

SBORNÍK PŘEDNÁŠEK



3. CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÉ KONFERENCE OPTOMETRIE

konané pod záštitou pana prof. MUDr. Jiřího Mayera, CSc., děkana LF MU
Brno

dne 18. 10. 2010

v prostorách auly Fakulty sociálních studií MU, Joštova 10, 602 00 Brno



essilor

generální sponzor

Uspořadatel : Mgr. Sylvie Petrová

P R O G R A M

**3. celostátní studentská konference Optometrie dne 18. 10. 2012 v 10:00 hod.
posluchárna P31 FSS MU , Joštova 10, 602 00 Brno**

Kontakt : optobrno@med.muni.cz



Sborník na adrese :

www.is.muni.cz – dokumenty – LF - zprávy pracovišť - Katedra optometrie a ortoptiky

- | | |
|---------------|---|
| 9.00 - 9.45 | registrace účastníků |
| 10.00 – 10.30 | 1. <i>Úvodní slova</i> : doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc. ,
děkanát, sponzor, studenti |
| 10.30 – 11.00 | 2. Bc. Luboš Merta: Novinky v oblasti progresivních brýlových
čoček firmy Essilor |
| 11.00 – 11.15 | 3. Mgr. Anderle Radek: Femtosekundový laser LDV Z6 otevírá
nové možnosti refrakční chirurgie |
| 11.15 – 12.00 | <i>diskuze k přednáškám</i> <i>přestávka</i> 1. WORKSHOP |
| 12.00 – 12.15 | 4. Bc. Šebestová Michaela: Současné trendy korekce presbyopie,
srovnání výhod jednotlivých typů korekčních pomůcek |
| 12.15 – 12.30 | 5. Mgr. Běliková Jitka: Aktuální poznatky v problematice progresse
myopie |
| 12.30 – 12.45 | 6. Bc. František Hudaň, DiS.: Měření zorného pole |
| 12.45 – 13.00 | 7. Mgr. Veselý Petr, DiS.: Základy perimetrie a interpretace výsledků |
| 13.00 – 14.00 | <i>diskuze k přednáškám</i> OBĚD 2. WORKSHOP |
| 14.00 – 14.15 | 8. Mgr. Příkrá Veronika: Nemoci a stavy ovlivňující zrakové
funkce v souvislosti s řízením motorových vozidel |
| 14.15 – 14.30 | 9. Mgr. Říhová Martina: Komparace aplikace KČ v zemích EU |
| 14.30 – 14.45 | 10. Mgr. Dreiseitlová Lucie: Změna aberací vyšších řádů v důsledku
rohovkového laserového refrakčního zákroku, vliv na kvalitu vidění |
| 14.45 – 15.00 | 11. Mgr. Pavlová Šárka: Chirurgické řešení astigmatismu u
pacientů po perforující keratoplastice |
| 15.00 – 15.45 | <i>diskuze k přednáškám</i> <i>přestávka</i> 3. WORKSHOP – |
| 15.45 – 16.00 | 12. Mgr. Skrbek Matěj: Binokulární korekce u pacientů s věkem
podmíněnou makulární degenerací |
| 16.00 – 16.15 | 13. Bc. Přehnalová Markéta: Vergence a akomodace |
| 16.15 – 16.30 | 14. Mgr. Kříž Pavel : Binokulární korekce do blízka |
| 16.30 – 16.40 | <i>diskuze k přednáškám</i> |
| 16.40 – 16.50 | 15. <i>zhodnocení studenty, sponzorem</i> |
| 16.50 – 17.00 | 16. doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc. : <i>Závěrečné slovo</i> |

OBSAH :

1. Úvodní slova	4
2. Novinky v oblasti progresivních brýlových čoček firmy Essilor	7
3. Femtosekundový laser LDV Z6 otevírá nové možnosti refrakční chirurgie	7
4. Současné možnosti korekce presbyopie	10
- se zaměřením na brýlové a kontaktní čočky.....	10
5. Myopie – aktuální poznatky a trendy v přístupu ke korekci.....	26
6. Měření zorného pole	32
7. Základy perimetrie a interpretace výsledků.....	45
8. Nemoci a stavy ovlivňující zrakové funkce v souvislosti s řízením motorových vozidel.....	52
9. Komparace aplikace kontaktních čoček v zemích EU.....	57
10. Změna aberací vyšších řádů v důsledku rohovkového laserového refrakčního zákroku, vliv na kvalitu vidění	60
11. Chirurgické řešení astigmatismu u pacientů po perforující keratoplastice.....	72
12. Binokulární korekce u osob s centrálním postižením sítnice	93
13. Vergence a akomodace	96
14. Binokulární korekce do blízka.....	104

1.Úvodní slova

doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

Třetí celostátní studentská konference optometrie na LF se MU koná v tradičním podzimním termínu. Jaké změny se odehrály od našeho posledního setkání?

Je třeba připomenout aktivní účast studentů optometrie na SVOČ LF, kde se umístili na předních místech v nelékařských oborech.

Kromě nového materiálního zázemí katedry je významná i prezentace brněnské optometrie na odborných konferencích, je třeba zmínit účast na kontaktologickém sjezdu v Nymburce, na první „Optometry Conference of Central and South-Eastern Europe

Scientific and Professional Conference of Optics, Optometry and Ophthalmology Opatija, Croatia, 1-3 June 2012“ v Chorvatsku, kde naši posluchači i vyučující významnou měrou přispěli k velice úspěšnému průběhu. Významnou se stává i publikační činnost v odborném tisku a tvorba výukového materiálu.

Začátkem školního roku obhájí první 2 studenti disertační práci.

V příštím roce nás čeká obhájení akreditace magisterského pokračujícího studia optometrie. Při této příležitosti se chceme pokusit i o prohloubení mezinárodní spolupráce při výuce v pokračujícím magisterském studiu akreditací i anglické kombinované formy.

Věřím, že konference bude ukázkou znalostí, praktických dovedností, námětem do budoucnosti i přínosem pro vlastní praxi. Přeji účastníkům hodně odborných zážitků a zdárný průběh konference.

Úvodní slovo fy Essilor – autor paní Kateřina Ševcová



Pomáhejte spolu s námi vidět svět lépe

Essilor jako světový leader v optickém průmyslu vyvíjí, vyrábí a dodává široký sortiment brýlových čoček pro komfortní vidění a ochranu zraku. Vize společnosti je umožnit každému člověku, kdekoliv na světě, dostupnost brýlových čoček, které splňují jeho individuální požadavky na vidění. Pro podporu této vize investuje společnost Essilor každoročně přibližně 150 miliónů eur do výzkumu a vývoje se závazkem neustále přinášet nové a efektivnější produkty na trh. Vlajkovou lodí Essiloru jsou značky jako Varilux®, Crizal®, Xperio® a Optifog™. Essilor také vyvíjí a dodává přístroje, zařízení a služby pro profesionály v oblasti oční optiky.

Essilor dlouhodobě podporuje vzdělávání mladých profesionálů a jsme velmi rádi, že jsme se mohli stát hlavním partnerem 3. celostátní studentské konference Optometrie.

Za studenty Bc. Hana Pustková

“Je to malý krok pro člověka, obrovský skok pro lidstvo”. Tento památný výrok kdysi vyslovil Neil Armstrong.

Letos bude Celostátní studentská konference Optometrie slavit již třetí narozeniny. S hrdostí můžeme říct, že již se začíná jednat o tradici. Za takovým úspěchem stojí obrovský kus práce nejen studentů, ale hlavně patronů samotné konference pana doc. MUDr. Svatopluka Synka CSc. a paní Mgr. Sylvie Petrové.

Můžeme být hrdí, že právě naše katedra hostuje tuto konferenci, která by si zasloužila, a to právem, přídomek mezinárodní díky spolupráci s univerzitou ve Velike Gorici. Brno se díky tomu stává alespoň na jediný den v roce centrem setkání osob se stejným zájem a zapálením pro Optometrii, a i když jsme jako obor možná malí, můžeme světu přinést velké věci.

Pevně doufáme, že i letošní ročník bude stejně úspěšný jako ty předešlé. Studenti mohou načerpat nové podněty, inspiraci, informace, setkat se s kolegy z ostatních fakult a připravit se na budoucí účast na konferencích národního rozměru.

Děkujeme

“This is one small step for a man, one giant leap for mankind.” This memorable statement once said Neil Armstrong.

National Student Conference of Optometry celebrates third birthday this year. We are proud to say that the Conference is becoming a tradition. The Success of the conference is due to hard work of students and their patrons, who are Mr. doc. MUDr. Svatopluk Synek CSc. and Mrs. Mgr. Sylvie Petrová. We can be proud that our department hosts the conference, which deserves the nickname international thanks to the cooperation with University in Velika Gorica. And due to this conference Brno becomes center for people with same interest and passion for optometry at least one day in year. We are a small specialized group but we can bring big things to the world.

We hope that this year will be as successful as the previous ones. Students can get new ideas, inspiration, informations, meet with colleagues from other faculties and also we can prepare for future participation in conferences of international dimension.

Thank you

2. Novinky v oblasti progresivních brýlových čoček firmy Essilor

Bc. Luboš Merta

Vzhledem k uváděným novinkám budou materiály předány účastníkům v průběhu konference

3. Femtosekundový laser LDV Z6 otevírá nové možnosti refrakční chirurgie

Mgr. Radek Anderle

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Femtosekundový laser je typ pevnolátkového (polovodičového) laseru s extrémně krátkými pulsy. Délka každého pulsu je v řádu femtosekund – od toho název těchto laserů. Femtosekunda je nepředstavitelných 0,000 000 000 001 s. Impulz nese malou energii s opakováním v řádu KHz-MHz. Vlnová délka je 1000 – 1600 nm. Jde tedy o infračervenou oblast elektromagnetického záření lidskému oku neviditelné. Výsledkem působení laserového paprsku je vznik elektronové plazmy a následné mikroevaporace, což je mikrovypařování tkáně v místě ohniska paprsku. Výhodou takové konfigurace je, že ve tkáni dochází k minimálnímu tepelnému zatížení a tkáň se od sebe odděluje téměř „sama“ bez zřetelných struktur řezu.

Femtosekundové lasery LDV (Leonardo Da Vinci) švýcarské firmy Ziemer se vyznačují především přesností, bezpečností a unikátní technologií distribuce nízkoenergetických impulzů. Bezkonkurenční je také počet impulzů za sekundu. Frekvence pulzů dosahuje 10 MHz (10 000 000 pulzů za sekundu). Ostatní femtosekundové lasery se pohybují spíše v řádech KHz. Délka pulzu je 200 – 350 fs (femtosekund). Vlnová délka 1020 - 1060 nm. Díky této specifické distribuci energie je minimalizováno riziko tvorby opákní vrstvy bublin, tzv. opaque bubble layer (OBL).

Největší změnou oproti starší generaci LDV a LDV Cristal line je variabilní ohnisko. Dřívější generace měla pevně danou vzdálenost ohniska paprsku od výstupního sklíčka handpiece, který se přikládá na oko. Hloubka, ve které bude laser působit, se určovala distanční folií v různých tloušťkách, která se vkládala mezi výstupní optiku a oko. Nová generace Z6 má plynule volitelnou vzdálenost ohniska od výstupní optiky což přináší řadu výhod.

U starší generace se tloušťka lamely volila vložením potřebné distanční folie (Inter shield) mezi optiku a aplanované oko. Dále se volil průměr lamely volbou daného průměru prstence (ringu). U nové generace řady LDV Z4 a Z6 se volí pouze průměr ringu, tloušťka lamely se již nastavuje libovolně pomocí softwaru. Při metodě Z-Lasik (obchodní označení klasického femtoLASIKu firmou Ziemer) nelze volit tvar okraje flapu (side cut). Ten je vytvořen přirozeně na okraji

aplanace. V případě režimu Z-LASIK-Z lze vytvořit různé úhly okrajů vytvořené lamely (flapu). Výhodou je menší riziko epiteliálních invazí.

Využití v oftalmologii

LASIK

První využití pro oftalmologické účely bylo vytvoření rohovkové lamely při LASIK (metoda laserové refrakční chirurgie pro odstranění dioptrické vady). Zároveň jde o aplikaci nejpoužívanější. Výhodou oproti vytvoření lamely pomocí mechanického mikrokeratomu je především šetrnost ke tkáni, která se projevuje rychlou obnovou zrakových funkcí obvykle už první pooperační den. Dále potřeba menšího vakua pro přísátí nástroje a tím fixace na oko. Menší podtlak = lepší subjektivní pocit klienta. Také se uvádí menší riziko pooperačního syndromu suchého oka (Salomao et al., J Cataract Refract Surg 2009, 35:1756-1760). Výhodou je také použití nejnovějších technologických postupů, které vedou k přesnosti a možnosti použití na plošší i strmější rohovky. Lze také tvořit extrémně tenké lamely těsně pod Bowmanovu membránou. Podstatnou výhodou je možnost volby polohy a velikosti hinge („stopky“ - tedy části, kterou je lamela spojena s rohovkou).

LDV Z6 umožňuje tvořit lamely v několika režimech:

1. Z-Lasik – Okraje lamely jsou přirozeně vytvořeny na přechodu aplanované a neaplanované části rohovky.
2. Z-Lasik-Cristal line – Obdoba předchozí verze. Okraj flapu není vytvořen pomocí linií jako střed flapu, ale kruhovou trajektorií.
3. Z-Lasik-Z- Lamela je tvořena na aplanované části rohovky. Tento režim umožňuje volit úhel okraje flapu a tím minimalizuje riziko epiteliálních invazí.

ICRS

Další aplikací je tvorba tunelů pro implantaci intrastromálních rohovkových prstenců (ICRS, např. Keraring). Jde o prstencové segmenty, které se vkládají do stromatu rohovky při léčbě keratokonu. Účelem je primárně zastavení progresu, sekundárně korekce refrakční vady. Dříve se tyto tunely tvořily mechanickým nástrojem. Femtosekundový laser opět přináší do tohoto druhu zákroku přesnost, lepší subjektivní pocit z operace a rychlejší rekonvalescenci. Hloubka, šířka, délka i lokalizace tunelu se volí pomocí softwaru dle individuálních potřeb klienta.

LAMELÁRNÍ KERATOPLASTIKA

U lamelární keratoplastiky jde o částečnou transplantaci rohovky pouze v potřebné vrstvě. Rohovka od dárce je upevněna do tzv. umělé přední komory a pomocí laseru je vytvořena potřebná lamela za podmínek podobajících se výkonu na celém lidském oku. Podobně je odstraněna také patologická tkáň na straně příjemce a je nahrazena vytvořeným štěpem.

FLEX

Jedná se o odstranění dioptrické vady vytvořením čočky potřebných parametrů ze stromatu rohovky. Po odklopení rohovkové lamely je tato tkáň odstraněna. Rozdíl oproti metodě LASIK je, že vlastní korekce dioptrií neprobíhá odpařením tkáně jako při použití excimer laseru, ale tato tkáň se vyřízne a odstraní. S touto metodou zatím nejsou dostatečné zkušenosti a také v současné době nedosahuje přesnosti excimer laseru.

Inlay

Jsou rohovkové implantáty, které se vkládají do stromatu rohovky buď po odklopení lamely (tvorba lamely jako u LASIK) nebo po vytvoření rohovkové kapsy, do které se implantát jednoduše zasune. Jde o ultratenké kotoučky určené pro refrakční řešení presbyopie. Nejčastěji fungují na principech stenopeického otvoru, skládání i rozkladu paprsku.

OPERACE ŠEDÉHO ZÁKALU

Zatím poslední a také technologicky nejnáročnější aplikace femtosekundového laseru. Jde o spojení s předněsegmentovým OCT (optická koherenční tomografie), který umožňuje přesné navádění laserového paprsku v 3D modelu. Laser zpravidla umí vytvořit rohovkové incize (vstupní otvory do oka), následně provede kapsulorhexi (otvor v předním pouzdře čočky), provede fragmentaci čočky (rozřezání zakalené lidské čočky na malé kousky). Poté je „nakrájená“ čočka odsáta ven a nahrazena umělou nitrooční čočkou. V případě, že je přítomen astigmatismus, lze také provést LRI (limbální relaxační rohovkové incise), kdy femtosekundový laser nahrazuje diamantový nůž. Výhodou při operaci šedého zákalu je použití menší energie jiné fyzikální povahy než je tomu u ultrazvukové fakoemulzifikace. Přínosem je nepřenesení energie na ostatní tkáň oka. V současné době je tento druh zákroku technologicky, časově a především finančně natolik náročný, že si na jeho masové rozšíření budeme muset ještě nějaký čas počkat.

4. Současné možnosti korekce presbyopie - se zaměřením na brýlové a kontaktní čočky

Bc. Michaela Šebestová

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Obsah:

- ⊙ Brýle - jednoohniskové, bifokální, multifokální brýlové čočky
- ⊙ Kombinace brýlí a kontaktních čoček
- ⊙ Kontaktní čočky – metoda monovision , bifokální čočky, multifokální čočky

1. Korekce Presbyopie.

V zásadě existují tři možné způsoby korekce presbyopie. Do první skupiny patří korekce pomocí brýlových čoček (respektive brýlí), druhým způsobem jsou kontaktní čočky a třetím je pomocí refrakční chirurgie.

Každá skupina má své výhody a nevýhody, které budou dále zanalyzovány v textu.

Pro první brýle si presbyop přijde okolo 45. roku. Většinou nejdříve si přijde pro korekci na blízko hypermetrop, pak emetrop a nejpozději myop. Pro první brýle na čtení je optimálně volit adici 0,75D, při silnější adici může mít prvositel problémy s návykem na korekci.

2. Korekce brýlemi resp. brýlovými čokami

Korekce brýlovými čočkami je jedna z nejpoužívanějších metod korekce presbyopie.

V současné době se na trhu vyskytuje obrovské množství brýlových čoček, které jsou vyrobeny z různých materiálů s odlišnými vlastnostmi. (**Nevěčná**) Mezi tyto vlastnosti patří index lomu, abbevo číslo a hustota čočky.

Podle materiálu ze kterého se vyrábí rozdělujeme brýlové čočky na minerální a organické.

V současnosti je výroba minerálních brýlových čoček na ústupu, neboť z praktického hlediska převažují u minerálních čoček nevýhody spojené například s jejich rozbitím a s rizikem poranění, také náročností na opracování ale také vysokou hmotností oproti organickým čočkám. Nevýhodou je také, že tyto brýlové čočky můžeme nabídnout pouze jen do celoobrub. Ovšem na druhou stranu mají minerální brýlové čočky výhodu v odolnosti proti poškrábání a tím delší životnosti čočky. Tato výhoda se preferuje převážně u nositelů, kteří brýle používají v prašném prostředí a u nositelů se špatnými návyky na čištění.

Organické čočky se v současnosti využívají ve větší míře. Disponují především nízkou hmotností, pružností, vysokou odolností proti rozbití, jednodušším způsobem výroby a opracováním a což se projeví na jejich poměrně nízké ceně. Mezi další výhody můžeme zahrnout také snadné barvení, jednotné

ztmavnuté fototropních čoček a kvalitní UV ochranou. U těchto brýlových čoček nejsme limitováni výběrem obruby, tudíž jsou vhodné do všech typů obrub. Avšak na druhou stranu tyto čočky mají nevýhodu ve formě nízké odolnosti proti poškrábání, které lze ovšem vyřešit tvrzenou vrstvou.

2.1. Povrchová úprava

Kromě volby materiálu brýlových čoček je také důležitá povrchová úprava, která zlepšuje vlastnosti dané brýlové čočky a větší spokojenost nositelů. Díky povrchovým úpravám dosahuje čočka delší životnosti, lepších optických vlastností a v neposlední řadě přispívá k lepší estetice v brýlích.

Mezi nejčastější povrchové úpravy řadíme: tvrzení, antireflexní úpravu, hydrofobní vrstvu, polarizační filtr a zrcadlovou úpravu.

Tvrzením dosahujeme zvýšení odolnosti proti mechanickému poškození a poškrábání. Tvrzení prodlužuje životnost čočky. Tvrzená vrstva je nezbytná pro všechny druhy plastových (organických) brýlových čoček pokud na ně bude nanášena antireflexní vrstva. U minerálních čoček je tvrzení pouze chemického charakteru. Tvrzení se provádí ve speciálních tvrdících lázních. Oproti organických brýlových čoček nelze nanést na tvrzenou minerální čočku antireflexní vrstvu.

Antireflexní vrstva se nanáší za účelem odstranění rušivých odrazů od přední a zadní plochy čočky a zvyšuje tak estetický dojem brýlí. Většinou šest až deset antireflexních vrstev eliminuje odlesky, což pomáhá čočce získat dokonalou průzračnost, což zvyšuje estetický dojem brýlí. Výhodou této čočky oproti „obyčejné“ čočce s tvrzením ocení také řidiči při jízdě v autě hlavně v noci – zvyšuje ostrost i komfort vidění. Mezi další výhody antireflexní vrstvy také patří to, že snižuje únavu a případné bolesti očí a hlavy.

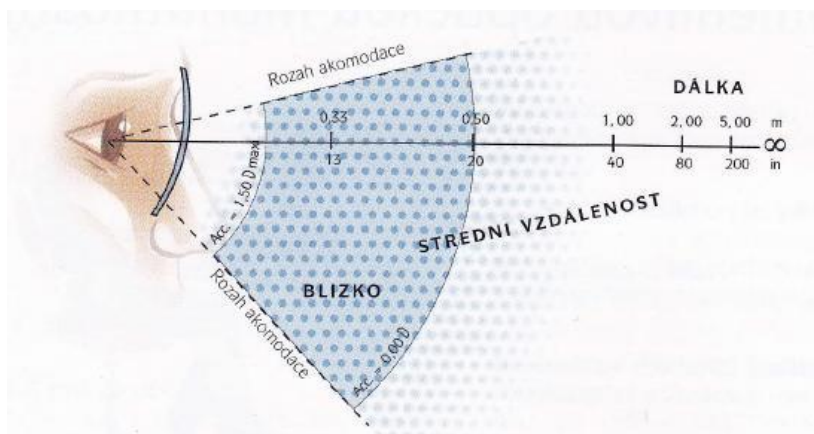
Hydrofobní vrstva eliminuje usazování nečistot a prachu na brýlové čočce. Dokonale hladý a kluzký povrch obsahující oleofobní a antistatickou vrstvu zabraňuje usazování nečistot, mastnoty a prachu, čočka se tak méně špiní až o 90% a snadněji se čistí. Díky hydrofobní vrstvě stéká voda po povrchu čočky a nezůstávají po ní skvrnky. Navíc tato vrstva poskytuje rychlé odpařování z povrchu čočky, což uživatelé využijí především v zimních obdobích, kdy se brýlové čočky častěji zamlžují. Některé brýlové čočky s hydrofobní vrstvou obsahují také vrstvu EMI(nebo PC vrstvu), která chrání zrak před škodlivým elektromagnetickým zářením především při sledování televize nebo při práci s počítačem.

Polarizační filtr slouží k potlačení odlesků, které způsobují sluneční paprsky odražené od vodní hladiny nebo sněhu. Polarizační čočky jsou nespornou výhodou pro řidiče, kteří využijí potlačení odlesků od mokré vozovky nebo od protijedoucích aut.

Mezi současný trend patří použití antireflexní vrstvy spolu s hydrofobní vrstvou.

2.2. Rozdělní dle počtu ohnisek:

2.2.1. jednoohniskové brýlové čočky



obr.č. 1

Jednoohniskové sférické čočky jsou nejjednodušším řešením pro řešení korekce presbyopů. Jsou konstruovány pro jednu ohniskovou vzdálenost, pro kterou mají korekční účinek. Tento korekční účinek do blízka bývá konstruován obvykle na vzdálenost 40cm. (**Nevěčná**). Při takové konstrukci je ostré vidění na střední vzdálenost a na dálku je těmito brýlemi nemožný. Nevýhodou je pak nutnost střídání brýlí, pokud klient využívá i korekci na dálku, sundávání brýlí je nutné pak u emetropa. I přes tyto nevýhody jsou jednoohniskové čočky stále hojně využívány. K tomuto trendu přispívá také nízká cena jednoohniskových čoček v porovnání s čočkami víceohniskovými. Kromě příznivé ceny, mají jednoohniskové čočky výhodu v širokém zorném poli.

V sortimentu vydavatelů brýlových čoček také můžeme nalézt jednoohniskové asférické brýlové čočky. Tyto čočky jsou zejména vhodné pro vyšší dioptrické hodnoty. Oproti „klasickým“ sférickým čočkám jsou tyto čočky tenčí, lehčí, mají lepší zobrazení a mají esteticky plochou přední stranu čočky. Tyto čočky dokážou eliminovat nepříjemné „velké oči“ za silnějšími skly u hypermetropů, nebo naopak „malé oči“ v případě myopů. Asférická čočka také mění strmost zakřivení od středu ke kraji jedné z ploch, čímž částečně snižuje chromatickou aberaci.

Jednoohniskové brýle jsou převážně vhodné pro emetropa v počátečním stádiu presbyopie. Brýle mu totiž zajišťují pohodlné vidění na blízko. Pokud potřebuje pohodlně vidět na střední vzdálenost a dálku, brýle emetrop odkládá.

Složitější je situace u presbyopa ametropa, který potřebuje zároveň korekci do dálky i do blízka. Tento problém můžeme řešit také jednoohniskovými čočkami, ovšem za jedné nevýhody, a to střídání brýlí. častá výměna brýlí během dne a při práci je pro většinu těchto presbyopů ametropů nepohodlná a nepraktická.

Pokud presbyop-emetrop který právě nepotřebuje korekci na čtení, brýle odloží, neboť vidění do dálky zhoršuje přídavek adice v brýlích, která oko myopizuje.

Možnou variantou u jednoohniskových čoček je použití poloviční obruby – tzv. „půlek“. Tyto brýle se nenosí na kořeni nosu, nýbrž na spodní části nosu.

Očnice těchto obrub jsou tvarovány tak, aby nepřekážely při pohledu do dálky. Tyto brýle ocení především ti, kteří nepotřebují korekční člen do dálky.

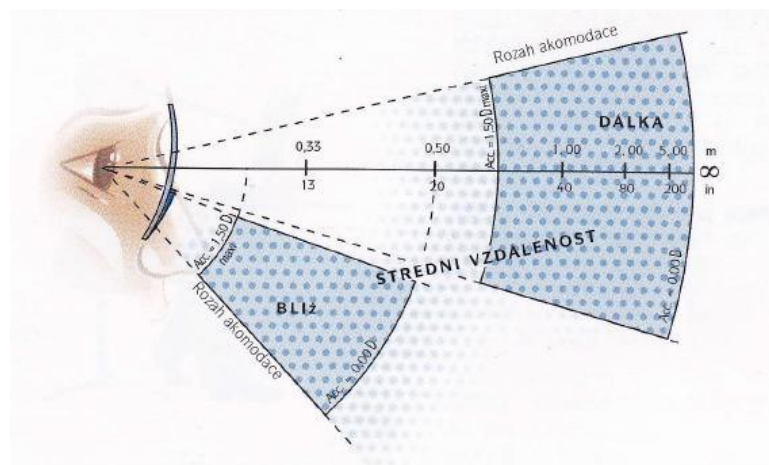
2.2.2. bifokální brýlové čočky

Bifokální brýle slouží pro korekci presbyopů, převážně ametropů. Nespornou výhodou je spojení 2 korekčních vzdáleností (tedy dálky a blíзка) do jedné čočky tak, že horní část čočky je určena pro korekci na dálku, a spodní část v podobě vybroušeného nebo zataveného viditelného předělu do blíзка. Z čehož odpadá nutnost střídání dvou brýlí. Hlavním důvodem pro použití bifokálních brýlových čoček je tedy zvýšení komfortu při nutnosti používání 2 rozdílných korekcí na dálku a na blíзка, ale také příznivá cena těchto brýlových čoček. Standartně lze použít různé velikosti segmentů o šíři 28mm, 35mm a 45mm a také typ E-line.



obr.č.2

Nevýhodou bifokálních čoček je ovšem skok obrazu při přechodu z dálky do blíзка. Skok obrazu vzniká na základě rozdílných odchlek v části určené na blíзка a na dálku a projevuje jako slepý úhel v zorném poli. K eliminování takového skoku postačí aby byl prizmatický účinek přídavného dílu a části do dálky na předělu shodný dle vzorce $\Delta = d_{\text{dec}} \cdot S'_B / 10$ [pD]. K dalším nevýhodám také patří absence vidění na střední vzdálenost.



obr.č.3

Díky hodnotě adice dochází k uvolnění jisté původně vyvíjené části akomodačního úsilí, ovšem velikost obrazu na sítnici vzroste a tím dojde k větší námaze očí. Tento fyziologicky nepřírozený jev vede u bifokálních korekcí zejména na začátku nošení k individuálním potížím v prostorové orientaci. Po krátké době návyku si ovšem uživatel skok obrazu ani neuvědomuje a rychle se naučí správně odhadnout přesuny objektů. Doba návyku je individuální. (**Fejgl**)

Ideální bifokální čočka by měla být bodově zobrazující, optické osy obou částí čočky by měly procházet středem otáčení oka a vzájemné vzdálenosti středů horní (dolní) části levé a pravé čočky v brýlích by měly být v rovné vzdálenosti zornic při pohledu do dálky (blízka).

2.2.3. progresivní čočky

Progresivní brýlové čočky, resp. multifokální jsou dnes nejmodernější varianta pro řešení presbyopie. Čočky umožňují plynulý přechod pohodlného vidění na všechny vzdálenosti od dálky přes střední vzdálenost až do blízka bez mrtvých zón. Optická mohutnost čočky se mění spojitě od zóny pro pohled do dálky, přes progresivní kanál (koridor) na střední vzdálenost až k oblasti na čtení. Právě přes progresivní kanál dochází k postupné změně vrcholové lámavosti, tedy zvyšování hodnoty adice směrem ke spodní části. Šířka a délka progresivního kanálu je daná typem čočky a výrobcem. Čím je ovšem kanál kratší a čím je větší přídavek do blízka tím je progresivní kanál užší.

Výhoda progresivních čoček spočívá v tom, že nedochází k žádnému skoku obrazu, a taky v estetičnost čočky-není zde žádný předěl na čočce. Díky těmto čočkám dochází k plynulé podpoře akomodace pro všechny vzdálenosti.

Ovšem hlavní nevýhodou progresivních čoček je obtěžující periferní astigmatismus, který se projevuje jako zkreslení obrazu při bočním pohledu. Takovýto astigmatismus se projevuje rušivě na komfort při vidění a bývá příčinou problému s adaptací na brýle. Platí, že s rostoucí adicí roste i nežádoucí rušivý účinek tohoto periferního astigmatismu ve spodní polovině čočky a zužuje se progresivní koridor.

Aby k rušivým fenoménům nedocházelo, musíme u těchto brýlových čoček dbát na přesnou refrakci, správně vyznačit středy zornic při volném pohledu do dálky a také dokonalou úpravu brýlí ještě před zábrusem.

Důležité je také dbát na vhodný výběr obruby. Progresivní čočky se hodí do jakékoliv obruby s dostatečně velkými očnicemi, s minimální hloubkou alespoň 18mm od středu zornice ke spodnímu okraji obruby. U brýlových čoček se zkráceným progresivním kanálem pro malé očnice, které mají hloubku 12-14 mm mezi centrovacím bodem do dálky a do blízka a tomu přizpůsobit hloubku očnice.

Ideální je ovšem vybírat obruby tak, aby byla hloubka od středu zornice 22mm. U zábrusu brýlových čoček je důležité přesně centrovat brýlovou čočku na označený bod dle pokynů výrobce. Správná centrace progresivních čoček má vliv na šíři binokulárního vidění a na návyk klienta na tyto čočky. Nesprávnou centrací dochází k zmenšení zorného pole a v závislosti na velikosti adice.

Nejvhodnější kandidáti pro tyto brýlové čočky jsou klienti, kteří mají akomodační šíři rovnou nebo menší jak 2D, ale také pro klienty kterým nevyhovuje sřídané brýlí a dbají na estetický vzhled brýlí. Snadně se přizpůsobují klienti, kteří začínají používat korekční pomůcku k vidění do blízka, tedy „mladí“ presbyopové. U starších lidí, kteří brýlovou korekci používají delší dobu, není návyk na progresivní čočky až zas tak rychlý.

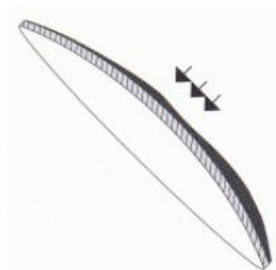
Vedle „klasických“ multifokálních čoček existují na trhu také degresivní čočky. Tyto brýlové čočky mají využití hlavně pro pracující v kanceláři, jako jsou např. manažeři, projektanti, sekretářky, účetní, ale také učitelé. Degresivní čočky jsou tedy pro ty, kteří potřebují svou korekci převážně na střední vzdálenost, čili počítač, a na blízko, tedy na pracovní plochu. Tyto brýlové čočky mají oproti „klasickým multifokálním čočkám“ výhodu v širším koridoru právě pro střední vzdálenost a blízko. Dioptrické hodnoty pro vzdálenost nablízko jsou ve spodní části brýlové čočky a směrem ke středu čočky dioptrie ubývají, v závislosti na typu degresivních brýlových čoček a na výrobcí. Nejčastěji je rozdíl v dioptriích mezi střední vzdáleností a blížkem okolo $=0,5D$ až $=1,5D$.

Dle konstrukce rozlišujeme tři typy designu progresivních čoček:

1. Progresivní čočky s předním designem



obr.č.4

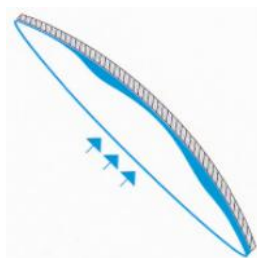


obr.č.5

2. Progresivní čočky se zadním designem



obr.č.6

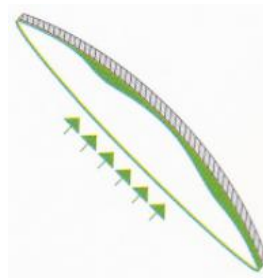


obr.č.7

3. Progresivní čočky s individuálním designem.



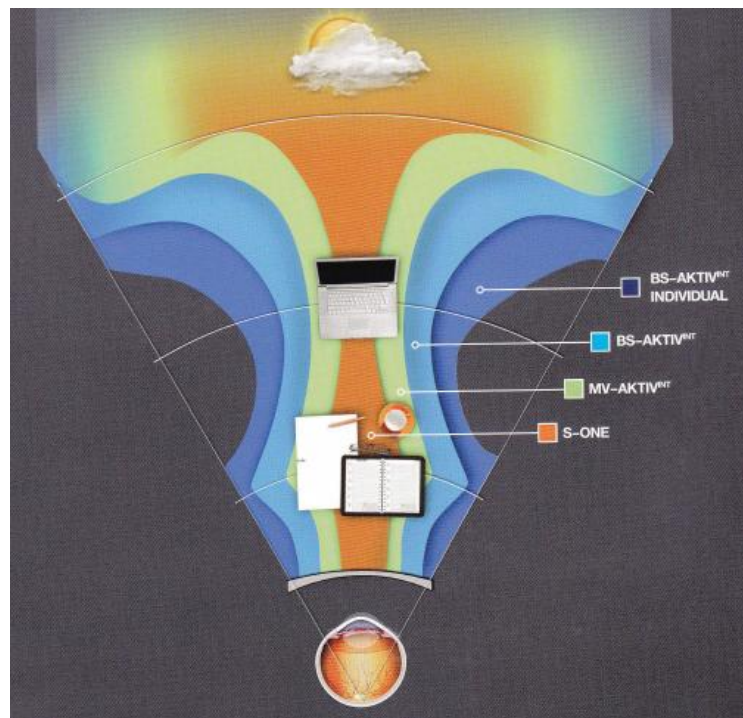
obr.č.8



obr.č. 9

2.2.3.1. Současné trendy progresivních čoček:

Pro demonstraci progresivních čoček na dnešním trhu jsem si vybrala jednu z největších dodavatelů brýlových čoček Optiku Čivice.



obr.č.10

BS AKTIV^{INT} INDIVIDUAL

Jedná se o naprosto nejlepší volbu mezi progresivními čočkami. Tato čočka zohledňuje individuální design dle konkrétních parametrů zákazníka a zaručuje maximální komfort a pohodlí. Naprostou výhodou těchto čoček je okamžité přivyknutí, neboť čočka má nejširší možné zorné pole. Vidění přes tuto čočku by mělo být ostré a vysoce kontrastní.



obr.č.11

BS-AKTIV^{INT}

Jedná se o jednu z nejlepších progresivních plastových čoček s freeform Backside konceptem, tzn. s progresivním designem na vnitřní straně čočky. Vybrat si můžeme z celkem čtyř velikostí výšek progresivního kanálu – 14,16,18 a 20. Dále má klient možnost INDIVIDUAL volby, která při zábrusu zohledňuje specifické parametry. Standartně jsou pak tyto čočky v eliptickém tvaru a jsou decentrované o 2,5mm. Adici můžeme vybrat v rozmezí 0,75-3,5D. Tato čočka poskytuje stabilní velké zorné pole, ostré a jasné vidění a minimální periferní zkreslení. Výhodou je také možnost neomezené volby brýlové obruby.



obr.č.12

MV-AKTIV^{INT}

Progresivní brýlová čočka s předním progresivním designem, která je levnější variantou BS-AKTIVu. Poskytuje dobré vidění na všechny vzdálenosti. Standartně lze vybrat pouze 18 mm výšku progresivního kanálu, a adici v rozmezí 0,75 až 3,5D.



obr.č.13

S-ONE

Tato progresivní plastová čočka je vyráběna s optimalizovanými optickými vlastnostmi podle refrakčních vad. Tedy pro myopii, emetropii a hypermetropii je progresivní design plochy vždy odlišný. Je to jedna z levnějších variant progresivních čoček, ovšem za cenu zmenšení zorného pole. Adice je možná v rozmezí 1,0-3,5D a výška progresivního kanálu pouze 18mm.



obr.č.14

EASY

Easy progresivní čočka je plastová čočka převážně pro prvonositele. Bezproblémové přivykání a komfortní vidění zajišťuje progresivní design na vnitřní straně čočky. Je možné volit výšku progresivního kanálu 16mm nebo 18mm. Také je zde možnost volby INDIVIDUAL pro zohlednění specifických nároků na vidění klienta. Adice je v rozmezí 0,75-3,5D.

