

STADIA

HELSINGIN AMMATTIKORKEAKOULU

Zyoptix[®] LASIK

Sarveiskalvon taittovirhekirurgian aiheuttamat komplikaatiot myopian korjaamisessa

Optometrian koulutusohjelma
Optometrismi
Opinnäytetyö
Syksy 2007

Päivi Salmela



Koulutusohjelma		Suuntautumisvaihtoehto	
Optometrian koulutusohjelma		Optometrismi	
Tekijä/Tekijät			
Päivi Salmela			
Työn nimi			
Zyoptix®LASIK Sarveiskalvon taittovirhekirurgian aiheuttamat komplikaatiot myopian korjaamisessa			
Työn laji	Aika	Sivumäärä	
Opinnäytetyö	Syksy 2007	47	
<p>TIIVISTELMÄ</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia sarveiskalvon taittovirhekirurgian aiheuttamia komplikaatioita ja niiden ilmenemiseen vaikuttavia tekijöitä myopian korjaamisessa. Tarkastelun kohteena olivat myös leikkaustuloksen pysyvyys, regressio ja ylikorjaukset kuukauden, kuuden kuukauden ja vuoden kuluttua Zyoptix®LASIK-leikkauksesta.</p> <p>Tutkimus oli laadultaan kvantitatiivinen ja se toteutettiin yhteistyössä Eiran sairaalan kanssa. Sain käyttööni Eiran sairaalan potilaskortiston, josta siirsin tarvittavat tiedot Datagraph-ohjelmaan. Tutkimusjoukko muodostui 322 myooppisesta silmästä, jotka silmäkirurgi Harri Koskela leikkasi Eiran sairaalassa tammi-kesäkuussa vuonna 2005 Zyoptix®LASIK-leikkausmenetelmällä.</p> <p>Tutkimustulosten mukaan komplikaatioita esiintyi vain 1,2 %:lla koko tutkimusjoukosta. Myopian määrällä ei tutkimuksen mukaan ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta komplikaatioiden ilmenemiseen eikä leikkaustuloksen pysyvyyteen. Esiintyneitä komplikaatioita olivat debris, läpän dislokaatio, haze ja epiteelin kasvu. Eniten komplikaatioita esiintyi erittäin suuriasteisessa myopiassa, jolloin myös sarveiskalvon paksuus ja sarveiskalvolle tehtävän läpän paksuus olivat pienempiä verrattuna vähäisempään myopian määrään. Ablaatiosyvyys korreloi negatiivisesti taittovirheen määrän kanssa, jolloin myopian määrän kasvaessa ablaatiosyvyys kasvoi tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Leikkaustulos oli pysyvä kuukauden ja kuuden kuukauden kuluttua Zyoptix®LASIK-leikkauksesta riippumatta myopian määrästä. Vuoden kuluttua leikkauksesta suurilla myoopeilla tapahtui lievää regressiota.</p> <p>Tulevaisuudessa taittovirhekirurgia on tärkeä taittovirheen korjausmuoto silmälasien ja piilolinssien ohella. Opinnäytetyö tukee ammattiosaamistani toimiessani näönhuollon asiantuntijana. Tutkimuksen suuren otoskoon vuoksi opinnäytetyön tulosta voi pitää luotettavana.</p>			
Avainsanat			
Taittovirhekirurgia, komplikaatio, myopia			



Degree Programme in		Degree	
Optometry		Bachelor of Health Care Services	
Author/Authors			
Päivi Salmela			
Title			
Zyoptix® LASIK Complications in Corneal Refractive Error Surgery Correcting Myopia			
Type of Work	Date	Pages	
Final Project	Autumn 2007	47	
<p>TIIVISTELMÄ</p> <p>The aim of my study was to examine the complications in corneal refractive error surgery when correcting myopia and the factors that are affecting their manifestation when correcting myopia. I also examined the stability of the result, the regression and overcorrections after one month, six months and one year of the Zyoptix® LASIK refractive error surgery.</p> <p>The type of my study was quantitative and it was implemented in co-operation with the hospital Eira. I got the patient files in my use from the hospital Eira and transferred the data that I needed in the Datagrappg-programme. The target group of the study contained 322 myopic eyes, which were operated by Harri Koskela, the ophtalmic surgeon, in the hospital Eira during January-June in 2005.</p> <p>The results of the study indicated that complications occurred only in 1,2 % of the entire target group. According to the study the amount of the myopia had no statistically remarkable influence on the manifestation of the complications neither had the stability of the surgery result. The complications were debris, flap dislocation, haze and epithelial ingrowth. The majority of the complications occurred in the most myopic eyes, when also the corneal thickness and the flap thickness was smaller compared to less myopic eyes. The ablation depth had negative correlation with the amount of the myopia, so when the ablation depth increased statistically markedly, the amount of the myopia also increased. The result of the surgery was stabile after one and six months of the Zyoptix® LASIK surgery and was't depending on the amount of the myopia. After one year of the operation regression occurred slightly in the greatly myopic eyes.</p> <p>In the future refractive surgery is going to be one very important way of correcting refractive errors together with spectacles and contact lenses. My final project supports my professional skills as a vision care expert. Because of the large number of the target group, my study can be considered as reliable.</p>			
Keywords			
Refractive error surgery, complication, myopia			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 KÄSITTEET	2
2.1 Myopia	2
2.2 Taittovirhekirurgia	3
2.3 Komplikaatio	3
2.4 Lyhenteet.....	4
3 SARVEISKALVON RAKENNE.....	4
3.1 Kynelfilmi.....	6
3.2 Epiteeli	7
3.3 Bowmanin kerros.....	7
3.4 Strooma	8
3.5 Descemetin kalvo.....	8
3.6 Endoteeli.....	8
3.7 Sarveiskalvon hermotus	9
3.8 Sarveiskalvon aineenvaihdunta	9
4 SARVEISKALVON TAITTOVIRHEKIRURGIA	10
4.1 Excimer-laser.....	10
4.2 Aaltorintamamenetelmä	11
4.3 Zyoptix [®] – LASIK	12
4.4 Ablaatioalue.....	16
5 KOMPLIKAATIOT	17
5.1 Refraktiiviset komplikaatiot	17
5.2 Lämpäkomplikaatiot	18
5.3 Subjektiiviset komplikaatiot.....	19
6 TUTKIMUSONGELMAT.....	20
7 TUTKIMUSMENETELMÄ JA TOTEUTUS	20
7.1 Tutkimuskohde	20
7.2 Tutkimusvälineistö.....	21
7.3 Tutkimuksen kulku	21
7.4 Aineiston analyysimenetelmät.....	23
8 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	25
8.1 Komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavat tekijät.....	27
8.2 Leikkaustuloksen pysyvyys.....	29
9 YHTEENVETO	36
10 POHDINTA.....	39
10.1 Tutkimuksen luotettavuus	39
10.2 Tutkimustulosten pohdinta	40
LÄHTEET.....	44

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia sarveiskalvon taittovirhekirurgiaan liittyviä komplikaatioita ja selvittää niiden ilmenemiseen vaikuttavia tekijöitä. Tarkoituksena on myös arvioida leikkaustuloksen pysyvyyttä. Tarkastelukohteena on uusiin Zyoptix[®]-LASIK-leikkausmenetelmä ja tutkimusaineistona on Eiran sairaalan potilasarkistosta poimitut likitaitteiset silmät (n=322), joihin on tehty taittovirheleikkaus tammi-kesäkuussa vuonna 2005.

Kiinnostus opinnäytetyön aiheeseen tuli suoraan käytännön elämästä. Työskennellessäni eri optikkoliikkeissä pääkaupunkiseudulla ja Keski-Suomessa, asiakkaat kyselivät usein taittovirheleikkauksiin liittyvistä riskeistä ja leikkaustekniikasta. Erityisesti komplikaatiot ja leikkaustuloksen pysyvyys herätti kiinnostusta. Tulevaisuudessa sarveiskalvon taittovirhekirurgia tulee olemaan yksi tärkeä taittovirheen korjausmuoto silmälasien, piilolinssien ja orthokeratologian ohella. Tutkimuksen ansiosta minulla on hyvät valmiudet toimia näönhuollon ammattilaisena.

Opinnäytetyöni teoriaosuudessa selvitän tutkimuksen keskeisimmät käsitteet, joita ovat myopia, taittovirhekirurgia ja komplikaatio. Selvitän myös sarveiskalvon rakenteen yksityiskohtaisesti ja kuvaan Zyoptix[®]-LASIK-leikkausmenetelmän vaiheittain. Lisäksi esittelen kolme erilaista leikkausmenetelmää sekä aiemmissa tutkimuksissa esiteltyjä komplikaatioita. Käsittelen myös hieman subjektiivisia komplikaatioita aikaisempien tutkimusten pohjalta, sillä mielestäni ne on myös hyvä tuoda tämän tutkimuksen sisällössä esille.

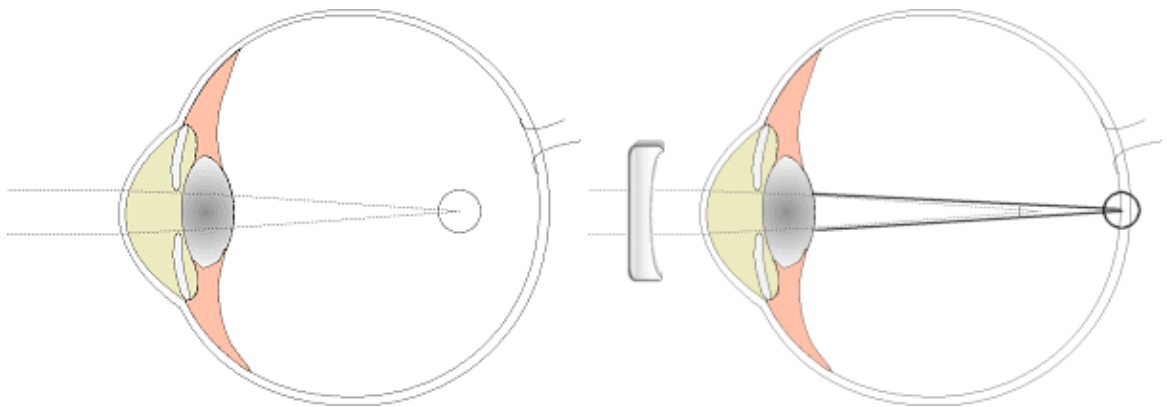
Tutkimusosuudessa selvitän tutkimusongelmat ja kuvaan aineiston analysoinnin eri vaiheet ja menetelmät. Lopuksi tarkastelen tutkimustuloksia ja teen niiden perusteella johtopäätöksiä taittovirheleikkauksiin liittyvistä komplikaatioista ja arvioin niiden ilmenemiseen vaikuttavia tekijöitä eli taittovirheen määrää, sarveiskalvon ja läpän paksuutta sekä ablaatiopsyvyyttä. Tarkastelen näiden muuttujien mahdollista yhteyttä leikkaustuloksen pysyvyyteen.

2 KÄSITTEET

Tutkimuksen ymmärrettävyyden ja luettavuuden kannalta määrittelen seuraavat keskeisimmät käsitteet. Selvitän myös suoraan englannin kielestä tulevat lyhenteet, joita käytetään yleisesti taittovirheleikkausten yhteydessä.

2.1 Myopia

Myopia tulee kreikankielisistä sanoista *myein* = sulkea ja *ops* = silmä (Uusi sivistyssanakirja 1998: 426). Myopia eli likitaittoisuus tarkoittaa sitä, että äärettömyydestä yhdensuuntaisina tulevat valonsäteet kohtaavat verkkokalvon edessä. Myopia korjataan koveralla miinuslinssillä, jolloin valonsäteet saadaan kohtaamaan verkkokalvolla. (Saari 2001: 290.)



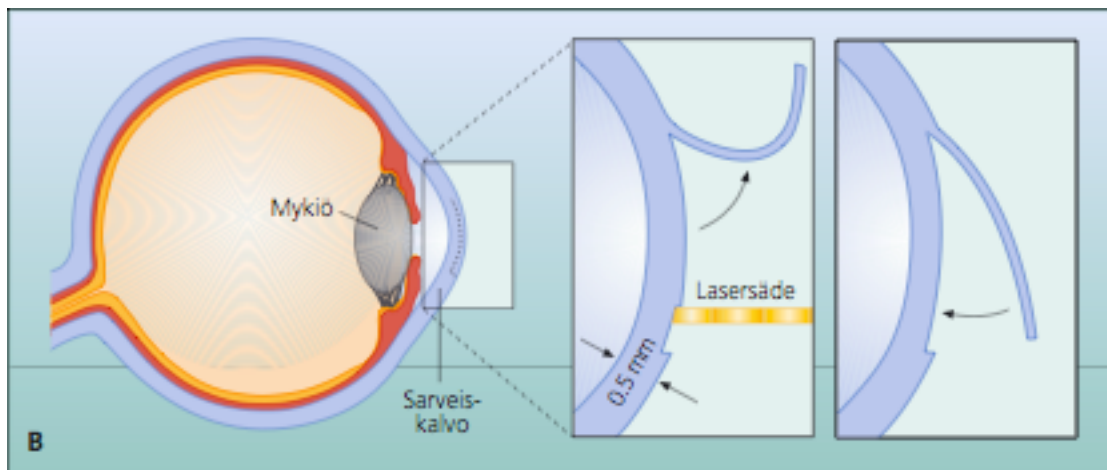
KUVIO 1. Likitaitteinen eli myooppinen silmä. Valonsäteet kohtaavat verkkokalvon edessä. Kovera linssi hajottaa valonsäteet ja tarkka kuva muodostuu verkkokalvolle. (Tervo 2001.)

Myopia jaetaan aksiaaliseen ja refraktiiviseen myopiaan. Aksiaalisessa myopiassa silmän pituus on liian suuri suhteessa silmän taittovoimaan. Kun silmän taittovoima on liian suuri suhteessa silmän pituuteen, on kyseessä refraktiivinen myopia. (Saari 2001: 289-291.) Tässä tutkimuksessa myopia on jaoteltu neljään eri ryhmään likitaitteisuuden määrän mukaan: pieni (0,00 D \rightarrow -3,00 D), keskinkertainen (-3,01 D \rightarrow -6,00 D), suuri (-6,01 D \rightarrow -9,00 D) ja erittäin suuri (\geq -9,01 D).

2.2 Taittovirhekirurgia

Taittovirheellä tarkoitetaan silmän poikkeavaa taittovoimaa, joka aiheuttaa silmän verkkokalvolle muodostuvan kuvan epätarkkuuden (Uusitalo 2002). Taittovirheitä voidaan korjata sarveiskalvoa muotoilevalla excimer- laserilla tai silmänsisäisellä piilolinssillä (ICL) (Silmälaseri). Tutkimus käsittelee kuitenkin ainoastaan excimer- laserilla korjattavaa likitaitteisuutta eli myopiaa.

Taittovirhekirurgia eli refraktiivinen kirurgia on silmän sarveiskalvoon kohdistuva leikkaus, jolla korjataan täysin terveen silmän taittovirhettä. Taittovirheitä eli ametropioita ovat myopia eli likitaitteisuus, hyperopia eli kaukotaitteisuus ja astigmatismi eli hajataitteisuus, joista hyperopia ja astigmatismi jäävät tämän tutkimuksen ulkopuolelle (Saari 2001: 289-290).



KUVIO 2. Taittovirhekirurgia. Kaaviokuva LASIK – leikkausmenetelmästä. (Käypä hoito – suositus 2002: 539).

2.3 Komplikaatio

Komplikaatio tulee myöhäislatinankielisestä sanasta *complicã'tiõ* ja latinankielisestä verbistä *complicã're* = moninkertaistaa. Komplikaatio tarkoittaa yleisesti asian mutkistumista, lisävaikeutta ja sekaantumista. Lääketieteessä komplikaatiolla tarkoitetaan lisätautiä, joka liittyy alkuperäiseen tautiin. (Uusi sivistyssanakirja 1998: 344.) Tässä tutkimuksessa komplikaatiolla tarkoitetaan taittovirheleikkauksen jälkeen ilmenevää ei-toivottua asiaa.

Tutkimuksessa komplikaatio ei viittaa millään tavalla lisätautiin, sillä taittovirheleikkaus tehdään aina terveeseen silmään.

Tutkimuksessa komplikaatiot on jaettu kolmeen eri kategoriaan: refraktiivisiin, läppä- ja subjektiivisiin komplikaatioihin. Refraktiivisilla komplikaatioilla tarkoitetaan kaikkia itse taittovirheeseen liittyviä ongelmia, joita käsitellään tarkemmin luvussa 5. Läppäkomplikaatioilla tarkoitetaan ainoastaan LASIK- leikkausmenetelmällä tehtävän läpän aiheuttamia ongelmia leikkauksen aikana ja sen jälkeen, sillä Zyoptix[®]-LASIK- leikkauksessa läppä tehdään teknisesti samalla tavalla kuin perinteisessä LASIK-leikkausmenetelmässä. Subjektiiviset komplikaatiot tarkoittavat taittovirheikatun subjektiivisia kokemuksia ja ongelmia näkemisessä, joita käsitellään tarkemmin luvussa 5.

Kaikkiin kirurgisiin toimenpiteisiin liittyy aina riskejä. Koska taittovirheleikkaus tehdään silmään, jonka taittovirhe on silmälaseilla korjattavissa, ei leikkausmenetelmä saa aiheuttaa tavoiteltavaan hyötyyn nähden merkittäviä riskejä. (Käypä hoito - suositus: 540.)

