Univerzita Karlova v Praze
Lékařská fakulta v Hradci Králové

Vliv laserových operací na hodnoty aberací vyšších řádů

Alena Feuermannová

Autoreferát disertační práce
Doktorský studijní program oční lékařství

Hradec Králové
2008

Disertační práce byla vypracována v rámci kombinovaného studia doktorského studijního programu oftalmologie na Katedře očního lékařství Lékařské fakulty v Hradci Králové.

Student: MUDr. Alena Feuermannová
Katedra očního lékařství
Lékařská fakulta v Hradci Králové
Univerzita Karlova v Praze

Školitel: prof. MUDr. Pavel Rozsíval, CSc.
Katedra očního lékařství
Lékařská fakulta v Hradci Králové
Univerzita Karlova v Praze

Oponenti: prof. MUDr. Andrej Černák, DrSc.
Katedra a očná klinika SPAM, NsP sv. Cyrila a Metoda
Antolská 3
851 07 Bratislava

doc. MUDr. Jiří Pašta, CSc.
Oční klinika ÚVN a 1. LF UK
U Vojenské nemocnice 1200
169 02 Praha

Obhajoba se koná před Komisí pro obhajoby disertačních prací v doktorském studijním programu
Oční lékařství
ve středu 3. prosince 2008 od 13.30 hodin,
Budova porodnické a gynekologické kliniky ve FN HK
č. 9, posluchárna

S disertační prací je možno se seznámit na děkanátu Lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Hradci Králové, Šimkova 870, 500 38 Hradec Králové.

prof. MUDr. Pavel Rozsíval, CSc.
Předseda komise pro obhajoby disertečních prací
v doktorském studijním programu oftalmologie

1. Obsah

1. Obsah 3
2. Souhrn 5
3. Summary 5
4. Úvod do problematiky 6
5. Cíle disertační práce 8
6. Soubor pacientů a metodika 8
7. Výsledky 10
8. Diskuse 14
9. Odpovědi na cíl práce 19
10. Závěr 20
11. Seznam literatury 21
12. Publikační činnost autora 27

Seznam použitých zkratek

ZO	zraková ostrost
KZO	korigovaná zraková ostrost (v anglické literatuře BCVA)
NZO	nekorigovaná zraková ostrost (v anglické literatuře UCVA)
PRK	Photorefractive Keratectomy (fotorefrakčí keratektomie)
LASIK	Laser in Situ Keratomileusis
LASEK	Laser Epithelial Keratomileusis
ORK	Optimized Refractive Keratectomy
NT	nitrooční tlak
M	měsíc
Před	před operací
1 M	jeden měsíc
3 M	tři měsíce
6 M	šest měsíců
WFA	wavefront analýza
WF	wavefront
D	dioptrie
SE	sférický ekvivalent
SD	směrodatná odchylka
HOA	High Order Aberrations (aberace vyšších řádů)
RMS	Root Mean Square (kvadratická hodnota)
HO RMS	kvadratická hodnota všech aberací
SA	sférická aberace

2. Souhrn

Laserová korekce refrakčních vad se ve světě provádí již dvacet let a v současné době je považována za stadardní chirurgickou metodu. V předložené práci jsme hodnotili laserové operace provedené metodou LASIK a PRK. U každé metody jsme srovnávali dva typy zákroků. První byl provedený standardním způsobem – odstranili jsme pouze sférickou a cylindrickou refrakční vadu. Druhý typ zákroku byl proveden podle wavefront analýzy – korigována byla nejen sférická a cylindrická chyba, ale i aberace vyšších řádů (ORK – Optimized Refractive Keratectomy).

Ve všech skupinách (LASIK standard, LASIK ORK, PRK standard, PRK ORK) došlo ke zlepšení nekorigované i korigované zrakové ostrosti. Hodnoty HO RMS byly statisticky významně nižší u metody ORK oproti metodě standard u LASIK i PRK. Hodnoty komatických aberací a aberací třetího řádu se nelišily mezi zákroky standard a ORK ani u metody LASIK, ani u PRK. Hodnoty sférické aberace i aberací čtvrtého řádu byly statisticky významně nižší u zákroků podle wavefront analýzy oproti standardnímu způsobu.

Metoda ORK jednoznačně indukuje méně aberací po laserových zákrocích než metoda standard, a to jak u LASIK, tak u PRK. Snížení pooperačních hodnot aberací vyšších řádů vede ke zlepšení kvality vidění, snížení výskytu nežádoucích fenoménů a zvýšení spokojenosti pacientů

3. Summary

Laser treatment of refractive errors is performed for the last twenty years, and now-a-days is considered as a standard surgical method. In the submitted work, we evaluated laser operations using LASIK and PRK methods. For each procedure we compared two method types. The first was done under standard conditions – we only corrected the spherical and cylindrical errors. The second was performed according to wave-front analysis – correction of not only the spherical and cylindrical errors, but also of higher order aberrations (ORK – Optimized Refractive Keratectomy).

All groups (LASIK standard, LASIK ORK, PRK standard, PRK ORK) had an improved uncorrected visual acuity and best corrected visual acuity. Values of HO RMS were statistically significantly lower in the PRK groups compared to the standard LASIK and PRK. Values of coma and third – order aberrations did not differ between standard and ORK and between LASIK and PRK. Spherical and fourth– order aberrations were statistically significantly lower using methods with wave–front analysis compared to standard methods.

ORK method definitely induces fewer aberrations after laser treatment than the standard method, and that for LASIK as well as PRK. Decrease of postoperative

higher order aberrations leads to improved visual quality, decrease of undesirable phenomena and increase of the patients' satisfaction.

4. Úvod do problematiky

Refrakční chirurgie je podobor oftalmologie, který se zabývá odstraněním či snížením refrakčních vad oka. Tato oblast očního lékařství se velmi rychle rozvíjí, využívá stále nové a nové technologie a díky tomu jsou dnes laserové refrakční operace velice bezpečné, dobře předpověditelné a stabilní. Dnes si již neklademe za cíl „pouze" odstranit pacientovu dioptrickou vadu, ale snažíme se docílit takzvaného „supernormálního vidění". Toho lze dosáhnout použitím individualizované ablace. Ta je umožněna propojením excimerového laseru s wavefront analyzátorem, který hodnotí celkový refrakční stav oka. Při zákroku tohoto typu je odstraněna nejen sférická a cylindrická vada, ale i aberace vyššího řádu. Tyto aberace, které se podílejí na výsledném vizu až 15 % nelze korigovat běžnou brýlovou korekcí, kontaktními čočkami ani klasickou laserovou operací.

Excimerový laser

Excimerové lasery jsou pulzní lasery s plynným aktivním médiem, které je tvořeno dvěma plyny - inertním argonem a diatomickým halogenem fluorem. Tyto plyny spolu za normálních podmínek nereagují, ale pod nárazem elektrického výboje se elektrony dostávají na vysokoenergetickou hladinu do takzvaného excitovaného stavu. Atomy v tomto stavu mají schopnost se vázat a vytvářet nestabilní molekulu argon fluoridu (ArF). Tato molekula se nazývá **excitovaný dimer**. Při návratu elektronů na bazální úroveň vydává excitovaný dimer krátkovlnné záření a molekula se rozpadá zpět na jednotlivé atomy. Paprsek, opouštějící laserovou dutinu je modelován čočkami a zrcadly, která upravují jeho průměr, homogenitu a rozložení energie. V současné době se obvykle používá laserový parsek o průměru 0,54-0,2 mm, který se pohybuje po povrchu rohovky a je označován jako tzv. létající body (flying spots). Paprsek o průměru 1 mm je teoreticky schopný odstranit většinu aberací vyššího řádu, a tak signifikantně zvýšit kvalitu vidění jak z hlediska ostrosti, tak citlivosti na kontrast.

Typy laserových operací

Principem laserových refrakčních operací je remodelace přední části rohovky, a tím změna lomivosti nejen rohovky, ale celého optického systému oka. V současné době existují čtyři typy rohovkových zákroků excimerovým laserem, z nichž tři se provádějí přímo na povrchu stromatu po odstranění vrsty epitelu a jedna, LASIK, se provádí tzv. pod povrchem, tedy uvnitř stromatu. Nejdéle používaná metoda fotorefrakční keratektomie se provádí na povrchu stromatu, po odstranění epitelu.

Fotorefrakční keratektomie je pokládána za velmi bezpečnou chirurgickou metodu pro odstranění nízké a střední myopie, hypermetropie a astigmatismu. V těchto indikacích se jedná o účinnou a spolehlivou metodu s prakticky nulovým rizikem pro pacienta. Její nevýhodou je velká pooperační bolestivost.

LASIK je technika, při níž laserový zákrok neprovádíme na povrchu stromatu rohovky, ale pod povrchem. Pomocí mikrokeratomu je seříznuta lamela rohovky o tloušťce 90 až 160 mikronů. Po jejím odklopení je uvnitř stromatu provedena laserová ablace rohovky a následně je lamela vrácena zpět na své původní místo. Její výhodou je menší pooperační bolestivost a rychlá zraková rehabilitace.

Wavefront analýza

Wavefront analýza lidského oka je založena na optické teorii, která byla vyvinuta v astronomii před více než sto lety, ale jejíž kořeny sahají do období před 400 lety [72]. Možnost změření všech aberací přítomných v lidském oku a propojení wavefront technologie s laserovými systémy umožňuje zlepšit výsledky laserových operací a zaměřit se na aberace vyšších řádů.

Aberace jsou děleny podle Zernikeových polynomů do řádů, jichž může být teoreticky nekonečně mnoho. Z praktického hlediska se omezíme na maximálně pátý řád - Z1 až Z20. Pro označení jednotlivých polynomů se používají dva základní způsoby. První, který jsme použili výše, představuje jednoduchý index - písmeno Z nebo C plus číslice označující pořadí polynomu v Atlase Zernikeových polynomů. Druhým způsobem je použití dvojitého indexu, kdy první číslo v závorce uvádí radiální řád a druhé angulární frekvenci, takže defokus je označen Z(2,0). V literatuře se nejčastěji se používá horní a dolní index, kdy dolní index znamená řád a horní index úhlovou frekvenci. Znak pro defokus je tedy Z_2^0. Ve předložené práci budeme nadále používat toto označení.