2.2.3.2. Současné trendy degresivních čoček

Opět zde předvedu současnou nabídku výrobce brýlových čoček – Optiku Čivice

AC-OFFICE

Plastová degresivní čočka určená pro blízko a střední vzdálenost. Doporučuje se minimální výška očnice 32mm. U této čočky rozlišujeme dva typy degrese. Typ A znamená degresi 0,75D, kterou většinou nabízíme klientům do 50let. A typ B s 1,25D degresi pro klienty nad 50let.



obr.č.15



obr.č.16

MULTIZOOM

Multizoom je plastová degresivní čočka určená pro brýle „do místnosti“. Tedy ideální pro práci s počítačem a jeho okolím, tzn. „delší střední vzdálenost“ a blízko. U této čočky musí být minimální výška očníce 29mm a minimální výška progresivního kanálu 16mm. Degrese je rozdělena na 4 stupně – degrese 0,75D, 1,25D, 1,75D a 2,25D. Hodnotu degrese volíme dle nároku na vidění klienta.

adice	degrese 0.75 max. dosah	degrese 1.25 max. dosah	degrese 1.75 max. dosah	degrese 2.25 max. dosah
0.75 1.00	nekonečno 4.00 m			
1.25 1.50	2.00 m	nekonečno 4.00 m		
1.75 2.00		2.00 m	nekonečno 4.00 m	
2.25 2.50			2.00 m 1.50 m	nekonečno 4.00 m
2.75 3.00			1.00 m 0.80 m	2.00 m 1.50 m
3.25 3.50				1.00 m 0.80 m

obr.č.17

3. KOREKCE KONTAKTNÍMI ČOČKAMI – silikonhydrogelovými

V presbyopickém věku rozlišujeme 2 nejpravděpodobnější zájemce o korekci presbyopie pomocí kontaktních čoček:

1. Ametropové – tzn. již stávající nositelé kontaktních čoček, kteří dosáhli takového věku, kdy jednoohniskové kontaktní čočky již nevyhovují pro práci do blízka a na střední vzdálenost

2. Emetropové – tzn. klienti, kteří nikdy předtím nepotřebovali žádnou korekci, a korekce brýlemi jim nevyhovuje, nebo ji přímo odmítají z důvodu kosmetických

Korigovat presbyopii lze několika způsoby:

1. kombinací kontaktních čoček a brýlí
2. Překorigování kontaktních čoček na střední vzdálenost a blízko
3. Korekce pomocí monovision
4. Víceohniskové kontaktní čočky

3.1. Kontaktní čočky a brýle

Je to jedna z nejjednodušších metod jako korigovat presbyopii. Spočívá v aplikaci jednoohniskových kontaktních čoček určené na dálku a korekci do blízka pomocí brýlí. Do brýlí se dává hodnota adice do blízka. Tato varianta je nejběžnější, ale samozřejmě je možná dle požadavků klienta i varianta obrácená.

3.2. Překorigování kontaktních čoček na střední vzdálenost a blízko

Metoda, u které klient má v kontaktních čočkách čistě hodnoty na střední vzdálenost nebo na blízko. V tomto případě tedy klient bude vidět hůře na dálku. U hypermetropie volíme čočky které mají vyšší plusovou dioptrickou hodnotu a u myopie volíme nižší dioptrickou hodnotu vztaženou k dioptrické hodnotě do dálky. Tuto metodu ovšem využíváme jen v ojedinělých případech, a to pouze při nižších nárocích klienta na zrakovou ostrost

3.3. Korekce pomocí monovision

Monovision je metoda pomocí níž korigujeme jednoohniskovou čočkou dominantní oko do dálky a druhé nedominantní oko do blízka. Monovision je vhodná především pro ty klienty, kteří jsou ochotni přijmout ne úplně dokonalé vidění, tedy snížení zrakové ostrosti, omezení binokulárního vidění a vnímání hloubky. Díky těmto „nevýhodám“ se nedoporučuje nabízet tuto metodu proty, kteří ve své profesi vyžadují vysokou hloubku ostrosti a perfektní vidění, jako např. pro řidiče a pro klienty s dlouhodobější práci do blízka(na drobné práce). Naproti tomu mezi výhody této metody patří fakt, že kontaktolog může použít jakoukoli jednoohniskovou kontaktní čočku, ať už sférickou nebo tórickou s potřebnými parametry.

S aplikací monovision je důležité začít co v nejzašším věku presbyopie, neboť již po 50.roce již není aplikace vhodná, neboť i v „počínající“ může tato metoda vyžadovat nezbytnou dlouhodobější adaptaci na kontaktní čočky, při které může docházet k častému zamlžování.

Není zde také vhodné zapojovat klienty s vysokým nárokem na vidění, nepřizpůsobivým a nekompromisním klientům. Pokud klienti mají vyšší požadavky na zrakovou ostrost je lépe volit jinou variantu korekce presbyopie.



your dominant eye is corrected for
clear distance vision and your
non-dominant eye is corrected
for intermediate and/or close vision.

obr.č.18

Jelikož v presbyopickém věku ubývá akomodační šíře spolu s akomodační rezervou, korekce pomocí monovision vyvolává větší binokulární vidění. Proto klademe velký důraz na fúzi, čili spojení dvou obrazů očí v jeden vjem. S touto binokulární funkcí souvisí i anizeikonie, tedy nestejný refrakční stav

na pravém a levém oku. Anizeionii o velikosti 0,5-1% dokážeme sami vykompenzovat, ale anizeikonii o velikosti 1-2% už může činit menší potíže, ovšem 2-4% anizeikonie už činí dvojitě vidění a astenopické potíže. Pokud dochází k 5-6 % rozdílu velikosti obrazů, zak dochází již k narušení binokulárního vidění a projevuje se diplopií až útlumem. Proto je vždy nutné zohlednit rozdíl v korekci na dominantním a nedominantním oku, aby nedošlo k porušení binokulárního vidění.

Rozdíl v korekci mezi dominantním a nedominantním okem [D]	stupeň aniseikonie [%]
0,25	0,5
0,5	1
1	2
2	4
2,5	5

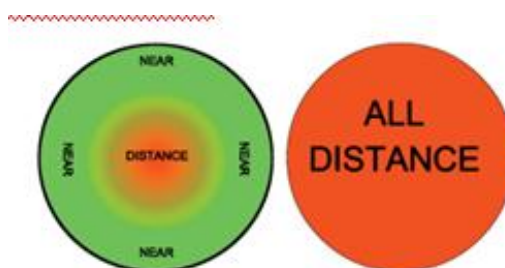
obr. 19

3.3.1. Rozdělení monovision:

1. Konzervativní monovision – spočívá v korekci jednoho oka na dálku a druhého oka na blízko pomocí jednoohniskových kontaktních čoček (viz. dále zásady krekce).

2. Modifikovaná monovision – se zakládá na tom, že na jedno oko aplikujeme jednoohniskovou čočku a na druhé bifokální/multifokální kontaktní čočku. Čočky aplikuje v závislosti na tom, jak klient preferuje korekční vzdálenosti.

Pokud klient preferuje zlepšení korekce na dálku volíme na dominantní oko jednoohniskovou kontaktní čočkou na dálku a nedominantní oko korigujeme multifokální kontaktní čočkou, která má střední část určenou pro vidění do dálky.



obr.č.20

Pokud by klient upřednostňoval spíše blízko než dálku, korigujeme dominantní oko multifokální čočkou s centrem pro vidění na blízko a na nedominantní volíme jednoohniskovou čočku s korekcí do blízka.



obr.č.21

Výhodou této metody je lepší a ostřejší vidění do dálky a dobrá hloubka fóze do dálky. Naproti tomu je snižená zraková ostrost na blízko a střední vzdálenost.

3.3.2. Zásady korekce

U hypermetropických klientů dominantní oko korigujeme na dálku a druhé překorigujeme do blízka. U myopických klientů řešíme korekci monovision tak, že vedoucí oko korigujeme do dálky a druhé podkorigujeme do blízka. Emetropové mají vedoucí oko bez korekce a nedominantní je podkorigováno do blízka. Rozdíl mezi dominantním a nedominantním okem by neměl být větší jak 2,0D z důvodu narušení binokulárního vidění.

Výhody metody monovision:nejlevnější řešení, jednoduchá aplikace, možnost využití většiny typů kontaktních čoček, lze korigovat i vyšší refrakční vady a astigmatismus.

Nevýhody metody monovision:omezení prostorového vidění,astenopické potíže při delší práci do blízka,potíže při řízení motorových vozidel (*úskalí aplikace víceohniskových kontaktních čoček – Ivana streitová*)

3.4. Víceohniskové kontaktní čočky

Víceohniskové kontaktní čočky nabízejí v současnosti širokou škálu možností, jak řešit presbyopii. Oproti metode monovision, víceohniskové čočky zachovávají binokulární vidění, větší hloubku ostrosti na různé vzdálenosti a mnohem menší vliv hodnoty na dosažený výsledek. Aplikace těchto kontaktních čoček nevyžaduje žádné speciální kroky v porovnání s jiným druhem aplikací,ale je časově časově náročnější. Klient by rozhodně měl mít k těmto čočkám dobrou motivaci a realistické očekávání.

Na dnešním trhu jsou dostupné jak kontaktní čočky s bifokálním designem, které korigují vidění do dálky a blízka, tak s multiofální designem, které korigují vidění na všechny vzdálenosti.

3.4.1. Rozdělení víceohniskových kontaktních čoček dle umístění adiční zóny:

1. Radiálně symetrické

Tyto kontaktní čočky jsou konstruovány tak, že jednotlivé refrakční zóny mají společný geometrický střed a refrakční hodnota je pravidelně rozprostřena do tzv. izodioptrických linií kolem oblasti zornice. Mezi tyto radiálně symetrické čočky patří kocentrické bifokální čočky, progresivní, difrakční a stenopeické kontaktní čočky.

2. Radiálně asymetrické

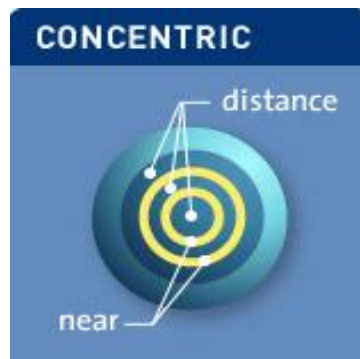
Mezi tyto čočky patří bifokální čočky, jejichž konstrukce není založena na symetrické adici kolem centra, ale tak že čočka konstruovaná na dálku má přídavný díl s adicí do blízka. Při pohledu vpřed bývá vidění do dálky a při změně pohledu do blízka se posune před zornici zóna s adicí.

3.4.2. Radiálně symetrické kontaktní čočky

3.4.2.1. Kocentrické bifokální kontaktní čočky

Tyto kontaktní čočky mají ve středu čočky oblast pro korekci do blízka a směrem do periferie se střídají kocentrické pruhy do dálky a pak do blízka. Většinou čočka má 5 kocentrických pruhů – 3 na dálku a 2 na blízko. Zóny jsou různě široké, díky nimž je zajištěna spolupráce čočky se zornicí. Tedy využívá se simultánního vidění, díky němuž se mění na sítnici poměr ostrého a neostrého obrazu ve prospěch obrazu, na který je zaměřen pohled. Zornici by měly zpravidla překrývat dva proužky, který se samozřejmě mění spolu s zúžením/rozšířením zornice.

Na dominantní oko je zpravidla aplikována čočka v jejímž centru je hodnota na dálku a na nedominantní oko hodnota v centru na blízko.



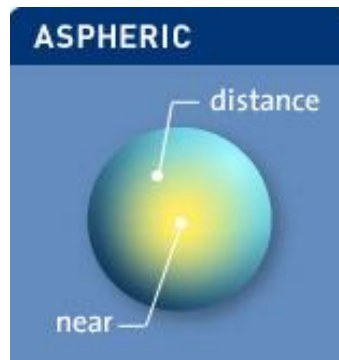
obr.č.22

3.4.2.2. Asférický neboli progresivní kontaktní čočky

Tento typ kontaktních víceohniskových čoček je v praxi nejvíce využíván. Čočky jsou navrženy tak, že dioptrická hodnota plynule narůstá směrem od centra k periferii. Střed může být konstruován jak na dálku, tak i na blízko a směrem do periferie tak hodnota dioptrií roste nebo klesá.

Asféricita čočky může být na přední i na zadní ploše. Asférická přední plocha se využívá u čočky s centrem na blízko, u zadní asférické plochy je většinou střed čočky na dálku a směrem do periferie roste plusová adice. U asfér. přední plochy dochází k tomu, že přední plocha je strmější oproti periférii čočky, ale u asfér. zadní plochy dochází ke zploštění směrem do periferie. Aby se pak mohla čočka směrem do periferie zplošťovat, musí být centrální oblast rádiusu strmější o 0,1 až 0,5 mm oproti sférické čočce.

Čočky s přední asféricitou je poměrně obtížné vyrobit, proto se čočky používají pouze s centrem na blízko.



obr.č.23

3.4.3. Současné trendy víceohniskových čoček

V současné době je možností jak korigovat presbyopy kontaktními víceohniskovými čočkami spousta. Můžeme si vybrat kontaktní čočky celkem od čtyř nejznámější výrobců a to od firmy Cooper Vision, Ciba Vision, Johnson & Johnson a Bausch & Lomb.

Firma **Cooper vision** nabízí ve svém portfoliu tyto multifokální čočky: *Biofinity Multifocal*, *Proclear Multifocal*, *Proclear Multifocal XR* a *Proclear Multifocal Toric*.

Ciba Vision má ve svých produktech zahrnuté čočky: *Air Optix Aqua Multifocal* a *Focus Dailies Progressive*.

Společnost **Johnson & Johnson** v současné době nabízí pouze jediné multifokální resp. bifokální kontaktní čočky *Acuvue Bifocal*.

Mezi současnou nabídku **Bausch & Lomb** patří čočky: *Pure Vision Multifocal* a *Softlens Multifocal*.

Bibliografie

1. Nevěčná, Iva. *Současné možnosti korekce presbyopie*.
2. Fejglová, Veronika. *Korekce presbyopie, multifokální a bifokální kontaktní čočky*.
3. Streitová, Ivana. *Úskalí aplikace víceohniskových kontaktních čoček*.
4. Michnová, Kateřina. *Presbyopická korekce kontaktních čoček*.
5. Chudobová Lenka. *Možnosti korekce presbyopie*.
6. Říhová Martina. *Komparace aplikace kontaktních čoček v zemích EU*.
7. Mýlková Magdaléna. *Progresivní a degresivní brýlové čočky*

Seznam obrázků - zdroje

- obr. č. 1 - Mýlková Magdalena, Progresivní a degresivní brýlové čočky
- obr.č. 2 – reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 3 - Mýlková Magdalena, Progresivní a degresivní brýlové čočky
- obr.č. 4 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 5 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 6 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 7 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 8 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 9 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 10 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 11 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 12 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 13 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 14 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 15 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 16 - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 17 - - reklamní materiál Optika Čivice
- obr.č. 18 – Říhová Martina, Komparace aplikace kontaktních čoček v zemích EU
- obr.č. 19 - Streitová Ivana, Úskalí aplikace víceohniskových kontaktních čoček
- obr.č. 20 - Streitová Ivana, Úskalí aplikace víceohniskových kontaktních čoček
- obr.č. 21 - Streitová Ivana, Úskalí aplikace víceohniskových kontaktních čoček
- obr.č. 22 - Říhová Martina, Komparace aplikace kontaktních čoček v zemích EU
- obr.č. 23 - Říhová Martina, Komparace aplikace kontaktních čoček v zemích EU

5. Myopie – aktuální poznatky a trendy v přístupu ke korekci

Mgr. Jitka Běliková

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Myopie je refrakční stav oka, kdy se paprsky ze vzdálených objektů protínají před sítnicí. Oko je v poměru ke své optické mohutnosti příliš dlouhé a výsledkem je vznik neostrého obrazu na sítnici oka. Nejčastější příčinou vzniku krátkozrakosti je excesivní prodloužení sklivcové komory v oblasti zadního pólu oka (axiální myopie). Toto prodloužení s sebou kromě neostrého vidění přináší i další komplikace, které mohou mít fatální dopad na vidění a nemohou být řešeny optickými pomůckami (odchlípení sítnice, katarakta, glaukom, chorio-retinální degenerace). Vzhledem k vyjmenovaným komplikacím představuje myopie závažný zdravotní problém.

Situace se stává ještě vážnější, uvážíme-li rapidní nárůst prevalence krátkozrakosti během posledních let. Nejvyšší podíl myopických pacientů vykazují země Východní Asie (Tchaj-wan až 84% u mladistvých ve věku 16 -18 let), nárůst ale uvádějí například i USA, přestože zde absolutní čísla nedosahují takových hodnot.

Management vady v tradiční podobě spočívá v předpisu brýlové korekce jednoohniskovými čočkami, aplikaci jednoohniskových kontaktních čoček nebo provedení chirurgického refrakčního zákroku. Všechny zmíněné způsoby korekce napravují poměr mezi refrakční silou optického aparátu oka a jeho délkou a umožní posunout obrazové ohnisko na sítnici. Nicméně žádná z konvenčních metod korekce není schopna bránit další progresi vady. V nedávné době se objevily první výsledky výzkumů u zvířat, které naznačují, že existuje možnost, jak ovlivňovat refrakci oka pomocí různých optických manipulací. Tyto výzkumy jsou bedlivě sledovány a jejich výsledky již začínají být implementovány do nejnovějších strategií pro komplexní řešení myopie.

EXPERIMENTY NA ZVÍŘATECH A VÝZNAM PERIFERNÍHO DEFOKUSU

Experimenty se zaměřením na myopii byly odstartovány náhodným objevem, kdy se u kořat se sešitými očními víčky objevil mimo jiných neurologických změn i nárůst předozadní délky oka a osová krátkozrakost (1). Uvedený jev je označován jako „**deprivační myopie**“ (form-deprivation myopia). První pokusy s deprivační myopií pocházejí ze 70. let minulého století. Navození myopie prostřednictvím sešití víček po dobu 19 dní až 26 měsíců bylo prokázáno například u mláďat opic (2). Výsledná refrakce se pohybovala v rozmezí od 0 do -13,5 Dpt. Velikost refrakční vady souvisela s délkou okluze a věkem zvířete. Nižší vady vznikaly u kratší doby okluze a oka a u starších zvířat. Důležitou skutečností bylo, že zkoumané oči vykazovaly mnoho anatomických rysů společných s lidskýma myopickýmáma očima – prodloužení bylo výraznější ve směru axiálním (21% nárůst) než ve směru ekvatoriálním (7% nárůst), skléra v zadním pólu bulbu byla protenčená, zatímco přední segment (tloušťka a zakřivení rohovky) byly bez výrazných změn.

Stejně důležitý je i nález, že oči se sešitými víčky se neprodlužují, pokud jsou mláďata chována ve tmě, což podporuje domněnku, že pro refrakční vývoj je důležitá zraková stimulace přes průsvitné oční víčko (3).

Experimenty s navozením deprivanční myopie pomocí sešití víček pokračovaly s relevantními výsledky u očí tan, králíků a kuřat. Dnes se místo sutury víček používají sofistikovanější metody, jako jsou plastové difuzéry a okluzory, které přinášejí dvě hlavní výhody. Jednak neovlivňují fyziologii rohovky a dále jsou tvarovatelné tak, že umožňují zakrytí pouze části zorného pole.

Brzy po objevu deprivanční myopie jako následek okluze oka, se ukázalo, že zvířecí oči mohou přizpůsobit svůj růst tak, aby kompenzovaly navozený optický defokus – zvýší rychlost předozadního růstu jako odpověď na hyperopický defokus (navozený rozptylnými čočkami) a zpomalí růst v případě vzniku myopického defokusu. Tento fenomén je označován jako tzv. **aktivní emetropizace** a byl popsán u řady zvířat (opic, kočkodanů, tan, morčat, myši a kuřat). Principiálně je proces shodný napříč jednotlivými druhy zvířat, rozdíly jsou pouze v maximálně dosažitelné míře kompenzace a v čase potřebném pro plnou kompenzaci. Ve všech případech je hyperopický defokus spojen s urychlením růstu oka a vznikem myopie, která bývá označována jako **myopie indukovaná čočkou** (lens-induced myopia - LIM). Rozostření způsobené LIM má klinické následky ve formě zvýšení insuficience akomodace a vzniku periferní, mimo osové (off-axis) hyperopie. Právě tyto dva jevy jsou spojovány se školní myopií u dětí, přestože přímý důkaz kauzality zatím neexistuje. Nicméně model uvažující vliv periferního hyperopického defokusu je pravděpodobně významný pro objasnění vývoje myopie u lidí.

LOKÁLNÍ ŘÍZENÍ RŮSTU OKA

Dalším z raných nálezů je objev, že regulace růstu oka je do značné míry omezena na lokální úroveň. První svědectví o nezávislosti vývoje myopie na mozku přišly v roce 1985. U experimentálních opic došlo k vývoji deprivanční myopie i po provedení léze ve zrakové dráze. Následovaly další studie, které potvrdily, že myopické prodloužení očí nevyžaduje komunikaci s mozkiem (4).

Další důkaz o lokálním řízení růstu oka je skutečnost, že sklivcová komora se prodlužuje asymetricky pouze v těch místech, kde působí hyperopický defokus. U zvířat, kterým byla provedena okluze pouze poloviny zorného pole, došlo k prodloužení zadního pólu pouze v odpovídající oblasti (5,6). Tato skutečnost podporuje význam lokální regulace, protože není znám žádný centrální (nonretinální) mechanismus, který by mohl řídit takový lokální růst.

Kontroverzní otázkou dodnes zůstává význam práce do blízka a akomodace pro vznik a progresi myopie. Přes četné důkazy spojující excesivní práci do blízka s vývojem krátkozrakosti u lidí, se nepodařilo prokázat vztah mezi akomodací a vznikem myopie u zvířat. Vyřazení akomodace u kuřat vytvořením v léze Edinger-Westphalově jádře, přetnutím ciliárního nervu nebo cykloplegií, nemělo žádný efekt na vznik myopie. Tento závěr je konzistentní s faktem, že experimentální myopie může být navozena i u veverky šedé (*Sciurus carolinensis*), což je druh zcela bez akomodace. Zdá se tedy, že centrální mechanismus řídící akomodaci není zapojen do řízení růstu oka. Tento fakt je pak jedním z argumentů proti cílování anti-myopické strategie na akomodaci, konkrétně na ciliární sval.

FARMAKOLOGICKÁ INTERVENCE - ATROPIN

Atropin jako neselektivní antagonist muskarinových receptorů zůstává jediným farmakem používaným v současné klinické praxi pro kontrolu progresu myopie. Jeho využití v oftalmologii se datuje již do období renesance, kdy italské ženy využívaly jeho účinku na dilataci zornice. Stejně tak název rostliny, ze které

je extrahován (*Atropa Belladonna*), vyjadřuje jeho dřívější využití v kosmetice. V 17. století byl objeven jeho inhibiční účinek na akomodaci (cykloplegie). Jak dilatace pupily (mydriáza), tak vyřazení akomodace (cykloplegie) dnes představují problematické vedlejší účinky bez terapeutického významu pro inhibici myopie.

První klinické studie, které se zaměřily na účinek atropinu pro zpomalení progresu krátkozrakosti, spadají do druhé poloviny 20. století. Tyto studie měly mnoho slabin: nebyla možnost měřit axiální délku oka, bylo vyloučeno dvojitého maskování (léčené oko vykazuje zjevnou mydriázu), bylo nutno současně s aplikací atropinu používat progresivní nebo bifokální brýle (léčené oko neakomoduje), nebylo možno zajistit a sledovat compliance pacientů (často nízká compliance kvůli množství nepříjemných vedlejších účinků – dyskomfort, fotofobie, zarudnutí očí, alergická reakce, bolesti hlavy). I přes zmíněné nedostatky však ukázaly, že aplikace atropinu skutečně snižuje rychlost progresu krátkozrakosti, ale pouze po dobu léčby. Po ukončení atropinizaci nastává výrazný rebound fenomén – v průběhu prvního až třetího roku vykazuje léčené oko rychlý nárůst vady tak, že dostihne oko neléčené.

Celkový pohled na mechanismus účinku atropinu se díky novým výzkumům také změnil. Zatímco ještě donedávna se věřilo, že jeho efekt na zpomalení progresu myopie je způsoben potlačením akomodace, dnes je přijímána teorie neakomodačního mechanismu. Atropin inhibuje přenos specifických molekul ze zadního pólu retiny přes choroideu do skléry. Role zmíněných molekul je podporovat uvolnění sklerálních kolagenních vláken tak, že se mohou protahovat a zadní pól oka se může prodloužit, aby dosáhl k obrazové rovině.

OPTICKÁ INTERVENCE

V návaznosti na teorii periferního hyperopického defokusu a jeho významu pro progresi myopie se objevují nové přístupy ke korekci myopie. Principem je modulace obrazového pole tak, aby byla zachována osová ostrost a zároveň byly periferní části obrazového pole posunuty směrem do oka, tedy byl vyloučen hyperopický defokus a případně byl změněn na myopický. Tohoto efektu se dosahuje pomocí dvouzónových kontaktních čoček, progresivních brýlových čoček a ortokeratologií.

PROGRESIVNÍ BRÝLOVÉ ČOČKY (PALs)

Kromě tradičního použití ke korekci presbyopie mohou být bifokální a progresivní brýlové čočky využity u dětí s insuficiencí akomodace a esoforií do blízka ke snížení zrakové zátěže do blízka. Již před lety se objevila svědectví, že tato korekce brzdí rozvoj krátkozrakosti a u některých mladých klientů s progresivní myopií byly tyto čočky předepisovány, případně byly předepisovány slabší rozptylné čočky pro práci na blízkou vzdálenost. Tento předpoklad měla prověřit studie COMET (the Correction of Myopia Evaluation Trial). Studie skutečně prokázala pozitivní efekt progresivních čoček, ale pouze u těch dětí, které vykazovaly výraznější insuficienci akomodace (5). Skupina dětí používající progresivní brýlové čočky vykazovala nižší nárůst myopie oproti kontrolní skupině korigované jednoohniskovými čočkami. Úspěch ve skupině myopických dětí s normální akomodací byl však velmi nízký. Výsledky vyvolaly diskuzi, zda byl popsán efekt způsoben snížením potřeby akomodace nebo je to výsledek snížení periferního defokusu díky zóně adice. Zajímavým nálezem byl také fakt, že snížení progresu vady bylo pozorováno pouze během prvního roku studie. Pokud by progresivní čočky snižovaly progresi myopie díky snížení hyperopického defokusu při pohledu do blízka, pak by měl být pozorován kumulativní léčebný

efekt během celé tříleté doby studie, protože předpokládaný myopizující stimul byl snížen po celou dobu léčby. Navíc i přes potvrzení nižšího nárůstu myopie je otázkou, do jaké míry je efekt užitečný. Snížení nárůstu bylo ve studii COMET o 0,28 Dpt, v jiné studii (6) o 0,20 Dpt v průběhu 3 let.

DVOUZÓNOVÉ MĚKKÉ KONTAKTNÍ ČOČKY

Dalším přístupem k modulaci periferního sítnicového defokusu bylo požití měkkých kontaktních čoček s bifokálním účinkem. Standartní bifokální kontaktní čočky ale nebyly zcela vhodným prostředkem k tomuto účelu, protože vytvářejí dva oddělené obrazy (dálka, blízko). Namísto nich byly navrženy kontaktní čočky speciální konstrukce tak, že centrální část obsahuje korekci axiální vady do dálky, zatímco periferní prstenec má adici přibližně 2,0 Dpt. V tomto případě není periferní část striktně určena pro dívání do blízka či dálky, pouze slouží pro periferní refrakci v okamžiku, kdy oko akomoduje na blízký předmět (v periferní sítnici vytváří myopický defokus).

Zkušenosti s tímto druhem kontaktních čoček popisuje nedávná studie Anstice a Phillipse (7). Jejich výsledky u 14 letých dětí jsou slibné. Ve zkoumané skupině došlo během 10 měsíců sledování ke snížení progresy myopie o 30 % na oku, kde byla aplikována dvouohnisková kontaktní čočka oproti oku, které bylo korigováno jednoohniskovou čočkou. U dětí byl zjištěn nižší nárůst axiální refrakce ($-0,44 \pm 0,33$ Dpt) ve srovnání s nárůstem ($-0,69 \pm 0,38$ Dpt) u očí korigovaných jednoohniskovou kontaktní čočkou do dálky. Nižší byl také nárůst axiální délky oka ($0,11 \pm 0,09$ mm vs. $0,22 \pm 0,1$ mm). Čočky dětem zajišťují normální zrakovou ostrost do dálky i blízka a nesnižují kontrastní citlivost. Výsledky ukazují, že dvouohniskové měkké kontaktní čočky u dětí vytvářejí v periferní části sítnice trvalý myopický defokus, což může fungovat jako inhibitor progresy krátkozrakosti.

Podobně Sankaridurg (8) shrnuje, že po ročním používání dvouzónových kontaktních čoček byl nárůst myopie o 33% nižší ve srovnání s kontrolní skupinou korigovanou brýlovými čočkami. Jeho výsledky podporují hypotézu, že snížení periferní hyperopie může ovlivnit vývoj axiální (centrální) refrakce a zpomalit tak progresi myopie.

Na koncept multifokálních čoček rychle zareagovala společnost Cooper Vision, která nedávno na americkém trhu uvedla měkkou kontaktní čočku MySight®. Jde o měkkou multifokální čočku určenou pro kontrolu progresy krátkozrakosti.

Tento přístup je ale stále čerstvou novinkou a žádné dlouhodobější (alespoň tříleté) klinické výsledky zatím nejsou k dispozici. Na mezinárodní konferenci o krátkozrakosti (13th International Myopia Conference, Tübingen, Německo) v roce 2010 byly pospány i případy návratu vady po terapii dvouzónovými čočkami a snížení účinnosti v čase. Navíc existují i skeptické pohledy na věc. Progrese myopie jako odpověď na indukovaný hyperopický defokus se pravidelně uplatňuje u zvířat. Nicméně u lidí se jí stále nepodařilo zcela přesvědčivě prokázat. Stejně tak je role periferní sítnice u zvířat nezpochybnitelná, ale u lidí zatím nemáme přímý důkaz, že je periferní defokus významnějším signálem pro růst oka než foveální rozostření.

ORTOKERATOLOGIE

Již v samých počátcích ortokeratologie, byly zaznamenány důkazy, že tato technika nejen koriguje nízký stupeň myopie, ale také že zpomaluje její vývoj. Většinou se ale ukázalo, že efekt zpomalení progresy mizí po ukončení terapie a myopie pak progreduje rychleji tak, že dosáhne stejné míry jako u neléčených

jedinců. Jakmile se ale objevila teorie periferního sítnicového rozostření, začalo se znovu o ortokeratologických kontaktních čočkách uvažovat jako o možném způsobu inhibice progresu myopie.

Rozsáhlé svědectví o této problematice podal Queirós (9). Srovnává centrální a periferní refrakci po tzv. rohovkové refrakční terapii pomocí ortokeratologických kontaktních čoček (Corneal Refractive Therapy, CRT). Výsledky shrnuje tak, že CRT mění tvar periferní refrakce žádoucím způsobem. V rozsahu centrálního zorného pole (do 25°) koriguje myopii, zatímco od 25° dále způsobuje naopak posun obrazového pole ve směru k myopii (myopický posun).

Podobnou práci předložil Kang (10), který srovnává efekt ortokeratologie a denního nošení RGP čoček na periferní refrakci. Zatímco u RGP čoček v denním režimu nošení nedošlo k žádné změně v centrální ani periferní refrakci, u ortokeratologie byl po tříměsíčním používání patrný posun v periferní refrakci z relativní periferní hypermetropie na periferní myopii. Centrální refrakce (20° zorného pole) přitom byla významně méně myopická. Hirakota (11) v roce 2012 zveřejnil výsledky pětiletého sledování axiální délky oka u myopických dětí nosících jednoohniskovou sférickou korekci a dětí podstupujících ortokeratologickou léčbu. Po sledovacím období dosáhl rozdíl v axiální délce oka v obou skupinách statisticky významného rozdílu, ve prospěch ortokeratologie (nárůst v axiální délce oka $0,99 \pm 0,47$ mm vs. $1,41 \pm 0,68$ mm).

V souvislosti s ortokeratologickými kontaktními čočkami lze shrnout, že tyto mění tvar rohovky, což ovlivňuje průběh obrazového pole. Hyperopický periferní defokus může být změněn na myopický a mohou tak působit zpomalení progresu myopie. Na druhé straně přináší jejich používání četná rizika, zejména infekci oka.

ZÁVĚR

Je zřejmé, že v problematice myopie zůstává ještě mnoho nezodpovězeného. Díky rostoucí prevalenci je mechanismu vzniku a možnostem kontroly věnována velká pozornost. Výsledky nových experimentů na zvířatech i klinických studií u dětí nám přinášejí stále nové poznatky a umožňují lépe pochopit komplikovanou podstatu této vady. Pouze dokonalé pochopení pak umožní implementovat účinné kroky do managementu vady. Jako odborníci na korekci refrakčních vad bychom měli být stále v obraze nejen v oblasti předpisu korekce, ale také v otázkách týkajících se vzniku a vývoje vad obecně. Jen tak budeme moci poskytnout našim klientům vedle dokonalé korekce také uspokojivé odpovědi na všechny jejich otázky a nabídnout skutečně profesionální poradenství.

1. Wilson JR, Sherman SM, autoři. Differential effects of early monocular deprivation on binocular and monocular segments of cat striate cortex. *J. Neurophysiol.* 1977 čvc;40(4):891–903.
2. Wiesel TN, Raviola E, autoři. Myopia and eye enlargement after neonatal lid fusion in monkeys. *Nature.* 1977 bře 3;266(5597):66–8.
3. Raviola E, Wiesel TN, autoři. Effect of dark-rearing on experimental myopia in monkeys. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 1978 čer;17(6):485–8.

4. Troilo D, Gottlieb MD, Wallman J, autoři. Visual deprivation causes myopia in chicks with optic nerve section. *Curr. Eye Res.* 1987 srp;6(8):993–9.
5. Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, Hussein MEM, Marsh-Tootle W, Manny R, et al., autoři. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2004 čvc;45(7):2143–51.
6. Gwiazda J, Hyman L, Hussein M, Everett D, Norton TT, Kurtz D, et al., autoři. A randomized clinical trial of progressive addition lenses versus single vision lenses on the progression of myopia in children. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2003 dub;44(4):1492–500.
7. Anstice NS, Phillips JR, autoři. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology.* 2011 čer;118(6):1152–61.
8. Sankaridurg P, Holden B, Smith E 3rd, Naduvilath T, Chen X, de la Jara PL, et al., autoři. Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: one-year results. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2011;52(13):9362–7.
9. Queirós A, González-Méijome JM, Jorge J, Villa-Collar C, Gutiérrez AR, autoři. Peripheral refraction in myopic patients after orthokeratology. *Optom Vis Sci.* 2010 kvě;87(5):323–9.
10. Kang P, Swarbrick H, autoři. Peripheral refraction in myopic children wearing orthokeratology and gas-permeable lenses. *Optom Vis Sci.* 2011 dub;88(4):476–82.
11. Hiraoka T, Kakita T, Okamoto F, Takahashi H, Oshika T, autoři. Long-term effect of overnight orthokeratology on axial length elongation in childhood myopia: a 5-year follow-up study. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2012;53(7):3913–9.

6. Měření zorného pole

Bc. František Hudaň, DiS.

PřF UP Olomouc, magisterské studium, II. ročník

f.hudan@centrum.cz

Anotace:

Periferní vidění nebývá v běžné praxi optometristy příliš sledováno, přestože je pro člověka stejně nezbytné jako to centrální. Každý optometrista, který chce odpovědně přistupovat ke své profesi, by neměl opomenout zařadit, při měření zraku svých pacientů, také jedno z orientačních vyšetření zorného pole.

Pro případ rozporu oční anamnézy s pozitivním nálezem orientační zkoušky by optometrista neměl váhat a poslat pacienta na vyšetření k oftalmologovi. Sebelepší korekce nemůže člověku nahradit ztrátu periferního vidění. Navíc díky digitálnímu perimetru a široké nabídce očních farmak může podobné vyšetření uchránit nejednoho pacienta před praktickou slepotou.

Text přednášky:

Korekce nemůže člověku nahradit ztrátu nepřímého (necentrálního) vidění natož pak ho uchránit před praktickou slepotou. Patrně jak do blízka tak především do dálky by potom pacientovi nebyla nic platná, kdyby postupně přicházel o periferní vidění.

V první části přednášky se zaměříme na poznatky o zorném poli a možnostech jeho vyšetření. V druhé části probereme problematiku měření zorného pole na perimetru a porovnáme výsledky získané pomocí dvou různých vyšetřovacích metod. Pokusíme se odhalit praktický význam perimetrie, poukázat na časté chyby při měření a vlastní nedostatky některých přístrojů.

1. ZORNÉ POLE

„Zorné pole je část prostoru, který vidíme jedním okem při přímém pohledu vpřed. Je to vlastně zevní projekce všech bodů nebo objektů zobrazených na sítnici, které oko vnímá přímým i nepřímým viděním při fixaci určitého bodu.“ (SETNIČKA M.: Technický sborník oční optiky. s. 270)

Z této definice zjednodušeně vyplývá, že zorné pole chápeme jako maximální rozsah vidění, za jehož hranicí už oko nevnímá. Pokud se člověk dívá oběma očima zároveň, jeho zorné pole levého i pravého oka se z větší části překrývá a jen zhruba necelých 20% v periferní části vidí skutečně monokulárně.

