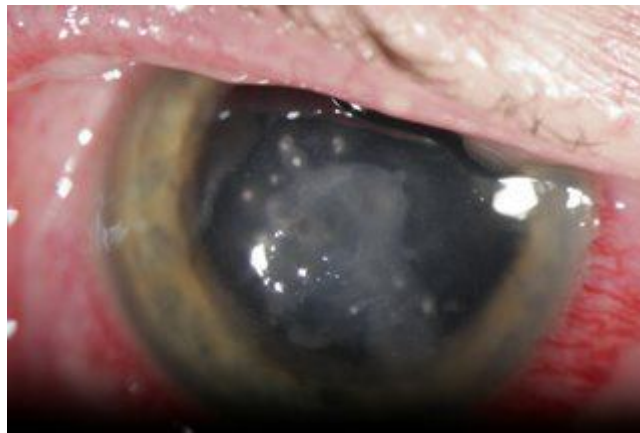


Studentoppgave



# **Refraktiv laserkirurgi av myope: teknikker, komplikasjoner og resultater**



Ruben Andersen  
2008

## Innholdsfortegnelse:

<b>1</b>	<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INNLEDNING</b> .....	<b>4</b>
2.1	HORNHINNEN (CORNEA) .....	4
2.2	MYOPI (NÆRSYNTHE) .....	5
2.3	REFRAKTIV KIRURGI.....	5
<b>3</b>	<b>METODE/MATERIALE</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>DEN REFRAKTIVE KIRURGIENS UTVIKLING</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>LASERKIRURGISKE TEKNIKKER</b> .....	<b>7</b>
5.1	LAMELLÆR BEHANDLING .....	8
5.1.1	<i>LASIK (Laser-assisted in situ keratomileusis)</i> .....	8
5.2	OVERFLATE BEHANDLING .....	8
5.2.1	<i>PRK (Photorefraktiv keratectomy)</i> .....	9
5.2.2	<i>LASEK og Epi-LASIK (Laser epitelial keratomileusis)</i> .....	9
<b>6</b>	<b>KOMPLIKASJONER</b> .....	<b>9</b>
6.1	INTRAOPERATIVE KOMPLIKASJONER .....	10
6.1.1	<i>Inkomplett lapp</i> .....	11
6.1.2	<i>Fri lapp</i> .....	11
6.1.3	<i>Tynne lapper eller knappeshull</i> .....	11
6.2	POSTOPERATIVE KOMPLIKASJONER .....	12
6.2.1	<i>Smerte</i> .....	12
6.2.2	<i>Tørt øye</i> .....	12
6.2.3	<i>Arrdannelse og haze</i> .....	12
6.2.4	<i>Synsforstyrrelser</i> .....	12
6.2.5	<i>Forskyvning av hornhinnelappen</i> .....	13
6.2.6	<i>Folder i hornhinnelappen</i> .....	13
6.2.7	<i>Epitel-innvekst</i> .....	13
6.2.8	<i>Mikrobiell infeksjon</i> .....	13
6.2.9	<i>Diffus lamellær keratitt (DLK)</i> .....	13
6.2.10	<i>Korreksjonsfeil og regresjon</i> .....	14
6.2.11	<i>Irregulær astigmatisme</i> .....	14
6.2.12	<i>Utbuktning av hornhinnen</i> .....	14
<b>7</b>	<b>RESULTATER AV LASIK, PRK OG LASEK</b> .....	<b>14</b>
<b>8</b>	<b>DISKUSJON</b> .....	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>REFERANSER</b> .....	<b>18</b>

# 1 Abstract

## **Refractive laser surgery for myopia**

**BACKGROUND:** The prevalence of myopia is increasing. Constant near-work, race, gender and genes are associated with development of myopia. Refractive laser surgery is eye surgery aimed at altering the refractive power of the cornea, and the procedures are among the most commonly performed in medicine. The main indication for refractive surgery of myopia is cosmetic; patients deem it a good alternative to wearing contact lenses and glasses.

**PURPOSE:** This paper gives an overview of the history of refractive surgery, the techniques used today and the results and complications arising from these.

**METHOD:** Literature study based on search in PubMed with "LASIK", "PRK", "LASEK", "history", "overview", "epidemiology", "myopia" and "complications" as search terms.

**RESULTS:** The most common surgical techniques used to correct myopia today are laser-assisted in-situ keratomileusis (LASIK) and photorefractive keratectomy (PRK). The excimer laser is applied to the surface of the cornea during PRK, while LASIK treatment involves creation of a hinged corneal flap and ablation of the underlying corneal stroma. PRK gives more postoperative discomfort and a slower visual recovery than LASIK. LASIK on the other hand involves a higher rate of severe intraoperative complications. The results for both methods are excellent, but severe complications can occur. The risk of negative outcome is low, but somewhat higher for LASIK.

**INTERPRETATION:** Given the risk of serious complications, healthy patients who wear glasses or contact lenses without discomfort could be better off by not undergoing laser surgery. If surgery is chosen as an option, PRK should be the preferred option due to lower risk of serious complications and negative outcome. Patients with high degree myopia should be told that the possibilities for good results are lower than for patients with low to moderate degree of myopia.

## 2 Innledning

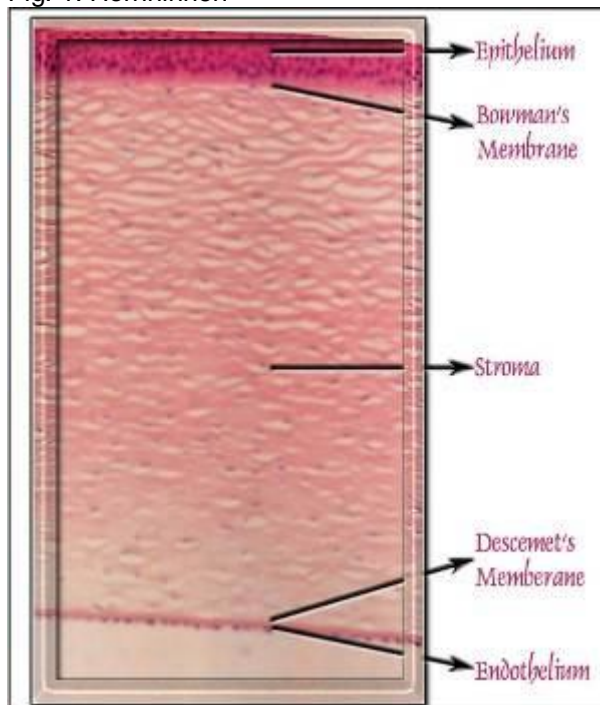
Refraktive laserkirurgiske prosedyrer er blant de hyppigst utførte operasjoner i verden i dag (1). Mange som lider av myopi finner det befriende å kunne gjøre seg uavhengig av kontaktlinser og briller til tross for at de i utgangspunktet ser godt med disse hjelpemidlene. Selv i en studie hvor gjennomsnittlig korreksjon var så høy som -10D oppga 21 % av pasientene at kosmetisk indikasjon var en viktig motivasjonsfaktor (2). Jeg ønsker å skrive denne oppgaven for å avdekke hvilke komplikasjoner man kan risikere å pådra seg når man velger laserbehandling for myopi. Først gis det en kort gjennomgang av den refraktive kirurgis historie med beskrivelse av de mest vanlige teknikkene som blir brukt av øyekirurger i dag. Deretter diskuterer jeg komplikasjoner assosiert med de forskjellige teknikkene, for til slutt å sammenligne resultatene. Et viktig aspekt å ha i mente er at et flertall av de omtalte operasjonene utføres på kosmetisk indikasjon. Er det verdt å operere på friske øyne?