Zákroky provedené s použitím wavefront systému poskytují oproti konvenčním laserům některé výhody. Výsledky jsou přesnější, dochází k menší indukci HOA, zlepšení vidění, zlepšení citlivosti na kontrast, zmenšení halo a glare efektu.

Vliv laserových operací na hodnoty aberací vyšších řádů

Moderní rohovkové laserové operace se zaměřují na individuálně přizpůsobenou ablaci (custom ablation), jejíž cílem je zlepšení optických a zrakových výsledků. Nevýhodou klasické neboli běžné fotorefrakční léčby myopie a hypermetropie je pozorované zvýšení aberací vyšších řádů po operaci. Studie založené na zkoumání rohovkových aberací, celkových aberací a zrakovém výkonu po standardním zákroku ukazují, že kvalita nejlepšího obrazu po rohovkové laserové operaci klesá.

5. Cíle disertační práce

Cílem naší práce je zhodnotit aberace vyšších řádů u pacientů, kteří podstoupili refrakční laserovou operaci.

Laserový zákrok byl proveden dvěma způsoby. V prvním případě se jednalo o PRK a ve druhém případě o LASIK. U obou typů operací jsme zákrok provedli buď tzv. standardním způsobem za použití klasické Munnerlynovy formule (pacientovi byla odstraněna sférická a cylindrická vada, která odpovídala jeho subjektivně nejlepší brýlové korekci), nebo byl zákrok proveden podle wavefront analýzy.

Hodnotili jsme nekorigovanou i korigovanou zrakovou ostrost, aberace nižších řádů, tedy sférickou i cylindrickou refrakční vadu, a aberace vyšších řádů. Z těch jsme se zaměřili na RMS celkových aberací vyšších řádů (HO RMS), RMS primární komy, celkové komy (třetího a pátého řádu), aberací třetího řádu, sférické aberace, čtvrtého řádu a pátého řádu. Hledali jsme statisticky významné rozdíly v těchto hodnotách mezi skupinami operovanými klasicky a podle wavefront analýzy a zároveň jsme hodnotili jejich vývoj jeden, tři a šest měsíců po zákroku.

6. Soubor pacientů a metodika

Definice souboru

Operace byly provedeny dvěma způsoby - metodou PRK a metodou LASIK. PRK byla volena u pacientů s nízkou myopií, LASIK u nemocných se střední a vyšší myopií. Ve všech případech se jednalo o primární operaci. Průměrné předoperační hodnoty refrakční vady se u obou metod od sebe lišily, proto jsme jednotlivé metody hodnotili odděleně. Dalším důvodem pro oddělené zpracování bylo i to, že při LASIKu již pouhé seříznutí lamely vede ke změně hodnot aberací vyššího řádu, proto by obě skupiny nebyly vzájemně srovnatelné [71]. Pacienti byli rozděleni do skupin podle typu provedené operace (PRK nebo LASIK) a dále podle způsobu operace - standardně, tedy s použitím sférického profilu ablace, nebo s použitím wavefront analýzy – ORK (Optimized Refractive Keratectomy). U všech klientů jsme sledovali zrakové funkce, hodnoty aberací vyšších řádů, hodnotu zbytkové refrakční vady a další údaje, které mají význam z hlediska eventuálního výskytu glaukomového onemocnění - jako nitrooční tlak a pachymetrii. Při všech kontrolních vyšetření jsme sledovali počet endoteliálních buněk. Charakteristiku jednotlivých skupin ukazuje tabulka 1.

Tab. 1: Charakteristika jednotlivých skupin.

Skupina	1 LASIK	2 LASIK ORK	3 PRK	4 PRK ORK
Počet očí	95	37	40	41
Věk	30,29	31,25	31,65	28,71
Rozsah (roky)	22-47	23-43	20-54	19-47
Sf (D)	-4,76	-4,80	-2,85	-2,43
Cyl (D)	-0,31	-0,57	-0,23	-0,54
NZO	0,11	0,12	0,11	0,17
KZO	0,99	1,00	1,00	1,00
NT (mmHg)	14,6	15,4	16,2	14,8
Pachymetrie (µm)	553	549	557	553
Endotel (b/mm2)	2 879	2 947	2 874	2 878

Zpracování výsledků

Disertační práce vznikla na podkladě zhodnocení výsledků operací pacientů excimerovým laserem. Operace probíhaly v době od ledna 2003 do prosince 2006, zákroky provedli dva operatéři (A.F., P.R.). Všechny sledované parametry byly zadávány do počítačového programu Datagraph, do něhož jsme přímo přetransformovali data z rohovkového wavefront analyzátoru. Následně byly hodnoty převedeny do programu Excel a provedena statistická analýza. Pro statistickou analýzu byl použit software SYSTAT, pro porovnání proměnných mezi skupinami byly užity testy Kruskalův-Wallisův, Wilcoxonův test a Mannův-Whitneyův U test. Hodnoty pravděpodobnosti jsou zaokrouhlené, takže hodnota $p = 0,000$ znamená, že $p < 0,0005$. Rohovková wavefront chyba byla počítána jako odmocnina kvadratických hodnot Zernikeových polynomů při velikosti zornice 6 mm.

7. Výsledky

Nekorigovaná zraková ostrost (NZO)

NZO byla před operací nízká ve všech skupinách. V pooperačním období se výrazně zlepšila již první měsíc po operaci a během kontrol se postupně zlepšovala. Šest měsíců po operaci byla průměrná NZO 1,01 ve skupině jedna, 1,05 ve skupině dvě, 1,06 ve skupině tři a 1,10 ve skupině čtyři.

Korigovaná zraková ostrost (KZO)

Nejlepší korigovaná zraková ostrost ve skupině 1 byla 0,99, v ostatní třech skupinách činila 1,0 v předoperačním období. Během následujících kontrol se ve všech skupinách postupně zlepšovala. Při statistickém zpracování jsme nezjistili statisticky významný rozdíl mezi skupinami stadard a ORK ani v předoperačním, ani v pooperačních obdobích.

Refrakce

Ve studii jsme sledovali zvlášť sférickou a zvlášť cylindrickou komponentu refrakční vady.

V průběhu pooperačního období se zbytková sférická dioptrie pohybovala ve skupině LASIK od -0,02 do -0,16 D, ve skupině PRK od -0,03 do -0,09 D. Mezi skupinou standard a ORK jsme nezaznamenali statisticky významný rozdíl ani u LASIK, ani u PRK.

Hodnota cylindrické dioptrie byla před operací -0,31 D ve skupině LASIK standard, -0,57 D ve skupině LASIK ORK, -0,23 D u PRK standard a -0,54 D u PRK ORK. V pooperačním období se pohybovala od -0,09 do -0,13 D v první skupině, mezi -0,03 do -0,06 D ve druhé skupině, ve třetí skupině od -0,03 do -0,28 D a ve čtvrté skupině od -0,04 do -0,23 D. Při statistickém zhodnocení jsme nenašli statisticky významný rozdíl v hodnotách cylindru v jednotlivých sledovaných obdobích mezi skupinami standard a ORK jak u LASIKu, tak u PRK.

Hodnoty aberací vyšších řádů

Ve všech souborech jsme sledovali celkovou hodnotu aberací vyšších řádů HO RMS a dále RMS komatických aberací, sférické aberace a aberací třetího, čtvrtého a pátého řádu. Všechny hodnoty jsou pro 6mm zornici.

HO RMS

Při vzájemném porovnání skupin 1 a 2 nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v předoperačních hodnotách ($p>0,05$). Při kontrolách za jeden, tři a šest měsíců byly hodnoty HO RMS ve skupině 2 nižší a tento rozdíl byl statisticky významný.

Při porovnání skupin 3 a 4 jsme nezaznamenali statisticky významný rozdíl v předoperačních hodnotách a tři měsíce po operaci. První a šestý měsíc byly hodnoty HO RMS ve skupině 4 nižší než ve skupině 3 a tento rozdíl byl statisticky významný.

Z uvedených sledování vyplývá, že metoda ORK indukuje méně HO RMS než metoda standard a tento rozdíl je významný jak ve skupině LASIK, tak ve skupině PRK. Zároveň lze říci, že hodnoty HO RMS jsou při laserové korekci nejméně ovlivněné metodou PRK ORK, která nevede k jejich zvýšení.

Komatické aberace

Při hodnocení komy jsme provedli jednak hodnocení komy jako aberace 3. řádu RMS Z_3^{-1} a Z_3^{1}, celkové komy (Z_3^{-1}, Z_3^{1}, Z_5^{-1} a Z_5^{1}) a hodnocení aberací 3. řádu, které představují koma a trefoil.

Koma RMS ($Z_3^{-1}+Z_3^{1}$)

Při statistickém porovnání proměnných ve skupinách 1-2 a 3-4 Kruskalovým-Wallisovým testem jsme nezaznamenali významný rozdíl ani v předoperačních, ani v pooperačních hodnotách. I když je z tabulky patrné, že RMS hodnoty komy jsou vyšší ve skupině ORK, není tento rozdíl významný.

Při sledování vývoje hodnot v jednotlivých skupinách zjišťujeme, že ve skupině 1 je statisticky významný rozdíl mezi předoperační hodnotou a hodnotami při všech třech následujících kontrolách ($p<0,05$).

Ve skupině 2 nebyl významný rozdíl mezi hodnotami ($p>0,05$).

Ve skupině 3 byl rozdíl mezi předoperační hodnotou a jeden měsíc po operaci ($p<0,05$). Při dalších kontrolách jsme již rozdíl nezjistili.

Ve skupině 4 jsme opět nezaznamenali rozdíl mezi předoperačními a pooperačními hodnotami ($p>0,05$).

Při sledování RMS hodnot primární komy jsme nezjistili statisticky významný rozdíl mezi skupinami standard a ORK ani u LASIKu, ani u PRK. Ve skupinách ORK nedošlo, na rozdíl od skupin standard, k významným změnám proti předoperačním hodnotám.

