

Anatomie



Zintuigen

Zintuigen vormen de verbindingen tussen ons en onze omgeving: we horen, zien, ruiken, proeven en tasten (voelen). Met onze oren, ogen, neus, smaak en huid leggen wij contact met de wereld om ons heen. Zintuigen zijn organen die informatie opvangen over de ons omringende wereld en over de stand van zaken in ons eigen lichaam. Deze informatie wordt doorgegeven naar het centrale zenuwstelsel. Ook het hormoonstelsel kan hierbij een rol spelen. De zintuigcel die de prikkel opvangt en doorgeeft naar de zenuwcel wordt *sensor* genoemd. Prikkel komen uit de buitenwereld, maar ook uit het lichaam zelf: pijn, hongergevoel, dorst, spanning en angst helpen ons bewust te worden van wat er in ons lichaam gebeurt.

Enkele voorbeelden van prikkels van buiten het lichaam zijn het horen van stemmen, licht, de geur van gemaaid gras, de smaak van zoute pinda's, koude/warmte en de aanraking van bijvoorbeeld kleding op de huid of een handdruk.

Dit hoofdstuk geeft uitleg over de bouw van de verschillende zintuigen en de factoren die meespelen bij een optimale werking van deze zintuigen.

'In de praktijk' geeft een aantal voorbeelden van ziekteverschijnselen bij stoornissen aan de zintuigen, zoals lawaaidooftoestand, middenoorontsteking, slechter horen en slechter zien bij veroudering en glaucoom. Ook de normale werking van het geluid en de werking van lenzen komen hier aan de orde.

9.1 Zintuigcellen

Zintuigcellen (sensoren) vangen de voor hen specifieke prikkel zoals geluid, licht, warmte, koude enzovoort op. Vervolgens zetten zij deze specifieke prikkel om in een elektrische prikkel, zodat deze door de zenuwcel opgevangen en doorgestuurd kan worden naar de hersenschors, waar we de prikkel bewust worden. Het bijzondere van zintuigen is dat ze speciaal gevoelig zijn voor één soort prikkel, de voor dat zintuig passende prikkel. Een niet-adequate prikkel kan het zintuig ook wel prikkelen, maar moet dan veel sterker zijn. Licht prikkelt de zintuigcel van het netvlies. Deze prikkel wordt doorgegeven door de oogzenuw naar de hersenschors en nu zijn we ons bewust van het beeld. Bij een stomp op het oog (overprikkeling met een niet-adequate prikkel) ziet iemand sterretjes. Dus op wat voor manier de zintuigcellen van het netvlies ook geprikkeld worden, men ziet wat. De

zintuigcellen van het gehoororgaan zijn speciaal gevoelig voor geluidsgolven: wanneer ze geprikkeld worden hoort iemand geluid. Bij een niet-adequate prikkel (een klap op je oor) hoor je ook geluid (bonzen, suizen). De sterkte die een prikkel moet hebben om een zintuig te prikkelen, noemt men de *prikkeldrempel*. Deze is niet altijd even hoog, maar onder andere afhankelijk van de aandacht. Als je bijvoorbeeld heel aandachtig achter de computer zit, hoor je minder (sommigen niets).

Uit ervaring weet men dat niet iedereen even goed hoort, ruikt of ziet, met andere woorden: mensen ervaren een verschillende *gevoeligheid*. Een zeer zacht of hoog geluid is bijvoorbeeld voor een oudere niet te horen, maar voor een jongere (of een hond!) wél (zie 'In de praktijk' 9.2).

Ook is het zo dat als er veel afleiding uit de omgeving is, men minder prikkels waarneemt. De aandacht voor een prikkel is dan afgenomen. Op een druk plein met veel prikkels wordt iemand eerder beroofd door een zakkenroller.

Over het algemeen zijn zintuigen het gevoeligst voor prikkelverandering. Een prikkel die langer aanhoudt, merkt men vaak niet meer op. Zintuigen kunnen zich dus aanpassen aan de omstandigheden. Dit heet het *adaptatievermogen*. Het minder gevoelig worden van een zintuig bij een langdurige prikkel noemt men negatieve adaptatie; het na een tijdje niet meer ruiken van stank is hier een voorbeeld van, kleren aan het lichaam merk je meestal ook niet op en als je langs een drukke weg woont, merk je vaak het lawaai niet meer op. Een voorbeeld van positieve adaptatie, waarbij het zintuig steeds gevoeliger wordt: ogen die zich in het donker aanpassen, zodat je na verloop van tijd in het donker beter gaat zien.

Er zijn verschillende soorten zintuigcellen:

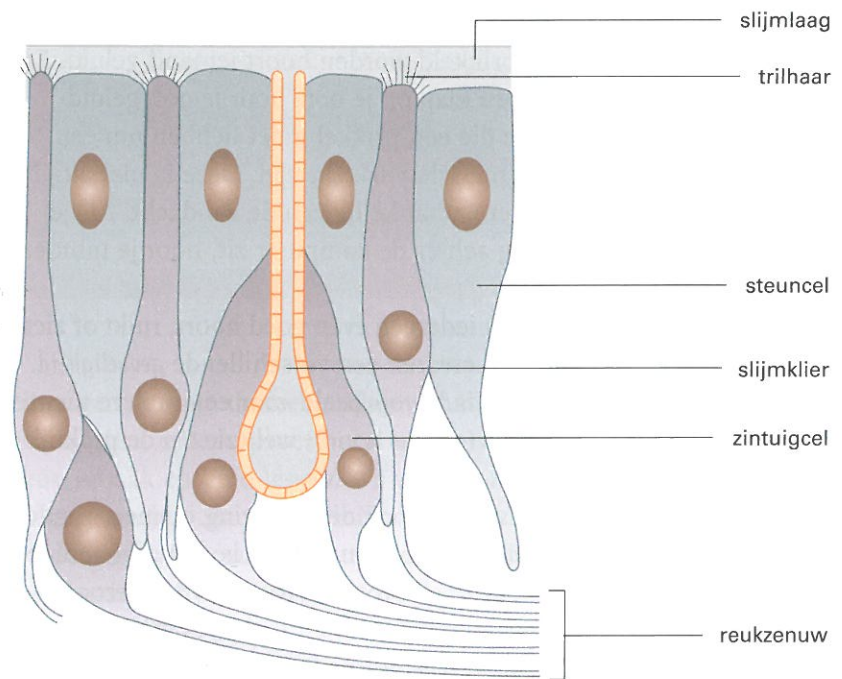
- reuk-, smaak- en pH-sensoren: gevoelig voor chemische stoffen;
- warmte- en koudesensoren: in de huid en de hypothalamus (in de tussenhersenen, zie hoofdstuk 10), gevoelig voor temperatuurverschillen;
- tast-, druk- en pijnsensoren, gevoelig voor mechanische prikkels; inwendige mechanische sensoren zijn de spier- en gewrichtszin, de pijnzin en de druksensoren in de bloedvaten. Ook het gehoororgaan en het evenwichtsorgaan bevatten mechanische sensoren;
- fotosensoren, gevoelig voor licht; ze bevinden zich in het netvlies van het oog;
- pijnsensoren, gevoelig voor bedreigende beschadiging aan weefsels. Ze komen in het hele lichaam voor. De informatie die ze doorgeven wordt ervaren als pijn.

9.1.1 REUK-, SMAAK- EN PH-SENSOREN

Reukzintuig

Het reukzintuig bevindt zich in het reukslijmvlies, helemaal boven in de neusholte op de bovenste neusschelp en op het deel van het neustussenschot dat er tegenover ligt (zie afbeelding 4.5). Het reuk-

Afbeelding 9.1 Schema van een gedeelte van het reukslijmvlies, ondersteboven afgebeeld.



slijmvlies bevat reukzintuigcellen en steuncellen (zie afbeelding 9.1). Het oppervlak van het reukslijmvlies (ongeveer 5 cm²) is klein vergeleken met dat van vele dieren.

De reukzintuigcellen zijn dunne, langgerekte cellen met zeer fijne trilhaartjes. Deze steken uit in het slijm laagje van het reukepithel. Aan de andere kant bevinden zich lange, dunne uitlopers die zich verenigen tot twintig bundeltjes zenuwvezels die via kanaaltjes in de zeefplaat de schedelholte bereiken. Deze bundeltjes vormen samen de reukzenuw (hersenzenuw I; zie ook paragraaf 6.6). In de schedelholte staat de reukzenuw in verbinding met de reukbaan, die rechtstreeks naar het reukcentrum in de grote hersenen loopt (zie paragraaf 6.4). Bij verlaagd bewustzijn ruiken mensen daarom nog steeds (denk aan het gebruik van ammoniak bij bewustelozen om ze een sterke prikkel te geven om bij te komen).

Door middel van het reukzintuig ruikt men gasvormige stoffen. De reukstoffen moeten echter in water oplosbaar zijn om tot de trilhaartjes van de reukzintuigcellen te kunnen doordringen. Zo is ozon nauwelijks in water oplosbaar en daarmee praktisch niet te ruiken. Zoutzuur en ammoniak lossen zeer goed in water op en ruiken in een kleine hoeveelheid al erg sterk. De reukzintuigcellen zijn zeer gevoelig: er is maar een klein beetje van de reukstof nodig om iets te ruiken, maar er vindt snel negatieve adaptatie plaats: na een paar minuten merkt men een bepaalde lucht nauwelijks meer op. Veel van wat men denkt te proeven, ruikt men in feite. De reuk beïnvloedt dus de smaak; bij verkoudheid proeft iemand minder goed. Het autonome zenuwstelsel (zie paragraaf 6.10) speelt ook een rol bij de zintuigen: lekkere luchtjes stimuleren de afscheiding van speeksel en maagsap ('het water loopt je in de mond'); vieze luchtjes kunnen een braakneiging veroorzaken.

Het reukzintuig waarschuwt de mens voor gevaar. Vele schadelijke

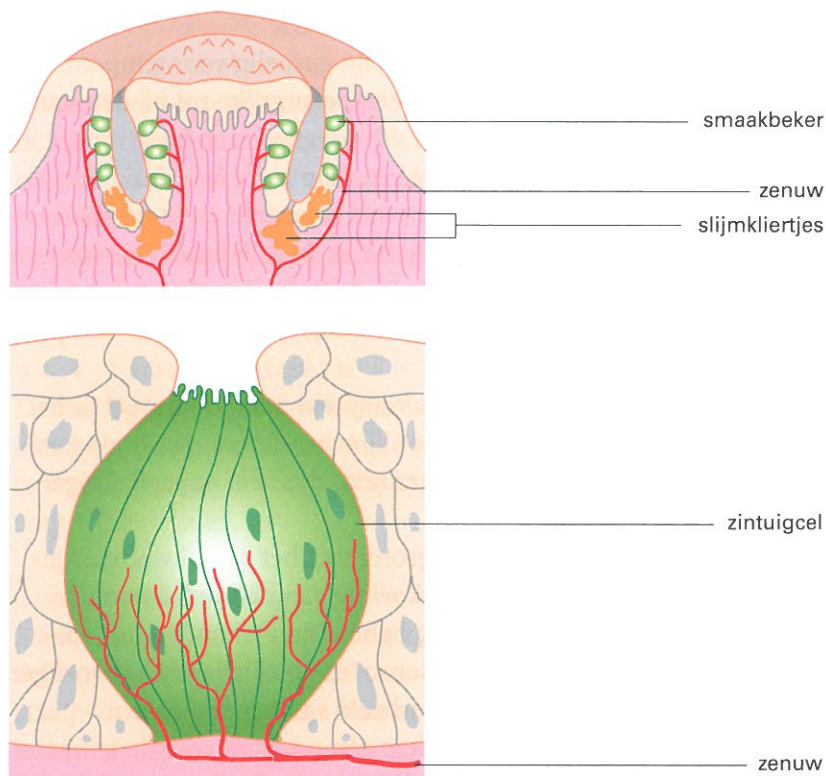
stoffen hebben een onaangename geur (rook, ammoniak, chloor). Beschadiging van de reukzenuw, zoals kan voorkomen bij een schedelbasisfractuur, is daarom gevaarlijk.

