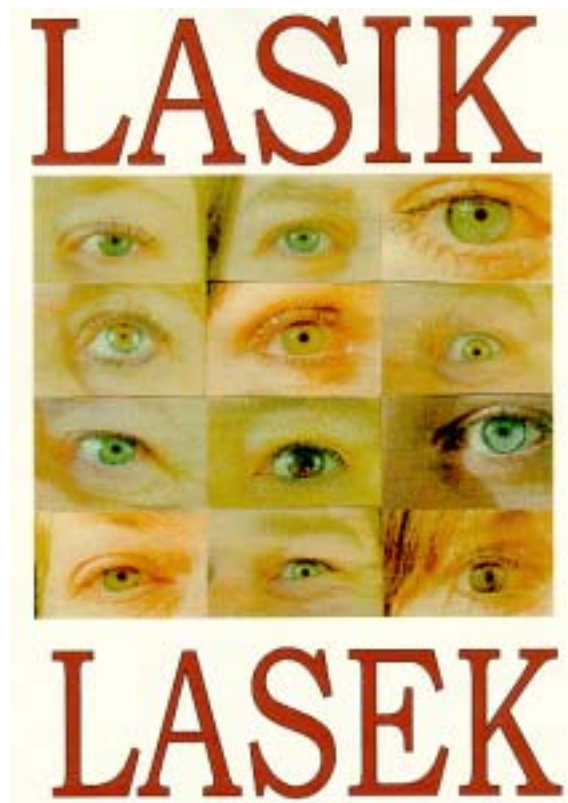


Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)



Naam:	Pauline Hoogeland Kim Veroude
Klas:	6G
Vakken:	Biologie Natuurkunde
Begeleider: Vakdocenten:	
Inleverdatum:	9 januari 2002

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Inhoudsopgave

Titelpagina	blz. 1
Inhoudsopgave	blz. 2
Voorwoord	blz. 3
Inleiding	blz. 4
Hoofdstuk 1: Het oog	
§ 1: De anatomie van het oog	blz. 5-7
§ 2: De beeldvorming van het oog	blz. 7-8
Hoofdstuk 2: Refractieafwijkingen	
§ 1: Bijziendheid (myopie)	blz. 9
§ 2: Verziendheid (hypermetropie)	blz. 9-10
§ 3: Oudziendheid (presbyopie)	blz. 10
§ 4: Cilinderafwijking (astigmatisme)	blz. 10
Hoofdstuk 3: Correctie van de afwijkingen	
§1: Bril en lenzen	blz. 11
§2: Laserbehandeling lenzen	blz. 11
§3: Implant lens	blz. 11
Hoofdstuk 4: De laserbehandeling	
§1: Vooraf aan de behandeling	blz. 12
§2: De behandeling	blz. 13-14
§3: Resultaat	blz. 14-15
§4: Bijwerkingen	blz. 15
§5: Complicaties	blz. 15-16
Hoofdstuk 5: Excimer laser	blz. 16
Conclusie	blz. 17
Begrippenlijst	blz. 18
Notenlijst	blz. 18
Literatuurlijst	blz. 19
Lijst overige bronnen	blz. 20
Bijlagen	blz. 21-23 *

* In deze internetversie alleen het linker oog van persoon A

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Voorwoord

Aan ons profielwerkstuk hebben veel mensen meegewerkt. Zonder hun hulp had dit verslag niet tot stand kunnen komen. Ten eerste bedanken we Dr. Verdoorn. Hij is de oogspecialist. Dankzij hem konden we het praktische gedeelte van ons werkstuk uitvoeren. We hebben twee dagen in het Lasik Centrum doorgebracht. Dr. Verdoorn heeft een operatie uitgevoerd die wij tijdens één van de twee dagen in het Lasik Centrum hebben gezien. Ook bedanken wij Ans van Dungen, zij regelde afspraken voor ons in het Lasik Centrum. De assistente van Dr. Verdoorn, Maria, willen wij ook bedanken. Zij begeleidde ons terwijl ze metingen bij patiënten verrichtte.

Natuurlijk bedanken wij ook de leraren die ons op weg hebben geholpen. We bedanken meneer Peeters, hij gaf ons wat ideeën voor een onderwerp van ons profielwerkstuk. Ook bedanken we alvast meneer de Vries en meneer Weenen, zij zullen ons profielwerkstuk nakijken.

Ook bedanken we meneer Wennekes die ons een 'go' gaf voor het proces van ons werkstuk.

De reden waarom wij dit onderwerp hebben gekozen is dat wij ogen altijd fascinerend hebben gevonden. Pauline draagt al een tijd lenzen en vond het daardoor een interessant onderwerp. Kim kwam op het idee dat laserbehandelingen te maken hebben met twee vakken, namelijk natuurkunde en biologie. Vrienden hadden ook al een laserbehandeling gehad, het leek ons interessant om te weten wat er nou precies met het oog gebeurt.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Inleiding

Dit profielwerkstuk gaat over LASIK en LASEK. Dit zijn geen bekende begrippen in Nederland. Voordat wij aan dit werkstuk begonnen, was dit ook bij ons onbekend. Wel wisten we dat er laserbehandelingen bestonden om weer goed te kunnen zien. LASIK en LASEK zijn methoden om het oog te corrigeren met een laser zodat opnieuw een scherp beeld op het netvlies verschijnt.

We vroegen ons af wat hierbij precies gebeurt in het oog. Hier hadden we geen idee van. Onze hoofdvraag is dus ook: Welke verandering(en) ondergaat het oog tijdens een laserbehandeling?

Ten eerste was het nodig om te weten hoe het oog werkt. Dit hebben we verwerkt in Hoofdstuk 1. Als we het hebben over oogafwijkingen is het belangrijk om te weten hoe een normaal oog functioneert. We beschrijven de verschillende onderdelen van het oog en de functies ervan. Vervolgens wilden we te weten komen welke oogafwijkingen er zijn. We bespreken alleen afwijkingen met betrekking tot het beeld dat wordt gevormd op het netvlies. Alleen deze afwijkingen kunnen worden behandeld met LASIK en LASEK. Deze afwijkingen worden in Hoofdstuk 2 beschreven. In Hoofdstuk 3 wordt beschreven op welke manieren deze afwijkingen worden gecorrigeerd. Één van deze manieren is de laserbehandeling die we verder bespreken in Hoofdstuk 4. De metingen die worden verricht voor en na een laserbehandeling staan ook in dit hoofdstuk en in de bijlagen. In Hoofdstuk 5 vertellen we de werking van de laser die wordt gebruikt bij de behandeling. Dit is een natuurkundig aspect dat we erbij wilden betrekken.

Ons praktische deel bestond uit het bezoeken van het Lasik Centrum in Boxtel. We zijn hier twee dagen geweest. De eerste dag was een intakedag waar patiënten kwamen voor controle of voor een voorgesprek. Hierdoor kregen we een beter beeld van hoe de metingen en de controles worden verricht. Van deze dag hebben we een verslag gemaakt dat in de bijlagen staat. Dit is vooral belangrijk voor achtergrondinformatie.