2.4 Lyhenteet

BCVA	best corrected visual acuity	(paras korjattu näöntarkkuus)
LASIK	laser assisted in situ keratomileusis	(läppäleikkaus)
UCVA	uncorrected visual acuity	(korjaamaton näöntarkkuus)
ICL	intra ocular contact lens	(silmänsisäinen piilolinssi)
OZ	optical zone	(laseroitavan alueen halkaisija)
HOA	high order aberration	(korkeamman asteen vääristymä)

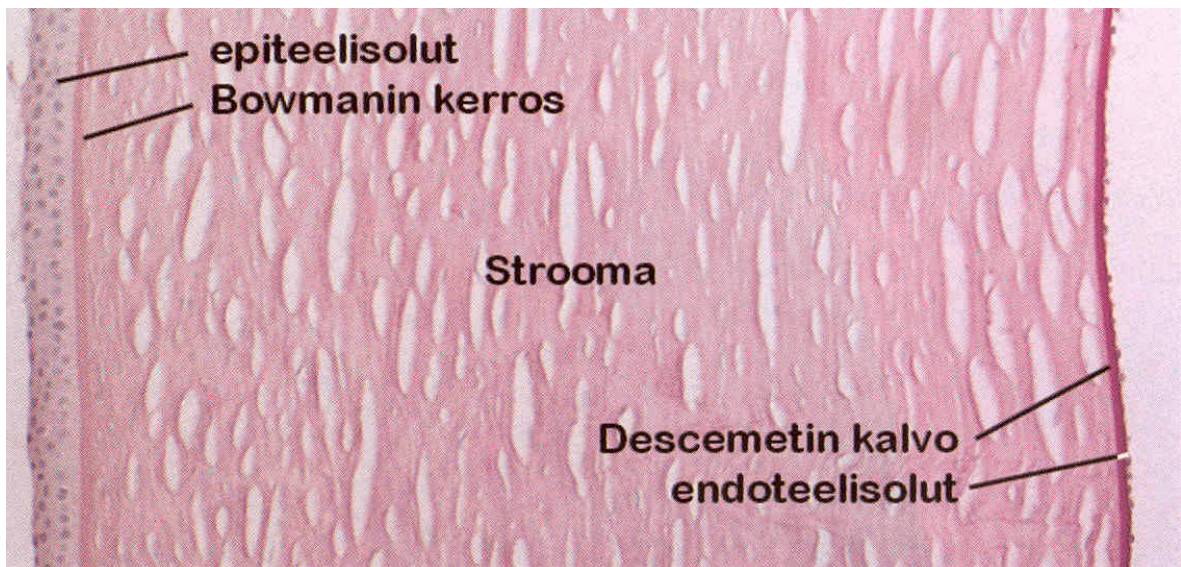
3 SARVEISKALVON RAKENNE

Sarveiskalvo eli *cornea* on silmän uloin kerros. Se on keskeltä ohuempi (n. 520 µm) kuin reunoilta (n. 670 µm) ja sen halkaisija on vertikaalisuunnassa pienempi (10,6 mm) kuin horisontaalisuunnassa (11,7 mm). (Forrester – Dick – McMenamin - Lee 1999: 16.) Sarveiskalvon taitekerroin (n) on keskimäärin 1,376 ja säde 7,8mm. Se on litteämpi reunoilta

kuin keskeltä (Hom – Bruce 2006: 10). Sarveiskalvo on silmän voimakkaimmin valoa taittava osa, jonka taittovoima on 2/3 koko silmän taittovoimasta eli noin 43 D. Siinä on myös paljon tuntohermoja, jonka vuoksi se on silmän tuntoherkin osa. Samalla se myös suojaa silmää infektioita ja vierasesineitä vastaan. (Arlainstituutti – Silmät ja näkeminen 2006.)

Sarveiskalvon tärkein tehtävä on pysyä läpinäkyvänä ja taittaa valoa näkyvän valon aallonpituuksilla (390-750 nm). Myös osa ultraviolettisäteilystä (300-380 nm) ja infrapunasäteilystä (780-1400 nm) läpäisee sarveiskalvon tai absorboituu sarveiskalvon kerrokseen. Sarveiskalvo on verisuoneton kerros, jonka ravinnon ja hapen saannista huolehtii limbuksen verenkierto, kammioneste ja kyynelneste. (Saari 2001: 17.) Läpinäkyvyyteen vaikuttavat useat eri tekijät kuten epiteelikerroksen säännöllinen ja tasainen rakenne, metabolia ja hydraatitasapaino (Saari 2001: 148).

Sarveiskalvo koostuu viidestä rakenteeltaan erilaisesta kerroksesta: epiteelistä, Bowmanin kerroksesta, stroomasta, Descemetin kalvosta ja endoteelistä. Uloimpana sarveiskalvon pinnalla on kyynelfilmi, jonka tehtävänä on pitää sarveiskalvon pinta kosteana. (Forrester ym. 1999: 16.) Sarveiskalvo koostuu pääasiassa vedestä. Sen rakenteesta jopa 78 % on vettä, 15 % kollageenia, 5 % muita proteiineja, 1% sokeryhdiste GAG:tä eli glykosaminoglykaania ja 1 % suolaa. (Hom – Bruce 2006: 10-14.)



KUVIO 3. Histologinen poikkileikkauskuva sarveiskalvon kerroksista: epiteeli, Bowmanin kerros, strooma, Descemetin kalvo ja endoteeli (Saari 200: 16).

3.1 Kyynelfilmi

Kyynelneste muodostaa sarveiskalvon pinnalle tasaisen, 7-10 µm paksuisen kyynelfilmin, joka tasoittaa epiteelin epätasaisuudet. Kyynelfilmin ansiosta sarveiskalvo toimii kokonaisuudessaan parempana valoaittavana linssinä. Kyynelnesteen kautta sarveiskalvo saa happea ja ravinteita ja sen kautta kuona-aineet pääsevät poistumaan. Aineenvaihduntatuotteiden kuljetuksen lisäksi kyynelfilmin tehtävänä on suojata silmän pintaa infektioilta ja toimia voitelevana aineena luomien ja sarveiskalvon sekä sidekalvon välillä. (Saari 2001: 106-107.)

Kyynelneste koostuu pääasiassa vedestä. Se on isotoninen suolaliuos, jonka keskimääräinen pH on 7,45, joka vaihtelee välillä 7,14 – 7,82. Kyynelneste sisältää natriumia, kaliumia, klooria, bikarbonaatteja, kalsiumia ja pieniä määriä muita ioneja. Se sisältää myös 60 erilaista proteiinia, joista albumiinin osuus on jopa 60 %. Muita merkittäviä proteiineja ovat immunoglobuliinit (IgG,IgA,IgM,IgE ja IgD), lysotsyymi ja laktoferrini. Proteiinien tärkeimpänä tehtävänä on ehkäistä infektioita ja vähentää pintajännitystä sekä säädellä osmolariteettia ja toimia pH-puskurina. Immunoglobuliineja muodostuu sidekalvon plasmasoluissa ja niiden tehtävänä on ylläpitää immuniteettia bakteereita, viruksia, sieniä ja parasitteja vastaan. Laktoferrinillä, lysotsyymillä (entsyymi) ja β-lysiinillä on antibakteerinen vaikutus. Lisäksi kyynelnesteessä on myös tulehduksen välittäjäaineita histamiinia ja prostaglandiineja. Kyynelnesteessä on myös ympäröivien kudosten eläviä ja kuolleita soluja jopa 500 000 solua/mm³. (Hom – Bruce 2006: 3,6-7.)

Kyynelfilmi koostuu kolmesta kerroksesta, joita ovat öljymäinen lipidikerros, vesikerros ja limamainen musiiikerros. Meibomian, Zeissin ja Mollin rauhasen eritteet muodostavat kyynelfilmin päällimmäisen, öljymäisen lipidikerroksen, joka estää kyynelnesteen valumisen ja haihtumisen pois. Keskimäinen vesikerros erittyy kyynelrauhasesta sekä Krausen ja Wolfringin lisäkyynelrauhasista. Sidekalvon pikarisolut erittävät limamaista ainetta (*engl. mucous*), josta muodostuu kyynelfilmin alimmainen musiiikerros. Pikarisolujen eritteen ansiosta kyynelneste leviää tasaisesti sarveiskalvon ja sidekalvon pinnalle, sillä musii-ni pienentää pintajännitystä. (Saari 2001: 106-107.)

3.2 Epiteeli

Sarveiskalvon uloin kerros on epiteeli. Sarveiskalvon epiteeli on kerrostunut, ja se muodostuu 5-7 levyepiteelikerroksesta. Sarveiskalvon epiteelisolut ovat litteitä, tumallisia ja keratiinisoitumattomia pintasoluja. Epiteelikerroksen paksuus on noin 50-60 μm . Vierekkäiset solut ovat liittyneet toisiinsa desmosomi-liitoksilla ja alimman kerroksen solut ovat liittyneet tyvikalvoon hemidesmosomi-liitoksilla. (Forrester ym. 1999: 16.) Epiteelisolujen kiinteistä liitoksista johtuen vesi ei pääse imeytymään stroomaan, mikä vaikuttaa heikentävästi vesiliukoisten silmätippojen tehoon (Saari 2001: 148). Sarveiskalvon epiteelin etupinnalla on lukuisia mikrovilluksia ja mikropoimuja (*lat. micropliae*), joiden muodostama glykokalyksi huntu vaikuttaa kyynelfilmin stabiliteettiin. Mikrovillusten ja -poimujen tehtävänä on kiinnittää kyynelfilmin alimmainen musiniinikerros epiteelin pinnalle, jotta kyynelfilmi pysyisi tasaisena kerroksena epiteelin pinnalla. (Forrester ym. 1999: 16; Kanski 2003: 96.)

Epiteelisolukko uusiutuu mitoosin avulla limbuksella tyvisolukerroksessa epiteelin alaosassa, josta uudet solut nousevat pintaa kohti syrjäyttäen vanhat, hilseilevät solut. Epiteeli uusiutuu hyvin nopeasti, sillä solujen kiertokulku kestää vain noin 7 vuorokautta. Koko ajan uudistuva ja ehjä epiteeli suojaa silmää bakteereilta ja muilta taudinaiheuttajilta. Tyvikalvossa syntyy uusia epiteelisoluja, mutta sen tehtävänä on myös kiinnittää epiteeli Bowmanin kerrokseen. Epiteelikerroksen tyvikalvo on ohut verrattuna koko sarveiskalvon paksuuteen, vain noin 0,075 μm . Epiteelin toiminnan ja läpinäkyvyyden kannalta on hyvin oleellista, ettei sen keskeisellä alueella ole lainkaan melanosyyttejä, immuunisoluja eikä verisuonia. (Forrester ym. 1999: 16.)

3.3 Bowmanin kerros

Bowmanin kerros on ohut, 8-12 μm kalvo, joka erottaa epiteelin stroomasta. Se on sarveiskalvon anteriorinen eli etumainen rajakalvo, joka muodostaa tarkkarajaisen alueen. Bowmanin kerros koostuu ohuista kollageenisäikeistä, jotka ovat järjestäytyneet satunnaisesti. Se päättyy äkkinäisesti limbuksella. (Forrester ym. 1999: 16-17.) Bowmanin kerros ei vaurioidu eikä myöskään tulehdu helposti, mutta vahingoittuessaan siihen jää arpi ja se muuttuu läpinäkymättömäksi (Hom – Bruce 2006: 13).

3.4 Strooma

Strooma muodostaa noin 90 % sarveiskalvon kokonaispaksuudesta. Se koostuu pääasiassa 2 μ m paksuista lamelleista, jotka muodostuvat kerrostuneista kollageenisäikeistä. Järjestäytyneitä lamelleja on n. 200-250 kerrosta, jolloin strooman kokonaispaksuudeksi saadaan jopa 400-500 μ m. Kollageenisäielevyt ovat koko sarveiskalvon pituisia ja saman suuntaisia eli paralleleja sarveiskalvon pinnan suhteen. Ne muodostavat tiheän ja tarkasti järjestäytyneen rakenteen, jonka ansiosta valo pääsee kulkemaan hyvin niiden läpi siroamatta. Lamellien välissä on erittäin litteitä soluja, keratosyyttejä, jotka muodostavat yhtenäisen verkoston. Keratosyytit ovat liittyneet viereisiin soluihin aukkoliitoksilla. Glykosaminoglykaanit (GAG) ja proteoglykaanit muodostavat kollageenisäikeiden välille siltoja, joiden tehtävänä on säädellä kollageenisäikeiden säännöllistä rakennetta ja sitä kautta osittain ylläpitää sarveiskalvon läpinäkyvyyttä. Normaalisti stroomassa ei ole veri- eikä imusuonia, kun taas tuntohermosyitä on runsaasti strooman anteriorisissa kerroksissa .

(Forrester ym. 1999: 17,19; Kanski 2003: 96.)

3.5 Descemetin kalvo

Descemetin kalvo on sarveiskalvon posteriorinen eli taaempi rajakalvo, joka erottaa endoteelin stroomasta. Paksuudeltaan se on samaa luokkaa Bowmanin kerroksen kanssa eli vain 8-12 μ m. Descemetin kalvo on modifioitu endoteelin tyvikalvo, joka koostuu glykoproteiineista, laminiinista ja kollageeneista. Iän myötä Descemetin kalvo paksunee jatkuvasti reuna-alueilta. Jos kalvo jostain syystä rikkoutuu, se taipuu sisäänpäin kohti etukammiota. (Forrester ym. 1999: 19.)

3.6 Endoteeli

Endoteeli on sarveiskalvon alimmainen kerros, joka muodostaa sarveiskalvon posteriorisen pinnan. Endoteeli muodostuu ainoastaan yhdestä solukerroksesta, kun taas epiteelissä solukerroksia oli 5-6. Sen tärkein tehtävä on koko sarveiskalvon nestetasapainon ylläpitäminen, ja sitä kautta sarveiskalvon pitäminen läpinäkyvänä. Endoteelisolut lepäävät Descemetin kalvolla ja kuusikulmaiset solut muodostavat katkeamattomasti järjestäytyneen mosaiikkimaisen rakenteen. Ne ovat 5-6 μ m korkeita ja niiden halkaisija on 18-20 μ m. Endoteelisolut sisältävät paljon mitokondrioita, joilla on keskeinen rooli aktiivisessa nesteiden kul-

jetuksessa. Erittäin tärkeää on huomioida, että endoteelisolut eivät uusiudu ollenkaan. Niitä on nuorella yhteensä noin 350 000, mutta iän myötä soluja kuolee jatkuvasti. Kun yksi endoteelisoluista kuolee, sitä ympäröivät naapurisolut venyvät ja kasvattavat kokoaan saadakseen aukon paikattu. Nuoren endoteelin tunnistaa säännöllisistä kuusikulmaisista soluista, joita on tiheässä. Iän myötä solujen muoto ja koko muuttuvat epäsäännöllisiksi. Tiheimmillään soluja voi olla $4000 /\text{mm}^2$, mutta tiheys pienenee jatkuvasti. Sarveiskalvo turpoaa ja menettää läpinäkyvyytensä, jos solutiheys laskee alle $800 /\text{mm}^2$. (Forrester ym. 1999: 19; Kanski 2003: 96.)

3.7 Sarveiskalvon hermotus

Sarveiskalvossa on runsaasti tuntohermosyitä. Hermottajana on silmähermo, joka on yksi kolmoishermon haaroista. Silmähermo haarautuu pitkiksi sädekehähermoiksi, jotka hermottavat sarveiskalvoa. Tuntohermosyyt kulkevat stroomassa samansuuntaisesti kuin strooman kollageenisäikeet. Tiheästä hermotuksesta huolimatta sarveiskalvo pysyy kuitenkin läpinäkyvänä, sillä sarveiskalvon alueella olevien hermosyiden ympäriltä puuttuu kokonaan myeliinituppi. Limbuksen alueelle tulevissa hermosyissä on vielä myeliinituppi. (Forrester ym. 1999: 20.)

3.8 Sarveiskalvon aineenvaihdunta

Sarveiskalvon aineenvaihdunnalla on hyvin tärkeä merkitys näkemisen kannalta. Jos aineenvaihdunta häiriintyy, sarveiskalvo turpoaa, menettää läpinäkyvyytensä ja aiheuttaa näön sumenemisen. Sarveiskalvon aineenvaihdunnasta huolehtivat pääasiassa endoteeli ja epiteeli, jotka säätelevät sarveiskalvon vesipitoisuutta (78 %) ja suolojen määrää eli sarveiskalvon hydraatiota. Niiden kautta poistuvat myös kuona-aineet, hiilidioksidi ja maitohappo. (Hom – Bruce 2006: 14-16.)

Stroomaan siirtyy normaalisti vettä $6\mu\text{l} /\text{h}$. Strooman glykosaminoglykaanit (GAG) ovat hydrofiilisiä ja ne vetävät vettä puoleensa. Endoteeli- ja epiteelipumput kuljettavat ioneita aktiivisesti stroomaan aiheuttaen osmoottisen gradientin, jolloin vesi siirtyy passiivisesti endoteelin ja epiteelin soluväliliitosten läpi stroomaan. Strooman suolapitoisuuden lisääntyessä myös sen happamuus lisääntyy, jolloin vesi siirtyy passiivisesti tasoittamaan strooman happamuuden vakiotasolle. Lisäksi endoteeli- ja epiteelipumput kuljettavat vettä aktiivisesti

visesti pois stroomasta. Epiteelipumppu huolehtii aineiden vaihdosta epiteelin ja kyynelnesteen välillä ja endoteelipumppu puolestaan endoteelin ja etukammionesteen välillä. Endoteelipumppu vastaa 90 %:sta sarveiskalvon aineenvaihdunnasta. (Hom – Bruce 2006: 14-15.)

Sarveiskalvon aineenvaihdunnasta vastaavat aktiivisesti toimivat pumppumeکانismit tarvitsevat toimiakseen happea ja glukoosia. Sarveiskalvo ottaa suurimman osan tarvitsemastaan hapesta suoraan ilmasta kyynelnesteen kautta. Happea saadaan myös endoteelin kautta etukammionesteestä. Sarveiskalvon hapentarve on $9,54 \mu\text{l/h/cm}^2$. Glukoosia saadaan pääasiassa endoteelin kautta etukammionesteestä. Glykolyysissä glukoosista ja hapesta muodostuu vettä, hiilidioksidia ja ATP-energiaa (adenosiinitrifosfaattia). Kun happea on riittävästi glykolyysissä muodostuu yhtä glukoosimolekyyliä kohden 38 ATP-molekyyliä. Jos happea ei ole riittävästi, muodostuu yhtä glukoosimolekyyliä kohden ainoastaan 2 ATP-molekyyliä. Hapenpuute eli hypoksia johtaa sarveiskalvon epätehokkaaseen aineenvaihduntaan ja turpoamiseen eli ödeemaan. (Hom – Bruce 2006: 15-16.)