Smaakzintuig

Het smaakzintuig ligt op de tong en in het zachte gehemelte. Ook smaaksensoren worden geprikkeld door wateroplosbare stoffen. De smaaksensoren op de tong liggen in de smaakbekers van de omwalde smaakpapillen (zie afbeelding 9.2).

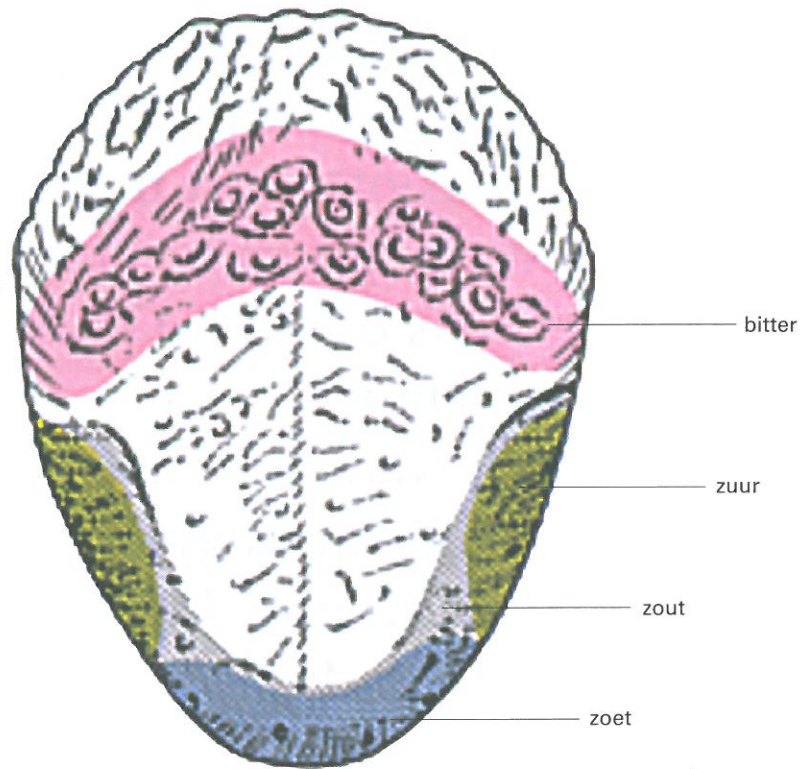
De smaakbekers bevatten naast de zintuigcellen ook steuncellen; de zintuigcellen bevatten microscopisch kleine uitstulpingen (microvilli) die door een kleine opening naar buiten steken (zie afbeelding 8.16). Met behulp van deze microvilli kunnen slechts opgeloste stoffen worden geproefd. Men kan vier smaken onderscheiden: zoet, zuur, zout en bitter (zie afbeelding 9.3). Alle smaaksensoren zijn gevoelig voor alle smaken, maar er is per sensor een overheersende smaak. De 'smaak' is een combinatie van gewaarwordingen, waarbij niet alleen het smaakgevoel maar ook de temperatuur en de reuk een rol spelen. Vergelijk maar eens de smaak van koude koffie met een vers geurende, warme kop koffie. Het smaakzintuig is veel ongevoeliger dan het reukzintuig. Door de smaak herkent men niet alleen het voedsel, maar het regelt ook de sapafscheiding in de mond (speeksel) en in de maag (maagsap).

De smaak en reuk is bij veel ouderen sterk verminderd: voor sommigen een verlies aan kwaliteit van leven.



Afbeelding 9.2 Smaakbekers in de omwalde papil (boven) en een smaakbeker sterk vergroot (onder).

Afbeelding 9.3 De verdeling van de gevoeligheid voor de vier smaken op de tong.



pH-sensoren

De pH-sensoren liggen in de wand van de aortaboog en de halsslagaders. Ze reageren op de pH van het bloed. Een verzuring van het bloed (lage pH) prikkelt deze sensoren, waardoor een toename van de longventilatie ontstaat. Hierdoor wordt meer koolzuurgas (CO_2) uitgeademd, waardoor de pH stijgt (zie hoofdstuk 4).

9.1.2 WARMTE- EN KOUDESENSOREN

De warmte- en koudesensoren in de huid zijn gevoelig voor temperatuurschommelingen. Ook spelen ze een belangrijke rol bij de regulatie van de lichaamstemperatuur.

De warmtesensoren liggen verspreid en diep in de lederhuid (zie hoofdstuk 10), vooral op de handen, in het gezicht en in de slijmvliezen van de neusholte, de mondholte en de slokdarm. De sensoren worden geprikkeld bij verwarming van de huid, waardoor vaatverwijding optreedt. Hoge temperaturen (boven 41°C) geven ook een pijngevoel.

De koudesensoren liggen eveneens verspreid in de huid, veel in het hoornvlies van het oog en onder de slijmvliezen van mond- en keelwand. Ze liggen vlak onder de opperhuid, dus veel oppervlakkiger dan de warmtesensoren.

Het aantal koudesensoren is veel groter dan het aantal warmtesensoren. Ze worden geprikkeld bij afkoeling van de huid, waardoor vaatvernauwing optreedt. Kinderen hebben in verhouding tot volwassenen meer warmte- en koudesensoren en zijn daarom gevoeliger voor temperatuurverschillen, bijvoorbeeld van het badwater.

In de hypothalamus ligt onder andere een centrum voor de temperatuurregulatie. De zenuwcellen van dit centrum regelen zowel de

warmteafgifte als de warmteproductie. Deze zenuwcellen zijn gevoelig voor de temperatuurverandering van het langsstromende bloed (zie paragraaf 10.5).

9.1.3 TAST-, DRUK- EN PIJNSENSOREN

De tastsensoren voor de tastzin bevinden zich vlak onder de opperhuid in de lederhuid. Zij zijn gevoelig voor vervormingen van de huid. De vingertoppen, lippen en tong bevatten veel tastsensoren. Daarom stoppen baby's alles in hun mond. Op die manier onderzoeken zij de dingen. De tastzin geeft een indruk van het aangeraakte oppervlak: is het fluweelzacht of van schuurpapier? Ook rondom de haarschacht liggen gevoelige tastorgaantjes.

De drukzintuigen, die dieper in de huid liggen, kunnen sterke vervormingen (door zware voorwerpen) waarnemen. Ze geven informatie of een kat of een olifant op je voet staat.

De tast- en druksensoren zijn ongelijk over het lichaamsoppervlak verdeeld. De lippen bevatten veel meer tastsensoren dan de rug.

De spier- en gewrichtszin en de druksensoren zijn inwendige sensoren.

De spier- en gewrichtszintuigen hebben als adequate prikkel veranderingen in de spanningstoestand van het betrokken weefsel. De gewrichtszintuigen liggen in gewrichtskapsels en gewrichtsbanden. Zij geven elke verandering in de stand van het gewricht aan het ruggenmerg en de hersenen door. Zo krijgen we informatie over onze houding en over onze bewegingen.

Ook in veel skeletspieren en pezen komen sensoren voor. Zij zijn gevoelig voor rek. Zij geven informatie aan het centrale zenuwstelsel over de bestaande spanning in de pezen. Bij het prikkelen van deze inwendige sensoren treden zeer vaak reflexen op (zoals de kniepeesreflex).

De inwendige druksensoren bevinden zich in de wand van de bloedvaten. Deze sensoren reageren op een verandering van de bloeddruk, in bijvoorbeeld de aortaboog. Dit is belangrijk voor de regeling van de slagaderlijke bloeddruk en daarom voor de werking van het hart (zie hoofdstuk 2).

De tast- en druksensoren in het gehoororgaan en evenwichtsorgaan worden besproken in paragraaf 9.2.2 en 9.2.3.

9.1.4 FOTOSENSOREN

De zintuigcellen (fotosensoren) in het netvlies van het oog vangen lichtprikkel op. In het netvlies bevinden zich twee soorten zintuigcellen: de kegeltjes en staafjes. Zij zorgen ervoor dat je zowel kleuren als contrast kunt zien.

Staaftjes

Staaftjes bevatten een stof, het gezichtspurper, dat onder invloed van licht ontleed wordt. Dit geeft een prikkel aan de zenuw waarmee het staaftje in verbinding staat. Vele staaftjes staan in verbinding met één zenuwcel. De staaftjes zijn schemersensoren: ze zijn zeer lichtgevoelig en hebben dus weinig licht nodig. Ze nemen omtrekken waar, maar

geen details. Met de staafjes kunnen we geen kleuren zien, maar nemen we alles in grijstinten waar. Dit merk je bijvoorbeeld als je in een donkere kelder iets zoekt. Er zijn veel meer staafjes dan kegeltjes, ongeveer 120 miljoen. Voor de vorming van gezichtspurper en dus voor een goede werking van de staafjes is vitamine A nodig. Een tekort aan vitamine A kan daarom leiden tot nachtblindheid: men ziet slecht in het donker of de schemer.

Kegeltjes

Kegeltjes (ongeveer 5 miljoen) zijn dagzintuigen: ze hebben veel licht nodig om te kunnen functioneren. In feite zijn er drie soorten kegeltjes. Een soort dat een stof bevat die uiteenvalt bij blauw licht, één die een stof bevat die uiteenvalt bij rood licht en nog één voor groen licht. Met andere woorden: er zijn blauw-, groen- en roodgevoelige kegeltjes. Vallen er andere kleuren licht op het netvlies, dan worden de kegeltjes in een bepaalde, bij die kleur horende, combinatie geprikkeld, zodat we ook andere kleuren kunnen zien. De kegeltjes nemen details en kleuren waar. Kleurenblindheid wordt veroorzaakt door het ontbreken van een of meer kegeltjespigmenten.

