

20 år med refraktiv laserbehandling i Norge

Fra PRK til IntraLASIK



Jan Guldahl
Øyeblikur, sjef Trondheim Øyelegesenter

Ønsket om å være brillefri

I flere århundrer har man forsøkt å bedre synet med briller og linser. Den første kontaktlinsen ble laget av Frederick A. Muller i Tyskland i 1887. Denne artikkelen handler imidlertid om å bli kvitt brillene og linsene.

Verdens første refraktive inngrep ble utført i Oslo i 1885 av professor Hjalmar Schiøtz. Etter grå stær kirurgi fikk en pasient en astigmatisme på 19.50 D. Fire måneder postoperativt brukte Schiøtz en von Graefe kniv til å gjøre en 3.5 millimeter penetrender insisjon ved limbus i den bratte meridianen og astigmatismen ble redusert til 7.00 D.

I 1960 kom RK (radiær keratomi) som i praksis stort sett ikke brukes lenger i vestlige land. Så kom excimerlaseren og utviklingen av lasermetodene PRK (photorefraktiv keratektomi) og senere LASIK (LASER In situ Keratomileusis) av gresk; keratos – cornea og mileusis- å forme ut. Den viktigste pioner innenfor refraktiv kirurgi var spanjolen professor Jose Ignacio Barraquer Moner som i 1949 utførte de grunnleggende studier av det som senere skulle bli den viktigste av alle refraktive prosedyrer – LASIK. IntraLASIK er så en videreutvikling av LASIK og den mest avanserte av alle etablerte laserbehandlinger i dag.

Kort historikk innen refraktiv kirurgi

1885 Hjalmar Schiøtz i Oslo utførte verdens første refraktive inngrep. (1).

1898 Hollenderen Leendert Jan Lans utførte den første systematiske studie av snittkirurgi for behandling av astigmatisme (2).

1943 Japaneren Tutomu Sato utførte den første humane keratomi med en anteroposterior tilnærming, men cornea dekompenasjon oppstod i de fleste tilfellene (3,4).

1949 Spanjolen Jose Ignacio Barraquer Moner gjorde studier i Bogota Columbia med lammelær kirurgi. Han regnes som "den moderne refraktive kirurgis far". (5)

1960 Russeren Svyatoslav Fyodorov utførte RK i Sovjetunionen med en anterior keratomi tilnærming (6,7).

1978 Leo Bores introduserte RK i USA (8).

1983 Trokel og Srinivasan viste hvordan en excimerlaser kunne fjerne corneavev ved refraktiv kirurgi i USA (9).

1985 Theo Seiler i Tyskland utførte den første excimerlaser behandling på et blindt øye. (10).

1986 John Marshall i England benevnte den nye teknikken Photorefractive keratectomy (PRK) (11).

1988 Marguerite B. McDonald utførte den første PRK på et friskt øye i USA (12).

Corneas anatomi

Epitelet	tykkelse sentralt 50-60 mikron, perifert 70-80 mikron
Bowmans membran	tykkelse 12 mikron
Stroma	tykkelse ca. 500 mikron – utgjøres av et lag på 200 lameller
Descemets membran	tykkelse 15-20 mikron i voksen alder
Endotelet	utgjør et encellet lag med hexagonale celler

Stromaet utgjør ca. 90 prosent av corneatykkelsen.

1990 Ioannis Pallikaris i Hellas utførte den første LASIK. (13).

1994 PERK-studien – studien med 10 års oppfølging av RK i USA ble publisert (14).

PERK-studien viste at langtidsresultatene med RK var langt dårligere enn først antatt. PERK er forøvrig en av de beste prospektive studier som er gjort noensinne.

2000 Intralase® (Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, California) en femtosekundlaser, femtolaser eller FS-laser fikk FDA-godkjenning i USA. Når LASIK utføres med Intralase® benevnes prosedyren IntraLASIK. Over 4 millioner prosedyrer er utført med IntraLASIK frem til i dag.