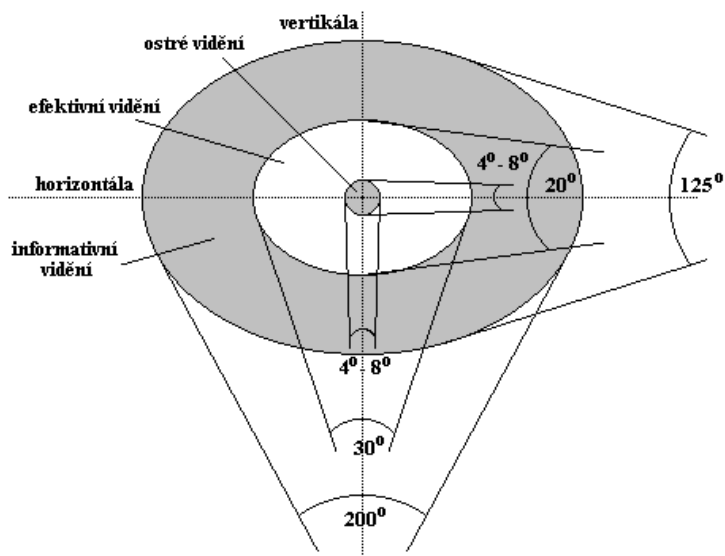
2.1 Rozsah vidění

Většina lidí má velmi podobný rozsah vidění. Největší dosahuje temporálně 90° od fixovaného bodu. Nasálně je rozsah nejmenší a dosahuje pouze 60°. V horní části dosahuje maximální rozsah zorného pole 60° a v dolní kolem 70°. Tyto standardní rozměry platí pouze pro bílou barvu, protože ostatní mají menší velikost. Nutno ještě podotknout, že vnímání zorného pole ovlivňuje individuální anatomie lebky.

2.2 Kvalita vidění

Vidění se rozlišuje na přímé (centrální) a nepřímé (periferní) vidění. Pokud se oko zaměří na pozorovaný předmět, paprsek z něj vycházející dopadá na foveu. Tzv. „žlutá skvrna“ je místem nejostřejšího vidění, kde se nacházejí pouze čípky. Směrem k periférii jich ovšem ubývá a naopak narůstá počet tyčinek. Díky čípkům je oko schopno vysokého rozlišení, především ostré a barevné vidění.

Lidské oko však výše uvedené rozlišovací schopnosti dosahuje jen ve velmi úzké oblasti vidění, která zabírá zorný úhel 4-8° (viz obr. 1). Pokud však dojde k podráždění smyslových buněk v periferní části sítnice, vyvolá se mimovolní reakce a oči se pohnou tak, aby se obraz opět zobrazil na žluté skvrně.



Obr.1 Schéma rozsahu zorného pole

2.3 Pohledové pole

Oblast, kterou takto vidí, se nazývá „pohledové pole“. Dle Habela je toto pole určeno jako „Část prostoru, kterou pozorovatel může postřehnout při pohybu oka, aniž by pohyboval tělem a hlavou.“ (HABEL J.: Zrak a vidění. Světlo [online]. Praha, 2008). Zorné pole je součástí pohledového pole, protože na rozdíl od něj oko nefixuje určitý bod a využívá maximální rotace v orbitě.

Paprsek dopadající mimo žlutou skvrnu je napojen na senzorycké buňky zaznamenávající pohyb. Rozlišovací schopnost periferního vidění je mnohem menší, než u vidění centrálního. Přestože umožňuje pouze nebarevné vidění, zastává nepostradatelnou funkci při orientaci v prostoru a tmě. Pro periferní vidění není důležitá ostrost vidění, ale jeho rozsah.

Uvnitř normálního zorného pole se nachází slepé místo - tzv. „Mariotův bod“, kde je přerušena vrstva světločivých buněk. Tento fyziologický výpadek vidění má za následek vstup zrakového nervu do oční koule. Nachází se v horizontální rovině 18° temporálně od fixovaného bodu. Díky binokulárnímu vidění jsou obě místa vzájemně překryta.

2.4 Poruchy zorného pole

Z nejrůznějších příčin se však mohou vyskytnout některé stavy, kdy bývá vidění narušeno. „Nejčastějšími příčinami změn rozsahu zorného pole bývá právě hypertenze, diabetes, glaukom, věkem podmíněná okulární degenerace a katarakta.“ (NOVÁKOVÁ M.: Jednoduché testy kvality zorného pole. Česká oční optika. [online]. Praha, 2007)

□ ZÚŽENÍ ZORNÉHO POLE

Obecně lze říci, že zúžení zorného pole se projevuje hlavně v okrajových částech. Rozsah vidění je omezen, a proto pacient kompenzuje tento nepříznivý stav častějšími pohyby hlavy. Zúžení zorného pole je příznakem glaukomu nebo pigmentové degenerace sítnice.

SKOTOM

Tímto termínem se označuje výpadek uvnitř zorného pole, který se projevuje většinou v podobě nepravidelných skvrn. Skotomy můžeme rozdělit na: „absolutní“, u pacienta kde dochází k úplnému výpadku a „relativní“, který pacienta postihuje výpadkem jen částečně (např. pro některou barvu).

Pokud si člověk neuvědomuje výpadek v zorném poli, označuje se jako „negativní“ skotom. V opačném případě jako „pozitivní“ skotom, ale u obou hraje podstatnou roli jejich velikost a tvar.

2. VYŠETŘOVACÍ METODY

Význam vyšetření zorného pole hraje důležitou roli nejen při diagnostikování mnoha očních onemocnění, ale slouží také k lepšímu pochopení některých zrakových anomálií. Vyšetření může jednoduše odhalit případný defekt ovlivňující celý zrakový systém. Nejčastěji se jedná o poškození cesty zrakového impulsu do centra zrakového systému mozku a to má za následek charakteristickou odchylku zorného pole.

2.1 Základní vyšetření

Pro diagnostiku podobného poškození je nezbytná pozornost vyšetřujícího stejně jako spolupráce pacienta během vyšetření. Aby se dosáhlo, maximálního účinku jejich snažení je důležité dbát na zkontrolování správné korekce refrakční vady, vyšetření barevného vidění a fyziologické šířky zornic pacienta.

Optimální korekce do dálky je nezbytná pro stanovení korekce do blízka, bez které by nebylo měření zrakové ostrosti úspěšné. Pokles citlivosti barevného vidění může ovlivnit vnímání kontrastu a sytosti barev. Navíc může být prvním signálem poruchy v optické dráze. Reakce zornic na světlo slouží též k podání objektivní informace o funkci systému oka, zejména dráze pupilárního reflexu. Jeho porucha signalizuje poškození zrakové dráhy buď na úrovni sítnice, v oblasti optického chiasmatu nebo dokonce až na úrovni zrakového centra v mozku.

2.2 Orientační vyšetření

Jako orientační vyšetření pro odhalení poruchy v zorném poli, může pomoci několik jednoduchých vyšetření. Jde o monokulární testy, které usnadňují práci při hledání výpadků zorného pole nebo omezení jeho rozsahu.

SVĚTELNÁ PROJEKCE

Základní vyšetření, které se provádí pomocí soustředěného paprsku na zornici z určitého směru. Osvětluje se vždy z určitého kvadrantu a vyšetřovaný musí zodpovědět, odkud vnímá přicházet světlo. Provádí se vždy, když je vize snížena na světlocit či pohyb před okem.

KONFRONTAČNÍ METODA

Rozsah zorného pole je možné ověřit tzv. „konfrontační“ metodou, kterou lékař porovnává vlastní zorné pole s pacientovým.

Vyšetřující a pacient sedí naproti sobě v přibližné vzdálenosti 1 m. Oba si zakryjí jedno oko (pacient levé, lékař pravé a naopak) a druhým si hledí z oka do oka. Vyšetřující následně zvolna pohybuje prstem od periferie k centru a čeká, až pacient zpozoruje pohybující se prst.

Nespornou výhodou této metody je rychlost a přímá kontrola fixace. Dostane se poměrně přesná informace o případných defektech v zorném poli pacienta.

□ AMSLEROVA MŘÍŽKA

Pacientovi se předloží čtverečková mřížka o rozměrech 20x20 cm, uprostřed je bod pro fixaci a vyšetřující se zeptá, jestli při centrální fixaci značky vidí pacient zároveň všechny čtyři rohy a žádná ze stran není na nějakém místě deformovaná. Bohužel tato jednoduchá pomůcka slouží k zhodnocení změn zorného poli pouze do oblasti 10°.

Podobných vyšetření je celá řada, ale výše uvedené jsou nejznámější a též nejpoužívanější. Pro získání lepší představy o pacientově zorném poli a stanovení jeho maximálního rozsahu, musíme zvolit sofistikovanější vyšetření. Mezi metody, kterými lze dosáhnout objektivnějších výsledků patří: kampimetrie, stereokampimetrie a perimetrie.

2.3 Kampimetrie

Slouží k vyšetření centrálního zorného pole do 15° (či 30°) pomocí Bjerrumova kampimetru. Ten se skládá z čtvercového rámu potaženého černým plátnem s vyšitou osnovou pro zaznamenávání možného výpadku. Uprostřed svítí matný fixační bod, který pacient po celou dobu vyšetření sleduje. Lékař v zatemněné místnosti nasouvá z periferie testové značky a zaznamenává, kdy je pacient upozoruje.

Metoda slouží k objevení změn v centrálním zorném poli, ale kvůli její časové náročnosti a



Obr. 2 Brewsterův stereoskop

zastaralému postupu se již v dnešní době nepoužívá. Nahradil ji automatický počítačový nástupce, který eliminoval možnou chybu způsobenou ze strany vyšetřujícího.

2.4 Stereokampimetrie

Zabývá se, podobně jako kampimetrie, vyšetřováním centrální části vidění pomocí Lloydova stereokampimetru. Ten je založen na principu Brewsterova stereoskopu (viz obr. 2). Pokud se u vyšetřovaného oka vyskytuje skotom v centru zorného pole, může pacient sledovat fixační značku druhým lépe vidoucím okem.

V případě, že vyšetřovaný není schopen spojit ani obě poloviny testu, může se napomoci přidavnými prizmatickými čočkami.

3. PERIMETRIE

Z neurooftalmologického hlediska se perimetrie zabývá měřením velikosti zorného pole a slouží k hodnocení jeho rozsahu. Vyšetření se bere jako základní metoda pro srovnávání periferního vidění se standardem. K tomuto účelu se využívá přístroj „perimetr“ umožňující zjistit nejen funkční poruchu v zorném poli, ale i dlouhodobější sledování jejího vývoje. Na rozdíl od předcházejících metod vyžaduje perimetrie dobré přístrojové vybavení, aby výsledky měření byly co nejpresnější.

Během vývoje konstrukčních řešení pro sestavení přístroje na vyměřování zorného pole se postupně vymezily tři hlavní metody. Všechny mají mnoho společného, protože vycházejí ze stejného návrhu. Pro vyšetření se v dnešní době nejvíce využívá dvou základních typů: kinetický a statický perimetr. Každý z nich má však své výhody i nevýhody, a proto je dobré je vzájemně kombinovat.

3.1 Kinetická perimetrie

Starší typ perimetru (Försterův,...) vyžadoval ruční posouvání testové značky po obloukovém pásu, ale na těchto přístrojích se již řadu let neměří. Modernějším typem je Goldmanův perimetr, kde se značky promítají místo projekčního pásu na kulovou plochu. Kinetické perimetry sestávají z polokoule o poloměru 33 cm, opěrky pro hlavu a zařízení projektující světelné značky, u kterých lze měnit velikost, sytost i barvu. Zvolením dostatečně velké průměru značky se zajistí osvit takové plošky, aby při expozici světelného paprsku na sítnici, mohli být tři světločivé buňky vedle sebe. Průměr kruhové značky (III) u Goldmannova perimetru odpovídá $0,43^\circ$ (RUTRLE. M.: *Přístrojová optika*, s 93), což plně postačuje a používá se jako standardní velikost.



Obr. 3 Goldmanův kinetický perimetr – pohled od vyšetřujícího

Perimetr je navíc doplněn dalekohlednou soustavou (viz obr. 3), která umožňuje sledovat oko pacienta, jestli stále sleduje fixační bod.

Nezbytnou součástí při vyšetřování na kinetickém perimetru je také záznamový arch, který bývá přiložen z druhé strany na otočném rameni. Z pohledu na obrázek (viz obr. 4) vidíme, že se skládá několika předtištěných částí. V pravém horním rohu je „razítko“ pro vyplnění jména, šířky zornic, korekce, data a jména vyšetřujícího. Vlevo od něj se nachází tabulka, do které se křížkem označí zvolená velikost a intenzita testové značky. V řádku je arabskými číslicemi označena intenzita osvětlení od 4 (největší) do 1 (nejmenší). Navíc jsou tam ještě písmena „Č“ a „Z“, která umožňují vyšetření pro červené nebo zelené světlo. Ve sloupci je římskými číslicemi od „0“ do „V“ označena velikost testové značky. Všechny tyto značky odpovídají Goldmanovým standardům. V centru jsou soustředné kružnice s jednotlivými meridiány, sloužícími jako rastr pro zaznamenávání značek. Po stranách jsou ještě centrovací rysky, sloužící pro přesné umístění záznamového archu do přístroje. Úplně dole jsou šipky pro směr zasunutí archu papíru do přístroje a písmena „P“ a „L“ jako označení standardního rozsahu.

Princip měření spočívá v tom, že vyšetřovaný má opřenou bradu a čelo v opěrce perimetru. Vyšetřovaná osoba se dívá přímo před sebe na fixační značku - pohled musí být monokulární. Proto oko, které nevyšetřujeme, pacientovi zakryjeme.

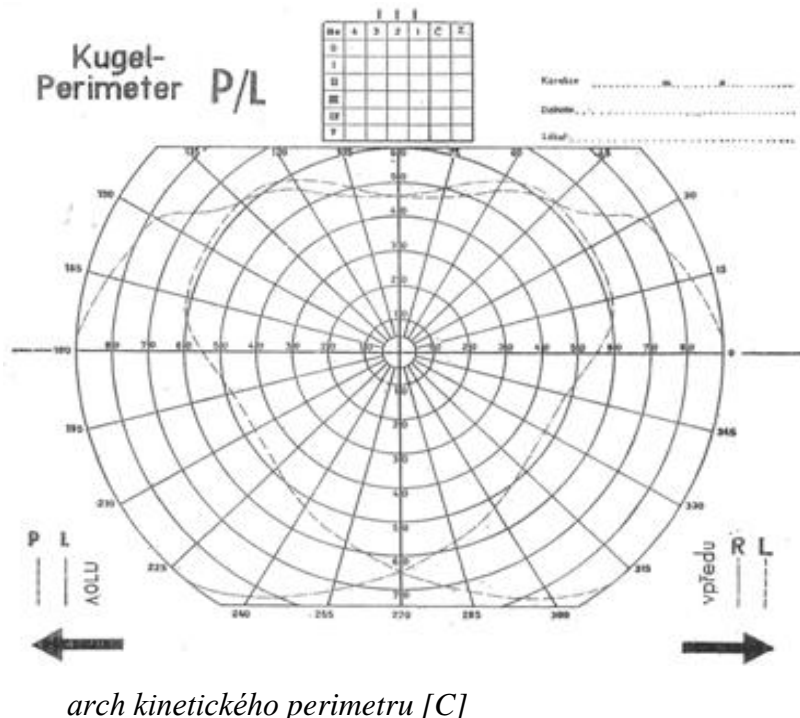
Jakmile pacient, stále sledující značku uprostřed oblouku, zaregistruje druhou (testovou) značku sdělí, že danou značku vidí a na to vyšetřující zaznačí tuto skutečnost do připraveného archu. Vyšetřující během měření z druhé strany perimetru pozoruje dalekohledem rohovku vyšetřovaného oka, zdali pacient stále sleduje fixační značku.

Vyšetřování provádíme od periferie oblouku a začínáme v horizontálním meridiánu. Po vyšetření v horizontálním meridiánu vyšetřujeme postupně i v dalších meridiánech, nejméně však ve čtyřech – v horizontálním, ve dvou šikmých a ve svislém. Spojením jednotlivých bodů vznikne jakási „vrstevnice“, spojující místa na sítnici, jež mají stejný práh citlivosti. Získané schéma vykazuje více či méně přesnou představu o velikosti zorného pole pacienta. Ovšem to platí pouze pro konkrétní velikost a barvu testové značky. Tímto způsobem lze také ověřit přítomnost větších skotomů a určit jejich obrysy.

Velikost značek záleží na zrakové ostrosti vyšetřovaného. Stupeň, u kterého vyšetřovaný rozezná značku nebo její barvu, zaznamenáme taktéž do předtištěné tabulky v záznamovém archu. Nejprve provádíme vyšetření bílými značkami a v případě potřeby následně barevnými.

Vyšetřující by též neměl při vyšetření příliš spěchat, aby pacient mohl včas zareagovat. Důležité je přesně zaznamenat, kdy se testová značka poprvé objeví nebo naopak, kdy ji naposled vidí. K podráždění světločivých buněk dochází až po určité době, a při letmém osvětlení sítnice nemusí k zaregistrování světelného impulsu vůbec dojít. Proto je vhodné dělat pomalejší pohyby a neposouvat značku příliš rychle, aby mohlo dojít k dostatečně dlouhé expozici světelného paprsku na sítnici. V ideálním případě by vyšetřující neměl pohybovat testovou značkou rychleji než $2^\circ/s$ (RUTRLE. M.: *Přístrojová optika*, s 93). Při použití maximální hodnoty jasu, je možné zmenšit průměr testové značky na střední velikost. Jistě bude postačovat i pro pacienty s nižší rozlišovací schopností.

Existují dva možné způsoby postupu: první, kdy se testovou značkou pohybuje z okrajové části, kde ji pacient nevidí, až ke středu, dokud ji nepozoruje; a druhý způsob



Obr . 4
Záznamový

je přesně opačný. Testová značka je u středu a pacient ji vnímá, dokud se mu neztratí v periférii jeho zorného pole.

Při vyšetřování se však pro urychlení tyto dva postupy kombinují. Nejprve se začne mimo zorné pole pacienta a při prvním zahlášení, kdy se testová značka

objeví, se zaznačí první bod. Pak se pokračuje dále, dokud pacientovi značka opět nezmezí na protilehlé straně a vyšetřovaný zaznačí druhý bod. Postupuje se po jednotlivých meridiánech, které jsou většinou po 15° a jsou předtištěny na záznamovém archu. Ovšem je velmi žádoucí nepostupovat pravidelně po jednotlivých meridiánech, nýbrž zvolit spíše nahodilý až chaotický systém postupu. (Tedy pro pacienta, naopak vyšetřující by měl mít nějaký systém, aby se zbytečně dlouho nezdržoval).

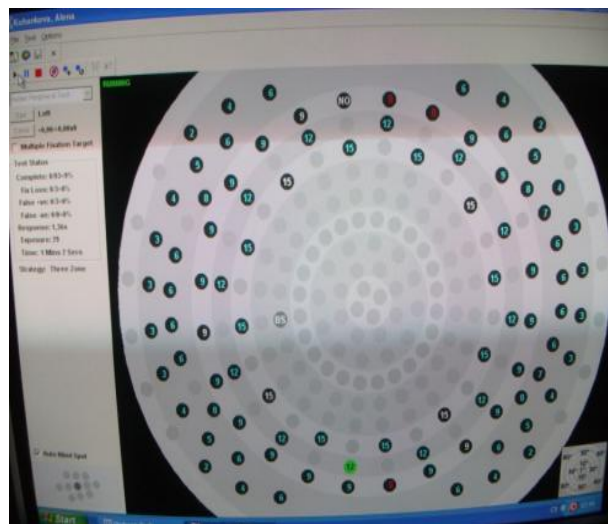
3.2 Statická perimetrie

Ke kinetické perimetrii přibyla nová modernější metoda využívající k vyšetření nejnovější technologie. Tzv. „statická“ perimetrie využívá automatických přístrojů a počítačových programů, které nahrazují kvalitativní vyšetření kvantitativní metodou. Přístroje bývají zpravidla vybaveny řadou programů, buď pro celé zorné pole, nebo jen pro jeho centrální část.

Zpočátku se otestuje několik náhodných bodů, s přednastaveným jasem o nízké intenzitě a postupně se zesilují, dokud nejsou vyšetřovanou osobou registrovány. Následně se podhodnotí zjištěné výsledky ze screeningového testu a pokračuje se dle zvolené strategie vyšetření. Automatický systém má navíc několik variant, jak je schopen odhalit chybnou fixaci pacientova oka. Tzv. falešně pozitivní a negativní chyby dokáže nejen zaznamenat, ale statisticky vyhodnotit hodnověrnost získaných výsledků. Vyhodnocení dokáže rozpoznat od hlubokých absolutních defektů, až po jemné relativní výpadky. Vše zobrazuje buď v grafických symbolech, nebo hodnoty vyjádří číselně v decibelech.

Ovládací panel pro nového pacienta či nový test. Je možné též vytvořit vlastní navolením bodů, které vyšetřujícího zajímají - např. pouze po obvodu při měření zorného pole (viz obr. 5). Dalším panelem se ovládá průběh testu, zde se spouští a je možné jej kdykoliv pozastavit.

Pod ním je kolonka s názvem testu, zvolené oko a jeho korekce, nastavená strategie vyšetřování. Pod ní se nachází údaj o rozpracovanosti testu a tři další řádky udávají statistiku spolehlivosti (chyby fixace, falešně negativní a pozitivní chybovost). Zbývající údaje poskytují informaci o délce vyšetření.



Obr. 5. Spuštěný Hudan Peripheral test [C]

V úplně levém dolním rohu je jedenáct bodů sloužící k vymezení slepé skvrny. Samotný test se skládá z mnoha bodů, které jsou různě rozloženy po 10°-50°. Světle šedý bod označuje místo, které se nebude vyšetřovat (je možnost ho navolit). Dalším bodem je BS označující slepou skvrnu a zhruba každý desátý bod testu směřuje sem, aby ověřil správnou fixaci). Dalšími již



tmavými body jsou všechna místa, která se budou testovat. Modré číslice označují bod, který čeká na otestování, bílý je už otestován a červený se ještě bude testovat. Číslo nám přímo udává intenzitu osvětlení daného bodu (v DB) a čím je menší, s tím větší intenzitou svítí.

Obr. 6 Detail zakrytého levého oka při vyšetřování na kinetickém perimetru

Zelený bod se právě vyšetřuje a tmavý s nápisem NO tzn., nebyl pacientem zaznamenán.

Princip měření je srovnatelný s kinetickým perimetrem, ale s tím zásadním rozdílem, že vyšetřující nemusí dělat téměř nic. Stačí poučit pacienta, nastavit správně fixační opěrky, zakrýt

jedno oko a spustit vybraný test. Odpadá veškerá starost o testovou značku či správnou polohu zorničky.

4. SROVNÁVACÍ TEST

Rozhodl jsem se provést perimetrické vyšetření zorného pole na kinetickém a statickém perimetru, které jsem následně porovnával. Chtěl jsem si ověřit praktickým měřením, zda lze tyto dvě metody s částečně odlišným přístupem skloubit.

4.1 Měření na kinetickém perimetru

Nejprve jsem seznámil probanda s tím, co ho ve skutečnosti bude čekat a poučil ho, jak se má chovat během vyšetření. Po té jsem uvedl perimetr do chodu a v něm jsem vycentroval záznamový arch dle vyznačených rysek. Následně jsem v místnosti zatemnil, perimetr seřídil tak, aby velikost testové značky byla na hodnotě III a intenzita světelného osvětlení na čísle 4.

Abych získal detailnější informaci o rozsahu zorného pole pro pravé i levé oko, musel jsem pomocí dalekohledu vycentrovat přesně střed zorničky. Zalepil jsem jedno oko a během vyšetření jsem dbal, aby proband sledoval pouze testovou značku.

Proti nežádoucím pohybům hlavy, které by též mohly ovlivnit spolehlivost a přesnost vyšetření, jsem pevně zajistil čelo a bradu na opěrkách přístroje (viz obr. 6). Jakmile jsem si takto seřídil přístroje a připravil probanda, mohl jsem se pustit do vyšetřování.



Obr. 3 Figurantka při vyšetřování pravého oka na statickém perimetru [C]

4.2 Měření na statickém perimetru

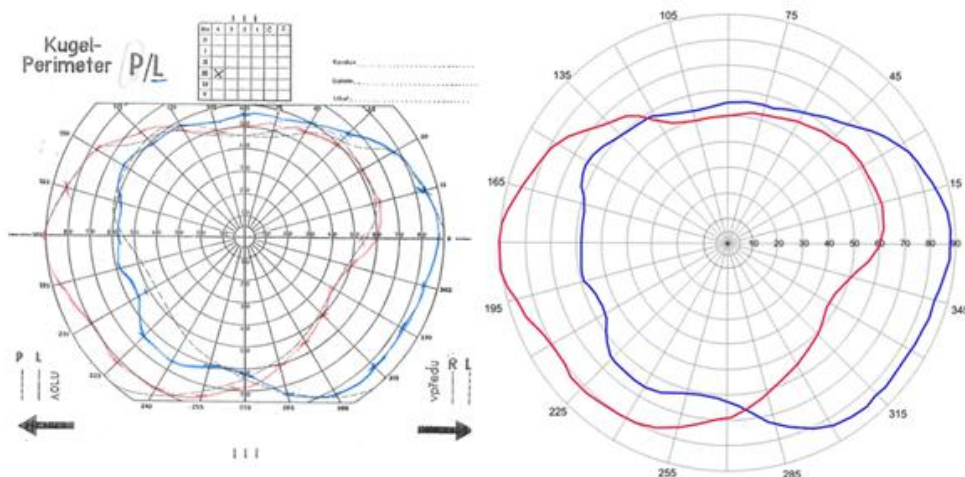
Nejprve jsem musel vytvořit jednoduchý test, protože hlavním úkolem bylo ověřit rozsah periferního vidění podobně jako u kinetického perimetru. Vzhledem k tomu, že pomocí statického perimetru se nejčastěji vyšetřuje zorné pole do 50°, musel jsem tento test upravit tak, abych byl schopen vyměřit limitní hranici zorného. Po úpravě lze i na statickém perimetru vyšetřit zorné pole až o rozsahu 80°, čímž jsem docílil, aby výsledky byly podobné jako u Goldmannova perimetru.

Perimetr má už přednastavenou velikost testové značky na hodnotě III a intenzita světelného osvětlení záleží na druhu testu a vlastním nastavení (16 úrovní v rozmezí 0-46dB).

Opět jsem vybraného probanda nejprve seznámil s průběhem celého vyšetření a pak jsem vysvětlil odlišnosti od předchozího měření. Následně se přešlo k samotnému měření zorného pole na digitálním perimetru.

4.3 Předběžné výsledky

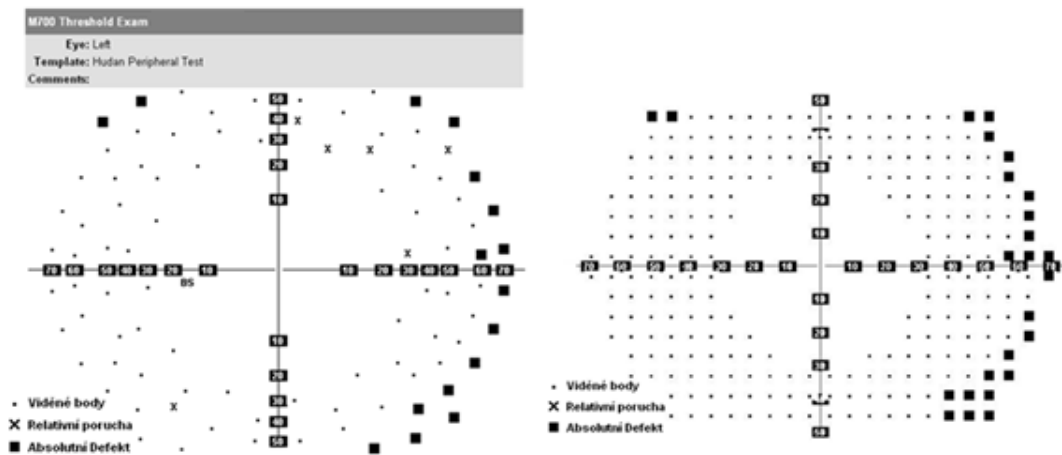
Zorné pole se dříve měřilo pouze na kinetickém perimetru, a přestože nyní se měří spíše na statickém, obě metody stále hojně využívají.



Obr. 4 Výsledek měření levého a pravého oka na kinetickém perimetru (vlevo papírová verze schématu a vpravo po převedení do digitální podoby) [C]

Po závěrečném měření jsem dostal soubor rozmanitých výsledků měření, které jsem potřeboval zpracovat. Výsledky byly dvojího typu, první jsou „manuální“ z kinetického perimetru (viz obr. 8) mající v sobě proloženy dvě křivky, vždy pro pravé a levé oko.

Druhým typem jsou výsledky „digitální“ ze statického perimetru (viz obr. 9). Potřeboval jsem nejprve vyexportovat data z programu, abych mohl pracovat dále s body, protože žádná křivka z toho perimetru nevyšla. Byly zaznamenány pouze viděné a neviděné body, a proto jsem těmi neregistrovanými musel proložit křivku.



Obr. 5 Výsledek měření levého oka na statickém perimetru (nelineární vlevo a lineární vpravo) [C]

Bohužel opačné přístupy brání srovnat výsledky z obou přístrojů. Kinetická perimetrie je založena na kvalitativní metodě, u které není možné zjistit přesnou kvalitativní hodnotu. Naopak u statické perimetrie se jedná o kvantitativní metodu, poskytující kvalitativní hodnoty.

Z výše uvedeného paradoxního tvrzení není možná vše zřejmé, ale již při zběžném zhlédnutí výsledků je vidět, co jím bylo míněno. Vzhledem k tomu, že kinetický perimetr může mít libovolnou hustotu bodů, má jemnější křivku na rozdíl od statického perimetru, proto je velmi těžké srovnávat získané z obou perimetrů.

4.4 Výsledky měření

Jak kinetická, tak i statická perimetrie je založena na stejných základech, přesto obě metody vyšetření mají odlišný přístup. Víceméně se nakonec podařilo propojit výsledky z obou přístrojů, ale porovnání není úplně přesné a jsou jisté rezervy, které by se daly ještě odstranit. Přesto lze s jistotou říci, že není možné spojením výsledku obou metod získat přený obraz o zorném poli daného pacienta.

Zpracovávání výsledků bylo natolik náročné, že jsem rozhodl pro níže uvedená schémata. U každého probanda jsem si nejdříve dal dohromady všechny změřené výsledky a stručně ho charakterizoval. Jméno, refrakční vada a počet měření je zřejmý, ale dále jsem dělil vyšetření dle typu metody na kinetickou a statickou. Údaje jsou jen velmi zkratkovité, a proto jsem sestavil a přiložil jejich seznam.

Použité zkratky využívám nadále i ve stručném vyhodnocení výsledků jednotlivých perimetrických vyšetření a v tabulkách. Ty jsou vždy dvě, mají v řádku uvedenou zkratku použité korekce a ve sloupci počet hodin dle vyšetřovaného meridiánu. V samotné tabulce jsou hodnoty úhlů ve stupních, které ohraničují maximální rozsah zorného pole od fixačního bodu. V obou jsou hodnoty pouze pro dva hlavní meridiány a to z kinetického perimetru.

V první je manuálně změřená hodnota a v druhé, odvozená od převedeného obrázku do digitální podoby. Porovnáním obou tabulek jsem získal věrohodnost výsledků takto získaných. Zjistil jsem, že v jednom případě, se nedá na takto získané výsledky příliš spolehnout. Poslední přiloženou část dokumentu představují dva zástupci vyhodnocených schémat. Výsledné křivky získané z kinetického a statického perimetru jsou vždy zvlášť rozděleny pro pravé a levé oko.

Samotné hodnocení je vždy bráno z pohledu pravého oka a popř. je srovnáno s levým okem. Nejdříve poměřuji výsledky z kinetického perimetru a až potom ze statického.

Figurantka č. 1

Figurantka je zatížena lehkou hypermetropií a hodnota její korekční pomůcky je +2,75D. Poslední přeměření refrakce bylo provedeno letos v únoru a na obou očích se dosáhlo monokulárního vizu 5/6.

Na kinetickém perimetru (KP) bylo s brýlovou (celoočnicovou) obrubou naměřeno na pravém oku ve 12-ti hodinách 50°, v 6-ti 65°, v 9-ti 55° a ve 3 h. 85° od fixovaného bodu (viz tab. 2). Je patrné, že po celém obvodu je snížený rozsah vidění, zvláště pak na levém oku ve 12-ti h., kde dosahuje odchylka od normálu 15°. Není se čemu divit, že celková velikost zorného pole (ZP) je nejmenší ze všech dalších typů korekce.

Pro brýlovou korekci bez očnic byla na *KP* naměřena velikost *ZP* ve 12-ti hodinách 50°, v 6-ti 65°, v 9-ti 60° a ve 3 h. 80° od bodu fixace, a přestože se opět levé oko mírně odlišuje, mají obě oči stejně velký rozsah *ZP*.

S korekcí kontaktními čočkami měří největší dosah vidění na *KP* ve 12-ti h. 50°, v 6-ti 70°, v 9-ti 60° a ve 3 h. 90° od fixační značky (viz tab. 3). Přestože na 12-ti h. je snížen až o 10°, na rozdíl od levého oka, bylo dosaženo maximálního rozsahu *ZP* na obou očích.

Na statickém perimetru při korekci brýlemi bez očnic byla velikost *ZP* omezena pouze nasálně přibližně v 55° a na levém oku v 50°, což je o něco slabší výsledek než *KP*.

Po nasazení kontaktních čoček dosahuje na 9-ti hodinách omezení *ZP* v 60° a shoduje se s výsledkem z *KP*. U levého oka dokonce až na 70° a hodnota je lepší než na *KP*.

Po proložení křivek ze *SP* a *KP* dostaneme níže uvedené křivky, které více či méně vzájemně korespondují (viz obr. 10). Po jednoduchém ověřovacím testu převodu výsledků z manuální do digitální podoby, jsem zjistil, že chybovost tvoří pouhých 8% a nedošlo tedy tímto způsobem ke zkreslení výsledků, takže mají „plnou“ vypovídající hodnotu.

Figurant: Figurantka č. 1
 Refrakční vada: Hypermetropie (+2,75)
 Počet měření: 5
 Kinetický perimetr: BCC
 BCV
 KC
 Statický perimetr: BCV
 KC
 Rest: Měření bez korekce
 a BCC na SP
 Výsledky: Nejlepší PO s KC
 Nejhorší LO s BCC

h\°	KC	KC	BCV	BCV	BCC	BCC
12	55	50	55	50	45	50
6	65	70	60	65	60	65
9	90	60	85	60	75	55
3	60	90	55	80	50	85

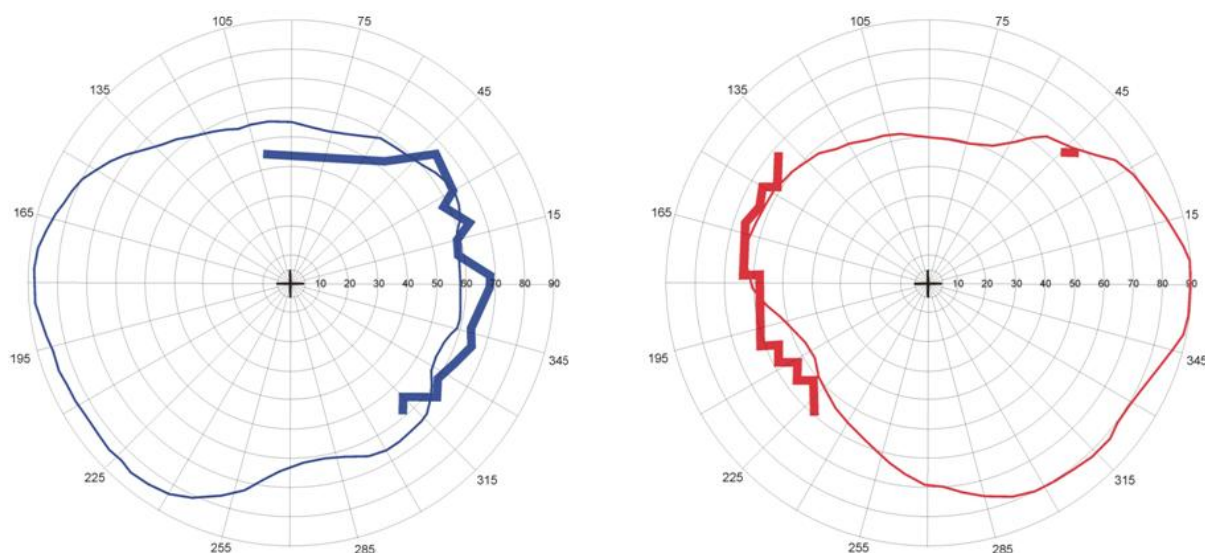
Tabulka 2 Výsledky KP - pap (LO X PO)

h\°	KC	KC	BCV	BCV	BCC	BCC
12	55	50	55	50	45	50
6	65	70	60	65	60	65
9	90	60	85	60	75	60
3	60	90	55	80	50	80

Tabulka 3 Výsledky KP - digi (LO X PO)

BCC = celoočnicová obruba
 BCV = vrtané brýle
 KC = kontaktní čočky

KP = kinetický perimetr
 SP = statický perimetr
 PO = pravé oko
 LO = levé oko



Obr. 6 Proložení křivek ze statického a kinetického perimetru obou očí s korekcí [C]

V první části jsem se snažil zaměřit na zopakování základních poznatků o zorném poli a jeho případných poruchách. Následně jsem probral základní metody a postupy při vyšetřování velikosti zorného pole. Zvláštní pozornost jsem věnoval perimetrii, která je v další části doplněna o praktický experiment. Ten spočíval v porovnání výsledků získaných pomocí kinetické a statické perimetrie.

