Oftalmologie 5-09 16.10.2009 14:08 Str. 176

proLékaře.cz | 5.12.2026

Změny aberací vyšších řádů a kontrastní citlivosti po standardní fotorefrakční keratektomii

Loukotová V., Vlková E., Horáčková M., Tokošová E., Pirnerová L., Hlinomazová Z., Dvořáková D., Němec J.

Oční klinika LF MU, FN Brno, přednosta prof. MUDr. E. Vlková, CSc.

Práce byla přednesena na XVI. výročním sjezdu ČOS ve Špindlerově Mlýně 25. – 27. září 2008.

SOUHRN

Cíl: Cílem prospektivní studie bylo zhodnocení aberací vyšších řádů a kontrastní citlivosti po fotorefrakční keratektomii (PRK) se standardním fotoablačním profilem.

Soubor a metodika: Do souboru bylo zahrnuto 37 klientů (69 očí), průměrného věku 27,2 ± 4,5 let, již podstoupili PRK na cílovou emetropii v období leden 2007 – prosinec 2007. V 19 případech se jednalo o korekci myopie, v 50 případech myopie s astigmatismem. Předoperační sférický ekvivalent činil -3,14 ± 0,95 D. PRK bylo provedeno excimer laserovým systémem Technolas 217 (Bausch & Lomb) se standardním ablačním profilem (PlanoScanTM 2000), s optickou zónou 6,5 mm. Hodnocena byla zraková ostrost, kontrastní citlivost (KC, CSV-1000E, VectorVision) v mezopických podmínkách a monochromatické aberace (Zywave, Bausch & Lomb), a to předoperačně a 1, 3, 6 a 12 měsíců pooperačně. Statistické zpracování bylo provedeno pomocí párového t-testu, Wilcoxonova testu a Mann-Whitney U testu (α = 0,05).

Výsledky: PRK vykazovala vysoký index efektivity i bezpečnosti (0,98 resp. 1,03 v 1 roce po zákroku). Kontrastní citlivost za mezopických podmínek nebyla po PRK významně ovlivněna. Průměrná hodnota KC zůstávala po celou dobu sledování ve fyziologickém rozmezí ve všech prostorových frekvencích. Pooperačně došlo ke zvýšení podílu sférické aberace na aberacích vyšších řádů z předoperačních 13,1 % na 16,6 % rok po PRK. V polovině případů byla změna aberací vyšších řádů v rozsahu ± 0,1 μm. Změna sférické aberace činila v 66 % případů ± 0,05 μm. Aberace vyšších řádů se oproti předoperačním hodnotám snížily nebo nezměnily přibližně v jedné třetině případů, sférická aberace ve čtvrtině případů. Souvislost mezi hodnotami monochromatických aberací a kontrastní citlivostí nebyla prokázána.

Závěr: Ačkoliv konvenční PRK pro nízkou myopii indukuje aberace vyšších řádů včetně sférické aberace, dopady na kontrastní citlivost za mezopických podmínek v našem souboru byly nevýznamné. Kontrastní citlivost většiny klientů se pohybovala při horní hranici normy.

Klíčová slova: fotorefrakční keratektomie, aberace vyšších řádů, wavefront analýza, kontrastní citlivost

SUMMARY

Changes of Higher Order Aberrations and Contrast Sensitivity after Standard Photorefractive Keratectomy

The aim of the prospective study was to evaluate higher order aberrations and contrast sensitivity after photorefractive keratectomy (PRK) using the standard photoablation profile. Materials and methods: The group consisted of 37 patients (69 eyes), the mean age 27.2 ± 4.5 years, who underwent PRK with target emetropia during the period January 2007 –December 2007. In 19 cases, it was correction of myopia, in 50 cases myopia with astigmatism. The preoperative spherical equivalent was -3.14 ± 0.95 D. The PRK was performed by means of excimer laser system Technolas 217 (Bausch & Lomb) with the standard phoptoablation profile (PlanoScanTM 2000), using the 6.5 mm optical zone. The visual acuity, contrast sensitivity (CS; CSV-1000E, VectorVision) under mesopic circumstances and monochromatic aberrations (Zywave, Bausch & Lomb) were evaluated before the surgery, and 1, 3, 6, and 12 months thereafter. The pair t-test, Wilcoxon test, and the Mann – Whitney U test (α = 0.05) were used for the statistical analysis. Results: The PRK showed high index of effectiveness and safety (0.98, respectively 1.03 in the first year after the procedure). The contrast sensitivity under mesopic circumstances was not significantly involved after the PRK. The main value of the CS remained during the whole follow-up period within the physiological range in all spatial frequencies. Postoperatively, the part of spherical aberration on the higher order aberrations increased from 13.1 % preoperatively to 16.6 % one year after the PRK. In one half of the cases, the change of the higher order aberrations was within the range ± 0.1 μm. In 66 % of cases, the change of the spherical aberration was ± 0.05 μm. The higher order aberrations comparing to the preoperative values decreased or remained unchanged approximately in one third of the cases, and the spherical aberration in one quarter of the cases. There was not established dependence between monochromatic aberrations values and the contrast sensitivity. Conclusion: Although the conventional RPK for low myopia treatment induces higher order aberrations including the spherical aberration, the impact on the contrast sensitivity under mesopic circumstances in our group were not significant. The contrast sensitivity of the most of patients was near the upper limit of the normal range.