Celková koma RMS ($Z_3^{-1}+Z_3^{1}+Z_5^{-1}+Z_5^{1}$)

Hodnoty celkové komy představují RMS primární a sekundární komy. Zde jsme zaznamenali statisticky významný rozdíl v předoperačních hodnotách mezi

skupinami 1 a 2. Všechna další porovnání mezi metodou standard a ORK se ukázala jako statisticky nevýznamná.

Při porovnávání proměnných v čase jsme zjistili statisticky významný rozdíl ve skupině 1 mezi předoperačními a všemi třemi pooperačními hodnotami ($p<0,05$). Ve skupinách 2 a 4 jsme nezjistili statisticky významný rozdíl ($p>0,05$). Ve skupině 3 byl rozdíl v hodnotách před operací a 1 měsíc po operaci (p 0,037).

Aberace 3. řádu

$RMS\ (Z_3^{-3} + Z_3^{-1} + Z_3^{1} + Z_3^{3})$

Aberace třetího řádu představuje koma a trefoil. Při porovnání skupin standard a ORK jsme nezaznamenali statisticky významný rozdíl ani u LASIK ani u PRK.

Sledování proměnných v čase ukázalo ve skupině 1 rozdíl mezi předoperační hodnotou a 3 měsíce (p **0,031**) a 6 měsíců po operaci (p **0,009**). Ve skupinách 2, 3 a 4 nebyl významný rozdíl mezi hodnotami ($p>0,05$).

Sférická aberace

$RMS\ Z_4^0$

U sférické aberace ve skupině LASIK jsme zaznamenali rozdíl hodnot mezi skupinami standard a PRK jak v předoperačním období, tak ve všech pooperačních obdobích ($p<0,05$). Ve skupině PRK nebyl rozdíl v předoperačních hodnotách ($p>0,05$), ale v pooperačních obdobích ($p<0,05$). Ve skupině LASIK i ve skupině PRK byly při použití metody ORK statisticky významně nižší hodnoty sférické aberace. Ve skupině PRK ORK dokonce nedošlo k žádné indukci sférické aberace.

Aberace 4. řádu

$RMS\ (Z_4^{-4} + Z_4^{-2} + Z_4^{0} + Z_4^{2} + Z_4^{4})$

Mezi aberace 4. řádu patří sférická aberace, sekundární astigmatismus a tetrafoil. Vývoj aberací čtvrtého řádu je stejný ve skupinách 1 až 3, kde dochází k významnému zvýšení pooperačních hodnot. Pouze u skupiny PRK ORK ke zvýšení hodnot nedochází. Při vzájemném porovnání metody standard a ORK vidíme nižší hodnoty u metody ORK než standard ve všech sledovaných obdobích a tento rozdíl je statisticky významný.

Aberace 5. řádu

$RMS\ (Z_5^{-5}+Z_5^{-3}+Z_5^{-1}+Z_5^{1}+Z_5^{3}+Z_5^{5})$

Aberace 5. řádu představuje sekundární koma, sekundární trefoil a pentafoil. Při statistickém zhodnocení jsme nezjistili rozdíl mezi metodou standard a ORK ani u skupin LASIK, ani u PRK. Zdá se, že tyto aberace nejsou ovlivněny typem zákroku

Vývoje aberací ukazuje, že ve skupinách 1, 2 a 4 je statisticky významné zvýšení hodnot oproti hodnotám před operací. Ve skupině 3 tento rozdíl nebyl.

8. Diskuse

Každým rokem se v celém světě zvyšuje počet refrakčních operací. Zkušenosti a užívání propracovanějších metod vede ke zvýšení bezpečnosti a účinnosti laserových refrakčních operací. Stabilitu výkonu dokazují četné dlouhodobé studie [43, 78, 88]. Tyto zákroky však často vedly ke zvýšení hodnot očních aberací, které degradují retinální obraz a zhoršují zrakový výkon [3, 18]. Výsledkem pak bylo zhoršení korigované zrakové ostrosti a subjektivní stesky pacienta, který udával nepříjemné světelné fenomeny jako halo, glare apod. V minulosti byl obvykle používán standardní ablační profil založený na Munnerlynově vzorci, který vychází ze sférického modelu. Důsledkem je indukovaný rozdíl oproti fysiologickému sférickému tvaru rohovky. Ta má tvar protáhlého elipsoidu, tj. v periferii má větší lámavost než v centru. Tedy ablace založená na Munnerlynově vzorci musí ze své podstaty generovat především sférickou aberaci, a to pozitivní, jedná-li se o korekci myopie, a negativní, jde-li o korekci hypermetropie. Tento výsledek předložená práce plně potvrzuje. Uvedená skutečnost, společně s biomechanickou odpovědí rohovkové tkáně a hojivým procesem včetně remodelace stromatu a hyperplazie epitelu, je považována za odpovědnou za indukci aberací vyšších řádů po laserových operacích [86].

Technologické novinky v laserové refrakční chirurgii v posledních několika letech umožnily zavedení přístrojů, jež mohou tyto aberace oka změřit, do klinické praxe. Wavefront analýza kvantifikuje rozdíl mezi ideální (pouze difrakcí omezenou) vlnoplochou dopadající na sítnici opticky naprosto dokonalého oka a reálnou deformovanou vlnoplochou dopadající na sítnici určitého konkrétního vyšetřovaného pacienta. Matematicky je možno pro popis takovéto deformace použít mnoha instrumentů. V praxi se nejčastěji setkáváme s tím, že deformaci vlnoplochy vyjadřujeme jako součet jednotlivých Zernikeových polynomů. Systém Zernikeových polynomů zahrnuje jak aberace nižších řádů (defokus a astigmatismus), tak aberace vyšších řádů (koma, trefoil, quadrafoil) a zároveň poskytuje podklad pro individualizovanou ablaci rohovky. Korekce většiny monochromatických očních aberací do 5. řádu Zernikeova pořadí adaptivní optikou umožní zobrazení jednotlivých fotoreceptorů. To zpětně dává předpoklad, že odstranění aberací do pátého řádu je dostatečné pro dosažení neuronové ostrosti, která je dána rozmístěním fotoreceptorů [28].

V současné době lze optické aberace měřit pomocí sofistikovaných přístrojů, které jsou založeny na různých metodách např. Tscherningův senzor, Shackův-Hartmannův senzor, sledování chodu jednotlivých světelných paprsků, OPD aberometr (Optical Path Difference Aberrometry) nebo refraktometr s prostorovým rozlišením. Vzájemné porovnání výsledků z různých typů přístrojů je přesto poněkud sporné.

V první řadě je velmi důležité znát, co můžeme považovat za normální hodnoty u normální populace, a vědět, jak tyto informace korelují s klinickou refrakcí. Existují práce, které analyzovaly wavefront aberace buď v běžné populaci, nebo u pacientů před refrakční operací [26, 32, 64, 80, 98, 99, 100]. Další práce hodnotí aberace po refrakčních operacích [11, 12, 33, 34, 38, 67, 68, 97]. Problém však nastává při hodnocení a vzájemném porovnávání těchto aberací, neboť použitá metodika není jednotná, přičemž hraje zásadní roli pro správnou interpretaci zjištěných výsledků. Je to např. velikost zornice, sledování rohovkových či celkových aberací, u rohovkových aberací hodnocení pouze přední plochy rohovky nebo přední i zadní plochy či jednotky aberací. Dalším sledovaným faktorem je opakovatelnost vyšetření a srovnatelnost hodnot z různých typů wavefront analyzátorů. Již dříve někteří autoři připustili, že aby srovnání různých wavefront zařízení bylo spolehlivé, musí být použity určité standardy. Přesto, že v současné době jsou tyto standardy stanoveny, řada zařízení používá výstupní formát, který není ve shodě s doporučeními [96]. Burakgazi a kol. srovnávali optické aberace měřené na třech aberometrech - Zywave aberometr, který je založen na Hartman-Shack principu, CustomVue wavefront analyzátor, také založen na Hartmanově-Shackově principu a OPD Scan. Studie u jednotlivých přístrojů prokázala nízkou chybu opakování (repeatibility error). Při srovnání jednotlivých aberometrů mezi sebou byl statisticky významný rozdíl v několika parametrech aberací vyšších řádů, nicméně tyto rozdíly neměly klinický význam [12]. Kezirian a kol. ve své práci upozorňují nejen na nutnost zavedení standardů do měření, výpočtů a hodnocení wavefront analyzátorů, ale i na zavedení výrobních standardů pro wavefront aberometry a laserové přístroje umožňující ablaci podle wavefront analýzy. Cílem je nejen možnost vzájemného srovnání, ale i lepší porozumění této problematice cílovou skupinou, což jsou lékaři a zejména chirurgové.

Cílem refrakčních operací podle wavefront analýzy je nové aberace při korekci sféry a astigmatismu neindukovat, respektive korigovat aberace vyšších řádů u pacientů, kterým přítomnost HOA snižuje kvalitu vidění. Snaha zcela odstranit existující aberace pro celé spektrum vlnových délek světla a všechny průměry zornice je nereálná a těžko dosažitelná a navíc zřejmě ne zcela žádoucí. Levy hodnotil aberace vyšších řádů u osob se „supernormálním" viděním, kteří měli NZO 1,6 a lepší. Zjistil, že množství celkových aberací vyšších řádů nebylo zanedbatelné, naopak bylo srovnatelné s hodnotami HOA zjištěnými u myopických pacientů před refrakční operací [49]. Spíš se nabízí otázka, zda různé kombinace aberací povedou ke zlepšení nebo ke zhoršení vidění. Je známo, že v celkové sumě je rozložení jednotlivých aberací oka různé, takže dva pacienti se stejnou hodnotou HOA RMS mohou mít rozdílné vidění [5, 6]. Zde opět narážíme na otázku, jaká hodnota je ještě fyziologická a jaká nikoliv. Jistě v tom bude hrát roli subjektivní vnímavost, fyziologicky dané limity zrakového výkonu a individualita mozkového zpracování vizuálního vjemu. V současné době jsou zdůrazňovány hlavně aberace, které

nejpravděpodobněji alterují zrakové funkce. Jsou to defokus, cylindr, sférická aberace a koma. Tedy aberace, které nejvíce alterují zrakovou ostrost, protože jejich „váha" je u normální populace vyšší než u ostatních aberací. Funkční dopad těchto aberací - jako je trefoil, quatrefoil - není zcela jasný a bude nutné další studium těchto aberací. Stejně tak není jasný význam interakcí mezi jednotlivými Zernikeovými mody [1].