Metody měření zorného pole by měli být nedílnou součástí každodenního měření každého optometristy. Přestože nám, na rozdíl od perimetrie, mohou tyto jednoduché vyšetření poskytnout pouze orientační informace, jsou nezbytnou nutností pro případné odhalení defektů v zorném poli. V případě nálezu nekorrespondujícího s oční anamnézou, by i ten méně zkušený optometrista neměl váhat a poslat pacienta na vyšetření k oftalmologovi. V dnešní době digitálních

perimetrů a široké nabídky očních farmak může podobné vyšetření (trvajících jen několik minut) zachránit nejméně jednoho pacienta před slepotou.

I nadále sice pokračuje vývoj dokonalejších přístrojů, což má za následek nejen postupného zastínění kinetické perimetrie, ale i perimetrie vůbec. Obecně lze však říci, že moderní přístroje jako HRT a OCT plně nahrazují původní význam perimetrie. Vyšetření na perimetru se proto stává pouze jednou z informačních složek očního vyšetření. Přesto stále hraje důležitou roli v oftalmologii při diagnostice očních chorob.

Hlavní zdroj:

HUDAŇ, F.: *Vliv korekční pomůcky na zorné pole*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci. 2011. Bakalářská práce. 54 s.

Obrázky:

[A] <http://fyzika.jreichl.com/index.php?page=488&sekce=browse>

[B] http://www.flickr.com/photos/0x_khnemo_x0/1148523585/

[C] vlastní zdroj

7. Základy perimetrie a interpretace výsledků

Mgr. Petr Veselý, DiS.

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Abstrakt

Perimetrie je metoda detekce předmětů v zorném poli. Cílem je najít defekty (skotomy) zorného pole, které nám mohou pomoci najít příčinu těchto defektů. Nejjednodušší metodou vyšetření zorného pole je metoda konfrontační nebo Amslerova mřížka, pro vyšetření centrálního zorného pole. Složitější je potom kinetická perimetrie, kam můžeme řadit například Goldmannův kulový perimetr. Nejpřesnější a v současnosti nejčastěji používaná je počítačová (statická) perimetrie. Záznam z tohoto vyšetření nám dá přesnou představu o výpadku, včetně určení jeho hloubky (intenzity).

Abstract

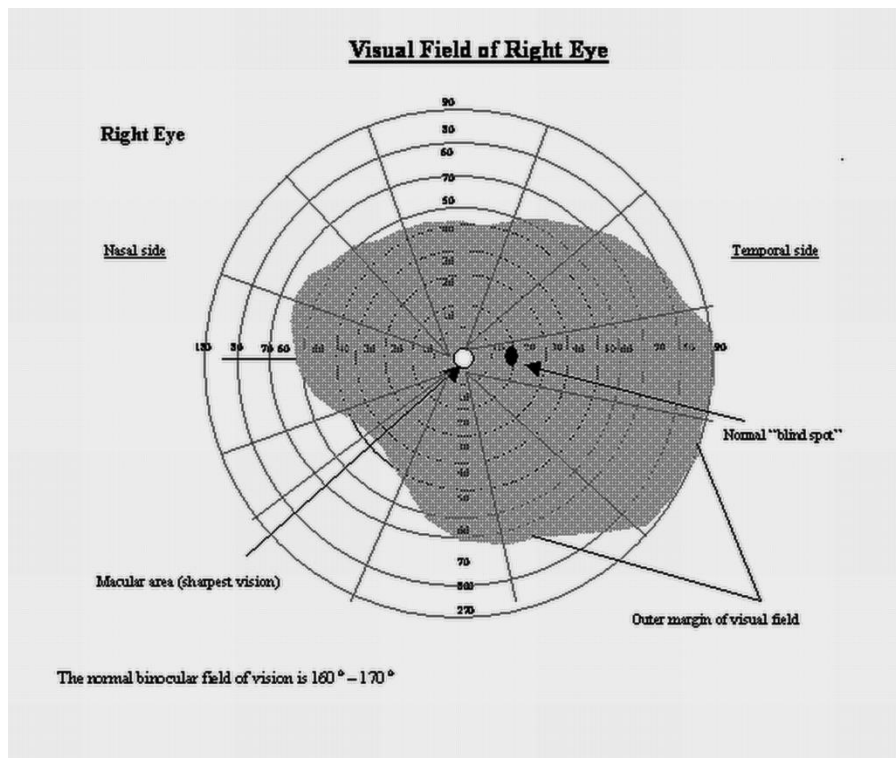
Perimetry is method of object detection in visual field. The goal is to find scotomas, which can clear the cause of these defects. The simplest method of visual field examination is confrontation method and Amsler grid, for central vision examination. More sophisticated method of visual field examination is kinetic perimetry, e.g. Goldmann globe perimeter. The most precise current method of visual field examination is automated or static perimetry. Report of examination from this instrument can show exact shape of scotoma including its intensity.

Úvod

Perimetrie nebo někdy také kampimetrie je systematické měření rozdílové světelné citlivosti (differential light sensitivity) v zorném poli a detekce předmětů na definovaném pozadí. Zorné pole lze jednoduše vyšetřit tak zvanou konfrontační metodou a Amslerovou mřížkou. Odborněji pak speciálním přístrojem, zvaným perimetr. Ten může být kinetický nebo statický. Nejznámějším kinetickým perimetrem je Goldmannův perimetr. Při statické perimetrii je možné kvantifikovat poruchy zorného pole, které se nazývají skotomy. Perimetrie je důležitým vyšetřením, které umožňuje diagnostiku a sledování různých chorob oka, sítnice, zrakové dráhy a mozku (Wikipedia 2012).

Zorné pole

Podle Atraty (2006) pod pojmem zorné pole rozumíme část prostoru, který vidíme jedním okem, aniž bychom změnil směr pohledu. Zevní prostor je tedy zevní projekce všech bodů, které se zobrazují na sítnici při fixaci jedním okem. Musíme si však uvědomit, že obrazy zevního světa se na sítnici promítají převráceně. Zevní hranice zorného pole jsou závislé na velikosti a barvě značky, kterou zorné pole testujeme. V periférii zorného pole jsou vidět pouze značky velké a není rozeznávána jejich barva. Blíže k centru jsou pak vidět značky menší a lze rozeznávat barvy. Rozsah zorného pole závisí na tvaru obličeje, čela a nosu. Fyziologicky je rozsah zorného pole podle Atraty (2006) 90 stupňů temporálně, 60 stupňů nasálně a nahoru a asi 70 stupňů dolů. Největší je zorné pole pro bílou barvu, pak modrou, červenou a nejmenší je pro zelenou. Při binokulárním pohledu se jednotlivá zorná pole obou očí překrývají a tvoří binokulární zorné pole, ve kterém je možné prostorové vidění. Uvnitř binokulárního zorného pole je slepé místo (Mariottův bod), který odpovídá výstupu zrakového nervu.

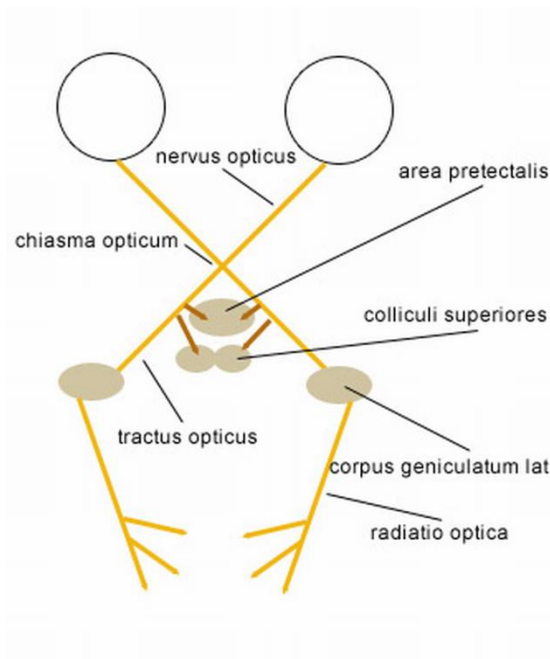


Obr. 1: Rozsah zorného pole (zdroj: <http://www.dwp.gov.uk/publications/specialist-guides/medical-conditions/a-z-of-medical-conditions/vision/visual-fields-vision.shtml>)

Zraková dráha

Zraková dráha probíhá od smyslových buněk až do zrakových center v kůře mozkové. Světločivné buňky mění světelné impulsy na elektrické. Odtud se elektrický signál šíří na buňky bipolární a gangliové. Gangliové buňky svými dlouhými axony tvoří zrakový nerv. Zrakový nerv začíná na papile, prochází tukovou tkání za okem a postupuje přes kostěný kanálek do střední jámy lební až k chiasmatu. Zde dochází při spojení s druhostranným očním nervem k částečnému křížení nervových vláken. Z chiasmatu vybíhají dva optické trakty, z nichž pokračují optická vlákna dále do zevního kolínkového tělesa (corpus geniculatum laterale). Odtud vede zraková dráha vějířovitým rozšířením (tzv. Gratioletův svazek) až do okcipitálního mozkového laloku.

Můžeme říci, že oko je v podstatě, na základě embryologického vývoje, předsunutá část mozku. Na zrakovou dráhu tedy nemůžeme pohlížet jako na periferní nebo mozkový nerv. Přesto se o zrakovém nervu mluví jako o nervu. Na zrakové dráze tedy rozeznáváme sítnici, papilu, oční nerv, chiasma, optické trakty, laterální genikulatum, Gratioletův svazek a korová mozková centra (Kvapilíková 2000).

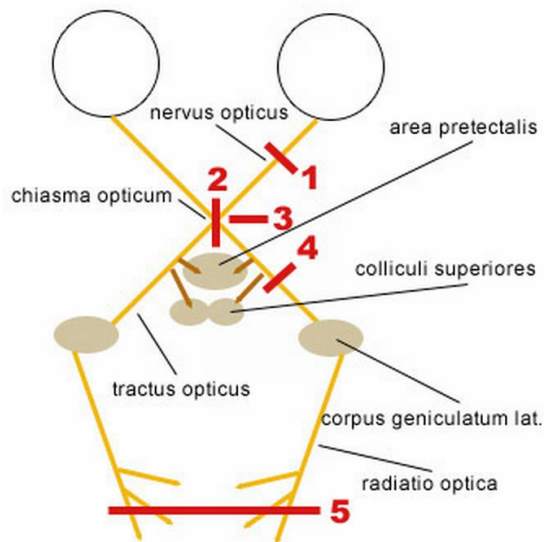


Obr. 2: Zraková dráha (zdroj: <http://med.emen.cz/n-opticus/>)

Poruchy zrakové dráhy

Výpadku zorného pole říkáme skotom. Podle toho zda si skotom uvědomujeme nebo neuvědomujeme, hovoříme o skotomu pozitivním a negativním. Při absolutním skotomu pacient nerozezná vůbec nic, ani pohyb. Při relativním skotomu je obvykle zachováno vnímání pohybu a postiženo je vnímání barev. Změny ve vnímání barev nás mohou hrubě orientovat v tom, která tkáň je poškozena. Při onemocnění zrakového nervu jsou poruchy ve vnímání červené a zelené barvy. Při poškození sítnice jsou poruchy ve vnímání modré barvy (Kvapilíková 1995).

Vypadne-li polovina zorného pole, hovoříme o hemianopsii. Je nutné si uvědomit, že porucha nasálních polovin sítnice způsobí výpadek v temporální polovině zorného pole a naopak. Dále je nutné vědět, že vlákna z nazálních polovin sítnice se v centru chiasmatu kříží a naopak vlákna z temporálních částí sítnice zde prochází nezkříženě. Je-li tedy poškozen střed chiasmatu, například typicky u tumoru hypofýzy, dojde k heteronymní bitemporální hemianopsii. Dojde-li k porušení periferie chiasmatu (např. ateroskleróza arteria carotis interna), může se objevit heteronymní binasální hemianopsie. Homonymní hemianopsie má sídlo poruchy za chiasmatem. Může být buď levostranná, při poruše vpravo, nebo levostranná při poruše vpravo. Změny ve zrakové dráze za corpus geniculatum laterale vytvářejí neúplné výpadky v zorném poli (například kvadrantopsie).



Legenda k obrázku 3:

- 1 – jednostranná slepota při porušení nervus opticus
- 2 – bitemporální heteronymní hemianopsie
- 3 - binasální heteronymní hemianopsie
- 4 – homonymní hemianopsie
- 5 – korová slepota

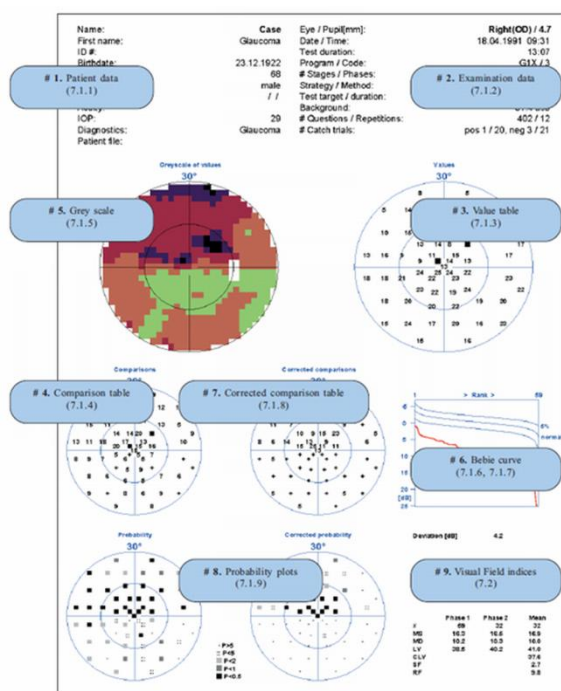
Obr. 3: Některé poruchy zrakové dráhy (zdroj: <http://med.emen.cz/n-opticus/>)

Vyšetření zorného pole - perimetrie

O rozsahu zorného pole se orientačně můžeme přesvědčit tzv. konfrontační metodou, kdy porovnáváme zorné pole pacienta a vyšetřujícího. Touto metodou jednoduše obdržíme hrubou informaci o zorném poli, neboť nám může odhalit jen velké defekty. Výhodou této metody je, že nevyžaduje žádné přístrojové vybavení a lze ji použít i u nemocných upoutaných na lůžku, duševně zaostalých osob a dětí. Vyšetření provádíme tak, že vyšetřující se posadí nebo postaví asi jeden metr od pacienta, který sedí nebo stojí zády k oknu nebo jinému světelnému zdroji. Vyšetřující vyzve pacienta, aby si zakryl dlaní jedno oko. Oba pak fixují otevřené oči. Vyšetřující pohybuje prstem nebo bílou značkou od periferie do středu. Jakmile vyšetřovaný spatří prst nebo značku, která se blíží k centru, ohlásí to vyšetřujícímu. Je-li zorné pole pacienta normální, shoduje se v daný okamžik se zorným polem vyšetřovaného.

Přesnější vyšetření zorného pole je perimetrem. V minulosti se používaly obloukovité perimetry (Försterův perimetr), které byly dnes nahrazeny kulovými perimetry. Do této skupiny patří Goldmannův světelný kulovitý perimetr. Jedná se o perimetry kinetické. Sestávají se z polokoule o průměru 33 cm, opěrky pro hlavu a zařízení projikujícího světelné značky. U těchto značek lze měnit velikost, barvu, sytost a polohu. Při perimetrickém vyšetření má pacient opřenou bradu v opěrce. Oko, které nevyšetřujeme, má pacient zastřeno. Pacient musí stále fixovat centrální značku a hlásit, když se mu v periférii objeví bílá značka. Vyšetřující na konvexní straně perimetru kukátkem pozoruje oko pacienta, zda stále fixuje centrální značku. Vyšetřování provádíme nejprve bílými značkami, posléze značkami barvenými. Stupeň, při kterém vyšetřující rozeznává značku,

poznáváme do předtisknutého schématu zorného pole. Tímto vyšetřením můžeme určit obrysy větších skotomů nebo jiná omezení zorného pole. Pro upřesnění a lepší posouzení dynamiky patologických změn v zorném poli se používají počítačové perimetry (statická perimetrie). U těchto přístrojů se vyšetření realizuje pomocí světelných značek pevně zabudovaných v přístroji, nikoliv značkami, které mění své postavení. Při kvantitativní perimetrii se hodnotí už prahová hodnota zabudované značky postupným zesilováním intenzity osvětlení v daném bodě. Jednotlivé stimuly se objeví na velmi krátkou dobu se střídavou intenzitou. Lze tak dobře zjistit kvantitativní změny – tvar, velikost a hloubku defektů. U těchto perimetrů většinou přídavná tiskárna na konci vyšetření vytiskne záznam vyšetření v různých odstínech šedé barvy, které odpovídají různé hloubce defektu, nebo numericky. Některé statické perimetry obsahují počítačové programy pro glaukom, změny makuly, neurologická onemocnění atd. (Aurata 2006).

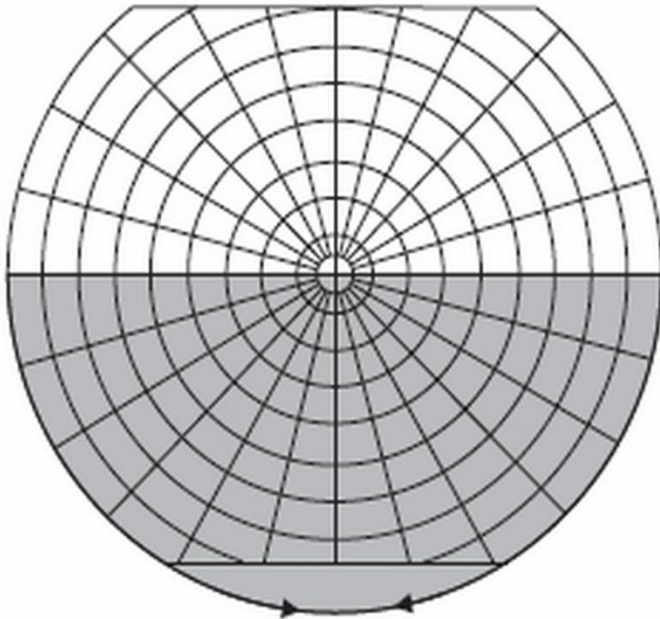


Obr. 4: Záznam ze statického perimetru (zdroj: Weijland et al. 2004)

Perimetrické kazuistiky

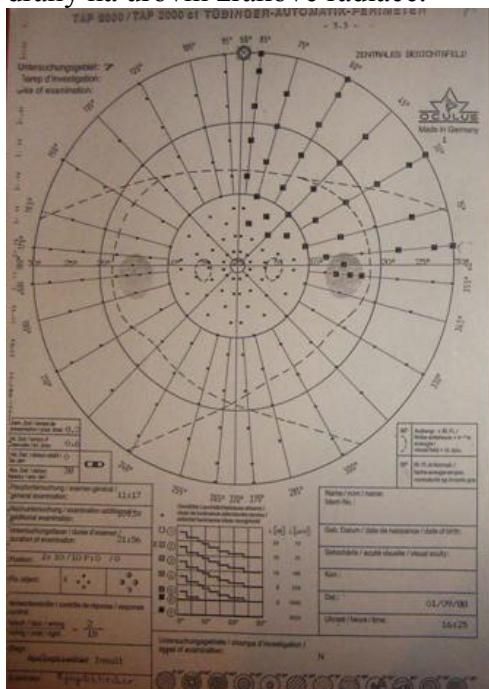
Při vyšetřování zorného pole můžeme rozlišovat různé typy skotomů. Při chorobách makuly se můžeme setkat s tzv. centrálním skotomem, kdy je poškozena centrální část zorného pole. Pacient tak může vnímat periferii sítnice, ale nemůže vidět tak ostře, jako by viděl, kdyby se díval centrálně. Paracentrálně se mohou objevovat skotomy při časných změnách zrakového nervu při glaukomu. Tzv. centro-coekální skotom je výpadek, který spojuje makulu a oblast slepé skvrny. Typicky se objevuje u pacientů s Leberovou atrofií optiku, což je vrozená porucha na úrovni gangliových buněk. Dalším typem skotomu je obloukovitý, arkuátní skotom, který se často objevuje u pokročilého glaukomu. Na sítnici vypadává celý svazek nervových vláken. Často se pro tento skotom také používá označení Bjerrumův skotom, podle slavného dánského oftalmologa. Pokud vypadává horní nebo dolní polovina zorného pole, často hovoříme o

altitudinálním skotomu. Jeho příčinou často bývá přední ischemická neuropatie optického nervu. Příčinou tohoto onemocnění bývá destrukce stěn cév, které zásobují krví zrakový nerv.



Obr. 5: Altitudinální skotom (zdroj: Weijland et al. 2004)

Při pokročilém glaukomu se můžeme setkat s tzv. tunelovým viděním, kdy periferie sítnice je zničena a pacient je nucen dívat se přes tzv. trubici. Tento stav vyžaduje akutní léčbu glaukomu s cílem zachování centrálního vidění. Pokud je perimetrický záznam pokryt černou, nebo červenou barvou může to znamenat, že pacient trpí tzv. perimetrickou slepotou. To znamená, že celé zorné pole je jeden relativní skotom a v některých místech zorného pole se může jednat již i o absolutní skotom. Pacient po centrální mozkové příhodě může mít výpadek jedné čtvrtiny zorného pole. Toto onemocnění se může projevit jako porušení zrakové dráhy na úrovni zrakové radiace.



Obr. 6: Kvadrantopsie (zdroj: vlastní archiv autora)

Závěr

Vyšetření zorného pole patří k důležitým oftalmologickým a optometrickým vyšetřením. I bez použití přístroje je vyšetřující schopen rychle a efektivně odhalit závažné poruchy v centru (Amslerova mřížka), nebo periferii zorného pole (konfrontační test). Pozitivní výsledek vyšetření často podle tvaru a formy ukáže na místo na sítnici nebo zrkové dráze, kde se může nacházet zdroj těchto obtíží. Pro přesnější určení místa nálezů se posléze používají diagnostické zobrazovací metody (CT, NMR, UZV).

Literatura

1. WIKIPEDIA. Perimetry [online]. 2012 [cit. 22. 8. 2012]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Perimetry>
2. AUTRATA, R. *Nauka o zraku*. Brno: NCONZO, 2006, 225 s. ISBN: 80-7013-362-7.
3. KVAPILÍKOVÁ, K. *Anatomie a embryologie oka*. Brno: IDVPZ, 2000. 206 s. ISBN: 80-7013-313-9.
4. KVAPILÍKOVÁ, K. *Vyšetřování oka*. Brno: IDVPZ, 1995. 87 s. ISBN: 80-7013-195-0.
5. WEIJLAND, A. et al. *Automated Perimetry*. Haag-Streit AG. Fifth edition, 2004. ISBN 3-033-00108-4.
6. VESELÝ, P. Archiv autora. 2012.

8. Nemoci a stavy ovlivňující zrakové funkce v souvislosti s řízením motorových vozidel

Mgr. Příkrá Veronika

Celkové choroby

Jedním z nejčastějších celkových onemocnění působících na zrakové funkce je Diabetes mellitus (= cukrovka). Počet diabetiků v roce 2000 byl 6,3% obyvatel ČR. Projevy této nemoci na oku vyúsťují v diabetickou retinopatii, popsanou v následující kapitole 2. Důsledkem nekompensované cukrovky je přechodné zhoršené vidění při kolísání hladiny cukru během dne. Hyperglykémie způsobuje přechodnou myopii, hypoglykémie naopak hypermetropii. Hypoglykémie se dále projevuje sníženou neuropsychickou výkonností, nevolností, bolestmi hlavy, zamlženým viděním, poruchou jemné motoriky, celkovou slabostí až po hypoglykemické koma. Hyperglykémie se vyznačuje zvýšeným pocitem žízně, slabostí, závratěmi až po dušnost a koma. Mezi nejčastější oční komplikace diabetu patří postižení okoohybných nervů vyvolávající diplopii, katarakta, kolísání nitroočního tlaku, hemoftalmus a postižení zrakového nervu v rámci neuropatie. Z hlediska zákona je vylučující pro řízení motorových vozidel, dochází-li opakovaně k výskytu hyperglykemické nebo hypoglykemické příhody až komatu. [3, 4, 7]

Dalšími chorobami ovlivňující zrak jsou cévní onemocnění, např. ateroskleróza, cévní mozková příhoda nebo arteriální hypertenze. Jejich očními projevy jsou zhoršené vidění, poruchy zorného pole, přechodně se může účastnit i diplopie. Cévní postižení týkající se cév sítnice se vyskytuje u pacientů ve vyšším věku a u rizikových skupin jako jsou lidé s anginou pectoris a hypertenzí. Okluze centrální retinální arterie způsobuje okamžitou ztrátu zraku. Je-li postižena pouze některá z větví tepny, odpovídá skotom právě tomuto místu. Při okluzi centrální retinální vény dochází uvnitř sítnice ke krevním výronům. Nástup projevů je plíživý, vidění zamlžené.

Dvojité vidění je přítomno i v pokročilém stádiu endokrinní orbitopatie, onemocnění štítné žlázy. Vzniká zejména při pohledu dolů, což může dělat nemalé problémy při řízení (pohledy na palubní desku).

Z plicních chorob se na vidění podílí sarkoidóza a tuberkulóza. Zejména tuberkulóza může poznamenat zorné pole a barvocit. Rozsah zorného pole je ovlivněn i anémií, kdy jsou postiženy cévy sítnice či zrakový nerv.

Zrak mohou ovlivnit i pohlavně přenosné nemoci – AIDS, syfilis. U syfilitidy se oční projevy vyskytují až v jejím druhém stádiu. Projevují se záněty duhovky nebo choroidey, neuroretinitidami atrofí zrakového nervu. Ve třetím stádiu jsou typické poruchy zornicových reakcí a obrna hlavových nervů. [3, 9]

Oční nemoci

V průběhu života se mění i struktura oční čočky. Jedním z faktorů ovlivňujících řízení je změna průhlednosti čočky. Zákalem oční čočky je postiženo 50% obyvatel ve věku nad 65 let a až 70% osob ve věku nad 75 let. Katarakta (= šedý zákal) způsobuje značné potíže při řízení zejména za šera a v noci. V těchto podmínkách vzrůstá i citlivost k oslnění. Další nepříjemností je snížení zrakové ostrosti, katarakta myopizuje. Vidění je zamlžené, rozostřené,

může se projevit i monokulární diplopie. S šedým zákalem jsou často spojena onemocnění, např. diabetes mellitus, atopická dermatitida. [3, 5]

Ve Švédsku byla provedena studie s řidiči s kataraktou. Z celkového množství 810 vyšetřených nesplňovalo podmínky pro způsobilost řízení motorového vozidla 16%. Po aplikaci optimální korekce se počet zredukoval na 11%. Zrakové obtíže ve dne uvádělo 50% pacientů, v noci 79% jedinců. Tito lidé podstoupili operaci katarakty. Po pěti letech od zákroku bylo zjištěno, že potíže ve dne přetrvávají u 34% a zrakové obtíže v noci má 44% operovaných. Pouze 5% nesplňovalo podmínky pro řízení motorových vozidel. [10]

Výpadky v zorném poli může způsobovat glaukom. Jde o skupinu očních onemocnění, které souvisejí se zvýšením nitroočního tlaku a změnami na papile zrakového nervu. Ve věku nad 40 let postihuje asi 2% populace, v průběhu stárnutí dochází ke zvýšení tohoto procenta. Pro řízení je nezbytné neporušené zorné pole v centrální oblasti do 30°. Zároveň musí být zachováno periferní vidění zejména v horizontálním směru. Centrální zraková ostrost až od pozdního stádia zůstává neporušena. Díky vzájemnému překrytí zorného pole obou očí, objeví většinou pacient defekt pozdě. Často jsou přítomny horní a dolní arkuátní skotomy, což může vyústit až po koncentrické zúžení zorného pole. Typický pro toto onemocnění je nasální skok. Mimo postižení zrakového nervu mohou být přítomny ještě další faktory: hypertenze celková, diabetes mellitus, myopie, vaskulární choroby. [3, 5]

Studie u glaukomatiků byla provedena v Chicagu. Pomocníkem při výzkumu byl řidičský simulátor, na kterém zjišťovali počet havárií u těchto jedinců. Bylo patrné, že větší podíl na haváriích mají osoby s nižší zrakovou ostroší a zúžením zorného pole. U řidičů s glaukomem byla zjištěna při srovnání s kontrolní skupinou větší dispozice k nehodám. Opravdovou nehodu během rozmezí pěti let mělo jednoznačně více osob ve skupině glaukomatiků.

Je prokázáno, že zúžení periferního zorného pole velmi znesnadňuje jízdu v kolonách a zatačkách. [10]

Velmi nebezpečný zvláště při řízení je akutní glaukomový záchvat. Jeho předzvěstí je bolest oka, poloviny hlavy, duhové efekty kolem světel. Jeho začátek je velmi náhlý, provázený bolestí hlavy na straně postiženého oka, nauzeou a zvracením. Dochází ke značnému snížení vizu, zamlženému vidění, fotofóbií. [3]

Kromě glaukomu způsobuje postižení zorného pole retinitis pigmentosa. Na centrální zorné pole mají vliv věkem podmíněná makulární degenerace (VPMD), diabetická retinopatie a atrofie zrakového nervu. VPMD je jednou z hlavních příčin slepoty u lidí nad 60 let. Příčinou onemocnění je úbytek kapilár v choriokapilaris, která vyživuje makulu. Jejich úbytkem klesá zraková ostrost pacienta. U její suché formy je pokles zrakové ostrosti pozvolný, v případě vlhké formy dochází k rapidnímu snížení ostrosti. Obě formy jsou doprovázeny metamorfopsiemi (= pokřivení obrazu v důsledku deformace sítnice) a výpadky zorného pole centrální krajiny. Dále se snižuje citlivost na kontrast a schopnost rozeznávat barvy. [3, 6]

Diabetická retinopatie stejně jako VPMD snižuje zrakovou ostrost. Jedná se o vaskulární onemocnění sítnice, jako důsledek diabetu. Dochází k poškození cév sítnice, což může vyústit až v slepotu. Komplikacemi, které snižují vizus až po slepotu, jsou hemoftalmus a odchlípení sítnice jako důsledek neovaskularizace. [3]

Věk

Ve vyšším věku podléhá i oko patologickým změnám, které zdatně zhoršují zrakové funkce. Dochází ke snížení zrakové ostrosti, kontrastní citlivosti, citlivosti na oslnění, zhoršenému vidění v oblasti barev a prostorovému vidění.

Anatomické změny jsou zejména odpovědné za kvalitu zraku u starších osob. Vlivem změn ve stromatu a svalovině duhovky se upevňuje stařecká mióza a zhoršuje se přizpůsobivost zornice na změny osvětlení. Úzká zornice sice zlepšuje zrakovou ostrost, avšak zhoršuje rozlišovací schopnost. Dalším nežádoucím efektem je dopad menšího množství světla na sítnici, čemuž napomáhá i zhoršení průhlednosti čočky. Čočka se v průběhu let neustále zvětšuje a snižuje se její elasticita. Již od 40. roku věku nastává období hypermetropizace jako důsledek snížené lomivosti čočky. Zvětšení jejího objemu vede ke změlení přední komory. Důsledkem je nástup presbyopie z nedostatku akomodace. Vlivem věku může vzniknout katarakta. Zkalení jádra podmiňuje rozptyl světla v čočce, a tím zhoršený zrak.

Mnohdy se uvádí, že pro řízení je důležitější kontrastní citlivost než zraková ostrost. Ve vyšším věku tato schopnost klesá. Statisticky vzato má sníženou rozlišovací schopnost za šera 11% lidí ve věku 50 let, 27% osob šedesáti- až sedmdesátiletých a 35% jedinců nad 70 let. Výskyt zákalů uvnitř optických médií způsobuje zvýšení citlivosti k oslnění. Takové problémy se zvýšenou citlivostí k oslnění až vylučující z dopravy má 18% řidičů ve věku 50 až 60 let, 26% osob z kategorie 60 – 70 let a 54% jedinců nad 70 let věku.

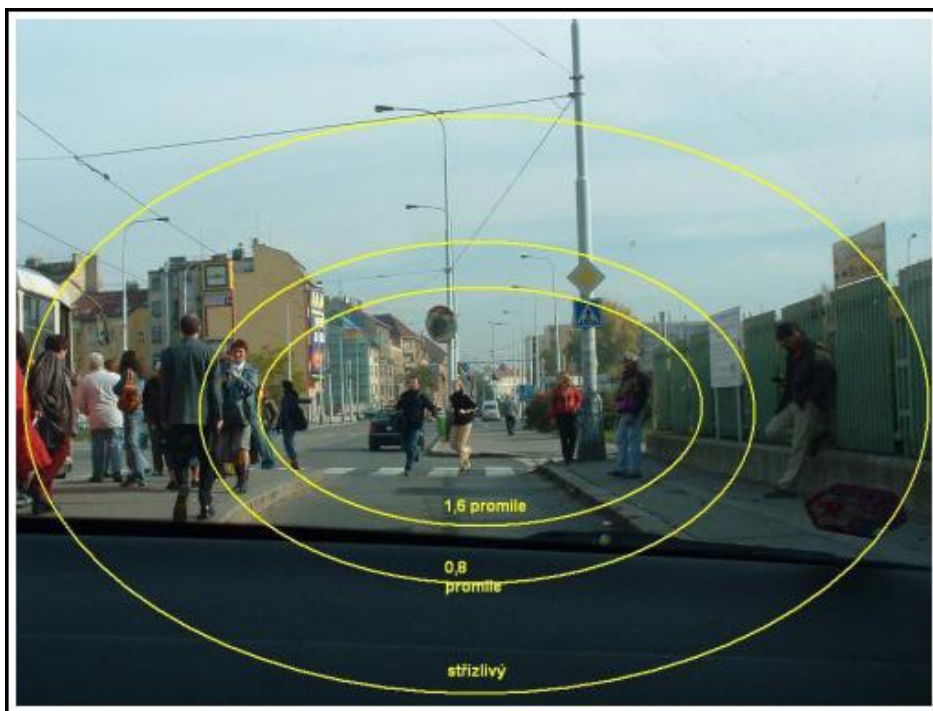
Projevy stáří jsou zdatně i při vnímání barevného spektra. Schopnost rozlišovat barvy klesá již od 30. roku života. Vzhledem k tomu, že čočka absorbuje převážně modrou část spektra, vzniká porucha v modré a žluté oblasti. Vnímání barev komplikuje i stařecká mióza, jelikož na sítnici dopadne méně světla. Tímto sníženým množstvím se zpomaluje i rychlost zpracování vizuálních podnětů. K pozorování objektů je proto potřeba více světla. U starších lidí je tak prodloužena doba reakce, což zejména v dopravě může mít katastrofální následky. Důsledkem těchto změn je zhoršená prostorová orientace.

Omezení zorného pole nemusí být jen důsledkem onemocnění. Ve vyšším věku může být podmíněno vklesnutím oka do očníce v důsledku ztráty orbitálního tuku a poklesem horního víčka. Změny vlivem věku jsou patrné i na sítnici. Vedou ke snížení citlivosti sítnice, zejména v její periferní části.

V oblasti binokulárního vidění dochází ke změnám ve svalové rovnováze. Svalová vlákna atrofují, zejména u vnitřního přímého svalu, tudíž schopnost konvergence je ztížena. Starší osoby mohou tak mít tendenci k exoforii a latentnímu šilhání. [2]

Alkohol, drogy, léky

Požítí alkoholu přispívá ke zhoršenému zrakovému vnímání, zpracování informací, zúžení zorného pole, opožděným reakcím. Jedinec opojený alkoholem často ulpívá na pozorovaném objektu příliš dlouho, oční přeskoky z objektu na objekt jsou velmi pomalé. Podobně jako u rychlé jízdy získává řidič „tunelové vidění“, které se s narůstajícími promile více zužuje. V porovnání se střízlivým řidičem je zorné pole osoby s 0,8 promile alkoholu v krvi sníženo na 3/4 celkového rozsahu. V případě jedince s 1,8 promile alkoholu v krvi je tento prostor zúžen již na 1/3. Zorné pole po požití alkoholu je takto ovlivněno i při pomalé jízdě. I malé množství alkoholu způsobuje oslabení orientační schopnosti, zhoršené vidění za šera a tmy, zvýšenou citlivost na oslnění. [1, 7, 8]



Obr 25. Zúžení zorného pole

Lze říci, že člověk již s 0,2 promile alkoholu v krvi a vyšším má narušené zrakové vnímání, koncentraci, optický postřeh, stálost, intenzitu, rozdělení a výběrovost pozornosti, zorné pole a zorný úhel, rozpoznání červené a zelené barvy, prostorové a noční vidění. V dopravním provozu se pak prodlužuje rozhodování, vnímání, hodnocení, reagování, psychomotorika a koordinace pohybů. Po psychické stránce získává jedinec pocit převahy, více riskuje. Nejvíce nebezpečnou je hladina v rozmezí 0,5 – 1,5 promile, kdy alkoholem opojený člověk má velmi zvýšené sebevědomí, nepřipouští si, že by řízení neměl zvládnout. [1]

Drogy jsou ještě nebezpečnější než alkohol. Po jejich požití dochází ke zkreslenému vnímání, třísťivé pozornosti a velmi zmatenému chování. Canabioidy přispívají k silné únavě, dochází k poruchám koordinace a koncentrace. Reakční čas se prodlužuje. Barevné vnímání je postiženo zejména v oblasti červené, vnímání signálních barev je nejasné. Metamfetamin podporuje sebedůvěru a ochotu více riskovat rychlou jízdou. Jeho účinky jsou provázeny mydriázou, z čehož vyplývá zvýšená citlivost k oslnění. Mohou se objevovat deprese a halucinace. Jízda je vlnkovitá, řidič velmi chybuje, vyjíždí z jízdního pruhu. Podobné projevy nastávají i při užití kokainu. Vlivem depresí může být jízda pomalá či nerovnoměrná. Řidič může mít pocit, že ho někdo pronásleduje, což se znatelně odráží na způsobu řízení. Opiáty se velmi podobají svými účinky canabioidům. Vliv na zornicové reakce je oproti dvěma předchozím opačný. Zúžení zornic přispívá ke snížené adaptaci při střídání světla a tmy. Od nástupu účinku až po jeho odeznění se styl jízdy podobá lanovce, od pomalé jízdy až po agresivní styl a bezohlednost. [1, 8]

V případech užívání léků je třeba vědět, zda některé z nich nemohou ovlivnit reakce a vnímání při usednutí za volant. Na tuto informaci by měl v první řadě upozornit lékař či lékárník. U léčivých látek aplikovaných ve formě mastí či krému se nemusíme obávat, jelikož riziko je minimální. Aplikace léků injekčně či formou infuze vylučuje řízení motorového vozidla téměř vždy. Za volant

nesmíme nikdy usednout bezprostředně po užití hypnotik a analgetik. Zvýšené riziko můžeme očekávat u těchto skupin: anxiolytika, neuroleptika, antialergika, antihistaminika, myorelaxancia, antitusika, expektorancia, antihypertenziva. Z očních léčiv zrak ovlivňují převážně mydriatika používaná jak v diagnostice, tak v terapii. Po jejich podání může dojít k přechodné obrně akomodace. Rozšířená zornice zapříčiňuje fotofóbiu.