### 2.1 Hornhinnen (*cornea*)

Det fremre segmentet i øyet består av hornhinnen og linsen. Deres funksjon er å bryte innkommende lysstråler slik at disse møtes på øyets netthinne baktill i øyet. Brytningen av lyset gjøres hovedsakelig av hornhinnen i overgangen mellom tårefilmen og luften. Av de totalt 60D total refraksjon utgjør hornhinnen to tredjedeler, mens resten utgjøres av linsen (3). For sterk brytning fører til nærsynthet ved at lysstrålene møtes foran netthinnen, mens for liten brytning fører til langsynthet ved at lysstrålene møtes bak netthinnen. Man vil i begge tilfeller se uklart uten korreksjon med briller eller kontaktlinser. Et unntak er unge langsynte som kan kompensere sin langsynthet ved akkomodasjon av linsen.

Hornhinnen danner den forreste delen av øyeeplets fibrøse vegg. Den er normalt klar og karløs med en glatt og jevn overflate. Den er omtrent en halv millimeter tykk sentralt og deles mikroskopisk inn i fem lag (fig.1). Ytterst er det flerlaget plateepitel som består av 5-6 celledag som raskt regenereres dersom hornhinnen skades. Under epitelet ligger den sterke Bowman's membran som er med på å beskytte hornhinnens indre lag. Stroma er det tykkeste laget i hornhinnen og består av parallelle bindevevslameller. Helt innerst i hornhinnen ligger Descemet's membran og et endotel-lag. Hornhinnen får sin næring og oksygen ved diffusjon fra limbuskarene, fra kammervannet og noe fra tårevæsken (4). Når sykdommer i hornhinnen fører til svekket syn, skyldes det at dens gjennomskinnelighet eller overflatekontur har blitt endret(5). Traume, infeksjoner eller andre patologiske prosesser i hornhinnen og/eller linsen er alle årsaker som kan føre til midlertidig eller varige svekkelse av synet.

Fig. 1: Hornhinnen



Bilde hentet fra Unite for Sight, Inc.

## 2.2 Myopi (nærsynthet)

Myopi er en svært vanlig årsak til redusert syn. Gjennom oversiktsartikler har flere forfattere forsøkt å sammenligne prevalensen av myopi i forskjellige aldersgrupper og verdensdeler. Forskjeller i definisjonen og måling av myopi, samt utvalg av populasjon mellom studier fra de enkelte land gjør det vanskelig å finne sammenlignbare tall. I enkelte asiatiske land er det rapportert om en prevalens av myopi på over 80 % hos tredjeårs medisinstudenter (6). Det er en høyere andel myopi i industriland enn i utviklingsland. Det er publisert studier som tyder på en økende prevalens av myopi de siste tiårene både i utviklingsland og industriland (7). Gener, rase, alder og konstant nærarbeid er faktorer som er assosiert med utviklingen av myopi, men grundigere studier er nødvendig for å avdekke direkte årsaksforklaringer (8). En norsk studie fra Helseundersøkelsen i Nord-Trøndelag i 1996-97 konkluderer med at 35 % av unge mellom 20-25 år er myope, mens det blant middelaldrende mellom 40-45 år er 30 % myope (9). Også i Norge er prevalensen av myopi hos studenter høyere enn i resten av befolkningen. I en studie foretatt på universitetsstudenter i Trondheim var prevalensen av myopi hos en gruppe førsteårs-studenter 48 %. Etter tre år hadde andelen myope i den samme gruppen økt til 65 % (10).

## 2.3 Refraktiv kirurgi

Refraktiv kirurgi har til hensikt å endre øyets brytning av innkommende lysstråler ved enten å utføre inngrep i hornhinnen eller linsen. Ved myopi er målet å gjøre den sentrale delen av hornhinnen mindre brytende (flatere). Ved hypermetropi (langsynthet) er hensikten å gjøre den sentrale delen av hornhinnen mer brytende (krummere). Denne type kirurgi har blitt svært populær de siste årene og utføres nå oftest på kosmetisk indikasjon, dvs. på friske øyne hos pasienter som av ulike grunner ikke ønsker å bruke briller eller kontaktlinser. Medisinske

indikasjoner for refraktiv kirurgi kan være uttalt skjeve hornhinner (astigmatisme) eller kontaktlinse- og brilleintoleranse (11). Enkelte pasienter ønsker operativ korreksjon på grunn av yrkeskrav til syn.

### 3 Metode/Materiale

Denne oppgaven baserer seg på publiserte artikler, bøker og annen tilgjengelig informasjon om laserkirurgi av myope. Det meste av informasjonen er hentet fra databasen PubMed med kombinasjoner av søkeordene "LASIK", "PRK", "LASEK", "history", "overview", "epidemiology", "myopia" og "complications". Det ble søkt i artikler på engelsk. Det er ikke gjort avgrensning med hensyn til årstall for publisering, men jeg har bevisst vært forsiktig med å ta med artikler som er eldre enn 5 år da refraktiv laserbehandling er et område i rask endring. Enkelte av oversiktsartiklene inneholdt interessante referanser som jeg ikke fant med mine søk, men som jeg søkte fram og brukte i denne oppgaven. I tillegg er det gjort et søk i Tidsskrift for den Norske Lægeforening med søkordet "refraksjon" som ga 11 treff.

Søkemotoren Google har blitt benyttet til å søke opp definisjoner og supplerende informasjon. Dette har gitt treff både på kommersielle og uavhengige hjemmesider som omtaler refraktiv laserkirurgi.

### 4 Den refraktive kirurgiens utvikling

Teorier om årsaken til refraktive feil kan spores helt tilbake til Leonardo Da Vinci på 1600-tallet, men det var ikke før nordmannen Hjalmar Schøitz i 1885 utførte en prosedyre med incisjoner i hornhinnen for å korrigere astigmatisme at den refraktive kirurgien så sin begynnelse (12;13). Perioden fra 1885 til 1930-tallet var preget av prøving og feiling med incisjoner i hornhinnen, hovedsakelig for behandling av astigmatisme. Selv om man ikke kom fram til en systematisk teknikk som fungerte godt jevnt over, fikk man en viss idè om hvilke metoder som virket og hvilke som ikke kunne brukes.

Ved en tilfeldighet oppdaget japaneren Sato en avflatning av hornhinnen etter en traumatisk øyeskade i 1936 (14). Etter hvert begynte han å systematisk legge både anteriore og posteriore incisjoner i hornhinnen og observerte at synet til pasientene ble bedret. Sato perforerte med sine posteriore incisjoner endotelet i hornhinnen, noe som medførte endodelsvikt og ødemutvikling i hornhinnen. Metoden ble derfor ikke videreført av andre. Russeren Fyodorov utviklet en mer systematisk og nøyaktig metode kalt anterior radial keratotomy (RK) på 1960- og 70-tallet. Med opptil 16 radiale incisjoner gjennom 90 % av hornhinnens tykkelse klarte han å endre hornhinnens form, redusere brytningen og forbedre synet hos flere tusen myope pasienter (13). Hvor mange incisjoner han valgte å legge kom an på graden av myopi hos pasientene.