4 SARVEISKALVON TAITTOVIRHEKIRURGIA

Sarveiskalvon taittovirhekirurgia on kehittynyt viime vuosina hyvin nopeasti. Uusia leikkauksen menetelmiä kehitellään jatkuvasti, jotta leikkauksilla saavutettaisiin mahdollisimman paras näöntarkkuus ja laadukas näkö ilman riskejä. Leikkaustekniikka itsessään ei ole viime vuosina muuttunut, vaan tietokoneohjatun teknologian integroiminen on mahdollistanut yksilöllisesti ohjatun hoitoprofiilin luomisen. Uusimpien mittauslaitteiden ansiosta taittovirheiden lisäksi pystytään korjaamaan myös silmän korkeamman asteen optisia vääristymiä eli aberraatioita. (Bausch & Lomb Zyoptix® 2006.)

4.1 Excimer-laser

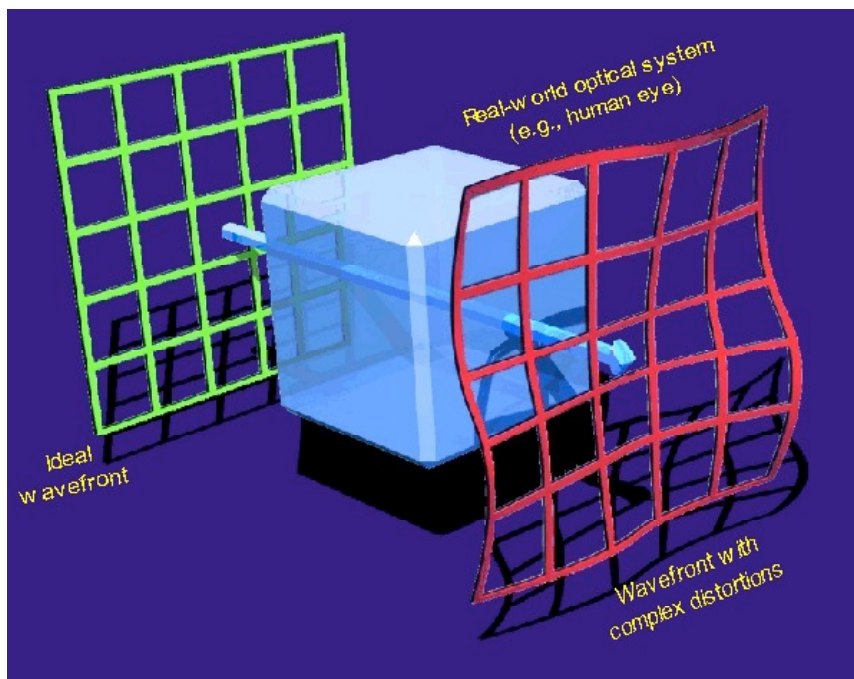
Laser-valo on koherenttia, monokromaattista valoa, jonka pulssiteho on hyvin korkea (Freeman – Hull 2003: 335). Excimer-lasertekniikka on vain yksi laserin monista käyttömuodoista ja se esiteltiin ensimmäisen kerran vuonna 1983 (Latvala 1996: 20). Excimer-

nimi tulee englanninkielisestä lyhenteestä ”*excited dimer*”, joka tulee sanoista ”*excited diatomic molecule*” eli viritetty kaksiatominen molekyyli (Silmäkeskus Laser). Excimer-laser pystyy tuottamaan lyhytaallonpituista (193nm) valoa, jonka fotoneilla on riittävästi energiaa rikkomaan sarveiskalvon molekyylien välisiä sidoksia (Freeman – Hull 2003: 532). Yleisesti käytetään kahta kaasua, argonia (Ar) ja fluoria (F), joilla saadaan muutettua sarveiskalvon kaarevuutta, joka vaikuttaa suoraan sarveiskalvon taittovoimaan (Freeman – Hull 2003: 532; MAOL- taulukot 1998: 154). 193nm:n aallonpituus takaa tasaisen ja tarkkarajaisen laseroitavan alueen ilman arpimuodostumaa sekä minimoi mahdolliset lämmöstä aiheutuvat vauriot. Excimer- laser lähettää säteilyä yksittäisten pulssien sarjoina. Pulssien kesto on noin 10 ns, toistuvien pulssien taajuus välillä 1-100 Hz ja pulssienergian vaihteluväli on 20-100mJ. (Valle 2000: 15.)

4.2 Aaltorintamamenetelmä

Aaltorintama eli wavefront tarkoittaa valon etenemistä eri väliaineessa. Silmässä valon kulkuun vaikuttavia väliaineita ovat sarveiskalvo, etukammioneste, mykiö, lasiainen sekä silmänpohjan muoto. Aaltorintamalaitteella ohjataan silmän optiikan läpi heikko laservalokimppu verkkokalvolle, josta se heijastuu takaisin (KUVIO 4). Laitteessa oleva, pienistä mittakennoista koostuva Hartmann-Shack- kamera, analysoi jokaiseen kennoon heijastuneen valonsäteen voimakkuuden, paikan ja muodon laitteen laskentaohjelman avulla. Ennen lopullista laskentaa silmän taittovoima kompensoidaan laitteen optiikan avulla, jonka avulla voidaan tarkastella pupillin eri alueilta tulevan valon pienempiä muutoksia eli korkeamman asteen vääristymiä (*HOAs= High Order Aberrations*). Silmästä heijastunutta mittaustulosta verrataan ideaalitalanteeseen eli tasaiseen aaltorintamaan, jolloin taittovoimaerot saadaan esitettyä. (Silmäkeskus Laser.)

Aaltorintamalaitteella voidaan mitata silmän koko näkevän alueen taittovoima ja myös laskea se erisuuruksille pupilliaukoille. Suomessa silmän taittovoima mitataan 0.25 dioptrian tarkkuudella silmälasimääritystä tehtäessä, kun taas aaltorintamatekniikalla mittaustarkkuus on jopa 0.01 dioptriaa. Perinteisessä näöntarkastuksessa HOAs ei pystytä tutkimaan, kun taas aaltorintamatekniikalla kolmannen asteen vääristymät saadaan mitattua. (Silmäkeskus Laser.) Aaltorintamatekniikalla silmän taittovoima mitataan jopa 9000 pisteessä, jolloin leikkauksen jälkeinen kuvan laatu saadaan mahdollisimman hyväksi (Eiran Sairaala 2007).



KUVIO 4. Wavefront Aaltorintamamenetelmä (Tervo 2001).

4.3 Zyoptix[®] – LASIK

LASIK- leikkaus on maailmanlaajuisesti hyväksynnän saanut leikkausmenetelmä taittovirheiden korjaamiseksi. Menetelmä on kehittynyt turvalliseksi ja tehokkaaksi tavaksi korjata sarveiskalvon taittovirheitä. Näkö paranee leikkauksen jälkeen nopeasti, tulos on hyvin ennustettavissa ja myös potilastyytyväisyys on korkea. (Akhaury – Verma – Kumar 2004: S727; Nakano – Nakano – Oliveira et al., 2004: S723.)

Tavallisen LASIK- leikkauksen ja Zyoptix[®]-LASIK- leikkauksen erona on jälkimmäisessä menetelmässä tehtävät tarkemmat alkumittaukset. Zyoptix[®]-LASIK- leikkausmenetelmässä jokaiselle potilaalle tehdään esitutkimuksessa yksilöllinen hoitoprofiili tarkan lasermittaustajärjestelmän avulla. Mittausten tavoitteena on kartoittaa, minkälainen taittovirheenkorjausmenetelmä kyseiselle potilaalle soveltuu parhaiten. Esitutkimus aloitetaan yleensä leikkausta edeltävänä päivänä, jolloin kartoitetaan sarveiskalvon profiili tarkasti. (Eiran sairaala 2007.)

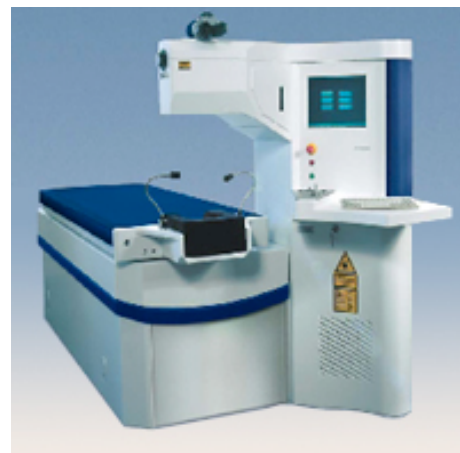
Sarveiskalvosta otetaan topografiakuva topografialaitteella (Orbican[™] IIz) ja aberrometrilla (Zywave[™] Aberrometer) otetaan vääristymäkartta (Bausch & Lomb Zyoptix[®] 2004 ;

Bausch & Lomb Zyoptix[®] diagnostic workstation 2006). Topografialaitteella saadaan silmän pinnasta kaarevuuskartta, joka kertoo sarveiskalvon pinnan muodon, paksuuden ja taittovoiman sen eri alueilla. Vertailemalla aaltorintamalaitteella saatua vääristymäkarttaa ja topografiakarttaa keskenään, nähdään sarveiskalvon muodon vaikutus taittovirheeseen. (Silmäkeskus Laser.) Aberrometrilla otetaan kaksi mittausta, joista ensimmäinen tehdään mustuaisen ollessa normaalitilassa ja toinen mustuainen laajennettuna. Silmälääkäri tutkii myös silmät mikroskoopilla ja tekee näöntarkastuksen, jossa tavoitteena on selvittää potilaan maksimaalinen näöntarkkuus eli BCVA (engl. *best corrected visual acuity*). (Eiran sairaala 2007.)

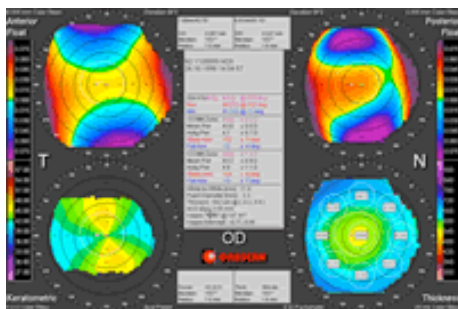
1)



4)



2)



3)



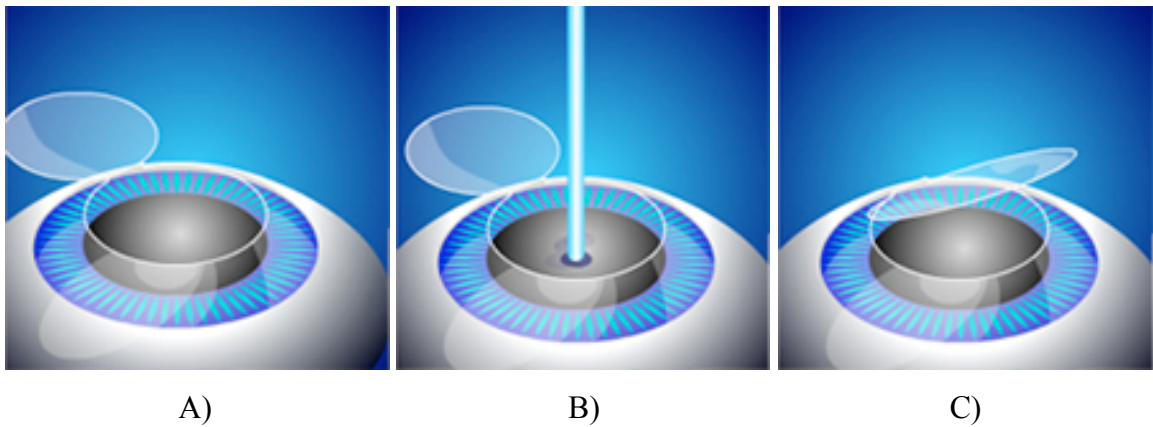
KUVIO 5. Kuvasarja Zyoptix[®] - LASIK- leikkausmenetelmän vaiheista: 1) Topografialaite (Orbscan[™] IIz) mittaa sarveiskalvon paksuuden ja muodon ja piirtää niistä kartan; Aberrometri (Zywave[™] Aberrometer) mittaa sarveiskalvon vääristymäkartan; 2) Sarveiskalvon topografiakartta; 3) Mikrokeratomi (Hansatome), jolla tehdään läppä; 4) Zyoptix[®]-100-LASIK- leikkaus suoritetaan tietokoneohjatulla laserlaitteella (Technolas 217z 100). (Bausch & Lomb 2006.)

Alkumittausten perusteella silmälääkäri ohjelmoi tietokoneen, joka ohjaa laserlaitetta toimenpiteen aikana. Toimenpiteen alussa potilaan ripset teipataan sekä asetetaan luomenlevitin estämään räpyttelyä. Silmän pinta puudutetaan puudutustipoilla ennen läpän merkkivivojen piirtämistä sarveiskalvolle. Puudutusainetta lisätään operaation edetessä. Ennen läpän tekemistä sarveiskalvolle asetetaan imurengas, jolla silmänpaine nostetaan 80-100 mmHg. (Eiran sairaala 2007; Käypä hoito- suositus 2002: 543.)

Silmän paineistamisen jälkeen sarveiskalvoon tehdään saranallinen läppä automaattisella mikrokeratomilla. Läpän paksuus vaihtelee taittovirheestä ja sarveiskalvon kokonaispaksuudesta riippuen välillä 120-160µm. Läppä nostetaan ja käännetään saranan varassa ympäri. Sen jälkeen laserointi tehdään läpän alla olevaan sarveiskalvon kerrokseen, stroomaan. LASIK- leikkaustekniikan ansiosta sarveiskalvon epiteelikerros ja Bowmanin kerros säilyvät koskemattomina, jolloin sarveiskalvon samentumisen (haze) riski pienenee. Ainoastaan läpän reunojen alueella Bowmanin kerros vahingoittuu hieman. (Latvala 1996: 22-23.)

Sarveiskalvoa hiotaan 1 ja 2mm:n läpimittaisilla laserpulsseilla 100Hz:n taajuudella ohuina solukerroksina 2-6 jaksossa. Laseroinnin aikana on tärkeää, että lasersäde kohdistuu oikeaan paikkaan sarveiskalvolla. Silmässä tapahtuu jatkuvasti pientä sakkadista liikettä, jota ei pysty paljaalla silmällä havaitsemaan. (Hiltunen – Holmberg – Kaikkonen – Lindblom-Yläne – Nienstedt 2003: 328.)

Tarkan tuloksen mahdollistamiseksi laserlaitteessa on potilaan molemmilla puolilla silmän seurantalaitteet eli ns. *eye trackerit*, joiden reaktioaika on jopa 6,6ms. Mikäli potilaan fiksaatio poikkeaa paljon kohdistusvalopisteestä, laser kytkeytyy kokonaan pois päältä. (Bausch & Lomb Zyoptix® 100 Laser 2006.) Laseroinnin jälkeen strooman pinta kostutetaan, jonka jälkeen saranallinen läppä käännetään takaisin paikoilleen. Läppä kiinnittyy silmänpaineen ja painovoiman ansiosta alle puolessa minuutissa paikoilleen. (Eiran sairaala 2007.)



KUVIO 6. Zyoptix[®]-LASIK- läppäleikkausmenetelmän vaiheet: A) Mikrokeratomilla tehty läppä käännetään sivuun; B) Excimer-laserilla tehdään laserointi läpän alle; C) Läppä käännetään takaisin paikoilleen. (Bausch & Lomb Zyoptix[®] 2006.)

Kun otetaan huomioon sarveiskalvon kokonaispaksuus (n. 500 μm) ja laseroinnin jälkeen jäljelle jäävän sarveiskalvon paksuus (vähintään 250 μm), johon on lisätty mikrokeratomilla tehtävän läpän paksuus (120-160 μm), voidaan laskea laseroitavan kerroksen maksimaalinen paksuus. Sarveiskalvon paksuudesta voidaan laseroida maksimissaan 90-130 μm . Sarveiskalvoa joudutaan laseroimaan noin 0,009mm, jotta saadaan korjattua -1.00 D myopia (Turun Silmälaser).

Zyoptix[®]-LASIK- leikkausmenetelmiä on kolme:

- 1) Zyoptix[®] Personalized
- 2) Zyoptix[®] Tissue saving
- 3) Zyoptix[®] Aspheric

Personalized- menetelmä soveltuu myopian lisäksi hyvin myös hyperopian korjaamiseen. Iristunnistuksen ansiosta myös hajataitteisuuden eli astigmatian korjaaminen tarkasti on mahdollista. Optinen alue eli ablaatioalue on yli 5,5mm. Personalized- menetelmällä pystytään korjaamaan hyvin HOA:ta eli korkeamman asteen aberraatioita. (Bausch & Lomb Zyoptix[®] personalized clinical benefits 2004: 1-3.)

Tissue saving- menetelmä soveltuu nimensä mukaan suuren myopian korjaamiseen ohuesta sarveiskalvosta huolimatta, sillä ablaatiosyvyyttä voidaan vähentää. Tissue saving- menetelmän etuna on myös suurempi laseroitavan alueen halkaisija, jolloin ablaatioalue on

jopa yli 6,5mm:ä. Parhaiten menetelmä soveltuu siis suuren myopian ja astigmatian korjaamiseen silloin, kun sarveiskalvo on ohut. (Bausch & Lomb Zyoptix[®] tissue saving clinical benefits 2004: 2-6.)

Uusimmassa Aspheric- menetelmässä otetaan potilaan yksilöllinen sarveiskalvon kaarevuus sekä asfäärisyys huomioon matemaattisen laskukaavan avulla. Luonnollisesti sarveiskalvon sfäärinen aberraatio on +0,27 μ m, jonka vaikutuksen nuoren silmän mykiön sfäärinen aberraatio -0,27 μ m pitää tasapainossa. Iän myötä mykiön sfäärisen aberraation määrä muuttuu positiivisemmaksi. 60-vuotiaana koko silmän sfäärinen aberraatio on jo noin +0,54 μ m:a. Aspheric- menetelmä perustuu laskukaavaan, jolla otetaan huomioon iän myötä muuttuvan mykiön sfäärinen aberraatio muuttamalla sarveiskalvon sfääristä aberraatiota. (Cataract & Refractive surgery today 2007: 48-49.)