De tweede dag hebben we een operatie bekeken. Hierdoor kwamen we te weten hoe een operatie precies verloopt.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Hoofdstuk 1: Het oog

§ 1: De anatomie van het oog

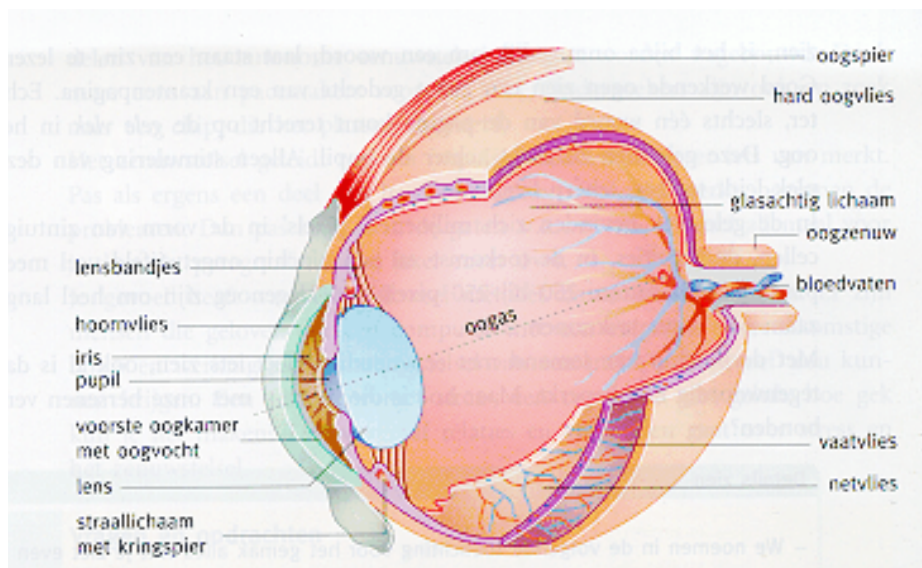


fig. 1

In *figuur 1* is een doorsnede van het oog te zien. De verschillende onderdelen van het oog hebben allemaal hun eigen functie. Deze worden hieronder beschreven.

oogspieren

De oogspieren zitten met één kant vast aan de buitenkant van het oog. De andere kant zit vast aan een ring achter in de oogkas. In totaal zijn er zes oogspieren, waarvan vier rechte oogspieren en twee schuine oogspieren. De rechte oogspieren zitten boven, onder en aan de twee zijkant van het oog. Door middel van deze spieren kan het oog naar boven, naar onder en opzij worden gedraaid. De schuine oogspieren zorgen ervoor dat er schuin naar boven en beneden gekeken kan worden.

hard oogvlies

Het hard oogvlies wordt ook wel de harde oogrok of sclera genoemd. Dit vlies ligt om de gehele oogbol en geeft het oog zijn stevigheid. Aan de voorkant van het oog gaat dit vlies over in het hoornvlies.

hoornvlies

Het hoornvlies (cornea) is het doorzichtige deel van de harde oogrok. Het hoornvlies heeft een convergerende werking. Lichtstralen die op het oog vallen worden door het hoornvlies gebroken. Het hoornvlies heeft een grotere brekingsindex dan de ooglenzen, dus een sterkere convergerende werking.

lens

De ooglenzen convergeert (mede) de lichtstralen die het oog binnen komen. De ooglenzen heeft bovendien het vermogen om van brekingssterkte te veranderen. Dit zorgt ervoor dat er zowel van voorwerpen dichtbij als van voorwerpen veraf een scherp beeld kan ontstaan. Om voorwerpen van dichtbij te kunnen zien, wordt de lens boller. Hierdoor worden lichtstralen sterker geconvergeerd. Dit boller worden van de lens wordt accommoderen genoemd. Om voorwerpen van veraf scherp te kunnen zien moet er minder sterk geconvergeerd worden en is de lens plat.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

straallichaam met kringspier

In het straallichaam bevinden zich kliertjes die oogvocht afscheiden. Dit oogvocht stroomt langs de ooglenzen door de pupil naar de voorste oogkamer. Door middel van dit oogvocht wordt de druk in de oogbol in stand gehouden. Als de druk te hoog wordt, wordt het overtollige vocht afgevoerd door bloedvaten.

Door de druk in het oog wordt de kringspier wijder als deze zich ontspant. De kringspier zit vast aan de lensbandjes.

lensbandjes

De lensbandjes zitten vast aan de lens. Als de kringspier zich ontspant en wijder wordt, spannen de lensbandjes zich. De lensbandjes trekken aan de lens waardoor de lens platter wordt. Dit is in *figuur 2* links te zien. Rechts is de situatie te zien waarin de kringspier zich samentrekt. De lensbandjes ontspannen zich dan. De lens krijgt meer vrijheid en wordt boller. De kringspier en de lensbandjes zorgen zo voor het accommoderen van de ooglenzen.

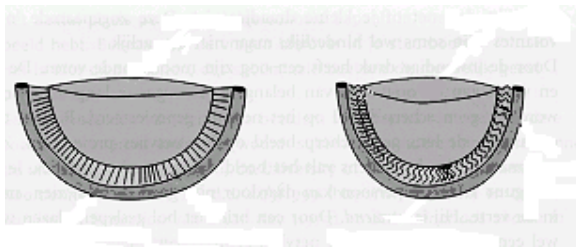


fig. 2

voorste oogkamer met oogvocht

De voorste oogkamer ligt tussen het hoornvlies en de iris. Deze ruimte is gevuld met het oogvocht. Dit oogvocht wordt ook wel het kamerwater genoemd. Het kamerwater zorgt voor de oogdruk en voor de aanvoer van zuurstof en voedingsstoffen voor het hoornvlies en de lens. Het hoornvlies en de lens zijn hiervoor afhankelijk van de oogkamer omdat ze zelf geen bloedvaten bevatten voor zuurstofvoorziening en aanvoer van voedingsstoffen.

Ook heeft het oogvocht een convergerende werking.

netvlies

Het netvlies (retina) bestaat uit speciale cellen, fotoreceptoren. Op het netvlies wordt een omgekeerd beeld gevormd. De fotoreceptoren zetten het beeld om in elektrische signalen, die vervolgens via de oogzenuw naar de hersenen gaan. Er zijn twee soorten fotoreceptoren, kegeltjes en staafjes. De kegeltjes zorgen ervoor dat we details en kleuren kunnen zien. De staafjes zijn lichtgevoeliger dan de kegeltjes, ze werken al bij weinig licht. Maar met de staafjes kunnen geen kleuren worden waargenomen. Hiermee zien we alleen grijstinten.

oogzenuw

De oogzenuw (nervus opticus) is het eerste gedeelte van de oogzenuwbaan. Via de oogzenuwbaan komen de elektrische signalen van de staafjes en kegeltjes in de hersenen terecht. In de hersenen wordt het beeld omgedraaid zodat het rechtop wordt waargenomen.

blinde vlek

Op de plaats van de oogzenuw zitten geen staafjes en kegeltjes in het netvlies. Met dit gedeelte van het oog kunnen we dus niet zien. Dit wordt hierom de blinde vlek genoemd.

gele vlek

De gele vlek ligt recht achter de pupil op het netvlies. Op deze plek zitten de kegeltjes heel dicht op elkaar waardoor hele fijne details kunnen worden onderscheiden. Als het beeld hierop valt leidt dit tot een scherp beeld. In de gele vlek liggen geen staafjes.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

vaatvlies

Het vaatvlies ligt binnen de harde oogrok. In het vaatvlies liggen vele bloedvaten die voor de voeding van de staafjes en kegeltjes en voor de afvoer van afvalstoffen zorgen. Het vaatvlies gaat aan de voorkant van het oog over in de iris.