Kort om corneaanatomi og refraksjon

De optiske komponenter i øyet utgjøres av cornea, linsen og akselengden. Den brytende kraften ligger ca 2/3 i cornea og ca. 1/3 i linsen. Alle disse tre komponentene er med på å fokusere et objekt på retina. Linsen er den eneste komponent som er naturlig justerbar (opptil presbyopi-alderen).

Siden cornea står for den største del av brytningen og er lett tilgjengelig, har interessen for refraktiv kirurgi historisk vært rettet mot denne delen av øyet.



Bildet viser pasienten under Intralase®.
Foto: Trondheim Øylegesenter.

De to hovedmetodene for refraktiv laserkorreksjon

Man kan enten laserbehandle på corneas overflate etter at epitelet først er fjernet (overflatebehandling) eller dypere nede i stromaet (lammelærbehandling).

Ved overflatebehandling fjernes epitelet og så utføres laserbehandlingen direkte på Bowmans membran. Epitelet kan fjernes mekanisk med børste eller skalpell (PRK), med en alkoholløsning (LASEK) eller med en mekanisk maskin (Epi-LASIK). En laser kan også benyttes til å fjerne epitelet. Etter en overflatebehandling legges en bandasjelinse på i noen dager for å minske ubehaget og smertene ved epitelialiseringen. Bivirkningene ved overflatebehandling er smerter de første dager hvor synet også er dårlig. LASEK og Epi-LASIK er begge varianter av PRK.

Ved lammellære behandlinger som LASIK lages et snitt i det dypereliggende stroma (i lammellene) med en liten håndholdt mekanisk maskin med et knivblad. Slik bevares både epitelet og Bowmans membran intakt. Dette gir raskere tilheling og mindre postoperativt ubehag, slik at pasientene vanligvis kan gå på jobb og kjøre bil neste dag.

LASIK er en mye mer foretrukket metode blant pasientene, pga mangel på smerter og raskere normalisering av visus. Men også denne metoden har risiko for komplikasjoner som

kan være alvorlige og de er først og fremst relatert til det mekaniske snittet. Man utviklet derfor en laser (femtolaser) for å lage snittet i cornea. Denne metoden benevnes IntraLASIK og betyr at to lasere benyttes. Alle komplikasjonene knyttet til den mekaniske knivmaskinen er da historie.

Starten i Norge

Vi var tre øyeleger i Trondheim som høsten 1990 anskaffet den første excimerlaser i Norge. Laseren var av merket Summit og ble plassert i Oslo.

Det var en førstegenerasjons laser av type bredstrålelaser (broad beam). Operasjonsmetoden var i starten kun PRK, myope opptil -6.0 og ett øye om gangen. Etter hvert behandlet vi større grader av myopi. Senere ble behandling av astigmatisme også mulig.

Metodene

PRK medførte til dels store smerter, og var en av grunnene til at andre metoder etter hvert overtok. Synet var ustabil en stund, og det var risiko for arrdannelse i cornea (haze) som kunne bestå i mange måneder. Risikoen for haze viste seg å være større jo større refraksjonsfeil man behandlet. Man søkte derfor etter en bedre metode og fant det i LASIK.

Ved LASIK lages et lite lokk i hornhinnen med en liten mekanisk maskin med et knivblad (Mikrokeratom) slik at laserbehandlingen gjøres i selve stromaet – altså under Bowmans membran.

Ved LASIK behandles begge øyne samtidig. Det er ingen smerter, rask tilheling og man går rutinemessig



Nærbilde av pasienten under Intralase®.
Foto: Trondheim Øylegesenter.

på jobb og kjører bil neste dag. På grunn av den raske, smertefrie prosedyren med fantastisk synsresultat allerede neste dag, ble LASIK i USA kjent som "wow-faktor". LASIK er grunnen til at laserkorreksjon for å bli brillefri er et av de hyppigst foretatte inngrep i verden i dag.