Key words: photorefractive keratectomy, higher order aberrations, wavefront analysis, contrast sensitivity

Čes. a slov. Oftal., 65, 2009, No. 5, p. 176–181

proLékaře.cz | 5.12.2026

ÚVOD

Ačkoliv laserové refrakční zákroky vykazují velice dobré pooperační výsledky, problematika kvality zrakového vjemu po těchto výkonech zůstává otevřena. Fotorefrakční zákroky mění optické vlastnosti rohovky s cílem redukovat tzv. aberace nižších řádů (myopie, astigmatismus, hypermetropie). Současně však dochází u výkonů s konvenčním ablačním profilem k navýšení tzv. aberací vyšších řádů (higher order aberration, HOA), což jsou vady, které nelze korigovat běžným sférocylindrickým systémem. Díky tzv. wavefront analýze je možné i tyto aberace diagnostikovat a kvantifikovat. Na souvislost mezi aberacemi vyšších řádů a kvalitou vidění upozornila řada publikovaných prací [6, 14]. Bylo například zjištěno, že výskyt dysfotopsií, zejména glare, souvisí s výší sférické aberace, vidění „s duchy“ pak s výskytem comy. Prokázaná souvislost mezi hodnotami aberací vyšších řádů a šíří zornice pak vysvětluje jejich negativní dopad na kvalitu zraku zejména za mezopických a skotopických podmínek. Tyto asociace se pak odrážejí i ve snížení kontrastní citlivosti po zákrocích [3, 4, 7, 18]. Diagnostika i možnost ovlivnění aberací vyšších řádů se v posledních letech dostala do centra zájmu refrakčních chirurgů. Ve snaze zvýšit spokojenost klientů a zlepšit kvalitu vidění po laserovém zákroku byly v posledních letech uvedeny do praxe wavefront analýzou vedené laserové systémy. Díky nim je možné redukovat nebo neindukovat aberace vyšších řádů refrakčním výkonem [14]. Nicméně detailní analýzy mohutnosti navýšení aberací vyšších řádů konvenčními zákroky a jejich konkrétní korelace s kontrastní citlivostí či dalšími parametry výkonu zrakového orgánu v literatuře nenacházíme. Cílem této studie bylo analyzovat zrakovou ostrost, kontrastní citlivost, monochromatické aberace a jejich vzájemný vztah před a po fotorefrakční keratektomii s konvenčním ablačním profilem.

SOUBOR A METODIKA

Soubor tvořilo 37 klientů (69 očí), průměrného věku 27,2 ± 4,5 let (rozsah 19-38 let), kteří podstoupili na našem pracovišti PRK v období leden 2007 až prosinec 2007. Jednalo se o 17 mužů a 20 žen, průměrný předoperační sférický ekvivalent byl -3,14 ± 0,95 D (SE od -1,63 do -6,25 D, sféra od -1,5 do -6 D, cylindr od 0 do -1,5 D). V 19 případech jsme odstraňovali myopii, v 50 případech myopii s astigmatismem, u všech klientů byla cílem emetropie. Fotorefrakční keratektomie byla provedena excimer laserovým systémem Technolas 217 (Bausch & Lomb) se standardním ablačním profilem (PlanoScan™ 2000) a optickou zónou 6,5mm. Zákroky jsme provedli v lokální anestezii, pooperačně byla aplikována lokální antibiotika a krycí kontaktní čočka do ukončení reepitelizace rohovky. Poté jsme kontaktní čočku extrahovali a klienti započali s lokální aplikací kortikosteroidů, která byla z původního dávkování čtyřikrát denně postupně snižována a ukončena nejdéle tři měsíce po zákroku. Dále klienti aplikovali lubrikancia podle subjektivních pocitů a objektivního nálezu. Předoperačně, 1, 3, 6 a 12 měsíců pooperačně jsme hodnotili zrakovou ostrost, kontrastní citlivost a monochromatické aberace. Zraková ostrost byla vyšetřována na Snellenových optotypech. Kontrastní citlivost za mezopických podmínek byla stanovena pomocí CSV-1000E tabule, která zahrnuje 4 řádky podnětových kruhových terčů s vertikálními pruhy sinusového průběhu prostorové frekvence 3, 6, 12, 18 c/deg. Každý řádek obsahuje vzorový podnětový terč a 8 párů terčů testovacích. V řádku zleva doprava progresivně klesá úroveň kontrastu, a to mezi 1. až 3. terčem o 0,17 log a pro následující páry o 0,15 log. Poslední správně určená úroveň kontrastu je hodnocena jako prahový kontrast. Ke statistickému zhodnocení i grafickému znázornění byla použita logaritimická transformace hodnot úrovně kontrastní citlivosti. Dále bylo provedeno vyšetření aberometrem Zywave (Bausch & Lomb). Pro hodnocení aberací v 5 a 6 mm zornici byla nutná arteficiální mydriáza. Z výstupů aberometru jsme hodnotili střední kvadratickou chybu (root mean square, RMS) celkových aberací, aberací vyšších řádů a sférické aberace. V rámci této publikace jsou dále uváděna data pro 6 mm aperturu. Sledovali jsme vývoj výše uvedených parametrů v čase a jejich vzájemné vztahy. Zejména jsme se zaměřili na korelaci mezi hodnotami aberací vyšších řádů a kontrastní citlivostí. Statistické zpracování bylo provedeno pomocí programu STATISTICA verze 8 (StatSoft). Pro zhodnocení vývoje sledovaných parametrů v čase byl použit párový t-test a neparametrický Wilcoxonův test. Rozdíly středních hodnot byly testovány pomocí t-testu a neparametrického Mann-Whitney U testu. Normalita rozdělení byla ověřena Shapiro-Wilksovým testem, v kombinaci s Kolmogorov-Smirnovovým testem. Statistická významnost testů byla hodnocena na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