Zdroje:

- [1] HAVLÍK, Karel. *Psychologie pro řidiče: zásady chování za volantem a prevence dopravní nehodovosti*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2005, 223 s. ISBN 80-7178-542-3.
- [2] KVAPILÍKOVÁ, K. *Práce a vidění*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1999, 122 s. ISBN 80-701-3275-2.
- [3] ROZSÍVAL, Pavel. *Oční lékařství*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2006, 373 s. ISBN 80-246-1213-5.
- [4] *Vyhláška č. 72/2011 Sb.*, o stanovení zdravotní způsobilosti k řízení motorových vozidel, kterou byla novelizována vyhláška č. 277/2004 Sb.
- [5] Vizualní vnímání řidiče z hlediska psychologie. PROCHÁZKOVÁ, Z., D.ČERNOCHOVÁ a K. VESELÁ. *ZDN - Zdravotnické noviny* [online]. Praha: Ústřední lékařsko-psychologické oddělení, Ústřední vojenská nemocnice Praha, 10.12.2010 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z: <http://www.zdn.cz/clanek/sestra/vizualni-vnimani-ridice-z-hlediska-psychologie-456627>
- [6] REHNOVÁ, V. a D. ČERNOCHOVÁ. *SPOLEČNOST PRO ROZVOJ VEŘEJNÉHO OSVĚTLENÍ. Pohled dopravního psychologa: Vliv osvětlení na bezpečnost silničního provozu*. Jablonec nad Nisou, 2010. Dostupné z: http://artmetal-cz.com/přednášky/osvětlování_přechodů_pro_chodce/Pohled_dopravního_psycholga_RHENOVA.pdf
- [7] Vzorek přizpůsobení při jízdě v mlze. *Centrum dopravního výzkumu*, v. v. i. [online]. © 2008 - 2012 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/index.php?id=276>
- [8] Alkohol za volantem způsobuje snížení periferního vidění řidiče. *BESIP: ...protože jde o život!* [online]. Ministerstvo dopravy, 5.1.2009 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z: http://www.ibesip.cz/598_Alkohol-za-volantem-zpusobuje-snizeni-periferniho-videni-ridice
- [9] Oční potíže jako příznak celkových onemocnění. *Lékaři-online.cz: informace půl zdraví* [online]. 2.12.2008 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z: <http://www.lekari-online.cz/ocni-lekarstvi/novinky/ocni-potize>
- [10] Řidičské průkazy, řidičské oprávnění. *E-Autoškola.cz* [online]. 2008 [cit. 2012-04-04]. Dostupné z: <http://www.e-autoskola.cz/ridicky-prukaz/>

9. Komparace aplikace kontaktních čoček v zemích EU

Mgr. Martina Říhová

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Kontaktní čočky jsou nedílnou součástí každodenního života mnoha lidí po celém světě. Jejich využití je hodně široké, pracují s nimi oftalmologové v soukromých ordinacích a nemocničních ambulancích, lékaři na operačních sálech a optometristé na svých pracovištích.

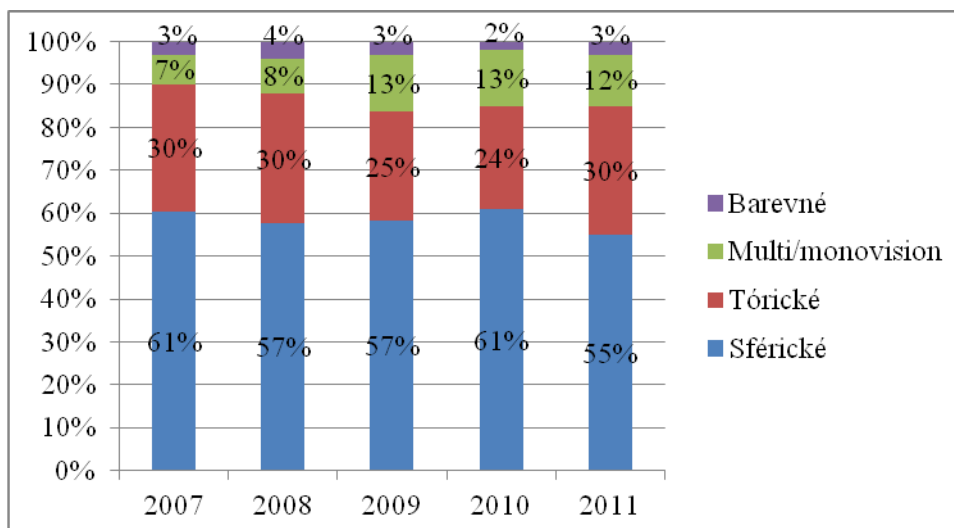
Pro mnoho klientů se staly kontaktní čočky volbou číslo jedna v řešení jejich refrakční vady, a to především pro zákazníky s vyšší refrakční vadou, kteří se v brýlové korekci necítí pohodlně a sebevědomě. S nasazenými čočkami se cítí jistěji a téměř vždy jsou spokojenější i s celkovým viděním, mají větší zorné pole a v mnoha případech i ostřejší vidění než s brýlemi.

Americký časopis Contact Lens Spectrum provádí výzkum, který se zabývá typem nošených kontaktních čoček ve světě, druhem nošeného materiálu, typem používané péče o kontaktní čočky, druhem výměnného systému.

Data jsou sbírána dotazníkovou formou. Tento dotazník je v České republice dostupný v časopisu Kontaktologické listy nebo v elektronické podobě na stránkách České kontaktologické společnosti. Zapojit se může tedy každý oftalmolog či optometrista, který o výzkumu ví a je ochotný se zapojit. Do tohoto dotazníku se vyplňuje pracovní náplň vzdělání, praxe, velikost aplikačního střediska.

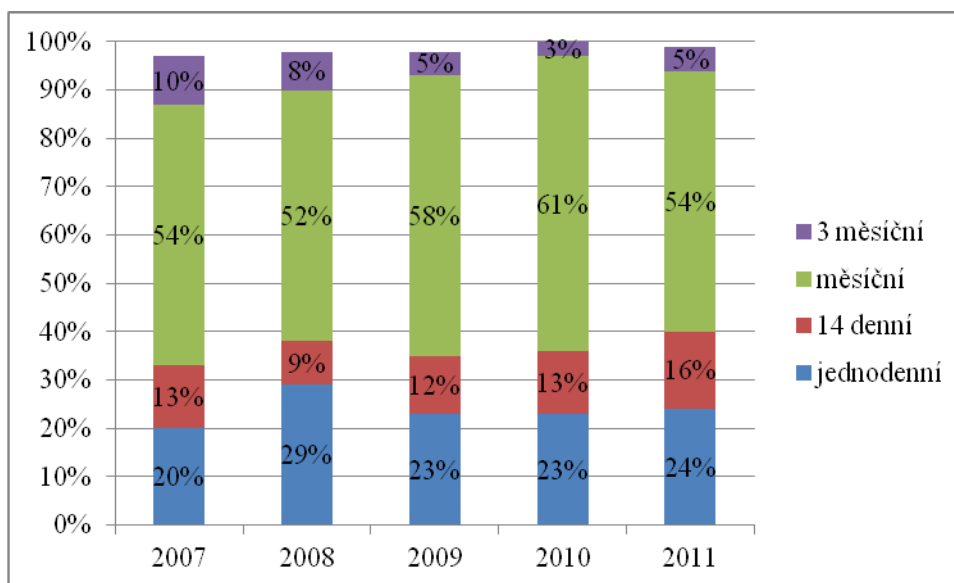
Tento článek shrnuje data, která byla sebrána pro diplomovou práci na téma „Komparace aplikace kontaktních čoček v zemích EU“. Jak už název napovídá, byly vybrány údaje pouze ze zemí Evropské unie a to konkrétně z Bulharska, České republiky, Dánska, Francie, Itálie, Litvy, Maďarska, Nizozemska, Portugalska, Rumunska, Slovinska, Spojeného království, Španělska a Švédska. U těchto zemí byla data dostupná alespoň dva roky v letech 2007 až 2011 a bylo hodnoceno několik kategorií z dotazníku. Byly to počet aplikací multifokálních kontaktních čoček či volby metody monovision, barevných kontaktních čoček, dále počet aplikací kontaktních čoček jednorázových a s výměnným systémem, počet naaplikovaných hydrogelových a silikonhydrogelových čoček a procento aplikací tvrdých kontaktních čoček.

Získané výsledky byly v některých případech očekávané, v některých překvapující. Aplikace multifokálních čoček či použití metody monovision stoupla, aplikace barevných čoček po celou dobu výzkumu stagnovala. Stejně tak počet aplikací sférických a torických čoček se během výzkumu téměř nezměnil. Jen mírně klesl počet sférických čoček v posledním roce výzkumu (graf č.1.).



Graf č. 1. Zastoupení SKČ, TKČ, MKČ/MV a BKČ

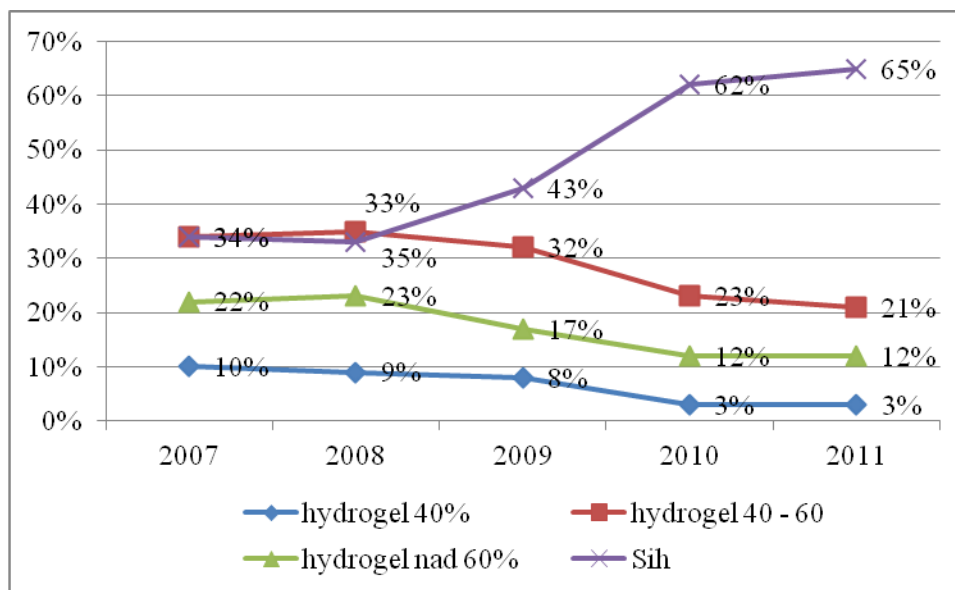
Dalšími zkoumanými daty byly počty aplikací jednodenních čoček a výměnných systémů. Jednodenní čočky i čtrnáctidenní čočky byly aplikovány každým rokem více, měsíční kontaktní čočky měli také stoupající tendenci. Jediné čočky, které byly aplikovány méně každým rokem, byly čočky čtvrtletní (graf č. 2.).



Graf č. 2. Aplikace výměnných systémů

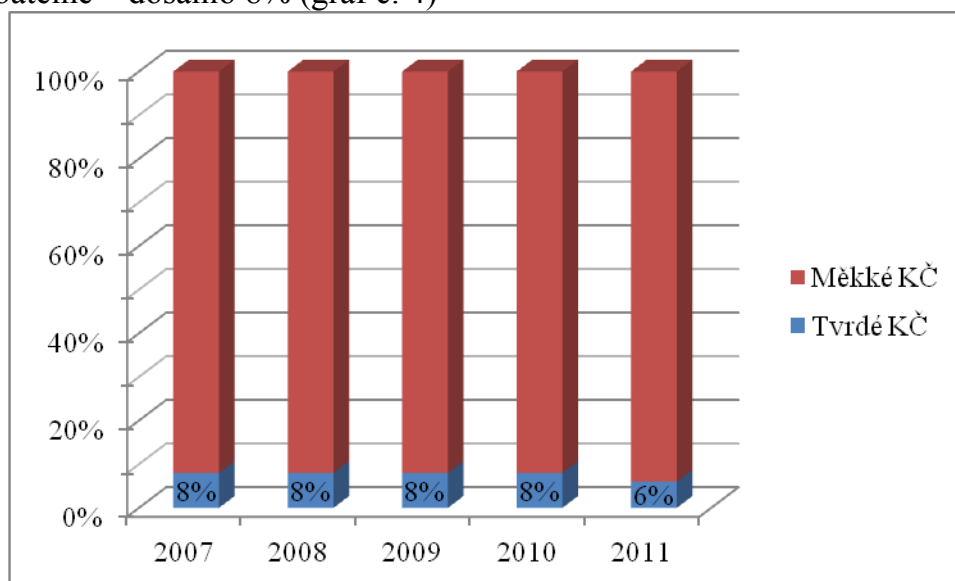
Překvapivým výsledkem byl počet aplikací silikonhydrogelových čoček ku počtu hydrogelových čoček. Počet silikonhydrogelových čoček se od roku 2007 zdvojnásobil. Z tohoto výsledku lze odvodit, že hydrogelové čočky se aplikují v menší míře, než na začátku výzkumu, jejich zastoupení kleslo z 65% na 35%.

Zastoupení hydrogelových čoček, bez rozdílu obsahu vody, tvořilo v roce 2007 66% a zbylých 34% tvořily čočky ze silikonhydrogelu. V roce 2009 byl tento poměr 57% ku 43%, v roce 2011 36% ku 65%, tedy přesně opačný (graf č. 3).



Graf č. 3. Celkové srovnání materiálů kontaktních čoček

Počet aplikací tvrdých kontaktních čoček byl posledním zkoumaným údajem. Procento, které tvoří ze všech aplikací je, bohužel, téměř zanedbatelné – dosáhlo 8% (graf č. 4)



Graf č. 4. Poměr aplikací tvrdých a měkkých kontaktních čoček

Výsledky výzkumu přinesly očekávané i neočekávané výsledky. Během pěti let výzkumu se změnil nejčastěji používaný typ materiálu z hydrogelu na silikonhydrogel, aplikace multifokálních čoček či použití metody monovision stoupá a aplikace tvrdých kontaktních čoček je, bohužel, zastává v Evropské unii téměř zanedbatelné procento.

Bude zajímavé sledovat další výzkumy tohoto typu a porovnávat nynější data s těmi budoucími. Důležité ale především je, zapojit se do probíhajících výzkumů, aby v následujících letech byla možnost dalšího srovnání.

10. Změna aberací vyšších řádů v důsledku rohovkového laserového refrakčního zákroku, vliv na kvalitu vidění

Mgr. Lucie Dreiseitlová

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

ANOTACE

Optický systém lidského oka je zatížen různými vadami. Jedná se o aberace nižších řádů, refrakční vady. Je zatížen i aberacemi vyšších řádů, jejichž vliv na kvalitu vidění byl potvrzen výsledky různých studií.

Přítomnost aberací vyšších řádů je známá poměrně dlouho. Původně používané metody měření byly náročné, technologický pokrok přinesl rychlejší a preciznější, které jsou využívány v nových přístrojích. Revolucí ve výzkumu aberací byl rozvoj refrakční chirurgie. Prostřednictvím předoperační analýzy jsme schopni částečně ovlivnit vznik pooperačních komplikací a zároveň snížit hodnotu konkrétních aberací vyšších řádů. Ovlivnění vybraných aberací je umožněno prostřednictvím wavefront technologie. Zákrok může vyvolat indukci jiných aberací a navodit nežádoucí účinky. Cílem je tedy redukce stávajících vyšších hodnot aberací bez indukce zvýšené míry nových.

1. ZOBRAZOVACÍ VADY

Optické zobrazení je založeno na představě předmětu složeného z nekonečně mnoha svítících bodů, přičemž z každého z nich vychází svazek paprsků procházející optickou soustavou. Je-li tento svazek, vycházející z jednoho bodu předmětu, přeměněn soustavou v svazek nový, jehož paprsky se opět protnou v jednom bodě, vzniká ideální obrazový bod.

Toto zobrazení poskytuje pouze rovinné zrcadlo a v zjednodušení lze ideální zobrazení pozorovat i v paraxiálním prostoru. Při zobrazení světlem složeným z různých vlnových délek a paprsky jdoucími mimo paraxiální prostor, nastávají odchylky od ideálního zobrazení, které se nazývají aberace neboli vady. Aberace jsou příčinou snížené kvality obrazu.

Rozlišujeme dva druhy aberací, a to monochromatické, vznikající pouze při zobrazení světlem určité vlnové délky, a chromatické (barevné), jejichž vznik je podmíněn závislostí indexu lomu na vlnové délce elektromagnetického záření.



*Pro
doplnění
uvedeme
možné
příčiny
vzniku*

aberrací v optických elementech. Lze je rozdělit do několika skupin. Prvně jsou to příčiny fyzikální, k nimž se řadí odraz a lom paprsků na plochách

Obr. 1: Rozdělení vad optického zobrazování

optických soustav, disperze světla v daném prostředí, difrakce světla a neplatnost paraxiálních rovnic. Další skupinou jsou příčiny technologické, což jsou nedokonalosti vzniklé při výrobě optických soustav. Poslední skupinu tvoří aberace vzniklé díky nedokonalostem materiálů, například nehomogenity materiálů, pnutí a tak dále.

2. ABERACE

Pojem aberace je v obecném významu chápán jako odchylka (z lat. aberrare, odchylovat se). V oblasti genetiky se užívá spojení chromozomální aberace, jedná se o mutace, které mají za následek strukturní a numerické změny chromozomů. V oblasti optiky je pojem optická aberace neboli zobrazovací vada spojen s chybou optického aparátu vyvolávající geometrický nesoulad mezi zobrazovaným předmětem a obrazem.

Jak již bylo uvedeno, optické vady se rozdělují na chromatické a monochromatické, druhé jmenované lze dále rozlišit na aberace nižších a vyšších řádů. Aberace vyšších řádů (higher order aberrations, HOA) mají svůj původ především ve dvou hlavních refrakčních médiích oka – rohovce a čočce, ovšem mohou se vyskytnout v kterémkoli jiném optickém prostředí oka. Kromě příčin uvedených v tabulce 1 dochází ke změnám aberací vlivem stárnutí, jejich hodnota bývá ovlivňována i akomodačním stavem oka a stavem slzného filmu.

Tab. 1: Klasifikace aberací podle etiologie

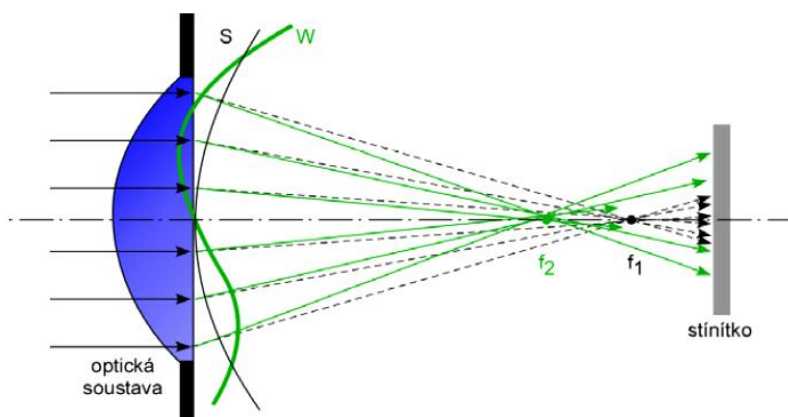
Klasifikace aberací podle etiologie			
Vrozené			<i>Jedná-li se o jednostranné a dostatečně velké aberace, mohou narušit binokulární vidění a vést k amblyopii</i>
Získané	Pooperační	Rohovkové	<i>Perforující keratoplastika</i>
			<i>Refrakční rohovková chirurgie</i>
		Čočkové	<i>Aberace indukované umělou nitrooční čočkou - jejím designem nebo špatným umístěním</i>
			<i>Aberace vzniklé díky abnormalitám pouzdra čočky</i>
	Jiné	Rohovkové	<i>Keratokonus a jiné ektatická onemocnění</i>
		<i>Trauma rohovky, jizvy</i>	

	Jiné příčiny nepravidelného astigmatismu
Čočkové	Incipientní katarakta
	Lentikonus
	Subluxace čočky, kolobom čočky
Sklivcové	Zákalky a "mušky"
Retinální	Ztluštělá zadní sklivcová membrána
	Velmi jemná epiretinální membrána nezpůsobující trakci sklivce

V předchozí části byly uvedeny vady zobrazení z pohledu geometrické optiky, a jak už bylo řečeno, tyto aberace patří do skupiny aberací nižších řádů. V praxi si však pouze s jejich popisem nevystačíme. Reálné optické systémy, tedy i oko, jsou zatíženy i takzvanými aberacemi vyšších řádů, jejichž popis je umožněn díky vlnovému charakteru světla.

V oblasti vlnové optiky se zabýváme jevy difrakce, interference a polarizace. Vlnění se v pojetí vlnové optiky šíří v prostoru i čase, a tento pohyb lze vyjádřit Huygensovým principem, který říká, že všechny body primární vlnoplochy mohou sloužit jako elementární zdroje vlnění pro vlnoplochy sekundární. Jako vlnoplochu označujeme množinu všech bodů, které při vlnění kmitají se shodnou fází.

V reálném zobrazení lidským okem se setkáváme s vlnoplochou, která je ovlivněna různými aberacemi. Každá vlnoplocha může být po průchodu optickou soustavou rozdělena na vlnu ideální, referenční a její doplněk, část aberovanou. Odchylka (deformace) vlnoplochy oka s aberacemi od referenční kulové plochy ideálního oka může pak být interpretována jako soubor numerických hodnot $W(x, y) = -OPD(x, y)$, kde OPD je rozdíl optických drah (optical path difference). Vlnová aberace je pak zobrazena jako mapa geometrických odchylek aberované vlnoplochy od ideální kulové vlnoplochy (typicky jako dvourozměrná mapa v odstínech šedi nebo barevném odstupňování, kde každý odstín, resp. barva vyjadřuje velikost aberace v daném místě, a to v jednotkách mikrometrů vzdálenosti ideální a aberované vlnoplochy, či jiných jednotkách vlnové délky).



Optická soustava prostá aberací má sférickou vlnoplochu a vytváří přesný retinální obraz bodového zdroje,

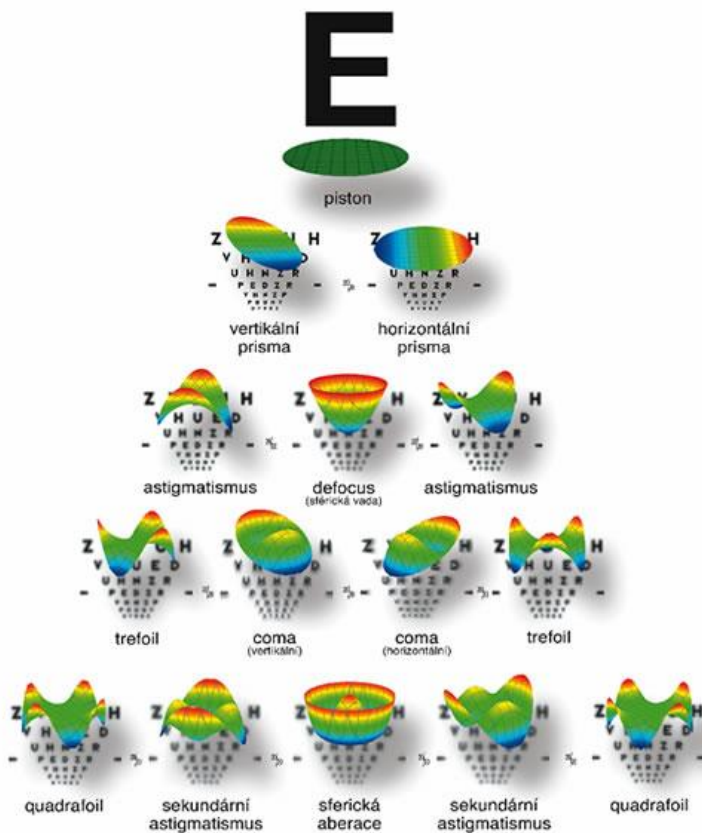
takzvaný Airyho disk, jehož velikost je závislá na průměru pupily. Jelikož pokládáme zornici za kruhovou šterbinu malých rozměrů, dochází na ní při průchodu světelných

Obr. 2: Znáornění vlnové aberace

paprsků k ohybu čili difrakci. Difrakce je tudíž dalším optickým jevem (z oblasti vlnové optiky), který ovlivňuje proces vidění. Ohybový jev je závislý na rozměrech šterbiny, v tomto případě zornice, jejíž průměr kolísá v rozmezí od 2 do 8 mm. Oko zatížené aberacemi nemá sférickou vlnoplochu, a tak na sítnici vzniká zvětšený, obecně nesymetrický obraz, který byl nazván jako „rozptylová funkce bodu“ (PSF – point spread function).

Ačkoli se může zdát vlnová aberace složitou dvoudimenzionální funkcí, je možné ji rozložit prostřednictvím polynomů na součet jednotlivých členů, tzv. modů. Členy polynomické řady nižších řádů (tzv. Seidlovy polynomy – podrobněji v mé diplomové práci) se shodují s dobře známými optickými vadami – defokusem a astigmatismem. Zatímco další členy polynomického rozvoje představují aberace vyšších řádů – komu, sférickou aberaci, trefoil, atd. (tzv. Zernikeovy polynomy). V současnosti je vhodnou a poměrně běžnou metodou rozkladu funkce vlnové aberace cesta Zernikeovy polynomické expanze.

3. ABERACE VYŠŠÍCH ŘÁDŮ A ZERNIKEOVY POLYNOMY



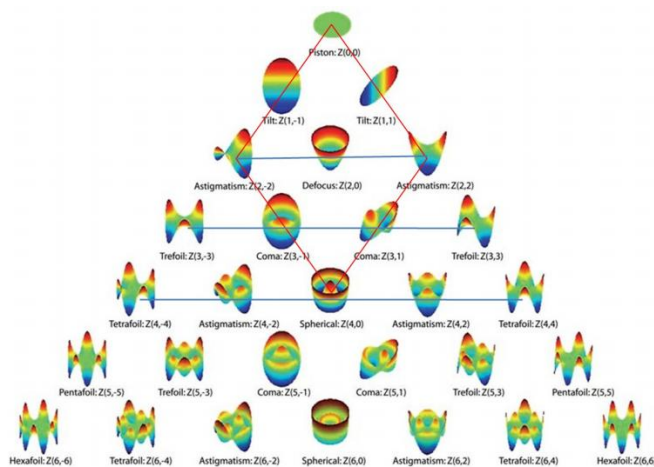
V populaci existuje nekonečně mnoho variant stavu aberačních hodnot oka. Vzhledem k této variabilitě nastal problém s jeho kategorizací a možností porovnání mezi různými případy. Řešení přinesla matematická funkce označovaná jako polynomická expanze, která umožní rozložit data o deformaci vlnoplochy získaná z aberometru na jednotlivé elementární komponenty. Požadavkům pro tuto analýzu vyhovuje polynomická expanze pojmenovaná po fyziku Fritsi Zernikeovi, která umožní rozklad deformací vlnoplochy $W(x,y)$, resp.

$W(\rho,\theta)$ v součet jednotlivých polynomů, tzv. Zernikeových polynomů.

Každý Zernikeův polynom Z_n^m je složen ze tří částí $Z_n^m = N_n^m R_n^{|m|}(\rho) \cos(m\theta)$, kde je indexem n vyjádřen radiální index, který určuje maximální hodnotu řádu radiální části, a m je azimutální index, který určuje úhlovou frekvenci.

Tato teorie vypadá poněkud komplikovaně, ovšem snadno ji lze zjednodušit a vysledovat, že soubor Zernikeových polynomů je funkcí pouze dvou proměnných – radiálního řádu n a frekvence m , jak již bylo uvedeno výše. Řádem polynomu je určen charakter křivky, která vzniká radiálním řezem plochy dané elementární komponenty (Zernikeo- Obr. 3: Zernikeho pyramida aberací 0. až 4. řádu

va polynomu), a frekvence udává počet oscilací pro jeden cirkulární průchod (počtem maxim nebo minim). Jednotlivé Zernikeovy polynomy lze pak sestavit do tvaru symetrické pyramidy.



Obr. 4: Pyramida Zernikeho polynomů.

Červený kosočtverec znázorňuje Seidlovo uspořádání aberací (tyto aberace platí pouze pro osově souměrné systémy), modré čáry Zernikeho

Směrem od hrotu k bázi pyramidy roste radiální řád. V následujícím textu budou podrobněji popsány významnější z těchto aberací:

- piston $Z(0,0)$ – nultý řád, první řádek pyramidy představuje pouze konstantu, která nebývá hodnocena, jelikož jde o chybu, která je ve všech místech vlnoplochy stejná
- tíť $Z(1,-1)$ a tílt $Z(1,1)$ – první řád, druhý řádek je tvořen vertikálním a horizontálním náklonem, taktéž je lze zanedbat, protože tyto elementy ovlivňují pozici, nikoliv kvalitu retinálního obrazu
- defokus $Z(2,0)$ – druhý řád, tento člen označuje sférickou refrakční vadu
- astigmatismus $Z(2,-2)$ a $Z(2,2)$ – označují cylindrickou část refrakční vady, spolu s předchozím členem jsou dobře korigovatelné pomocí sférocyklindrických čoček
- coma $Z(3,-1)$ a $Z(3,1)$ - jsou paraxiální aberace, které se na topografické mapě rohových aberací zobrazí jako vyklenutí tvaru kapky. Coma bývá asociována

s monokulární diplopií a vnímáním obrazu s duchy a je typická pro ektatická onemocnění rohovky.

- trefoil $Z(3,-3)$ a $Z(3,3)$ – je další aberací projevující se především na rohovce, obzvláště po chirurgických zákrocích, při nichž je řez veden rohovkou

- sekundární astigmatismus $Z(4,-2)$ a $Z(4,2)$ – byl popsán v asociaci s monokulární diplopií

Nejvýznamnější aberací, která se během života nejvíce mění, je sférická aberace vyššího řádu (SA). Obecně se jedná o chybu optického elementu oka, která vzniká v důsledku jeho nestejně lomivosti v centrální a periferní části. Jinak řečeno – paprsky procházející periferní částí elementu jsou lomeny více než centrální. Následkem toho se bod na sítnici nezobrazí jako bod, ale jako skvrna. V případě sférické aberace se jedná o vadu rotačně symetrickou a lze o ní hovořit jako o pozitivní, negativní nebo nulové. V optickém systému lidského oka má pozitivní SA rohovka, která se v průběhu času mění pouze nevýznamně. Navíc je v mládí kompenzována negativní SA čočky.

Každá aberace může ovlivnit kvalitu vidění jiným způsobem. Bylo zjištěno, že koeficienty umístěné centrálněji v Zernikeho pyramidě, zhoršují kvalitu retinálního obrazu více než koeficienty periferní. Z klinického hlediska je tedy významnější koma než trefoil a sférická aberace než tetrafoil nebo sekundární astigmatismus.

Suma všech Zernikeových polynomů může být jednoduše upravena díky nezávislosti jednoho polynomu na jiném. Tato nezávislost má řadu výhod, ale i přesto je někdy vhodnější použít k matematické analýze jinou metodu, a to především u vysoce aberovaných očí. V tomto případě našla uplatnění Fourierova analýza, která umožní rozeznat v obraze více frekvencí, a tak dokáže provést přesnější rekonstrukci vlnoplochy u očí s vysokým podílem nepravidelného astigmatismu (například s pokročilým keratokonem).

Kvantifikace deformace a vyjádření celkového aberačního stavu oka bývá nejčastěji uváděno jako tzv. střední kvadratický průměr (RMS, root mean square), který reprezentuje vertikální odchylku vlnoplochy aberované od referenční. Je definován jako odmocnina z variace odchylky tvaru vlnoplochy. Nižší hodnoty RMS značí plošší vlnoplochy vyšší optické kvality. Přesto bylo zjištěno, že jeho hodnota nemusí spolehlivě předpovídat kvalitu vidění, jelikož i při vysoké hodnotě RMS může docházet k interakcím jednotlivých aberací, které se navzájem kompenzují, případně může jejich kombinace zvýšit kvalitu vidění. K tomuto jevu dochází při kombinaci aberací, které se liší o dva radiální řády při konstantní úhlové frekvenci, například defokus $Z(2,0)$ a sférická aberace vyššího řádu $Z(4,0)$.

4. WAVEFRONT ANALÝZA

Wavefront technologie byla prvně vyvinuta pro dvě nemedicínské aplikace – astronomii a balistiku. Wavefront analýza využívá teorie vlnové optiky, která předpokládá vlnovou povahu šíření světelných paprsků. Světlo se šíří ve

vlnoplochách, což jsou množiny bodů kmitajících se shodnou fází. V případě ideálního optického systému bez aberací uvažujeme vlnoplochu, která je ideálně sférická, a to i po průchodu optickým systémem, a vytváří dokonalý bodový obraz taktéž bodového předmětu. Pokud by toto platilo i pro oko, jakýkoli nekonečně malý předmětový bod by se zobrazil jako nekonečně malý obrazový bod. Jelikož lidské oko není systémem ideálním, světelné paprsky jsou při průchodu okem deformovány. Celkový výkon je navíc limitován průměrem pupily, a tím i difrakcí, což je příčinou určitého stupně deformace retinálního obrazu. Dochází tedy k odchýlení skutečné vlnoplochy od její ideální teoretické podoby a tím ke vzniku aberace.

5. METODY MĚŘENÍ ABERACÍ

V současné době existuje řada aberometrů, které pracují na různých principech. Z nejznámějších jsou to:

- výstupní reflexní aberometrie (Shack-Hartmannův senzor)*
- aberometrie retinálního zobrazení (Tscherningův senzor)*
- retinální ray-tracing aberometrie (Traceyho visual function analyser – Tracey VFA)*
- dynamická skiaskopie (OPD Scan)*
- vstupní adjustovatelná refraktometrie (spatially-resolved refractometry, SRR)*

Jednotlivé techniky lze dále rozdělit na „into-the-eye“ aberometrii a „out-of-the-eye“ aberometrii, podle toho na jakém principu vzniká obraz. V případě „into-the-eye“ neboli „retinal imaging“ aberometrie vzniká obraz na sítnici a pro analýzu je znovu zobrazen vně oka. K této skupině patří aberometrie retinálního zobrazení a retinální ray-tracing aberometrie. Naopak u „out-of-the-eye“ neboli „outgoing optics“ aberometrie prochází přímý svazek paprsků na sítnici, odráží se (sekundární zdroj) a obraz vzniká mimo oko. Do této skupiny se řadí zbylé metody uvedené výše (výstupní reflexní aberometrie, dynamická skiaskopie, vstupní adjustovatelná refraktometrie).

6. MOŽNOSTI KOREKCE ABERACÍ VYŠŠÍCH ŘÁDŮ

Znalosti wavefront technologie a adaptivní optiky se během vývoje přenesly i do oblasti oftalmologie. Možnost analýzy aberací vyšších řádů současně umožnila pochopit obtíže pacienta, který i s visem hodnoty 1,0 není subjektivně spokojen. Klasickým laserovým zákrokem s konvenčním ablačním profilem lze dobře korigovat pouze sférickou a cylindrickou část korekce. Zákrokem lze ovšem indukovat nežádoucí aberace vyšších řádů, které mohou následně negativně ovlivnit kvalitu vidění. Pro zvýšení spokojenosti pacientů a dosažení co nejkvalitnějšího vidění jsou používány rohovkové refrakční zákroky využívající wavefront analýzy. Avšak korigují optické aberace pouze v místě svého původu, tedy pokud dominantní podíl celkového aberačního stavu tvoří aberace rohovky, poněvadž laserový zákrok se provádí na rohovce. Pokud naopak převažují

aberrace mající původ v jiných očních mediích, pak tato ablace vede pouze k částečné redukci aberrací.