På grunn av komplikasjoner knyttet til det mekaniske snittet ved LASIK, som tidligere nevnt, ville man finne en bedre metode for å lage snittet i cornea. IntraLASIK ble derfor utviklet.



Mikrokeratomen tas bort fra øyet etter at LASIK-prosedyren er avsluttet.
Foto: Trondheim Øyelegesenter.

Med IntraLASIK er nesten samtlige komplikasjoner ved den tradisjonelle LASIK-metoden historie. For pasientene er det mer beroligende å høre at det lille lokket i hornhinnen skal lages med en laser enn med en mekanisk maskin. Ulempen er den store kostnaden med IntraLase® , nærmere NOK 3 mill. Dette er nok grunnen til at mange små klinikker vegrer seg for denne investeringen. Fordelen med IntraLASIK er at lokket i cornea blir laget med høyere kvalitet. Formen blir helt sirkulær , tykkelsen blir helt jevn og vinkelen på sidesnittet blir helt konstant. Som følge av dette gror lokket enda bedre og raskere. IntraLASIK ble i 2007 godkjent lasermetode for astronauter i NASA og var før det allerede godkjent laserbehandling for amerikanske jagerpiloter.

Ny overflatebehandling – forsøk på å minske bivirkningene

Før introduksjonen av femtolaseren arbeidet man parallelt med å redusere de store bivirkningene ved PRK-metoden. Det resulterte i LASEK og



Mikrokeratomen på øyet under LASIK-prosedyren. Foto: Trondheim Øyelegesenter.

Epi-LASIK som begge er varianter av PRK.

Ved LASEK benyttes en alkohol-løsning for å løsne epitelet. Epitelet rulles til side før laserbehandlingen, og legges deretter på plass. Lykkes man ikke med dette må man fjerne epitelet, og da blir operasjonen som en PRK. Bivirkningene er mindre enn ved PRK slik at begge øyne ofte opereres samtidig. Som ved PRK legges en bandasjelinse på etter behandlingen , og den skal ligge i 3-5 dager.

EpiLASIK ligner på LASEK men i stedet for en alkoholløsning løses epitelet med en mekanisk maskin noe lik en mikrokeratom. Epitelet brettes til side etter at det er løst, så utføres laserbehandlingen før epitelet legges tilbake igjen. Til slutt kontaklinse som ved PRK og LASEK. Bivirkningene ved LASEK og Epi-LASIK er klart mindre enn ved PRK.

Det er også mulig å fjerne epitelet med en laser, men det blir fortsatt en overflatebehandling med de dertil hørende bivirkninger, og er ingen egentlig forbedring.

Excimerlaseren

I siste nummer av Oftalmolog var det en gjennomgang av lasere inkl. excimerlaseren. Det henvises til denne artikkelen.

Alle moderne excimerlasere er koblet til en "eyetracker", som regel av infrarød type, som er aktiv i to eller tre plan og slik sørger for at laserpulsene blir korrekt levert til ablasjonssonen i cornea uavhengig av øyets bevegelser.

Ved en myopibehandling med

excimerlaser fjernes corneavev mer sentralt enn perifert slik at en sentral avflating av cornea oppnås.

Ved en astigmatismebehandling fjernes en cylindrisk vevsmasse som avflater en meridian mer enn meridianen 90 grader borte.

Ved en hypermetropibehandling fjernes mest corneavev i midt-periferien slik at sentrale del av cornea blir mindre avflatet.

Femtolaseren

Femtolaseren kan brukes til en rekke prosedyrer i refraktiv kirurgi. Her skal kun omtales funksjonen i forbindelse med IntraLASIK hvor den lager lokket i cornea med en fantastisk presisjon. Laseren kalles femtolaser fordi laserpulsen kun varer et femtosekund som er 10^{-15} sek. For å sammenligne så er et femtosekund i forhold til et sekund det samme som et sekund i forhold til 32 millioner år. Femtolaseren er en laser som virker i det nær infrarøde området og bølglengden er 1053 nm.