VÝSLEDKY

Předoperačně bylo vyšetřeno 69 očí 37 subjektů. Během zákroku ani pooperačně jsme nezaznamenali žádnou komplikaci. Šestiměsíčního sledování dosáhlo 40 očí (58 %) a 12 měsíčního 38 očí (55 %). Do statistického zhodnocení vývoje sledovaných parametrů v čase byly zahrnuty pouze párové hodnoty.

Zraková ostrost

PRK vykazuje vysoký index efektivity i bezpečnosti. Index efektivity, který je dán poměrem pooperační nekorigované (UCVA) a předoperační nejlépe korigované zrakové ostrosti (BCVA), dosáhl v prvním měsíci hodnoty 0,9, ve třetím 0,98, v šestém 1,0 a v roce po zákroku 0,98. Index bezpečnosti (poměr pooperační a předoperační nejlépe korigované zrakové ostrosti) činil 0,98 v prvním měsíci, v dalších sledovacích obdobích pak 1,03. UCVA pooperačně byla v porovnání s předoperačními hodnotami statisticky významně lepší ve všech sledovaných obdobích. Signifikantní pokles UCVA po zákroku oproti BCVA před zákrokem byl zaznamenán pouze v prvním měsíci po PRK. Ve 3., 6. a 12. měsíci se tyto hodnoty statisticky významně nelišily, což dokládá i hodnota indexu efektivity blízká 1,0.

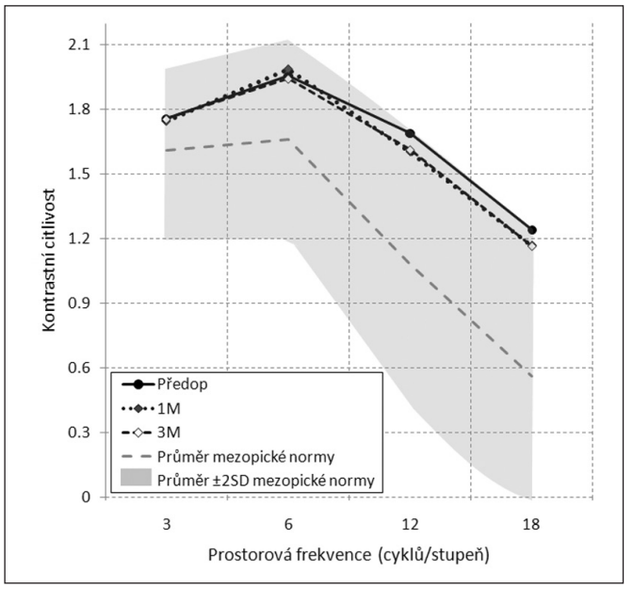
Kontrastní citlivost

Vývoj kontrastní citlivosti (KC) za mezopických podmínek dokumentují obr. 1 a 2. Ve vyšších prostorových frekvencích (12 a 18 c/deg) byla kontrastní citlivost po zákroku nižší, ale pouze v prvním měsíci po zákroku byl tento pokles KC statisticky významný oproti předoperační úrovni (obr. 1). V dalších sledovaných obdobích se jednalo o statisticky nevýznamnou změnu (viz obr. 1 a 2). V nižších frekvencích 3 a 6 c/deg byla KC statisticky nevýznamně vyšší ve srovnání s předoperační úrovní. Po celou dobu sledování zůstávala průměrná hodnota KC ve fyziologickém rozmezí ve všech prostorových frekvencích. Při rozboru jednotlivých vyšetření jsme z celkových 175 pooperačních vyšetření v 21 případech zachytili hodnoty, jež se nacházely pod průměrnou hodnotou normy, stále však v intervalu průměr normy – 2SD. Jednalo se o 17, resp. 7 případů ve frekvenci 3 c/deg, resp. 6 c/deg. Ve vyšších prostorových frekvencích (tj. 12 a 18 c/deg) bylo všech 175 vyšetření nad průměrnou hodnotou normy dané pro mezopické podmínky.