iris

De iris is het gekleurde gedeelte van het oog en wordt daarom ook wel het regenboogvlies genoemd. Veel pigment in de ogen zorgt voor bruine ogen en weinig pigment zorgt voor een lichte kleur ogen. De iris kan de pupil vergroten en verkleinen.

pupil

De pupil is een kleine ronde opening in de iris. De pupil kan variëren van grootte, van ongeveer 2 mm. tot 8 mm. De pupil past zich aan aan de verlichtingssterkte. Bij weinig licht wordt de pupil groter en bij veel licht wordt deze kleiner. Met dit aanpassingsvermogen bepaalt de pupil de hoeveelheid licht die het oog binnen kan komen.

glasachtig lichaam

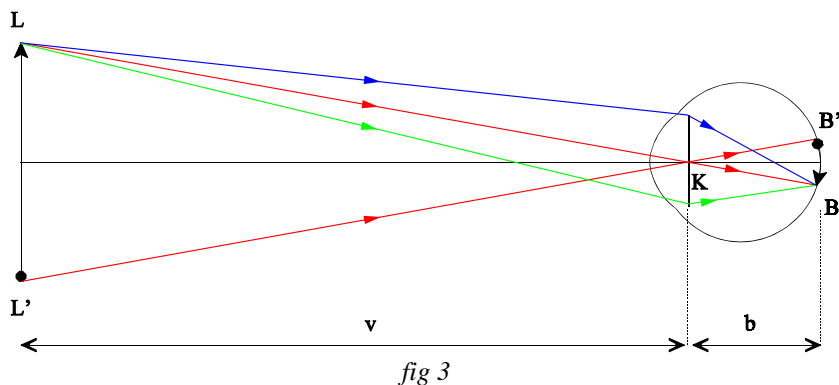
Het glasachtig lichaam is een dun vlies gevuld met een gelei-achtige massa. In het glasachtig lichaam zitten dunne vezels die zorgen voor elasticiteit en stevigheid. Het bevat geen bloedvaten. Het glasachtig lichaam heeft ook een convergerende werking.

oogas

De oogas is de lengte vanaf het hoornvlies tot het netvlies.

§ 2: De beeldvorming van het oog

Als er licht op het oog valt wordt dit door het hoornvlies geconvergeerd. Vervolgens gaat het licht door de oogkamer, die ook een convergerende werking heeft. Het licht valt op de ooglenzen waar opnieuw breking optreedt. Daarna wordt het licht door het glasachtig lichaam nog verder gebroken waardoor een scherp beeld op het netvlies ontstaat. Een scherp beeld ontstaat als lichtstralen die van een punt komen ook in een punt op het netvlies weer samen komen. Dit is te zien in *figuur 3*. Hier zie je ook dat van een voorwerp een omgekeerd en verkleind beeld op het netvlies ontstaat. De hersenen draaien dit beeld weer om en zorgen ervoor dat het beeld juist wordt waargenomen.



In het oog geldt de lensformule:

$$1/v + 1/b = 1/f$$

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Hierin is v de voorwerpsafstand, de afstand van het voorwerp tot het oog. b is de beeldafstand, de afstand tot het netvlies. f is de brandpuntafstand.

De afstand tot het netvlies kan niet veranderen, b heeft een vaste waarde. Het oog moet in staat zijn van voorwerpen veraf en van voorwerpen dichtbij een scherp beeld te vormen, v varieert. Hierdoor moet f ook variëren. De brandpuntafstand van het oog kan variëren door het accommodatievermogen van de lens. Bij een voorwerp dichtbij is v klein, f moet dan ook kleiner worden. De kringspier trekt samen, de lensbandjes ontspannen en de lens wordt boller. Hierdoor wordt f kleiner, zie *figuur 4* onderaan. Bovenaan in *figuur 4* is de situatie te zien waar de voorwerpsafstand groter is. De brandpuntafstand is hier ook groter, de lens is minder sterk geaccommodeerd.

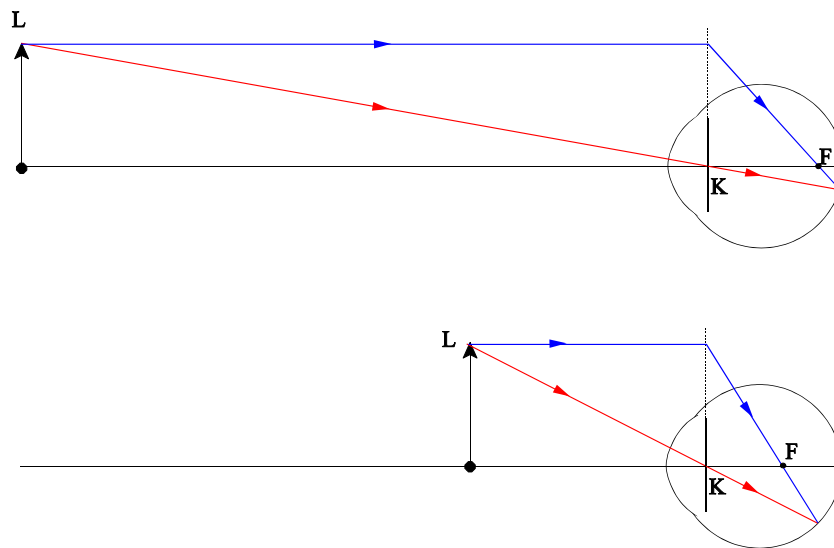


fig 4

Het boller worden van de lens is aan een grens gebonden. Als de ooglens in zijn meest bolle toestand is, is het oog maximaal geaccommodeerd. De brandpuntafstand kan niet meer kleiner worden. Dit betekent dat v ook niet meer kleiner kan worden. Als het voorwerp nog dichterbij komt, kan de lens niet meer sterker convergeren waardoor een onscherp beeld op het netvlies ontstaat. Het punt dat het maximaal geaccommodeerde oog nog net scherp ziet, wordt het nabijheidspunt genoemd. Het punt dat het oog nog net scherp ziet als het ongeaccommodeerd is, wordt het vertepunt genoemd. We kunnen dus alleen voorwerpen scherp zien als deze zich tussen het nabijheidspunt en het vertepunt bevinden.

Een normaal oog kan lichtstralen die evenwijdig op het oog vallen in een punt op het netvlies samenbrengen. Er wordt een scherp beeld gevormd. Lichtstralen die evenwijdig op het oog vallen komen van een voorwerp dat zich oneindig ver weg bevindt. Een normaal oog heeft dus zijn vertepunt in het oneindige en kan een voorwerp alleen niet scherp zien als het zich dichterbij het oog bevindt dan het nabijheidspunt.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Hoofdstuk 2: Refractieafwijkingen

§ 1: Bijziendheid (myopie)

Bijziendheid wil zeggen dat je van dichtbij goed kan zien maar in de verte niet.

Dit kan verschillende oorzaken hebben:

- De breking van het hoornvlies is te sterk
- De breking van de lens is te sterk
- Oogas is te lang.

Dit betekent dat lichtstralen die uit de verte komen voor het netvlies samenkomen in plaats van op het netvlies. Het beeld vormt zich dus voor het netvlies. Dit geeft een onscherp beeld.

Doordat de breking van het hoornvlies of van de lens te sterk is, of allebei, convergeren de lichtstralen ook te sterk.

Als de oogas te lang is bevindt het netvlies zich te ver van de lens. Hierdoor komt ook het beeld voor het netvlies.