Lamellær kirurgi, dvs. manipulasjon av stroma for å endre hornhinnens form, ble først beskrevet av colombianeren Barraquer i 1949 (15). Barraquer nøyde seg ikke med å legge incisjoner, han ønsket derimot å fjerne deler av hornhinnen helt. For å oppnå dette utviklet han sin egen fryseteknikk. Først skar Barraquer bort den fremre 60 % av hornhinnen med et instrument han kalte et mikrokeratom. For å få en hard konsistens på hornhinne-lappen fryste han den så ned før han endret dens form ved å fjerne vev fra lappens baksida med et annet instrument, cryolathe. Til slutt la Barraquer lappen tilbake på pasientens øye og sydde den fast

til det underliggende stroma. Dermed hadde han oppnådd å gi pasienten en avflatet hornhinne uten at den sentrale overflaten var skadet (16). Senere konstruert en annen columbianer, Ruiz, et automatisert mikrokeratom med gir. Han kunne dermed med enda større nøyaktighet skjære til tynne lapper som besto av hornhinnens epitel og øvre del av stroma. Denne lappen ble ikke skåret helt av, men hadde et hengsel. Han la deretter lappen til siden og skar bort en tynn skive av det underliggende stroma før den hengslete lappen ble lagt på plass igjen (17). Ut ifra pasientens grad av myopi kunne han preoperativt beregne seg fram til de ønskede mål på skiven som ble skåret ut (16). Denne metoden ble kalt automatisert lamellar keratoplasty (ALK).

Den virkelige revolusjonen innen refraktiv kirurgi var overgangen til bruk av laserstråler tidlig på 1980-tallet. Excimer laseren bruker en høyenergisk form for laserstråler som kan fordampe vev uten at det utvikles mye varme. I begynnelsen ble laseren benyttet til å legge radiale incisjoner på samme måte som Schøitz i sin tid gjorde manuelt, men etter hvert gikk man over til å bruke laseren til å fordampe vev direkte på hornhinnens overflate for å endre brytningen. Ved myopi fjernet man vev sentralt og fikk dermed en avflatning av hornhinnen, mens man ved hypermetropi fjernet vev i periferien og fikk økt krumning av hornhinnen. Den første operasjonen på et menneskeøye ble utført av Theo Seiler på en blind mann i 1985, og på et seende øye i 1987 (18). Denne metoden ble kalt photorefractive keratectomy (PRK) og ble godkjent av US Food and Drug Administration (FDA) i 1995 (14).

Tidlig på 1990-tallet ble Barraquers arbeid med lammelære teknikker videreført og modifisert slik at man kunne benytte laser også til lamellær manipulasjon av hornhinnen. Den første laser-assisted in-situ keratomileusis (LASIK) – operasjonen ble gjort ved å kombinere mikrokeratomet med excimer laseren. LASIK er altså en videreføring av ALK hvor man benyttet excimer-laseren på stroma framfor å bruke mikrokeratomet til å skjære ut en stromal skive. LASIK førte til større presisjon og bedre resultater. Den første LASIK-operasjonen ble utført av Stephen Brint i 1991. LASIK ble FDA godkjent i 1999 (14).

De siste ti årene har det tilkommet en rekke forskjellige teknikker og forbedret teknologi innen refraktiv kirurgi.

## 5 Laserkirurgiske teknikker

Den vanligste indikasjonen for laserkirurgi på øynene er myopi. De dominerende teknikkene som i dag brukes for korreksjon av myopi baserer seg som tidligere nevnt på bruk av excimer laser. Det er to hovedtyper av behandling som benyttes. Ved overflatebehandling fjerner man først epitelet før man fortsetter behandlingen i stroma. Ved LASIK-behandling fjerner man derimot kun vev fra de dypere lag av hornhinnen og bevarer derfor epitellaget. Hvor stor grad av nærsynthet som kan behandles avhenger av hornhinnens tykkelse og pupillens størrelse i mørket. Man kan sjelden korrigere nærsynthet over -10 D (19).

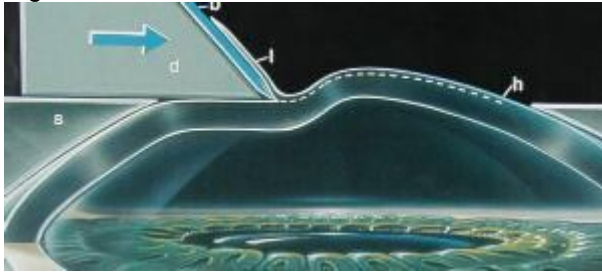
Generelle retningslinjer hos de fleste klinikker/sykehus som utfører refraktiv laserkirurgi av myope er stort sett sammenfallende. Pasienten bør være minst 18-20år, ha en grad av myopi som faller innenfor muligheter for laserbehandling, hatt stabil refraksjon de siste 1-2 år (dvs. endring  $\leq 0,5D$ ) og ikke ha noen aktiv øyesykdom, diabetes eller være gravid/ammende. Det er ingen absolutt øvre aldersgrense (20-22).

## 5.1 Lamellær behandling

### 5.1.1 LASIK (Laser-assisted in-situ keratomileusis)

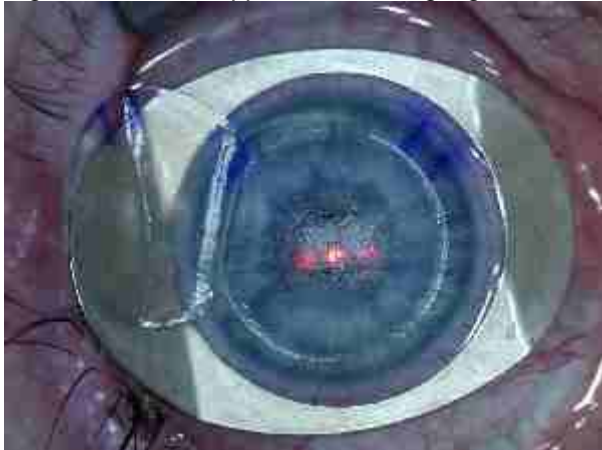
LASIK er den mest brukte kirurgiske metode for utbedring av brytningsfeil i hornhinnen (23;24). Begrepet keratomileusis refererer til alle refraktive prosedyrer på hornhinnen hvor man fjerner intracornealt vev (18). Ved hjelp av et knivblad, et såkalt mikrokeratom, lager man en hengslet lapp som består av hornhinnens epitel og Bowman's membran (fig. 2). Deretter vippes denne til side og man fordamper deler av det underliggende stroma med excimer-laser (fig. 3). Til slutt legger man den hengslete hornhinnelappen på plass igjen uten suturer. LASIK har altså den fordelen at man bevarer integriteten til Bowman's membran og det overliggende epitelet (19). Man har nylig begynt å ta i bruk en ny lasertype, femtosecond laser, istedenfor mikrokeratomer til å skjære til hornhinnelappen. En amerikansk studie har vist at femtosecond laseren har bedre presisjon med henblikk på lapp-tykkelsen og gir mindre epitelskade enn de mekaniske mikrokeratomene (25).

Fig. 2: Mikrokeratom ved LASIK.



Bilde hentet fra Drammen Øyekirurgiske Klinikk

Fig. 3: Hornhinnelappen er skåret og lagt til siden og laserbehandlingen av stroma begynt.



Bilde hentet fra Drammen Øyekirurgiske Klinikk

## 5.2 Overflate behandling

Et alternativ til å kun behandle hornhinnens indre lag er å bruke excimer laser til å fordampe bort vev direkte fra den ytterste delen av hornhinnen. Her lager man altså ingen hengslet lapp for å komme til hornhinnens stroma, men jobber seg innover hornhinnens lag fra overflaten. Det er tre forskjellige hovedmetoder for overflatebehandling med excimer laser, og forskjellen ligger hovedsakelig i hvordan epitellet behandles.