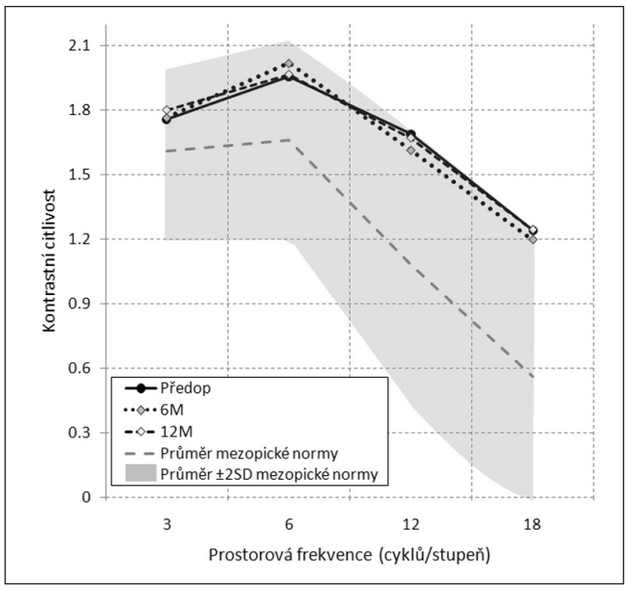
Monochromatické aberace

Celkové aberace byly signifikantně sníženy z průměrné předoperační hodnoty RMS 3,88 ± 1,33 μm na úroveň 0,86 ± 0,22

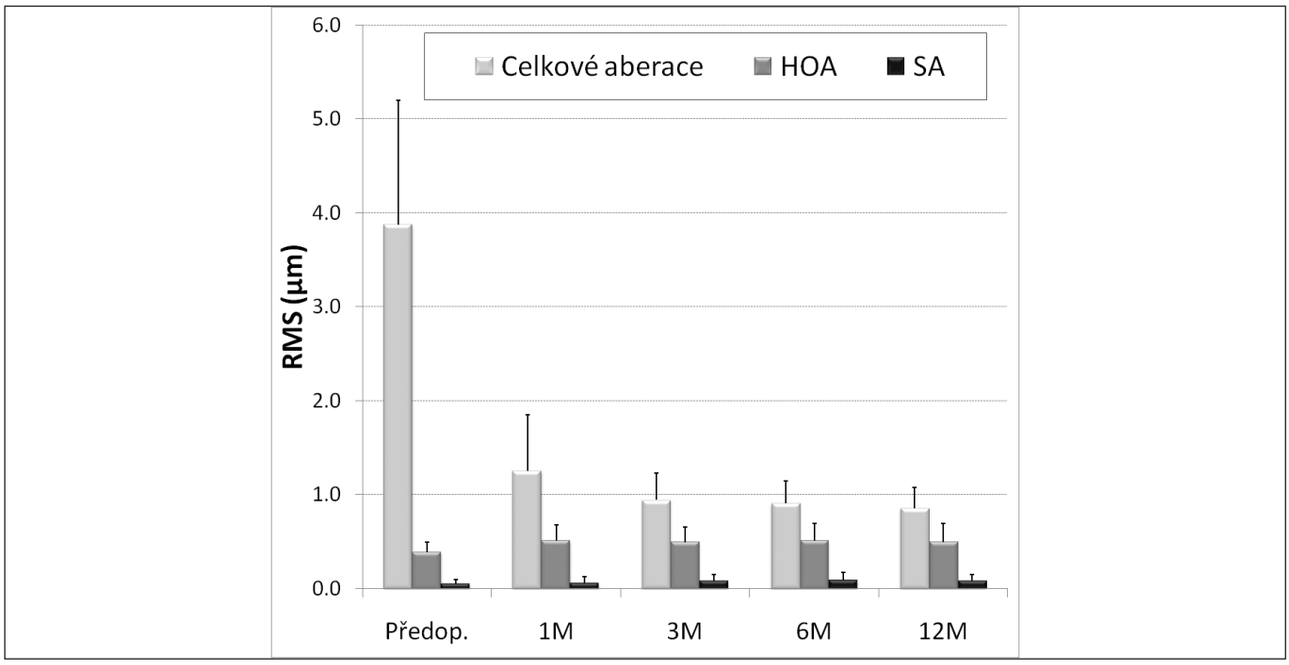
proLékaře.cz | 5.12.2026



Obr. 1. Kontrastní citlivost 1 a 3 měsíce po PRK



Obr. 2. Kontrastní citlivost 6 a 12 měsíců po PRK



Obr. 3. Střední kvadratická chyba (RMS, μm) celkových aberací, aberací vyšších řádů (HOA) a sférické aberace (SA) před a po PRK

μm rok po zákroku, což je dáno cíleným odstraněním aberací 2. řádu, tedy myopie a astigmatismu. Stabilizace celkových aberací bylo dosaženo ve 3. měsíci po zákroku (obr. 3). Aberace vyšších řádů (HOA) i sférická aberace (SA) byly zákrokem indukovány. Pouze v prvním měsíci nebyla tato změna statisticky významná, pravděpodobně pro značný rozptyl hodnot. Od 3. měsíce bylo navýšení HOA i SA již signifikantní. V absolutních hodnotách jde o poměrně malé změny činící ve 12. měsíci u HOA v průměru 0,09 μm (od -0,4 do +0,56 μm, SD ± 0,19 μm), v případě SA v průměru 0,04 μm (od -0,08 do 0,26 μm, SD ± 0,06 μm). S odstraněním aberací nižších řádů došlo k logickému zvýšení podílu HOA na celkových aberací z předoperačních 11 % na 59,8 % ve 12. měsíci po zákroku. Pooperačně se zvýšil rovněž podíl SA na aberacích vyšších řádů z 13,1 % předoperačně na 16,6 % rok po operaci. Jak před zákrokem, tak i po PRK byla patrná výrazná interindividuální variabilita podílu HOA na CA i SA na HOA (podíl HOA/CA předoperačně 11 ± 4,6 %, od 5,1 do 25,2 %, podíl SA/HOA předoperačně 13,1 ± 13 %, od 0 do 58,8 %, rok po PRK podíl SA/HOA 16,6 ± 14,2 %, od 0 do 70,5 %). Indukci HOA a SA fotorefrakční keratektomií se standardním ablačním profilem detailně zobrazují histogramy na obr. 4 a 5. Z grafů vyplývá, že rok po zákroku byla v polovině případů změna HOA v rozsahu ± 0,1 μm. Sférická aberace v 66 % případů vykazovala změnu do ± 0,05 μm. Aberace vyšších řádů byly v roce po zákroku stejné nebo nižší oproti předoperačním hodnotám v 37,5 % případů, sférická aberace v 27,5 % případů. Předoperační a pooperační hodnoty HOA a SA po PRK spolu korelovaly