9.1.5 PIJNSENSOREN

Pijnsensoren zijn vaak vrije uiteinden van gevoelszenuwen in de huid. Verschillende soorten prikkels, namelijk mechanische, thermische (warmte, koude) en chemische, kunnen tot pijn leiden. Pijnsensoren vertonen geen aanpassing (kiespijn kan dagenlang duren!). Bij kriebels en jeuk liggen de pijnprikkels beneden de drempelwaarde voor een pijngevoel: het wordt wel als onaangenaam ervaren, maar niet als pijn. De pijnzin heeft een nuttige, waarschuwendende functie. Bij beschadiging van weefsels komen stoffen vrij die de pijnprikkel op de vrije zenuwuiteinden overbrengen. De huid heeft minder pijnsensoren dan tast- en druksensoren. De plaats van pijnprikkel is daarom vaak niet nauwkeurig vast te stellen.

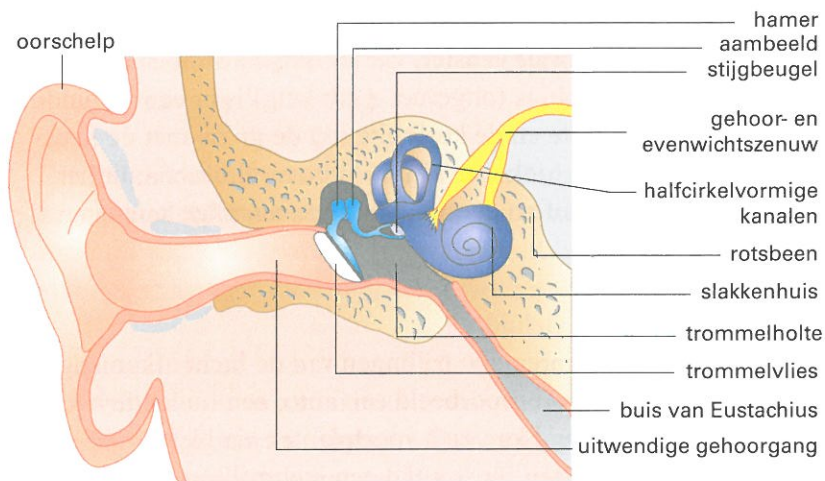
De inwendige pijnsensoren bevinden zich in inwendige organen, zoals in de wand van de maag en hersenvliezen. Inwendige pijn kan ontstaan door uitrekking van holle organen, door stoornis in de bloedvoorziening, door kramptoestanden in glad spierweefsel en door ontstekingsproducten.

9.2 Oor

Het gehoororgaan ligt voornamelijk in het rotsbeen, een onderdeel van het slaapbeen.

9.2.1 BOUW VAN HET OOR

Het oor bestaat uit het uitwendige oor (het geluidopvangende gedeelte), het middenoor (het geluidgeleidende gedeelte) en het binnenoor (het geluidwaarnemende gedeelte en evenwichtsorgaan) (afbeelding 9.4).

**Afbeelding 9.4**

De bouw van het oor.

Uitwendig oor

Het uitwendige oor bestaat uit de *oorschelp* en de *uitwendige gehoorgang*. De oorschelp bevat veel elastisch kraakbeen (behalve bij de oorlel) en is bekleed met huid en enkele spieren die bij de mens nauwelijks meer functioneel zijn (dieren richten daarmee hun oren naar het geluid). De uitwendige gehoorgang heeft haartjes en slijmklieren om stof vast te houden. De productie van oorsmeer kan ook wel eens te sterk zijn, waardoor zich propfen in de oren vormen. Hierdoor kan de uitwendige gehoorgang afgesloten worden en het gehoor verminderen. De uitwendige gehoorgang bestaat gedeeltelijk uit kraakbeen en gedeeltelijk uit been en is ongeveer 2,5 cm lang. Een vlies vormt de grens tussen het uitwendige oor en het middenoor: het trommelvlies. Het heeft een doorsnee van ongeveer 1 cm. Op het trommelvlies worden de geluidsgolven opgevangen; het wordt door deze golven in trilling gebracht. Om goed te kunnen trillen moet het trommelvlies niet naar de ene of andere kant gedrukt worden, met andere woorden: de luchtdruk moet aan beide zijden van het trommelvlies gelijk zijn. Om dit te bereiken staat het middenoor via de buis van Eustachius in verbinding met de keelholte. Bij slikken of gapen kan er lucht van de keelholte naar het middenoor gaan, of omgekeerd, om zodoende de druk aan beide zijden van het trommelvlies gelijk te houden.

Middenoor

Het middenoor is het geluidgeleidende gedeelte en bestaat uit een smalle, hoge, met lucht gevulde trommelholte in het rotsbeen (een van de botten van de schedelbasis, zie paragraaf 11.2). Aan de overkant van het trommelvlies zitten twee door vliezen afgedekte openingen, namelijk bovenaan het ovale en daaronder het ronde venster. In de trommelholte bevinden zich drie gehoorbeentjes, die het trommelvlies met het ovale venster verbinden:

- hamer, met de steel tegen het trommelvlies aan;
- aambeeld, in het midden, verbonden met hamer en stijgbeugel;
- stijgbeugel, met de voetplaat vergroeid met het ovale venster (zie afbeelding 9.5).

De trillingen van het trommelvlies worden ongeveer 22 maal versterkt doorgegeven aan het ovale venster.

Via de buis van Eustachius (ongeveer 4 cm lang) is er een verbinding tussen de trommelholte en de keelholte (op de grens met de neusholte). Het binnenoor (ook wel *labyrint* genoemd) bestaat uit het slakkenhuis, de voorhof en de drie halvecirkelvormige kanalen.

In de praktijk 9.1 Geluid

Het geluid dat we horen zijn trillingen van de lucht afkomstig van een geluidsbron (bijvoorbeeld een auto, een huilende baby, een piano). Het geluid kan zich voortplanten via lucht, vloeistoffen en vaste stoffen. Er is altijd een luchtrilling die een waarneming zal geven in de hersenen.

Voortplanting van het geluid betekent niet dat er luchtdeeltjes op ons trommelvlies afkomen. Wat tijdens de voortplanting van het geluid wordt doorgegeven, is de activiteit: de trilling die van het ene deeltje op het andere overgaat. Ten slotte wordt de trilling van de luchtdeeltjes overgebracht op het trommelvlies, dat nu eveneens mee gaat trillen. De luchtdeeltjes blijven tijdens de voortplanting zo praktisch op hun plaats.

De voortplantingssnelheid van het geluid in lucht bedraagt ongeveer 340 m/s. Dit is betrekkelijk langzaam in vergelijking tot de snelheid waarmee het licht zich voortplant (ongeveer 300.000 km/s).

De voortplantingssnelheid van het geluid in vloeistoffen en in vaste stoffen is veel groter dan in lucht. Zo bedraagt de voortplantingssnelheid van het geluid in water ruim 1400 m/s, terwijl het geluid zich in ijzer voortplant met een snelheid van ongeveer 5000 m/s. Door deze hogere snelheid kunnen walvissen bijvoorbeeld op grote afstand via geluiden met elkaar communiceren zonder veel vertraging.

De toonhoogte is afhankelijk van het aantal trillingen per seconde, de frequentie. Bij een snaar die in trilling wordt gebracht, hangt de toonhoogte, dus de frequentie, af van de dikte van de snaar, de spanning van de snaar en de lengte. Wanneer een snaar trilt met een frequentie van 400 Hz (hertz) en de frequentie wordt verhoogd tot 800 Hz, dan horen we een toon die een octaaf hoger ligt dan de eerste toon. De mens kan alleen trillingen waarnemen waarvan de frequentie ligt tussen 16 Hz en 20.000 Hz. Op hoge leeftijd kan men nog slechts geluidstrillingen waarnemen waarvan de frequentie ligt onder de 13.000 Hz. Hoge tonen worden dus niet goed meer waargenomen door ouderen.

De sterkte van het geluid dat we waarnemen, wordt uitgedrukt in decibel (dB). Om een idee te geven van de sterkte van bepaalde geluiden volgen hier enkele voorbeelden:

- fluisterstem: 20 dB;

- rijdende auto: 50 dB;
- luidspreker op korte afstand: 80 dB.

Een geluidsterkte van 90 dB is de zogenaamde pijngrens, dit wil zeggen: geluiden boven 90 dB ervaren we niet meer als geluid, maar als pijngewaarwording; bijvoorbeeld het geluid van een straaljager op zeer korte afstand.

Binnenoor

Het binnenoor ligt in het rotsbeen. De hierin uitgespaarde holte is het benige labyrint, bekleed met het beenvlies. Het labyrint is een ingewikkeld complex van gangen en holttes, waarbinnen zich zowel het evenwichtsorgaan als het gehoorzintuig bevinden.

In het slakkenhuis zetelt het gehoorzintuig, in de voorhof en de halvecirkelvormige kanalen het evenwichtszintuig.

Het slakkenhuis bestaat uit een spiraalvormig gebouwde ruimte met ongeveer 2,5 winding en een hoogte van ongeveer 5 mm. Het is opgebouwd uit de opstijgende trap en de neerdalende trap (zie afbeelding 9.5). De opstijgende trap begint bij het ovale venster en eindigt in de top van het slakkenhuis. De neerdalende trap begint vanaf de top van het slakkenhuis en eindigt bij het ronde venster. De beide trappen zijn gevuld met een lymfachtige vloeistof en staan aan de top van het slakkenhuis met elkaar in verbinding door middel van een kleine opening. Tussen de beide trappen bevindt zich de middengang. Via dit stelsel van trappen en gangen plant het geluid zich voort. In het slakkenhuis zijn 'haartjes' uitgespannen van verschillende lengtes, de korte aan het begin van het slakkenhuis, de lange bij de top. Voor iedere toonhoogte die wij kunnen horen, is er een bepaalde vezel die gaat meetrillen, als de vloeistof in het slakkenhuis in de frequentie van die toont trilt. De vezel die bij de trillingsfrequentie 'hoort' gaat dan ook meetrillen. Op deze vezels staan de eigenlijke zintuigcellen. De zintuigcellen in het slakkenhuis staan in verbinding met de zenuwvezels van de gehoorzenuw die de prikkels naar de hersenschors geleidt.

In de praktijk 9.2 Lawaaidoofheid

Na het bezoeken van een popconcert of housefeest komen mensen soms met 'tetterende' oren naar buiten. Suizen, fluiten en oorgeruis kunnen enkele uren tot dagen duren. Langzamerhand, na het bezoeken van veel popconcerten en het veel luisteren van harde muziek via de MP3-speler of Ipod, kan het gehoor achteruitgaan. Vaak heeft iemand zelf niet door dat zijn gehoor verslechtert.

Wat is lawaaidoofheid precies? Wat kan je eraan doen? En hoe kan je het voorkomen?

Lawaaidoofheid is een aandoening van de haartjes van de zintuigcellen in het slakkenhuis. Bij sterke geluiden trilt het trommelvlies sterk. Via de middenoorbeentjes wordt in de vloeistof in het slakkenhuis ook een sterke trilling opgewekt. De haartjes worden door de trillingen sterk vervormd. De vervorming kan zo groot zijn dat de haartjes kapotgaan. Het gehoor is dan beschadigd.