### **5.2.1 PRK (Photorefractive keratectomy)**

Ved PRK jobber man seg gjennom hornhinnens sentrale del utenifra ved å først fjerne epitelet. Etter at epitelet er borte fjernes deler av stroma slik at hornhinnens krumning reduseres (11). I og med at epitellaget og deler av stroma fjernes helt vil man få en stor sentral defekt. Tilhelingen av dette såret skjer ved migrasjon og deling av omgivende epitel. Når laser blir brukt til å fjerne epitelet kalles prosedyren transepitelial PRK (T-PRK). Man kan benytte andre metoder for å fjerne epitelet før laseren anvendes i stroma. Mest vanlig er bruk av en roterende børste, men alkohol og kirurgisk skalpell kan også benyttes (13). Betegnelsen på denne varianten er mekanisk PRK (M-PRK).

### **5.2.2 LASEK (Laser epitelial keratomileusis) og Epi-LASIK**

I LASEK og Epi-LASIK vil man i motsetning til PRK forsøke å bevare mest mulig av pasientens epitellag. Før laseren tas i bruk vil kirurgen skyve pasientens hornhinne-epitel til side for deretter å reposisjonere dette over stroma etter laserbehandlingen. Mange forskjellige teknikker brukes for å løsne og midlertidig forskyve epitelet før laserbehandlingen. Ved Epi-LASIK anvendes det et knivblad kalt epikeratom som skjærer til en hengslet epitellapp. Teknikken ved Epi-LASIK har således mye til felles med LASIK. Forskjellen består i at ved LASIK skjæres den hengslede hornhinnelappen gjennom Bowman's membran og ned i stroma, mens lappen som skjæres ved Epi-LASIK er mye tynnere og består kun av epitelceller (13).

## **6 Komplikasjoner**

Alvorlig komplikasjoner etter refraktiv kirurgi er sjeldne, men på grunn av den økende populariteten av denne type kirurgi vil det absolutte antallet pasienter som opplever komplikasjoner trolig øke i årene framover. Komplikasjoner kan oppstå både under og etter operasjonen. Som ved alle kirurgisk inngrep bør man gjøre en grundig risiko/reward analyse preoperativt for å ekskludere pasienter som ikke bør behandles og derved minimere antallet pasienter som vil kunne oppleve et dårlig resultat. Innen refraktiv kirurgi kan dette være utfordrende i og med at man stort sett opererer elektivt på friske øyne som har utmerket visus-potensial ved bruk av kontaktlinser eller briller. Hva slags alvorlige komplikasjoner pasienten kan oppleve og hyppigheten av disse varierer mellom de forskjellige metodene.

I en studie publisert i desember 2007 sammenlignes komplikasjoner og resultater av LASIK, LASEK, M-PRK og T-PRK ved et øyesenter i Saudi Arabia hvor 696 øyne ble operert mellom 1. juli 2004 og 30. juni 2005 (26). Tabell 1 viser komplikasjons-insidensen ved de forskjellige teknikkene i denne studien. Dessverre ble ingen pasienter operert med bruk av Epi-LASIK i perioden, men studien gir en god pekepinn på komplikasjonsrisikoen ved de andre metodene.

<b>Tabell 1: Alvorlige komplikasjoner ved LASIK og overflatebehandling (26)</b>				
Alle tall i prosent:	<b>Overflatebehandling</b>			
	<b>LASIK</b>	<b>LASEK</b>	<b>M-PRK</b>	<b>T-PRK</b>
Øyne	464	104	69	59
<b>Intraoperative lapp-komplikasjoner</b>				
Inkomplett lapp	1,5	0	0	0
Knappehull/tynn lapp	1,3	0	0	0
Komplett lapp	0,2	0	0	0
Alle	3	0	0	0
<b>Postoperative lapp-komplikasjoner</b>				
Folder som krever kirurgi	0,2	0	0	0
Debris som må fjernes	0,4	0	0	0
Diffus lamellær keratitt	0,2	0	0	0
Innvekst av epitel som må fjernes	0	0	0	0
Lapp forskyvning	0	0	0	0
Alle	0,9	0	0	0
<b>Ikke-lapp komplikasjoner</b>				
Signifikant haze	0,4	2,9	0	1,7
Tørt øye syndrom m/behov for plugg	1,3	0	0	0
Persisterende defekt i epitelet	0,2	4,8	2,9	0
Tilbakevendende erosjon i epitelet	0,2	1,9	0	0
Mikrobiell keratitt	0	1	0	0
Korneal ektasi	0	0	0	0
Alle	2,2	10,6	2,9	1,7
<b>Totale komplikasjoner:</b>	<b>6,1</b>	<b>10,6</b>	<b>2,9</b>	<b>1,7</b>

*De alvorligste komplikasjonene ved LASIK er altså mikrokeratom-relaterte lapp-komplikasjoner. Folder eller bølger, tynn eller hullede lapp, total avskjæring av lappen, endret posisjon av lappen, innvekst og skade av epitel og inflammasjon i stroma kan alle oppstå under eller etter operasjonen.*

*Ved overflatebehandling unngår man per definisjon lapp-komplikasjoner, men har til gjengjeld større insidens av epitel-relaterte komplikasjoner som haze og smerter, samt defekter og erosjoner i epitellaget.*

Man kan dele opp komplikasjonene ved laserkirurgi i to hovedgrupper: intraoperative og postoperative.

## **6.1 Intraoperative komplikasjoner**

De alvorligste komplikasjonene oppstår under LASIK-operasjoner, og disse er som tidligere nevnt oftest assosiert med dannelsen av den hengslete hornhinnelappen. Komplikasjonene kan oppstå enten som en følge av mekanisk svikt av mikrokeratomet, eller dersom pasienten har en unormalt lav, bratt eller uregelmessig hornhinne. Dette problemet har delvis blitt løst med femtosecond-laseren, men man har i gjengjeld sett en økning i insidensen av diffus lamellær keratitt (DLK)(13).

For overflatebehandling av hornhinnen er derimot intraoperative komplikasjoner svært sjeldne, og generelt ikke alvorlige. Dersom epitelet ødelegges eller faller sammen under en LASEK eller Epi-LASIK-prosedyre kan man avbryte prosedyren og heller gjøre en PRK.

I en oversiktartikkel publisert i Lancet i 2006 har forfatterne systematisk gått gjennom hyppigheten av komplikasjoner ved LASIK-inngrep de siste 10 år. Materialet er hentet fra PubMed og skiller mellom FDA- og ikke-FDA-studier. Forfatterne dekker derfor et meget stort tallmateriale. Tabell 2 viser resultatene av denne studien. Komplikasjonene er igjen overveiende intraoperative og knyttet til dannelsen av hornhinnelappen hvor den lamellære incisjonen er for kort, for lang, for overfladisk, for dyp eller av for dårlig kvalitet.

<b>Tabell 2. LASIK komplikasjoner (13)</b>		
	FDA forsøk	Ikke-FDA forsøk
Epitel defekter	0,50 %	5.0-22,6%
Lamellær keratitt	0,99 %	0,3-3,2%
Haze	0,57 %	1,8-6,2%
Folder i lappen	1,00 %	0,2-1,1%
Tynn lapp	0,42 %	0,08-0,75%
Fri lapp	3,40 %	0,08-1,00%
Irregulær lapp	NA	0,09-0,2%
Knapphull-lapp	NA	0,13-0,56%
Inkomplett lapp	NA	0,23-0,75%
Forskjøvet lapp	0,22 %	1,1-2,0%
Innvekst av epitel	0,14 %	0,33-9,1%
Debris	3,31 %	1,9-100%
Infeksiøs keratitt	0,00 %	1-1,2%
Kornea ektasi	0,00 %	0,20 %

Ikke-FDA forsøk inkluderer komplikasjoner rapportert i studier med 1000 eller flere pasienter og i rapporter som fokuserer på spesifikke komplikasjoner.