Man bestemmer på forhånd tykkelsen på lokket og det bør være minst 100 mikron. Det sikrer at lokket inneholder både Bowmans membran og epitellaget. Hver laserpuls skaper en liten boble inni vevet som danner en plasmasky som løser vevet ovenfor boblene. Tilslutt lages sidekuttet på samme måte. Hele prosessen tar under 30 sekunder og overvåkes på dataskjerm. Skulle problemer oppstå kan prosessen stanses når som helst – og man kan etter 10 min starte på nytt.

Siden lokket med femtolaseren kan lages så tynt som 100 mikron medfører dette at langt flere kan bli kandidater ved IntraLASIK . Ved LASIK er lokket i cornea tykkere og en mindre del av cornea er følgelig tilgjengelig for behandling. (15).

Også ved IntraLASIK skal det være minimum 250 mikron tykkelse i stromaet under lokket når behandlingen er gjort ferdig. Dette for å unngå keratokonusutvikling.

Det er derfor langt færre pasienter i dag som må avvises til IntraLASIK enn det var før med LASIK. Nå kan disse pasientene behandles med IntraLASIK – før måtte de ofte velge en



Vår optiker under en forundersøkelse med Orbiscan og Zywave-aberometeret.
Foto: Trondheim Øyelegesenter.

overflatebehandling med det besvær det medfører.

Jeg har snart behandlet 3000 øyne med IntraLASIK og har så langt ikke hatt noen alvorlige bivirkninger.

Forundersøkelsen

Ved forundersøkelsen, som for langsynte kan vare opptil to timer, utføres corneatopografi med Orbiscan og bølgefrontanalyse med Zywave. Under bølgefrontanalysen registreres også data for iris-recognition. Dette betyr at pasientens iris blir registrert. Slik sikrer man at det er riktig øye som blir behandlet i laseren og at øyet dessuten blir behandlet i helt riktig posisjon. Dette er viktig da bølgefrontundersøkelsen på forundersøkelsen foretas med pasienten i sittende stilling, mens selve laserbehandlingen foregår med pasienten i liggende stilling.

Ved Trondheim Øyelegesenter utføres forundersøkelsene av to optikere som begge selv er laserkorrigert av undertegnede. Den ene har vært hos oss i fem år og den andre i snart to år.

Hvor mange private laserklinikker finnes i Norge i dag?

I 2010 finnes ca 30 private klinikker som tilbyr refraktiv laserkorreksjon i Norge.

LASIK er fortsatt den dominerende behandling og utføres av alle unntatt to klinikker.

Syv klinikker har anskaffet IntraLASIK, flere ville gjort det hvis prisen var lavere.

En del klinikker utfører overflatebehandling i form av LASEK og noen få gjør PRK.

En enkelt klinikk tilbyr overflatebehandling som Epi-LASIK.

Hvilke brillestyrker kan behandles?

På Trondheim Øyelegesenter behandler vi nærsynte opp til -12, langsynte opp til +7 og astigmat opp til -7.

Mange av våre behandlinger er bølgefrontstyrte. Vi bruker bølgefrontstyrt behandling på alle langsynte, på astigmat mer enn -2 og ellers på de med tynne hornhinner.

Eksempel på en bølgefrontstyrt behandling: +4.83 -3.36 119 grader.

Det gjøres ved forundersøkelsen først en omfattende vanlig refraksjon, men verdiene som tilslutt programmeres inn i excimerlaseren

stammer fra bølgefrontanalysen i Zywave-aberometeret.

Som ledd i vårt kvalitetsarbeid ble Trondheim Øyelegesenter ISO-9001 sertifisert våren 2010.

Hva vil fremtiden bringe innen refraktiv laserkorreksjon?