Lawaaidoofheid begint bij de hoge tonen in het gebied rond 4000 Hz. Bij lawaaidoofheid is het gehoorverlies bij beide oren meestal gelijk. De schade aan de zintuighaartjes is onherstelbaar. Bij lawaaidoofheid heeft men onder andere de volgende klachten:

- men heeft moeite met het volgen van gesprekken in een lawaaiige omgeving (bijvoorbeeld tijdens een feestje);
- men reageert langzamer op geluiden uit de omgeving.

Door geluid boven 80 dB kan er gehoorschade ontstaan. De grens van 80 dB geldt voor een dagelijkse blootstelling van acht uur. Boven 80 dB wordt het risico op gehoorschade groter. Mensen die veel met machines werken, bijvoorbeeld metaalbewerkers of bouwvakkers, lopen het risico om blootgesteld te worden aan geluiden boven 80 dB. Ook diskjockeys, popmuzikanten en geluidstechnici lopen veel risico.

In het Arbobesluit zijn maatregelen opgenomen voor werkgevers om de gehoorschade zoveel mogelijk te beperken. Deze maatregelen gaan over de maximale blootstelling, het gebruik van beschermingsmiddelen en gehooronderzoek.

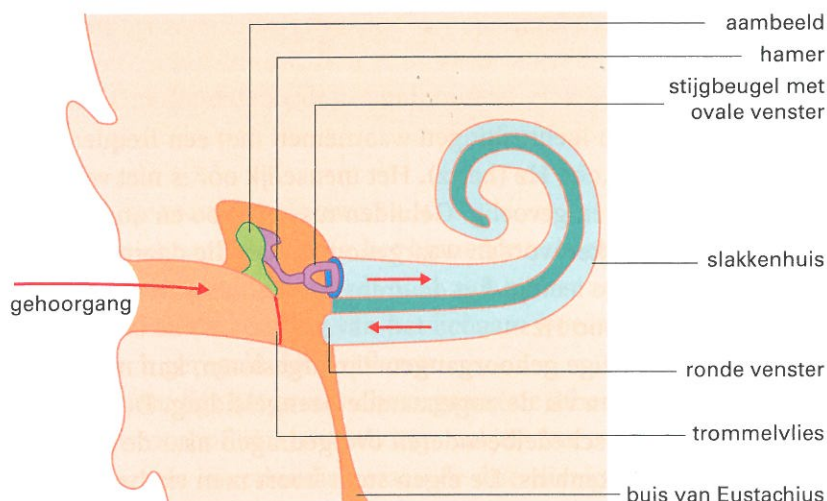
Het taboe op het dragen van oordopjes tijdens popfestivals en concerten lijkt te verdwijnen. Bezoekers van festivals kunnen ook vaker ter plekke transparante plastic oordoppen op maat laten maken. KNO-artsen merken dat er een mentaliteitsverandering gaande is. In het begin reageerden jongeren op gehoorbescherming met 'dat moet ik niet'. Nu nemen ze het onderwerp serieuzer.

Bron: Bureau Beroepsziekten FNV en festivalinfo.nl.

9.2.2 VOORTPLANTING VAN HET GELUID IN HET OOR

Geluid is een golfverschijnsel dat ervoor zorgt dat het trommelvlies begint te bewegen. Door de beweging van het trommelvlies worden de beentjes in het middenoor (hamer, aambeeld en stijgbeugel) op hun beurt in beweging gebracht. De stijgbeugel brengt deze trilling weer over op het slakkenhuis. In het slakkenhuis wordt de lymfachtige vloeistof in trilling gebracht en doorgegeven aan heel fijne haarcellen. Doordat deze haarcellen gaan bewegen, ontstaat er een spanningsverschil, wat ertoe leidt dat de zenuw geprikkeld wordt en de gehoorzenuw dit signaal naar de hersenen doorgeeft (afbeelding 9.5). De oorschelpen helpen nauwelijks mee om de richting van het geluid

te bepalen. Door de bouw van de uitwendige gehoorgang wordt het geluid ongeveer driemaal versterkt. Door de buis van Eustachius die tijdens het slikken wordt geopend, wordt de druk aan weerszijden van het trommelvlies even groot, waardoor het vrij kan meetrillen.



Afbeelding 9.5 Vereenvoudigde weergave van de voortplanting van het geluid in het oor.

In de praktijk 9.3 Acute middenoorontsteking

Hoe komt het dan kleine kinderen zo vaak oorproblemen hebben, zoals middenoorontsteking?

Acute middenoorontsteking is een veelvoorkomende aandoening bij kinderen en ontstaat vaak na een verkoudheid. Oorproblemen komen sowieso veel vaker voor bij kinderen dan bij volwassenen en hebben veelal te maken met een nog niet goed ontwikkelde buis van Eustachius. Deze buis verbindt het oor met de neus en zorgt ervoor dat het middenoor goed belucht wordt en dat het zijn afvalstoffen kwijt kan. Behalve dat de buis van Eustachius relatief moeilijk opengaat bij kinderen, is hij ook relatief kort, wat het oor vatbaarder maakt voor infecties.

Door de beperkte werking van de buis van Eustachius wordt het vocht van een verkoudheid niet goed afgevoerd. Het blijft achter in het middenoor, waar het een broedplaats vormt voor bacteriën en virussen. Zo ontstaat er gemakkelijk een ontsteking die leidt tot koorts en de vorming van pus. Een dubbele oorontsteking (aan twee oren tegelijk) kan ook optreden. De druk van pus tegen het trommelvlies is bijzonder pijnlijk. Baby's gaan hierdoor slechter drinken en slapen en grijpen naar het oortje. Peuters kunnen ook buikpijn krijgen en braken. Na een aantal dagen wordt de pijn minder doordat de pus wordt opgelost of doordat er een gaatje in het trommelvlies komt waardoor de pus weg kan. Er komt dan pus en soms ook wat bloed uit de gehoorgang. Dit wordt een 'loopoor' genoemd. Meestal is dit binnen een paar dagen weer over en geneest het gaatje in het trommelvlies spontaan.

Om de beluchting van het middenoor te verbeteren kunnen tijdens een kleine ingreep trommelvliesbuisjes worden geplaatst. Een trommelvliesbuisje zorgt voor een open verbinding tussen het middenoor en de uitwendige gehoorgang, waardoor lucht in het middenoor kan komen.

De mens kan alleen luchttrillingen waarnemen met een frequentie tussen 16 Hz en 20.000 Hz (hertz). Het menselijk oor is niet voor alle geluidstrillingen even gevoelig. Geluiden tussen 2000 en 4000 Hz kunnen gemakkelijker worden waargenomen dan die daaronder of daarboven. Op hoge leeftijd ligt de grens van het waarnemen van hoge tonen bij 13.000 Hz.

Ook als de uitwendige gehoorgangen zijn afgesloten, kan men toch geluiden waarnemen via de zogenaamde beengeleiding. De prikkels worden dan via de schedelbeenderen overgedragen naar de zintuigcellen van het slakkenhuis. De eigen stem hoort men via beengeleiding. Vandaar dat mensen hun eigen stem nauwelijks herkennen als ze deze horen via de andere weg, de uitwendige gehoorgang (via een geluidsdrager zoals tv, audio).

De zenuwvoorziening van het gehoororgaan gebeurt door de gehoor- en evenwichtszenuw (hersenzenuw VIII, zie paragraaf 6.6.1). Deze bevat twee takken: de gehoorzenuw en de evenwichtszenuw.

In de praktijk 9.4 Gehoorverlies bij ouderen

Hoe komt het dat oudere mensen vaak slecht horen en een hoorapparaat moeten dragen?

Bij ouderdomshardhorendheid is er vaak sprake van een combinatie van twee vormen van doofheid, namelijk geleidingsdoofheid en perceptiedoofheid.

Geleidingsdoofheid

Wanneer het trommelvlies en de gehoorbeentjes de trillingen niet meer goed doorgeven aan het slakkenhuis, spreekt men van geleidingsdoofheid. Geleidingsdoofheid kan ontstaan door afsluiting van de uitwendige gehoorgang, middenoorontsteking, beschadiging van het trommelvlies of afwijkingen aan de gehoorbeentjes zoals otosclerose.

Perceptiedoofheid

Perceptiedoofheid is gehoorverlies veroorzaakt door de verminderde functie van het slakkenhuis of van het betrokken deel van het zenuwstelsel. Meestal zijn de haartjes van de zintuigcellen beschadigd. Lawaaidoofheid, ouderdom en erfelijke aanleg kunnen oorzaak zijn van perceptiedoofheid.

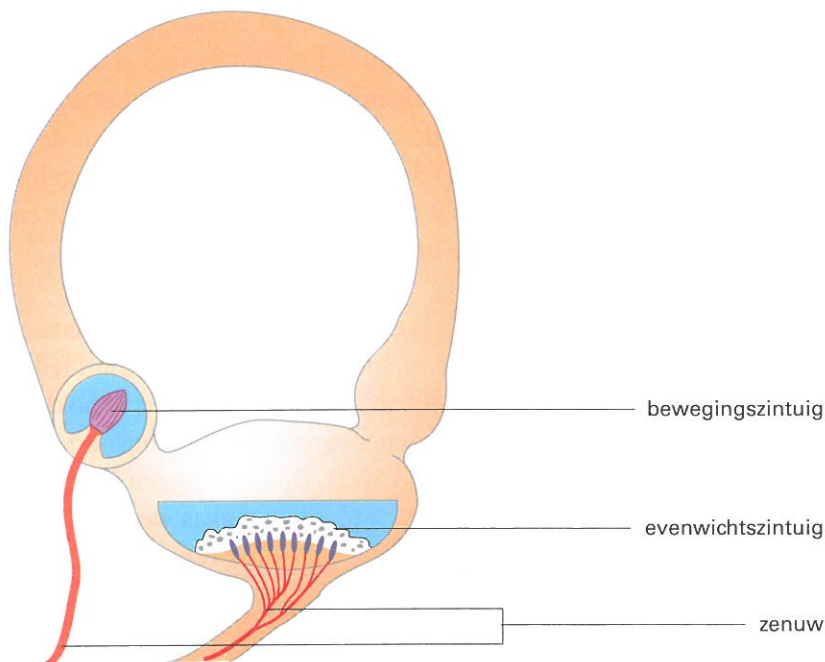
Hoortoestel

Een hoortoestel versterkt het geluid en kan de gevolgen van geleidingsdoofheid grotendeels opvangen. Het perceptieverlies door beschadiging van de trilhaarcellen kan niet door het hoortoestel worden tenietgedaan. Het geluid wordt door het gebruik van het toestel dus wel harder, maar de kwaliteit verbetert er niet door. Om die reden valt het hulpmiddel vaak tegen.

9.2.3 EVENWICHTSORGAAN

Het evenwichtsorgaan ligt in het binnenoor als een zelfstandig orgaan. De waarnemingen wordt men zich echter zelden bewust; de juiste stand en de houding van het lichaam worden min of meer automatisch geregeld door reflexen.