In *figuur 5* is duidelijk te zien waar het beeld zich vormt bij bijziendheid.

Er kan wel een scherp beeld gevormd worden van dingen die dichtbij staan. Dit komt omdat normaal gesproken de lens moet accommoderen bij dichtbij kijken. De lens en hoornvlies bij iemand met bijziendheid accommoderen uit zichzelf al te sterk, er hoeft niet nog meer geaccommodeerd te worden. Het beeld is al op het netvlies.

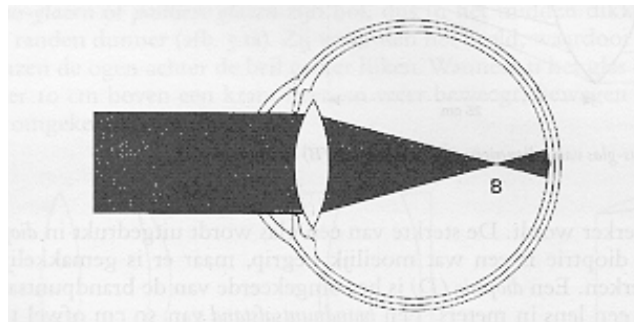


fig 5

Het nabijheidspunt van een bijziend oog ligt erg dichtbij. Nog dichterbij dan een normaal oog. Vandaar dat er wel van dichtbij goed kan worden gezien. Het vertepunt ligt ook te dichtbij, waardoor er in de verte geen scherp beeld te zien is.

§ 2: Verziendheid (hypermetropie)

Verziendheid wil zeggen dat je in de verte goed ziet maar van dichtbij niet goed.

Dit kan verschillende oorzaken hebben:

1. De breking van het hoornvlies is te zwak
2. De breking van de lens is te zwak
3. Oogas is te kort

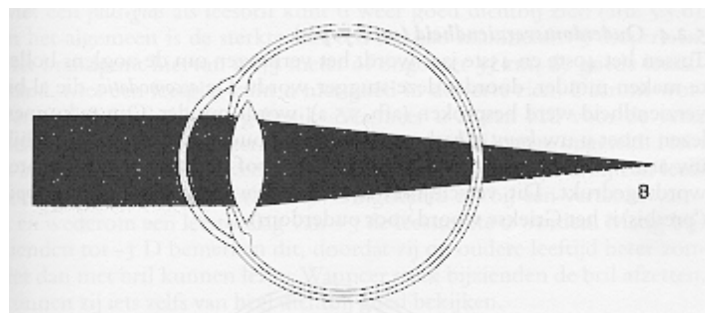


fig 6

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Dit betekent dat lichtstralen van dichtbij achter het netvlies aankomen in plaats van op het netvlies. Het beeld vormt zich achter het netvlies. Dit geeft een onscherp beeld. Doordat de breking van het hoornvlies of van de lens te zwak is, of allebei, convergeren de lichtstralen ook te zwak.

Als de oogas te kort is bevindt het netvlies zich te dichtbij van de lens. Hierdoor komt het beeld achter de lens.

In *figuur 6* is duidelijk te zien waar het beeld zich vormt bij verziendheid.

Er kan wel een scherp beeld gevormd worden van dingen die veraf staan. Dit komt omdat er hiervoor niet veel breking op hoeft te treden.

Het nabijheidspunt ligt bij een verziend oog te ver weg. Daardoor kan er van dichtbij niet goed worden gezien.

§ 3: Oudziendheid (presbyopie)

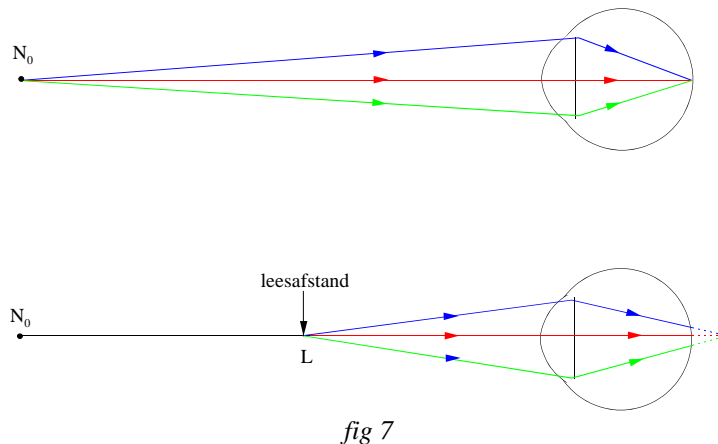
Tussen het 40^{ste} en 45^{ste} jaar wordt het vermogen om de ooglens boller te maken minder, doordat deze stugger wordt.

De accommodatie wordt minder. Bij het lezen kan de lens niet sterk genoeg accomoderen De lichtstralen convergeren niet sterk genoeg en het beeld vormt zich achter het netvlies. (zelfde principe als bij verziendheid)

De lengte van de oogas speelt hier geen rol. Die blijft namelijk na je pubertijd altijd hetzelfde.

Dingen van dichtbij worden onscherp gezien

Bij een jong iemand zonder enige afwijkingen ligt het nabijheidspunt dichtbij. Bij een oudziend oog ligt het nabijheidspunt te ver weg. Als bijvoorbeeld een boek binnen het nabijheidspunt wordt gehouden zijn de letters onscherp. (zie *figuur 7*)



§ 4: Cilinderafwijking (astigmatisme)

Een astigmatisch oog geeft meestal een vertekend beeld van de werkelijkheid. Zowel dichtbij als veraf kunnen de beelden vertekend of wazig zijn. Het hoornvlies heeft geen zuivere bolvorming. Op sommige plaatsen wordt dus sterker geconvergeerd dan op andere, dus onder verschillende hoeken. Dit is te zien in bijlage 1, je ziet hier een duidelijke achtvormige vorm. Dit is de cilinder. Sommige beelden komen op het netvlies, andere ervoor en andere erachter. Het licht wordt dus niet gelijkmatig gebundeld en levert onscherpe beelden op. Astigmatisme kan bovendien optreden in combinatie met bij- en verziendheid.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Hoofdstuk 3: Correctie van de afwijkingen

§1: Bril en lenzen

bijziendheid: Zoals in hoofdstuk 2 beschreven is accommodeert de lens te sterk. Het beeld vormt zich voor de lens. Mensen die bijziend zijn moeten aan een bril of lenzen met een negatief glas. Hierdoor worden de lichtstralen eerst een beetje gedivergeerd waardoor de lens van het oog het beeld precies op het netvlies krijgt. (zie *figuur 8*)

verziendheid: Bij verziendheid accommodeert de lens te weinig waardoor beelden van dichtbij niet goed worden gezien. De lens accommodeert te zwak. Mensen met verziendheid moeten een bril of lens met een

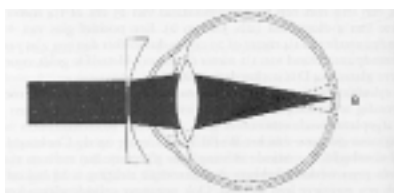


fig 8

positief glas. Hierdoor worden de lichtstralen al een beetje geconvergeerd waardoor de lens het beeld op het netvlies krijgt. De lens van het oog hoeft dus minder te accommoderen met een positieve lens ervoor. (zie *figuur 9*)

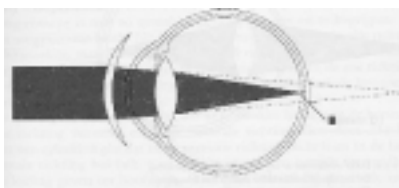


fig 9

oudziend: Mensen met oudziendheid kunnen de lens niet genoeg meer accommoderen. Ze hebben een leesbril nodig, met een positief glas. In de verte kunnen ze namelijk nog goed zien.