V předložené práci jsme kromě základních zrakových funkcí - jako nekorigovaná zraková ostrost a nejlepší korigovaná zraková ostrost - hodnotili RMS aberací do 5. řádu (HO RMS), dále komu jako aberaci třetího řádu, sférickou aberaci, RMS aberací třetího řádu, RMS aberací čtvrtého a pátého řádu. Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem nesrovnáváme jednotlivé veličiny s ostatními autory, ale zaměřujeme se na srovnání skupin standard a ORK a sledování pooperačního vývoje aberací.

V našem souboru jsme prokázali vysokou účinnost laserových operací u metody standard i ORK v obou skupinách - LASIK i PRK. Nekorigovaná zraková ostrost byla jeden měsíc po operaci 0,96 ve skupině jedna a čtyři, ve skupině dvě byla 1,01 a ve skupině 3 činila 0,92. Nejlepší korigovaná zraková ostrost byla první měsíc po operaci 1,0 a lepší. „Koeficient účinnosti" (the efficacy index) šest měsíců po operaci byl ve skupině LASIK standard 1,08, ve skupině LASIK ORK 1,14, u PRK standard 1,10 a PRK ORK 1,15. Přesto, že jak po LASIKu, tak po PRK byla zraková ostrost nekorigovaná i korigovaná lepší ve skupině podle wavefront analýzy, nezjistili jsme statistické rozdíly mezi skupinami 1-2 a 3-4 v žádném ze sledovaných období. Nuits a kol. hodnotili výsledky 12 pacientů se střední myopií, kteří podstoupili oboustranný LASIK, avšak na jednom oku byla provedena planoscan-ablace a na druhém ablace podle wavefront analýzy. Šest měsíců po zákroku byl koeficient účinnosti 1,12 resp. 1,08. Autor zároveň hodnotil subjektivní spokojenost pacientů a uvedl, že 42 % pacientů bylo více spokojeno s okem operovaným podle wavefront analýzy a 33 % preferovalo oko se standardní ablací, 25 % pacientů nedávalo přednost žádnému oku [67]. Korekce aberací vyšších řádů přináší klientovi jednoznačný prospěch [18, 101]. Hlavním cílem operací provedených podle wavefront analýzy je redukce zvýšení HOA, namísto jejich plné korekce.

V našem souboru jsme prokázali, že metoda ORK významně snižuje indukci aberací vyšších řádů HOA RMS, ve skupině PRK ORK jsme dokonce nezjistili rozdíl mezi předoperační a pooperačními hodnotami. Studie zkoumající hodnoty vyšších řádů u jednotlivců s nadprůměrným viděním ukazují, že i oči s vizem 1,5 a lepším mají určité množství aberací vyšších řádů. Toto množství aberací dokonce není statisticky odlišné od množství aberací přítomných v „normálně" vidoucím oku. V našem souboru se předoperační rohovkové hodnoty HO RMS pohybovaly v rozmezí 0,506 až 0,546 μm, po zákroku došlo k největšímu zvýšení ve skupině

LASIK standard o 0,305 μm jeden měsíc po zákroku, ve skupině LASIK ORK byl největší rozdíl tři měsíce po operaci a činil 0,291 μm, ve skupině PRK standard byl první měsíc po zákroku rozdíl 0,156 μm a u PRK ORK byl první měsíc po zákroku rozdíl 0,097 μm. V této skupině nebyl statisticky významný rozdíl mezi předoperačními a pooperačními hodnotami. Podobné výsledky by se daly očekávat i ve skupině LASIK ORK, ale zde došlo ke statisticky významnému zvýšení v pooperačních obdobích. To může souviset jednak s vlastním řezem lamely, jednak s tím, že oproti PRK byly vyšší hodnoty výchozí refrakční vady. Při vzájemném porovnání LASIK standard a ORK je indukce HOA ve skupině ORK významně menší. Rozdílné výsledky prezentuje ve své práci Chung a kol., kteří srovnávali celkové HO RMS u ablace podle wavefront analýzy u LASIKu a LASEKu a zjistili menší indukci aberací vyšších řádů a sférické aberace u metody LASIK. Naznačují, že vliv tvorby lamely u LASIKu na HOA může být menší než indukce HOA vlastní operací [34]. Ve své práci jsme skupiny LASIK a PRK neporovnávali z důvodu odlišných vstupních dat.

Zhou se spoluautory hodnotili rohovkové aberace vyšších řádů měřené na stejném keratotopografu Keratron Scout, jaký používáme na našem pracovišti. Soubor obsahoval 56 očí 28 pacientů. Hodnotili RMS aberací třetího, čtvrtého, pátého a šestého řádu, sférické aberace, komatické aberace a celkové HO RMS. Uvádí statisticky významné zvýšení ve všech těchto skupinách jeden rok po operaci [105]. V našem souboru jsme po zákroku zjistili, že aberace třetího řádu se oproti předoperačním hodnotám významně zvýšily ve skupině LASIK standard tři a šest měsíců po zákroku, v ostatních skupinách nebyl významný rozdíl. Aberace čtvrtého řádu se ve skupinách 1 až 3 významně zvýšily ve všech obdobích, u skupiny PRK ORK nedošlo ke zvýšení oproti předoperačním hodnotám. Aberace pátého řádu se zvýšily ve sledovaných obdobích u skupin 1, 2 a 4, u skupiny PRK standard nedošlo ke zvýšení v žádném období. Koma se ve skupině LASIK standard zvýšila při všech kontrolách, u PRK standard došlo ke zvýšení pouze měsíc po operaci, u skupin LASIK ORK a PRK ORK nenastalo zvýšení. Sférická aberace vzrostla u skupin 1 až 3, u PRK ORK nedošlo ke zvýšení. Stejný výsledek byl u celkových aberací HO RMS - u skupiny PRK ORK se hodnoty na rozdíl od ostatních skupin nezvýšily.

Podobné výsledky prezentují Kohnen a kol. Sledovali celkové aberace při 3,5 a 6mm zornici. Pro 6mm zornici zjistili jeden rok po operaci statisticky významné zvýšení HOA RMS, aberací čtvrtého řádu a sférické aberace. Aberace třetího řádu se nezvýšily [38].

Některé studie prokázaly, že indukce aberací vyšších řádů po LASIKu je v korelaci se signifikantně zhoršeným viděním [68, 100]. Chung a kol. sledovali hodnoty aberací vyšších řádů po LASIKu a po LASEKu a zjistil menší celkové množství aberací vyšších řádů po LASIKu než po LASEKu. U části pacientů růst

některých aberací vyšších řádů způsobuje zrakové fenomény jako halo, glare, monokulární diplopii, zhoršení KZO a snížení citlivosti na kontrast [33, 49]. Melamud uvádí tři nemocné s monokulární diplopií, u nichž byly zjištěny zvýšené hodnoty komatické aberace. V jednom případě šlo o pacienta po laserové operaci, u dvou dalších pacientů nebyla předchozí laserová operace. Naznačuje, že v těchto případech by refrakční operace zaměřená na korekci komatické aberace mohla být potenciální léčbou monokulární diplopie [58]. V našem souboru jsme sice nezjistili významný rozdíl hodnot mezi skupinami standard a ORK, ale u metody ORK nedošlo na rozdíl od metody standard k významnému zvýšení hodnot v pooperačním období.

V našem souboru jsme jednoznačně prokázali, že zákroky provedené podle wavefront analýzy snižují indukci aberací vyšších řádů po laserových operacích. Obzvláště ve skupině PRK ORK na rozdíl od ostatních skupin nedošlo v šestiměsíčním sledovaném období po zákroku ke zvýšení hodnot celkových aberací HO RMS, komy, sférické aberace, aberací třetího řádu ani aberací čtvrtého řádu. Pouze u aberací pátého řádu se projevilo zvýšení hodnot. I u metody LASIK jsme zjistili statisticky významný rozdíl v množství indukovaných aberací vyšších řádů mezi metodou standard a ORK.

Laserové zákroky jsou dnes považovány za standardní chirurgickou metodu k odstranění dioptrické vady. Spojení laserů s wavefront analýzou umožňuje nejen dosažení skvělých refrakčních výsledků, ale i zvýšení subjektivní spokojenosti pacientů.