In het labrynt ligt het evenwichtsorgaan (zie afbeelding 9.6). Het omvat het voorhof met twee vliezige zakjes: het ovale en het ronde zakje. Hiermee in verbinding staan de drie vliezige halvecirkelvormige kanalen. De vliezige structuren bevatten een stroperige vloeistof.



Afbeelding 9.6 Bouw van het evenwichtsorgaan.

In het ronde en ovale zakje bevinden zich respectievelijk een verticale en horizontale verdikking. Deze bestaat uit epitheel met haarcellen. Op de haarcellen ligt een gelatineachtige massa, waarin zich de 'gehoorssteentjes' bevinden. Deze steentjes drukken in een bepaalde richting op de haarcellen, afhankelijk van de stand van het hoofd. Doordat er één verdikking horizontaal en één vertikaal staat, ervaart men door de richting van de druk van de haarcellen, hoe de stand van het hoofd op een bepaald moment is: de haarcellen geven de prikkel door aan zenuwvezels die deel uitmaken van de evenwichtszenuw. Ook een rechtlijnige versnelling wordt op deze wijze waargenomen:

als men bijvoorbeeld met de lift naar boven gaat, wordt er opeens veel sterker door de gehoorssteentjes op de haarcellen van de horizontale verdikking gedrukt, waardoor de beweging naar boven wordt waargenomen.

Draaibewegingen worden waargenomen in bepaalde cellen van de halvecirkelvormige kanalen. Deze kanalen zijn zo gerangschikt dat zij in drie richtingen onderling loodrecht op elkaar staan. Daar waar de kanalen uitmonden in het ovale zakje is een verwijding. In deze verwijding steekt een soort kam uit, die weer bezet is met haarcellen. Als men het hoofd draait, draaien – afhankelijk van de richting – één of meer halvecirkelvormige kanalen mee. De stroperige vloeistof blijft enigszins bij deze beweging achter, waardoor druk op de haarcellen ontstaat. Deze prikkel wordt overgebracht op de evenwichtszenuw en zo kan men draaiersnelingen waarnemen.

De zintuigen die samen het evenwicht bepalen, zijn het evenwichtszintuig, het gezichtszintuig en de spier- en gewrichtszintuigen.

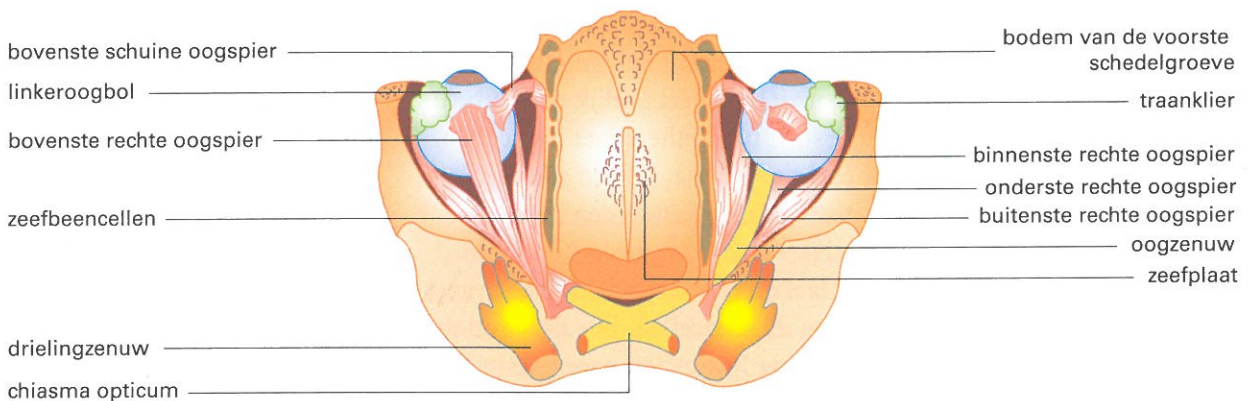
Bij het ouder worden vermindert het evenwicht; bewegen gaat steeds labieler en onzekerder. Verandering van de lichaamshouding (zitten, staan) gaat steeds moeizamer.

9.3 Oog

Het gezichtszintuig kan lichtprikkel opvangen en vervolgens via impulsen van de oogzenuw naar de sensibele visuele schors (in de achterhoofdkwab, paragraaf 6.4) doorsturen, waardoor zien mogelijk wordt. Het gezichtszintuig bestaat uit de oogbol met de oogzenuw en de hulporganen van het oog (zie afbeelding 9.7).

9.3.1 LIGGING, BOUW EN FUNCTIE VAN DE OOGBOL

De ogen zijn bolvormig met een doorsnee van ongeveer 25 mm. Ieder oog heeft aan de achterzijde een vetkussentje van steunvet. Schokken en stoten kunnen zo worden opgevangen, zonder dat het bijvoorbeeld loslating van het netvlies ten gevolge heeft. De ogen liggen in de oogkassen van de schedel. De wand van iedere oogkas wordt gevormd door een gedeelte van: voorhoofdsbeen, jukbeen, wiggenbeen, bovenkaak, zeefbeen en tranenbeen (afbeelding 11.7 en 11.8).



Afbeelding 9.7 Bovenaanzicht van de ogen van de mens.

Aan de voorkant wordt het oog beschermd door de oogleden en de wimpers.

De wand van de oogbol bestaat uit drie lagen: de oogkroon of oogvlies (zie afbeelding 9.8). Van buiten naar binnen zijn dit:

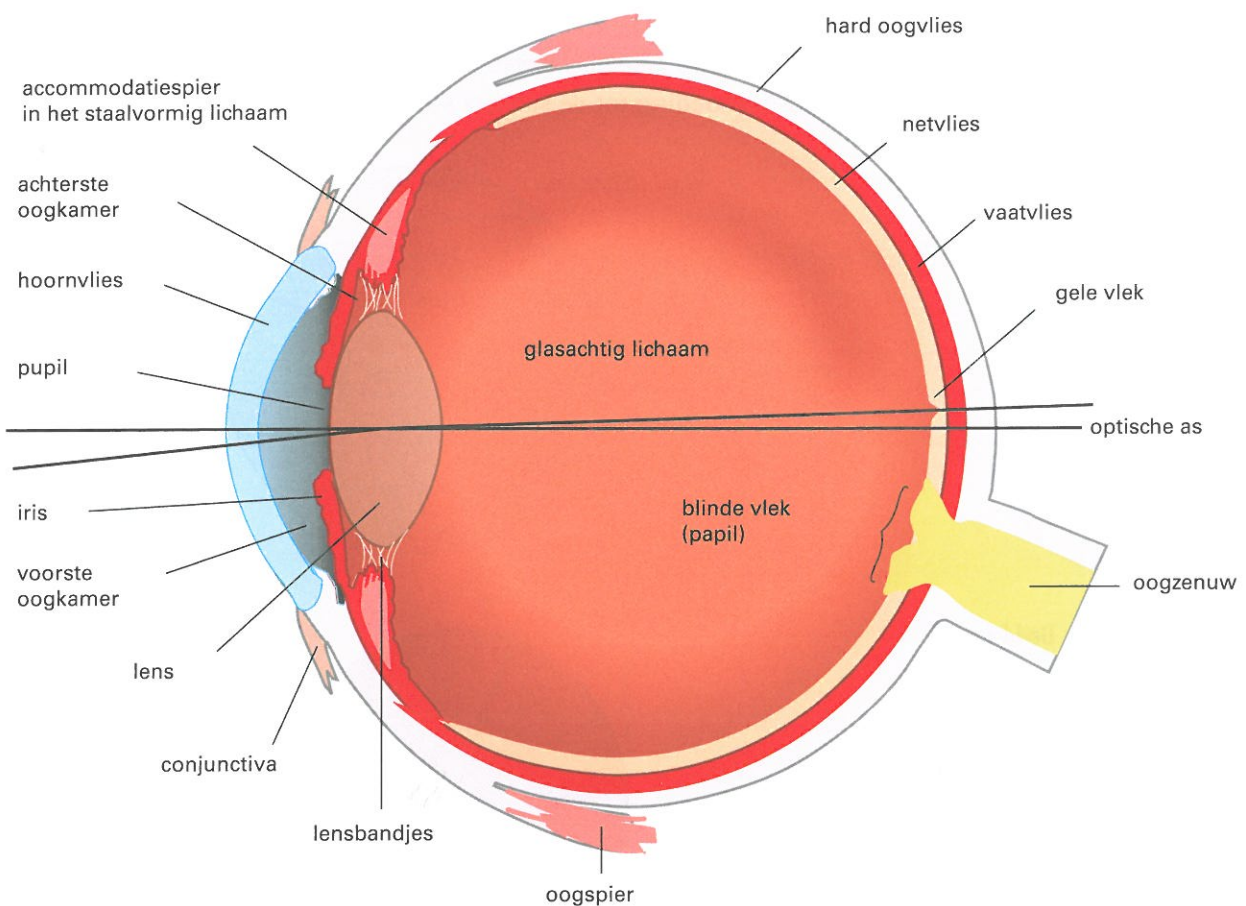
Hard oogvlies

Het harde oogvlies is een stevig, wit bindweefselkapsel (oogwit) dat aan de voorzijde overgaat in het sterker gekromde en doorzichtige hoornvlies. Doordat het hoornvlies sterker gekromd is dan de rest van het harde oogvlies, is het uitermate geschikt om de lichtstralen te breken. Het hoornvlies bevat geen bloedvaten, wat transplantatie van het hoornvlies mogelijk maakt. Het hoornvlies is wel zeer pijngevoelig. Het harde oogvlies geeft stevigheid en bescherming aan het oog en is tevens de aanhechtingsplaats voor de oogspieren.

Vaatvlies

Het vaatvlies wordt zo genoemd vanwege de vele bloedvaten die het bevat en die belangrijk zijn voor de voeding van het oog. Het vaatvlies bekleedt niet de binnenkant van het hoornvlies, het gaat aan de voorzijde over in het regenboogvlies (iris). Het regenboogvlies bevat het pigment dat de oogkleur bepaalt. Blauwe ogen bevatten minder pigment dan bruine ogen.

De pupil is de opening in het midden. Die kan door kringspieren in het regenboogvlies vernauwd worden om de hoeveelheid licht die het



Afbeelding 9.8 Horizontale doorsnede van het rechteroog.

oog binnenvalt te regelen. De pupilreflex zorgt voor het vernauwen van de pupil bij invallend licht. De oogzenuw vormt de aanvoerende baan en de parasymphatische tak van de gemeenschappelijke oogspierzenuw vormt de afvoerende baan in de reflex.

De doorsnee van de pupil wordt ook beïnvloed door pijn, angst en stress: de pupil vernauwt. Bij de rand van het hoornvlies is het vaatvlies verdikt tot het zogenaamde straalvormig lichaam. Daarin is de ooglens opgehangen door middel van lensbandjes; de werking hiervan wordt besproken bij het accommoderen (aanpassen van de kromming van de ooglens, scherpstellen van de lens). Het regenboogvlies zit vast aan het straalvormig lichaam.