### **6.1.1 Inkomplett lapp**

Når hodet på mikrokeratomet stopper midt under dannelsen av en hornhinnelapp og ikke fullfører hele den planlagte skjæreflaten får man en inkomplett eller delvis lapp. Det er et sjeldent problem, men enkelte studier viser opptil 0,75 % insidens. Dette kan skyldes feil med mikrokeratomet, strømbrudd, tap av sug på hornhinnen under prosedyren eller fysisk obstruksjon av mikrokeratomet av debris, øyelokk, dekkeklær osv. (27). Dersom komplikasjonen oppstår bør lappen legges på plass og prosedyren avbrytes.

### **6.1.2 Fri lapp**

Dersom mikrokeratomet skjærer gjennom hele hornhinnen uten å etterlate et hengsel får man en fri lapp. Dette er svært sjelden, men kan oppstå dersom det er tekniske problemer med mikrokeratomet eller hornhinnen er svært flat (27).

### **6.1.3 Tynne lapper eller knappehull**

En hornhinnelapp defineres som tynn dersom mikrokeratomet kutter i eller over Bowman's membran. Knappehull-lapper oppstår når mikrokeratomet skjærer for overfladisk og tangerer deler av Bowmans membran og epitelet. Hullene er komplette dersom de også går helt ut til epitelets overflate(15). For tynne lapper eller hull i lappen kan oppstå dersom man taper suget i hornhinnen under skjæring, dersom hornhinnen har irregulær tykkelse, eller det er en tekniske feil med mikrokeratomet. Komplikasjonen kan også oppstå som en følge av svært bratt eller flat hornhinne (27). Det anbefales å avbryte prosedyren, legge lappen på plass og skjære til en ny og dypere lapp 3 måneder seinere.

## **6.2 Postoperative komplikasjoner**

Postoperative komplikasjoner varierer fra hyppige og relativt fredelige til svært alvorlige og synstruende.

### **6.2.1 Smerte**

Smerte er subjektivt og vanskelig å måle. Ved LASIK vil pasienten typisk føle ruskfølelse/ubehag/lett smerte kun en eller få dager etter operasjonen. Ved overflatebehandling vil ha moderate smerter i noe lenger tid mens hornhinnens epitellag tilheler, vanligvis 1-3 dager (19). Behandlingen består i smertestillende dråper og/eller tabletter.

### **6.2.2 Tørt øye**

Den mest vanlige komplikasjonen, spesielt etter LASIK, er tørt øye p.g.a. overskjæring av hornhinnens nerver i forbindelse med dannelsen av hornhinnelappen. Opptil halvparten av pasientene kan oppleve dette. Tørt øye er oftest forbigående; en delvis re-inervasjon vil finne sted og problemet vil gå over i løpet av uker til måneder. For spesielt plagede kan det være aktuelt å dryppe med kunstig tårevæske i mellomtiden. Noen må også få satt inn en plugg i tårekanalen for å redusere dreneringen fra øyet. Hos opptil 1 % av de opererte kan tilstanden være svært plagsom og vare opptil 6 måneder (19).

### **6.2.3 Arrdannelse og haze**

Postoperative arrdannelse og haze er mer vanlig etter overflatebehandling enn LASIK, spesielt etter dyp overflatebehandling ved høygradig myopi hvor opptil 1-2 % får denne komplikasjonen. Haze er tåkesyn forårsaket av arrdannelse i den sentrale, optiske del av hornhinnen. For å redusere risiko for haze benyttes i økende grad Mitomycin-C ved overflatebehandling. Mitomycin-C er et cytostatikum som reduserer arrdannelse. I Saudi-Arabia-studien ble det hos høygradig myope som ble behandlet med PRK benyttet Mitomycin-C hos 45 % av pasientene (26).

### **6.2.4 Synsforstyrrelser**

Gjenskinns og reflekser fra lys og i mørke ("halo" eller "glare") er mest vanlig etter høygradig korleksjon. En vanlig årsak er desentralisering, det vil si at kirurgen bommer på det sentrale del av hornhinnen under behandlingen. Det kan enten skyldes målefeil eller at pasienten beveger øynene under behandlingen uten at laseren registrerer dette. Pasienten får da irregulær astigmatisme. Risikoen for halo og glare øker dersom pasienten har vide pupiller eller en for liten diameter av hornhinnen har blitt fjernet. Generelt vil disse symptomene forsvinne av seg selv, men noen pasienter kan få varige plager ved bilkjøring i mørket (15). 8,8 % av pasientene i en LASIK studie med gjennomsnittlig korleksjon på -10D oppga at de hadde disse symptomene ved kjøring i mørket (2). Plagene skyldes trolig at pupillene i mørket dilaterer mer enn det behandlede området. Lysstråler som treffer det perifere området av hornhinnen fokuseres derfor ikke i samme punkt som de lysstrålene som treffer sentralt, slik at man får uklart syn (15). Tracking og en ny type individuell tilpasset wavefront teknologi er tatt i bruk blant annet for å redusere denne type synsforstyrrelser (13).

### **6.2.5 Forskyvning av hornhinnelappen**

Etter LASIK kan man i noen tilfeller få en forskyvning av hornhinnelappen opptil flere måneder etter operasjonen på grunn av langsom tilheling i stroma. Lappen legges som tidligere nevnt tilbake uten bruk av suturer, og kan dermed forskyve seg ved mekanisk påvirkning. Høyest er risikoen rett etter operasjonen, og sees i oftest i forbindelse med gnidning av øyne eller kniping av øyelokk (27).

### **6.2.6 Folder i hornhinnelappen**

Folder i hornhinnen kan skyldes at man ikke har strukket hornhinnelappen godt nok ut før man legger den på plass etter LASIK. Det kan resultere i irregulær astigmatisme og optiske forstyrrelser slik at pasienten ikke får optimalt syn. Det er rapportert at insidensen av folder kan være så høy som 1,1 %. Behandlingen er å løfte og dra lappen bedre på plass ved hjelp av en våt svamp eller å sy lappen fast slik at den beholder sin lengde og foldene ikke gjenoppstår (15).

### **6.2.7 Epitel-innvekst**

Dersom epitelet skades under dannelsen av hornhinnelappen eller lappen ikke sitter godt nok på plass etter LASIK, kan epitelceller vokse inn under hornhinnelappen og inn i stroma. Enzymatisk aktivitet i epitel-cellene kan forårsake skade i stroma med et redusert syn som resultat. Komplikasjonen oppstår noen uker til måneder etter operasjonen (19). Behandlingen består i å løfte lappen igjen, skrape det behandlede området fri for epitelceller og rense med alkohol (27).

### **6.2.8 Mikrobiell infeksjon**

Infeksjon etter refraktiv kirurgi er uvanlig, blant annet fordi pasienter nå stort sett settes på bredspekret antibiotika i en uke etter operasjonen (13). Allikevel er infeksjoner av de mest alvorlige komplikasjoner etter denne type kirurgi og krever tett og ofte langvarig oppfølging og behandling i ettertid. Insidensen av mikrobielle infeksjoner varierer mellom forskjellige studier, men ved LASIK og LASEK kan se denne type infeksjoner opptre hos opptil 1,2 % av pasientene (13). Området som blottes under LASEK og LASIK danner et risikofylt område for mikrobiell vekst. Dersom man utfører prosedyren korrekt med bevaring av epitelet, vil det aktuelle området for infeksjon, stroma, kun være blottet og tilgjengelig for mikrober i kort tid under operasjonen. Dersom kirurgen skader epitelet eller annet traume oppstår intraoperativt vil det være større risiko for overflateinfeksjon (24). Man kan bli nødt til å løfte lappen og skrape og rense området dersom det mistenkes infeksjon i stroma. Infeksjoner etter overflatebehandling er ekstremt sjelden og behandles vanligvis enkelt med bredspekret antibiotika etter kultur og fjerning av bandasje-kontaktlinser.