9. Odpovědi na cíl práce

1. Průměrná nekorigovaná zraková ostrost šest měsíců po operaci byla ve všech čtyřech skupinách 1,0 a vyšší a nebyl statisticky významný rozdíl mezi skupinami standard a ORK u LASIK ani PRK. Průměrná nejlepší korigovaná ZO byla již první měsíc po zákroku lepší než před operací ve všech skupinách, při dalších kontrolách se dále zlepšovala. Nezjistili jsme statisticky významný rozdíl mezi metodami standard a ORK ve skupinách LASIK ani PRK. Hodnoty ve skupinách ORK byly vyšší, ale tento rozdíl nebyl statisticky významný.
2. Hodnoty HO RMS byly statisticky významně nižší u metody ORK oproti metodě standard u LASIK i PRK. Ve skupině PRK ORK - na rozdíl od ostatních skupin - dokonce nenastalo zvýšení hodnot v pooperačním období.
3. Při sledování RMS hodnot komatických aberací nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi skupinami standard a ORK ani u LASIK, ani u PRK. Ve skupinách ORK nebyly na rozdíl od skupin standard významné změny oproti předoperačním hodnotám u primární komy. Hodnoty celkové komy se významně zvýšily u skupiny LASIK standard, u PRK vzrostly 1 M po zákroku. Ve skupinách ORK nedošlo k jejich zvýšení. Koma společně se sférickou aberací jsou považovány za aberace, které se nejvíce podílejí na alteraci pooperačního vizu a jsou příčinou vzniku nežádoucích zrakových fenoménů jako glare, halo, monokulární diplopie a dalších.
4. Rozdíl hodnot aberací třetího řádu mezi metodami standard a ORK není statisticky významný ani u skupiny LASIK, ani u PRK. U skupin ORK nedošlo v pooperačním období k indukci těchto aberací.
5. Hodnoty sférické aberace byly po operaci významně nižší u skupin ORK než u skupin standard. Ve skupině PRK ORK jsme - na rozdíl od ostatních skupin - nezaznamenali žádnou indukci sférické aberace. Na hodnoty sférické aberace má jednoznačně vliv typ zákroku - LASIK nebo PRK - i metoda - standard nebo ORK.
6. Stejně jako u sférické aberace i aberace čtvrtého řádu byly opět významně nižší u skupin ORK, u PRK ORK nedošlo ke zvýšení hodnot po zákroku.
7. U aberací 5. řádu jsme nezjistili rozdíl mezi skupinami standard a ORK a u skupin 1, 2 a 4 bylo statisticky významné zvýšení proti předoperačním hodnotám.
8. Provedení zákroku podle wavefront analýzy jednoznačně vede ke snížení rizika indukce aberací vyšších řádů. Statisticky významný rozdíl mezi metodami standard a ORK byl u hodnot HO RMS, sférické aberace a aberací 4. řádu. Metoda PRK ORK dokonce neindukuje žádné z těchto aberací. Zvýšení aberací u LASIK ORK je nejspíš způsobeno nářezem rohovkové lamely. I přesto je indukce aberací významně nižší než u LASIK standard.

9. U metody ORK nenastalo pooperační zvýšení komatických aberací a aberací 3. řádu, u PRK ORK nebylo zvýšení ani HO RMS, sférické aberace ani aberací 4. řádu.
10. Metoda ORK jednoznačně indukuje méně aberací po laserových zákrocích než metoda standard, a to jak u LASIK, tak u PRK. Snížení pooperačních hodnot aberací vyšších řádů vede ke zlepšení kvality vidění, snížení výskytu nežádoucích fenoménů a zvýšení spokojenosti pacientů.

10. Závěr

Laserová korekce refrakčních vad je v současné době považována za stadardní chirurgickou metodu. Odstranění aberací nejen nižšího, ale i vyššího řádu vede ke zlepšení zrakové ostrosti pacientů, ale hlavně ke snížení rizika vedlejších zrakových fenomenů jako je halo nebo glare. V našem souboru jsme jednoznačně prokázali pozitivní přínos „individualizované ablace", která neindukuje vznik aberací vyšších řádů, a to jak ve skupině LASIK, tak ve skupině PRK.

Za významnou považujeme i skutečnost, že podobná studie není v české literatuře popsána a předpokládám, že publikace našich výsledků v zahraničí povede k dalšímu pochopení vlivu aberací vyšších řádů na výsledný vizus.

11. Seznam literatury

1. Agarwal A, Jakob S, Agarwal A: Aberropia: the discovery of a new refractive entity. Ophthalmol Times Eur 2007.
2. Alió JL, Artola A, Claramonte PJ et al.: Complications of photorefractive keratectomy for myopia: Two year follow-up of 3000 case. J Cataract Refract Surg 1998;24:619-26.
3. Alió JL, Montés-Mico R: Wavefront-Guided versus Standard LASIK Enhancement for Residual Refractive Errors. Ophthalmology 2006;113:191-7.
4. Applegate RA, Thibos LN, Hilmantel G: Optics of Aberroscopy and supervision. J Cataract Refract Surg 2001;27:1093-107.
5. Applegate RA, Sarver EJ, Khemsara V: Are All Aberrations Equal? J Refract Surg 2002;18:556-62.
6. Applegate RA, Marsack JD, Ramos R, Server EJ: Interaction between aberrations to improve or reduce visual performance. J Cataract Refract Surg 2003;29:1487-1459.
7. Autrata R, Řehůřek J, Holoušová M: Fotorefrakční keratektomie při vysoké myopické anizometropii u dětí. Čs Oftal 1999;55:216-21.
8. Autrata R, Řehůřek J: Laser-assisted subepithelial keratectomy and photorefractive keratectomy versus conventional treatment of myopic anisometropic amblyopia in children. J Cataract Refract Surg 2004;30:74-84.
9. Binder PS, Koepnick RG: An advanced mikrokeratome design for LASIK and keratomileusis in situ. In: Pallikaris IG, Siganos DS: LASIK. Thorofare: SLACK Incorporated,1997:57-65.
10. Brightbill FS: Corneal surgery. Theory, technique and tissue. St. Luis:Mosby, 1993:480-511.
11. Bühren J, Johnem T: Factors affecting the change in lower-order and higher-order aberrations after wavefront-guided laser in situ keratomileusis for myopia with the Zyoptix 3.1 system. J Cataract Refract Surg 2006;32:1166-74.
12. Burakgazi AZ, Tinio B, Bababyan A, Niksarli KK, Asbell P: Higher Order Aberrations in Normal Eyes Measured With Three Different Aberrometers. J Refract Surg 2006;22:898-903.
13. Burrato L, Brint S, Ferrari M: Keratomileusis. In: Burrato L, Brint SF: LASIK. Principles and techniques. Thorofare: SLACK Incorporated,1998:9-21.
14. Burrato L, Brint S, Ferrari M: Excimer laser photoablation: healing considerations. In: Burrato L, Brint SF: LASIK. Principles and techniques. Thorofare: SLACK Incorporated, 1998:69-72.
15. Burrato L, Ferrari M: Indications, techniques, results. Limits and complications of laser in situ keratomileusis. Curr Opin Ophthalmol 1997;8:59-66.

16. Carones F, Brancato R, Venturi E, Morico A: The corneal endotelium after myopic excimer laser photorefractive keratectomy. Arch Ophthalmol 1994;112:920-4.
17. Carson CA, Taylor HR: Excimer Laser Treatment for High and Extreme Myopia. Arch. Ophthalmol 1995;113:431-6.
18. Durrie DS, Stahl JE, Schwendeman F: Alcon LADARWave Custom Cornea Retreatments. J Refract Surg 2005;21(6):804-7.
19. Farah SG, Azar DT, Gurdal CG, Wong J: Laser in situ keratomileusis: Literature review of developing technigue. J Cataract Refract Surg 1998;24:989-1006.
20. Feuermannová A: Výsledky fotorefrakční keratektomie u střední myopie. Hradec Králové, 1998;7-11.
21. Feuermannová A, Komenda I, Rozsíval P: Wavefront analýza – nový směr ve vyšetřování a léčbě refrakčních vad. In: Trendy soudobé oftalmologie, Praha: Galén, 2007;4:37-60.
22. Föester W, Clemens C, Brüning S, Magnago T, Elsner C, Krueger R: Steep central island after myopic photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 1998;24:899-904.
23. Gambato C, Girlando A, Moretto E et al.: Mitomycin C Modulation of Corneal Wound Healing after Photorefractive Keratectomy in Highly Myopic Eyes. Ophthalmology 2005;112:208-19.
24. Gimbel HV, Anderson Penno EE: LASIK complikations. Preventions and management. Thorofare: Slack Incorporated, Thorofare 2001:261.
25. Helena MC, Baerveldt F, Kim WJ, Wilson SE: Keratocyte Apoptosis after Corneal Surgery. IOVS 1998;39:276-83.
26. Holzer MP, Sassenroth M, Auffarth GU: Reliability of Corneal and Total Wavefront Aberration Measurement With the SCHWIND Corneal and Ocular Wavefront Analyzers. J Refract Surg 2006;22:917-20.
27. Hořejší V, Bartůňková J: Základy imunologie. Praha: Triton, 1998:219.
28. Huang D, Arif M: Spot size and quality of scanning laser correction of higher-order wavefront aberrations. J Cataract Refract Surg 2002;28:407-16.
29. Hycl J: Excimerové lasery v oftalmologii. Čs Oftal 1990;46:453-62.
30. Hycl J: Excimerové lasery – klinické zkušenosti. Čs Oftal 1994;50:250-9.
31. Chalita MR, Krueger RR: Wavefront Technology. Conteporary Ophthalmology. A Biweek Publ Contin Med Educ Ophthalmol 2002;1(14):1-14.
32. Chalita MR, Finkenthal J, Xu M, Krueger RR: LADARWave Wavefront Measurement in Normal Eyes. J Refract Surg 2004;20:132-8.
33. Chalita MR, Chavala S, Xu M, Krueger RR: Wavefront analysisin post-LASIK eyes and its correlation with visual symptoms, refraciton, and topography. Ophthalmology 2004;111:447-53.