Zákroky s využitím wavefront analýzy mají oproti konvenčním laserovým zákrokům určité výhody – výsledky operací jsou přesnější, dochází ke zlepšení vidění i kontrastní citlivosti, vedou k menší indukci HOA, halo a glare efektu. V současnosti se užívají tyto typy zákroků:

- wavefront-guided – základem metody je stanovení všech aberrací, včetně aberrací vyšších řádů, a podle diagnostického výsledku je vytvořen ablační profil specifický pro dané oko. Cílem je redukce všech preexistujících aberrací tak, aniž by došlo k indukovaní aberrací nových. Ve většině případů ovšem nedochází k redukci všech předoperačních aberrací vyšších řádů. Nicméně v porovnání se zákrokem s klasickým ablačním profilem jich indukují podstatně méně, což se projeví ve zlepšení kvality vidění klienta.

- wavefront-optimized - cílem zákroku není redukce preexistujících aberrací, nýbrž prevence indukce všech aberrací, především sférické aberace, která se jeví jako nejvýznamnější. U některých pacientů může vyústit v glare, halo a v mlhavé vidění, obzvláště za zhoršených světelných podmínek. Tento přístup, založený na skutečnosti, že většina pacientů má jen nepatrné množství preexistujících aberrací vyšších řádů, je považován za přínosnější, neboť má za cíl udržet úroveň a kvalitu vidění před zákrokem.

- advance-topography guided (OcuLink) – vychází z předpokladu, že korekce aberrací rohovky výrazně zlepši optický systém jako celek. Díky ignoraci ostatních médií oka má ovšem nepředpověditelné výsledky. Princip metody spočívá v přesném změření parametrů předního segmentu oka před zákrokem pomocí Scheimpflugovy kamery. Podle diagnostického výsledku se zohledněním změřených rohovkových aberrací je vytvořen přesný ablační profil.

7. VÝZKUM

7.1 Materiál a metody

Data pro výzkum byla získána ze zdravotních karet pacientů Refrakčního centra FNUSA v Brně. Jednalo se o soubor 50 pacientů (100 očí), kteří podstoupili refrakční zákrok metodou Epi-LASIK, buď s konvenčním ablačním profilem (39 pacientů, tj. 78 očí) nebo wavefront-guided technologií (11 pacientů, tj. 22 očí). Byl hodnocen stav aberrací vyšších řádů, zraková ostrost a kontrastní citlivost v předoperačním období a následně 3 a 12 měsíců po zákroku.

Tab. 2: Charakteristika souboru pacientů, kteří podstoupili zákrok Epi-LASIK

	<i>soubor s klasickou ablací</i>	<i>soubor s WG ablací</i>
<i>počet pacientů</i>	39	11
<i>poměr muži/ženy</i>	15/24	5/6
<i>počet očí</i>	78	22

<i>poměr OD/OS</i>	39/39	11/11
<i>věk pacientů</i>	29,18±5,85	27,36±6,52
	21-43 let	20-37 let
<i>počet sférických ablací</i>	29	12
<i>počet sférocylindrických ablací</i>	49	10
<i>průměrná předoperační sférická složka refrakce</i>	-4,00±2,36 (0,0 až -10,0)	-4,85±1,95 (-1,5 až -9,5)
<i>průměrná předoperační cylindrická složka refrakce</i>	-1,00±0,73 (-0,25 až -3,5)	-1,03±1,10 (-0,25 až -4)

U všech pacientů bylo provedeno důkladné předoperační vyšetření stávající z měření nekorigované a nejlépe korigované zrakové ostrosti, kontrastní citlivosti s nejlepší korekcí, aberací optického systému, vyšetření předního segmentu na štěrbinové lampě a rotující Scheimpflugově kameře, bezkontaktní tonometrie, pachymetrie, biometrie, perimetrie a měření na rohovkovém topografu. Pacientům byly sděleny výsledky vyšetření a průběh zákroku, včetně pooperační péče, kontraindikací a komplikací. Kontroly byly prováděny 3. den, 14. den, 1., 3., 6. a 12. měsíc po operaci a byly hodnoceny následující parametry – zraková ostrost, kontrastní citlivost, aberometrie, pachymetrie, nitrooční tlak a stav předního očního segmentu. Aberace nižších a vyšších řádů byly měřeny na aberometru Shack-Hartmannova typu (aberometr WASCA firmy Zeiss). Dále byla měřena nekorigovaná zraková ostrost a nejlépe korigovaná zraková ostrost na Snellenových optotypech a ETDRS tabulích. Hodnota prahového kontrastu (kontrastní citlivost) byla určována na přístroji CSV-1000.

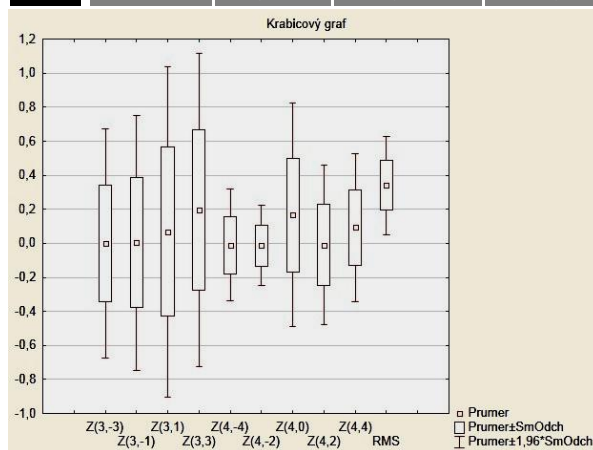
7.2 Výsledky

Předoperační hodnoty aberací vyšších řádů vykazovaly lepší výsledky u souboru 1 – pacientů, kteří podstoupili zákrok s klasickým ablačním profilem (dále jen soubor 1), zatímco soubor 2, s wavefront-guided technologií, dosahoval vyšších hodnot mediánu i rozptylu jednotlivých aberací (dále jen soubor 2), mediány aberací obou souborů před zákrokem i v průběhu kontrol jsou patrné z tabulky 2 a grafů 1,2. Přestože hodnoty jednotlivých aberací po zákroku vzrostly u obou skupin, jejich rozptyl se snížil. Největší rozptyl vykazovaly u obou souborů aberace třetího řádu a sférická aberace vyšších řádů, ty byly cíleně laserovány v případě očí pacientů zařazených v souboru 2. Největší zastoupení z těchto cíleně korigovaných aberací měly trefoil Z(3,3) (16 případů), koma Z(3,1) 10 případů a sférická aberace (8 případů), přičemž u některých očí šlo o korekci více aberací. V průběhu prvních 3 měsíců po zákroku došlo k navýšení hodnot jednotlivých aberací, během delšího časového úseku se ovšem tyto hodnoty opět snížily a přiblížily k před-operačnímu stavu, vše je patrné z tabulky 2. Největší změnu lze pozorovat u komy a sférické aberace u obou porovnávaných skupin.

Tab. 3: Srovnání mediánů hodnot jednotlivých aberací a RMS před operací a při kontrolách

		<i>Soubor 1</i>			<i>Soubor 2</i>		
		<i>klasická ablace</i>			<i>WG ablace</i>		
		<i>78 očí</i>			<i>22 očí</i>		
		<i>před</i>	<i>3 měsíce</i>	<i>12 měsíců</i>	<i>před</i>	<i>3 měsíce</i>	<i>12 měsíců</i>
Aberace vyšších řádů [μm]	Z(3,-3)	0,017	0,012	-0,007	0,037	-0,071	0,021
	Z(3,-1)	0,032	0,097	0,066	-0,098	0,134	-0,003
	Z(3,1)	0,092	-0,152	-0,163	0,046	-0,194	-0,176
	Z(3,3)	0,212	0,118	0,162	0,263	0,255	0,197
	Z(4,-4)	-0,006	-0,008	-0,015	-0,045	0,051	0,010
	Z(4,-2)	-0,016	-0,012	-0,021	-0,005	-0,058	-0,031
	Z(4,0)	0,132	0,320	0,304	0,388	0,625	0,450
	Z(4,2)	0,015	-0,019	-0,030	0,018	-0,167	-0,146
	Z(4,4)	0,060	0,009	0,009	0,138	0,021	0,023
	RMS	0,33	0,39	0,41	0,49	0,47	0,45

umer
umer \pm SmOdch
umer \pm 1,96 \cdot SmOdch



Graf 1: Hodnoty HOA u pacientů před zákrokem Epi-LASIK s klasickým abl. profilem LASIK řízeném WG technologií

Graf 2: Hodnoty HOA zákrokem Epi-LASIK řízeném WG technologií

Rovněž jsou patrné změny středního kvadratického průměru RMS obou skupin. V případě souboru 1 došlo k navýšení této hodnoty na 0,39 μm , resp. 0,41 μm , zatímco u souboru 2 došlo k poklesu této hodnoty na 0,47 μm , resp. 0,45 μm .

U většiny pacientů došlo také ke zlepšení předoperačních hodnot kontrastní citlivosti. Kontrastní citlivost měřená předoperačně s nejlepší korekcí vykazuje nižší než průměrné hodnoty pouze ve vyšších prostorových frekvencích (12 a 18 cyklů/stupeň). Pooperační hodnoty kontrastní citlivosti měřené po 12 měsících od zákroku s nekorigovanou zrakovou ostrostí dosahují hodnot v rozmezí normy

průměrně pro 84,94% pacientů souboru 1 a pro 90,91% pacientů souboru 2. Průměrné hodnoty a mediány kontrastní citlivosti pro všechny prostorové frekvence v období předoperačním i v období po zákroku jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 4: Aritmetické průměry a mediány kontrastní citlivosti (správně přečtené terče) pro oba soubory pacientů před zákrokem, 3 a 12 měsíců po zákroku

	Soubor 1 (78 očí)			Soubor 2 (22 očí)		
	<i>Epi-LASIK s konvenčním ablačním profilem</i>			<i>Epi-LASIK s wavefront-guided technologií</i>		
	<i>před zákrokem</i>	<i>3 měsíce po zákroku</i>	<i>12 měsíců po zákroku</i>	<i>před zákrokem</i>	<i>3 měsíce po zákroku</i>	<i>12 měsíců po zákroku</i>
3 cykly/stupeň	5,47±0,62	5,68±0,50	5,71±0,49	5,27±0,55	5,64±0,49	5,86±0,35
	6	6	6	5	6	6
6 cyklů/stupeň	5,36±1,06	5,63±0,84	5,73±0,73	4,82±0,96	5,27±0,55	5,59±0,50
	6	6	6	5	5	6
12 cyklů/stupeň	5,26±1,47	5,79±1,35	6,01±1,15	5,23±0,81	5,64±0,95	5,95±0,84
	6	6	6	5	6	6
18 cyklů/stupeň	5,15±1,33	5,36±1,29	5,72±1,10	4,86±0,99	5,14±0,71	5,50±0,86
	5	6	6	5	5	6

Nekorigovaná zraková ostrost pacientů před zákrokem dosahovala hodnot nižších než 0,25 pro 78,22% pacientů souboru 1 a pro 90,92% pacientů souboru 2 (při měření na Snellenově optotypu). Nejlépe korigovaná zraková ostrost pacientů před zákrokem je pak srovnatelná s nekorigovanou zrakovou ostroší po zákroku. Při předoperačním vyšetření se zkušební korekcí dosáhlo hodnoty visu 1,0 nebo lepší 87,18% pacientů souboru 1 a 90,91% pacientů souboru 2. Po 12 měsících docílilo hodnoty visu 1,0 nebo lepší 96,15% pacientů souboru 1 a 86,37% pacientů souboru 2.

8. ZÁVĚR

Znalost aberací vyšších řádů optického systému lidského oka je v současné době velmi důležitá. Díky poznatkům z oblasti aberací je možné ovlivnit kvalitu

vidění pacienta a jeho spokojenost po provedeném zákroku. Použitím wavefront-guided technologie je možné zákrok konkretizovat a „na míru přizpůsobit“ každému pacientovi, pokud je to potřeba. Je nutné si uvědomit, že tato technologie dokáže některé aberace snížit, jiné naopak zvýší, a proto má jistá omezení. Cílem této studie bylo zhodnocení změn aberací vyšších řádů v souvislosti s laserovými rohovkovými refrakčními zákroky, konkrétně se jednalo o aberace třetího a čtvrtého řádu při zákroku typu Epi-LASIK, a také vliv zákroku na kvalitu vidění. Porovnávali jsme soubor očí pacientů, kteří podstoupili zákrok s konvenčním ablačním profilem a soubor očí pacientů, kteří absolvovali zákrok řízený wavefront-guided technologií. Zkoumali jsme změny aberací třetího a čtvrtého řádu, zrakové ostrosti a kontrastní citlivosti v 3. a 12. měsíci po zákroku a porovnávali je s hodnotami předoperačními.

Výsledky výzkumu ukázaly, že refrakční zákrok mění aberační stav oka. V případě souboru, u kterého byly cíleně korigovány určité aberace vyšších řádů, došlo k zvýšení hodnot těchto aberací, ale jejich rozptyl se snížil. Zároveň byly indukovány jiné nežádoucí aberace, ale jejich míra neovlivnila rozhodujícím způsobem kvalitu vidění, proto je wavefront-guided ablace považována za účinnější než ablace standardní. Hodnoty aberací ve 3. měsíci po zákroku jsou vyšší než hodnoty ve 12. měsíci, což ukazuje ustálení během delší doby a zvýšení kvality vidění. Potvrdili jsme, že nejlépe korigovaná zraková ostrost stanovená před operací odpovídá hodnotě nekorigované zrakové ostrosti po operaci ve většině případů. V případech, které vykazují subnormální hodnoty nekorigované zrakové ostrosti po zákroku, se jednalo o plánované podkorigování vady. Potvrdili jsme, že zraková ostrost po 12 měsících od zákroku dosahuje u většiny pacientů hodnoty 1,0 nebo lepší, případně 0,0 a lepší pro měření na ETDRS tabulích. Také jsme zjistili, že hodnoty kontrastní citlivosti stanovené při měření s nejlepší korekcí předoperačně koreluje s hodnotami měřenými bez korekce pooperačně. V některých případech došlo ke zlepšení nad očekávaný stav. Ve 3. měsíci bylo zaznamenáno dočasné snížení hodnot v některých případech, které se během delší doby upravilo, a již nebyl patrný vliv zákroku na kontrastní citlivost. Při srovnání kontrastní citlivosti obou souborů nebyl prokázán signifikantní rozdíl, oba soubory vykazují srovnatelné hodnoty. V obecné rovině je tedy možné konstatovat, že k ustálení hodnot dochází po 12 měsících od zákroku.

Závěrem je nutné připomenout, že stále více pacientů požaduje kvalitní vidění bez nutnosti používání korekční pomůcky a zvažují tedy možnost refrakční chirurgie. Pro jejich spokojenost je důležité provést validní předoperační měření, zvážit vhodný typ zákroku a následně zabezpečit bezproblémový průběh operace i pooperační rekonvalescence. Při zohlednění těchto podmínek lze předpokládat spokojenost pacienta i lékaře.

11. Chirurgické řešení astigmatismu u pacientů po perforující keratoplastice

Mgr. Šárka Pavlová

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Anotace

Tento příspěvek se zabývá popisem současných možných chirurgických metod, kterými lze řešit astigmatismus u pacientů po perforující keratoplastice, a jejich úspěšností v redukci refrakčních vad, zejména astigmatismu, které se stávají závažnou pooperační komplikací perforující keratoplastiky.

Úvod

Zrak, jeden z našich pěti smyslů, je často označován jako smysl nejdůležitější, pomocí něhož vnímáme přes 90% všech okolních podnětů. Na správné funkci zrakového ústrojí se podílí mnoho důležitých faktorů.

Paprsky, které po průchodu okem vytvoří na sítnici ostrý obraz, jsou ovlivněny optickými prostředími, kterými prochází. Prvním optickým prostředím a také významným optickým rozhraním, kterým paprsky prochází, je rohovka. Hladká, lesklá a transparentní rohovková tkáň tak kromě jiného zaručuje kvalitní vnímání.

Patologicky změněná rohovka z různých příčin výrazně zhoršuje kvalitu vidění. Pokud se tento stav nedá ovlivnit jinou léčbou, tak se řešením stává transplantace rohovky neboli keratoplastika. Transplantace rohovky je dnes nejúspěšnější transplantací v humánní medicíně. Přínos transplantace pro pacienty je zřejmý, neboť mnoho z těch, kteří tuto transplantaci postoupili, by jinak bylo odsouzeno k slepotě.

Jako vše v očním lékařství i samotná transplantace rohovky se neustále zdokonaluje a pozornost se začíná upínat i směrem k řešení pooperačních komplikací, zejména výskytu refrakčních vad, především astigmatismu. Ty totiž mohou výrazně omezit pacientovo vidění a tím i negativně ovlivnit jeho život. Příčiny vzniku pooperačního astigmatismu jsou různorodé, konzervativní způsob korekce nebývá optimální, a proto se zde nabízí chirurgické řešení.

1. Perforující keratoplastika

Perforující keratoplastika prošla za posledních 40 let bouřlivým vývojem a v současnosti patří k nejúspěšnějším a nejčastěji prováděným alogenním transplantacím v humánní medicíně. Principem perforující keratoplastiky je odstranění rohovky v celé tloušťce a její náhrada dárcovskou rohovkou [11,22].

Operace rohovky ve smyslu transplantace má dlouhou historii, je strašitější než dva tisíce let. Již řecký lékař Galen (130 – 200 př.n.l.) se zabýval problémem návratu transparence neprůhledné rohovky. Prvenství myšlenky transplantace, stejně jako název „keratoplastika“ patří Franz Reisingerovi, který počátkem 19. století jako první nahradil zkalenou lidskou rohovku rohovkou zvířecí. První skutečně úspěšnou alogenní transplantaci, jejíž terč si zachoval přijatelný stupeň

transparence, provedl na očním oddělení Zemské nemocnice v Olomouci v roce 1905 doktor Karl Eduard Zirm [30].

Důvodem vysoké úspěšnosti této transplantace je imunologická privilegovanost rohovkové tkáně, která je zapříčiněna její avaskularitou, chybějící lymfatickou drenáží a nízkým počtem antigen-prezentujících buněk. Na této úspěšnosti se též podílí jistou měrou ACAID fenomén (anterior chamber acquired immunodeviation), který se projevuje určitým stupněm inhibice buněčné imunity v přední komoře. Každé trauma, infekce či jiné onemocnění rohovky, znamená příliv antigenů a možnost snížení imunologické úspěšnosti takové transplantace [11].

Zdokonalení operační techniky spolu s pokroky v odběru, uchovávání a testování dárcovských terčů přispělo k význačnému zlepšení výsledků těchto tkáňových transplantací. Přesto není dosud mnoho aspektů dostatečně objasněno a je nutno pokračovat ve výzkumu zejména v oblasti prevence a terapie rejekčních reakcí a pooperačních refrakčních vad [22].

1.1. Obecné indikace k provedení perforující keratoplastiky

Z hlediska imunologické prognózy rozeznáváme keratoplastiku rizikovou a nerizikovou. Neriziková transplantace je každá transplantace transparentní či netransparentní rohovky, která nemá neovaskularizaci a jde o první transplantát. Riziková transplantace je definována jako transplantace rohovky s povrchovou či hlubokou vaskularizací přesahující přes limbus alespoň 2 mm nejméně ve dvou kvadrantech nebo retransplantace. Tyto operace mají výrazně horší prognózu z hlediska imunologických komplikací. Rozlišujeme celkem čtyři indikační skupiny [11]:

1. Optická (cílem je obnovení průhlednosti rohovky):

- a) nepravidelný povrch rohovky (edém epitelu, jizvení, výjimečně dystrofie)
- b) abnormality tvaru rohovky (keratokonus, keratoglobus)
- c) stromální zákal následkem zánětlivých dystrofických a degenerativních změn
- d) ztluštění rohovky (edém, Fischova a zadní polymorfni dystrofie aj.)

2. **Tektonická** (pro zachování celistvosti bulbu při značném protěžení rohovky, u hrozcích perforací bulbu u vředů, u Terrienovy a Pellucidní degenerace a při perforacích se ztrátou tkáně)

3. **Terapeutická** (při těžkých zánětech rohovky nezvládnutelných konzervativně)

4. **Kosmetická** (dříve užívaná na slepých očích s leukomem, dnes se provádí výjimečně)

První a třetí skupina jsou indikací k plánované keratoplastice, druhá skupina, tektonická, je indikací k akutní operaci [11,30].

1.2. Operační technika

Pro nekomplikované vhojení dárcovského terče do lůžka příjemce je nezbytné perfektní provedení tohoto mikrochirurgického výkonu. Výběr operační techniky závisí na primární diagnóze, předpokládaném průběhu hojení a na zvyklostech operátora [22].

Operace se provádí kruhovým trepanem o různé velikosti, kterým je vytrepanována rohovka dárce i příjemce. Při trepanaci je vhodné začít s rohovkou dárce z endoteliální strany a následně provést trepanaci příjemce. Použití

kvalitních trepanů je nutné pro dosažení dokonale pravidelných a ostrých okrajů transplantátu a tím i pro dobrou adaptaci a hojení rány. Rozhodnutí o vhodné velikosti transplantátu se řídí především rozsahem a polohou patologické léze na rohovce. Nejčastěji zvolená velikost terče dárce je v průměru o 0,25 – 0,50 mm větší než u příjemce. Dárce terč je našitý na mateřskou rohovku neresorbovatelným traumatickým šitím (nylon 10.0). V současné době patří mezi nejpoužívanější stehové techniky jednotlivý pokračující steh či 16 nebo více jednotlivých stehů, ale operatér může použít i kombinaci obou či dvojitý pokračující steh. Stehy odstraňujeme ne dříve než 12 měsíců po PK. Důvodem k častějšímu odstranění stehů je rozvolnění stehů či rozvoj vaskularizace [10,11].

Při keratoplastice lze v dnešní době k vytvoření rohovkového terče, jak z dárce tkáně, tak i z tkáně příjemce, využít femtosekundového laseru namísto mechanické trepanace kruhovým trepanem.. Femtosekundový laser je pevnolátkový laser, který pracuje s ultrakrátkými optickými pulsy v oblasti infračerveného světla. Výhodou femtosekundového laseru u tohoto zákroku je snížená doba hojení a vytvoření přesnějšího implantátu. Naopak nevýhodou tohoto laseru je jeho vysoká cena [32].

1.3. Pooperační komplikace

Pooperační komplikace po provedené perforující keratoplastice rozdělujeme na komplikace časné a pozdní.

A. Časné komplikace

Časnými pooperačními komplikacemi jsou nejčastěji přední synechie, prolaps duhovky, filtrace a primární selhání transplantátu.

B. Pozdní komplikace

Pozdními pooperačními komplikacemi jsou odhojovací reakce, infekce, mechanické komplikace, sekundární glaukom a refrakční vady.

1. Rejekce (odhojovací reakce)

K nejzávažnějším komplikacím rohovkové transplantace řadíme imunologické reakce dárce terče. Nejčastěji probíhají v podobě chronické rejekční reakce a podle místa primárního zásahu lymfocytů se odhojovací reakce rozdělují na:

- a) epitelová rejekce
- b) subepitelová rejekce
- c) stromální rejekce
- d) endotelová rejekce [10,11].

2. infekční komplikace

Bakteriální, virová i plísňová keratitida se často vyskytuje v oblasti stehu či rozvolněné futury. Jejich léčba je vedena obdobně jako u primární infekce na rohovce [11].

3. mechanické komplikace

Mechanické komplikace jsou dány rozvolněním některého stehu či části sutury. Toto rozvolnění vede k adherenci hlenu a bakterií a dochází k vzniku infekční komplikaci na terči, často spojené s endotelovou rejekcí [11].

4. sekundární glaukom

Nejčastější závažná komplikace, jeho léčba se odvíjí od typu glaukomu a je shodná s léčbou sekundárního glaukomu u pacientů bez transplantace [11].

5. Refrakční vady po perforující keratoplastice

Perforující keratoplastika zásadním způsobem ovlivňuje refrakci operovaného oka. Vyšší stupně refrakčních vad jsou problémem, který nezřídka pozorujeme po transplantaci rohovky. Terapie refrakčních vad, především astigmatismu, který může výrazně snižovat zrakové funkce nemocného po jinak úspěšném chirurgickém výkonu, zůstává jednou ze základních otázek. Průměrné hodnoty pooperačního indukovaného astigmatismu se u jednotlivých autorů liší, ve většině studií se však tato hodnota pohybuje mezi 4-5 cylindrickými dioptriemi [10,22].

2. Astigmatismus po perforující keratoplastice

Transplantace rohovky, jejímž výsledkem je čirý transplantát a vysoký stupeň astigmatismu, by měla být považována za neúspěšnou. Pacient totiž očekává použitelné vidění více než čirý transplantát. Astigmatismus tak představuje u perforující keratoplastiky největší pooperační optický problém, který často zhoršuje funkční výsledky perforující keratoplastiky. Vysoká hodnota pooperačního astigmatismu a anizotropie stěžuje u pacientů po PK návrat binokulárních funkcí [17,18,22].

Na základě několika studií může dojít k rozvoji pooperačního astigmatismu většího než 5D u 15% až 31% z pacientů, kteří podstoupili perforující keratoplastiku. Astigmatismus může být nepravidelný a spojený s výskytem aberací vyššího řádu, které mohou v konečném důsledku omezit vidění a přispět k pacientově nemožnosti nosit standardní optickou korekci. To vysvětluje, proč zraková ostrost v 10 – 20% případů nelze uspokojivě korigovat pomocí brýlí nebo kontaktních čoček [5].

2.1. Příčiny vzniku astigmatismu po perforující keratoplastice

V rozvoji astigmatismu po perforující keratoplastice hraje roli velké množství faktorů. Schematicky lze faktory mající vliv na výsledný pooperační astigmatismus rozdělit do těchto skupin:

1. nepravidelnost v trepanaci
2. rozdíl ve velikosti rohovkového terče dárce a lůžka příjemce
3. decentrace trepanace u dárce a příjemce
4. typ a technika použitého stehu
5. kvalita dárcovské tkáně

Na vzniku astigmatismu se ve větší nebo menší míře podílejí všechny jmenované faktory současně. V různé míře se navzájem kombinují a tak každá perforující keratoplastika je individuální neopakovatelný stav s různým stupněm pooperačního astigmatismu [22].

2.1.1. Nepravidelnosti v trepanaci

1. Rozdíl v astigmatismu po odstranění stehů u nemechanické trepanace excimerovým laserem ve srovnání s ručním motorovým trepanem.

U běžné mechanické trepanace ručním motorovým trepanem dochází k deformaci rohovky, řezné úhly se odchyľují od kolmého směru a mohou být odlišné u dárce i příjemce, především při provádění trepanace od dárce z endotelové strany rohovky. Po provedení sutury takto nesouhlasných okrajů

může hojení rány způsobit deformaci povrchové topografie po odstranění stehu z důvodu vertikálního nachýlení. Podle provedené studie je toto hlavní příčina objevení se astigmatismu po perforující keratoplastice [22,24].

2. Na výsledný pooperační astigmatismus mají vliv různé abnormality operační rány, způsobené nestejnou hloubkou stehů. Nezanedbatelná je i rozdílná tloušťka rohovky dárce i příjemce a nepravidelnosti v trepanaci způsobující nerovnosti okrajů rány.

Byla provedena studie, kdy se zjišťoval vztah mezi abnormalitami operační rány a stupněm astigmatismu u kadaverózních očí s transplantovanou rohovkou. Následným histologickým vyšetřením se zjistilo přesahování okrajů rány s inkarcerací (uskrínutím) Bowmanovy membrány v 28,3%, Descemetovy membrány v 73,3% a inkarcerací obou struktur v 15% případů. Každý z těchto faktorů, sám o sobě nebo v kombinaci s dalšími, může vytvořit různou konfiguraci rány s následným vlivem na pooperační astigmatismus [12,22].

Je proto důležité, aby okraje rány dárce i příjemce byly hladké, kolmé a co nejvíce shodné. I při použití moderní techniky trepanace, jako je motorový trepan a vakuový stabilizátor, je stále obtížné získat při trepanaci lineární řez, paralelní s optickou osou přes všechny vrstvy rohovky. Zdá se, že zatím nejpřesnější řez lze vytvořit za pomoci femtosekundového laseru, ale i zde jsou abnormality okrajů rány u příjemce spojené s nekompletní trepanací a dostřihování incize nůžkami [22].

2.1.2. Rozdíl ve velikosti rohovkového terče dárce a lůžka příjemce

Při mechanické trepanaci rohovky je lůžko příjemce větší než průměr použitého trepanu, na rozdíl od dárceva štěpu, který je menší než průměr použitého trepanu, jelikož je trepanován z endotelové strany. Ke kompenzaci této diference se běžně používá terč dárce větší o 0,25 mm až 0,50 mm. Výsledky prací, zabývající se vlivem tohoto faktoru na vznik pooperačního astigmatismu po perforující keratoplastice, jsou rozdílné.

K dalším faktorům, které se uvádějí jako příčiny zvýšeného astigmatismu po perforující keratoplastice, patří velikost transplantátu, diagnóza, pro kterou se transplantace provádí, a proces hojení rány. Obecně je známo, že u větších rohovkových transplantátů je menší pooperační astigmatismus, než je tomu u menších terčů.

U keratokonu a herpetické keratitidy mají transplantáty vyšší incidenci astigmatismu pravděpodobně způsobenou ochablostí rohovky příjemce, těsné sutury u keratokonu a nepravidelností hojení rány z před operací přítomné vaskularizace rohovky u herpetické keratitidy. Nesférická rohovka u keratokonu může být příčinou zvýšeného astigmatismu, protože po mechanické trepanaci při perforující keratoplastice vzniká u příjemce oválný otvor.

Zvýšená centrální strmost transplantátu může být podmíněná hojením cirkulární jizvy po PK. Fibroblasty, které vstupují do rány, produkují kolagen a postupným zrání cirkulární rány se kontrahují a vyklenutí transplantátu vzroste [22].

2.1.3. Decentrace trepanace dárce a příjemce

Decentrace trepanace dárce, příjemce nebo jejich kombinace může výrazným způsobem ovlivnit výsledek pooperační refrakční vady. Zdá se, že malá decentrace nemá efekt na pooperační astigmatismus, velká excentricita trepanace je ale již spojená se značným stupněm pooperačního astigmatismu. Mechanismus vlivu excentrické trepanace na vysoký astigmatismus není zcela znám. Hojení rány, variace tloušťky rohovky mezi periférií a centrem, možné rozdílnosti v distribuci tkáně při limbu a v centru rohovky jsou faktory, o kterých se v těchto případech uvažuje [22].

2.1.4. Typ a technika použitého stehu

Tyto faktory, které mají vliv na stupeň pooperační refrakční vady, jsou do určité míry ovlivnitelné samotným chirurgem.

V současnosti se používá několik stehových technik:

- jednotlivý přerušovaný steh
- jednotlivý pokračující steh
- kombinace jednotlivého přerušovaného a jednotlivého pokračujícího stehu
- dvojité pokračující steh

Studie, která porovnávala tři základní techniky stehu (jednotlivý přerušovaný steh, jednotlivý pokračující steh a dvojité pokračující steh), nenašla signifikantní rozdíl v průměrném astigmatismu po odstranění všech stehů.

Studie srovnávající jednotlivý pokračující steh s pooperační úpravou a kombinaci jednotlivého pokračujícího stehu s jednotlivým přerušovaným stehem s následným selektivním odstraněním přerušovaných stehů ukázaly na časnější stabilizaci zrakové ostrosti a menší průměrný pooperační astigmatismus při jednotlivém pokračujícím stehu.

Práce porovávající techniku jednotlivých přerušovaných stehů s technikou dvojitého pokračujícího stehu ukázala nižší nepravidelný astigmatismus po PK u dvojitého pokračujícího stehu s více jak 16 kličkami (dohromady 32 kliček).

Přetrvávající astigmatismus po odstranění všech stehů je nejspíše způsoben:

- neshodnými řeznými úhly dárce a příjemce a asymetrickým umístěním fixačních stehů
- decentrací trepanace s ponecháním ektatické části rohovkového stromatu
- hojivou schopností organismu a imunologické reakce proběhlé v průběhu pooperačního hojení
- počet založených stehů – větší počet stehů dovoluje ránu uzavřít s menším napětím stehů. Výsledkem je snížení deformace transplantátu a tím i následně rohovkového astigmatismu.

K vlivům stehů na zakřivení rohovky patří „oploštění“ transplantátu při použití jednotlivých přerušovaných stehů, především u stehů delších na straně příjemce a „vyklenutí“ transplantátu při použití jednotlivého pokračujícího stehu, hlavně je-li použit menší počet kratších kliček [22].

2.1.5. Kvalita dárcovské tkáně

Dárcovské rohovky jsou odebírány a skladovány podle evropských norem pro darování, získávání, kontrolu, zpracování, konzervaci, skladování a distribuci lidských tkání a buněk [11].

Pro odběr kadaverózní rohovky jsou dodržena kritéria věková (18 – 75 let), časová (18 – 20 hod. od smrti dárce) a medicínská (vyloučení infekce, vrozené infekce, degenerativních neurologických onemocnění a onemocnění neznámé etiologie, chronická dialýza a připojení na dýchací přístroj déle než 7 dnů, oční choroby, operace oka, drogové závislosti) a jsou provedena laboratorní (serologická) vyšetření přenosných onemocnění (HIV, hepatitida B a další) [11].

Odebírá se i tkáň z čelního laloku mozku, ve které se zjišťuje přítomnost patogenních prionů typických pro Creutzfeldtovu-Jakobovu chorobu, či další prionová onemocnění. Jakýkoliv pozitivní výsledek vyřazuje tkáň z použití pro transplantační účely. Shoda v krevních skupinách mezi dárce a příjemcem není zapotřebí [33].

Rohovky pro transplantaci se uchovávají ve specializovaných zařízeních – očních nebo multitkáňových bankách. V současnosti pracují v České republice dvě specializované oční banky a několik bank multitkáňových. Rohovky jsou po odběru uchovávány v rezervačním médiu pro krátkodobé (1) nebo dlouhodobé (2) uchovávání:

1. V mediu Optisol-GS, které je určené pro chladovou prezervaci a krátkodobé skladování při teplotě 2-8° C. Hlavním cílem u tohoto hypotermického skladování je snížením teploty zpomalit až zastavit metabolické procesy probíhající v rohovce a dodáním živin zachovat stávající stav co nejdéle. Takto uchovávané rohovky jsou použitelné nejdéle do 10 – 14 dnů po odběru.

2. K dlouhodobému odběru jsou rohovky uchovávány metodou tkáňových kultur při teplotě 31° C po dobu 14 dnů. Maximální doba kultivace je 7 týdnů. Tento typ uchovávání je časově a technicky náročnější. Rohovka se vloží do média s živinami, energeticky bohatými látkami a antibiotiky. Médium je třeba pravidelně obnovovat, před transplantací se musí tkáň přenést do transportního média, ve kterém dochází účinkem osmoticky aktivních látek k odčerpání vody z tkáně a jejímu ztenčení. Provádění mikrobiologického vyšetření média během skladování tkáně minimalizuje použití kontaminované rohovky k transplantaci. Takto uchovávané rohovky umožňují provádění jak plánované, tak akutní keratoplastiky [11,33].

Rohovky se hodnotí makroskopicky, biomikroskopicky (s použitím speciálních mikroskopů pro hodnocení rohovky) a mikroskopicky (světelná mikroskopie).

Rozhodující z hlediska přežívání a funkčnosti rohovkového štěpu je endotel rohovky. Počet buněk endotelu by měl být v připravované rohovce před provedením transplantace minimálně 2000–2300/mm². Nezbytné je, aby buňky endotelu byly živé (vitální). Přítomnost mrtvých buněk se zjišťuje pomocí roztoku trypanové modři o velmi nízké koncentraci, kterým se krátce působí na endotel rohovky. Trypanová modř zůstává v mrtvých buňkách, které lze spočítat a procentuálně vyjádřit. Mezi parametry určujícími kvalitu endotelu patří polymegatismus a pleomorfismus. Polymegatismus vypovídá o rozdílu ve velikosti jednotlivých buněk endotelu. Z hlediska kvality endotelu by měl být tento rozdíl co nejmenší. Pleomorfismus vypovídá o tvaru jednotlivých buněk endotelu. V rohovkách určených pro transplantaci by měla mít alespoň polovina

buněk hexagonální tvar. Mikroskopicky je třeba zhodnotit i stroma rohovky; musí být čiré, bez známek patologických procesů či abnormalit [33].

3. Chirurgické řešení pooperačního astigmatismu - časné pooperační období

Do časného pooperačního období (do 6 měsíců po operaci) řadíme techniky, které umožňují korekci astigmatismu vyššího než 3D úpravou stehů a to buď adjustací (úpravou napětí) pokračujícího stehu či selektivním vyjmutím/přidáním jednotlivých stehů [22].

Tyto zmíněné metody dávají operátorovi možnost pooperační manipulace a úpravy stehů po PK v závislosti od použité techniky stehu a tím i větší možnost ovlivnění pooperační refrakční chyby rohovky v prospěch včasného nabytí dobré zrakové ostrosti. Nicméně po extrakci stehů zůstává tzv. finální astigmatismus, jehož hodnotu lze jen obtížně předvídat a často může nabývat výrazně vyšší hodnoty než astigmatismus před odstraněním stehu [5,18,22].

4. Chirurgické řešení pooperačního astigmatismu - pozdní pooperační období

V pozdním pooperačním období, po extrakci všech stehů, máme několik možností korekce finálního astigmatismu. Při nižším stupni ametropie zkusíme korekci běžnými optickými pomůckami – brýlovou korekcí nebo kontaktními čočkami. Vyšší stupně astigmatismu vyžadují obvykle další chirurgický zákrok. Finální astigmatismus lze tak snížit či odstranit incizní keratotomií, laserovou refrakční chirurgií, klínovou resekci, implantací intrastromálních rohovkových prstenců a nitroočních čoček. Bohužel žádná z těchto technik se neukázala jako ideální a chirurgové tak mohou využít kombinaci dvou či více zákroků tak, aby dosáhli co nejlepšího výsledku. Pokud však finální astigmatismus nelze odstranit ani jedním z uvedených zákroků, či jejich kombinací, je možné uvažovat o rekeratoplastice. Indikace těchto chirurgických korekcí vyžaduje individuální přístup, neboť výsledky nejsou tak jednoznačné, jako u zdravých očí. Je nutné dodržovat daná kritéria, pacienta důkladně poučit, zákrok správně načasovat a pravidelně pacienta po operaci sledovat [5,22,31].