Dersom det oppstår inflammasjon i hornhinnen etter mer enn 1 uke, skal man anta at det skyldes mikrobiell keratitt inntil det motsatte er bevist (24).

### **6.2.9 Diffus lamellær keratitt (DLK)**

Diffus lamellær keratitt er en inflammasjon i lappens skjæreflate, ofte av ukjent årsak. Det kan skyldes en immunologisk reaksjon på anti-gener i skjæreflaten, kontaminasjon fra hansker og mikrokeratom eller traume under operasjonen (28). Symptomene oppstår relativt

få dager etter operasjonen i motsetning til mikrobielle infeksjoner som ikke blir symptomatiske før etter en ukes tid. DLK har blitt mer vanlig etter at femtosecond-laser ble tatt i bruk til å skjære til hornhinnelappen (29). Behandlingen består i å dryppe med kortisondråper og evt. løfte hornhinnelappen og skrape og rense med alkohol for å fjerne fremmedlegemer i stroma.

### **6.2.10 Korreksjonsfeil og regresjon**

Det hender at korreksjonen av pasientens øyne ikke blir optimal ved første behandling. Underkorreksjon er vanlig etter førstegangs LASIK-operasjon og overkorreksjon er ofte tilfellet etter reoperasjoner. Regresjon er definert som forandring mot den opprinnelige refraksjonen 3-6 måneder etter operasjonen. Det er vanligere etter PRK enn etter LASIK, og vanligere etter korreksjon hos høygradig myope (13;15). Elementer som forårsaker feilkorreksjon ved operasjonene skyldes blant annet feilberegninger, bruk av kontaktlinser for tett opptil operasjonen, samt variasjoner i hornhinnens tilheling, fuktighet og temperatur (15). Stromal remodellering og epitelial hyperplasi har blitt oppgitt som sannsynlige årsaker til regresjon etter henholdsvis LASIK og PRK operasjoner hos myope. Ved LASIK venter man 3-4 måneder etter den første prosedyren, mens man etter PRK venter 5-6 måneder for å la refraksjonen stabilisere seg og evt. haze forbedres (1). I den omtalte studien fra Saudi Arabia var reoperasjon hos lavgradig og moderat myope pasienter nødvendig hos 7,1 % av LASIK behandlede, 8,1 % av PRK behandlede og 1,5 % av LASEK behandlede (26). Reoperasjoner er altså relativt vanlig.

### **6.2.11 Irregulær astigmatisme**

Dersom man før operasjonen ikke hadde irregulær astigmatisme skyldes denne komplikasjonen som oftest desentralisering, postoperativ utbuktning av hornhinnen eller lappforskyvning med folder. "Central islands", det vil si velavgrensede områder med høyere refraksjon i den sentrale del av hornhinnen, kan også opptre postoperativt. Det er vanligere etter PRK enn etter LASIK (27).

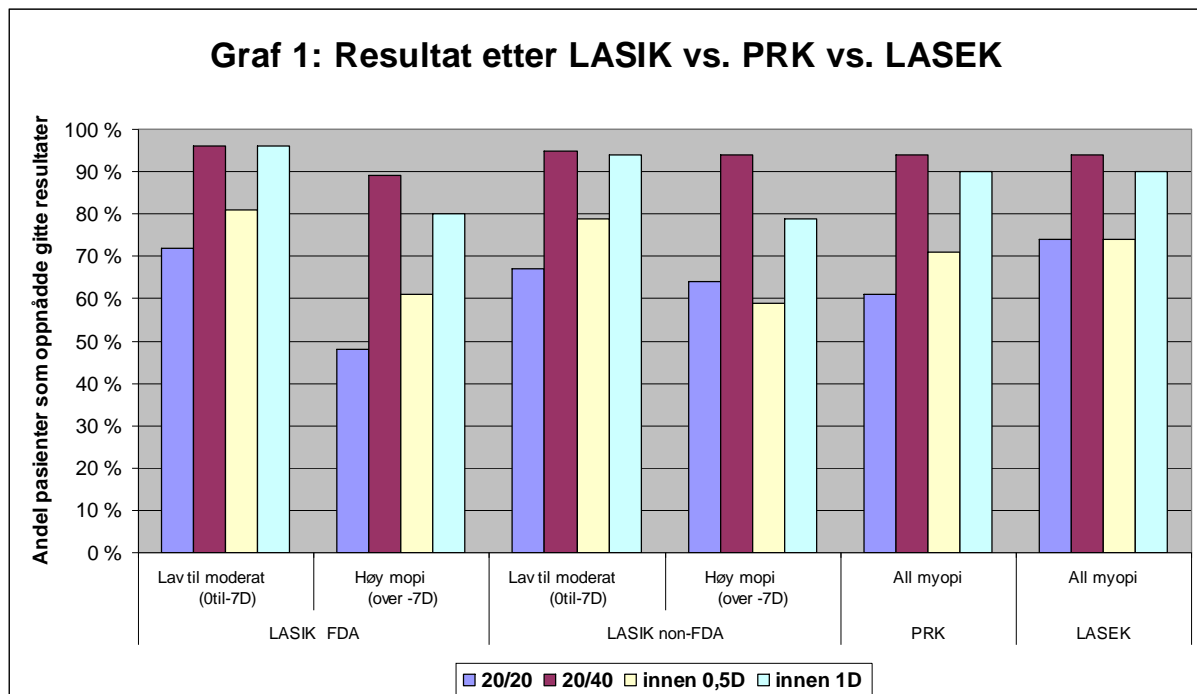
### **6.2.12 Utbuktning av hornhinnen**

Corneal ektasi er en fryktet postoperativ komplikasjon etter refraktiv laserkirurgi. Det er en progressiv tilstand hvor man får en utbuktning av hornhinnen som forårsaker høygradig myopi og astigmatisme. Det skyldes ofte en ustabil hornhinne som har blitt for tynn postoperativt, eller en hornhinne som er predisponert for ektasi. Symptomer oppstår typisk fra 12-14 måneder etter operasjonen og må i de alvorligste tilfeller behandles med hornhinnetransplantasjon. Det er nettopp faren for denne komplikasjonen som begrenser hvor stor refraksjonsfeil man kan korrigerer hos myope pasienter (19). Behandlingen består av collagen cross-linking (CCC), dvs. forsterkning av hornhinnens bindevev for å motstå øyets trykk.