proLékaře.cz | 5.12.2026

a předoperační hodnoty vysvětlovaly 16,1 % variability HOA a 23,6 % variability SA rok po PRK.

Zraková ostrost a monochromatické aberace

Předoperačně korelovala hodnota UCVA s celkovými aberacemi (r = -0,46) a sférickou aberací (r = 0,28). Závislost mezi UCVA a HOA nebyla zaznamenána. Dvanáct měsíců po PRK nebyl prokázán vztah mezi UCVA a celkovými aberacemi, zatímco mezi UCVA a HOA byl shledán statisticky významný vztah, i když nepříliš těsný (r = -0,33).

Sférický ekvivalent a monochromatické aberace

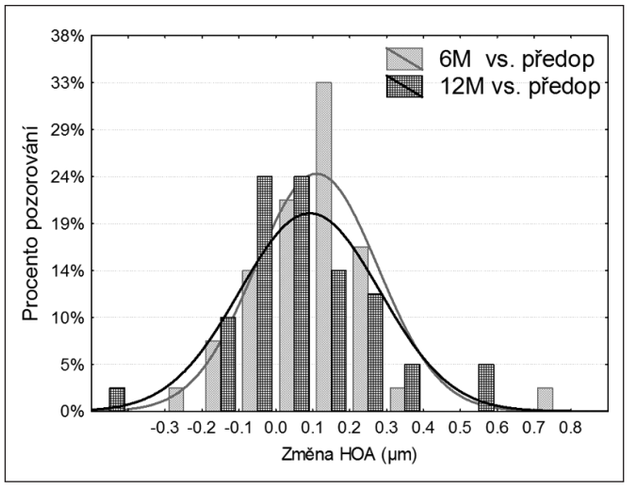
Závislost mezi sférickým ekvivalentem a celkovými aberacemi předoperačně vyplývá ze samotné definice celkových aberací. Hodnota sférického ekvivalentu vysvětluje 90,2 % variability hodnot celkových aberací před zákrokem. Nicméně mezi hodnotou sférického ekvivalentu a aberacemi vyšších řádů či sférickou aberací před PRK neexistoval statisticky významný vztah. Nejvyšší hodnoty sférické aberace vykazovaly očí s nejnižším sférickým ekvivalentem, ale nejednalo se o statisticky významnou korelaci. Vztah mezi předoperačním i pooperačním sférickým ekvivalentem a pooperační aberací celkovou, vyšších řádů a sférickou rovněž nebyl staticky významný.

Kontrastní citlivost a monochromatické aberace

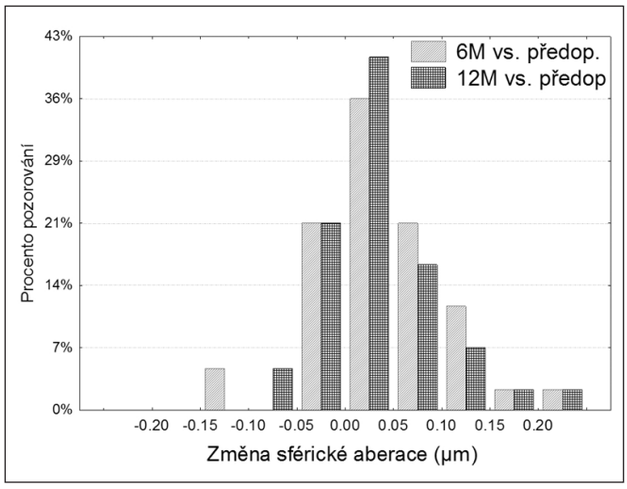
Souvislost mezi hodnotami monochromatických aberací a kontrastní citlivostí v celém souboru nebyla prokázána, což lze vysvětlit normálními hodnotami KC a relativně nízkou úrovní HOA a SA v souboru. Detailně jsme se zaměřili na analýzu případů s hodnotami kontrastní citlivosti sice ve fyziologickém rozmezí, na rozdíl od ostatních vyšetření však pod průměrnou hodnotou mezopické normy. Celkem jsme zaznamenali 17 případů v prostorové frekvencí 3 c/deg a 7 případů ve frekvenci 6 c/deg. Analýza aberací a porovnání s ostatními případy s nadprůměrnou kontrastní citlivostí je doložena na obr. 6. U těchto očí byla o 27 %, resp. 58 % vyšší hodnota celkových aberací ve srovnání se zbytkem souboru. Hodnoty aberací vyšších řádů se však u této podskupiny statisticky významně nelišily. Byl ale zřejmý nárůst podílu sférické aberace na aberací vyšších řádů. Zatímco u očí s nadprůměrnou KC v prostorové frekvenci 3 a 6 c/deg představovala sférická aberace 14,3, resp. 13 % aberací vyšších řádů, v případě očí s nižší kontrastní citlivostí byl její podíl 19,6, resp. 18,4 %, přesto se nejednalo o signifikantní rozdíl.