4.4 Ablatioalue

Ablatioalueella tarkoitetaan leikkauksessa laseroitavaa aluetta. Yleisesti puhutaan ablaatio-syvyyydestä, jolla tarkoitetaan läpän alla olevan laseroitavan kudoksen määrää mikrometreissä (μ m). Ablatioalueesta puhuttaessa on syvyyden lisäksi tiedettävä myös laseroitavan alueen halkaisija, josta käytetään nimitystä optinen alue eli OZ (engl. *optical zone*). (Vongthongsri - Phusitphoykai – Tungsiriput 2004: S669.)

Mitä suuremmalta halkaisijalta optinen alue laseroidaan, sitä suurempi täytyy olla ablaatioalueen syvyys. Tämän vuoksi ongelmaksi muodostuvat suuret myoopit (> -9.00 D), joilla sarveiskalvo on hyvin ohut ($< 490\mu$ m). Ainoa ratkaisu korjata suurta myopiaa on pienentää OZ:ia. Pieni OZ aiheuttaa kuitenkin jonkun verran häikäistymistä ja hämäränäön heikentymistä. (Vongthongsri - Phusitphoykai – Tungsiriput 2004: S669.)

5 KOMPLIKAATIOT

Tarkastelen aikaisemmissa tutkimuksissa esiintyneitä komplikaatioita. Selvitin tutkimuksissa esiteltyjä yleisimpiä komplikaatioita ja etsin niihin mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä. Jaottelin komplikaatiot kolmeen eri kategoriaan: refraktiiviset komplikaatiot, läppäkomplikaatiot ja subjektiiviset komplikaatiot.

5.1 Refraktiiviset komplikaatiot

Refraktiivisilla komplikaatioilla tarkoitan tässä tutkimuksessa kaikkia niitä komplikaatioita, jotka liittyvät jollakin tavalla suoraan itse taittovirheeseen. Refraktiivisia komplikaatioita ovat BCVA:n heikkeneminen, yli- ja alikorjaukset, indusoitu astigmatismi ja regressio. Useimmat tutkimuksissa esitetyt komplikaatiot liittyvät tavalliseen LASIK- leikkausmenetelmään. Zyoptix[®]-LASIK- leikkausmenetelmän etuna on ollut nimenomaan refraktiivisten komplikaatioiden väheneminen yhdessä subjektiivisten komplikaatioiden kanssa.

Kliiniset tutkimukset osoittavat, että LASIK- leikkausmenetelmällä saadaan hyviä leikkaustuloksia korjattaessa sekä pientä, keskinkertaista että suurta myopiaa. Tutkimuksista käy myös ilmi, että kokeneilla silmäkirurgeilla komplikaatioita esiintyy vähemmän kuin noviiseilla. (Valle 2000: 27.) Tavallinen LASIK- leikkausmenetelmä aiheuttaa korkeamman asteen aberraatioita, kun taas Zyoptix[®]-LASIK- leikkauksella HOA:ta voidaan jopa vähentää (Alio – Montes-Mico 2005).

Komplikaatiot johtavat harvoin huomattavaan BCVA:n heikkenemiseen (Valle 2000: 27). Varsinkin uudella Zyoptix[®]-LASIK- menetelmällä BCVA on jopa parantunut leikkauksen jälkeen. Bausch & Lombin tutkimuksen mukaan kolme kuukautta leikkauksen jälkeen 89 %:a potilaista saavutti näöntarkkuuden 1.0 ja 13 %:a näöntarkkuuden 1.25. Kuusi kuukautta leikkauksen jälkeen sfäärisen ekvivalentin(SEQ) keskiarvo oli -0,18 diopteria. (Bausch & Lomb Zyoptix[®] worldwide newsletter 2004: 2.)

LASIK- leikkauksen jälkeen silmän taittovoimakkuus vakiintuu yleensä 1-2 kuukauden ku-

luttua leikkauksesta. Mitä suurempi taittovirhe on, sitä kauemmin taittovoiman vakiintumiseen tietylle tasolle kestää. Mikäli regressiota eli taittovirheen palautumista takaisin miinukselle tapahtuu, voidaan uusintaleikkaus suorittaa 6-12 kuukauden kuluessa nostamalla aikaisemmin tehty läppä ylös. Myooppisen silmän alikorjaus on aina helpompi korjata kuin ylikorjaus. (Käypä hoito- suositus 2002: 545.)

5.2 Läppäkomplikaatiot

Läppäkomplikaatiot voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan niiden ilmenemisen ajankohdan mukaan: leikkauksenaikaiset eli peroperatiiviset ja leikkauksenjälkeiset eli postoperatiiviset läppäkomplikaatiot. Peroperatiivisiin läppäkomplikaatioihin kuuluvat mm. mikrokeratomiin jumiutuminen, läpän repeäminen, keskeneräinen läpän sarana tai saranan puuttuminen kokonaan. Myös Bowmanin kerroksen poimuuntumista, epäsäännöllisyyttä sekä läpän reunan kerrostumia saattaa esiintyä. (Tuunanen 1999:18-19.) Mikrokeratomiin liittyvien komplikaatioiden lisäksi myös excimer-laseriin liittyy erilaisia peroperatiivisia riskejä kuten laserin mahdollinen toimintahäiriö, ablaatioalueen desentroituminen eli epäkeskeisyys ja keskisaarekemuodostumat (Valle 2000: 27). On kuitenkin huomattava, että kokeneilla kirurgeilla läppäkomplikaatioiden riski on vain 1-2 %:n luokkaa (Käypä hoito- suositus 2002: 545).

Läppäkomplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavista tekijöistä yksi tutkituimmista on mikrokeratomi, jonka avulla sarveiskalvoon tehdään läppä. Nakano K. , Nakano E. , Oliveira, Portellinha ja Alvarenga tutkivat vuosina 2000-2004 yli 47 000 LASIK- leikattua silmää Brasiliassa. He tutkivat kolmen eri valmistajan, Bausch & Lombin, ACS:n ja Nidek:in mikrokeratomeja ja vertailivat niiden vaikutusta erilaisten läppäkomplikaatioiden esiintymiseen. Tutkimuksessa komplikaatioita esiintyi kaiken kaikkiaan 369 silmässä eli prosentuaalisesti vain 0,0078 %. Tutkimuksen mukaan Bausch & Lombin valmistama Hansatome mikrokeratomi osoittautui kaikkein turvallisimmaksi ja myös käytetyimmäksi (73 %) mikrokeratomiksi. Tutkimuksessa silmien taittovirheiden määrää ja laatua ei otettu huomioon, mikä on saattanut vaikuttaa tutkimustuloksiin. Yleensä komplikaatoriski kasvaa taittovirheen määrän kasvaessa. (Nakano ym. 2004: S723-S725.)

Haze tarkoittaa sarveiskalvon läpinäkyvyyden menetystä, jonka vakavuus arvioidaan mikroskoopilla asteikolla 1-4 tai asteikolla + - +++++. Arvot 1 ja + viittaavat pieneen sarveiskalvon samentumaan ja arvot 4 ja +++++ tiheään arpeen. Tämän asteiset samentumat ovat kuitenkin ainostaan PRK- leikkausmenetelmän ongelmia, sillä epiteelikerros kuoritaan pois ja laserointi suoritetaan suoraan strooman päälle. LASIK- leikkaukseen liittyvät samentumat ovat lähes mitättömiä. Hazea ilmenee ainoastaan läpän reunoilla eikä lainkaan optisella akselilla. Joissakin LASIK- menetelmää koskevissa tutkimuksissa hazea ei ole esiintynyt lainkaan. (Valle 2000: 15, 23, 31.)

Debris tarkoittaa pientä hiukkasta eli ns. jätöstä, joka jää läpän alle ennen sen paikoilleen asettamista. Debris voi johtua kyynelpartikkeleista, epiteelisoluiista, mikrokeratomin terästä irronneista metallipartikkeleista, kirurgin käyttämien käsineiden puuterista tai sarveiskalvon katkenneiden verisuonien verestä. Debris saattaa samentaa sarveiskalvon optista aluetta, jolloin hazen asteen arvioiminen mikroskoopilla vaikeutuu hieman. (Valle 2000: 32).

5.3 Subjektiiviset komplikaatiot

Sarveiskalvon tunto heikkenee taittovirheleikkauksen jälkeen jonkun verran. Läpän teko- vaiheessa sarveiskalvosta katkeaa tuntohermoja, jotka säätelevät myös kyynelrauhasten toimintaa. Sen vuoksi kyynelnesteen tuotanto alenee noin kolmanneksen leikkauksen jälkeen, mutta palautuu yleensä normaalitasolle noin 6 kuukauden kuluttua. (Valle 2000: 32.) Kostutustippojen käyttö on välttämätöntä muutaman kuukauden ajan leikkauksen jälkeen (Eiran sairaala 2007).

Alio ja Montes-Micon tutkimuksen mukaan kontrastiherkkyys alenee LASIK- leikkauksessa korkeimmilla spatiaalifrekvensseillä, kun taas aaltorintamamittauksiin perustuvassa LASIK- menetelmässä (esim. Zyoptix[®]) kontrastiherkkyudessa ei tapahtunut muutosta (Alio – Montes-Mico 2005). Mustuaisen laajetessa hämärässä silmään pääsee valoa suuremmalta alueelta kuin leikkaus on tehty, jonka vuoksi hämäränäkö ja kontrastiherkkyys alenevat (Käypä hoito- suositus 2002: 546). Zyoptix[®]-LASIK- leikkausmenetelmällä optisen alueen halkaisija (OZ) voi olla jopa 7,30mm. On kuitenkin muistettava, että mitä suurempi taittovirhe on, sitä pienempi täytyy OZ:n olla. (Vongthongsri - Phusitphoykai – Tungsiriput 2004: S669.)

6 TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää sarveiskalvon taittovirhekirurgiaan liittyviä yleisimpiä komplikaatioita, niihin vaikuttavia tekijöitä ja leikkaustuloksen pysyvyyttä:

- Mitkä tekijät vaikuttavat eri komplikaatioiden ilmenemiseen ja leikkaustuloksen pysyvyyteen?
- Kuinka paljon taittovirheen määrä vaikuttaa leikkaustuloksen pysyvyyteen?

Tarkoituksena on selvittää, onko sarveiskalvon paksuudella, läpän paksuudella tai ablaatioalueen syvyydellä vaikutusta taittovirheen määrään ja sitä kautta leikkaustulokseen ja mahdollisiin komplikaatioihin. Tutkimuksen tavoitteena on myös tarkastella refraktiivisia komplikaatioita taittovirheen pysyvyyden avulla. Aiheen laajuuden vuoksi jätän HOA:t tutkimuksen tarkastelun ulkopuolelle, enkä myöskään erittele aineistoa eri Zyoptix®-LASIK-leikkausmenetelmien kesken. En myöskään tarkastele uusintaleikkausten tarvetta suhteessa refraktiivisten komplikaatioiden määrään, sillä aineistossa uusintaleikkausten määrä jäi hyvin pieneksi.

7 TUTKIMUSMENETELMÄ JA TOTEUTUS

Tutkimusmenetelmänä on kvantitatiivinen eli määrällinen survey-tutkimus. Kvantitatiivinen tutkimus edellyttää riittävän suurta ja edustavaa otosta (Heikkilä 2004: 16). Tarkoituksena on etsiä selityksiä ja tutkia mahdollisia syy-seuraus-suhteita Zyoptix®-LASIK-leikatusten silmien eri ominaisuuksien ja esiintyvien komplikaatioiden välillä. Tarkasteltavia muuttujia ovat taittovirheen määrä, sarveiskalvon paksuus, läpän paksuus ja ablaatiosyvyys sekä leikkaustuloksen pysyvyys.

7.1 Tutkimuskohde

Tutkimusaineisto on sekundaariaineisto, jonka Eiran sairaalan silmälaseryksikkö antoi

käyttöön. Tutkimuksen perusjoukko koostuu Eiran sairaalassa tammi-kesäkuussa vuonna 2005 Zyoptix[®]-LASIK- leikkausmenetelmällä leikatuista silmistä, joita on yhteensä 345.

Otos perusjoukosta muodostuu kyseisenä aikana leikatuista myooppisista silmistä. Otosko-ko on 322 silmää. Tutkimuksen ulkopuolelle jäivät kyseisenä aikana leikatut hyperopit, joita on alle 7 % perusjoukosta.

Jaoin tutkimuksen aineiston (n=322) neljään eri ryhmään:

- A) 0.00 D → -3.00 D
- B) -3.01 D → -6.00 D
- C) -6.01 D → -9.00 D
- D) yli -9.00 D

Tutkimuksessa en erittele astigmaattisuutta. Käsittelen taittovirheen määrää ainoastaan sfäärisenä ekvivalenttina (SEQ), joka saadaan laskemalla sfäärinen taittovirhe ja ½ hajatait-teisuudesta yhteen (Sosiaali- ja terveysministeriö 2007).

7.2 Tutkimusvälineistö

Tutkimuksen aineisto koostui potilaskansioista, joista keräsin tarvittavat tiedot jokaisen tammi-kesäkuussa vuonna 2005 leikatun potilaan esitutkimus- ja jälkitutkimustiedoista Da-tagraph-ohjelmaan. Sain käyttää potilaskansioita ja tietokonetta Eiran sairaalan silmälaseryksikön tiloissa.

Leikkauskalenteriin oli kirjattu aikajärjestyksessä leikattujen potilaiden nimet, leikkausme-netelmä sekä oliko kyseessä molempien silmien leikkaus vai pelkästään oikean tai vasem-man silmän leikkaus. Myös leikkaushuoneen lämpötila oli kirjattu jokaisen leikkauspäivän kohdalle.

7.3 Tutkimuksen kulku

Tutkimusprosessi lähti käyntiin keväällä 2006, jolloin tein alustavan tutkimussuunnitelman ja esittelin sen ideavaiheen seminaarissa Helsingin ammattikorkeakoulu Stadiassa. Samalla olin yhteydessä Eiran sairaalaan. Kävin myös Tampereella Medilaserin tiloissa järjestetyssä

Datagraph- ohjelman koulutuksessa toukokuussa 2006.

Samanaikaisesti työn alla oli myös toinen opinnäytetyö, jossa käytettiin Eiran sairaalan potilasasiakirjoja. Tein tietojen syöttämisen potilaskansioista Datagraph- ohjelmaan yhteistyössä Eija Lipposen ja Henriikka Nousiaisen kanssa, jotka käsittelivät opinnäytetyössään aaltorintamatekniikkaa taittovirhekirurgiassa. Käyttämäni tutkimusaineisto on siis sama kuin heidän opinnäytetyössään. Tein kuitenkin aineistojaon eri tavalla, sillä keskityin pelkästään myoppien tutkimiseen enkä käsitellyt hyperopiaa enkä astigmaattisuutta ollenkaan. Tutkimuksen teoriaosuuden esittelin suunnitelmavaiheen seminaarissa keväällä 2007.

Suoritin tutkimuksen syksyn 2006 ja kevään 2007 aikana. Tulosten tarkastelu jatkui vielä syksyllä 2007. Luin paljon tutkimuksia taittovirhekirurgiasta ja sen tuloksista ja yritin löytää tutkimuksia, joissa käsiteltiin taittovirhekirurgiaan liittyviä komplikaatioita. Sain myös Eiran sairaalan silmäkirurgilta Bausch & Lombin asiantuntijan Gunnar Soilandin sähköpostiosoitteen, sillä tarvitsin lisätietoja Zyoptix[®]- LASIK- leikkauksen kolmesta eri menetelmästä. Hän postitti minulle suoraan kotiin esitteitä ja uusimmilla menetelmillä saatuja tutkimustuloksia, joista tarvitsin enemmän tietoa kuin heidän internet-sivuillaan oli saatavilla.

Aineiston siirtäminen potilaskansioista tietokoneelle Datagraph- ohjelmaan vei alussa paljon aikaa. Katsoin leikkauskalenterista aikajärjestyksessä Zyoptix[®]-LASIK- leikkausmenetelmällä leikattujen potilaiden nimet, jonka jälkeen keräsin aakkosjärjestykseen laitettujen potilaskansioiden joukosta tammi-kesäkuun aikana 2005 leikattujen potilaiden kansiot.

Siirsin tietokoneelle Datagraph- ohjelmaan jokaisen potilaan kohdalta seuraavat tiedot: henkilötiedot (nimi, osoite, syntymäaika, sukupuoli), esitutkimuspäivänä mitatun sarveiskalvon keskipaksuuden, ablaatiosyvyyden, pupillin halkaisijan valoisassa ympäristössä (*photopic pupil*), läpän paksuuden, refraktion ja monokulaarisen näöntarkkuuden (ennen leikkausta, leikkausta seuraavana päivänä, kuukauden kuluttua, kuuden kuukauden kuluttua ja vuoden kuluttua leikkauksesta), leikkauksessa käytettävän laitteen (Bausch & Lomb 217z), aaltorintamatekniikalla suoritettujen laseroinnin asetukset 0,01 dioptrian tarkkuudella (sph, cyl, axis sekä optisen alueen halkaisija eli OZ), tavoiterefraktion ($\pm 0,00$ dpt tai monovision eli toinen silmä -0,75 dpt tai -1,00 dpt), leikkausmenetelmän (WF Lasik) ja käytettävän mikrokeratomin (M2 eli moria 2). Ohjelma laski automaattisesti edellä mainittujen

tietojen perusteella lasketun läpän paksuuden mikrometreissä (*calculated flapthickness*), leikkauksen jälkeisen sarveiskalvon paksuuden mikrometreissä (*calc. residual thickness*) ja mitatun laseroitavan kudoksen paksuuden mikrometreissä (*measured bed thickness*).