§2: Laserbehandeling (Een verdere uitwerking in Hoofdstuk 4)

Mensen met bijziendheid en verziendheid kunnen geholpen worden met de excimer laser. Laser staat voor *light amplification by stimulated emission of radiation*. Er wordt gelaserd op het hoornvlies. Door middel van de laser kan de hoornvlies boller of platter worden gemaakt. Ook astigmatisme kan worden verholpen.

Een bijziend oog krijgt het beeld voor het netvlies omdat de lens te sterk convergeert. Door het hoornvlies platter te maken worden de lichtstralen minder sterk geconvergeerd en komt het beeld op het netvlies.

Een verziend oog moet boller gemaakt worden zodat de lichtstralen sterker worden geconvergeerd.

Astigmatisme kan verholpen worden door het hoornvlies weer egaal te maken.

§3: Implant lens

In plaats van een lens op het hoornvlies kan er een implant lens geplaatst worden in het hoornvlies. Via een kleine insnede in het hoornvlies wordt de kunstlens voor de pupilopening geschoven. De lens wordt met twee clipjes vastgemaakt aan de iris.

De kunstlens blijft permanent in het oog en heeft geen onderhoud nodig.

Vaak wordt dit toegepast als de persoon niet in aanmerking komt voor een laser behandeling.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Hoofdstuk 4: De laserbehandeling

§1: vooraf aan de behandeling

Er zijn verschillende redenen waarom iemand een laserbehandeling wil ondergaan:

1. veel last van het dragen van lenzen
2. een bril niet mooi vanwege dikke glazen
3. gemak van geen onderhoud
4. gemak bij zwemmen
5. geen lenzen kunnen dragen vanwege doorbloedingsproblemen

Voordat men een behandeling kan ondergaan worden metingen aan het oog verricht en wordt een gesprek gevoerd. De dag waarop dit gebeurt is een intake dag. Een verslag van een intake dag is te lezen in bijlage 2. Zelf hebben we deze dag meegemaakt. Hierdoor kregen we een beter beeld wat er wordt gemeten en wat de procedure is na en voor een behandeling.

Eerst wordt de sterkte van het oog gemeten. Daarna wordt er een Orbscan gemaakt. Dit is een foto van het hoornvlies vanuit alle kanten bekeken. De dikte van het hoornvlies op alle plaatsen is duidelijk te zien.

Bij het gesprek wordt duidelijk of een behandeling mogelijk is en er wordt gekeken of ze het wel echt willen.

Er is een aantal voorwaarden waaraan moet worden voldoen:

1. De persoon moet ouder zijn dan 18 jaar
2. De brilsterkte moet langer dan een jaar stabiel zijn. De sterkte zal dan niet veel meer veranderen. Als de sterkte na de behandeling nog verandert moet er misschien een extra behandeling worden verricht om dit weer te corrigeren.
3. Er mogen geen oogafwijkingen zijn die complicaties kunnen opleveren tijdens de behandeling.
4. Bijziendheid tot -12 dioptrie. Als de sterkte erger is kan er niet voldoende worden gecorrigeerd.
5. Verziendheid tot $+4$ dioptrie.
6. Astigmatisme tussen $+6$ en -6 dioptrie.

De personen die een laserbehandeling willen ondergaan krijgen een folder mee naar huis. Deze folder is te zien in bijlage 3.

We zullen vanaf hier de behandeling van twee personen bespreken.

Persoon A:

Deze persoon was verziend. Haar linkeroog had een sterkte van $+2,5$ dioptrie met een cilinder van $-0,75$. Haar rechteroog had een sterkte van $+4$ dioptrie met een cilinder van $-0,75$.

In bijlage 4 zie je de Orbscan van haar twee ogen. OS, *Oculus Sinister* is haar linkeroog en OD, *Oculus Dexter*, is haar rechteroog. De verschillende kleuren geven een verschillende dikte van het hoornvlies aan. In het plaatje links onder is te zien dat zij een kleine cilinder heeft door de gele kleur. Haar hoornvlies is 589 micron ($589 \cdot 10^{-6}$ m.) dik.

Persoon B:

Deze persoon was bijziend. Haar linkeroog had een sterkte van $-7,25$ dioptrie met een cilinder van $2,5$. Haar rechteroog had een sterkte van $-6,0$ dioptrie met een cilinder van $3,0$. Dit is te zien in bijlage 5.

In bijlage 6 is de Orbscan te zien van deze persoon. Links onder is te zien dat zij een grote cilinder heeft. Je ziet dit doordat er een acht-vormige vlek is te zien. Haar hoornvlies van OS is 433 micron dik.

§2: De behandeling

Bij de behandeling wordt het hoornvlies blijvend veranderd met behulp van een laser. De bolling wordt zodanig veranderd dat er een scherp beeld op het netvlies wordt gevormd. De behandeling is verschillend bij elk oog, afhankelijk van de sterkte en de soort afwijking.

Zoals beschreven in Hoofdstuk 2 convergeert het oog van iemand met bijziendheid te sterk. Het hoornvlies moet platter gemaakt worden zodat de lichtstralen minder sterk worden geconvergeerd. Hiervoor wordt een laagje van het

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

hoornvlies afgehaald, afhankelijk van de sterkte.

Bij verziendheid wordt er te zwak geconvergeerd. Om sterker te convergeren moet het hoornvlies boller worden. Hiervoor wordt er aan de randjes van het hoornvlies een stukje afgelaserd waardoor het midden hoger komt te liggen ten opzichte van de randen. De bolling wordt dus sterker.

Persoon A

Persoon A is verziend en het hoornvlies moet dus boller gemaakt worden. Haar hoornvlies is dik genoeg. Daarom wordt bij haar de LASIK-procedure gevolgd. LASIK is de afkorting van *Light Assisted in-Situ Keratomileusis*. Bij LASIK wordt er eerst een flapje van 160 micron van het hoornvlies gedeeltelijk losgesneden met een mesje. Dit flapje



fig 10

wordt zo gesneden dat het nog aan één kant vastzit. Daarna wordt er in het midden van het hoornvlies gelaserd. Dit is te zien in **Persoon B**:

Persoon B heeft een dun hoornvlies. Een gemiddeld hoornvlies is 550 micron dik. Het hoornvlies van persoon B is te dun voor een LASIK-behandeling omdat er als er een flapje wordt losgesneden er te weinig overblijft om nog te laseren. Er moet nadat het flapje is weggehaald minstens 340 micron overblijven. Haar hoornvlies is 433. Als er hier een flapje wordt weggehaald is er nog $433 - 160 = 273$. Daarom wordt er bij Persoon B een LASEK-methode toegepast. LASEK is de afkorting van *Laser Assisted Sub Epithelial Keratomileusis*. Hierbij wordt er geen flapje losgesneden. Het epitheel, de bovenste, verhoornde cellaag van het hoornvlies wordt losgemaakt met alcohol. Dan wordt er meteen op het hoornvlies gelaserd.