DISKUSE

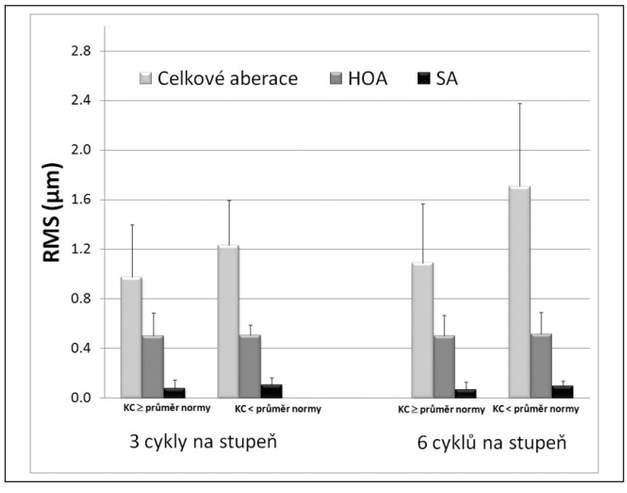
V mnoha studiích je popisován pokles kontrastní citlivosti po fotorefrakční keratektomii [3, 4, 7, 17, 18. Výsledky našeho sledování tuto změnu nedokládají. Předoperační a pooperační úroveň KC v našem souboru zaznamenává obr. 1 a 2. Ačkoli ve vyšších prostorových frekvencích 12 a 18 c/deg byly hodnoty KC nižší a ve frekvencích 3 a 6 c/deg vyšší oproti hodnotám předoperačním, nejednalo se od třetího měsíce o změnu statisticky významnou. Kontrastní citlivost navíc vykazovala stabilní hodnoty po celou dobu sledování, signifikantní změny mezi jednotlivými kontrolami nebyly prokázány. Tato pozorování se v zásadě shodují se studií kolektivu Vetrugno at al. [17], který uvádí zhoršení kontrastní citlivosti bezprostředně po zákroku, s postupným zlepšením v 6 měsících a 1 roce po PRK. Laserové refrakční zákroky se standardním fotoablačním profilem umožňují odstranění aberací nižších řádů, aberace vyšších řádů jsou však těmito výkony indukovány, jak bylo prokázáno v dřívějších studiích [8, 11, 12, 15]. Stejný závěr přineslo i naše sledování: po PRK došlo k signifikantnímu zvýšení aberací vyšších řádů, včetně polynomu 4. řádu – sférické aberace. Ve 12 měsících činily HOA 1,3násobek a SA



Obr. 4. Změna RMS (μm) aberací vyšších řádů (HOA) 6 a 12 měsíců po PRK



Obr. 5. Změna RMS sférické aberace (μm) 6 a 12 měsíců po PRK



Obr. 6. Porovnání RMS (μm) celkových aberací, aberací vyšších řádů (HOA) a sférické aberace (SA) v podskupinách s kontrastní citlivostí ≥ průměrná hodnota normy a s kontrastní citlivostí < průměrná hodnota normy

