Oftalmologie 2-09 23.3.2009 11:00 Str. 68
proLékaře.cz | 12.11.2026

SOUBORNÝ REFERÁT

Kontrastní citlivost v refrakční chirurgii

Kyprianou G., Langrová H., Rozsíval P., Feuermannová A.

Oční klinika LF UK a FN, Hradec Králové, přednosta prof. MUDr. Pavel Rozsíval, CSc.

ÚVOD

V posledních letech stoupá počet pacientů, kteří chtějí podstoupit refrakční zákrok k odstranění refrakční vady, a tím nutnosti její korekce. Nejčastěji udávané jsou kosmetické důvody a také limitace denních aktivit při nošení brýlí či kontaktních čoček. Refrakční chirurgie nabízí v současné době velké množství refrakčních zákroků, které můžeme rozdělit do dvou základních skupin: na rohovkové laserové techniky a nitrooční implantace rozličných typů čoček. Samozřejmostí je pečlivé zvážení nejvhodnějšího operačního zákroku s ohledem na typ refrakční vady, oční nález, ale také v závislosti na věku a na životním stylu pacienta. Stoupající nároky pacientů na kvalitu zrakových funkcí významně přispívají k rozvoji nových, přesnějších a spolehlivějších operačních technik i operačních přístrojů a instrumentária.

K rohovkové refrakční chirurgii se dnes nejčastěji používá excimerový laser. Dvěma nejvíce používanými technikami jsou fotorefraktivní keratektomie (PRK) a laser in situ keratomileusis (LASIK). Existují četné modifikace lamelárních technik lišící se způsobem tvorby lamely a její strukturou. Každá z technik má své výhody i rizika. Jedním z posledních trendů je individuální ablace rohovkové tkáně s použitím wave-front analýzy. Rohovkové refrakční zákroky jsou v současnosti používané u mladých pacientů a ke korekci nižších stupňů refrakčních vad.

Pacientům podstupujícím implantaci nitrooční čočky je nabízena celá řada implantátů (monofokální, akomodační, multifokální, asférické, fakické čočky). Jednotlivé typy nitroočních čoček (IOL) se z důvodu speciální struktury vyznačují jak specifickými výhodami, tak také vedlejšími nežádoucími efekty. Proto je nutné individuální posouzení nejvhodnějšího implantátu s ohledem na každodenní aktivity pacienta a také podrobné poučení pacienta o reálných možnostech refrakční operace. Nitrooční implantáty jsou určeny zejména pro starší pacienty a pacienty s vysokými stupni refrakčních vad.

METODIKA

K posouzení vlivu jednotlivých operačních technik je zcela nezbytné co nejvšestrannější, nejpodrobnější a nejpřesnější hodnocení kvality zraku při nejrůznějších denních aktivitách pacientů za rozličných podmínek prostředí. A tak kromě rutinně hodnocené zrakové ostrosti má v současnosti své nezastupitelné místo i testování kontrastní citlivosti (KC), a to nejen za fotopických podmínek při intenzivním osvětlení, ale i za mezopických podmínek při nízkých stupních osvětlení.

Prostřednictvím kontrastní citlivosti testujeme schopnost oka rozlišovat mezi objektem a pozadím. Kontrastní citlivost poskytuje informace o vidění v podmínkách nižších kontrastů například v šeru, ve tmě, za mlhy či deště, tedy při každodenním zrakovém vnímání.

Aby bylo možno porovnávat výsledky mezi jednotlivými pracovišti, stanovil Americký národní institut pro standardizaci (ANSI, American National Standards Institute) a Mezinárodní organizace pro standardizaci (ISO, International Standards Organisation) obecná pravidla určování KC. Za standardní metodu jsou považovány lineární sinusové pruhy („sine-waves gratings"). Sinusové pruhy různých prostorových frekvencí a kontrastů totiž umožňují komplexní vyšetření KC ve všech viditelných prostorových frekvencích, a tím i specifických zrakových drah. Kontrastní citlivost má být za fotopických podmínek testována při osvětlení 85 cdm^{-2} v prostorových frekvencích 3, 6, 12 a 18 cyklů/stupeň. Mezopické podmínky představují osvětlení 3 cdm^{-2} a KC má být určována v prostorových frekvencích 1,5; 3, 6 a 12 cyklů/stupeň. Při vyšetření má být používána metoda AFC (3-alternative forced choice), kdy jsou pacienti povzbuzováni k odhadu orientace pruhů, což zvyšuje reprodukovatelnost výsledků.