Potilaiden henkilötiedot tulivat ainoastaan Eiran sairaalan käyttöön. Datagraph-ohjelma muodostaa jokaiselle leikatulle silmälle ID-tunnuksen, joka on muodossa: X-Y-Z. Tunnuksessa X on juokseva numero, joka ilmoittaa leikatun silmän järjestysnumeron. Y ilmoittaa leikatun silmän OD / OS. Viimeinen lukuarvo Z ilmoittaa, kuinka monennesta leikkauksesta on kyse. Sain siis ainoastaan silmien ID-tunnukset omaan käyttööni, jolloin potilaiden henkilötiedot pysyivät salassa.

7.4 Aineiston analyysimenetelmät

Aineiston analysoinnissa käytin Excel- taulukkolaskentaohjelmaa, SPSS- ohjelmaa sekä Eiran sairaalassa käytössä olevaa Datagraph- ohjelmaa. Datagraph- ohjelma on suunniteltu potilasasiakirjojen arkistointiin sekä tilastolliseen tarkasteluun. Ohjelmasta löytyy erillinen *treatment-* eli hoitokansio sekä erillinen osio graafisten taulukoiden tarkasteluun. Ohjelmaan pystyy luomaan omia tarkastelu ryhmiä eli ns. *study groupeja*, joiden avulla aineiston voi jakaa haluamallaan tavalla graafisia analyyseja varten. Tein ohjelmalla neljä study groupia, joiden tarkempi jaottelu löytyy luvusta 7.1.

TAULUKKO 1. Leikkaustuloksen pysyvyyden jaottelu.

Taittovirheen määrä	Pysyvyyden arviointi
+0,51 D →	Ylikorjaus
+0,50 → -0,50 D	Pysyvä
-0,51 D →	Regressio

Tulosten tarkastelun selkeyttämiseksi tein taulukossa 1 esitetyn jaottelun leikkaustuloksen pysyvyyden tulkinnasta. Leikkaustulos katsotaan tutkimuksessa pysyväksi taittovirheen muuttuessa leikkauksen jälkeen $\pm 0,50$ D. Jos leikkauksen jälkeinen refraktio on myopian puolella yli $-0,51$ D, luetaan se jo regressioksi eli taittovirheen palautumiseksi. Jos leikkauksen jälkeinen refraktio on taas hyperopian puolella yli $+0,51$ D, luetaan ne ylikorjatuiksi

silmiksi.

SPSS- ohjelman avulla tarkastelin muuttujien välistä yhteisvaihtelua eli korrelaatiota. Yhteisvaihtelun voimakkuutta voidaan mitata korrelaatiokertoimen avulla. Erityisesti määrällisten muuttujien (taittovirheen määrä, sarveiskalvon paksuus, läpän paksuus) mittaamiseen soveltuu Pearsonin korrelaatiokerroin (r). Se on muuttujien mittayksiköistä riippumaton tunnusluku, joka mittaa kahden määrällisen muuttujan välistä lineaarista yhteyttä. Korrelaatiokerroin voi saada arvoja $-1:n$ ja $1:n$ välillä. Jos korrelaatiokerroin on positiivinen, on kyseessä nouseva suora. Jos korrelaatiokerroin on negatiivinen, on kyseessä laskeva suora. Muuttujien järjestys eli kumpi valitaan x-akselille ja kumpi y-akselille, ei vaikuta korrelaatiokertoimen arvoon. Mitä kauempana korrelaatiokerroin on nolasta, sitä voimakkaampi on muuttujien välinen lineaarinen yhteys. Kirjallisuudesta löytyvät lineaarisen yhteyden jaottelusäännöt poikkeavat jonkun verran toisistaan, mutta tässä yksi jaottelu:

- $|r_{xy}| < 0,3$ muuttujien välillä ei ole juurikaan lineaarista yhteyttä
- $0,3 < |r_{xy}| < 0,7$ muuttujien välillä on jonkin verran lineaarista yhteyttä
- $|r_{xy}| > 0,7$ muuttujien välillä on selvä lineaarinen yhteys.

On kuitenkin huomioitava, että otoskoko vaikuttaa korrelaatiokertoimen tulkintaan. Mitä suurempi otoskoko on, sitä pienemmätkin korrelaatiokertoimet voidaan tulkita merkitseviksi. (Taanila 2007: 41-44.)

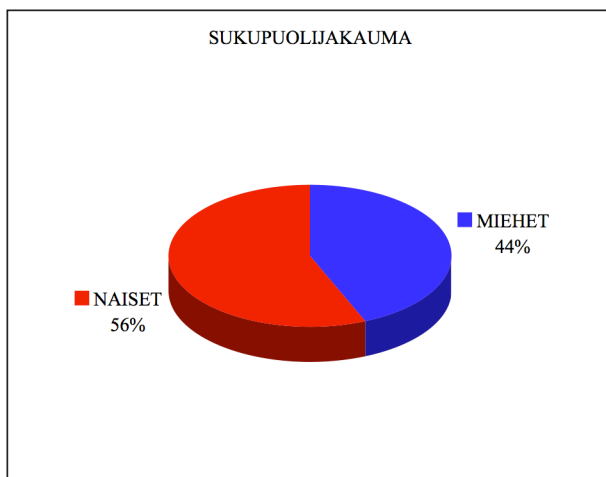
Tilastollista merkitsevyyttä kuvaa p-arvo (*significance*= Sig.). Se kertoo testisuureiden keskinäisten eroavuuksien tilastollisen merkitsevyyden. Mitä pienempi p-arvo on, sitä suurempi on sen tilastollinen merkitsevyytaso. Raja-arvoina käytetään yleensä arvoja 0.05, 0.01 ja 0.001. Näille raja-arvoille on myös omat nimityksensä:

- | | |
|--------------------|-------------------------------------|
| $p < 0.001$ | tilastollisesti erittäin merkitsevä |
| $0.001 < p < 0.01$ | tilastollisesti merkitsevä |
| $0.01 < p < 0.05$ | tilastollisesti melkein merkitsevä |
| $0.05 < p < 0.10$ | suuntaa antava, |

(Mauranen 1999.)

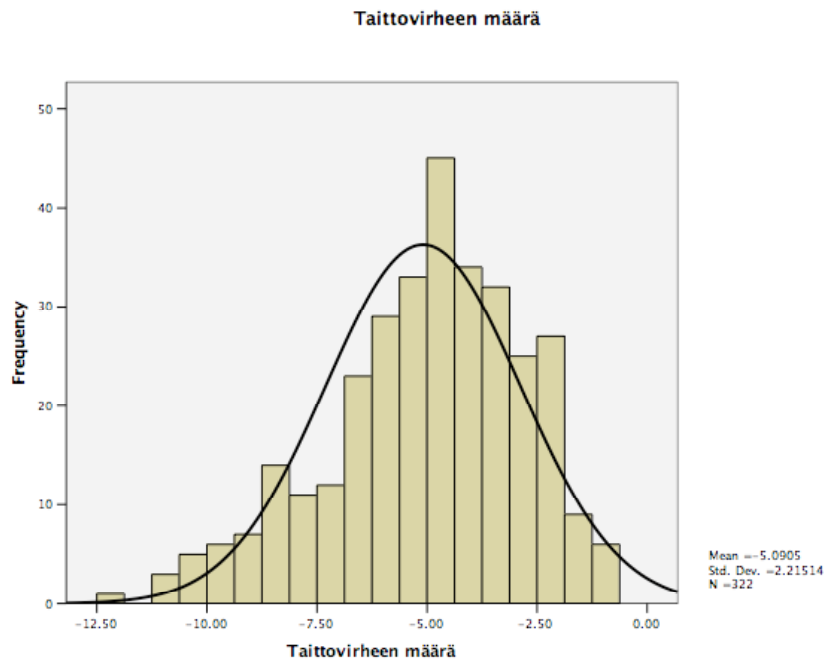
8 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen perusjoukosta (n=345) otoskoko (n=322) jakaantuu miesten ja naisten kesken aika tasaisesti. Aineiston silmistä naisten osuus on hieman suurempi kuin miesten. Naisten silmiä (n= 182) on leikatuista 56 %:a ja miesten (n=140) 44 %:a. Nuorin leikatuista on 20-vuotias ja vanhin 58-vuotias. Tutkittavien iän keskiarvo on 36,7 vuotta ja keskihaajonta 8,98 vuotta. Aineiston jakautumisen perusteella Zyoptix®-LASIK- leikkaus on hieman yleisempää naisten keskuudessa.



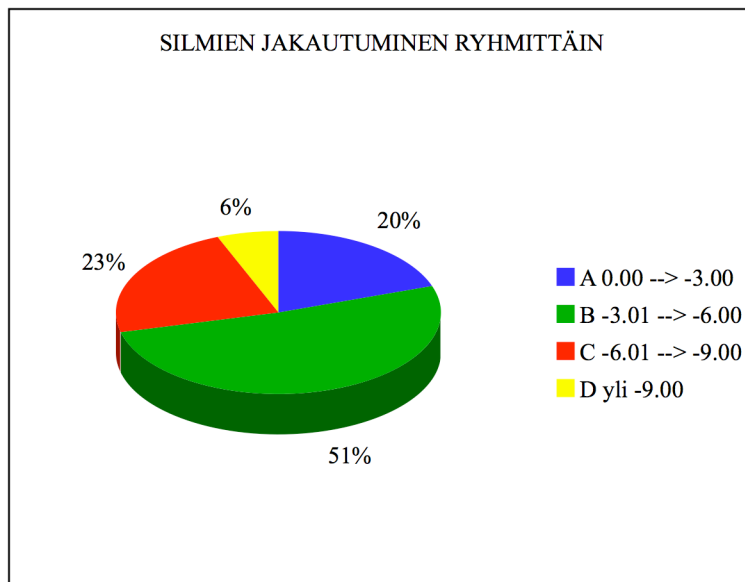
KUVIO 7. Sukupuolijakauma (Excel).

Tutkittavien silmien taittovirheen määrä noudattaa kuviossa 8 esitettyä normaalijakaumaa. Taittovirheen sfäärisen ekvivalentin (SEQ) keskiarvo koko otoksessa on -5,1 D ja keskihaajonta 2,22 D. Maksimi taittovirhe on -13,00 D ja minimi -1,10 D.



KUVIO 8. Taittovirheen (SEQ) määrän (x-akseli) normaalijakauma (n=322) (SPSS).

Tutkituista silmistä 51 %:a kuuluu B ryhmään (n=166). Vähiten tutkittavia silmiä on puolestaan D ryhmässä (n=20), joita on ainoastaan 6 %:a. Sen sijaan A ryhmään (n=63) ja C ryhmään (n=73) kuuluu molempiin noin 20 %:a tutkittavista silmistä.



KUVIO 9. Silmien jakautuminen ryhmittäin (Excel).

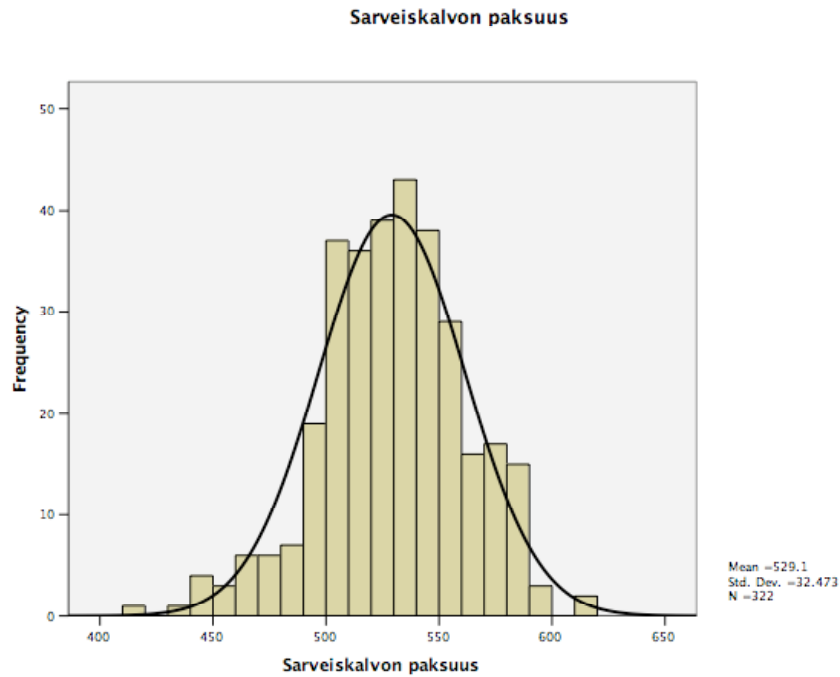
Suurimmalla osalla leikatuista silmistä oli siis vain keskinkertaisen asteen ($-3,01 \rightarrow -6,00$ D) myopia ennen Zyoptix[®]- LASIK- leikkausta. Huomattavaa on, että taittovirheen määrän kasvaessa suuriasteiseksi myopiaksi (yli $-9,00$ D), leikattavien silmien määrä aineistossa vähenee.

8.1 Komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavat tekijät

Tutkimuksessa komplikaatioita esiintyi vain 1,2 %:lla ($n=4$) koko otoksesta. Näistä neljästä 2 silmää kuuluivat ryhmään B ja toiset kaksi ryhmään D. A ja C ryhmissä komplikaatioita ei ilmennyt ollenkaan. Esiintyneitä komplikaatioita olivat debris, läpän dislokaatio, haze ja epiteelin kasvu, joista jokaisen prosentuaalinen osuus oli ainoastaan 0,3 %:a kokonaiskomplikaatioiden määrästä. Prosentuaalinen luku muuttuu vertailtaessa ryhmiä keskenään, koska leikattujen silmien lukumäärät poikkeavat hyvin paljon toisistaan eri ryhmien kesken. D ryhmässä ($n=20$) komplikaatioita esiintyi kaikista eniten suhteutettuna D ryhmään luokiteltujen silmien pieneen kokonaisuuteen. Tutkimuksen perusteella D ryhmän silmissä komplikaatioita esiintyi 10 %:lla ja B ryhmän silmissä ($n=166$) vain 1,2 %:lla.

Tutkittavien silmien taittovirheen määrä (KUVIO 8) sekä sarveiskalvon paksuus (KUVIO 10) noudattavat normaalijakaumaa. Sarveiskalvon paksuuden vaihteluväli ennen leikkausta oli $415\text{--}617\mu\text{m}$, keskiarvo $529,1\mu\text{m}$, keskihajonta $32,47\mu\text{m}$ ja moodi $527\mu\text{m}$. Taittovirheen määrän ja sarveiskalvon paksuuden yhteyttä voidaan tutkia laskemalla Pearsonin korrelaatiokerroin (r) sekä p -arvo. Pearsonin korrelaatiokertoimesta ja p -arvosta on kerrottu tarkemmin luvussa 7.4.

Tarkasteltaessa taittovirheen määrän yhteyttä sarveiskalvon paksuuteen ilmenee, että taittovirheen määrän kasvaessa sarveiskalvon paksuus ($r=-0,136$) pienenee tilastollisesti melkein merkitsevästi ($p=0,015$). Taittovirheen määrän ja sarveiskalvon paksuuden välillä ei ole juurikaan lineaarista yhteyttä. Tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että mitä suurempi taittovirhe on ollut ennen leikkausta sitä ohuempi on ollut sarveiskalvo ennen leikkausta.

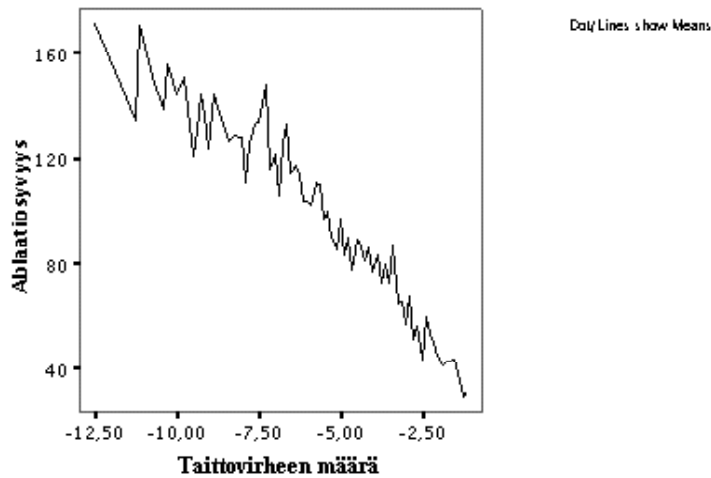


KUVIO 10. Sarveiskalvon paksuuden normaalijakauma (SPSS).

Sarveiskalvon paksuuden ja leikkaustuloksen pysyvyyden välillä ei ole juurikaan lineaarista yhteyttä laskettaessa korrelaatiokertoimet sarveiskalvon paksuuden ja kuukauden ($r=0,052$), kuuden kuukauden ($r=-0,001$) ja vuoden ($r=-0,002$) kontrolleissa laskettujen keskiarvojen välillä.

Läpän paksuus vaihteli välillä $90-160 \mu\text{m}$, keskiarvo oli $145,19 \mu\text{m}$, keskihajonta $19,47 \mu\text{m}$ ja moodi $160 \mu\text{m}$. Korrelaatiokertoimen ($r=0,490$) mukaan muuttujien välillä on jonkin verran lineaarista yhteyttä. Läpän paksuus kasvaa myopian määrän vähentyessä tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p=0,000$). Tutkimuksen mukaan voidaan todeta, että mitä suurempi taittovirhe on kyseessä, sitä pienempi on sarveiskalvolle tehtävän läpän paksuus. Komplikaatioita esiintyi kahdessa D ryhmän silmässä. Voi olla mahdollista, että sarveiskalvolle tehtävä ohuempi läppä saattaa lisätä suuriasteisten myoppien (yli $-9,00 \text{ D}$) komplikaatoriskiä.

Taittovirheen määrän yhteys ablaatiosyvyyteen



KUVIO 11. Taittovirheen määrän vaikutus ablaatiosyvyyteen (SPSS).