Oftalmologie 5-09 16.10.2009 14:08 Str. 180
proLékaře.cz | 5.12.2026

pak 1,8násobek předoperačních hodnot. Oshika at al. [12] v roce 1999 publikoval průměrné hodnoty aberací vyšších řádů před, ve 2 a 6 týdnech a dále ve 3, 6 a 12 měsících po PRK. Po 12 měsících činily HOA 2,3násobek hodnot předoperačních. Soubor byl srovnatelný věkem i předoperačním sférickým ekvivalentem. Zákrok byl proveden na excimer laserovém systému Nidek EC-5000 s ablační zónou 5,5 mm, hodnoty aberací byly kalkulovány z dat rohovkové topografie a přepočteny na 7 mm zornici. Ze studie, kterou publikoval v roce 2004 Tanabe at al. [16], vyplývá v případě HOA 2,1 a v případě SA 1,75násobné navýšení průměrných hodnot RMS 1 měsíc po PRK oproti hodnotám před zákrokem. Průměrný věk subjektů byl vyšší oproti našemu souboru (33,2 ± 10,9 let), stejně tak i předoperační refrakce (SE -6,8 ± 3,7, rozsah -2,0 a -10,5 D). PRK bylo provedeno pomocí VISX STAR S2 excimer laserového systému s ablační zónou 6,0 mm. Aberace byly měřeny ve 4 mm zornici aberometrem Topcon Corp, jež pracuje také na Shack-Hartmannově principu jako v naší studii použitý aberometr Zywave. Rovněž z práce Mrochena at al. [9] je patrná indukce Zernikeových polynomů: 3. řád na pětinásobek, 4. řád na čtyřnásobek předoperačních hodnot. Soubor zahrnovalo 10 očí s předoperačním sférickým ekvivalentem v rozmezí -2,5 až -6 D, PRK bylo provedeno excimer laserem Multiscan s ablační zónou 6 nebo 6,5 mm. Stanovení aberací v 6mm zornici proběhlo za použití automatického aberometru Tscherningova typu. Indukce aberací vyšších řádů v našem souboru byla o řádově srovnatelná, i když lehce nižší než v citovaných studiích Oshika at al. [12] a Tanabe at al. [16]. Aberace však byly měřeny odlišnými aberometry. Ačkoli bylo prokázáno, že aberometry jsou spolehlivé přístroje s dobrou reprodukcibilitou, hodnoty aberací vyšších řádů měřené různým typem aberometru se statisticky významně liší [2]. Dalším faktorem, který činí porovnání jednotlivých studií problematické je rozdílný pupilární průměr, k němuž se data vztahují. Řada studií totiž prokázala nárůst aberací se vzrůstajícím průměrem zornice [1, 6, 13]. Po fotorefrakčních výkonech doporučuje Hiatt at al. [5] analyzovat aberace vyšších řádů v apertuře minimálně o 0,5 mm větší než je optická ablační zóna. Jen tak lze dle tohoto autora správně detekovat skutečnou velikost indukované sférické aberace. Aberometr Zywave však umožňuje analýzu maximálně v 6 mm apertuře, zatímco ablace byla provedena v 6,5 mm optické zóně. Tato doporučení tedy v naší studii nemohla být respektována. Analýza aberací za průměr apertury 6 mm přesahuje rámec i možnosti této studie. Domníváme se však, že praktický dopad aberací v širší apertuře než 6 mm je omezený a může se uplatnit pravděpodobně jen za skotopických podmínek. Tato otázka bude předmětem navazujících studií. Naše sledování bylo zaměřeno na dopad indukovaných aberací vyšších řádů na kontrastní citlivost za mezopických podmínek. Intenzita osvětlení (osvětlenost) při vyšetření kontrastní citlivosti se nacházela v rozsahu 3,5–5,5 lux, což odpovídá mezopické iluminanci (0,05–50 lux) dle CIE (International Commission on Illumination). Šíře zornice měřená Colvardovým pupilometrem činila 4,1–5,5 mm, což odpovídá mezopické zornici dle Netto at al. [10], který na základě vyšetření 192 očí udává šíři mezopické zornice v rozsahu 4–5,6 mm. Významná asociace mezi hodnotami aberací a úrovní kontrastní citlivostí nebyla v souboru prokázána před ani po PRK. Pouze v nízkých prostorových frekvencích byly zaznamenány případy, kdy aktuální úroveň kontrastní citlivosti byla nižší než norma. Typickým, ale statisticky nesignifikantním znakem v těchto případech bylo zvýšení celkových aberací a podílu sférické aberace. Při plánování této studie jsme na základě odborné literatury předpokládali po fotorefrakční keratektomii snížení kontrastní citlivosti za mezopických podmínek. Dále jsme se domnívali, že tento pokles bude souviset s indukcí aberací vyšších řádů konvenčním laserovým zákrokem. Primární hypotéza snížení kontrastní citlivosti po zákroku nebyla potvrzena. Nebyla nalezena ani asociace mezi hodnotami indukovaných aberací a změnou kontrastní citlivosti. Na základě výše doložených výsledků se domníváme, že použití wavefront analýzou vedeného ablačního profilu nepovede ve většině případů k výraznému zlepšení kontrastní citlivosti za mezopických podmínek při korekci nízké myopie fotorefrakční keratektomií.

ZÁVĚR

PRK vykazuje vysoký index efektivity i bezpečnosti. Signifikantní pokles UCVA po zákroku oproti BCVA před zákrokem byl zaznamenán pouze v prvním měsíci po PRK, ve 12 měsících po zákroku se UCVA statisticky významně nelišila v porovnání s BCVA před zákrokem, což dokládá i hodnota indexu efektivity 1,0. Kontrastní citlivost za mezopických podmínek nebyla po PRK významně ovlivněna. Po celou dobu sledování zůstávala průměrná hodnota ve fyziologickém rozmezí ve všech prostorových frekvencích. Celkové aberace byly signifikantně sníženy, což vyplývá z cíleného odstranění aberací nižších řádů (myopie a astigmatismu). S odstraněním těchto vad dochází k logickému zvýšení podílu HOA na celkových aberací z předoperačních 11 % na 59,8 % v roce po zákroku. Pooperačně dochází dále ke zvýšení podílu SA na aberacích vyšších řádů z 13,1 % předoperačně na 16,6 % rok po operaci. V 50 % případů byla změna HOA v rozsahu ± 0,1 μm. Sférická aberace v 66 % případů vykazovala změnu do ± 0,05 μm. Aberace vyšších řádů se oproti předoperačním hodnotám snížily nebo nezměnily přibližně ve třetině případů (37,5 %), sférická aberace ve čtvrtině případů (27,5 %). Zatímco mezi předoperačním sférickým ekvivalentem a pooperačními hodnotami aberací nebyla nalezena souvislost, hodnoty aberací vyšších řádů a sférické aberace vykazovaly vzájemnou korelaci. Předoperační hodnoty vysvětlovaly 16 resp. 24 % variability HOA a SA ve 12 měsících po PRK. Souvislost mezi hodnotami monochromatických aberací a kontrastní citlivostí v celém souboru nebyla prokázána, což lze vysvětlit normálními hodnotami KC a relativně nízkou úrovní HOA a SA v souboru. Avšak při detailní analýze případů s kontrastní citlivostí pod průměrnou hodnotou normy jsme zaznamenali nárůst podílu sférické aberace na 18,4–19,6 %. Zatímco sférická aberace u očí s nadprůměrnou kontrastní citlivostí činila 13,0–14,3 % aberací vyšších řádů. Z toho vyplývá možný negativní dopad vyšších hodnot sférické aberace na mezopické vidění. Ačkoliv konvenční PRK pro nízkou myopii indukuje aberace vyšších řádů včetně sférické aberace, dopady na kontrastní citlivost za mezopických podmínek jsou nevýznamné. Kontrastní citlivost většiny klientů se pohybovala při horní hranici normy.