Dvěmi základními technikami testování kontrastní citlivosti jsou optotypové tabule s vlastním či externím zdrojem osvětlení a počítačové technologie s nastavitelnými parametry vyšetření. První generaci tabulí představuje tzv. „Ginsburgova tabule" a její modifikace (CSV, VCTS, MCT tabule). Tabule jsou tvořeny 45 terči se sinusovými pruhy o 5 prostorových frekvencích (dle vyšetřovací vzdálenosti nejčastěji 1,5; 3, 6, 12 a 18 c/deg v 5 řadách) a 9 stupních kontrastu (9 sloupců) s nepravidelnými kroky poklesu kontrastu s průměrnou hodnotou 0,25 log jednotek. Výhodou druhé generace tabulí („Functional Acuity Contrast Test (FACT)") je menší a pravidelný krok poklesu kontrastu sousedních terčů, což však při stejném počtu terčů v řádcích vede ke zmenšení rozsahu měřitelné kontrastní citlivosti. Výhodou tabulí s vlastním zdrojem osvětlení („CSV-1000") je autokalibrace, kdy zabudovaný světelný senzor měří intenzitu okolního osvětlení a kontinuálně upravuje interní osvětlení tabulí tak, aby byl během vyšetření zachován konstantní kontrast optotypů.

Před časem Peregrin a kol. (Peregrin et al., 1988) upozornili na nedostatky Ginsburgových tabulí (především na velkou variabilitu výsledků, velké a nepravidelné kroky poklesu kontrastu) a doporučili je považovat za kompromisní řešení vhodné pro skríningové účely u pacientů se zřetelnými poruchami vnímání kontrastu. Při porovnávání kontrastní citlivosti u téže osoby před a po nějakém operačním zákroku, kdy při současných vyspělých technologiích očekáváme pouze malé změny, představují výhodnější perspektivu volně programovatelná, počítačem ovládaná zařízení. Jejich výhodou je možnost volby rozsáhle nastavitelných testovacích parametrů i rozličných strategií testování KC. Nejvýznamnější výhodou je mnohem menší a pravidelný krok poklesu kontrastu optotypů a u některých z nich i možnost volby různých hladin osvětlení. Prostřednictvím sinusových pruhů je KC testována například na „Frankfurtsko-Freiburském systému testování zrakové ostrosti a citlivosti na kontrast" nebo na zařízení „Contrast sensitivity 8010 System".

Oftalmologie 2-09 23.3.2009 11:00 Str. 69
proLékaře.cz | 12.11.2026

„Analyzátor zrakové kapacity (Visual Capacity Analyser)" pak testuje písmenovou KC.

VÝSLEDKY

V rohovkové refrakční chirurgii se autoři zabývají hodnocením KC po jednotlivých typech zákroků, nejčastěji pak po LASIKu a PRK.

Někteří autoři popisují signifikantní snížení pouze mezopické KC se zachováním fotopické KC po LASIKU, většina studií však zjišťuje přechodný pokles obou typů KC do 6 měsíců po LASIKU. Obdobně je tomu i po PRK, kdy jsou nejčastěji zaznamenány nižší hodnoty fotopické KC v porovnání s předoperačními hodnotami, někteří autoři popisují pokles pouze mezopické KC pooperačně do 6 měsíců, zatímco fotopická KC se významně nemění. Hloubka poklesu KC přitom koreluje s výší refrakční vady. U nižších stupňů refrakčních vad se KC po 6 měsících navrací k předoperačním hodnotám, u vyšších stupňů zůstává KC snížená do 6 měsíců. Při porovnání PRK a LASIKu studie popisují pooperační pokles hodnot mezopické KC po LASIKU i po PRK s nižšími hodnotami po LASIKU u myopie do -6,0 sf. U myopie -6,25 sf a vyšší nebyl rozdíl hodnot KC po obou typech zákroků významný. Jako hlavní příčinu pooperačního poklesu KC uvádějí autoři defocus a sférické aberace.