In de meeste gevallen wordt de methode LASIK gebruikt. Alleen als het hoornvlies te dun is wordt LASEK toegepast. LASIK is beter omdat het deel van het hoornvlies dat gelaserd is na de behandeling wordt beschermd door het flapje.

Op de Cd-rom is een gehele LASIK-operatie te zien (zie bijlage 7). Eerst wordt er over het oog een stuk plastic gedaan. Op de plaats van het oog wordt er een gat in het plastic geknipt. Het oog wordt met een klem vastgezet zodat het oog niet kan knippen. De persoon moet recht naar boven naar een groen lampje kijken. De klem wordt strak gedraaid.

Dan wordt er een zuigring op het oog gelegd waardoor alleen de iris onbedekt is, zie *figuur 11*.



fig 11

Een mesje dat automatisch 160 micron afsnijdt wordt op het hoornvlies geplaatst. Het mesje draait rond en er wordt een flapje losgesneden. Aan één kant zit het nog vast aan het hoornvlies. Dit flapje wordt hoornvlieslamel genoemd. Dit wordt omgeklapt. Er worden druppels in het oog gedaan en het hoornvlies wordt glad gemaakt.

Nu wordt de laser op het oog gericht. Dit duurt minder dan een minuut, maar deze tijd is afhankelijk van hoeveel er van het hoornvlies moet worden afgehaald.

Het flapje gaat na het laseren terug op het oog en wordt glad gestreken.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

§3: Resultaat

Persoon A

Op bijlage 8 is links onder te zien dat er haast geen cilinder is. In het midden van het hoornvlies is de kleur helemaal geel. Dat wil zeggen een gelijke dikte. Op de Orbscan van OD is rechts onder te zien dat het verschil in dikte groter is geworden. Je ziet nu drie verschillende kleuren. Het verschil tussen de buitenste rand en het binnenste deel is groter geworden.

De gevoeligheid van de ogen na een LASIK-behandeling duurt maar een paar uur. Ze zetten na de operatie een bril op om de ogen te beschermen tegen fel licht. Je kan al vrij snel scherp zien.

Op de bijlagen voor en na de behandeling is te zien wat de dikte van het hoornvlies is geworden. Hieronder staat het verschil.

OS (metingen in micron)

voor	640	589	613
	-19	-30	-9
na	621	559	604

OD (metingen in micron)

voor	616	565	644
	-29	-20	-36
na	587	545	608

Bij OD is duidelijk te zien dat het hoornvlies boller is geworden. Dit zie je doordat er van de zijkanten meer is afgehaald dan in het midden. De sterkte is nu +0,25 dioptrie.

Bij OS is niet te zien dat het hoornvlies boller is geworden. Wel zie je dat de cilinder is weggehaald. De sterkte van dit oog is nu ook +0,25 dioptrie.

Persoon B

Op bijlage 9 is links onder duidelijk te zien dat de cilinder helemaal is verdwenen. Het oppervlak is helemaal egaal, alleen de kleur blauw is te zien. Er is veel afgehaald om de cilinder te laten verdwijnen. Het binnenste gedeelte van het hoornvlies is veel platter geworden. Zie de metingen hieronder, in het midden is veel meer afgehaald dan aan de zijkanten.

OS

voor	543	433	516
	-52	-120	-74
na	492	313	442

Haar linker oog heeft nu een sterkte van -0,25. Haar rechter oog moet nog behandeld worden.

Na een LASEK-behandeling kan het oog gedurende 24 tot 48 uur pijnlijk zijn. Meestal is de oppervlakkige laag van het hoornvlies binnen twee dagen genezen.

Na de operatie zijn er bepaalde regels waar de patiënten rekening mee moeten houden:

1. 1^e dag mag er niet worden gelezen
2. Eerste twee weken stoffige en rokerige ruimtes vermijden
3. Gedurende één week 3 a 4 maal per dag Tobradex gebruiken
4. Gedurende twee weken 's nachts oogkapjes dragen
5. Niet in de ogen wrijven
6. Geen make-up dragen
7. Bij fel licht een zonnebril opzetten
8. Twee weken niet zwemmen
9. Ogen afdekken op de zonnebank

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

§4: Bijwerkingen

Haze

Na de behandeling treedt er een geringe vertroebeling van het hoornvliesoppervlak op. Vooral bij schemerlicht kan deze troebeling enige vermindering van gezichtsscherpte tot gevolg hebben. Na 12 tot 24 maanden zijn de troebelingen van bijna alle patiënten verdwenen. Deze troebelingen geven na verloop van tijd slechts zeer zelden een meetbaar verlies van gezichtsscherpte.

Halo's

Het halo effect ontstaat door breking van het licht in het onbehandelde deel van het hoornvlies rondom het behandelde deel. Dit is een verschijnsel waarbij men lichtschitteringen ervaart. Als dit zich voordoet ervaart men dit het meest in het donker en vooral bij naderen van tegemoetkomend licht. Na verloop van tijd nemen deze klachten af.

§5 Complicaties

Er treden zelden complicaties op. Bij het Lasik Centrum in Boxtel worden ongeveer 1000 operaties in één jaar gedaan. De kans dat het fout gaat is ongeveer één keer in de 3 jaar. In 1999 werden meer dan 900.000 LASIK behandelingen verricht waarvan de meeste in de Verenigde Staten.

Er kunnen verschillende problemen voorkomen tijdens de operatie. Er kunnen allergische reacties optreden bij het gebruik van verdovingsdruppels. Staken van het gebruik van de druppels is dan voldoende. Ook kunnen er zich infecties voordoen in het hoornvlies. Een behandeling met antibiotica zal ingesteld moeten worden.

Tijdens het prepareren van het flapje (hoornvlieslamel) kunnen er ook problemen voordoen. Tijdens dit proces wordt gebruik gemaakt van een schaafmes dat over een zuigring beweegt om de flap te kunnen maken. Bij loslaten van de zuigring tijdens het maken van de snede kan een onvolledige snede ontstaan. De behandeling moet dan worden afgebroken. De onvolledige flap wordt teruggeplaatst. Deze zal in het algemeen volkomen herstellen. Dit duurt enkele maanden. Dit gebeurt overigens zelden.

In het ergste geval kan de flap geheel losraken van het hoornvlies. Dit kan gebeuren tijdens het snijden van het flapje. De patiënt is dan te gespannen en gaat knijpen met z'n ogen. Het flapje wordt dan weer teruggelegd en met een contactlens op zijn plaats gehouden tot er weer een stevige verbinding ontstaat. Mocht de flap verloren zijn gegaan dan moet deze vervangen worden door een flap van donorweefsel.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Hoofdstuk 5: excimerlaser

Voor de behandeling van het oppervlak van het hoornvlies wordt een laser (light amplification by stimulated emission of radiation) gebruikt. Een laser heeft een aantal bijzondere eigenschappen:

1. Een laser zendt een smalle lichtbundel uit die nauwelijks divergentie vertoont.
2. Een laser heeft een grote lichtintensiteit. Alle lichtenergie is namelijk in die smalle bundel geconcentreerd.
4. Laserlicht is monochromatisch, het is licht van één frequentie, dus van één golflengte. Dit wil zeggen dat het laserlicht maar uit één enkele kleur bestaat.
5. Laserlicht is coherent, wat betekent dat de lichtgolven allemaal met elkaar in fase zijn.