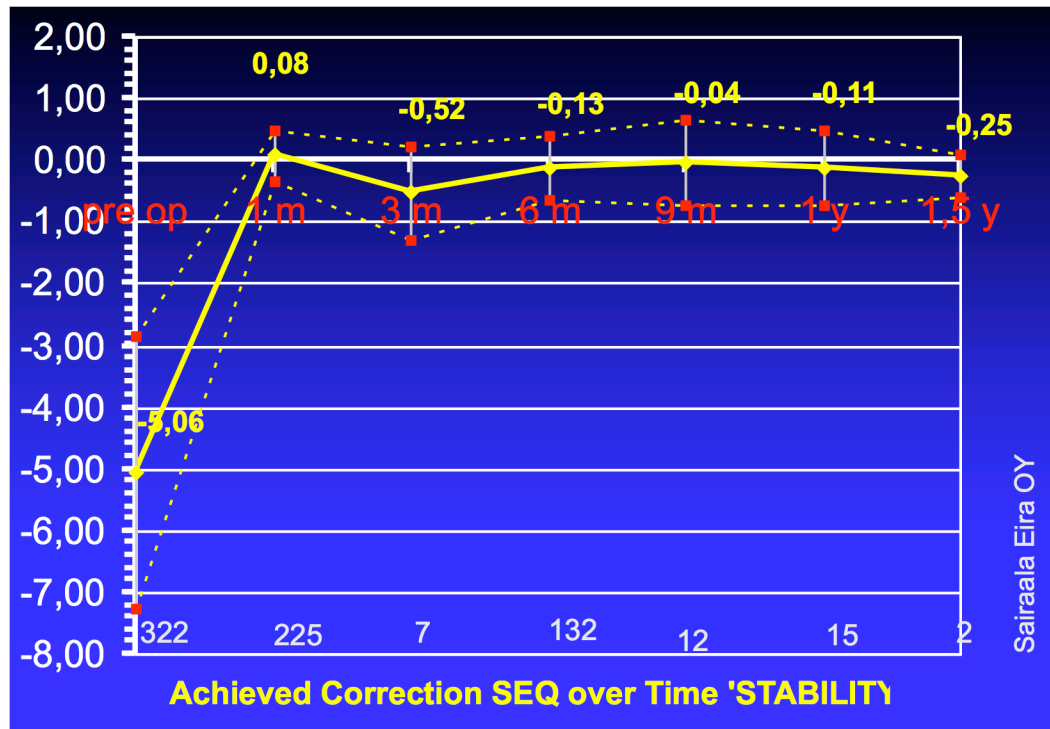
Ablaatioisyvyys vaihteli välillä 27-172 μm , keskiarvo on 91,91 μm , keskihajonta 32,05 μm ja moodi 88 μm . Taittovirheen määrällä ja ablaatioisyvyydellä on erittäin merkitsevä negatiivinen korrelaatio, joka ilmenee kuvioista 10. Tarkasteltaessa taittovirheen määrän yhteyttä ablaatioisyvyyteen ilmenee, että ablaatioisyvyys ($r = -0,905$) pienenee tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p = 0,000$) taittovirheen määrän pienentyessä. Muuttujien välillä on selvä lineaarinen yhteys, sillä mitä suurempi taittovirhe korjataan leikkauksella, sitä enemmän stroomaa pitää laseroida.

8.2 Leikkaustuloksen pysyvyys

Leikkaustuloksen pysyvyys vaihtelee pienellä aikavälillä vain vähän eri ryhmien kesken. Tulokset ovat lähes yhtä pysyviä taittovirheen määrästä riippumatta, jos pysyvyyttä tarkastellaan kuukausi leikkauksen jälkeen. Eroja eri ryhmien välillä leikkaustuloksen pysyvyydessä ilmenee vasta pidemmällä aikavälillä eli kuuden kuukauden ja vuoden kontrolleissa. Tarkastelen taittovirheen määrän lisäksi myös sarveiskalvon paksuuden, läpän paksuuden ja ablaatioisyvyyden mahdollista vaikutusta leikkaustuloksen pysyvyyteen.

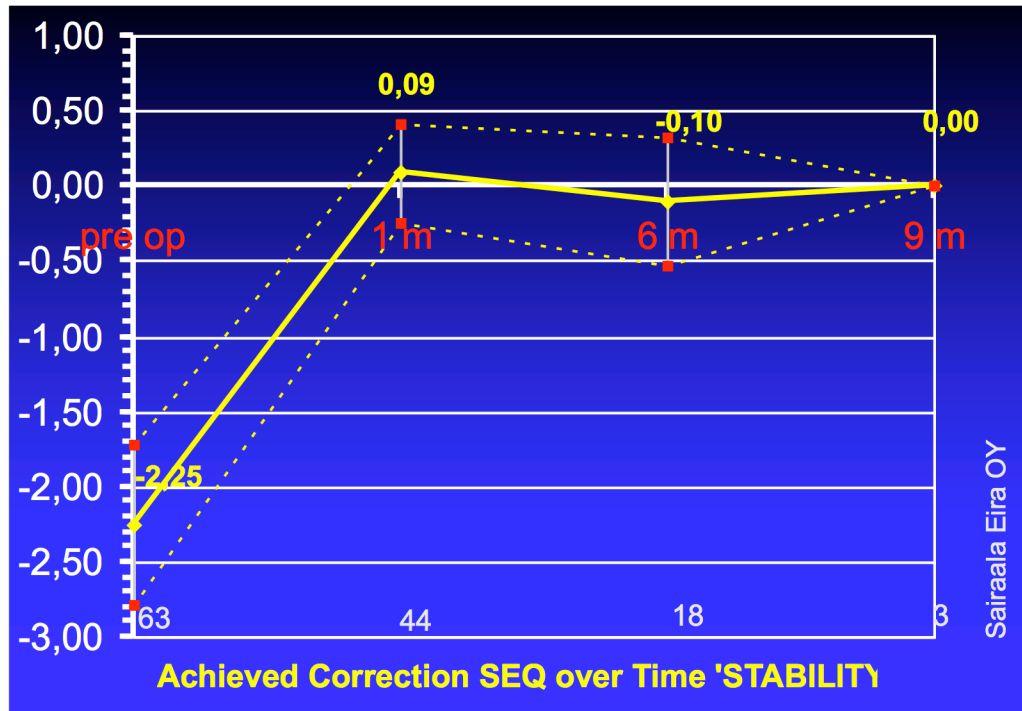
Leikkaustuloksen pysyvyyden arvioiminen on tehty luvussa 7.4 esitetyn taulukon 1 mukaisesti, jolloin leikkaustulos on pysyvä sfäärisen ekvivanlentin keskiarvon ollessa $\pm 0.50 D$.

Tuloksen ollessa selvästi yli +0.51 D hyperopian puolella puhutaan ylikorjauksesta ja tuloksen ollessa yli -0.51 D regressiosta.



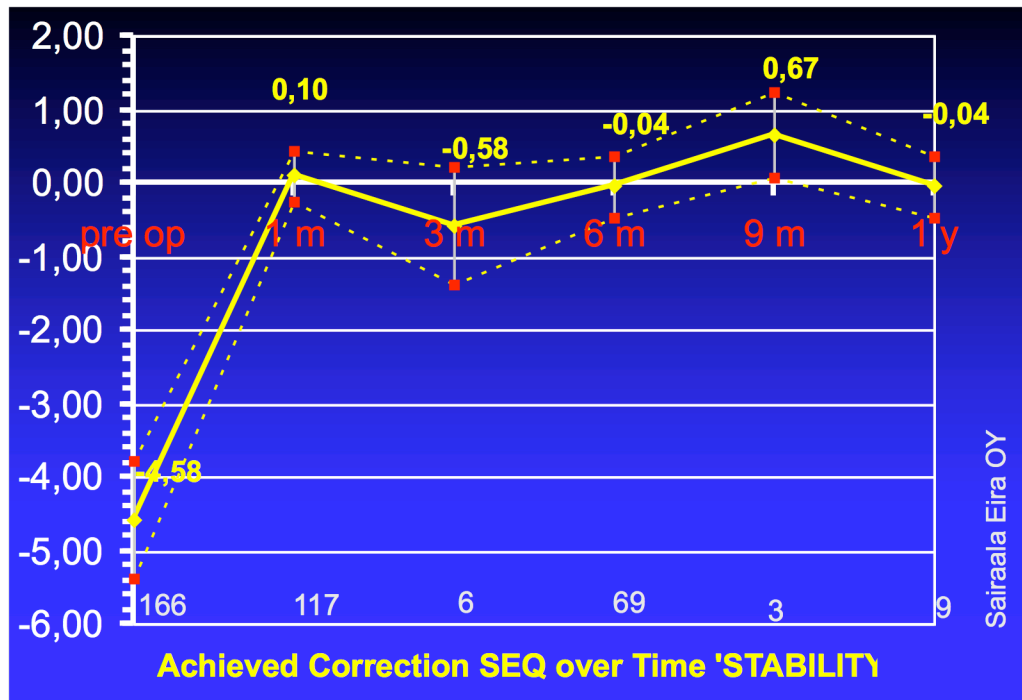
KUVIO 12. Leikkaustuloksen (y-akseli) pysyvyys kaikkiin ryhmiin (A,B,C ja D) kuuluvissa silmissä (x-akseli) 1,5 vuotta leikkauksen jälkeen. Keltainen viiva ja lukuarvot kuvaavat saavutetun leikkaustuloksen SEQ:n keskiarvoa ja punaisella merkityt kohdat tehtyjä kontroleja: m= month = kuukausi; y= year = vuosi. (Datagraph.)

Taulukon 1 jaottelun mukaan leikkaustulos on ollut kaikkien ryhmien keskiarvojen mukaan pysyvä (± 0.50 D) 1,5 vuoden kuluttua leikkauksesta. Ainoastaan ylimääräisessä kolmen kuukauden kontrollissa käyneissä silmissä ($n=7$) on tapahtunut hyvin pientä regressiota (SEQ -0,52 D). Kaiken kaikkiaan koko otoksen keskiarvojen mukaan voidaan todeta, että leikkaustulos on ollut pysyvä eikä refraktiivisia komplikaatioita ole esiintynyt aineistossa.



KUVIO 13. Leikkaustuloksen (y-akseli) pysyvyys A ryhmään kuuluvissa silmissä (x-akseli) yhdeksän kuukautta (9m) leikkauksen jälkeen (Datagraph).

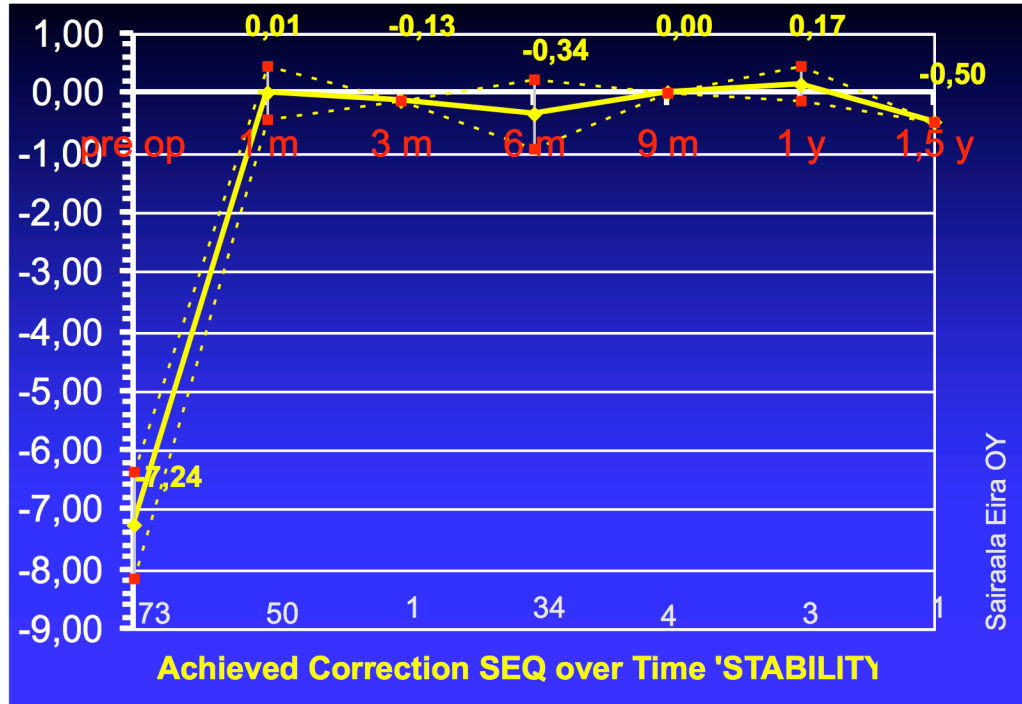
Vertailtaessa ryhmiä erikseen taulukon 1 jaottelun mukaan A ryhmässä leikkaustulos on ollut pysyvä, sillä vaihteluväli on vain $-0,10 D \rightarrow +0,09 D$. Tutkimuksen mukaan pieni asteisessa myopiassa ($0,00 D \rightarrow -3,00 D$) leikkaustulos on pysyvä vielä yhdeksän kuukauden kuluttua leikkauksesta. Huomattavaa on, että A ryhmästä yhdellekään silmälle ei ole tehtyä kontrollia vuoden kuluttua leikkauksesta. Yhdeksän kuukauden ylimääräisessä kontrollisakin on tutkittu ainoastaan 3 silmää. Tämä saattaa johtua siitä, että pienissä myopioissa ($0,00 D \rightarrow -3,00 D$) operaatiot ovat onnistuneet niin hyvin, että vuosikontrollissa käyminen on mahdollisesti koettu tarpeettomaksi.



KUVIO 14. Leikkaustuloksen (y-akseli) pysyvyys B ryhmässä (x-akseli) ensimmäisen vuoden aikana leikkauksesta (Datagraph).

Leikkaustuloksen pysyvyys B ryhmässä on ollut vaihtelevampaa, joka näkyy myös kuvios-
ta 14. Tämä johtuu siitä, että B ryhmästä yhdeksän silmää on käynyt ylimääräisissä kolmen
ja yhdeksän kuukauden kontrolleissa. B ryhmässä kolmen kuukauden kohdalla leikkaustu-
loksessa on tapahtunut pientä regressiota ja yhdeksän kuukauden kontrollissa puolestaan
ylikorjausta. Ylimääräisissä kontrolleissa käyneitä silmiä on kuitenkin niin vähän, että kuu-
kauden, kuuden kuukauden ja vuoden kontrollit ovat luotettavampia leikkaustuloksen py-
syyden arvioinnissa. Tarkasteltaessa näitä em. kontrolleja leikkaustulos on ollut myös B
ryhmässä pysyvä vielä vuoden kuluttua leikkauksesta.

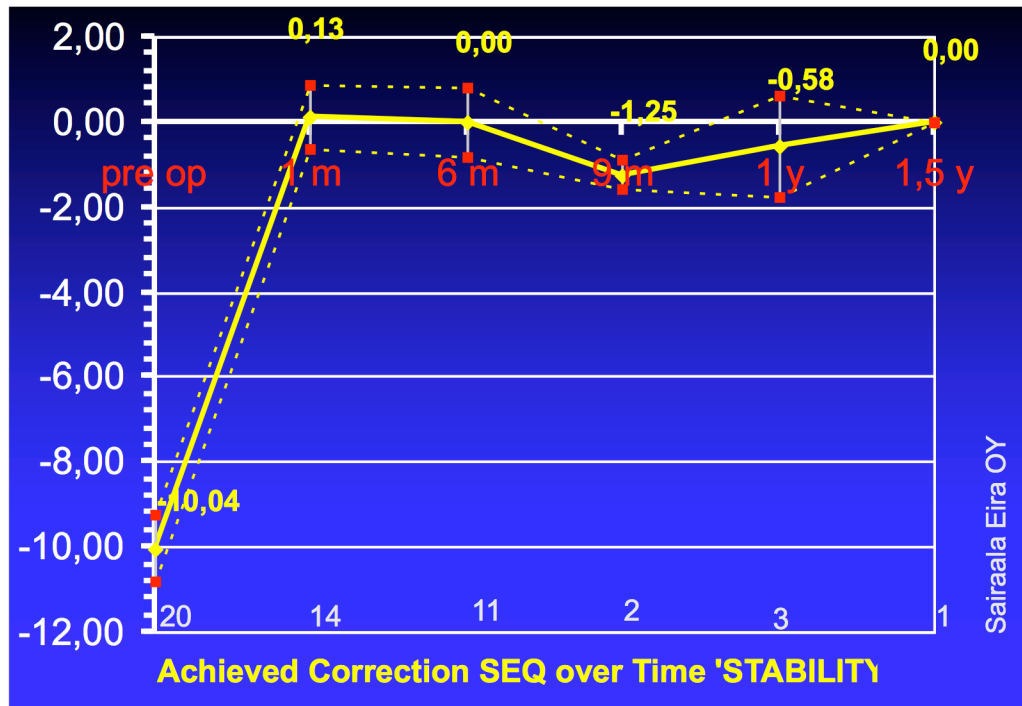
Johtopäätöksenä B ryhmässä esiintyneistä ylimääräisistä kontrolleista muutamien silmien
(n=9) kohdalla voisi todeta, että A ryhmässä leikkaustulokset ovat olleet pysyvämpiä ver-
rattuna B ryhmään. Johtopäätöstä tukee myös kuvio 13, josta ilmenee, että A ryhmän sil-
mistä yksikään ei ole käynyt vuosikontrollissa. Virheen mahdollisuutta kuitenkin lisää se,
että osa A ryhmään kuuluneista silmistä on saattanut kuitenkin käydä vuosikontrollissa jos-
sakin muualla kuin Eiran sairaalassa.



KUVIO 15. Leikkaustuloksen (y-akseli) pysyvyys C ryhmässä 1,5 vuoden aikana (x-akseli) leikkauksesta (Datagraph).

Leikkaustulos C ryhmässä (KUVIO 15) on ollut pysyvä ja vaihteluväli on ollut $-0.34\text{ D} \rightarrow +0.01\text{ D}$ kuukauden, kuuden kuukauden ja vuoden kontrolleissa. Huomattavaa on, että leikkaustuloksessa on kuuden kuukauden kuluttua tapahtunut pientä regressiota. Vuosikontrolleissa leikkaustulos on taas hieman ylikorjauksen puolella, mutta silmien pienen määrän ($n=3$) vuoksi johtopäätöksen tekeminen vuosikontrolleiden leikkaustulosten keskiarvon perusteella ei ole yleistettävissä.