Tradiční excimer laser snižuje pouze aberace druhého řádu jako je myopie, hypermetropie a astigmatismus, ale nepůsobí na aberace vyšších řádů. Cílem wavefront analýzy je detekce a následná úprava aberací vyšších řadů individualizovanou ablací s použitím excimerového laseru. Dochází ke snížení aberací nižších i vyšších řádů, a tím i ke zlepšení zrakových funkcí.

Za příčinu poklesu KC po PRK je považován nejčastěji rozptyl světla související s rohovkovými jizvičkami (haze) a také nepravidelný rohovkový astigmatismus. Po LASIKu se KC snižuje zřejmě následkem změn normální fyziologické struktury rohovkových buněk a extracelulární matrix se vznikem vakuol intracelulárně a s nerovnoměrným rozmístěním kolagenních fibril, což způsobuje nepravidelnost povrchu rohovky s nestejnoměrnou optickou kvalitou. Někdy se tvoří také mikrostrie, které výrazně snižují jak mezopickou, tak i fotopickou KC. Za jeden z významných faktorů je považován vliv okraje optické zóny a narušení tvaru rohovky se zdůrazněním její pozitivní sférické aberace. S pooperačním snížením mezopické i fotopické KC po LASIKu a PRK koreluje zvýšení aberací vyšších řádů (sférické, comalike) zejména u vyšších stupňů refrakčních vad.

Zvýšení sférických aberací je nižší u individualizované ablace (cca o 1,6 RMS faktor) než u tradiční ablace (cca o 2,25 RMS faktor). RMS faktor pro comalike aberaci se po tradiční ablaci excimerovým laserem snižuje o cca 1,51 RMS faktor a po wavefront-excimeru se snižuje o cca 0,95. Sférické aberace vyšších řádů snižují KC. Symetrické aberace mají menší vliv na KC než rotační asymetrické aberace (např. třetí stupeň coma aberace).

Při porovnání LASIKu a LASEKu u myopů zjistili Scerrati a kol. vyšší nejlépe korigovanou zrakovou ostrost i KC po LASEKu. Lepší zrakové funkce po LASEKu autoři vysvětlují zachováním většího množství rohovkové tkáně než při LASIKu. Katsanevaki a kol. testovali KC po epiLASIKu u myopů (od -1,00 do -7,25 sf). KC zůstala stejná nebo se zlepšila při porovnání s předoperačními výsledky. Důvodem je zřejmě šetrnější zákrok s transparentní rohovkou bez klinicky významného haze.

Po implantaci standardních – sférických, monofokálních IOL – dochází k poklesu KC asi o 20 % vlivem sférických aberací vznikajících z důvodu nerovnováhy mezi rohovkou a standardní IOL. Sférické aberace jsou příkladem aberací vyšších řádů a je možno je objektivizovat pomocí wavefront analýzy. Pozitivní aberace rohovky není po implantaci standardní IOL kompenzována negativní sférickou aberací lens crystallina, jako je tomu u fakických osob.

Proto byly vyvinuty asférické IOL, které mají speciálně upravenou přední (SofPort Advanced Optics IOL, Tecnis Z9000) nebo zadní (AcrySof SN60WF, AcrySofRestor, AcrySof IQ) plochu se zploštěním jejich periferní části. Cílem je neutralizace pozitivní sférické aberace rohovky s dosažením výsledné nulové sférické aberace oka. Tím se zlepšuje vidění za zhoršených světelných podmínek, jako za deště, šera, sněžení, mlhy, nebo ve tmě. Po implantaci asférických IOL je významně vyšší mezopická KC v porovnání se sférickou IOL, zatímco rozdíl fotopické KC není signifikantní. Asférické IOL jsou velmi citlivé na decentraci, která může způsobit vznik aberací vyšších řádů, a tím i snížení KC.

Speciálním typem monofokálních IOL jsou čočky filtrující modré světlo (AcrySof Natural). Tyto IOL mají transparentní žlutou barvu, podobnou barvě lens crystallina, přičemž nebyl prokázán vliv na barvu ani kvalitu vidění.