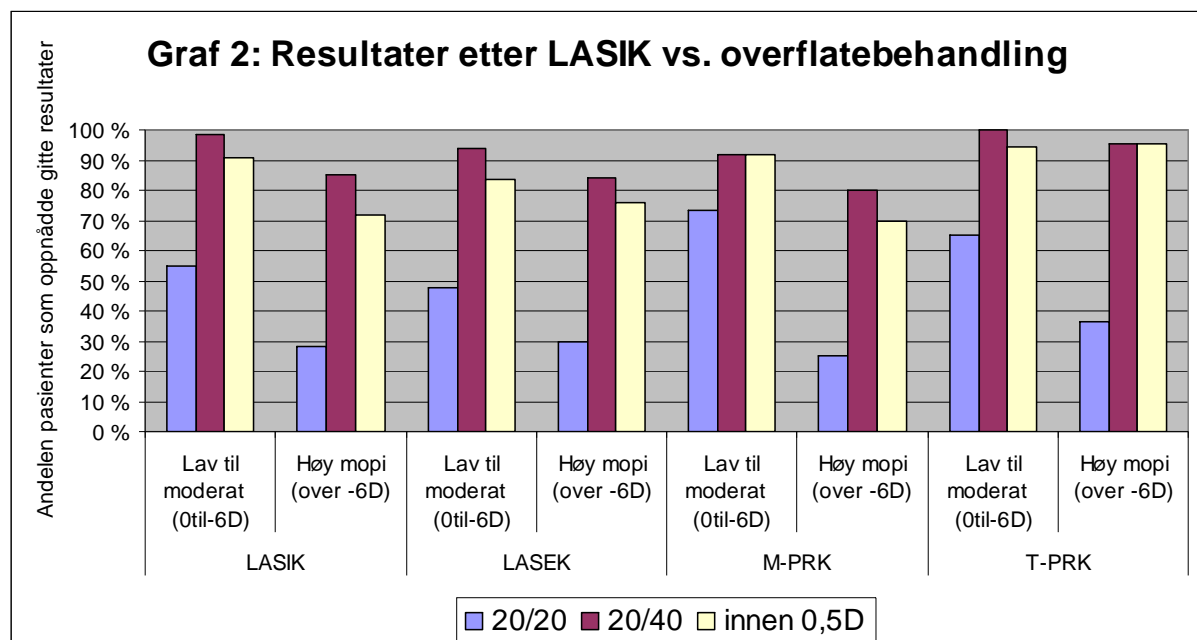
## **7 Resultater av LASIK, PRK og LASEK**

Den store majoriteten av de som laseropereres for myopi har lavgradig (-4D eller mindre) eller moderat (-4D til -7D) brytningsfeil. I graf 1 sammenlignes resultatene ved LASIK-, PRK- og LASEK-behandling i denne gruppen. Resultatene er hentet fra oversiktsartikkelen i

Lancet som ble publisert i 2006 (13). 20/20 tilsvarer normalt perfekt syn, mens 20/40 er funksjonelt syn hvor pasienten kan kjøre bil uten briller.



Graf 2 viser resultatene fra den tidligere omtalte studien fra Saudi-Arabia som ble publisert i Journal of Cataract and Refractive Surgery i 2007 (26). I artikkelen poengteres det at pasientenes fornøydhet etter inngrepene i all hovedsak baseres på sammenligningen mellom preoperativ beste korrigeret visus mot postoperativ ukorrigert visus. Andre studier hos høygradig myope har vist at hovedmotivasjonsfaktoren hos så mange som 88 % av pasientene er å forbedre ukorrigert visus (2). Nesten 98 % av disse oppga i ettetid at de var fornøyd med resultatet.



En vanlig måte å måle om refraktiv kirurgi har negativt utfall, er å se på hvor stor andel av pasientene som får tap av minst to linjer på Snellens tavle etter operasjonen i forhold til hva de hadde preoperativt. I studien fra Saudi-Arabia hadde 2,7 % av de høygradig myope tap av minst to linjer ved LASEK, mens det tilsvarende ved LASIK var 0,7 %. Ved M-PRK og T-PRK var det intet tap hos de høygradige myope. Hos de lavgradige og moderat nærsynte var det tap av minst to linjer hos 0,3 % av pasientene som ble operert med LASIK, mens ingen fikk tap ved de andre metodene.

Tilsvarende tall i Lancet studien for alle laserbehandlede uavhengig av grad av brytningsfeil viste at det var tap av to linjer hos 1-2,3 % ved LASIK, 0,6 % ved PRK og 2,1 % ved LASEK.

## 8 Diskusjon

Myopi er svært vanlig, spesielt hos grupper som utfører mye nærarbeid i industrielle land. Studenter er en utsatt gruppe med 48-65 % prevalens av myopi (9). Blant disse er det mange som ønsker å gjøre seg uavhengig av briller og kontaktlinser. Den refraktive kirurgiens utbredelse øker og stadig flere pasienter velger å la seg laserbehandle.

Studiene som er inkludert i denne oppgaven viser at det oppnås meget gode resultater ved refraktiv laserkirurgi. Både etter overflatebehandling og LASIK oppnås funksjonelt syn hos over 90 % av pasientene med lavgradig og moderat myopi. Andelen pasienter som oppnår ukorrigert syn på 20/40 og således kan kjøre bil uten briller eller linser er ved LASIK 98,4 %, LASEK 94 % og T-PRK 100 %. Tilsvarende resultater hos høygradig myope varierer mellom 84 og 95 %. Høygradig myope bør derfor bli fortalt at sannsynligheten for å oppnå normalt syn er mindre enn for pasienter med lav til moderat myopi. T-PRK kommer bedre ut i Saudi-Arabia studien enn de andre metodene. Det kan skyldes at pasientene i denne gruppen hadde noe bedre beste korrigerede visus preoperativt enn pasientene som ble operert med LASIK. Andelen pasienter som opplevde tap av to linjer på Snellen's tavle postoperativt er høyere etter LASIK og LASEK enn etter T-PRK.

Hovedfordelen med LASIK i forhold til PRK er knyttet til bevaring av epitellaget. Fordi epitelet i hornhinnen ikke skades i nevneverdig grad under LASIK behandlingen, vil pasientene oppleve mindre postoperativt ubehag og raskere oppnå et stabilt godt syn. Etter PRK vil pasientene i tillegg til mer smerte og ubehag også ha større tendens til arrdannelse med påfølgende haze. Ubehaget har man forsøkt å redusere ved innføring av LASEK og Epi-LASIK hvor den øverste delen av epitellaget bevares og fungerer som en bandasje postoperativt.

Insidensen av alvorlige komplikasjoner etter refraktiv laserkirurgi er relativt lav. Allikevel vil mange pasienter oppleve komplikasjoner fordi antallet operasjoner er høyt. LASIK har flere alvorlige komplikasjoner enn overflatebehandling fordi teknikken involverer tilpasning av hornhinnelappen. Overflatebehandling er en enklere prosedyre hvor man per definisjon unngår alle lappe-relaterte komplikasjoner.

Refraktiv laserbehandling er i stadig utvikling og ny teknologi som individuelt tilpasset wavefront-teknologi og femtosecond-laser er introdusert for å forbedre resultatene og redusere komplikasjonshyppigheten. Langtidsobservasjoner for disse metodene finnes enda ikke. Litteraturen som er valgt ut i denne oppgaven inkluderer pga. dette i liten grad denne



nye teknologien. Det er derfor en mulighet for at resultater og komplikasjonsrisiko som blir presentert i denne oppgaven ikke er representative for pasienter som blir operert i dag.

Den raskere postoperative rehabiliteringen etter LASIK gjør at mange pasienter foretrekker denne metoden. Resultatene fra både overflatebehandling og LASIK er som tidligere omtalt svært gode, men med utsikter til å våkne neste dag med tilnærmet perfekt syn og lite ubehag foretrekkes LASIK ofte i forhold til PRK. I følge markedsteori vil et optimalt produkt som tilbys en forbruker være "gratis", "perfekt" og "levert nå". Ved valg av metode er det legens ansvar å sørge for at pasienten ikke legger altfor stor vekt på den umiddelbare subjektive følelsen postoperativt, men heller å informere godt om avveiningen mellom ubehag postoperativt og alvorlige komplikasjoner. I og med at LASIK gir større risiko for alvorlige komplikasjoner og mislykket resultat, kan det være fornuftig å velge PRK framfor LASIK selv om dette medfører mer ubehag.