34. Chung SH, Lee IS, Lee YG et al.: Comparison of higher-order aberrations after wavefront-guided laser in situ keratomileusis and laser-assisted subepithelial keratectomy. J Cataract Refract Surg 2006;32:779-84.
35. Kaufman SC, Kaufman HE: How has confocal microscopy helped us in refractive surgery? Curr Opin Ophthalmol 2006;17:380-8.
36. Knorz MC, Steiner HK, Wiesinger BB: Intrastromal excimer laser – corneal interaction. In: Pallikaris IG, Siganos DS: LASIK. Thorofare: SLACK incorporated 1998:33-8.
37. Kohnen T: Iatrogenic ectasis: Current knowledge, current measurements [editorial]. J Cataract Refract Surg 2002;28:2065-6.
38. Kohnem T, Buhren J, Kuhne C, Mirshahi A: Wavefront-Guided LASIK with the Zyoptix 3.1 System for the Correction of Myopia and Compound Myopic Astigmatism with 1-Year Follow-up. Ophthalmology 2004;111:2175-85.
39. Kohnen T: Classification of excimer laser profiles. J Cataract Refract Surg 2006;32:543-4.
40. Koch DD: The riddle of iatrogenic ectasia [editorial]. J Cataract Refract Surg 1999;25:453-4.
41. Koch DC: Introduction to Wavefront Technology. Rev Ophthalmol October 2001;99-106.
42. Kremer I, Shochot Y, Kaplan A, Blumenthal M: Three year results of photoastigmatic refractive keratectomy for mild and atypical keratoconus. J Cataract Refract Surg 1998;24:1581-8.
43. Kymionis GD, Tsiklis NS, Astyrakakis N et al.: Eleven-year follow-up of laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2007;33:191-6.
44. Lacayo GO, Majmudar PA: How and when to use mitomycin-C in refractive surgery. Curr Opin Ophthalmol 2005;16:256-9.
45. Lahners WJ, Hardten DR, Lindstrom RL: Peripherial keratitis following laser in situ keratomileusis. J Refract Surg 2003;19:671-5.
46. Laplace O, Bourcier T, Chaumeil Ch et al.: Early bacterial keratitis after laser-assisted subepithelial keratectomy. J Cataract Refract Surg 2004;30:2638-40.
47. Lee DH, Oh RJ, Reinstein DZ: Conservation of corneal tissue with wavefront-guided laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2003;31:1153-8.
48. Lee DH, Sung Chung H, Jeon YC et al.: Photorefractive keratectomy with intraoperative mitomycin-C application. J Cataract Refract Surg 2005;31:2293-8.
49. Levy Y, Segal O, Avni I, Zadok D: Ocular Higher-order Aberrations in Eyes With Supernormal Vision. Am J Ophthalmol 2005;139:225-8.
50. Lorencová V, Rozsíval P, Feuermannová A, Urminský J: Dlouhodobé výsledky refrakčních operací excimerovým laserem. In: Trendy soudobé oftalmologie. Praha: Galén, 2006;3:99-112.
51. Loughnan MS, Robinson D, Sullivan L: Mechanical methods in refractive corneal surgery. Curr Opin Ophthalmol 1996;6:41-6.

52. Majmudar PA, Forstot SL, Dennis RF et al.: Topical mitomycin-C for subepithelial fibrosis after refractive corneal surgery. Ophthalmology 2000;107:89-94.
53. Malecaze F, Coullet J, Fournié P et al.: Corneal Ectasia after Photorefractive Keratectomy for Low Myopia. Ophthalmology 2006;113:742-6.
54. Manche EE, Maloney RK, Smith RJ: Treatment of topographic central island following refractive surgery. J Cataract Surg 1998;24:464-70.
55. May CA, Priglinger SG, Neubauer AS et al.: Laser in situ keratomileusis in human corneas: new organ culture model. J Cataract Refract Surg 2004;30:179-86.
56. McGhee ChNJ, Bryce IG: Natural history of central topographic island following excimer laser photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 1996;22:1151-8.
57. McGhee ChNJ, Taylor HR, Gartry DS, Trokel ST: Excimers lasers in ophthalmology. Principles and practise. London: M. Dunitz, 1997:453.
58. Melamud A, Chalita MR: Comatic aberration as a cause of monocular diplopia. J Cataract Refract Surg 2006;32:529-32.
59. Meyer JC, Stulting RD, Thompson KP, Durrie DS: Late Onset of Corneal Scar After Excimer Laser Photorefractive Keratectomy.Am J Ophthalmol 1996;121:529-39.
60. Mietz H, Severin M, Seifert P et al.: Acute Corneal Necrosis after Excimer Laser Keratectomy for Hyperopia. Ophthalmology 1999;106:490-6.
61. Mitooka K, Ramirez M, Maguire LJ et al.: Keratocyte Density of Central Human Cornea After Laser In Situ Keratomileusis. Am J Ophthalmol 2002;133:307-14.
62. Mrochen M, Kaemmerer M, Mierdel P, Seiler T: Increased higher-order optical aberrations after laser refractive surgery; a problem of sublinical decentration. J Cataract Refract Surg 2001;27:362-9.
63. Nano HD, Muzzin S, Irigarary FL: Excimer laser photorefractive keratectomy in pediatric patients. J Cataract Refract Surg 1997;23:736-9.
64. Netto MV, Ambrósio R, Shen TT, Wilson SE: Wavefront Analysis in Normal Refractive Surgery Candidates. J Refract Surg 2005;21:332-8.
65. Nishida T, Tanaka T: Extracellular matrix and growht factors in corneal wound healing. Curr Opin Ophthalmol 1996;7:2-11.
66. Novák P: Současný pohled na problematiku refrakční chirurgie. In: Trendy soudobé oftalmologie. Praha: Galén, 2000;1:83-94.
67. Nuijts RMMA, Nabar VA, Hament WJ, Eggink FAGJ: Wavefront-guided versus standard laser in situ keratomileusis to correct low to moderate myopia. J Cataract Refract Surg 2002;28:1907-13.
68. Osika T, Miyata K, Tokunaga T et al.: Higher order wavefront aberrations of cornea and magnitude of refractive correction in laser in situ keratomileusis. Ophthalmology 2002;109(6):1154-8.

69. Pallikaris IG: Historical evolution of LASIK. In: Pallikaris IG, Siganos DS: LASIK. Thorofare: SLACK Incorporated, 1998:384.
70. Pallikaris IG, Kymionis GD, Astyrakakis NI: Corneal ectasia induced by laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2001;27:1796-1802.
71. Pallikaris IG, Kymionis GD, Panagopoulou SI et al.: Induced optical aberrations following formation of a laser in situ keratomileusis flap. J Cataract Refract Surg 2002;28:1737-41.
72. Pavlou F: Wavefront technologies. Ophthalmol Times Eur 2006;2:16-7.
73. Paysse EA, Bowes Hamill M, Hussein MAW, Koch DD: Photorefractive Keratectomy for Pediatric Anisometropia: Safety and Impact on Refractive Error, Visual Acuity, and Stereopsis. Am J Ophthalmol 2004;138:70-8.
74. Piebenga LW, Matta CS, Deitz MR et al.: Excimer Photorefractive Keratectomy for Myopia. Ophthalomology 1993;100(9):1335-45.
75. Piovella M, Camesasca FI, Fattoni C: Excimer Laser Photorefractive Keratectomy for High Myopia. Four-year Experience with a Multiple Zone Technique. Ophthalmology 1997;104(10):1554-65.
76. Pop M, Aras M: Photorefractive Keratectomy Retreatments for Regression. One-yar Follow-up. Ophthalmology 1996;103:1979-84.
77. Puliafito CA, Steiner RF, Deutsch TF: Excimer laser ablation the cornea and the lens. Ophthalmology 1985;92:741-8.
78. Rajan MS, Jaycock P, O'Brart D at al.: A Long-term Study of Photorefractive Keratectomy. 12-Year follow-up. Ophthalmology 2004;111:1813-24.
79. Rozsíval P, Feuermannová A: Retreatment after Photorefractive Keratectomy for Low Myopia. Ophthalmology 1998;105:1189-93.
80. Salmo TO, van de Pol C: Normal-eye Zernike coefficients and root-mean-square wavefront errors. J Cataract Refract Surg 2006;32:2064-74.
81. Seiler T, McDonnell PJ: Excimer laser photorefractive keratectomy. Surv Ophthalmol 1995;40:89-118.
82. Seiler T: Refractive corneal surgery with lasers. Curr Opin Ophthalmol 1996;7:47-51.
83. Seiler T: Iatrogenic keratectasis: academic anxiety or serious risk? [editorial]. J Cataract Refract Surg 1999;25:1307-8.
84. Seiler T, Koufala K, Richter G: Iatrogenic keratectasia after laser in situ keratomileusis. J Refract Surg 1998;14:312-7.
85. Seiler T, Quurke AW: Iatrogenic keratectasia after LASIK in a case of forme fruste keratoconus. J Cataract Refract Surg 1998;24:1007-9.
86. Seiler T, Kaemmer M, Mierdel P, Krinke HE: Ocular optical aberrations after photorefractive keratectomyfor myopia and myopic astigmatism. Arch Ophthalmol 2000;118:17-21.
87. Seitz B, Rozsíval P, Feuermannová A et al.: Penetrating keratoplasty for iatrogenic keratoconus after repeat myopic laser in situ keratomileusis:

Histologic findings and literature review. J Cataract Refract Surg 2003;29:2217-24.
88. Sekundo W, Bönicke K, Mattausch P, Wiegand W: Six-year follow-up of laser in situ keratomileusis for moderate and extreme myopia using a first-generation excimer laser and mikrokeratome. J Cataract Refract Surg 2003;29:1152-8.
89. Sher NA, Hardten DR, Fundinggsland B et al.: 193-nm Excimer Photorefractive Keratectomy in High Myopia. Ophthalmology 1994;101:1575-82.
90. Schwiegerling J, Snyder RW: Corneal ablation patterns to correct for spherical aberration in photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 2000;26:214-21.
91. Smith RJ, Maloney RK: Diffuse lamellar keratitis: a new syndrome in lamellar refractive surgery. Ophthalmology 1998;105:1721-6.
92. Smith RJ, Maloney RK: Laser in situ keratomileuisis in patients with autoimune diseases. J Cataract Refract Surg 2006;32:1292-5.
93. Stein HA, Cheskers A, Stein RM: The excimer. Fundamental and clinical use. Thorofare: Slack Incorporated, 1995:203.
94. Stodůlka P, Vaculík J, Lichnovský V: Měření adheze rohovkové lamely ke stromatu v závislosti na době od operace LASIK. Čs Oftal 1999;55:222-5.
95. Talley AR, Hardten DR, Sher NA et al.: Result One Year After Using the 193-nm Excimer Laser for Photorefractive Keratectomy in Mild to Moderate Myopia. Am J Ophthalmol 1994;118(3):304-11.
96. Thibos LN, Applegate RA, Schwiegerling JT et al.: Standards for Reporting the Optical Aberrations of Eyes. J Refract Surg 2002;18:652-60.
97. Tuan KA: Visual experience and patient satisfaction with wavefront-guided laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg 2006;32:577-83.
98. Vinciguerra PC, Camesasca FI, Calossi A: Statistical analysis of physiological aberrations of the Cornea. J Refract Surg 2003;19:265-9.
99. Wang L, Douglas D, Koch D: Ocular higher-order aberrations in individuals screened for refractive surgery. J Cataract Refract Surg 2003;29:1896-903.
100. Wang L, Koch DD: Anterior corneal optical aberrations induced by laser in situ keratomileusis for hyperopia. J Cataract Refract Surg 2003;29:1702-8.
101. Williams D, Yoon GY, Poter J et al.: Visual benefit of correcting high order aberrations of the eye. J Refract Surg 2000;16:554-9.
102. Wilson SE: Molecular cell biology for the refractive corneal surgeon: Programmed cell death and wound healing. J Refract Surg 1997;13:171-5.
103. Wilson SE, Kim WJ: Keratocyte Apoptosis: Implications on Corneal Wound Healing, Tissue Organization, and Disease. IOVS 1998;39:220-6.
104. Wu HK, Demers PE: Photorefractive keratectomy for myopia. Ophtalmol Surg Lasers, 1996;27:29-44.
105. Zhou Ch, Jin M, Wang X, Ren Q: Corneal Wavefront-guided Ablation With the Schwind ESIRIS Laser for Myopia. J Refract Surg 2007;23:573-80.