K ustálení rohovkového povrchu a tím refrakční vady dochází 3 – 4 měsíce od odstranění stehů. Vzhledem k tomu, by mělo být každé chirurgické řešení astigmatismu po perforující keratoplastice prováděno minimálně 3 – 4 měsíce po odstranění stehů. V literatuře se průměrná hodnota pooperačního astigmatismu pohybuje v rozsahu 3 – 7Dcyl, minimálně 35% očí má astigmatismus nad 5Dcyl a velikost cylindrické chyby může dosahovat až 20D a více [5,19,31].

Před jakýmkoliv chirurgickým zákrokem se provádí kompletní oční vyšetření včetně vyšetření nekorigované a nejlépe korigované zrakové ostrosti. Pomocí šterbinové lampy se hodnotí velikost štěpu, jeho centrace a průhlednost, všimáme si i jakékoliv zkalení či neovaskularizace. Pozornost je třeba věnovat rozhraní štěpu a stabilitě v operační ráně. Astigmatismus by měl být hodnocen pomocí kombinace manifestní (a někdy cycloplegické) refrakce, keratometrie, topografie rohovky a příležitostně i pomocí wavefront analýzy. Centrální a periferní pachymetrii je nutné provádět před laserovým zákrokem či incizionálním refrakčním zákrokem [5].

4.1. Incizní keratotomie

Při incizní keratotomii se provádějí nářezy rohovky, které mění původní povrchové zakřivení rohovky. Přirozené hojení rohovkové rány vede ke stabilizaci povrchového zakřivení rohovky řádově během 3 – 6 měsíců po zákroku.

Úspěšnost incizní keratotomie je ovlivněna mnoha faktory. Chirurgické faktory, které ovlivňují konečný výsledek, jsou:

- věk pacienta (obecně se dá říci, čím starší pacient, tím větší efekt a opačně, z důvodu změny elasticity rohovky)
- šíře intaktní optické zóny (čím menší optická zóna, tím větší efekt zákroku, ale tím více problémů s vedlejšími optickými fenomény)
- hloubka incizí (vychází z pachymetrie rohovky, hodnota se nastavuje na operačním noži)
- počet incizí (v případě podkorigování lze přidat další incize)

Dále může výsledek záviset na keratometrickém profilu rohovky, tloušťce rohovky, sklerální rinitidě, nitroočním tlaku, pohlaví, atd. ... [11].

4.1.1. Relaxační incize

Relaxační incize jsou jednoduchou, bezpečnou metodou, kterou lze dosáhnout snížení vysokého astigmatismu po perforující keratoplastice. Pacienti po kompletním odstranění stehů po perforující keratoplastice s keratometricky naměřeným astigmatismem vyšším než 4D mohou podstoupit tento zákrok, aby se odstranil či snížil vzniklý astigmatismus [5].

Kadaverózní studie vlivu relaxačních incizí na rohovkovou topografii prokázaly široký rozsah účinku na rohovkový astigmatismus od 0,58D u jednohodinové relaxační incize po 5,93D u tříhodinové relaxační incize. Symetrické relaxační incize umístěné 180° od sebe způsobí astigmatickou změnu až o 0,78D u jednohodinové incize a o 13,97D u tříhodinové incize [13].

Provedení operace se liší podle individuálního operačního plánu a zvolené chirurgické techniky. Některé kroky jsou ale společné. Zákrok se provádí v lokální anestezii. Předoperačně se u pacienta snažíme předejít rotaci bulbu, taková rotace by totiž mohla vést k chybnému označení osy astigmatismu. Po aplikaci anestetika si pacienta posadíme před sebe tak, aby naše oči byly ve stejné rovině. Na spojivku, těsně za hranici limbu, si vyznačíme pomocí markerů pozici bodů 3 a 9 podle hodinového ciferníku. Důraz je také kladen na správný výběr víčkového rozvěrače a to především u metod, kdy se peroperačně orientujeme podle keratoskopického obrazu. Tlak nevhodně zvoleného rozvěrače může totiž tento obraz deformovat. U operačních metod pracujících s optickou zónou zahájíme zákrok vyznačením středu optické osy oka. Ideální pro toto zaměření je použití fixačního světla či naváděcího paprsku jako součásti operačního mikroskopu. Dalším krokem je vymezení optické zóny podle nomogramu na povrchu rohovky. Markery, které k tomuto účelu používáme, existují v různých průměrech optické zóny. Jejich součástí je i středový kříž, ten zaměříme na vyznačený střed optické osy oka těsně předtím, než obarvený marker otiskneme na povrch rohovky. Osu astigmatické korekce získáme vyměřením pomocí úhlového měřítka, jehož nulovou osu ztotožníme se značkami na limbální spojivce, které jsme na oku vytvořili v rámci předoperační přípravy. Jestliže máme určenou osu nejstrmějšího meridiánu, zbývá jen vyznačit délku a tvar incizí, popřípadě umístění pomocných kompresních rohovkových stehů. Následným krokem je kalibrace diamantového nože. Většinou vycházíme při nastavení hloubky řezu z individuální hodnoty

pachymetrie v místě plánované incize. V průběhu operace se snažíme eliminovat pohyby pacienta. Relaxační incize poté provádíme do hloubky po Descementovu membránu, obvykle na obou stranách nejstrmějšího meridiánu. Incize má tvar oblouku velikosti $45^\circ - 90^\circ$, nikdy velikost oblouku nesmí přesáhnout tři hodiny nebo 90° obvodu štěpu. Účinek těchto relaxačních incizí je sledován v průběhu operace ručním keratoskopem. Délku a hloubku incize lze v průběhu operace měnit v závislosti na dosaženém efektu, kontrolovaném pomocí keratoskopu. U každého pacienta se délka a hloubka incize liší v závislosti na variabilitě hojení ran [5,11].

Pokud není samotnými relaxačními incizemi dosaženo optimálního výsledku, lze použít v průběhu operace proti kvadrantovou kompresi pomocí stehů. Jednotlivý přerušovaný kompresní steh se umístí do osy kolmé na operační osu, to znamená, že jestliže incize provádíme v nejstrmějším meridiánu, pak stehy umístíme v meridiánu, ve kterém je rohovka nejplošší. Pokud je po tomto zákroku zjištěno překorigování, lze tento stav zvrátit selektivním odstraněním stehů [5,13].

Místem relaxační incize může být dárcovská rohovka nebo rozhraní štěpu na dárcovské straně. Provádět incize na příjemcově rohovce se nedoporučuje z důvodu toho, že incize v místě rozhraní na příjemcově straně změní biochemický stav rohovky. Navíc keratoplastická rána tvoří rozhraní, které blokuje účinek relaxačních incizí na příjemcově rohovce [5].

Mezi nevýhody těchto relaxačních incizí patří recidiva astigmatismu, nízká předvídatelnost dalšího vývoje po zákroku v důsledku nestejného hojení ran, překorigování, perforace rohovky, rozšklebení incize a delší nestabilita rohovkové topografie. Navíc neexistují návody, jak sladit výši keratometrického astigmatismu s prodloužením relaxační incize [13].

Ve snaze zvýšit účinnost a přesnost incizních keratotomií byl nedávno v klinické praxi předveden femtosekundový laser. Byly provedeny studie, které potvrdily proveditelnost a účinnost astigmatické keratotomie pomocí femtosekundového laseru k léčbě postkeratoplastického astigmatismu. Touto metodou lze dosáhnout výrazného snížení postkeratoplastického astigmatismu. Vyskytly se však i nežádoucí účinky v těchto studiích, jako překorigování, aberace vyšších řádů a rejekční reakce, kterou však lze zvládnout nasazením lokálních kortikosteroidů [5].

4.1.2. Astigmatická keratotomie

Princip astigmatické keratotomie spočívá ve změně zakřivení rohovky, která je způsobena jejím oploštěním v místě řezu. Incize se provádí v různé vzdálenosti od středu rohovky, má různý profil, ale je vždy vedena v ose nejstrmějšího meridiánu [11].

Při tomto chirurgickém zákroku se keratometricky zjistí nejstrmější meridián a incize se provedou kolmo k tomuto meridiánu. Jedna incize délky 3 mm umístěná v optické zóně 5 mm odstraňuje přibližně 1,25D astigmatismu v tomto meridiánu. Incize umístěné v optické zóně 7 mm méně ovlivňují astigmatismus, než incize umístěné v optické zóně 5 mm. Jedna incize umístěná v optické zóně 7 mm opravuje přibližně 0,75D astigmatismu. Dvojici incizí používáme v případě, že je třeba odstranit vyšší hodnoty astigmatismu [13].

Studie ukazují, že delší incize ve vzdálenějších optických zónách mají podobný korekční účinek jako kratší incize v bližších optických zónách. Požadovaného efektu zákroku můžeme dosáhnout jak změnou umístění optické zóny, tak délkou příčného řezu. Vhodné optické zóny se pohybují mezi 4 – 8 mm

a délka transverzální incize by se měla pohybovat v rozsahu 2,5 – 4 mm. Incize v bližších optických zónách s sebou nese riziko vzniku vedlejších optických fenoménů v důsledku difrakce a to i za normální šíře zornice. Účinek umístěných původních incizí můžeme zvýšit přidáním druhého páru incizí. Pokud se k původnímu páru incizí umístěných v optické zóně 5 mm přidá další pár incizí umístěných do optické zóny 7 mm, může tak korigovat astigmatismus až 2,25D. Použití více než dvou párů příčných řezů už je však neopodstatněné [5,13].

Asi nejčastější operační techniky jsou arkuátní astigmatická keratotomie podle Lindstroma a tangenciální či transverzální incize podle Friedlandera. Arkuátní keratotomie se dá popsat jako obloukový řez o délce popisované ve stupních výseče kruhu o poloměru optické zóny. Nejběžnější používané šíře jsou 45°, přes 60° až do 90°. Tangenciální keratotomie používá délku řezu 3 mm a její efekt je ekvivalentní arkuátní keratotomii šíře 45° v optické zóně 6 mm. Počet incizí, jejich tvar a délku je možné vyhledat v příslušných nomogramech [11].

4.2. Implantace intrastromálního korneálního kroužku/segmentů

Implantace intrastromálního korneálního kroužku/segmentů u pacientů s postkeratoplastickým astigmatismem vede k výraznému snížení průměrné keratometrie rohovky, výrazně lepší topografii rohovky a korigované zrakové ostrosti. Principem této metody je oploštění centrální partie rohovky jejím napnutím v periferii [5,11].

U této metody se můžeme setkat se dvěma typy implantátů. Prvním typem je intrastromální korneální kroužek a jeho modifikací jsou intrastromální korneální segmenty. Rozdíl mezi kroužkem a segmenty spočívá v tom, že namísto 360° kruhové konfigurace jsou použity dva půlkruhy v rozsahu 150°. Kroužek nebo segmenty jsou implantovány v periferii rohovky asi do hloubky dvou třetin její tloušťky. Po implantaci je centrální partie napnutá a dochází tak k jejímu oploštění. Za výhodu této metody se považuje relativní reverzibilita zákroku [11].

U této metody byla provedena studie u očí s postkeratoplastickým astigmatismem vyšším než 4D. Průměrná hodnota astigmatismu v této studii klesla z $6,17 \pm 1,12D$ na $4,04 \pm 1,67D$ a korigovaná zraková ostrost se zlepšila z $0,23 \pm 0,21D$ na $0,98 \pm 0,27D$. Implantace intrastromálních korneálních segmentů u vysokého postkeratoplastického astigmatismu v této studii tak snížila zakřivení rohovky a topografický astigmatismus, což významně zlepšilo zrakovou ostrost. Objevily se i komplikace, u jednoho pacienta se vyvinula hluboká vaskularizace v dolním temporálním stromálním kanálu, která se zvládla po odstranění ICRS, další pacient měl problémy s výraznějšími nočními haló efekty [2,5].

Operace se provádí nejčastěji opět v lokální anestezii. Podobně jako u incizních metod je označen optický střed rohovky a zóna 7 a 8 mm. Dále se provede radiální incize a poté se na oko přisaje fixační prstenec speciálního nástroje – rohovkového separátoru. Ten kromě fixace slouží zároveň jako zavaděč pro separační nůž cirkulárního profilu. Hrubě mechanicky, na podkladě tlaku vyvíjeného tupým separačním nožem ve stromatu rohovky, vzniká intrastromální tunel pravidelného tvaru a rozměrů. Do něj je pinzetou implantován kroužek, respektive segmenty, a primární rohovková rána se poté zašije. Nejzávažnější komplikací může být peroperační perforace rohovky při chybném nešetrném zavádění separátoru. Mezi další častější komplikace patří výskyt různorodých depozit v průběhu intrastromálního tunelu, hluboké neovaskularizace rohovky, ...[11].

Nové studie se zaměřují na implantaci intrastromálních korneálních segmentů pomocí femtosekundového laseru a přinášejí rovněž uspokojivé výsledky [21].

4.3. Klínová resekce

Při tomto zákroku je odstraněn klín rohovky (z příjemcové a/nebo dárcovské strany) v místě nejploššího meridiánu, aby se odstranil či snížil postkeratoplastický astigmatismus. Cílem klínové resekce je zestrnřit nejplošší meridián rohovky přibližně tak, aby se srovnal s dvojnásobnou hodnotou nejstrmějšího meridiánu. Celá tato metoda tak vede ke zvýšení zakřivení dárcovského štěpu, a proto se po zákroku vyskytuje nárůst krátkozrakosti či snížení hypermetropie. Tato metoda se provádí převážně u pacientů s astigmatismem vyšším než 10D a je schopna zkorigovat až 20D astigmatismu [5,13].

Délka a šířka resekce a vzdálenost resekce od centra rohovky závisí na velikosti odstraňovaného astigmatismu. Obecně platí, že zhruba 0,05 – 0,1 mm odebrané tkáně odpovídá snížení astigmatismu o 1D. Těsnost stehů a jejich odstraňování jsou rovněž důležitými faktory při tomto zákroku. Obvykle se umísťuje 6 – 8 stehů na každou ránu po dobu 3 – 6 měsíců. Stehy mohou vyvolávat u pacientů nepravidelný astigmatismus, který do odstranění stehů může eventuálně vyžadovat vizuální rehabilitaci [5,13].

Před tímto zákrokem se pacientovi retrobulbárně aplikuje anestezie, abychom dosáhli nepohyblivosti bulbu. Na začátku se označí osa nejploššího meridiánu, nejlépe po potvrzení osy pomocí chirurgického keratometru. U klínové resekce se používá diamantový nůž, který se nastaví na 100% nejtenčího pachymetrického měření. Pachymetrické měření se provádí v blízkosti rozhraní štěpu v té ose, kde bude resekce provedena. První nářez se provede diamantovým nožem do 30 – 70% hloubky kolmo na jizvu po PK, či v dárcovské části jizvy. Druhý nářez se provede pod úhlem, směrem k bázi jizvy z příjemcovy strany. Po prohloubení řezů se materiál rohovky odstraní. Délka resekce zabírá nejvýše jeden kvadrant. Šířka resekce ve středu kolísá podle autorů od 0,8 mm do 1 – 2 mm, v závislosti na velikosti předoperačního astigmatismu. Rána se uzavírá 6 – 7 jednotlivými radiálními stehy nylon 10.0 se zanořeným uzlem [13,19].

Mezi nevýhody této chirurgické metody patří obtížnost odhadnutí přesného množství resekované tkáně v šířce i hloubce, rovněž může dojít k mikroperforaci rohovky v průběhu operace, ... Nevýhodou zákroku je jeho náročnost, časté kontroly z důvodu selektivního odstranění stehů. Samotná stabilizace refrakce vyžaduje delší čas [5,19].

Byla provedena studie metody klínové resekce u pěti pacientů s vysokým astigmatismem po perforující keratoplastice. Během této studie byl u pacientů klínovou resekci odstraněn tenký kousek rohovky v rozmezí 0,1 – 0,2 mm tloušťky z oblasti rozhraní štěpu na příjemcově straně. Délka řezu byla centrována na nejplošší meridián rohovky a řez byl rozšířen v rozmezí 60 – 90°. Rána byla zašita přerušovaným stehem (nylon 10.0) umístěným každých 15°. Průměrná hodnota předoperačního astigmatismu u pacientů byla 15,2D (v rozmezí 8,5 – 29,1D). Po operaci se průměrná hodnota astigmatismu snížila na 2,3D (v rozmezí 1,9 – 3,7D). Dosáhlo se tedy průměrného snížení astigmatismu o 12,9D (v rozmezí 6,3 – 25,4D). Tímto se tato metoda ukázala jako úspěšná při korekci vysokého astigmatismu po perforující keratoplastice [4].

Nedávno se i při tomto zákroku začal využívat femtosekundový laser jako bezpečná a efektivní alternativa k ručnímu provedení klínové resekce rohovky. Femtosekundový laser může umožnit snazší, kontrolovatelnější a přesnější excizi tkáně na šířku, délku a hloubku a snížit tak riziko perforace rohovky [5].

4.4. Laserová refrakční chirurgie

Excimerové laserové fotoablační techniky se úspěšně využívají nejen při odstraňování běžných refrakčních vad v populaci, ale i při léčení astigmatismu a souběžné refrakční vadě po rohovkové transplantaci. Provedení tórické fotoablace excimer laserem je hodnoceno jako jemnější pro stroma dárcovského terče než výše uvedené metody a rovněž výsledek se jeví jako přesnější. Ale ani tato korekce není bez komplikací a výskyt komplikací je u pacientů po perforující keratoplastice většinou vyšší než u zdravých očí. Důležité je rovněž načasování laserového zákroku – po maximální stabilizaci pooperační refrakce. Autoři se většinou shodují na minimální době 12 měsíců po extrakci všech stehů terče. Není vhodné vyčkávat příliš dlouho, neboť následkem strukturálních změn ve stromatu terče (dep populace přijemcových keratocytů) a vzniku disrupcí, vzniká riziko pozdní recidivy keratokonu. Bowmanovy membrány v dárcovském terči.

Postkeratoplastický astigmatismus a souběžnou vyskytující se refrakční vadu korigujeme jednak pomocí fotorefraktivní keratektomie, laser-assited subepithelial keratectomy, Epi-LASIKu a především za využití laser in situ keratomileusis [5,7,11].

4.4.1. Fotorefraktivní keratektomie

Základním principem fotorefraktivní keratektomie je provedení povrchové laserové fotoablace po prvotním odstranění epitelové vrstvy rohovky [11].

Technik na odstranění epitelové vrstvy rohovky je celá řada, rozdělujeme to do dvou základních metod. Metody mechanické využívají k odstranění epitelové vrstvy rohovky ostrých nebo tupých nástrojů. Nejčastěji se používá nástroj zvaný „hokejka“ (svým tvarem a sklonem čepele ji skutečně připomíná). Abrazi zahajujeme zpravidla uvnitř vyznačené optické zóny a postupně škrabáním odstraňujeme epitelovou vrstvu. V příslušné ose astigmatismu provedeme abrazi až do periferie. Chemická abraze využívá účinku alkoholu na epitel. Používá se 20% etylalkohol, který je po dobu 15s naplněn marker přitisknutý k rohovce. Dochází k dehydrataci epitelové vrstvy rohovky, která se pak snadno odloučí.

Po abrazi epitelu může následovat vlastní laserová fotoablace. V průběhu zákroku se nesmí hydratovat stroma rohovky. Spolupráce pacienta při centraci osy fotoablace je zajištěna tím, že pacient sleduje naváděcí laserový paprsek červené barvy, tak se zajistí, že se spojí optická osa pacientova pohledu s osou refrakčního zákroku. Přístroje navíc mají „eyetracker“, což je systém, který v průběhu operace kontroluje pohyby oka pacienta, a nepřekročí-li tolerovatelnou mez, je schopen souhlasně vychylovat i laserový paprsek. Pokud pacient okem příliš pohne, „eyetracker“ laser vypne. Na začátku operačního zákroku se tento systém aktivuje a zaměří. V tomto okamžiku je naprosto nutná spolupráce pacienta, lékař může ještě podle zkušenosti nastavení zaměření oka korigovat.

Před samotnou fotoablací předáme nejprve údaje o zákroku do řídicího programu excimerového laseru. Způsob provedení vlastní fotoablace se výrazně liší podle typu excimerového laseru. Pro první systémy byl charakteristický tzv. broad beam delivery system, tento systém fotoablace se nazýval multizonální. Operační zákrok probíhal v několika etapách, kdy se postupně zvětšovala šíře

abradované zóny, novotvořený povrch tak nebyl ideálně hladký, což s sebou neslo výskyt řady vedlejších optických fenoménů vzniklých na difrakčním principu. Novější tzv. scannig spot delivery systém využívá tzv. tančící paprsek. Výsledkem fotoablace tímto systémem je hladká a přesně opracovaná rohovka [11].

PRK má tu výhodu, oproti metodě LASIK, že se u ní nevyskytují komplikace spojené s tvorbou flapu. Nicméně PRK je u pacientů po perforující keratoplastice méně předvídatelná a méně efektivní než u přirozeně se vyskytujícího astigmatismu. Mezi komplikace spojené s postkeratoplastickým PRK patří zvýšený výskyt nepravidelného astigmatismu, výrazná regrese vady a později se rozvíjející problémy se zjizvením rohovky a zkalením jejích povrchových vrstev, tzv. haze. V posledních letech došlo k poklesu výskytu haze po PRK v důsledku zlepšení laseru, použití peroperačního mitomycinu-C a lepší pooperační péče. Kromě toho, zavedení wavefront oblační techniky u PRK dále zpřesňuje výsledky laserové operace [5,11].

4.4.2. Laser-assited subepithelial keratectomy a Epi-LASIK

Metoda LASEK využívá tzv. epitelový flap. Na povrch rohovky se přikládá na začátku operace marker ve tvaru kroužku a do něj se aplikuje 18% alkohol na dobu 30s. Poté je alkohol odsát a rohovka opláchnuta. Podle umístění můstku (hinge) budoucí epitelové lamely je volena opačná strana, kde zahájíme ostrou separaci epitelu. Ten je dále shrnován již jen pomocí tupého nástroje, nebo pomocí dvou cípků sušení. Po shrnutí celé lamely se pokračuje dále laserovou fotoablací jako u metody PRK. Po zakončení fotoablace se rohovkové stroma opláchnou a epitelová lamela se opět umístí na původní místo. Procedura je definitivně zakončena aplikací kontaktní čočky. Pooperační komplikace jsou obdobné jako u PRK procedury [11].

V případě operační techniky, označované jako Epi-LASIK, se využívá k vytvoření epitelové lamely obdobného mikrokeratomu jako u metody LASIK. Zásadní rozdíl spočívá v tom, že varianta mikrokeratomu pro Epi-LASIK nepoužívá ostrý nůž, ale pouze tupý břit. Lamela je tak separována místo odříznutí [11].

Byla provedena studie, která vyhodnocovala, zda pomocí metod LASEK a PRK lze dosáhnout efektivní cílené korekce, a která vyhodnocovala rozsah pooperačního haze u pacientů po perforující keratoplastice. Poslední kontrola u pacientů v této studii byla provedena zhruba po 20,5 měsících. Průměrná předoperační nekorigovaná zrková ostrost byla $1,63 \pm 0,53$ u skupiny LASEK a $1,45 \pm 0,64$ u skupiny PRK. Průměrná pooperační nekorigovaná zrková ostrost byla $0,83 \pm 0,54$ u skupiny LASEK a $0,90 \pm 0,55$ u skupiny PRK. Průměrný haze (0 – 3 stupnice) na poslední kontrole byl $0,46 \pm 0,708$ ve skupině LASEK a $0,58 \pm 0,776$ v PRK skupině. Nekorigovaná zrková ostrost se efektivně snížila po zákroku LASEK i PRK u očí po perforující keratoplastice, nevyskytl se žádný významný rozdíl ve výsledcích u obou metod LASEK a PRK. U některých pacientů se vyskytly problémy s haze, ale rozdíl mezi skupinami nebyl významný. Redukce astigmatismu se u metod PRK a LASEK se pohybuje okolo 35 – 50% [8,31].

4.4.3. Laser in situ keratomileusis

Metoda LASIK je v literatuře hodnocena celou řadou autorů jako efektivní a bezpečná. Výborně je hodnocena především korekce sférické složky pooperační

ametropie. U astigmatismu je dosaženo uspokojujících výsledků u hodnot maximálně do 5Dcyl. Redukce astigmatismu se u metody LASIK pohybuje okolo 70 – 75% [31].

V první fázi zákroku LASIK je třeba vytvořit rohovkovou lamelu. Mikrokeratom je složité technické zařízení, které slouží právě k vytvoření rohovkové lamely o určité pravidelné tloušťce. Právě součet tloušťky lamely s minimální velikostí nedotčené intaktní rohovky odečtený od pacientovy nejnižší hodnoty pachymetrie nám určuje maximální hloubku fotoablace, což limituje velikost odstranitelné refrakční vady. Zákrok se provádí za asistence operačního mikroskopu. Na rohovce se vyznačí markerem značky, které nám řeknou, kde se bude nacházet přechodový můstek, tedy místo, kde se lamela zcela nedořízne, aby ji bylo možno přes nedotčenou část rohovky překlopit a na konci zákroku opět vrátit do původní polohy. Po označení je rohovka důkladně opláchnuta a opět usušena. Na bulbus je přisát kroužek mikrokeratomu, který zamezuje pohybu bulbu v průběhu vytváření rohovkové lamely a zároveň udržuje stabilně zvýšený nitrooční tlak, tak je možné zajistit pravidelnost lamely. Pak je možné přikročit k seříznutí vlastní rohovkové lamely, která se po dokončení řezu nadzdvihne a odklopí. Následuje zaměření laseru, aktivace „eyetrackeru“ a pokračuje vlastní laserová fotoablace obnaženého stromatu rohovky jako u metody PRK. Pro korekci astigmatismu se využívá eliptická laserová ablace s určitou velikostí optické zóny. Po dokončení fotoablace následuje zvlhčení, výplach a přiklopení lamely na původní místo [11].

Při porovnání s PRK má LASIK několik výhod, včetně rychlé vizuální rehabilitace, minimální regrese vady, snížení stromálních jizev a výskytu haze. Navíc výsledky několika provedených studií ukazují, že metoda PRK neredukuje postkeratoplastický astigmatismus tak významným způsobem jako metoda LASIK.

Faktory, které mohou ovlivnit výsledek léčby astigmatismu metodou LASIK kromě pooperačního hojení, jsou umístění můstku vzhledem k vizuální ose, průměr flapu vzhledem k průměru dárcovské rohovky a tloušťka flapu ve spojení s velikostí refrakční vady.

Mezi nevýhody metody LASIK patří již omezená možnost korekce astigmatismu, komplikace spojené s tvorbou lamelárního flapu jako jsou epitelové vrůsty, vznik neúplného nebo volného flapu a fotoablačí vyvolané rejekce štěpu a snížená přilnavost flapu. Kromě toho může dojít k rozpadu rány, protože lamelární flap je větší než rohovkový štěp a po mikrokeratomickém řezu dochází k ztenčení štěpu na pacientově rozhraní [5].

Častou diskutovanou otázkou byly změny v počtu endoteliálních buněk v centrální části po zákroku LASIK. Nicméně, většina provedených studií ukazuje nesignifikantní úbytek endoteliálních buněk po metodě LASIK [31].

Pro zlepšení výsledků někteří autoři navrhují provedení metody LASIK ve dvou krocích. V prvním kroku vytvoření flapu – lamelární keratektomie. Po stabilizaci a vektorové analýze osy a hodnoty astigmatismu v druhém kroku za 8 až 12 týdnů provést ablači laserem. Data pacientů se u této dvoukrokové metody měřily jednak před vytvořením flapu, dále pak před fotoablačí laserem a nakonec několik měsíců po zákroku. Zhodnotovalo se, zda vytvoření flapu způsobuje biochemické změny rohovky a zda by proto měla být metoda LASIK provedena ve dvou krocích. Zejména proto, aby se tak dosáhlo větší předvídatelnosti a přesnějších výsledků sběrem potřebných dat pro laserovou ablači poté, co se rohovkový flap a refrakce stabilizuje. Při analýze refrakce byly prokázány

signifikantně významné změny ve sféře a astigmatismu způsobené vytvořením flapu, a proto se doporučuje provádět LASIK ve dvou krocích, aby se tak dosáhlo přesnějších výsledků. Navíc LASIK provedený ve dvou krocích představuje menší zátěž pro stroma transplantátu díky redukci hloubky fotoablace. Autoři, kteří porovnávali ve své studii výsledky LASIKu provedeného v jednom a ve dvou krocích po PK, doporučují počkat minimálně 3 měsíce po vytvoření flapu, zopakovat topografické vyšetření a podle výsledku následně provést fotoablací. Důležitým aspektem je také objasnit pacientovi důvod, proč proběhne operace ve dvou sezeních [5,7,9].

4.4.3.1. Femto-LASIK

Komplikace spojené s metodou LASIK jsou převážně spojené s nedokonalým řezem vytvořeným mechanickým mikrokeratomem. Nahrazením mechanického mikrokeratomu femtosekundovým laserem můžeme vytvořit přesnou lamelu v jakémkoliv bodě rohovky (možnost volit pozici můstku). Metoda femto-LASIK nabízí větší bezpečnost, reprodukovatelnost, předvídatelnost, flexibilitu zákroku a větší šetrnost k rohovkové tkáni. Riziko vytvoření nepravidelného, neúplného či volného flapu se tu výrazně snižuje, naopak s pomocí femto-laseru lze vytvořit i velmi tenký flap. Rovněž výskyt rohovkových strií, epiteliálních defektů a depozit se snižuje za použití femto-LASIKu [27].

4.5. Implantace torických nitroočních čoček

S neustálým vývojem fakoemulzifikačních přístrojů, snižujících zatížení nitroočních struktur v průběhu operace čočky, a s pomocí vysoce kvalitních viskoelastických materiálů se v současnosti nabízí i možnost korekce finální ametropie po PK implantací torických nitroočních čoček do oka. Torické nitrooční čočky jsou monofokální nebo multifokální, kde zadní plocha je cylindrická. Slouží tak kromě korekce astigmatismu zároveň k případné sférické korekci. Jejich úskalí spočívá především v riziku chybné implantace nebo pooperační nechtěné rotace. Tolerovatelná je změna osy implantace do 15° bez zhoršení vizu [11,22].

Nitrooční čočky se implantují buď při extrakci čiré čočky, nebo se implantují se zároveň probíhající operací katarakty. Po extrakci vlastní pacientovi čočky se do oka implantuje umělá čočka, a to buď jedna (pseudofakie) nebo vzácně jsou to čočky dvě (polypseudofakie). Tato metoda s sebou přináší prvky předvídatelnosti, přesnosti a stability. Nicméně nesmíme zapomenout, že se jedná o zákrok nitrooční, takže riziko pooperačního stresu endotelu a pooperační dekompenzace terče je zde poměrně vysoké. Další nevýhodou této metody je okamžitá a trvalá ztráta akomodační schopnosti původní čočky, což je problémem hlavně u mladších pacientů, kde je akomodační úsilí ještě zachováno. Tuto nevýhodu lze částečně vyřešit použitím akomodativních nitroočních čoček či využitím multifokálního implantátu [7,11].

Další možností je implantace fakických nitroočních čoček, kdy pacientovi zůstává jeho vlastní čočka a fakická nitrooční čočka pouze doplní svými vlastnostmi optický aparát oka, tak že výsledkem je požadovaná emetropie. Při tom současně zachováme vlastnosti přirozené čočky, které nám dávají možnost využít i nadále její akomodační schopnost. Implantace fakické nitrooční čočky přináší relativně rychlou zrakovou rehabilitaci, výhodou je i přesnost a předvídatelnost refrakčního výsledku. Navíc je možné považovat toto řešení za

reverzibilní, což znamená, že čočku je možné kdykoliv v případě potřeby explanovat. Mezi nevýhody se naopak řadí fakt, že jde o nitrooční zákrok. Taktéž riziko možných komplikací je relativně vysoké. Kategorizace fakických nitroočních čoček je založena na jejich umístění a způsobu fixace. Podle umístění dělíme čočky na předněkomorové a zadněkomorové. Předněkomorové dále dělíme na čočky fixované v komorovém úhlu a na čočky fixované na duhovce. Tyto čočky se většinou vyrábějí ze stejných materiálů jako čočky užívané při operaci katarakty, oproti těmto čočkám však mají modifikovanou haptickou část [11].

Fakické nitrooční čočky svými dioptrickými rozsahy poskytují široké pole pro korekci postkeratoplastického astigmatismu a ametropie. Studie ukazují, že před operační astigmatismus se snížil z $-7,06 \pm 2,01$ D na $-2,00 \pm 1,53$ D [5,26].

Implantace torické nitrooční čočky je relativně nová varianta chirurgické korekce zbytkového astigmatismu po perforující keratoplastice, při které dochází jen k minimální přímé manipulaci se štěpem. Studie uvádí, že astigmatismus se snížil ze $7,0 \pm 2,6$ D na $1,63 \pm 1,5$ D po operaci. Zároveň se ale poukazuje na to, že zásadní význam pro úspěšnou implantaci torické nitrooční čočky má pravidelná a symetrická topografie rohovky [5,28].

Tímto chirurgickým zákrokem lze tedy redukovat postkeratoplastický astigmatismus až o 88%. Nicméně se zjistilo, že na rozdíl od zákroku pomocí LASIK při řešení postkeratoplastického astigmatismu, dochází po implantaci nitroočních čoček ke ztrátě endoteliálních buněk rohovky až o téměř 35%. Pravděpodobně lze větší ztrátu endoteliálních buněk vysvětlit zvýšenou zranitelností endotelu rohovkového štěpu, který má obvykle nízkou hustotu buněk, což může způsobit vyšší míru ztrát endoteliálních buněk. Další možné komplikace, které mohou při implantaci nitroočních čoček nastat, jsou chirurgicky indukovaný astigmatismus implantací tuhé nitrooční čočky přes 5,5 do 6,0 mm velkou rohovkovou incizi, reverzibilní imunologické odmítnutí implantované čočky a nevratnou dekompenzace rohovky [5,7].

4.6. Keratoplastika

K tomuto zákroku by mělo být přistupováno jako k poslední možnosti při řešení vysokého/nepřavidelného postkeratoplastického astigmatismu u transparentních rohovkových štěpů v případě, že ostatní výše uvedené chirurgické metody se nezdaří. Opakovaná keratoplastika je totiž z hlediska imunologické prognózy hodnocena jako riziková transplantace.

Byla provedena studie s malou skupinou pacientů, kteří podstoupili opakovanou perforující keratoplastiku pomocí 193 nm Zeiss-Meditec MEL-60 excimer laser a šití dvojitého švu. V této studii zaznamenali značný úbytek astigmatismu v pracovním centru štěpu a zlepšení astigmatismu v místě stehů. Nicméně, astigmatismus se výrazně zvýšil po druhém odstranění stehů. Došli tedy k závěru, že se všemi stehy se nejlepší korigovaná zraková ostrost a astigmatismus výrazně zlepšily u opakované perforující keratoplastiky, aby se však zabránilo výraznému nárůstu astigmatismu, mělo by se konečné odstranění stehů odložit na tak dlouho, jak je to možné jen u očí možné [5,25].

4.7. Kombinace chirurgických zákroků

V předchozích kapitolách je zmíněn celý soubor chirurgických řešení pooperačního astigmatismu u pacientů po perforující keratoplastice. Nicméně, žádný z těchto zákroků nepřináší perfektní výsledky a je na chirurgovi, aby

každému pacientovi navrhl ten typ zákroku, který mu nejvíce pomůže. Oční chirurgové mají rovněž tu možnost každému pacientovi ušít na míru specifický plán podle pacientových potřeb a klinické situace, tak aby využili výhod jednotlivých zákroků tím, že výše uvedené chirurgické zákroky zkombinují dle možností.

Jednotlivé možné kombinace chirurgických zákroků k odstranění astigmatismu po perforující keratoplastice jsou:

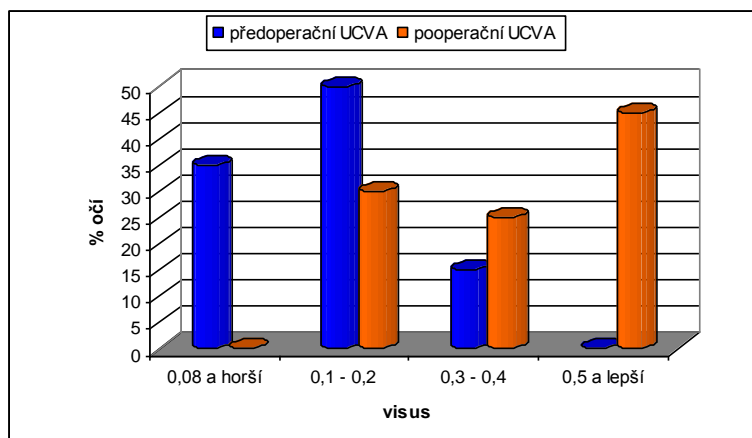
- incizní keratotomie a klínová resekce
- incizní keratotomie a laserová refrakční chirurgie
- incizní keratotomie a implantace tórických nitroočních čoček
- laserová refrakční chirurgie a implantace tórických nitroočních čoček [5].

5. Příklad chirurgického řešení astigmatismu u pacientů po perforující keratoplastice metodou LASIK

a) Nekorigovaná zraková ostrost před zákrokem LASIK a výsledná nekorigovaná zraková ostrost po zákroku LASIK

Předoperačně mělo 35% očí nekorigovanou zrakovou ostrost 0,08 a horší. Nekorigovaná zraková ostrost 0,1 až 0,2 byla prokázána až u 50% očí. Nekorigovaná zraková ostrost 0,5 a lépe nebyla prokázána vůbec. Průměrná hodnota nekorigované zrakové ostrosti před zákrokem byla $0,14 \pm 0,19$.