Een (gas)laser bestaat uit een buis met aan de beide uiteinden een spiegel. In de buis bevinden zich gasatomen. Deze gasatomen hebben een metastabiel energieniveau, dat is een aangeslagen niveau waarin zo'n atoom zich relatief lange tijd handhaaft. Door zeer veel atomen aan te slaan, dus in een hogere energietoestand te brengen, kan het voorkomen dat meer atomen in die metastabiele toestand verkeren dan in de grondtoestand: men spreekt dan van populatie-inversie. Deze populatie-inversie is voorwaarde voor het laseren.

Valt een atoom terug van de metastabiele - naar een lagere toestand, dan gaat dat gepaard met het uitzenden van een foton. Dit foton heeft natuurlijk precies de energie die vrijkomt als ook een ander atoom uit de metastabiele toestand

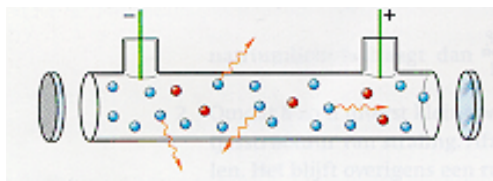


fig 12

terugvalt. Het blijkt nu, dat als zo'n foton een nog aangeslagen atoom passeert, dit atoom wordt gestimuleerd tot uitzenden van precies zo'n zelfde foton (het gaat immers om dezelfde overgang) dat dan ook nog eens exact in de pas (in fase en evenwijdig) loopt met het passerende foton.

De meeste fotonen verdwijnen door de zijkanten van de buis. Maar er zijn ook fotonen die precies in de lengterichting van de buis tegen de spiegelletjes steeds opnieuw worden teruggekaatst. In die richting krijg je dan al snel een enorm aantal in fase lopende fotonen waarvan het aantal maar blijft groeien. Je moet er ondertussen natuurlijk wel voor zorgen, dat de populatie-inversie blijft bestaan, dus dat veel atomen worden 'opgepompt' naar de metastabiele toestand.

Omdat een van de spiegelletjes slechts voor 99% spiegelt, zal daar een deel (1%) van de lichtbundel binnen de buis ontsnappen: de laserbundel is een feit.

De laser die wordt gebruikt bij een LASIK- of LASEK-behandeling is de excimerlaser. Deze laser is een hoog energie laser. Een hoog energie laser geeft korte flitsen laserlicht van zeer hoge intensiteit. Het weefsel waar dit laserlicht op valt verdampt meteen. Er treedt bijna geen warmte-effect op. Lasers waardoor verdamping optreedt worden snijdende lasers genoemd.

De excimerlaser zendt licht uit met een golflengte van 193 nanometer. ($193 \cdot 10^{-9}$ m.) Dit is kortgolvig en onzichtbaar ultraviolet licht, UV-C. De lichtflitsen worden opgewekt in een buis gevuld met een mengsel van argon en fluoride. Door een hoge elektrische spanning ontstaat er kort een verbinding tussen deze twee gassen. De verbinding tussen deze twee elementen wordt een di-meer genoemd en is zeer energierijk. (excited). Vandaar de naam excimer.

Per laserflits wordt een zeer dun laagje weefsel van 0,2 micron verwijderd. Door middel van een computer wordt berekend hoeveel pulsen nodig zijn om een afwijking te corrigeren.

Doordat er buiten het verdampingsgebied bijna geen warmte-effect optreedt worden de dieper gelegen lagen van het hoornvliesweefsel niet aangetast.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Conclusie

Onze hoofdvraag kunnen wij nu beantwoorden. Na het zien van de operatie en de metingen weten we wat er gebeurt tijdens een behandeling. De verandering die het oog ondergaat tijdens een behandeling is dat het oppervlak van het hoornvlies wordt veranderd. Deze verandering hangt van verschillende factoren af. Deze factoren zijn de verschillende afwijkingen: bijziendheid, verziendheid en astigmatisme. Ook de sterkte is van belang om te weten hoeveel er moet worden veranderd aan het hoornvlies. Bij bijziendheid moet het hoornvlies platter gemaakt worden omdat de ooglenzen of het hoornvlies te sterk convergeert of omdat de oogas te lang is. Dit gebeurt door in het midden van het hoornvlies een groter deel te laten verdampen dan aan de zijkant. Bij persoon B is dit aan de Orbscan duidelijk te zien.

Bij verziendheid moet het hoornvlies boller worden omdat de lichtstralen niet sterk genoeg worden geconvergeerd. Hiervoor wordt aan de randen meer gelaserd dan aan de binnenkant. Dit is te zien bij het rechteroog (OD) van persoon A. Bij het linkeroog (OS) is goed te zien dat het astigmatisme is verdwenen. Dit gebeurt door op de plaats van de cilinder meer of minder te laseren zodat het hoornvlies egaal wordt. Astigmatisme bepaalt vaak een groot deel van de afwijking.

Er zijn twee manieren om een afwijking met de excimerlaser te corrigeren. De meest gebruikte manier is LASIK. Hierbij wordt eerst een flapje van het hoornvlies losgemaakt. Dit flapje blijft aan één kant vastzitten. Dan wordt in de middelste laag van het hoornvlies gelaserd. Dit is de beste methode omdat het flapje na de behandeling het hoornvlies beschermt. De tweede methode wordt toegepast als LASIK niet mogelijk is doordat het hoornvlies te dun is. Dan wordt LASEK toegepast. Hierbij wordt geen flapje weggesneden. Alleen het epitheel wordt verwijderd en vervolgens wordt het bovenste oppervlak gelaserd.

De verandering is snel merkbaar, de behandelde personen kunnen snel scherp zien. Wel kunnen ze nog last hebben van haze en halo's. Dit zijn bijwerkingen maar niet ernstig. Dit duurt hooguit twee jaar en komt in de meeste gevallen niet voor. Er treden nauwelijks complicaties op.

De laserbehandeling wordt gezien als een cosmetische ingreep omdat het niet noodzakelijk is. Er zijn ook andere oplossingen, zoals een bril of lenzen. Het is geen medische ingreep en wordt dus niet vergoed door de ziekteverzekering. De behandeling kost ongeveer 4000 gulden per oog.

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Begrippenlijst

accommodatievermogen - het vermogen de breking van lichtstralen te veranderen door het boller en platter worden van de lens

anatomie - beschrijving van onderdelen met hun functies

astigmatisme - brekingsafwijking waarbij er geen puntvormig beeld op het netvlies gevormd wordt door ongelijke breking op verschillende plaatsen van het hoornvlies

beeldafstand - de afstand van het midden van de lens tot het punt waar het beeld wordt gevormd

bijziendheid - afwijking door te sterke breking van het oog waardoor niet goed kan worden gezien in de verte

brandpuntafstand - de afstand van het middelpunt van de lens tot het punt waar de lichtstralen de oogas snijden

brekingsindex - maat voor breking

cilinderafwijking - zie astigmatisme

convergeren - het naar elkaar toe lopen van lichtstralen

cornea - zie hoornvlies

dioptrie - eenheid van de sterkte van een oogafwijking, waarbij sterkte = 1/brandpuntafstand (in meters)

divergeren - het uit elkaar gaan van lichtstralen

epitheel - bovenste laag verhoorde cellen van het hoornvlies

excimerlaser - laser met argon en fluoridegas waarmee refractieafwijkingen worden gecorrigeerd

foton - energiedeeltje waaruit licht bestaat

fotoreceptoren - cellen die gevoelig zijn voor licht

hoornvlies - het doorzichtige gedeelte van de harde oogkrok aan de voorkant van het oog

hoornvlieslamel - het flapje van het hoornvlies dat wordt losgesneden zodat in het midden van het hoornvlies kan worden gelaserd.