Et viktig poeng ved refraktiv kirurgi er at man i all hovedsak opererer på kosmetisk indikasjon. Det er altså snakk om invasive inngrep på pasienter som i utgangspunktet har optimalt syn ved bruk av non-invasive midler (briller eller kontaktlinser). Dersom man kynisk ser på brille- og kontaklinsebruk som uproblematisk vil det altså ikke gi disse pasientene noen gevinst å la seg operere. Både fastleger og øyekirurger bør derfor være svært bevisste på hvordan de rådgir pasienter der det ikke foreligger tungtveiende indikasjoner for denne type kirurgi. Det er ofte store økonomiske incentiver involvert i det private segmentet av refraktiv kirurgi, og man kan tenke seg at et ønske om størst mulig økonomisk gevinst i enkelte tilfeller kan gå på bekostning av hva som faktisk er pasientens beste. Risikoen for både intraoperative og postoperative komplikasjoner må vurderes før en eventuell operasjon kan anbefales.

Innledningsvis stilte jeg spørsmålet "er det verdt å operere på friske øyne?" Så lenge bruk av linser og/eller briller ikke fører til andre problemer for pasienten enn at det er upraktisk, kan det være mest fornuftig å avstå fra et kirurgisk inngrep. Riktignok er ikke risikoen for alvorlige komplikasjoner særlig høy, men den vil alltid være tilstede.

## 9 Referanser

### Referanser

- (1) Ambrosio R, Jr., Wilson S. LASIK vs LASEK vs PRK: advantages and indications. *Semin Ophthalmol* 2003 Mar;18(1):2-10.
- (2) McGhee CN, Craig JP, Sachdev N, Weed KH, Brown AD. Functional, psychological, and satisfaction outcomes of laser in situ keratomileusis for high myopia. *J Cataract Refract Surg* 2000 Apr;26(4):497-509.
- (3) Ehlers N, Bek T. Synssansen. In: Høvding G, editor. *Oftalmologi nordisk lærebok og atlas*. 13. utg ed. Oslo: 2000. p. 33.
- (4) Bertelsen T, Høvding G. Oversikt over øyets anatomi. In: Høvding G, editor. *Oftalmologi nordisk lærebok og atlas*. 13. utg. ed. Oslo: 2008. p. 15.
- (5) Høvding G, Bertelsen T. Cornea. Hornhinnen. In: Høvding G, editor. *Oftalmologi nordisk lærebok og atlas*. 13. utg. ed. Oslo: 2008. p. 139.
- (6) Woo WW, Lim KA, Yang H, Lim XY, Liew F, Lee YS, et al. Refractive errors in medical students in Singapore. *Singapore Med J* 2004 Oct;45(10):470-4.
- (7) Saw SM. A synopsis of the prevalence rates and environmental risk factors for myopia. *Clin Exp Optom* 2003 Sep;86(5):289-94.
- (8) Fong CS. Refractive surgery: the future of perfect vision? *Singapore Med J* 2007 Aug;48(8):709-18.
- (9) Midelfart A, Kinge B, Midelfart S, Lydersen S. [Prevalence of refractive errors in Norway]. *Tidsskr Nor Laegeforen* 2004 Jan 8;124(1):46-8.
- (10) Kinge B, Midelfart A. Refractive changes among Norwegian university students--a three-year longitudinal study. *Acta Ophthalmol Scand* 1999 Jun;77(3):302-5.
- (11) Høvding G, Bertelsen T. Refraksjonsanomalier og refraksjonering. In: Høvding G, editor. *Oftalmologi nordisk lærebok og atlas*. 13. utg. ed. Oslo: 2008. p. 96-7.
- (12) Ytteborg J. [Hjalmar Schiøtz and his tonometer]. *Tidsskr Nor Laegeforen* 2001 Feb 10;121(4):464-5.
- (13) Sakimoto T, Rosenblatt MI, Azar DT. Laser eye surgery for refractive errors. *Lancet* 2006 Apr 29;367(9520):1432-47.
- (14) LASIK and Refractive Surgery Timeline. <http://www.locateadoc.com> 2008 [cited 2008 Feb 14]; Available from: URL: <http://www.locateadoc.com/articles.cfm/372/1361>
- (15) Melki SA, Azar DT. LASIK complications: etiology, management, and prevention. *Surv Ophthalmol* 2001 Sep;46(2):95-116.
- (16) The History of Lasik. <http://www.aboutus.org/LASIK/History> 2007 November 30 [cited 2008 Feb 14];
- (17) Keratomileusis. Wikipedia 2008 January 21 [cited 2008 Feb 14]; Available from: URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Keratomileusis>
- (18) Refractive surgery, History and Development. Clario 2006 December 28 [cited 2008 Feb 14]; Available from: URL: [http://www.clario.de/english/refractive\\_surgery/history/](http://www.clario.de/english/refractive_surgery/history/)

- (19) Pedersen OO. [Correction of refractive errors with LASIK]. Tidsskr Nor Laegeforen 2004 Jan 8;124(1):44-5.
- (20) Pasientinformasjon laserkirurgi. 2008. Ullevål Universitetssykehus, Øyeavdelingen, Refraktiv kirurgi. 2-2-2008.  
Ref Type: Pamphlet
- (21) Vanlige spørsmål. SynsLaser 2008 [cited 2008 Feb 14];Available from: URL:  
<http://www.synslaser.no/spoersmaal>
- (22) Drammen Øyekirurgiske Klinikk. Laseroperasjoner (LASIK & PRK) for brytningsfeil i øyet. Drammen Øyekirurgiske Klinikk 2008 [cited 2008 Feb 14];Available from: URL:  
<http://www.lasik.as>
- (23) Sandoval HP, de Castro LE, Vroman DT, Solomon KD. Refractive Surgery Survey 2004. J Cataract Refract Surg 2005 Jan;31(1):221-33.
- (24) Donnenfeld ED, Kim T, Holland EJ, Azar DT, Palmon FR, Rubenstein JB, et al. ASCRS White Paper: Management of infectious keratitis following laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2005 Oct;31(10):2008-11.
- (25) Kezirian GM, Stonecipher KG. Comparison of the IntraLase femtosecond laser and mechanical keratomes for laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2004 Apr;30(4):804-11.
- (26) Ghadifan F, Al-Rajhi A, Wagoner MD. Laser in situ keratomileusis versus surface ablation: visual outcomes and complications. J Cataract Refract Surg 2007 Dec;33(12):2041-8.
- (27) Sridhar MS, Rao SK, Vajpayee RB, Aasuri MK, Hannush S, Sinha R. Complications of laser-in-situ-keratomileusis. Indian J Ophthalmol 2002 Dec;50(4):265-82.
- (28) Kaufman SC, Maitchouk DY, Chiou AG, Beuerman RW. Interface inflammation after laser in situ keratomileusis. Sands of the Sahara syndrome. J Cataract Refract Surg 1998 Dec;24(12):1589-93.
- (29) Gil-Cazorla R, Teus MA, de Benito-Llopis L, Fuentes I. Incidence of diffuse lamellar keratitis after laser in situ keratomileusis associated with the IntraLase 15 kHz femtosecond laser and Moria M2 microkeratome. J Cataract Refract Surg 2008 Jan;34(1):28-31.