12. Publikační činnost autora

Kapitoly v monografii

1. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Urminský J: Dlouhodobé výsledky refrakčních operací excimerovým laserem. In: Trendy soudobé oftalmologie. Praha: Galén, 2006;3:99-112.
2. **Feuermannová A,** Komenda I, Rozsíval P: Wavefront analýza – nový směr ve vyšetřování a léčbě refrakčních vad. In: Trendy soudobé oftalmologie. Praha:Galén, 2007;4:37-60.

Původní články

1. Rozsíval P, **Feuermannová A**: Retreatment after Photorefractive Keratectomy for Low Myopia. Ophthalmology 1998;105:1189-93. **IF = 3,66**
2. Havlíková I, Rozsíval P, **Feuermannová A:** Rohovková topografie v laserové refrakční chirurgii. Čs Oftal 2001;57(3):209-13.
3. Langrová H, Hejcmanová D, Peregrin J, **Feuermannová A,** Rozsíval P: Porovnání zrakových funkcí u myopie nad -6,0 dpt po fotorefraktivní keratektomii a laser in situ keratomileusis. Čs Oftal 2001;57(5):298-303.
4. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Kvasnička J: PRK a LASIK u pacientů s myopií od -6 do -9 D. Čs Oftal 2001;57(6):395-402.
5. Rozsíval P, **Feuermannová A**: MultiScan: A New Modality for Excimer Laser Surgery. XVII. Congress Asia-Pacific Academy of Ophthalmology, Mosman Communications, Manila 2001;910-3.
6. Bytton Díaz LC, Hejcmanová D, Langrová H, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Hejcmanová M: Zrakové funkce při vysoké myopii korigované fakickou předněkomorovou čočkou (PK PIOL) První výsledky. Čs Oftal 2003;59(5):340-7.
7. Langrová H, Derse M, Hejcmanová D, **Feuermannová A,** Rozsíval P, Hejcmanová M: Effect of photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis in high myopia on logMAR visual acuity and contrast sensitivity. Acta Med (Hradec Králové) 2003;46(1):15-8.
8. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Havlíková I, Urminský J: Dlouhodobé výsledky fotorefraktivni keratektomie u myopů do 6D. Čs Oftal 2003;59(3):201-5.
9. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Havlíková I, Urminský J: Refrakční operace u myopů do -6D. Čs Oftal 2003;59(3):196-200.
10. Seitz B, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Langenbucher A, Naumann OHG: Penetrating keratoplasty for iatrogenic keratoconus after repeat myopic laser in situ keratomileusis: Histologic findings and literature review. J Catar Refract Surg 2003;29(11):2217-24. **IF = 1,94**

11. Studnička J, **Feuermannová A,** Hejcmanová D, Rencová E: Zadní skleritida - kazuistické sdělení. Čs Oftal 2004;60(6):416-20.
12. **Feuermannová A,** Rencová E: Specifická chorioretinitis - kazuistické sdělení. Čs Oftal 2005;61(4):253-9.
13. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: Použití akomodačních čoček k chirurgické korekci presbyopie metodou Prelex. Čs Oftal 2006;62(5):324-33.

Abstrakta

1. **Feuermannová A,** Rozsíval P: Fakické IOL - první zkušenosti. 8. výroční sjezd České oftalmologické společnosti, Praha: Galén, 2000;129.
2. Havlíková I, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Kvasnička J: Hodnocení topografické stability rohovky u pacientů po laserových refrakčních operacích. 8. výroční sjezd České oftalmologické společnosti, Praha: Galén, 2000;80.
3. Havlíková I, Rozsíval P, **Feuermannová A:** Využití a hodnocení rohovkové topografie v laserové refrakční chirurgii. 8. výroční sjed České oftalmologické společnosti, Praha: Galén, 2000;79.
4. Langrová H, Hejcmanová D, Peregrin J, **Feuermannová A:** Zrakové funkce u myopie za 2 roky po fotorefraktivní keratektomii (PRK). 8. výroční sjezd České oftalmologické společnosti, Praha: Galén, 2000;86.
5. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Kvasnička J: PRK a LASIK u pacientů s myopií. 8. výroční sjezd České oftalmologické společnosti, Praha: Galén, 2000;83.
6. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J: Implantace fakických nitroočních čoček. 9. výroční sjezd České oftalmologické společnosti: kniha abstrakt, Praha: Galén, 2001;36.
7. Havlíková I, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Kvasnička J: Kvantitativní hodnocení rohovkového topografu nepravidelnosti povrchu rohovky. 9. výroční sjezd České oftalmologické společnosti: kniha abstrakt, Praha: Galén, 2001;63.
8. Havlíková I, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Kvasnička J: Kvantitativní hodnocení topografie rohovky. 1. česko-slovenské bilaterální sympozium oftalmologů: sborník abstrakt, Praha: Česká oftalmologická společnost, 2001;46.
9. Jirásková N, **Feuermannová A,** Rozsíval P: Rekurentní rohovková léze a její léčení. 9. výroční sjezd České oftalmologické společnosti: kniha abstrakt, Praha: Galén, 2001;56.
10. Langrová H, Hejcmanová D, Peregrin J, **Feuermannová A,** Rozsíval P: Zrakové funkce u vysoké myopie po fotorefraktivní keratektomii a Laser in situ keratomileusis. 9. výroční sjezd České oftalmologické společnosti: kniha abstrakt, Praha: Galén, 2001;30.
11. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A**: Refrakční operace u hypermetropie. 9. výroční sjezd České oftalmologické společnosti: kniha abstrakt, Praha: Galén, 2001;38.

12. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A**: Refrakční operace u myopů do -6 D. 1. česko - slovenské bilaterální sympozium oftalmologů: sborník abstrakt, Praha: Česká oftalmologická společnost, 2001;45.
13. Šach J, Jirásková N, **Feuermannová A,** Rozsíval P: Histopatologie rekurentní rohovkové léze. 9. výroční sjezd České oftalmologické společnosti: kniha abstrakt, Praha: Galén, 2001;57.
14. Urminský J, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Jirásková N: Refrakční lensektomie. 1. česko-slovenské bilaterální sympozium oftalmologů: sborník abstrakt, Praha: Česká oftalmologická společnost, 2001;41
15. Urminský J, Rozsíval P, **Feuermannová A**: Multifokální nitrooční čočka (MIOL) - první zkušenosti. 1. česko-slovenského bilaterálního sympozia oftalmologů: sborník abstrakt, Praha: Česká oftalmologická společnost ČLS J. E. P., 2001;24.
16. Bytton Díaz LC, Hejcmanová D, Langrová H, **Feuermannová A,** Rozsíval P: Zrakové funkce při vysoké myopii korigované předněkomorovou fakickou čočkou (PK IOL): první výsledky. 10. výroční sjezd České oftalmologické společnosti: kniha abstrakt, Praha: Galén, 2002;71.
17. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V, Havlíková I: Hodnocení výsledků PRK pro nízkou a střední myopii s použitím WAVEFRONT analýzy a bez ní. XI. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí a XIX. Celostátní seminář oftalmologické sekce ČAS, Hradec Králové: Nucleus, 2003;22.
18. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V, Havlíková I: Vliv tloušky rohovky po lasiku na hodnoty NT. XI. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí a XIX. Celostátní seminář oftalmologické sekce ČAS, Hradec Králové: Nucleus, 2003;52.
19. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V: Fakické nitrooční čočky - možnost korekce myopie a hypermetropie. Aktuálne problémy v oftalmológii, Žilina: Masm, 2003;61.
20. Jirásková N, **Feuermannová A,** Rencová E, Rozsíval P: Edém terčů optiků a centrální krajiny u pacientky s anamnézou nitroočního zánětlivého onemocnění. XI. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí a XIX. Celostátní seminář oftalmologické sekce ČAS, Hradec Králové: Nucleus, 2003;88.
21. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Urminský J, Havlíková I: Dlouhodobé výsledky po laserových refrakčních operacích. Aktuálne problémy v oftalmológii, Žilina: Masm, 2003;58.
22. Studnička J, Rencová E, **Feuermannová A**: Zadní skleritida neznámé etiologie u mladého muže. XI. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí a XIX. Celostátní seminář oftalmologické sekce ČAS, Hradec Králové: Nucleus, 2003;81.
23. Urminský J, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Lorencová V, Havlíková I: Multifokální nitrooční čočka (amo array) - po 24 měsících. XI. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí a XIX. Celostátní seminář oftalmologické sekce ČAS, Hradec Králové: Nucleus, 2003;17.
24. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: První zkušenosti s implantací fakické torické nitrooční čočky Artisan. Aktuálne problémy v oftalmologii, Žilina: Masm, 2003;62.

25. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: První zkušenosti s implantací fakické torické nitrooční čočky (ptiol) artisan. XI. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí a XIX. Celostátní seminář oftalmologické sekce ČAS, Hradec Králové: Nucleus, 2003;19.
26. **Feuermannová A**, Rozsíval P: Rohovková wavefront analýza - první praktické zkušenosti. XII. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Olomouc: Univerzita Palackého, 2004;60.
27. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V, Němcová I: Aberace vyšších řádů po LASIKu. XIII. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Ústí nad Labem: Česká oftalmologická společnost ČLS JEP, 2005;116.
28. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: Další zkušenosti s implantací akomodačních čoček. 3. bilaterální česko-slovenské oftalmologické sympozium s mezinárodní účastí, Hradec Králové: Nucleus, 2005;71.
29. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: Nová možnost řešení presbyopie - čočka AcrySof ReSTOR. 3. bilaterální česko-slovenské oftalmologické sympozium s mezinárodní účastí, Hradec Králové: Nucleus, 2005;68.
30. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: PRELEX - s použitím čočky Acrysof ReSTOR. XIII. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Ústí nad Labem: Česká oftalmologická společnost ČLS JEP, 2005;39.
31. **Feuermannová A,** Buchta V, Korda V: Jsou furasiózy skrytým nebezpečím v oftalmologii. XIV. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Plzeň: Euroverlag, 2006;131.
32. **Feuermannová A,** Buchta V: Hromadný výskyt pooperačních endoftalmitid 7. Vejdovského olomoucký vědecký den, Olomouc: Univerzita Palackého, 2006;12.
33. **Feuermannová A,** Lorencová V, Urminský J, Dúbravská Z: Hodnoty aberací vyšších řádů u pacientů před refrakční operací. XIV. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Plzeň: Euroverlag, 2006;110.
34. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Urminský J: 10leté výsledky korekce myopie metodou PRK. XIV. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Plzeň: Euroverlag, 2006;98.
35. Rencová E, Hrnčíř Z, Bradna P, **Feuermannová A,** Studnička J: Vaskulitidy sítnice při revmatických onemocněních. 7. Vejdovského olomoucký vědecký den, Olomouc: Univerzita Palackého, 2006;9.
36. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: Efekt a stabilita fakické torické IOL u kombinovaných refrakčních vad. XIV. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Plzeň: Euroverlag, 2006;108.
37. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: Kelman Duet Implant-nová fakická čočka pro řešení vysoké myopie. XIV. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Plzeň: Euroverlag, 2006;106.

38. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, Langrová H, **Feuermannová A**: Bezaberační asférická IOL - vliv na aberace oka po operaci katarakty. XIV. výroční sjezd České oftalmologické společnosti s mezinárodní účastí, Plzeň: Euroverlag, 2006;44.
39. Lorencová V, Urminský J, Rozsíval P, **Feuermannová A**: Další zkušenosti s použitím FIOL Kelman Duet. V. mezinárodní kongers ČSRKCh, Mariánské Lázně, 2007;23.
40. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: Člověku do hlavy nevidíš.... V. mezinárodní kongers ČSRKCh, Mariánské Lázně, 2007;24.
41. Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V, **Feuermannová A,** Langrová H: Asférické IOL Akreos Adapt a AcrySof IQ. V. mezinárodní kongers ČSRKCh, Mariánské Lázně, 2007;52.
42. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V: První zkušenosti s Corneal Cross Linking (CCL). XV. Výroční sjezd ČOS s mezinárodní účastí. Brno, 2007;32.
43. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V: Současné možnosti v laserové refrakční chirurgii. XV. Výroční sjezd ČOS s mezinárodní účastí. Brno, 2007;110.
44. Lorencová V, Urminský J, Rozsíval P, **Feuermannová A**: Stabilita refrakce za 12 let po operaci PRK. XV. Výroční sjezd ČOS s mezinárodní účastí. Brno, 2007;109.
45. Urminský J, Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A**: Zrakové funkce s pseudoakomodační IOL AcrySof Restor (2 leté zkušenosti). XV. Výroční sjezd ČOS s mezinárodní účastí. Brno, 2007;99.
46. Lorencová V, Urminský J, Rozsíval P, **Feuermannová A**: Zrakové funkce po inplantaci ICL. VI. mezinárodní kongers ČSRKCh, Praha, 2008;80.
47. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A**: ReZoom a Technis MF při řešení presbyopie. VI. mezinárodní kongers ČSRKCh, Praha, 2008;32.
48. Urminský J, Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A**, Chmelíková H: Multifokální versus akomodační čočky. VI. mezinárodní kongers ČSRKCh, Praha, 2008;25.

Přehledové články

1. Lorencová V, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Havlíková I, Urminský J: Fotorefrakterní keratektomie u hypermetropie. Čs Oftal 2004;60(1):54-7.
2. Urminský J, Rozsíval P, **Feuermannová A,** Lorencová V, Jirásková N: Implantace multifokální nitrooční čočky. Čs Oftal 2004;60(1):30-6.
3. Urminský J, Rozsíval P, Lorencová V, **Feuermannová A,** Němcová I: Korekce astigmatismu použitím čočky Artisan Phakic Toric. Čs Oftal 2006;62(1):16-26.

Přednášky

1. **Feuermannová A**, Novák J: Vliv tunelového řezu na pooperační astigmatismus. Výroční sjezd ČOS, Klatovy, 26.-28.6.1997.
2. **Feuermannová A**, Rozsíval P: Nový diodový laser k řešení hypermetropie. Krajský seminář, Hradec Králové, 13.3.1998.
3. **Feuermannová A**, Rozsíval P: Fakické IOL – první zkušenosti. 8. výroční sjezd ČOS, Plzeň, 15.-16.9.2000.
4. **Feuermannová A**, Rozsíval P, Urminský J: Implantace fakických nitroočních čoček. 9. výroční sjezd ČOS, Brno, 5.-7.10.2001
5. **Feuermannová A**, Rozsíval P: První praktické zkušenosti s wavefront analýzou. 10. výroční sjezd ČOS, Praha, 3.-5.10.2002.
6. **Feuermannová A**, Rencová E: Specifická chorioretinitis – kazuistika. Pracovní den ČOS, Praha, 1.12.2001.
7. **Feuermannová A**: Refrakční chirurgie – následná péče. Futurum oftalmologicum, Rožnov p. Radhoštěm, 8.-10.2.2002.
8. **Feuermannová A**: Wavefront analýza – první praktické zkušenosti. Futurum oftalmologicum, Jeseník, 7.-9.2.2003.
9. **Feuermannová A**, Rencová E: Specifická chorioretinitis. 4. Vejdovského olomoucký den, Olomouc, 29.3.2003.
10. **Feuermannová A**: Coatsova choroba. Pracovní den ČOS, Praha, 11.4.2003.
11. **Feuermannová A**: Alergická onemocnění oka, Praha, 12.4.2003.
12. **Feuermannová A**, Rozsíval P: Současné možnosti refrakční chirurgie v oftalmologii. (Přednáška pro praktické lékaře), Praha, 26.4.2003.
13. **Feuermannová A**: Indikace k refrakčním operacím. Okresní oftalmologický seminář, Litomyšl, 15.5.2003.
14. **Feuermannová A**: Diagnostika a léčba alergických onemocnění oka. Odborný seminář, Pardubice, 5.6.2003.
15. **Feuermannová A**, Rozsíval P, Urminský J, Havlíková I, Lorencová V: Fakické nitrooční čočky – možnost korekce myopie a hypermetropie. 2. slovensko-české bilaterálne sympózium oftalmológov, Žilina, 20.-21.6.2003.
16. **Feuermannová A**, Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V, Havlíková I: Hodnocení výsledků PRK pro nízkou a střední myopii s použitím wavefront analýzy a bez ní. 11. výroční sjezd ČOS, Hradec Králové, 25.-27.9.2003.
17. **Feuermannová A**, Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V, Havlíková I: Vliv tloušťky rohovky po Lasiku na hodnoty NT. 11. výroční sjezd ČOS, Hradec Králové, 25.-27.9.2003.
18. **Feuermannová A**, Rozsíval P, Urminský J: Fakická IOL – dvouleté zkušenosti. Futurum oftalmologicum, Jeseník, 6.-8.2.2004.
19. **Feuermannová A**, Jirásková N: Alergická onemocnění oka. Kurz, Praha,6.3.2004.
20. **Feuermannová A**: Dětské uveitidy. Pediatrický seminář, Hradec Králové, 17.3.2004.

21. **Feuermannová A**: Alergické projevy v oftalmologii. 2. konference kontinuálního vzdělávání farmaceutů, Praha, 20.3.2004.
22. **Feuermannová A,** Rozsíval P: Rohovková wavefront analýza - první praktické zkušenosti. XII. výroční sjezd ČOS, Ostrava, 17.-19.6.2004.
23. **Feuermannová A:** Topographically supported customized ablation for the management of astigmatism (3 cases). International User Meeting, Sharm El Sheikh, Egypt, 28.-29.1.2005.
24. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V, Němcová I: Aberace vyšších řádů po LASIKu, XIII.výroční sjezd ČOS, Ústí nad Labem, 9.-11.6.2005.
25. **Feuermannová A,** Buchta V, Korda V: Jsou furasiózy skrytým nebezpečím v oftalmologii. XIV. výroční sjezd ČOS, Plzeň, 15.-17.6.2006.
26. **Feuermannová A**, Buchta V: Hromadný výskyt pooperačních endoftalmitid Vejdovského olomoucký vědecký den, Olomouc, 25.3.2006.
27. **Feuermannová A,** Lorencová V, Urminský J, Dúbravská Z: Hodnoty aberací vyšších řádů u pacientů před refrakční operací. XIV. výroční sjezd ČOS, Plzeň, 15. 17.6.2006.
28. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V: První zkušenosti s Corneal Cross Linking (CCL). XV. Výroční sjezd ČOS s mezinárodní účastí. Brno, 21.-23.6. 2007.
29. **Feuermannová A,** Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V: Současné možnosti v laserové refrakční chirurgii. XV. Výroční sjezd ČOS s mezinárodní účastí. Brno, 21,-23.6.2007.
30. **Feuermannová A**, Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V: Výsledky CCL (roční sledování), Strakonický seminář, Strakonice, 7.12.2007.
31. **Feuermannová A**, Rozsíval P, Urminský J, Lorencová V: Výsledky CCL (roční sledování), Futurum ophthalmologicum 2008, Karlova Studánka, 1.-2.2.2008.