hypermetropie - zie verziendheid

LASEK - *Laser Assisted Sub Epithelial Keratomileusis*, methode om refractieafwijkingen te corrigeren met behulp van een laser waarbij delen van de bovenste laag van het hoornvlies worden verdampt

LASIK - *Light Assisted in-Situ Keratomileusis*, methode om refractieafwijkingen te corrigeren met behulp van een laser waarbij in de middelste laag van het hoornvlies delen worden verdampt

micron - $1 \cdot 10^{-6}$ meter

myopie - zie bijziendheid

nabijheidspunt - punt dichtbij waarvan nog net een scherp beeld op het netvlies kan worden gevormd

OD - oculus dexter, rechteroog

OS - oculus sinister, linkeroog

oudziendheid - afwijking van het oog die op latere leeftijd ontstaat doordat het accommodatie- vermogen van de lens afneemt

presbyopie - zie oudziendheid

refractieafwijking - brekingsafwijking van het oog

vertepunt - punt in de verte waarvan nog net een scherp beeld op het netvlies kan worden gevormd

verziendheid - afwijking door te zwakke breking van het oog waardoor geen scherp beeld kan worden gevormd van voorwerpen dichtbij

voorwerpafstand - de afstand van een voorwerp tot het middelpunt van de lens

Notenlijst

<i>figuur 1</i>	Biologie Overal vwo NG 3	blz. 4
<i>figuur 2</i>	Biologie Overal vwo NG 3	blz. 14
<i>figuur 5</i>	Inzicht in zien Wegwijs in de oogheelkunde	blz. 116
<i>figuur 6</i>	Inzicht in zien Wegwijs in de oogheelkunde	blz. 117
<i>figuur 8</i>	Inzicht in zien Wegwijs in de oogheelkunde	blz. 116
<i>figuur 9</i>	Inzicht in zien Wegwijs in de oogheelkunde	blz. 117
<i>figuur 10</i>	folder Lasik Centrum Zuid-Nederland	
<i>figuur 11</i>	www.oogziekenhuis.nl	
<i>figuur 12</i>	Systematische Natuurkunde Kernboek N1 vwo 2	blz. 152

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Literatuurlijst

Drs. J.W. Middelink
Ir. F.J. Engelhard
J.G. Brunt
A.G.M. Hillege
Drs. R.W. de Jong
Drs. J.H. Moors
Drs. H.A.M. Ottink
Systematische Natuurkunde
Kernboek N1 vwo 1 tweede fase
Uitgever Nijgh Versluys, eerste druk, Baarn 1998

Drs. J.W. Middelink
Ir. F.J. Engelhard
A.G.M. Hillege
Dr. E. Nieuwenhuis
Systematische Natuurkunde
Kernboek N1 vwo 2 tweede fase
Uitgever Nijgh Versluys, eerste druk, Baarn 2000

G.S. Baarsma en andere
Eindredactie G.H.M. Lith
Inzicht in zien Wegwijs in de oogheelkunde
Uitgever Lioness Books

F. Lagerwaard-Fijten
A.W.J. van Leijen
M. van Overbeek
A.W. Spanjers
U.P. Steenhuis
A.P. van der Zee
Biologie Overal
Biologie 2 vwo voor de tweede fase, deel 2
Vwo NG 3
Uitgever Educatieve Partners Nederland BV, eerste druk, Houten 2000

Gezondheidsraad: Beraadsgroep Geneeskunde
Lasers op het oog
Correctie van refractie-afwijkingen met lasers
Advies van een commissie van de Gezondheidsraad
publikatie nr 1993/19, Den Haag 1993

James, Bruce
Chew, Chris
Bron, Anthony
Zakboek Oogheelkunde
Uitgever Elsevier/Bunge, Maarssen 1999

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Lijst overige bronnen

www.oogziekenhuis.nl
www.lasikcentrum.nl

C. Verdoorn
oogdeskundige
Lasik Centrum
Liduina Ziekenhuis
Bosscheweg 35
5281 AE Boxtel
17-10-2001
6-11-2001

Assistente Maria
Lasik Centrum
Liduina Ziekenhuis
Bosscheweg 35
5281 AE Boxtel
17-10-2001
6-11-2001

Folder Lasik Centrum Zuid-Nederland
Het goede vooruitzicht voor uw ogen

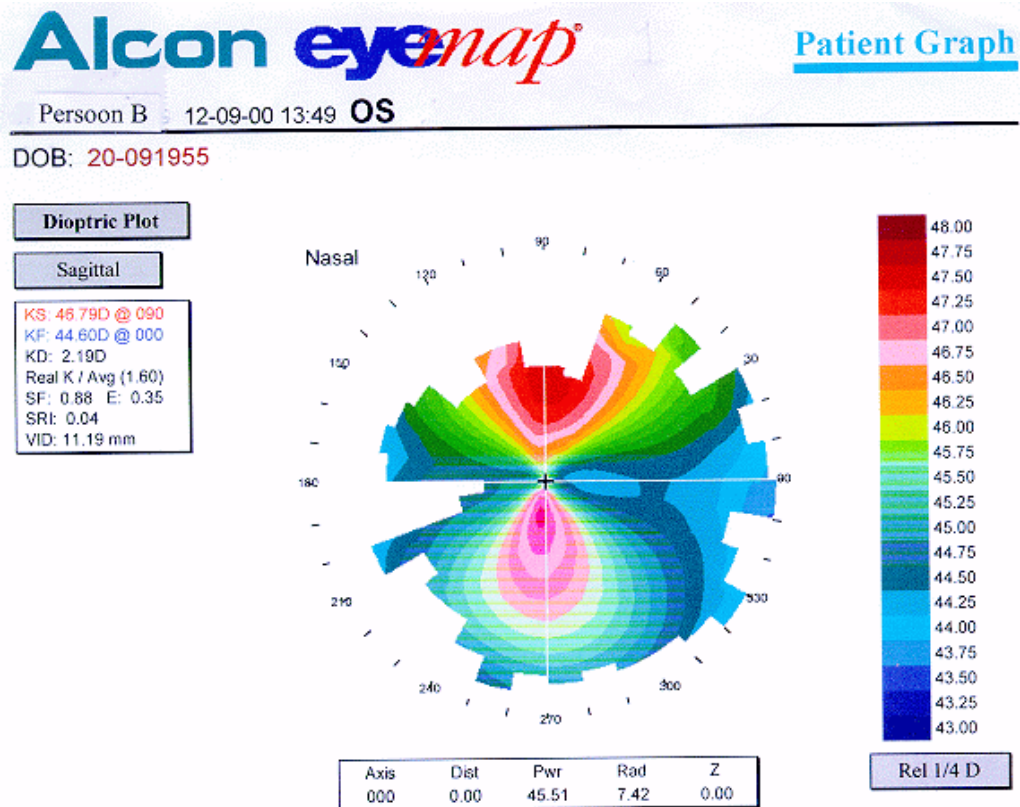
Cd-rom Lasik Centrum Zuid-Nederland
Het goede vooruitzicht voor uw ogen

Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

Bijlagen



Profielwerkstuk LASIK en LASEK

Pauline Hoogeland en Kim Veroude

© havovwo.nl (jan 2002)