Multifokální (MIOL) a akomodační IOL nabízejí možnost ostrého vidění na více vzdáleností. Optická plocha refrakčních MIOL (ReZoom, Array 2, Array SA-40, AMO) je tvořena koncentrickými prstenci o různé optické mohutnosti. Na rozhraních jednotlivých optických zón refrakčních multifokálních IOL dochází k lomu světelných paprsků, který vede k vnímání světelných kruhů, zvýšení citlivosti k oslnění a snížení KC jak za fotopických, tak i za mezopických podmínek v porovnání s monofokálními IOL. Přitom rozdíl v mezopické KC je větší než ve fotopické KC do 3 měsíců po implantaci multifokálních IOL a monofokálních IOL, za 6 měsíců pooperačně je rozdíl KC mezi oběma skupinami jen statisticky nevýznamný. Kvalita zrakového vjemu je u multifokálních IOL závislá také na šířce zornice, úzká zornice do 4,5 mm negativně ovlivňuje vidění do blízka. Difrakční MIOL (AcrySof ReStor) pracují na principu apodizace, kdy je jejich zadní plocha tvořena drobnými stupínky s centrální zónou o průměru 3,6 mm pro vidění do blízka. Tyto IOL poskytují kvalitní vidění do dálky a blízka, ale horší kvalitu zraku na střední vzdálenost než refrakční MIOL. Refrakční MIOL (ReZOOM) mají optickou část složenou z 5 koncentrických refrakčních zón. Zóny 1, 3 a 5 jsou určeny pro vidění do dálky a zóny 2 a 4 pro vidění do blízka. Asferické přechody mezi těmito zónami vytvářejí na sítnici obraz ze střední vzdálenosti. Tyto IOL poskytují kvalitnější zrakový vjem na střední vzdálenost než difrakční IOL. V literatuře jsou popisované buď statisticky nevýznamné rozdíly v KC mezi difrakční (ReStor) a refrakční (Array 2) MIOL, nebo obdobné hodnoty KC v prostorových frekvencích 0,5; 1,0 a 22,8 cyklů/stupeň a nižší KC v prostorových frekvencích 6,0 a 9,0 cyklů/stupeň u difrakčních v porovnání s refrakčními MIOL.

Akomodační IOL (Crystalens, HumanOptics AG, Kellan Tetraflex) mají speciální pružné haptiky umožňující nitrooční pohyb čočky v předozadním směru, a tím změnu její optické mohutnosti. Z hlediska dobré úrovně zrakového vnímání v podmínkách nízkých kontrastů a nízkých stupňů osvětlení je tedy výhodou jediná optická mohutnost těchto čoček. Většina prací uvádí pouze nevýznamný vliv na fotopickou a mezopickou KC.

U fakických IOL (Artisan, Verisyse toric phakic IOL, Staar ICL) dochází ke zvýšení fotopické KC, což je v souladu s lepší centrální optikou FIOL v porovnání s korekcí brýlemi či kontakními čočkami, se zachováním tvaru rohovky a s menšími pooperačními změnami velikosti sítnicového obrazu. Pokles mezopické KC je naproti tomu důsledkem rozptylu světla a aberací na okrajích FIOL při dilataci zornice.

Oftalmologie 2-09 23.3.2009 11:00 Str. 70
proLékaře.cz | 12.11.2026

ZÁVĚR

Podrobné a přesné hodnocení zrakového vnímání pacientů v každodenním životě prostřednictvím testování kontrastní citlivosti za různých hladin osvětlení významně přispívá k posouzení efektivity a bezpečnosti jednotlivých technik refrakční chirurgie. Srovnání jejich výhod i potenciálních rizik pak umožní upřesnění indikačních kritérií refrakčních zákroků, a tím i zvýšení spokojenosti pacientů.

Literatura u autorů.
MUDr. Georgia Kyprianou
Oční klinika FN
Sokolská 581
500 05 Hradec Králové
e-mail: georgiakyprianou@hotmail.com

OSOBNÍ ZPRÁVY

Dne 7. 12. 2008 zemřel ve věku rovných sto let historicky první primář očního oddělení Nemocnice ve Frýdku-Místku pan **MUDr. Karel Volný**.

Pan doktor Volný se narodil 5. 8. 1908. Byl žákem slavného profesora Vejdovského, bývalého přednosty olomoucké oční kliniky.

Pan doktor Karel Volný má významné zásluhy o rozvoj oční medicíny ve Frýdecko-místeckém regionu. V r. 1946 založil oční oddělení ve frýdecké nemocnici a úspěšně jej řídil a rozvíjel až do roku 1972. Ještě začátkem 90. let vykonával v nových porevolučních poměrech v dobré fyzické i psychické kondici soukromou oční praxi.

Za Beskydské oční centrum
prim. MUDr. Radim Čech