I 2010 dominerer fortsatt LASIK i hele Europa bortsett fra i Italia. Italienerne gjør fortsatt mye PRK, dette pga. av mange medieoppslag om komplikasjoner med (tradisjonell) LASIK for en del år tilbake.

I årene fremover vil LASIK mer og mer bli utført med en femtolaser som lager lokket, altså en IntraLASIK-prosedyre. På grunn av økt sikkerhet og få bivirkninger er IntraLASIK i dag det beste tilbudet innen refraktiv laserkorreksjon. Mikrokeratomen vil mer og mer gå over i pensjonistenes rekke på grunn av uakseptable bivirkninger.

I september 2010 er femtolasere fra i alt fem fabrikanter tilgjengelige, men ingen har så omfattende erfaring i bruk som Intralase®. Neste angrepspunkt for femtolaseren er presbyopi-behandling, og man arbeider nå hardt med å gjøre prosedyrene intrastromale, hvilket vil si at man laserbehandler uten å lage et lokk i cornea. En ting er helt sikkert – vi går en spennende fremtid i møte som øyekirurger !!!

Takk til Helene og Per i redaksjonen for gode innspill.

Referencer: www.ofthalmolog.com ■



Operasjonsrommet med femtolaseren til venstre og excimerlaseren til høyre.
Foto: Trondheim Øyelegesenter.

1. Schiøtz HA. Ein fall von hochgradigem Hornhautastigmatismus nach Starextraction. Besserung auf operativem Wege. Arch Augenheilkd 1885 ; 15 : 178-181
2. Lans W (1898). Experimentelle Untersuchungen über Entstehung von Astigmatismus durch nicht-perforierende corneawunden. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 45 , 117-152
3. Sato T , Akiyama K. , Shibita H. A new surgical approach to myopia. Am J Ophthalmol. 1953 ; 36 : 823
4. Akiyama K. et al. Problem arising from Sato's radial keratotomy. CLAO J. 1984 ; 10 : 79
5. Barraquer JI. Moner : Queratoplastia refractiva. Estudios Inform Oftal Inst Barraquer. 1949 ; 10 : 2-21
6. Fyodorov SN , Durnev VV. Operation dosaged dissection of the corneal ligament in cases of myopia of a mild degree. Am J Ophthalmol 1979 ; 11 : 1885-1890
7. Fyodorov SN , Durnev VV. Surgical correction of complicated myopic astigmatism by means of dissection of circular ligament of cornea. Annals of Ophthalmology. 1981 ; 13 : 115
8. Bores LD, Myers, et. al. Radial keratotomy : An analysis of the American experience. Annals of Ophthalmology. 1981 ; 88 : 79
9. Trokel SL , Srinivasan R , Braren B. Excimer laser surgery on the cornea. Am J Ophthalmol 1983 ; 96 : 710-715
10. Seiler T., Wollensak J. In vivo experiments with the excimer laser – technical parameters and healing processes. Ophthalmologica 1986 ; 192 : 65-70
11. Marshall J. , Trokel SL and Rothery S (1986) Photoablative reprofiling of the cornea using an excimer laser – photorefractive keratectomy. Lasers Ophthalmol. 1 , 21-48.
12. McDonald MB , Kaufman HE and Frank JM (1989) Excimer laser ablation in the human eye. Arch Ophthalmol. 107 , 641-642
13. Pallikaris IG , Papatzanaki ME , Siganos DS and Tsilimbaris MK (1991) A corneal flap technique for laser in situ keratomileusis. Human study. Arch Ophthalmol. 109 , 1699-1702.
14. Waring OG III , Lynn MJ , McDonnell PJ. Results of the prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study 10 years after surgery. Arch Ophthalmol. 1994 ; 112 (10) : 1298-1308.
15. Nordan LT , Slade SG , Baker RN , Suarez C , Juhasz T , Kurtz R. Femtosecond laser flap creation for laser in-situ keratomileusis : six-month follow-up of initial U.S. clinical series. J Refract Surg. 2003 ; 19 (1) : 8-14