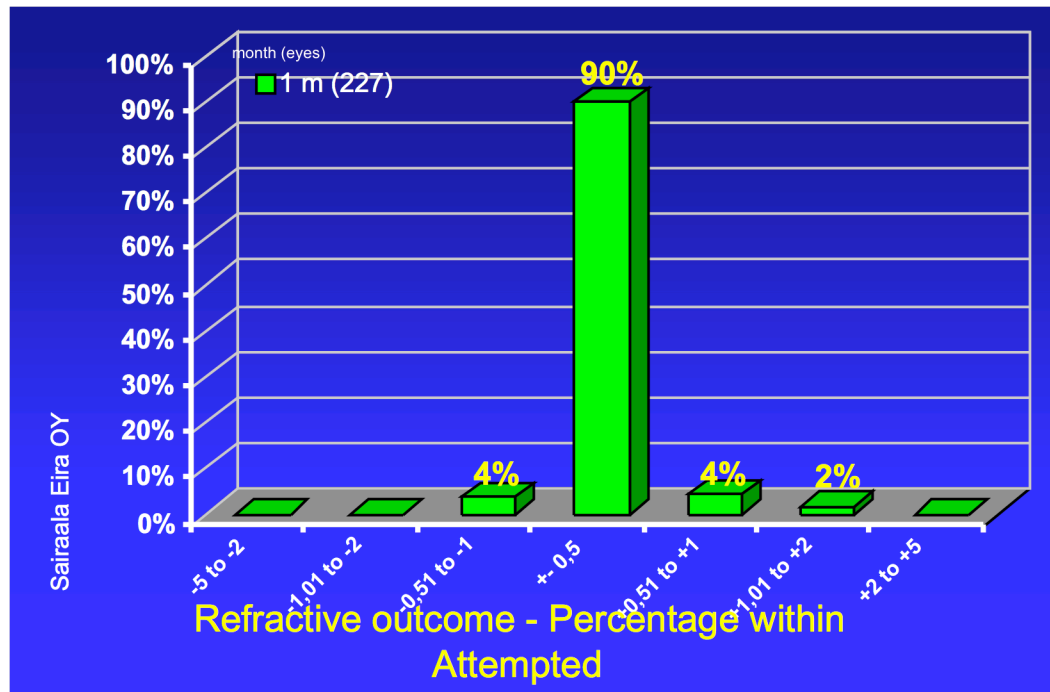
Leikkaustuloksen pysyvyys D ryhmässä (KUVIO 16) on ollut vaihtelevaa. Kuukauden ja kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta tulos on ollut pysyvä, mutta vuoden kuluttua on tapahtunut regressiota -0.58 D . Ylimääräisessä yhdeksän kuukauden kontrollissa on käynyt kaksi silmää, jolloin regressiota on tapahtunut -1.25 D . Tämän tutkimuksen perusteella voidaan siis todeta, että erittäin suuriasteisessa myopiassa (yli -9.00 D) esiintyy pientä regressiota, joka on yksi refraktiivisista komplikaatioista. On kuitenkin huomioitava kontrolleissa käyneiden silmien pieni lukumäärä, mikä vähentää tuloksen luotettavuutta.



KUVIO 16. Leikkaustuloksen (y-akseli) pysyvyys D ryhmässä 1,5 vuoden aikana (x-akseli) leikkauksesta (Datagraph).

Vertailtaessa taittovirheen keskiarvoa eri ryhmien kesken kuukauden kuluttua leikkauksesta, erot ovat hyvin pieniä: A ryhmässä (n=44) +0,09 D, B ryhmässä (n=117) +0,10 D, C ryhmässä (n=50) +0,01 D ja D ryhmässä (n=14) +0,13 D. Kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta eri ryhmien välillä on jo hieman enemmän eroja taittovirheen pysyvyydessä: A ryhmässä (n=18) -0,10 D, B ryhmässä (n=69) -0,04 D, C ryhmässä (n=34) -0,34 D ja D ryhmässä (n=11) ±0,00 D. Vuoden kuluttua taittovirheen pysyvyydessä on kaikista suurimmat erot eri ryhmien kesken: A ryhmässä (n=0) ei tietoa, B ryhmässä (n=9) -0,04 D, C ryhmässä (n=3) +0,17 D, D ryhmässä (n=3) -0,58 D. Tutkimuksen mukaan D ryhmässä leikkaustuloksen pysyvyydessä tapahtui pientä regressiota, mikä on yksi refraktiivisista komplikaatioista. Huomattavaa on, että kaikissa ryhmissä kuukauden kuluttua leikkauksesta tulosten keskiarvo oli hieman ylikorjauksen puolella.

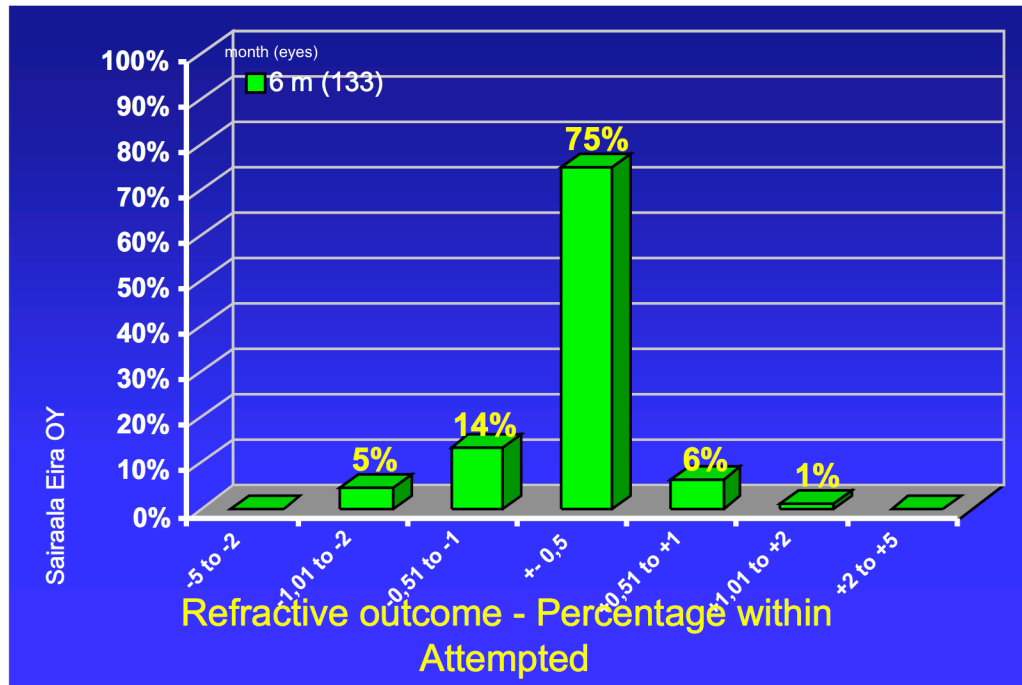
Harri Koskelan mukaan kuukauden kontrollissa leikkaustuloksen tulisikin olla hieman ylikorjauksen puolella, sillä myooppisia silmiä leikattaessa regressiota tapahtuu hieman kuukauden kuluessa.



KUVIO 17. Kaikkien ryhmien (A, B, C ja D) prosentuaalinen osuus (y-akseli) saavutetusta leikkaustuloksesta (x-akseli / D) kuukauden kuluttua leikkauksesta (Datagraph).

Leikkaustuloksen pysyvyyttä kuvaa myös kuvion 17 pylväsdiagrammi. Kuukauden kuluttua leikkauksesta jopa 90 %:lla (n=205) kaikista tutkituista silmistä (n=227) refraktio oli $\pm 0,50$ D:n sisällä. Tutkituista silmistä refraktio oli kuukauden kuluttua $\pm 0,50$ D:n sisällä A ryhmässä (n=46) 91 %:lla, B ryhmässä (n=117) myös 91 %:lla, C ryhmässä (n=50) 90 %:lla ja D ryhmässä (n=14) 79 %:lla. Tutkimuksen mukaan taittovirheen määrän kasvaessa erittäin suuriasteiseksi myopiaksi (yli -9,00 D) myös leikkaustuloksen pysyvyys hieman heikkenee. Taittovirheen pysyvyys on kuitenkin yli 90%:lla $\pm 0,50$ D:n sisällä likitaitteisuuden ollessa alle -9.00 D.

Kuvion 18 pylväsdiagrammista ilmenee, että kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta 75 %:lla kaikista tutkituista silmistä (n=133) refraktio oli $\pm 0,50$ D:n sisällä. Tutkituista silmistä refraktio oli kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta $\pm 0,50$ D:n sisällä A ryhmässä (n=19) 79 %:lla, B ryhmässä (n=69) 83 %:lla, C ryhmässä (n=34) 62 %:lla ja D ryhmässä (n=11) 64 %:lla. Tutkimuksen mukaan taittovirheen pysyvyys heikkenee hieman kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta taittovirheen määrän kasvaessa yli -6,10 D:n.

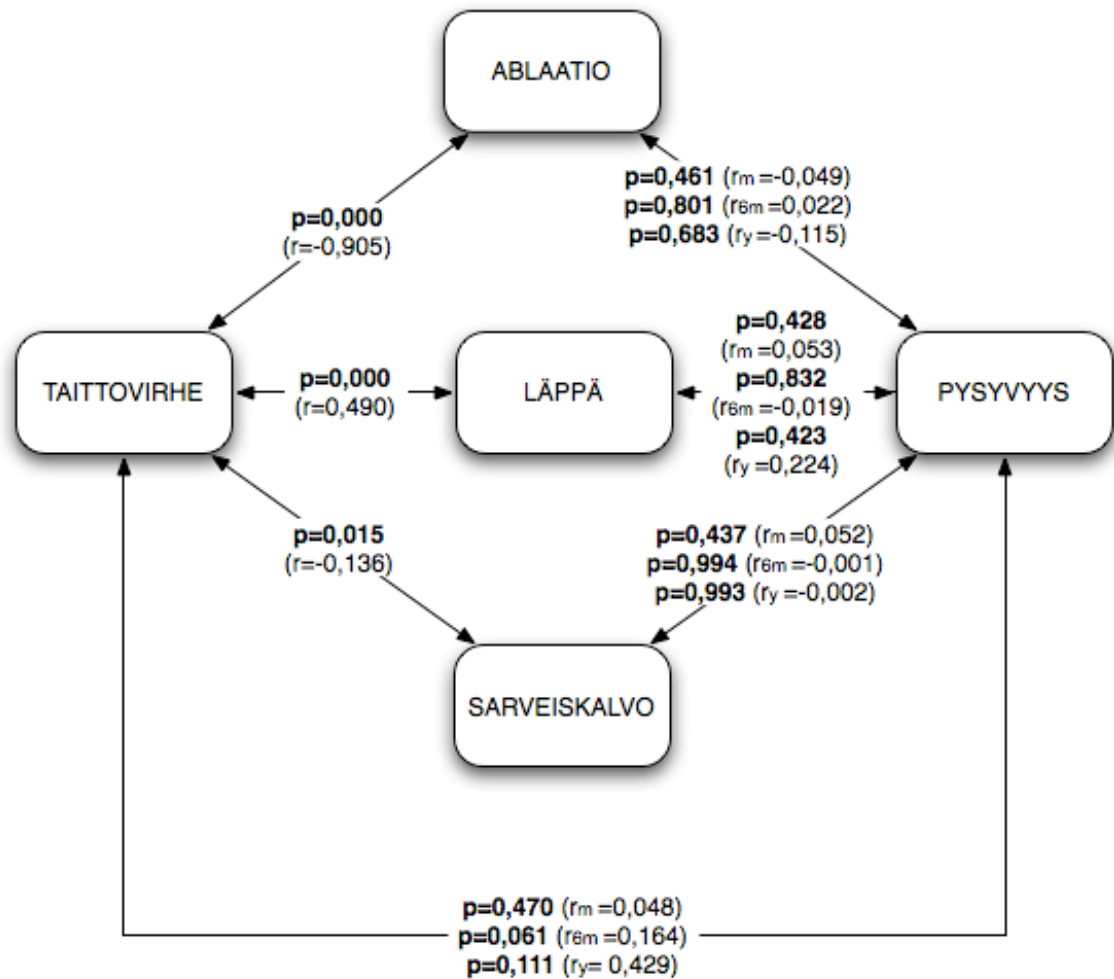


KUVIO 18. Kaikkien ryhmien (A, B, C ja D) prosentuaalinen osuus (y-akseli) saavutetusta leikkaustuloksesta (x-akseli / dpt) kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta (Datagraph).

Vuoden kuluttua leikkauksesta 67 %:lla kaikista tutkituista silmistä (n=15) refraktio oli $\pm 0,50$ D:n sisällä. Tutkituista silmistä refraktio oli $\pm 0,50$ D:n sisällä A ryhmässä (n=0) ei ole tietoa, B ryhmässä (n=9) 78 %:lla, C ryhmässä (n=3) 100 %:lla ja D ryhmässä (n=3) 0 %:lla. D ryhmästä 33 %:lla refraktio oli välillä $-0,51$ D \rightarrow $-1,00$ D, 33 %:lla $-1,01$ D \rightarrow $-2,00$ D ja 33 %:lla $+0,51$ D \rightarrow $+1,00$ D.

9 YHTEENVETO

Tutkimustulosten selkeyttämiseksi kuvioon 19 on koottu sarveiskalvon taittovirhekirurgian aiheuttamiin komplikaatioihin vaikuttavat tekijät ja niiden väliset korrelaatiot. Kuvion 18 avulla on helpompi tarkastella muuttujien välisiä yhteyksiä toisiinsa ja hahmottaa komplikaatioihin mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä. Kaikkien ryhmien leikkaustuloksen pysyvyydet on puolestaan koottu taulukkoon 2, josta nähdään kuukauden, kuuden kuukauden ja vuoden kontrollien keskiarvojen tulokset ja kontrolleissa käyneiden silmien lukumäärät.



KUVIO 19. Leikkaustuloksen pysyvyyteen vaikuttavien muuttujien väliset korrelaatiot. Korrelaatiokertoimen (r) alaindeksit kuvaavat kuukauden ($m=$ month), kuuden kuukauden ($6m=$ 6 month) ja vuoden ($y=$ year) kontrolleissa mitattujen sfääristen ekvivalenttien keskiarvojen korrelaatiota. (SARVEISKALVO = sarveiskalvon paksuus, LÄPPÄ = läpän paksuus, ABLAATIO = ablaatiosyvyys)

Taittovirheen määrällä ennen leikkausta ei ole juurikaan lineaarista yhteyttä leikkaustuloksen pysyvyyteen. Laskettaessa korrelaatiokertoimet ja p -arvot taittovirheen määrän ja kuukauden ($r=0,048$; $p=0,470$), kuuden kuukauden ($r=0,164$; $p=0,061$) ja vuoden ($r=0,429$; $p=0,111$) kontrolleissa mitatuille arvoille ilmenee, että tulokset ovat tilastollisesti ainoastaan suuntaa antavia. Ainoastaan vuoden kuluttua leikkauksesta on havaittavissa jonkin verran lineaarista yhteyttä taittovirheen määrän ja leikkaustuloksen pysyvyyden välillä, mutta sekin on p -arvon mukaan tilastollisesti ainoastaan suuntaa antava. Tutkimuksen mukaan voidaan siis todeta, että myopian määrällä ei ole vaikutusta leikkaustuloksen pysyvyyteen.

Ablaatiiosyvyiden ja leikkaustuloksen pysyvyyden välillä ei ole juurikaan lineaarista yhteyttä laskettaessa korrelaatiokertoimet ablaatiiosyvyiden ja kuukauden ($r=-0,049$; $p=0,461$), kuuden kuukauden ($r=0,022$; $p=0,801$) sekä vuoden ($r=-0,115$; $p=0,683$) kontrolleissa laskettujen keskiarvojen välillä. Tilastollisesti ablaatiiosyvyydellä ja leikkaustuloksella on ainoastaan suuntaa antava merkitsevyys.

Läpän paksuuden ja leikkaustuloksen pysyvyyden välillä ei ole juurikaan lineaarista yhteyttä laskettaessa korrelaatiokertoimet läpän paksuuden ja kuukauden ($r=0,053$; $p=0,428$), kuuden kuukauden ($r=-0,019$; $p=0,832$) sekä vuoden ($r=0,224$; $p=0,423$) kontrolleissa laskettujen keskiarvojen välillä. Tilastollisesti läpän paksuudella ja leikkaustuloksella on ainoastaan suuntaa antava merkitsevyys.

Sarveiskalvon paksuuden ja leikkaustuloksen pysyvyyden välillä ei ole juurikaan lineaarista yhteyttä laskettaessa korrelaatiokertoimet sarveiskalvon paksuuden ja kuukauden ($r=0,052$; $p=0,437$), kuuden kuukauden ($r=-0,001$; $p=0,994$) sekä vuoden ($r=-0,002$; $p=0,993$) kontrolleissa laskettujen keskiarvojen välillä. Tilastollisesti sarveiskalvon paksuudella ja leikkaustuloksella on ainoastaan suuntaa antava merkitsevyys.

TAULUKKO 2. Leikkaustulosten pysyvyyden keskiarvot ja kontrolleissa käyneiden silmien lukumäärät (n) kuukauden (1 kk), kuuden kuukauden (6 kk) ja vuoden kuluttua leikkauksesta ryhmissä A,B,C ja D.

RYHMÄ	1 KK	6 KK	VUOSI
A	+0.09 (n=44)	-0.10 (n=18)	-
B	+0.10 (n=117)	-0.04 (n=69)	-0.04 (n=9)
C	+0.01 (n=50)	-0.34 (n=34)	+0.17 (n=3)
D	+0.13 (n=14)	±0.00 (n=11)	-0.58 (n=3)
KAIKKI	+0.08 (n=225)	-0.13 (n=132)	-0.11 (n=15)

Taulukosta 2 nähdään, että leikkaustulos oli pysyvä (± 0.50 D) kaikissa ryhmissä kuukauden ja kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta. Leikkaustulos oli myös vuoden kuluttua

pysyvä A,B ja C ryhmissä. D ryhmässä tapahtui vuoden kuluttua kontrolloiduissa silmissä (n=3) pientä regressiota -0.58 D. Kaikkia ryhmiä tarkasteltaessa leikkaustulos oli kuitenkin pysyvä vielä vuodenkin kuluttua leikkauksesta.