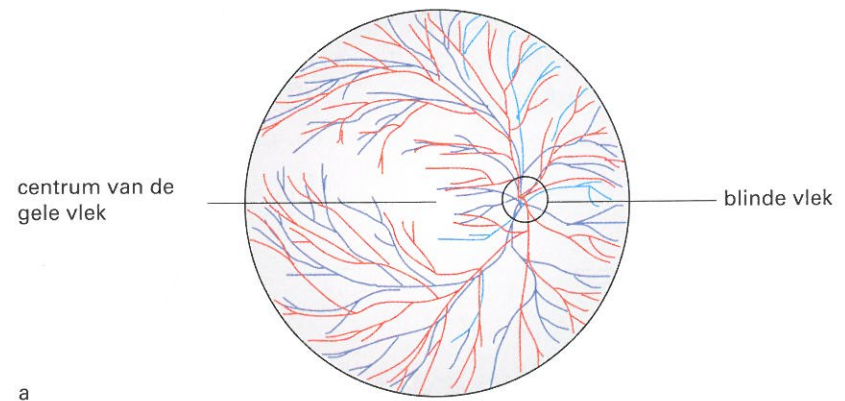
Netvlies

Het netvlies bestaat uit twee lagen:

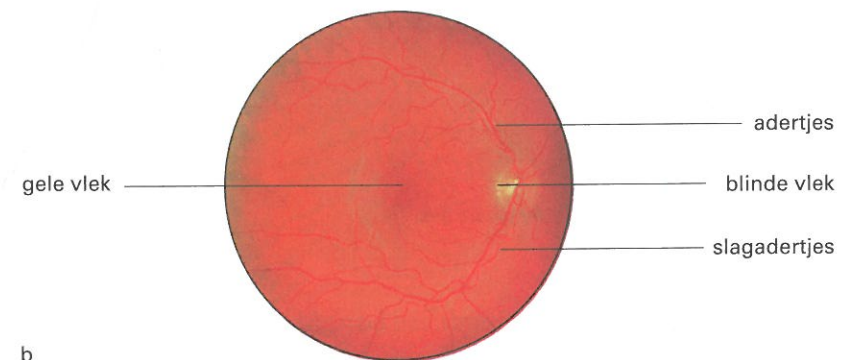
- een pigmentlaag, de buitenste laag van het netvlies tegen het vaatvlies aan; de pigmentlaag dient om te voorkomen dat in het oog vallende lichtstralen eindeloos weerkaatst worden binnen de oogbol, waardoor ze het netvlies op vele plaatsen zouden treffen en een onduidelijk beeld veroorzaken. Bij albino's ontbreekt de pigmentlaag; hun gezichtvermogen is ernstig beperkt. Bovendien hebben zij 'rode ogen' doordat het vaatvlies te zien is;
- een zintuiglaag, bevat een laag zintuigcellen (kegeltjes en staafjes) en een dubbele laag zenuwcellen. Het netvlies bevat bloedvaten (zie afbeelding 9.9a). Het netvlies is niet overal even lichtgevoelig. De gele vlek met in het midden een klein putje is de gevoeligste plaats van het netvlies doordat de gele vlek veel zintuigcellen met bijna uitsluitend kegeltjes bevat. Aan de rand neemt het aantal kegeltjes in verhouding tot de staafjes sterk af.

Afbeelding 9.9a Bloedvaten van het netvlies.

Rood: kleine slagadertjes
Blauw: kleine adertjes



Afbeelding 9.9b Beeld van de achterwand van het oog.

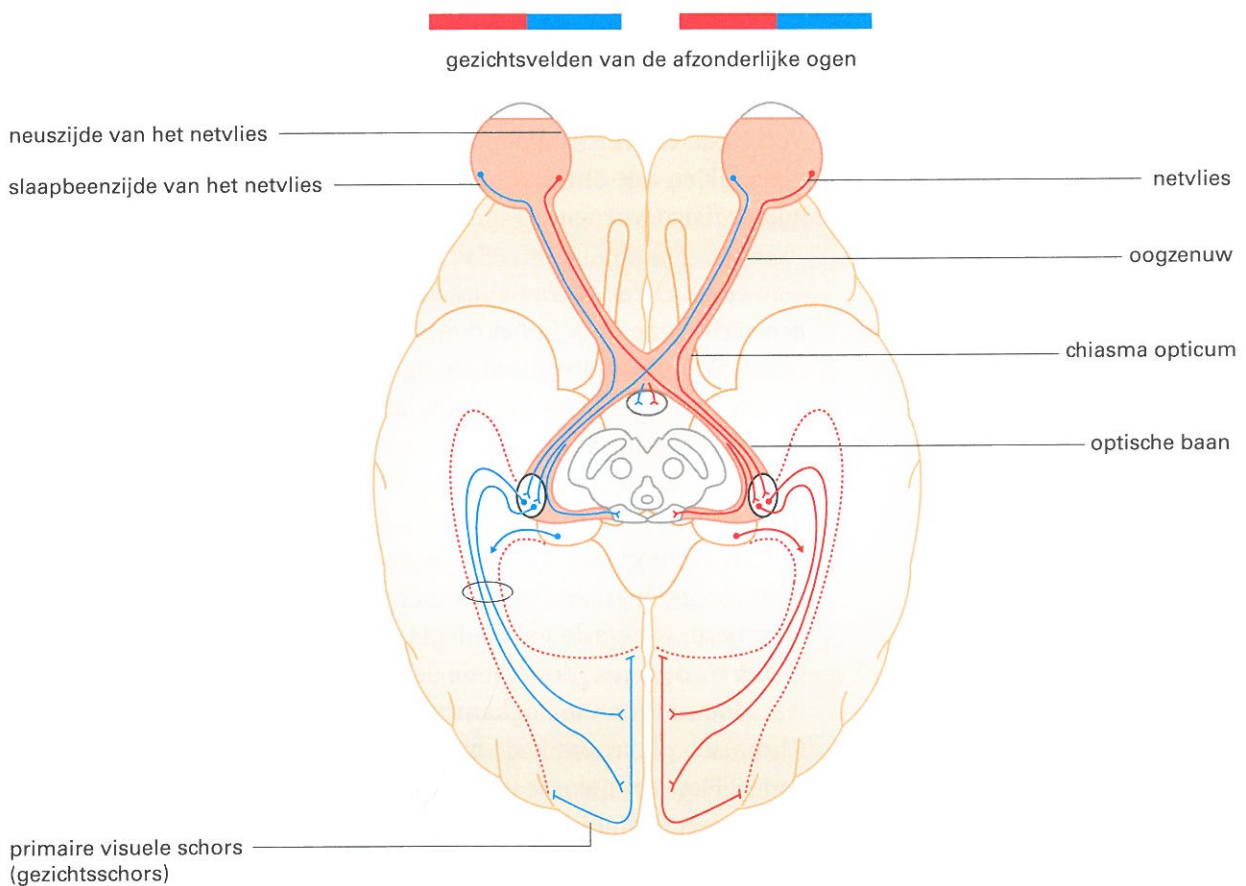


De blinde vlek is de plaats waar de oogzenuw de oogbol verlaat. Doordat er geen zintuigcellen liggen is de blinde vlek ongevoelig voor lichtprikkels.

De meeste kegeltjes, vooral die in het kleine putje, zijn verbonden met één enkele zenuwcel. In dit kleine putje liggen de kegeltjes bovendien dicht op elkaar. Hierdoor is het onderscheidend vermogen in dit deel van het netvlies het grootst. Staafjes zijn met meerdere tegelijk verbonden aan één zenuwcel. Met de staafjes kan men niet scherp zien, maar door de optelsom van alle staafjes is de gevoeligheid toch redelijk. Bij weinig licht werken alleen de staafjes en kunnen we toch vormen en grijsnuances zien.

De zintuigcellen zijn door uitlopers verbonden met de zenuwcellen. De zenuwcellen lopen via de oppervlakte van het netvlies naar de blinde vlek. Daar verlaten ze als oogzenuw (hersenzenuw II) de oogbol (zie afbeelding 9.8).

De oogzenuw voert de prikkels naar de gezichtscentra in de grote hersenen. In het zogenaamde chiasma opticum kruisen de gezichtszenuwen zich. De vezels uit de slaapbeenzijde van het netvlies kruisen niet, maar gaan in het chiasma opticum aan dezelfde zijde verder (zie afbeelding 9.10). Het chiasma bevindt zich aan de basis van de tussenhersenen tussen de hypofyse en de hypothalamus. Een tumor in de hypofyse kan leiden tot druk op het chiasma, waardoor er kans is



Afbeelding 9.10 Kruising van de gezichtszenuwvezels uit de naar de neus toegekeerde gedeelten van het netvlies.

op gezichtsstoornissen. Na het chiasma opticum wordt gesproken van optische baan.

De twee, iets verschillende, omgekeerde en sterk verkleinde beelden (postzegelformaat) die op het netvlies in het linker- en rechteroog zijn gevormd, worden met behulp van het gezichtscentrum (in de achterhoofdkwab) als één beeld waargenomen. Hierdoor is het mogelijk om goed diepte te zien en afstanden te schatten, oftewel 'stereo' te zien.

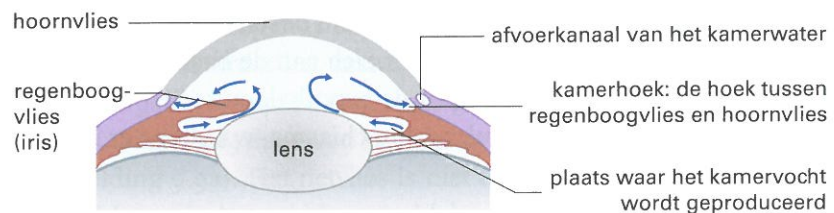
9.3.2 BEELDVORMING

De oogbol bevat drie verschillende doorzichtige stoffen die samen met het hoornvlies een duidelijk beeld kunnen projecteren op het netvlies: het kamervocht, de lens en het glasachtig lichaam.

Kamervocht

Het kamervocht is een heldere vloeistof in de voorste en achterste oogkamer (afbeelding 9.11). De grens van de voorste oogkamer is het hoornvlies, het regenboogvlies en de lens.

Afbeelding 9.11 Doorsnede van de voorste oogkamer. De pijlen geven de stroomrichting aan van het kamervocht.



In de praktijk 9.5 Glaucoom

Veel ouderen worden geopereerd aan glaucoom. Wat is dit eigenlijk en hoe ontstaat het? Kan je het eigenlijk voorkomen en zijn er risicogroepen?

Glaucoom is een verzameling afwijkingen waarbij sprake is van een verhoogde druk in het oog. Bij een verhoogde druk treedt er namelijk onherstelbare schade op aan zenuwvezels van de oogzenuw door de slechte vaatvoorziening. Hierdoor neemt de gezichtsscherpte af en ontstaat er uiteindelijk blindheid.

