes zien dan weinig licht
* Digitale fotografie
  + We gebruiken rgb kleurenschema: rood, groen blauwe kegels
  + Cameras zijn nagemaakte ogen
  + Als we foto opbouwen krijgen we bij elke pixel maar 1/3 vd info, want elke pixel kan of rood of groen of blauwe info opslaan, maar niet alles tegelijk
  + Waarneming
    - In de matrix: we verzamelen veel meer info over groen licht
      * Reden: Dit doen we omdat ons oog zo gevoelig is voor groen licht
      * Indien we minder groen in foto zouden steken zou foto donker zijn want staafjes krijgen minder licht
    - Dus voor mooie foto: moet er veel groene info inzitten => dus pixels gaan meer groen verzamelen
* Purkinje-effect
  + Rodopsine vd staafjes is niet goed in rood licht observeren
  + We kunnen wel rood zien door rode kegeltjes
  + Enkel als er voldoende licht is => rode objecten waarnemen
    - Als er minder licht is => komen we uiteindelijk bij slecht belichte situatie => rood niet meer zichtbaar want kegeltjes niet meer actief en staafjes net instaat om rood licht te capteren => zien rood als zwart
  + Purkinje effect = het feit dat bij lage lichtintensiteit rood niet meer waarneembaar is en dus rood object zwart wordt
* Extra zicht:
  + Onderzeeër: rood licht
    - Reden: Staafjes w niet gebleached door rood licht want ku dit niet waarnemen => staafjes blijven heel actief => dus als persoon opeens buiten moet kijken naar nacht => nachtzicht perfect in stand gehouden, niet gebleached
    - Conclusie: Dus we hebben hierdoor goed nachtzicht
  + Dachbord verlichting in autos: rood
    - Reden: dan ga je snachts beter nachtzicht hebben, want niet gebleached
    - ⬄ Groen is slechts want bleached staafjes heel snel zie p41 rodopsine groen licht piek
  + Paarden
    - Mens heeft 3 kegeltjes
    - Paarden hebben 2 kegeltjes
    - Links: wat wij zien
    - Rechts: wat paarden ku zien = geel blauw kleurenpalet
      * Zien rood licht niet want maar 2 kegels
    - Vb: Paarden zien altijd gele appel => geen onderscheid tssn rood en groen want maar 2 kegels
      * = rood groen kleurenblindheid
  + Zicht van een hond
    - Gelijkaardig aan dat van een paard
    - Honden ku wel UV licht zien
      * Mens kan dat niet: ons blauw kegeltje kan wel UV licht waarnemen, maar onze lens blokkeert het
    - Maar dieren die UV licht zien hebben wel een minder scherp zicht = trade off
* Extra: Zicht vogels
  + Vogels: hebben 4 kegeltjes
    - = tetrachomaten
    - 1 specifiek UV kegeltje
  + P52: Boven spreeuw, onder mens
    - Bij spreeuw 4 kegels, bij ons 3 kegels
    - Wat is belangrijk verschil tssn de 2 grafieken?
      * Groen is minder dominant bij vogels
        + Wij hebben piek waar we veel groen zien
      * Kegeltjes zijn meer verspreid over versch golflengtes bij vogels
        + ⬄ wij hebben sterke focus op groen
      * Lagere golflengtes bij vogels
        + Hebben UV kegeltje
  + Conclusie: vogel betere verspreiding & ku UV zien
  + Vogels UV licht zien nuttig?
    - Links: beeld dat wij zien
      * Eieren schutkleuren, niet opvallend =goed want wij zijn predatoren
    - Midden: Ei onder uv lamp
      * Ei heeft eig bep kleur & bij vogels lichten bep kenmerken op
    - Rechts: hoe we beeld reconstrueren
      * Hoe zou vogel een andere vogel zien?
      * Zien we dat bep kenmerken van vogels oplichten & eieren hebben ook kleur hebben = makkelijker waar te nemen door vogels
    - 1) NUT1: Vogels zien dus dingen da wij niet kunnen zien
      * => belangrijk bij partnerkeuze & dat predatoren eieren niet ku zien
    - 2) NUT2: Vinden van voedsel
      * Besjes hebben dun laagje dons => haartjes reflecteren UV licht
      * Vogels zien besjes heel gemakkelijk hierdoor
    - 3) NUT3: Voor torenvalk/roofvogel
      * roofvogel zweeft en duikt plots naar beneden om muis te vangen, hoe kan vogel die muis van zo hoog vinden?
      * Muizen scheiden urine uit => urinespoor => urine reflecteert UV licht => torenvlak ziet dus heel rooster van urine spoor => zo muis lokaliseren