LITERATURA

1. **Appletate, R.A., Gansel, K.A.:** The importance of pupil size in optical quality measurmements following radial keratotomy, Refract Corneal Surg, 1990, 6: 47–54
2. **Burakgazi, A. Z., Tinio, B., Bababyan, A., et. al. :** Higher Order Aberrrations in Normal Eyes Measured With Three Different Aberometers, J Refract Surg, 2006, 22: 898–903
3. **Butuner, Z., Elliott, D. B., Gimgel, H. V. at al.:** Visual function one year after laser photorefractive keratectomy, J Refract Corenael Surg, 1994, 10: 625–630
4. **Ghaitt, A. A., Daniel, J., Stulting, R. D. at al.:** Contrast sensitivity and glare disability after radial keratotomy and photorefractive keratectomy, Arch. Ophthalmol, 1998, 116: 12–18
5. **Hiatt, J. A., Grant, C. N., Wachler, B.S.B.:** Establishing Analysis Paremeters for Spherical Aberration after Wavefront LASIK, Am. J. Ophthalmol., 112, 2005, 112: 998–1002
6. **Lawless, M. A., Hodge., Ch.:** Wavefrontęs role in corneal refractive surgery, Clinical and Experimental Ophthalmology, 2005, 33: 199-209

Oftalmologie 5-09 16.10.2009 14:08 Str. 181
proLékaře.cz | 5.12.2026

7. **Lhmann, C. P., Fitzke, F. W., OęBart, D. P. S. at al.:** Halos – a problem for all myopes? A comparison between spectacles, contact lenses and photorefractive keratectomy. Refract Corneal Surg, 1993, 9: S72-S75
8. **Martínez, C. E., Applegate, R. A., Klyce, S. D. at al.:** Effect of pupil dilation on corneal optical aberrations after photorefractive keratectom, Arch Ophthalmol, 1998, 116: 1053–1062
9. **Mrochen, M., Kaemmerer, M., Mierdel, P. at al.:** Increased higher-order optical aberrations after laser refractive surgery, J Cataract Refract Surg, 2001, 27: 362–369
10. **Netto, M. V., Ambrosio, R., Wilson, S. E.:** Pupil size in refractive surgery candidates, J Cataract Refract Surg, 2004, 20: 337–342
11. **Oliver, K. M., Hemenger, R. P., Corbett, M. C., at al.:** Corneal optical aberrations induced by photorefractive keratectomy, J Refract Surg, 1997, 13: 246–254
12. **Oshika, T., Klyce, S. D., Applegate, R. A. at al.:** Comparison of corneal wavefront aberrations after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis, Am J Ophthalmol, 1999, 127: 1–7
13. **Pepose, J. S., Applegate, R. A.:** Making sense out of waferont sensing, Am J Ophthalmol, 139, 2005, 2: 335–343
14. **Feuermannová, A., Komenda, I., Rozsíval, P.:** Wavefront analýza – nový směr ve vyšetřování a léčbě refrakčních vad. In Rozsíval, P., Trendy soudobé oftalmologie – svazek 4, Praha, Galén, 2007, s. 37–60
15. **Seiler, T., Reckmann, W., Maloney, R. K.:** Effective spherical aberration of the cornea as a quantitative descriptor in corneal topography, J Cataract Refract Surg, 1993, 19: 155–165
16. **Tanabe T., Miyata, K., Samejima, T. at al.:** Influence of wavefront aberration and corneal subpepithelial haze on low-contrast visual acuity after photorefractive keratectomy, Am J Ophthalmol, 2004, 138: 620–624
17. **Vetrugno, M., Quaranta, G. M., Maino, A., at al.:** Contrast sensitivity measured by 2 methods after photorefractive keratectomy, J Cataract Refract Surg, 2000, 26: 847–852
18. **Wang, Z., Chen, J., Yang, B.:** Comparison of laser in situ keratomileusis and photorephractive keratectomy to correct myopia from -1.25 to -6.0 diopters, J Refract Surg, 1997, 13: 528–534

Do redakce doručeno dne 10. 3. 2009
Do tisku přijato dne 1. 9. 2009

MUDr. Věra Loukotová
Oční klinika LF MU a FN Brno Bohunice
Jihlavská 20
625 00 Brno
e-mail: vera_loukotova@yahoo.com