10 POHDINTA

10.1 Tutkimuksen luotettavuus

Kaikki aineiston silmät on leikattu Eiran sairaalassa Zyoptix® - LASIK- leikkausmenetelmällä tammi-kesäkuun aikana vuonna 2005. Tutkimuksen silmistä kaikille tehtiin esitutkimus sekä leikkaus samoilla laitteilla ja sama silmäkirurgi Harri Koskela suoritti kaikki leikkaukset samassa leikkaustilassa samalla laitteistolla. Olosuhteet olivat kaikin puolin vakiot lukuun ottamatta muutaman asteen lämpötilaeroja leikkaustilassa eri leikkauspäivinä. Leikkauksen jälkeiset jälkikontrollit suoritti useampi kuin yksi silmäkirurgi/-lääkäri. Kaikki jälkikontrollit suoritettiin kuitenkin samassa tutkimustilassa ja samoilla laitteilla.

Edellä mainitut asiat tukevat tutkimuksen validiteettia ja reliabiliteettia. On kuitenkin huomioitava myös muutamat tutkimustuloksia mahdollisesti vääristävät tekijät, kuten tulosten kirjausvirheet ja kontrolleissa tutkittujen silmien väheneminen pidemmällä aika välillä. Aineiston tietoja potilaskansioista tietokoneelle kirjoitti yhteensä kolme henkilöä, jolloin inhimilliset virheet tiedonsiirrossa ovat mahdollisia.

Tutkimuksen luotettavuutta heikentää tutkittavien määrän väheneminen, kun leikkauksesta on kulunut aikaa. Tutkimustulokset antavat virheellisen kuvan leikkaustuloksen pysyvyydestä pidemmällä aika välillä, koska tutkittavista suurin osa on käynyt jälkikontrolleissa eri paikassa missä taittovirheleikkaus on suoritettu. Esimerkiksi B ryhmässä kuukauden kontrollissa oli käynyt 70,5 % , kuuden kuukauden kontrollissa 41,6 % ja vuoden kuluttua vain 5,4 % tutkittavista.

Leikkaustuloksen pysyvyyden tutkimisen kannalta olisi tärkeää, että kaikki tutkittavat kävisivät samassa paikassa jälkikontrolleissa. Erityisesti D ryhmän kohdalla pieni tutkittavien silmien määrä heikentää tutkimuksen luotettavuutta kyseisen ryhmän tulosten kohdalla.

On huomioitava myös, että jälkikontrolleissa saatuihin refraktiotuloksiin ja sitä kautta leikkaustuloksen pysyvyyden arvioimiseen ovat saattaneet vaikuttaa tutkittavien yksilöiden viireystila, keskittyminen ja vuorokaudenaika. Näiden tekijöiden vaikutukset ovat kuitenkin hyvin vähäisiä. Tutkimus on toistettavissa ja suuren otoskoon (n=322) takia tutkimusta voi pitää luotettavana.

10.2 Tutkimustulosten pohdinta

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sarveiskalvon taittovirhekirurgiaan liittyviä komplikaatioita sekä taittovirheen pysyvyyttä Zyoptix[®]-LASIK-leikkauksen jälkeen. Tarkoituksena oli myös selvittää komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavia tekijöitä eli taittovirheen määrää, sarveiskalvon ja läpän paksuutta ja ablaatiosyvyyttä sekä tarkastella niiden mahdollista yhteyttä leikkaustuloksen pysyvyyteen.

Tarkoituksena oli tarkastella komplikaatioita ja niiden ilmenemiseen vaikuttavia tekijöitä, mutta komplikaatioita esiintyi aineistossa kuitenkin todella vähän. Kokonaiskomplikaatioiden prosentuaalinen osuus aineistosta oli vain 1,2 %, mikä käytännössä tarkoittaa siis vain neljää silmää koko aineistosta (n=322). Vertailtaessa ryhmiä keskenään komplikaatioiden prosentuaalinen osuus vääristyi, sillä tutkittavien silmien jakautuminen ryhmien kesken oli hyvin epätasaista. Esimerkiksi D ryhmässä silmien (n=20) pienen määrän vuoksi komplikaatioita esiintyi jopa 10 %:lla tutkittavista, vaikka komplikaatioita esiintyi ainoastaan kahdessa silmässä.

Tutkimuksen mukaan taittovirheen määrän ja sarveiskalvolle tehtävän läpän välillä on jonkin verran lineaarista yhteyttä. Mitä suurempi taittovirhe on ennen leikkausta, sitä ohuempi läppä tehdään sarveiskalvolle. Sarveiskalvo on ollut myös ohuempi suurilla myoopeilla ennen leikkausta verrattuna vähemmän myooppisiin silmiin. Voi olla mahdollista, että sarveiskalvolle tehtävällä ohuemalla läpällä saattaa olla vaikutusta D ryhmässä esiintyvien komplikaatioiden esiintymiseen. Taittovirheen määrän kasvaessa myös ablaatiosyvyys luonnollisesti kasvaa, sillä kudosta on laseroitava enemmän suuremman myopian korjaamiseksi. Voi olla mahdollista, että suurempi ablaatiosyvyys on yhteydessä D ryhmässä esiin-

tyvien komplikaatioiden kanssa.

Teoriassa voitaisiin kehittää leikkausmenetelmä, jossa sarveiskalvolle ei tarvitsisi tehdä läppää lainkaan ja silti laserointi tehtäisiin alempiin sarveiskalvon kerroksiin (stroomaan). Vanhemmassa PRK tekniikassahan laserointi suoritetaan sarveiskalvon pintaan, mutta huonona puolena on pitkä ja kivuliaskin toipumisaika, sillä sarveiskalvon epiteeli tuhoutuu leikkauksessa eikä se uusiudu yhdessä päivässä. Komplikaatoriskiä saataisiin pienennettyä, jos komplikaatioiden ilmenemiseen vaikuttavia tekijöitä pystyttäisiin eliminoimaan kokonaan. Keskeisimmässä osassa on juuri sarveiskalvolle tehtävä läppä, sillä aikaisemmissa tutkimuksissa läppäkomplikaatioita esiintyi paljon.

Viimeisimmän tiedon mukaan Eiran sairaalassa on jo käytössä uusinta teknologiaa oleva Ziemerin Leonardo Da Vinci-femtosecondlaser, jolla läppää ei enää tarvitse leikata mekaanisesti erillisellä terällä. Uudella tekniikalla muodostetaan 2 μ m paksuinen kerros sarveiskalvon keskikerrokseen (stroomaan), jossa läppä muodostuu itsestään kudokseen ilman terän liikettä. Uuden tekniikan etuna on läpän tasainen paksuus koko alueella, sillä tavallisella mikrokeratomilla tehtävä läppä on keskeltä ohuempi ja reunoilta paksumpi. Uudella tekniikalla saadaan siis parempia leikkaustuloksia ja saadaan läppäkomplikaatioiden riskiä pienennettyä. (Eiran Sairaala 2007.)

Aikaisempien tutkimustulosten mukaan kuusi kuukautta leikkauksen jälkeen sfäärisen ekvivalentin (SEQ) keskiarvo oli -0,18 diopteria. Tämä tutkimus tukee aikaisemmin tehtyä tutkimusta, sillä tulosten mukaan kuusi kuukautta leikkauksen jälkeen sfäärisen ekvivalentin keskiarvo oli -0,13 diopteria. Kaiken kaikkiaan koko otoksen kaikkien ryhmien sfäärisen ekvivalentin keskiarvon mukaan voidaan todeta, että leikkaustulos on ollut pysyvä eikä refraktiivisia komplikaatioita ole esiintynyt aineistossa kuukauden ja kuuden kuukauden kuluttua leikkauksesta.

Tutkimuksen perusteella ei voi tehdä yleistystä leikkaustuloksen pysyvyydestä vuosi tasolla, koska tutkittavien silmien määrät ovat niin pieniä. On hyvin todennäköistä, että vuoden kuluttua kontrolleissa ovat käyneet ainoastaan ne henkilöt, jotka ovat olleet tyytymättömiä leikkaustulokseen. Tämä saattaa vääristää koko ryhmän keskiarvoa, jolloin D ryhmän kohdalla tapahtunutta regressiota ei voida yleistää. A ryhmässä puolestaan yhtään silmää ei ole

tutkittu Eiran sairaalassa vuoden kuluttua leikkauksesta. On mahdollista, että syynä on pienten myopioiden leikkaustuloksen pysyvyys tavoitearvossa.

Huomattavaa on, että erittäin suuriasteinenkin myopia, jopa -13.00 D on korjattu Zyoptix®-LASIK- leikkausmenetelmällä, vaikka sarveiskalvon paksuus pienenee ja ablaatiosyvyys kasvaa myopian määrän lisääntyessä.

Opinnäytetyön aihe oli mielestäni erittäin mielenkiintoinen ja haastava. Alussa aihe tuntui hyvin laajalta ja vaikealta rajata, mutta tutkimusongelmat tarkentuivat työn edistyessä. Potilastietojen syöttäminen Datagraph- ohjelmaan oli alkuvaiheessa hyvin työlästä ennen kuin opin käyttämään uutta ohjelmaa. Myös aikataulujen yhteensovittaminen Eiran sairaalan ja oman kalenterin kanssa pitkitti työn edistymistä, sillä tietojen siirtäminen potilaskortistosta tietokoneelle oli mahdollista ainoastaan Harri Koskelan työhuoneessa iltaisin.

Aineiston analysoinnissa riitti myös haastetta. Tutkimuksen alkuvaiheessa luulin, että saan kaikki tarvitsemani graafiset esitykset aineiston analysoimiseen Datagraph-ohjelmasta. Huomasin kuitenkin tarvitsevani tueksi myös SPSS-ohjelmaa, jonka avulla sain laskettua muuttujien välisiä yhteyksiä ja arvioitua niiden tilastollista merkitsevyyttä. Laskin myös tunnuslukuja (keskiarvo, keskihajonta, moodi, minimi ja maksimi) Excel-taulukkolaskentaohjelman avulla, jolla piirsin myös muutamia kuviota tutkimustulosten tarkastelun selkeyttämiseksi. Mielestäni opin paljon uutta tutkimustulosten analysoinnista ja huomasin, miten mielenkiintoista tutkimuksen tekeminen voikaan olla.

Jatkotutkimushaasteena esitän subjektiivisten komplikaatioiden tutkimisen Zyoptix®-LASIK- leikatuille silmille. Olisi mielenkiintoista tietää, kuinka suurella osalla tutkittavista silmistä esiintyy kuivasilmäisyyttä ja kontrastiherkkyuden alenemista. Molemmat ovat kuitenkin mitattavissa olevia ominaisuuksia. Kuivasilmäisyyttä voitaisiin tutkia kuukauden, kuuden kuukauden ja vuoden kontrolleissa BUT- testillä (Break Up Time) ja kontrastiherkkyyttä esimerkiksi Vistechin kontrastiherkkyystaululla.

Jatkotutkimushaasteena esitän myös leikkaustuloksen pysyvyyden tarkastelun paikassa, jossa ainakin yli 75 %:a tutkittavista kävisi kontrollissa vielä vuodenkin kuluttua leikkauksesta. Näin saataisiin luotettavaa ja yleistettävissä olevaa tietoa leikkaustulosten pysyvyy-

destä pidemmällä aikavälillä. Lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia pelkästään suurta myopiaa (yli -9.00 D) isommalla tutkimusjoukolla, jolloin saataisiin luotettavia tutkimustuloksia leikkaustuloksen pysyvyydestä ja komplikaatioiden ilmenemisestä.

LÄHTEET

- Alio, JL – Montes-Mico, R 2005: Wavefront-guided versus standard LASIK enhancement for residual refractive errors. Entrez Pubmed. Verkkodokumentti. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=16378639&query_hl=6&itool=pubmed_docsum>. Luettu 1.3.2007.
- Akhaury, Ranjan Kr. – Verma, N.P. – Kumar, Ranjana 2004: Patient motivation for laser in situ keratomileusis in the state of Bihar. Journal of Refractive Surgery 2004; S727-S729.
- Arlainstituutti – Silmät ja näkeminen 2006. Näköjärjestelmä. Verkkodokumentti. Päivitetty 1.9.2006. <<http://www.arlainst.fi/nv-peda/silmat/nakojarjestelma.htm>>. Luettu 3.1.2007.
- Bausch & Lomb 2006: Shaping an innovative future for refractive surgery. Esite. Bausch & Lomb Incorporated.
- Bausch & Lomb Zyoptix diagnostic workstation 2006: Integrated diagnostics for customized refractive treatments. Esite. Bausch & Lomb Incorporated.
- Bausch & Lomb Zyoptix 2004: Personalized laser vision correction. Verkkodokumentti. <http://zyoptix.com/zyoptix_uk/index.html>. Luettu 20.2.2007.
- Bausch & Lomb Zyoptix 100 Laser 2006: Outstanding quality of vision begins with exceptional technology. Esite. Bausch & Lomb Incorporated.
- Bausch & Lomb Zyoptix personalized clinical benefits 2004. Tutkimus. Bausch & Lomb Incorporated.
- Bausch & Lomb Zyoptix tissue saving clinical benefits 2004. Tutkimus. Bausch & Lomb

Incorporated.

Bausch & Lomb Zyoptix worldwide newsletter 2004. Issue 2. Volume 4. March/April 2004. Bausch & Lomb Incorporated.

Cataract & Refractive surgery today 2007: Aspheric algorithms and quality of vision. January/ February 2007. Volume 2, No. 1.

Duodecim 2002: Käypä hoito- suositus. Taittovirheiden kirurginen hoito. Suomen Silmälääkäriyhdistys ry. Verkkodokumentti. < <http://www.kaypahoito.fi>>. Luettu 17.9.2006.

Eiran sairaala 2007. Verkkodokumentti.<<http://www.eiransairaala.fi/>>. Luettu 1.3.2007.

Forrester, John – Dick, Andrew – McMenamin, Paul – Lee, William 1999: The Eye. Basic sciences in practice. London: Harcourt Brace & Company Ltd.

Freeman, M.H. – Hull, C.C. 2003: Optics. 11th edition. Spain: Butterworth –Heinemann.

Hiltunen, Erkki – Holmberg, Peter – Kaikkonen, Matti – Lindblom-Yläne, Sari – Niensstedt, Walter (toim.) 2003: Galenos - Ihmiselimitys kohtaa ympäristön. 4. uudistettu painos. Porvoo: WSOY.

Hirsjärvi, Sirkka – Remes, Pirkko – Sajavaara, Paula 2001: Tutki ja kirjoita. 6. – 7. painos. Helsinki: Tammi.

Hom, Milton M. – Bruce, Adrian S. 2006: Manual of contact lens prescribing and fitting. Third edition. United States of America: Butterworth-Heinemann Elsevier.

MAOL-taulukot 1998: Matematiikka, fysiikka, kemia. 1.-9. uudistettu painos. Keuruu: Otava.

Mauranen, Kari 1999: Tilastollisesta päätöksenteosta. Verkkodokumentti. Päivitetty

6.5.1999. <http://www.uku.fi/~mauranen/bis/bis6_doc.htm>. Luettu 26.9.2007.

Nakano, Kozo – Nakano, Eliane – Oliveira, Marivaldo – Portellinha, Waldir – Alvarenga, Lenio 2004: Intraoperative microkeratome complications in 47,094 laser in situ keratomileusis surgeries. *Journal of Refractive Surgery* 2004; S723-726.

Kanski, Jack J. 2003: *Clinical ophthalmology. A systemic approach. Fifth edition.* Butterworth-Heinemann.

Latvala, Terho 1996: *Corneal wound healing after modern refractive surgery: experimental studies on excimer laser photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis.* Väitöskirja. Helsinki 1996.

Saari, K.M. – *Kandidaattikustannus (toim.)* 2001: *Silmätautioppi. 5. uudistettu painos.* Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Silmäkeskus Laser. Verkkodokumentti. <<http://www.sk-laser.fi/main2.htm>>. Luettu 3.1.2007.

Silmälaseri. Taittovirhekirurgia. Verkkodokumentti. <<http://www.laseri.fi/silma.asp?page=1&palsta=1>>. Luettu 17.9.2006.

Sosiaali- ja terveysministeriö 2007: *Ajoterveysohje.* Verkkodokumentti <<http://www.stm.fi/Resource.phx/ajank/suost/ajokiky040107.htx>> Luettu 1.3.2007.

Taanila, Aki 2007: *Aineiston esittäminen ja kuvailu.* Verkkodokumentti. Päivitetty 13.3.2007. <<http://myy.helia.fi/~taaak/k/>>. Luettu 26.9.2007.

Tervo, Timo 2001: *Tavallisimmat taittovirheet ja niiden korjaaminen.* Verkkodokumentti. Päivitetty 28.5.2001. <http://www.kll.helsinki.fi/asp_source/osastot/siko/silk/luentoja/tervo/taitto/etusivu.html>. Luettu 20.2.2007.

Turun Silmälaser. Excimer- laserkirurgia. Verkkodokumentti. <<http://www.silmalaser.fi/>>.

Luettu 1.3.2007.

Uusi sivistyssanakirja. 1998. Aikio, Annukka – Vornanen, Rauni (toim.). 17. painos. Keuruu: Otava.

Uusitalo, Hannu 2002: Taittovirhekirurgia. Lehdistö tiedotteet. Tampereen yliopisto. Verkko dokumentti. Päivitetty 23.8.2002.

<<http://www.uta.fi/ajankohtaista/tiedotteet/2002/7002f.html>>. Luettu 17.9.2006.

Valle, Tuuli 2000: Excimer laser refractive surgery with special reference to corneal wound healing and nerve regeneration after myopic photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. Väitöskirja. Helsinki 2000.

Vongthongsri, Anun – Phusitphoykai, Nutharin – Tungsiriput, Tulaya 2004: Laser in situ keratomileusis for high myopia using a small ablation zone and large aspheric transition zone. Journal of Refractive Surgery 2004; S669-S673.