Ouderen

Bij een acuut glaucoom treedt een plotselinge verhoging van de oogboldruk op, doordat de kamerhoek, waar het vocht wordt afgevoerd, is afgesloten. De kans op een dergelijke afsluiting is groter bij ouderen, doordat de ooglens het hele leven doorgroeit, waardoor de voorste oogkamer ondieper is.

Chronisch glaucoom is de meest voorkomende vorm van glaucoom. Het vocht wordt steeds trager afgevoerd door een toenemende weerstand in het afvoersysteem, waardoor de oogboldruk geleidelijk stijgt. De symptomen treden meestal op in beide ogen.

Risicogroepen

Risicogroepen voor glaucoom zijn mensen bij wie glaucoom in de familie voorkomt, bij sterke ver- of bijziendheid, mensen van Afrikaanse of Aziatische afkomst, mensen die aan hart- en vaat-aandoeningen lijden en mensen die langdurig corticosteroiden gebruiken.

De achterste oogkamer is ringvormig en bevindt zich voor en om de lens, achter het regenboogvlies. Het kamervocht wordt geproduceerd door het stralvormig lichaam. Het kamerwater stroomt voortdurend vanuit de achterste oogkamer door de pupil naar de voorste oogkamer. Daar wordt het door het steunweefsel in de hoek tussen het regenboogvlies en het hoornvlies (kamerhoek) afgevoerd naar een speciaal afvoerkanaaltje in het harde oogvlies. Per minuut wordt ongeveer 2 mm³ kamervocht geproduceerd en afgevoerd via dit kanaaltje. Het kamervocht zorgt voor de handhaving van de oogboldruk. Wanneer de vochtafvoer wordt gehinderd, bijvoorbeeld door een ontsteking of ouderdom, kan er een te hoge druk in de oogbol ontstaan (glaucoom, zie 'In de praktijk' 9.5). Het kamervocht heeft de volgende functies:

- onderhoud van de oogboldruk;
- breken van licht;
- voeding van de lens en het regenboogvlies.

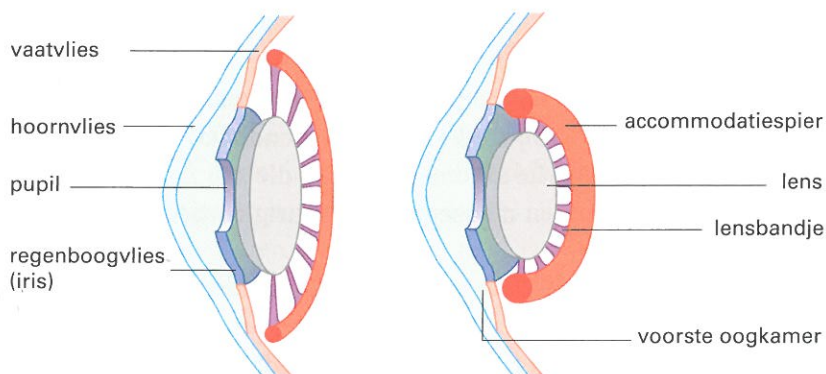
Lens

De lens bevindt zich tussen de pupil en het glasachtig lichaam; de vorm is dubbelbol met een doorsnee van 9 à 10 mm en een dikte van ongeveer 4 mm. De lens bestaat uit glasheldere lensvezels en is omgeven door een kapsel met lensbandjes. Deze lensbandjes vormen de verbinding met het stralvormig lichaam. Hierdoor is de lens opgehangen in het stralvormig lichaam waarin zich de accommodatiespier bevindt.

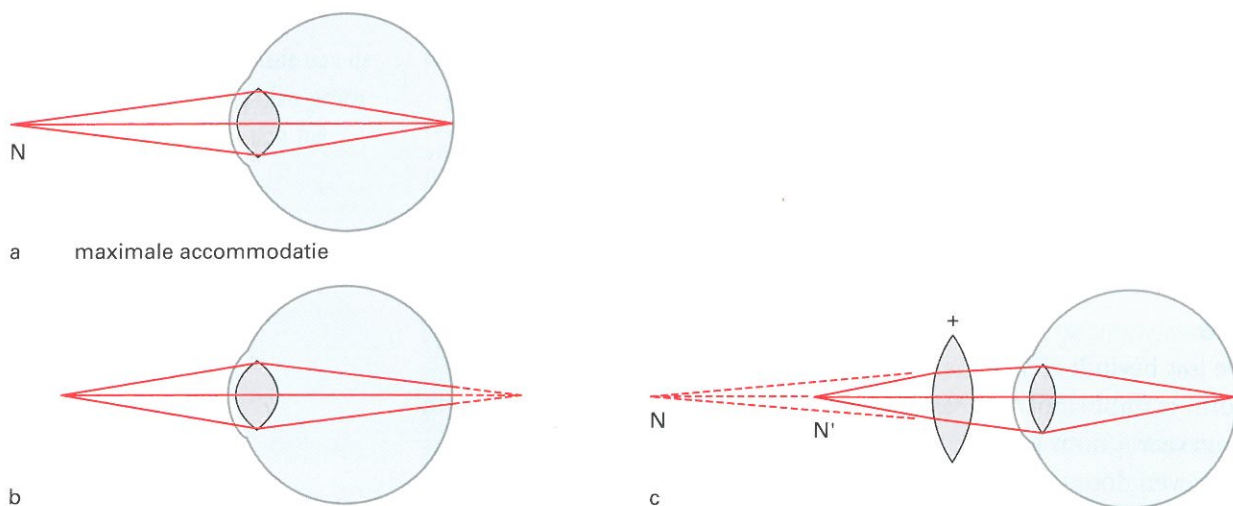
Het glasachtig lichaam bestaat uit een heldere geleimassa (met 98% water) die voor de bolvorm van het oog zorgt.

De lichtstralen moeten achtereenvolgens het hoornvlies, het kamervocht, de lens en het glasachtig lichaam passeren voordat ze worden opgevangen door de zintuigcellen in het netvlies. Het sterk gekromde hoornvlies en de soepele elastische lens dragen bij aan de breking van de lichtstralen, zodat er scherp kan worden waargenomen. De lens kan niet van plaats veranderen (zoals in een camera). De lens kan wel boller gemaakt worden, waardoor het beeld, bij het dichterbij komen van het voorwerp, toch op het netvlies kan komen. Het bollen of afplatten van de lens wordt accommodatie genoemd. De accommodatie vindt plaats door de accommodatiespier in het stralvormig lichaam. Na samentrekking van deze spier hangen de lensbandjes slap, waardoor de lens door zijn elasticiteit boller wordt (voor het dichtbij zien). Bij verslapping van de accommodatiespier worden de lensbandjes strak getrokken, waardoor de lens minder bol wordt (voor het op afstand

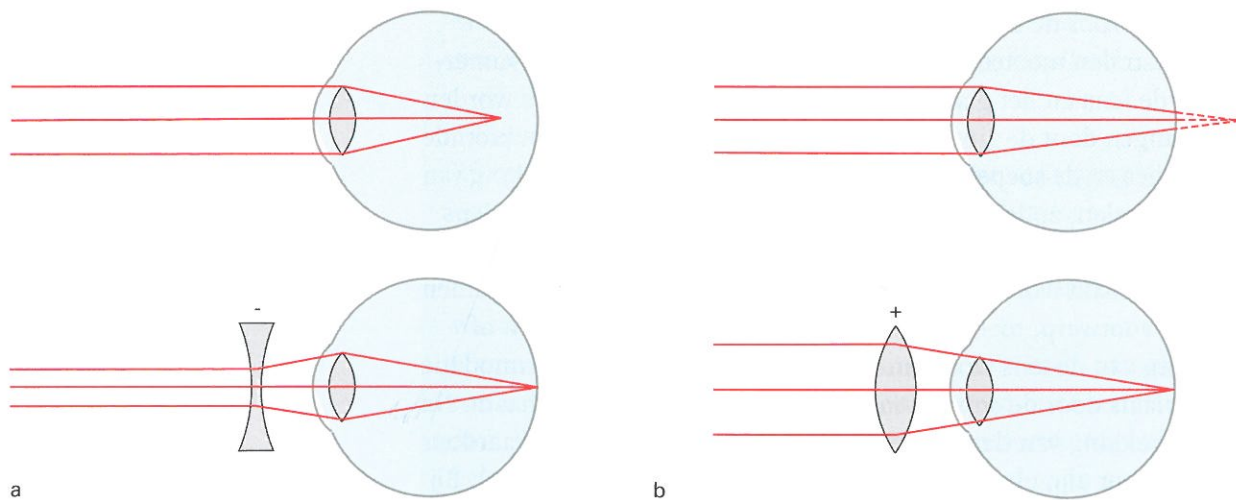
Afbeelding 9.12 Accommodatie van de oog lens.



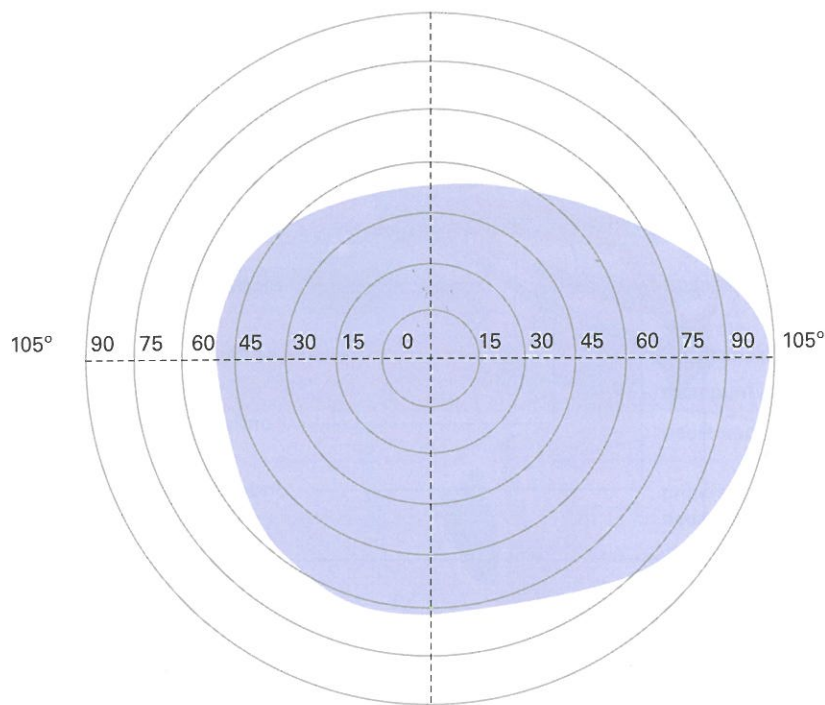
zien). Dichtbij zien is actiever en dus vermoeiender dan wanneer het oog op oneindig is ingesteld (zie afbeelding 9.12). Doordat het accommodatievermogen beperkt is, heeft het oog een zogenaamd nabijheidspunt: dit is het dichtst bij het oog liggende punt dat iemand nog scherp kan zien (zie afbeelding 9.13).



Afbeelding 9.13 Beeldvorming door het oog (N = nabijheidspunt). a. maximale accommodatie; b/c. accommodatie bij de oudere mens. Door middel van een leesbril (plus-lens) komt het nabijheidspunt (N) dicht bij het oog te liggen (N₁).



Afbeelding 9.14 Correcties van oogafwijkingen. a. Correctie bij te lange oogbol (bijziendheid). b. correctie bij te korte oogbol (verziendheid).



Afbeelding 9.15 Gezichtsveld van één oog.

Het gebied dat een niet-bewegend oog ziet heet het *gezichtsveld*. Het gebied dat door beide ogen gezien wordt is het *binoculair gezichtsveld*. In het horizontale vlak is het gezichtsveld in het midden beperkt door de neus (zie afbeelding 9.15).

9.3.3 HULPORGANEN VAN HET OOG

De hulporganen van het oog zijn de oogleden, de oogspieren, het traanapparaat en de wenkbrauwen.

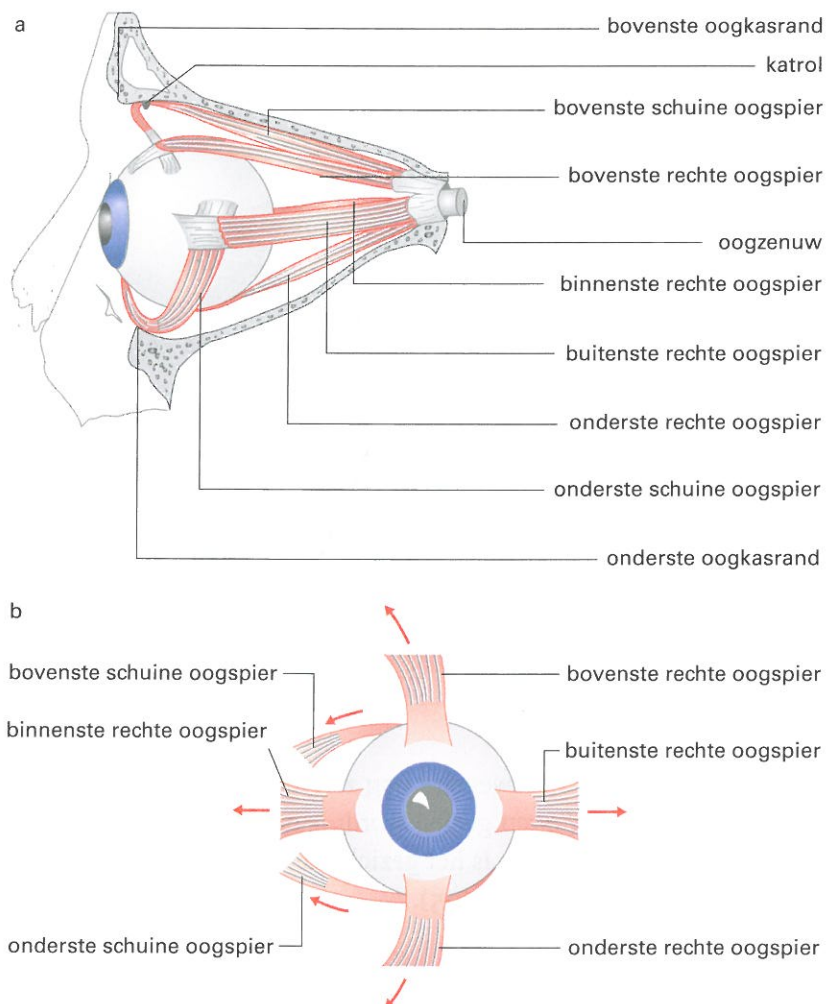
Oogleden

Oogleden bedekken de oogbol (zie afbeelding 9.17). Door de ooglidspieren kunnen de oogleden gesloten en geopend worden. Door prikkeling van de oogwimpers of het hoornvlies worden de oogleden zeer snel gesloten: de lidslagreflex. Hierdoor wordt het oog tegen te sterk licht of stof beschermd. Zodra het hoornvlies wordt aangeraakt (de hoornvliesreflex) geeft de drielingzenuw prikkels af. Dit leidt tot een reflexmatige samentrekking van de oogkringspier, waardoor de patiënt met de ogen knippert. Per persoon verschilt de gevoeligheid. Dreiging (dreigreflex), sterke geluids-, pijn- en lichtprikkelers doen ook de ogen knippen.

Bij de wimpers bevinden zich veel smeerkliertjes die talg produceren. Zo blijft de huid van de oogleden soepel. De binnenbekleding van de oogleden gaat nog even verder op de oogbol, waardoor deze beweeglijk wordt vastgehouden in de oogkas, vandaar de naam oogbindvlies. Het is zeer dun epitheel en uiteraard doorschijnend. Dit oogbindvlies begrenst de ruimte tussen de binnenkant van een ooglid en de oogbol. Deze ruimte wordt dan ook *conjunctivaalzak* genoemd. Daar worden vaak oogdruppels toegediend.

Afbeelding 9.16 Linkeroog met oogspieren.

- a. De zes uitwendige oogspiertjes van het linkeroog, van links gezien.
b. Vooraanzicht van hetzelfde oog.



Oogspieren

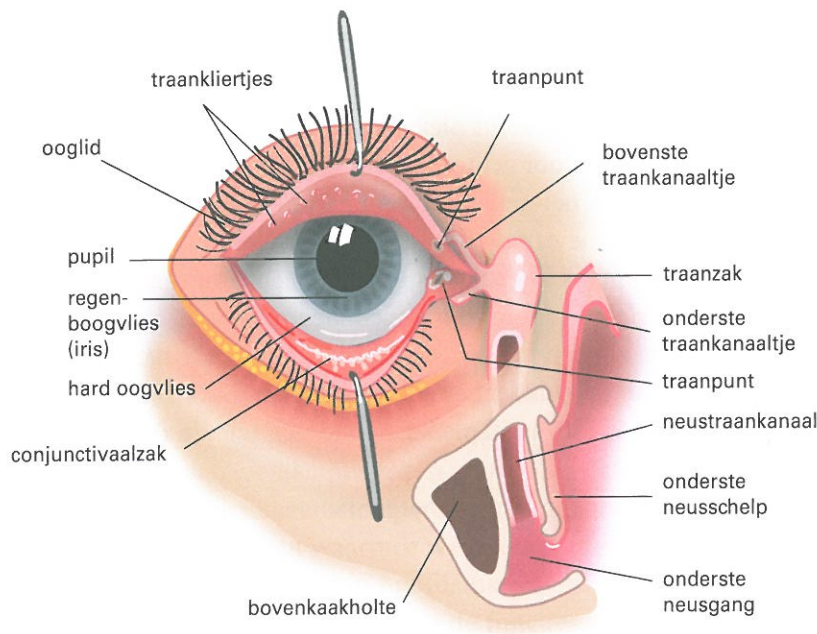
Aan ieder oog zijn zes spieren (drie paar) bevestigd (afbeelding 9.16):

- de bovenste en onderste rechte oogspier;
- de binnenste en buitenste rechte oogspier;
- twee schuine oogspieren.

De oogspieren verbinden de oogbol met de oogkaswand. Door rangschikking van de oogspieren in paren kunnen de ogen in vele richtingen redelijk onafhankelijk van elkaar bewegen. Drie paar motorische zenuwen zorgen voor de zenuwvoorziening, namelijk de gemeenschappelijke oogspierzenuw (hersenzenuw III), de bovenste schuine oogspierzenuw (katrolzenuw, hersenzenuw IV) en de buitenste oogspierzenuw (hersenzenuw VI) (zie paragraaf 6.6).

Taanapparaat

Het traanapparaat bestaat uit traanklieren, traankanaaltjes en traanzakken (zie afbeelding 9.17). Aan de zijkant van het oog bevindt zich een traanklier op de oogbol achter het bovenste ooglid. In de traanklier wordt het traanvocht geproduceerd. Dit traanvocht wordt door het open- en dichtdoen van de ogen over de oogbol verdeeld. Hierdoor wordt uitdroging (troebeling) van het hoornvlies verhinderd; alleen vochtige ogen zijn transparant. Bovendien werkt het knipperen van de oogleden als zeem voor de oogbol. Via twee traankanaaltjes per oog



Afbeelding 9.17 De ligging van de onderdelen van het traanapparaat.

(één uit ieder ooglid) komt het traanvocht vanuit de binnenste ooghoek in de traanzak. Van hieruit komt het door de traanbuis in de neusholte in de onderste neusgang. Via deze neusgang stroomt alle ingeademde lucht. Zo wordt ook de ademlucht bevochtigd met traanvocht.

Het traanvocht bestaat hoofdzakelijk uit een oplossing van NaCl (keukenzout). Traanvocht is een afscheidingsproduct van de traanklier, maar ook de slijmklieren in het oogbindvlies en de talgklieren in de oogleden voegen hier vocht aan toe. Het bevat zelfs een enzym dat bacteriën doodt door ze op te lossen. Per ooglidslag wordt ongeveer 10 microliter (= 0,01 ml) traanvocht weggespoeld. Toedienen van meer dan 1-2 oogdruppels à 50 microliter (= 0,05 ml) heeft daarom niet veel zin. Bij emoties kan de traanafscheiding zo erg toenemen dat de afvoer het niet aankan.

Wenkbrauwen

Wenkbrauwen voorkomen dat zweet van het voorhoofd in de ogen loopt.

In de praktijk 9.6 Slechter zien bij veroudering

De werking van het gezichts-zintuig gaat bij veroudering duidelijk achteruit. De lens van het oog wordt minder elastisch en de accommodatiespijeren nemen in functie af, waardoor het gezichtsvermogen op korte afstand minder wordt. Vanaf ongeveer 45 jaar moeten veel mensen een leesbril gebruiken om dichtbij scherp te kunnen zien. Cataract (grijze staar) is een vertroebeling van de ooglens, waardoor mensen slechter zien. Cataract is een echte ouderdomsaandoening.

Een ander veelvoorkomend verschijnsel bij ouderen is 'ouder-

domskring', die ontstaat door een afzetting van cholesterol in het hoornvlies. Deze afzetting komt niet voor in de zone voor de pupil, waardoor het gezicht niet wordt aangetast.

Bij ouderen neemt door achteruitgang van het netvlies vooral het aantal kegeltjes in het netvlies af. Bekend hierbij is maculadegeneratie, een afname van de functie van gele vlek (macula lutea), waarin voornamelijk kegeltjes liggen. Het centrum van het netvlies, de gele vlek, is nodig voor gedetailleerd zicht bij autorijden, lezen, kleuren zien en het vermogen om gezichten te herkennen. De oorzaak van maculadegeneratie is onbekend.

Ook glaucoom vindt vooral plaats bij ouderen (zie 'In de praktijk' 9.5).