Pooperačně došlo k významné změně v procentuálním zastoupení jednotlivých kategorií nekorigované zrakové ostrosti oproti předoperačnímu stavu. Zatímco před zákrokem LASIK převládala nekorigovaná zraková ostrost v 50% 0,1 až 0,2 a UCVA 0,5 a lépe nebyla prokázána ani v jednom případě, pooperačně se naopak v nejvyšší míře vyskytovala UCVA 0,5 a lépe v 45% a UCVA 0,08 a hůře nebyla prokázána vůbec. Průměrná hodnota pooperační nekorigované zrakové ostrosti byla $0,48 \pm 0,40$.



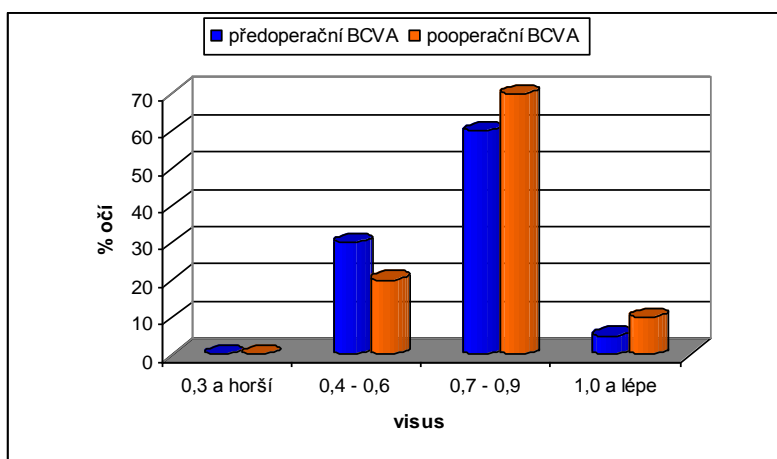
Graf 1 - Srovnání předoperační a pooperační nekorigované zrakové ostrosti

Pooperační nekorigovaná zraková ostrost se změnila oproti předoperační ve 100% případů (ve smyslu změny řádků Snellenových optotypových tabulí). Pouze u 5% (1 oko) došlo ke změně negativní – pacient ztratil 1 řádek UCVA, jinak se jednalo o změny pozitivní – pacienti získali 1 – 10 řádků (graf č.3).

b) Nejlépe korigovaná zraková ostrost před zákrokem LASIK a výsledná nejlépe korigovaná zraková ostrost po zákroku LASIK

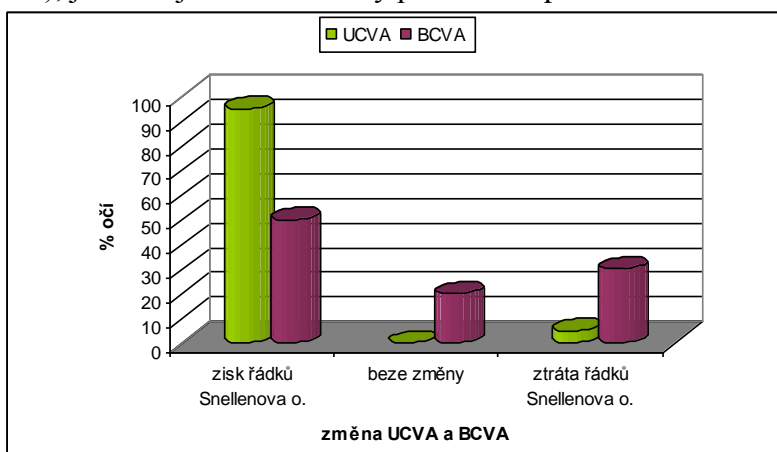
Předoperačně mělo 60% očí nejlépe korigovanou zrakovou ostrost 0,7 až 0,9. Nejlépe korigovaná zraková ostrost 0,3 a horší nebyla prokázána vůbec. Nejlépe korigované zrakové ostrosti 1,0 a více se dosáhlo pouze u 1 oka. Průměrná hodnota nejlépe korigované zrakové ostrosti před zákrokem byla $0,74 \pm 0,40$.

Pooperačně došlo k nárůstu v procentuálním zastoupení některých kategorií nejlépe korigované zrakové ostrosti oproti stavu předoperačnímu. Nejlépe korigované zrakové ostrosti 0,7 - 0,9 dosáhlo až 70% očí. Nejlépe korigované zrakové ostrosti 1,0 a více se dosáhlo u 2 očí. Nejlépe korigovaná zraková ostrost 0,3 a horší opět nebyla prokázána vůbec. Průměrná hodnota pooperační nejlépe korigované zrakové ostrosti byla $0,79 \pm 0,40$.



Graf 2 - Srovnání předoperační a pooperační nejlépe korigované zrakové ostrosti

Pooperační nejlépe korigovaná zraková ostrost se změnila oproti předoperační v 80% případů (ve smyslu změny řádků Snellenových optotypových tabulí). Z toho u 30% (6 očí) došlo ke změně negativní – pacient ztratil 1 až 4 řádky BCVA (ztráta jednoho řádku byla u tří očí a ztráta čtyř řádků u jednoho oka), jinak se jednalo o změny pozitivní – pacienti získali 1 – 6 řádků (graf č.3).



Graf 3 - Změna výsledné nekorigované (UCVA) a nejlépe korigované zrakové ostrosti (BCVA) oproti předoperační

c) Subjektivní sférická refrakce před zákrokem LASIK a výsledná subjektivní sférická refrakce po zákroku LASIK

Subjektivní sférickou refrakci se podařilo metodou LASIK snížit z průměrné předoperační hodnoty $-2,3 \pm 7,0$ D na pooperační hodnotu $-0,25 \pm 4,63$ D. Došlo tedy k redukci sférické refrakce o 89%.

d) Subjektivní astigmatismus před zákrokem LASIK a výsledný subjektivní astigmatismus po zákroku LASIK

Subjektivní astigmatismu se podařilo metodou LASIK snížit z průměrné předoperační hodnoty $-5,05 \pm 3,75$ Dcyl na pooperační hodnotu $-2,83 \pm 2,75$ Dcyl. Docílilo se tak redukce subjektivního astigmatismu o 44%.

Před zákrokem LASIK se nejčastěji vyskytovala hodnota astigmatismu -6 Dcyl, a to u 35% (7 očí). Pooperačně se nejčastěji vyskytovala hodnota astigmatismu -2 Dcyl, a to také u 35% (7 očí).

e) Topografický astigmatismus před zákrokem LASIK a topografický astigmatismus po zákroku LASIK

Topografický astigmatismus naměřený přístrojem Orbscan před zákrokem LASIK byl snížen z výchozí průměrné hodnoty $5,372 \pm 5,465$ Dcyl na pooperační hodnotu $4,43 \pm 4,12$ Dcyl. Bylo tedy dosaženo redukce topografického astigmatismu pouze o 18%.

Seznam použité literatury

Knižní, časopisy

[2] Arriola-Villalobos P, Díaz-Valle D, Güell JL, et al.: *Intrastromal corneal ring segment implantation for high astigmatism after penetrating keratoplasty*, Journal of Cataract and Refractive Surgery, 2009;35(11):1878–1884.

[4] Ezra D.G., Hay-Smith G., Mearza A., Falcon M.G.: *Corneal wedge excision in the treatment of high astigmatism after penetrating keratoplasty*, Cornea, 2007 Aug, 26(7):819-25

[5] Freizi S.; Zare M.: *Current approaches for management of postpenetrating keratoplasty astigmatism*, Journal of Ophthalmology, 2011, article ID 708736, 8p.

[7] Horáčková M.; Loukotová V.; Hlinomazová Z.; Vlková E.: *Dlouhodobé výsledky korekce pooperační ametropie po perforující keratoplastice metodou LASIK*, Česká a slovenská oftalmologie, 64, 2008, No.1, 3-10s.

[8] Huang P.Y., Huang P.T., Astle W.F., Ingram A.D., Hebert A., Huang J., Ruddell S.: *Laser-assisted subepithelial keratectomy and photorefractive keratectomy for post-penetrating keratoplasty myopia and astigmatism in adults*, Journal of Cataract and Refractive Surgery, 2011 Feb;37(2):335-40

[9] Kollias A.N., Schaumberger M.M., Kreutzer T.C., Ulbing MW, Lackerbauer C.A.: *Two-step LASIK after penetrating keratoplasty*, Clin Ophthalmol, 2009 ;3:581-6. Epub 2009 Nov 2.

[10] Kraus H. a kol.: *Kompendium očního lékařství*, 1.vyd., Praha: Grada Publishing, 1997, 341s., ISBN 8071690791, s. 106-107

[11] Kuchyňka P. a kol.: *Oční lékařství*, 1.vyd., Praha: Grada Publishing, 2007, 812s., ISBN 9788024711638, 115s., 135-173s., 209-211s., 224-225s., 240-242s.

[12] Lang G.K., Green W.R., Maumenee A.E.: *Clinicopathologic studies of keratoplasty eyes obtain post mortem*, Am J Ophthalmol, 1986, 101, p.28-40

- [13] Lindstrom R.L.: *Surgical correction of postoperative astigmatism*, Indian J Ophthalmol [serial online] 1990 [cited 2012 Feb 10];38:114-23
Available from: <http://www.ijo.in/text.asp?1990/38/3/114/25523>
- [17] Peško, K. ; Oláh, Z.: *Problem astigmatizmu po perforujúcej keratoplastike. I. príčiny vzniku*. Čes. a slov.Oftal., 58, 2002, 4: 278-282.
- [18] Peško, K. ; Oláh, Z.: *Problem astigmatizmu po perforujúcej keratoplastike. II. management stehmi podmieneného astigmatizmu*. Čes. a slov. Oftal., 58, 2002, 5: 330-334.
- [19] Peško, K. ; Oláh, Z.: *Problem astigmatizmu po perforujúcej keratoplastike. III. Chirurgický management astigmatizmu po vybratí všetkých stehov*. Čes. a slov. Oftal.,59, 2003,1: 52-59.
- [21] Prazeres TM, Souza AC, Pereira NC, Ursulino F, Grupenmacher L, de Souza LB.: *Intrastromal corneal ring segment implantation by femtosecond laser for the correction of residual astigmatism after penetrating keratoplasty*, Cornea, 2011 Dec;30(12):1293-7.
- [22] Rozsival P.a kol.: *Trendy soudobé oftalmologie*, 3. svazek, 1.vyd., Praha, Galén, 2006, 246s., ISBN 8072624059, 221-246s.
- [24] Seitz B., Langenbacher A., Kus M.M. et al: *Nonmechanical corneal trephination with the excimer laser Improves outcome after penetrating keratoplasty*, Ophthalmology, 1999, 106, p.1156-1165
- [25] Szentmáry N., Seitz B., Langenbacher A., Naumann G.O.H.: *Repeat keratoplasty for correction of high or irregular postkeratoplasty astigmatism in clear corneal grafts*, American Journal of Ophthalmology, 2005;139(5):826–830
- [26] Tahzib N.G., Cheng Y.Y.Y., Nuijts R.M.M.A.: *Three-year follow-up analysis of Artisan toric lens implantation for correction of postkeratoplasty ametropia in phakic and pseudophakic eyes*, Ophthalmology, 2006;113(6):976–984
- [27] Touboul D., Salin F., Mortemousque B., Chabassier P., Mottay E., Léger F., Colin J.: *Advantages and disadvantages of the femtosecond laser microkeratome*, J Fr Ophtalmol, 2005 May;28(5):535-46
- [28] Viestenz A., Kühle M., Seitz B., Langenbacher A.: *Toric intraocular lenses for correction of persistent corneal astigmatism after penetrating keratoplasty*, Ophthalmology, 2005;102(2):148–152
- [30] Vlková E.; Hlinomazová Z.: *Riziková keratoplastika*, 1.vyd., Brno: Masarykova univerzita, 1999, 76s., ISBN 802102108X
- [31] Vlková E.; Horáčková M.; Hlinomazová Z.; Neugebauerová T.: *Řešení pooperačního astigmatismu po perforující keratoplastice metodou LASIK*, Česká a slovenská oftalmologie, 56, 2000, No.6, 370-374s.

Internet

- [32] *Femtosekundový laser* [online]. [cit.1-3-2012]. Dostupné na www: http://cs.wikipedia.org/wiki/Femtosekundov%C3%BD_laser
- [33] Jirsová K.: *Rohovka* [online]. c2005. [cit.20-2-2012]. Dostupné na www: http://www.kst.cz/web/?page_id=2807

12. Binokulární korekce u osob s centrálním postižením sítnice

Mgr. Matěj Skrbek

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

U našich klientů se zhoršeným centrálním viděním vlivem poškození sítnice (zejména věkem podmíněnou makulární degenerací (dále jen VPMD)), jejichž zraková ostrost na obou očích ještě dovoluje provést binokulární vyšetření refrakce, jsme zjišťovali možnou souvislost postižení centrálního vidění s poruchami binokulárního vidění. Shodně byla zaznamenána přítomnost skrytého šilhání nezanedbatelných hodnot a to zároveň jak v horizontálním, tak i vertikálním směru, přičemž klienti hodnotili vidění s následnou prizmatickou binokulární korekcí jako příjemnější, čistší a dlouhodobě dobře snesitelné. Návyk na prizmatickou korekci byl spontánnější a méně problematický, než u osob bez postižení sítnice.

Toto zjištění není náhodné, neboť celá řada autorů (např. Quillen [1]) si všímá, že binokulární vidění je u osob trpících VPMD často horší, než samotný monokulární vjem méně postiženého oka. Za příčinu bývá označována tzv. binokulární inhibice, tedy negativní výsledek binokulární sumace, který je (obecně vzato) způsoben velkým rozdílem v kvalitě získávaných vjemů z obou, rozdílně postižených očí [2]. Postupná ztráta funkce fovey coby referenční pozice pro celý motorický systém zraku vede k rozvoji náhradní, excentricky umístěné „pseudofovey“, tzv. „preferred retinal locus“ (dále jen PRL) [3]. Bylo prokázáno, že s mírou excentricity lokace této pseudofovey vzrůstá i nestabilita fixace daného oka [4]. Dále bylo výzkumy potvrzeno, že při binokulárním vidění se přebírá kontrola fixační motoriky z „pseudofovey“ méně postiženého oka (která je obvykle lokalizována shodně pro binokulární i monokulární pozorovací podmínky), kdežto při monokulárním pohledu více postiženým okem se častěji uplatňuje jeho „pseudofovea“ pro monokulární podmínky v jiné pozici, než při pohledu binokulárním [3]. Za výsledek předchozího autoři považují významný pokles binokulární sumace kontrastní citlivosti (která naopak přechází v inhibici) a binokulární zrakové ostrosti, kde se rovněž častěji oproti „zdravé“ populaci setkáváme s inhibicí [2]. Od tohoto zjištění očekáváme další možnou cestu k co možná nejúčinnější rehabilitaci zraku jedinců s VPMD.

Vzhledem ke skotomizaci centrálního vidění (byť odlišné na pravém a levém oku) a fovey lze očekávat, že může docházet k podstatnému oslabení reflexu fúze. Máme-li z praxe ověřeno, že u 70% jedinců (a pravděpodobně i více) se vyskytují nejružnější formy skrytého šilhání¹, kompenzované formou motorické nebo senzorycké fúze, nemůže být binokulární inhibice zrakové ostrosti a kontrastní senzitivity vyvolána mj. právě i dekompenzací skrytého šilhání? Této souvislosti jsme se chtěli blíže věnovat, neboť podobnost některých případů je až velmi nápadná na to, aby se jednalo o čirou shodu náhod.

¹ Pro účely této práce nebudeme rozlišovat heteroforie a úhlové odchylky fixace, vystačíme s obecným pojmem „skryté šilhání“.

Z klientů, vyšetřovaných na našem pracovišti, jsme vybrali skupinu osob u nichž byla jednoznačně (na základě doložené lékařské zprávy) přítomna VPMD v různém stádiu progresu nebo jiné postižení centra sítnice. Prováděno bylo standardní optometrické vyšetření, které zahrnuje² objektivní a subjektivní vyšetření monokulární refrakce, binokulární vyšetření do dálky (metodika MKH) a po stanovení adice doplnění o binokulární vyšetření do blízka (testy s využitím negativní polarizace). Zpravidla bylo možné rozlišit oko více (v dalším textu „horší“) a méně („lepší“) postižené. Dále byl výše zmíněný vzorek rozčleněn do skupiny osob u nichž binokulární vyšetření refrakce vykonat ještě lze a u kterých již nikoliv. Limitujícím faktorem byla zpravidla příliš nízká centrální zraková ostrost, v méně případech pak předchází absence binokulárního vidění (např. vlivem vyššího stupně amblyopie).

U osob s vyšetřitelným binokulárním viděním pozorujeme pochopitelně zrakovou ostrost podstatně vyšší než u základního vzorku a to zejména u „horšího“ oka. Dále také nenacházíme značné rozdíly mezi zrakovou ostroť pravého a levého oka, což jsou jedny z předpokladů pro provedení binokulární zrakové zkoušky. U dvou třetin osob se skrytým šilháním je znatelný pokles binokulární zrakové ostrosti bez příslušné prizmatické korekce (binokulární inhibice), kdežto s prizmatickou korekcí (která byla podle potřeby do korekčních brýlí upravena) docházelo k vylepšení zrakové ostrosti o zhruba 7% (binokulární sumace). Bohužel dosavadní nízký počet vhodných zkoumaných osob, u nichž bylo možné provést binokulární vyšetření, neumožňuje úspěšně aplikovat pokročilejší statistické metody, což zůstává cílem do budoucna. Z prvotních náznaků však vyplývá, že prizmatická korekce by u klientů s degenerativním či dystrofickým poškozením centra sítnice mohla hrát důležitou roli častěji, než u osob „zdravých“. Pozoruhodná je podobnost amplitudy skrytého šilhání u všech jedinců. Jednalo se o kombinace horizontální i vertikální úchyly s průměrnými hodnotami kolem 8,0pD.

Vzhledem ke sledování zmíněných případů v délce nejvýše 4 roky není možné s jistotou konstatovat, zda se jedná o projevy skrytého šilhání, přítomného již před rozvojem patologie sítnice, nebo zda je zjištěná úchylna důsledkem postižení fovey a vzniku excentrických zástupných fixačních center (pseudofoveí). Pokud by totiž pseudofovea vznikla a stala by se novým referenčním bodem pro fixaci a fúzi, ale nedošlo-li by zároveň ke stejnému směrovému přeorientování i periferněji položených oblastí sítnice [5], nemůže se jednat o obdobný fenomén, jako např. nekorigovaná fixační disparita? Mohlo by být nově vzájemně disparátní umístění původních perifoveálních a perimakulárních oblastí obou očí ve vztahu k novým „pseudofoveám“ důvodem ke zhoršení binokulárního vjemu, tedy k binokulární inhibici? A může prizmatická korekce tento rozkol urovnat do té míry, že se bude jevit vidění s její pomocí subjektivně příjemnější? Nebo je přínos prizmatické korekce u osob s centrálním postižením sítnice dán oslabením fúze vlivem devastace fovey a následnou dekompenzací skrytého šilhání?

Prizmatická korekce u našich klientů s VPMD se ukázala jako velmi příhodná. Subjektivně je dobře snášena a u dotyčných osob nedochází ke zhoršení zrakového vjemu při binokulárním vidění oproti pohledu „lepší“ okem (binokulární inhibici), ba naopak je binokulární zraková ostrost mírně vylepšená.

² Nejsou zmíněny dílčí části bloků vyšetření, přípravná a u mnohých klientů doplňující měření k upřesnění stavu.

Klienti hodnotí vidění jako čistší, jasnější, ostřejší. Pozitivní je též zjištění, že i více postižené oko lze po správně provedené binokulární korekci efektivněji zapojit do binokulárního vidění. Zároveň tímto „vylepšením“ oproti předchozím korekcím získávají pacienti s VPMD psychickou výhodu s vědomím, že je možné jejich zrakový výkon mírně zlepšit, navzdory velmi špatné finální prognóze. Dlužno dodat, že samotná možnost binokulární korekci vyměřit a aplikovat závisí na aktuální fázi onemocnění a situuje se spíše do jeho počátků, resp. stádia suché formy bez progresivního úpadku zrakové ostrosti.

Zatím nejsme v nynější fázi bádání schopni s jistotou určit, zda je příčinou disparátního zobrazení, které je prizmatickou korekcí korigováno, skryté šilhání, přítomné již před vznikem a rozvojem poškození sítnice (symptomaticky se manifestující pravděpodobně vlivem alterace fúzních schopností zrakového aparátu), anebo se jedná o důsledek zkázy fovey coby referenčního bodu fixace a fúze a rozvojem pseudofovey při současném směrovém nepřeorientování (anebo pouze částečném) ostatních neporušených okrsků sítnice. To by měl nastínit další výzkum, založený zejména na sledování binokulární refrakce osob v obdobích před a během rozvoje VPMD.

- [1] Quillen DA. Effect of unilateral exudative age-related macular degeneration on binocular visual function. *Arch Ophthalmol* 2001;119:1725–6.
- [2] Tarita-Nistor L, González EG, Markowitz SM, Steinbach MJ. Binocular function in patients with age-related macular degeneration: a review. *Can J Ophthalmol* 2006;41:327–32
- [3] Tarita-Nistor L, Brent MH, Steinbach MJ, González EG. Fixation Stability during Binocular Viewing in Patients with Age-Related Macular Degeneration. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, March 2011, Vol. 52, No. 3, 1887-1893
- [4] White JM, Bedell HE. The oculomotor reference in humans with bilateral macular disease. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 1990;31:1149–1161.
- [5] Rutrle M. *Binokulární korekce na polatestu*: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví v Brně, Brno, 2000

13. Vergence a akomodace

Bc. Markéta Přehnalová

UP v Olomouci, PŘF –Specializace ve zdravotnictví-Optometrie

Díky vzájemnému vztahu vergence a akomodace můžeme pozorovat oběma očima předmět ležící v různé vzdálenosti ostře a jednoduše, mluvíme zde o tzv. jednoduchém binokulárním vidění (JBV). Akomodace je schopnost oka zaostřit předměty ležící v prostoru. Vergencí pak rozumíme takové pohyby očí, které vedou k zaměření zrakových os na sledovaný objekt. Mají za následek získání nebo udržení obrazů na korespondujících retinálních bodech. [1]

Akomodační a vergenční procesy jsou vzájemně provázané a úzce spolu souvisí. Akomodace dává impuls ke konvergenci a obráceně konvergence dává impuls k akomodaci. Při pohledu do dálky (minimální akomodace) jsou oční osy paralelní, aby mohl zobrazovaný předmět dopadat do makuly. Při pohledu do blízka (maximální akomodace) se zvyšuje konvergence a dochází k zúžení zornic, aby byla zachována ostrost vidění.

Vzájemného vztahu mezi akomodací a vergencí (resp. konvergencí) využíváme při měření kvality binokulárních funkcí. V klinické praxi se tento vztah zapisuje pomocí AC/A a CA/C poměru.

Akomodační konvergence a AC/A poměr

Akomodační konvergence (AC) je složka konvergence, která je navozená akomodací. Při akomodaci je dán současně impulz vergenčnímu systému, jenž vede ke zvýšení konvergence o její akomodační složku. [3]

AC/A poměr popisuje změnu akomodační konvergence (AC) při jednotkové změně akomodace (A). Tedy udává, o kolik prizmatických dioptrií se změní konvergence při změně akomodace o 1 D. AC/A poměr lze stanovit při pohledu do dálky i do blízka. Hodnoty určené pro různé vzdálenosti se mohou lišit. Věk vyšetřovaného má na AC/A poměr jen slabý vliv, jelikož se předpokládá, že snaha vyvolat změnu akomodace je s věkem neměnná. [4]

Metody měření AC/A poměru

AC/A poměr se obvykle měří dvěma metodami: početní a gradientní. Početní metoda AC/A poměru je dána vztahem mezi forií do blízka a do dálky. Tato metoda obvykle dává vyšší hodnoty AC/A poměru (než gradientní), jelikož vědomí blízkého předmětu zvyšuje konvergenci nablízko (proximální konvergenci). Při gradientní metodě žádná změna proximální konvergence nenastává. Nevýhoda početní metody je v tom, že je akomodace přítomná pouze při měření heteroforie nablízko. [4]

Gradientní metoda

Z klinického hlediska je významnější gradientní metoda měření AC/A poměru, protože udává přímo změnu konvergence při dané změně akomodace. Tato metoda se využívá např. při korekci heteroforií pomocí adice či antikorekce.

Gradientní metoda zahrnuje měření více než jedné horizontální forie. AC/A poměr lze testovat jak do dálky (6 m), tak do blízka (40 cm) prostřednictvím různých stimulů pro akomodaci pomocí přídavných sférických čoček, obvykle +1 D, +2 D nebo -1 D, -2 D. Změna forie ΔHTF způsobená změnou ΔA stimulu pro akomodaci nám dá hodnotu gradientního AC/A poměru $\Delta\text{HTF}/\Delta A$. [2] Vyšetřujeme s plnou korekcí. Změnu forie můžeme stanovit různými technikami. Jednotlivé alternativy měření gradientního AC/A podle použité metody měření forie budou uvedeny v dalším textu.

Například uvažujme, že při vyšetřování na 40 cm vykazoval vyšetřovaný exoforii 4 pD. Při předložení -1 D, resp. +1 D se exoforie změnila na 1 pD, resp. 8 pD. Přidání rozptylek způsobilo pokles v exoforii ($\Delta\text{HTF} = 3$ pD) daný stimulováním přídavné akomodace a akomodační konvergence. Naopak přidání spojek způsobilo vzestup v exoforii daný utlumením akomodace a akomodační konvergence, $\Delta\text{HTF} = 4$ pD. Ze získaných údajů můžeme podle výše uvedeného vztahu stanovit AC/A poměr. V případě předložení -1 D bude $\text{AC/A} = 3/1$ pD/D, pro spojku $\text{AC/A} = 4/1$ pD/D.

Normální hodnoty gradientního poměru jsou 2 až 3 pD/D. [5]

1. Měření AC/A poměru do dálky

Maddoxův test

Při vyšetřování AC/A poměru touto metodou standardně stanovíme nejprve hodnotu forie³ do dálky metodou Maddoxova kříže, která je uvedena níže. Následně měření zopakujeme s předloženou sférickou čočkou -1 D, -2 D (může se použít jakýkoli pár minusových čoček, ale -2 D umožňuje přiměřený akomodační podnět pro většinu pacientů). Esoforie určuje kladné hodnoty, exoforie záporné. Ze změny stanovené heteroforie spočítáme AC/A poměr.

Zápis:

$$\frac{\text{AC}}{\text{A}} = \frac{(\text{forie s přídavnými čočkami} - \text{základní forie})}{\text{absolutní síla přídavných čoček}}$$

Například, vyšetřovaný hlásí první hodnotu 0,75 pD eso, s binokulárně předloženou minusovou sférou -1 D hlásí hodnotu 2,5 pD eso, se sférou -2 D hlásí hodnotu 4,33 pD eso. AC/A poměr (s předloženou sférou -1 D) bude tedy 1,75 pD (2,5 - 0,75). AC/A poměr (s předloženou sférou -2 D) bude tedy 1,8 pD.

Metoda Maddoxova kříže pro měření HTF

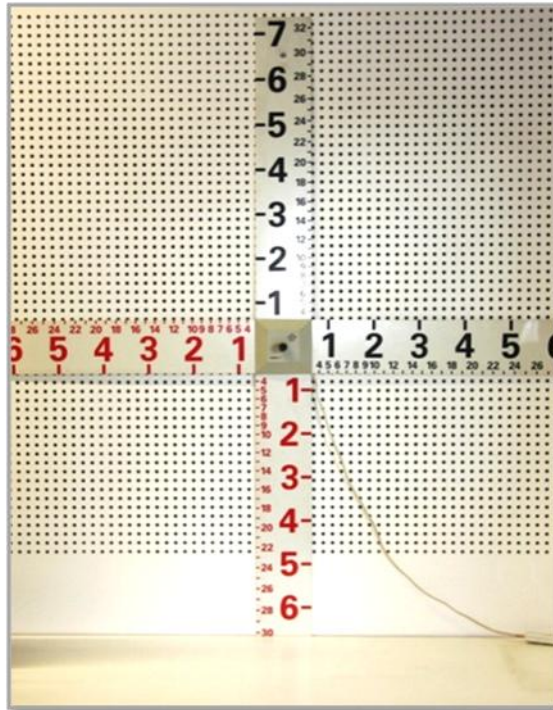
Umístíme Maddoxův cylindr na jedno z očí (obvykle pravé oko) a ujistíme se, že jsou rýžky⁴ zcela horizontálně. Ztlumíme světla. Při zapnutí bodového světla, které se nachází uprostřed Maddoxova kříže, by měl vyšetřovaný vidět (při pohledu oběma očima) červenou čáru vertikálně. Poté se pacienti ptáme, kde čáru vidí. Jestliže se čára nachází nalevo od světelného bodu, je přítomna exoforie, naopak je-li napravo od světelného bodu, je přítomna esoforie. Protíná-li čára světelný bod, forie není přítomna (ortoforie). Čísla na stupnici Maddoxova kříže jsou většinou vyjádřena ve stupních, nikoli v prizmatických dioptriích.

³ Forie je skrytá odchylka, která se projeví při zrušení fúze, např. při zakrytí oka.

⁴ Pod slovem „rýžky“ si můžete představit skupinu malých válečků, ze kterých se Maddoxův cylindr skládá. Válečky působí jako lámavé cylindry a rozšiřují světlo do linie kolmo na válečky.

Hodnotu prizmatické dioptrie můžeme získat tak, že změříme vzdálenost uskočení obrazu od bodového světla (v cm) a vydělíme ji pozorovací vzdáleností (v metrech).

Obr.1: Malletův kříž do dálky



2. Měření AC/A poměru do blízka

Modifikovaná Thoringtonova technika

U Thoringtonovy metody je důležitá dobrá kontrola akomodace – zaostření na text (stupnice s čísly). Tato metoda vykazuje ze všech popisovaných metod nejpřesnější výsledky, a to díky dobrému kontrastu. Výhodou testu je, že čísla na stupnici odpovídají hodnotě prizmatické dioptrie.

Při vyšetřování AC/A poměru touto metodou standardně stanovíme nejprve hodnotu forie do blízka Thoringtonovou metodou, viz níže. Následně měření zopakujeme s binokulárně předřazenou sférickou čočkou +1 D (+2 D), -1 D (-2 D) a opět zaznamenáme změnu heteroforie. Ze změny stanovené heteroforie spočítáme AC/A poměr. Ve výsledku tak získáme čtyři hodnoty AC/A poměru, které můžeme srovnávat (hodnoty by se měly rovnat nebo lehce lišit).

Například: naměříme pacientovi exoforii 2 pD při jeho dosavadní korekci. S přidanou hodnotou -2 D k jeho původní korekci naměříme esoforii 6 pD. Poměr AC/A pak vypočítáme takto:

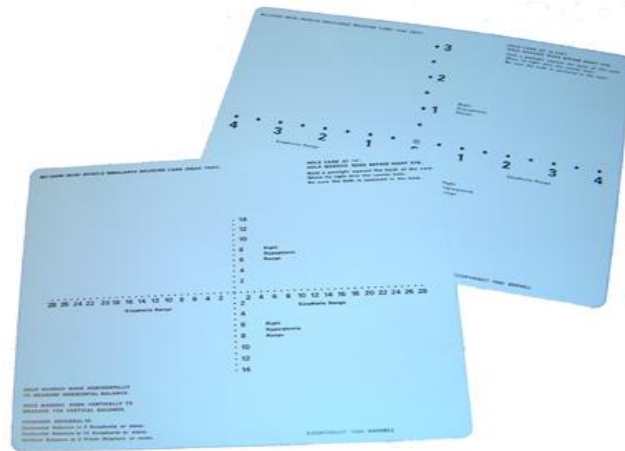
$$AC/A = 4pD/D$$

Thoringtonova metoda pro určování horizontálních HTF do blízka

Zajistíme, aby měl vyšetřovaný optimální refrakční korekci, a předložíme před pravé oko Maddoxův cylindr s rýžkami orientovanými horizontálně. Ztlumíme světla. Posvítíme světlem ze svítící tužky skrz středový otvor Thoringtonovy karty. Vyšetřovaného vyzveme, aby sledoval písmena na kartě a viděl je ostře. Necháme vyšetřovaného, aby se podíval na bodové světlo, a ptáme

se, kde vidí vertikální červenou čáru (stejně jako u Maddoxova kříže). K určení rozsahu odchyly se ptáme pacienta, kterým číslem Thoringtonovy karty čára prochází.

Obr.2: Modifikovaný Thoringtonův test do blízka [6]



Mallettova metoda

Pro vyšetření AC/A poměru lze podle publikace [7] též využít Mallettův test pro vyšetřování fixační disparity⁵ a asociační forie⁶.

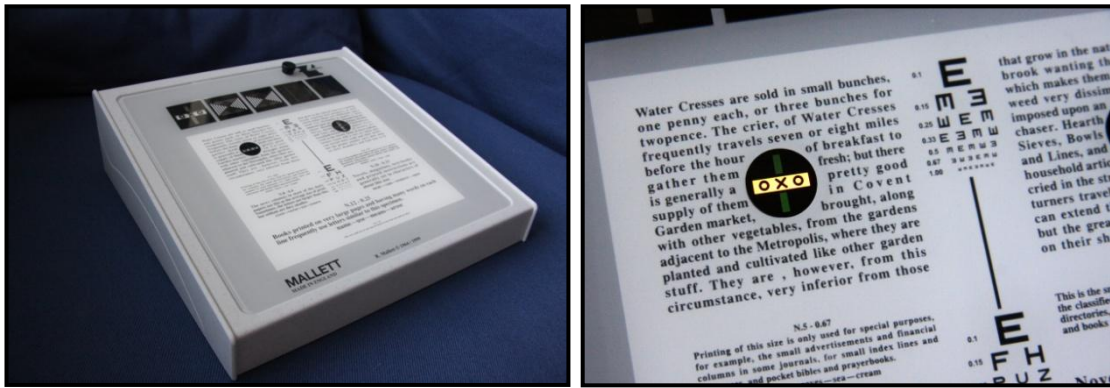
Pokud test nevykazuje žádnou fixační disparitu, určíme AC/A poměr jako poměr prizmatické hodnoty, při které dojde poprvé k vychýlení testu z nulové pozice, a hodnoty binokulárně předsazené sférické čočky, při které dojde k témuž vychýlení testu. Porovnááme výchylky s použitím prizmatu BI a rozptylek, resp. BO a spojek (jen při měření AC/A poměru do blízka). Minimální síla prizmatu a sféry při uskočení obrazu dá požadovaný poměr.

V případě, že je přítomna fixační disparita, stanovíme AC/A poměr jako poměr minimálního prizmatu potřebného pro korekci fixační disparity (tj. asociační forie) a dioptrické hodnoty binokulárně předsazené sférické čočky, která bude mít tentýž efekt. Proto do dálky používáme jak BI a rozptylky, tak BO a spojky (méně časté).

Například, když bude potřeba k odstranění odchyly 4 pD BI (monokulárně) nebo sféry s -2 D (binokulárně), bude AC/A poměr (prisma/sféra) 2 pD/D. Normální hodnoty AC/A poměru při tomto testu odpovídají 4 pD/D. [7]

⁵ Fixační disparita popisuje stav, kdy obrazy objektů při fixaci nedopadají přesně na korespondující body sítnice. Člověk fixační disparitu nezaznamená, jelikož odchylyka zrakových os je příliš malá na to, aby přerušila fúzi obrazů při fixaci předmětu. Projeví se pouze při zrušení fúzních podnětů.

⁶ představuje hodnotu minimálního prizmatu, které je potřeba pro korekci fixační disparity.



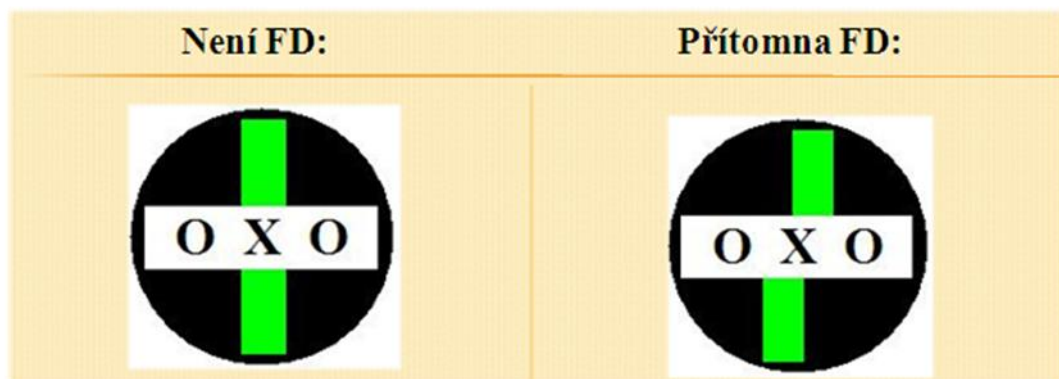
Obr. 4: Mallettův test do blízka

Poznámka: Pokud se objeví rozdílné výsledky AC/A poměru mohou být způsobeny délkou doby disociace obrazů nebo předešlou adaptací na prizmata.

Konvergenční akomodace a CA/C poměr

Změna v horizontální vergenci je doprovázena odpovídající změnou akomodačního stavu očí, tj. při konvergenci vzniká impuls pro akomodační systém vedoucí ke zvýšení akomodace o její konvergenční složku. Tato složka je známá jako konvergenční akomodace (CA). CA/C poměr udává, kolik dioptrií (D) akomodujeme na jednu prizmatickou dioptrii (pD) konvergence. Měření CA/C poměru je velice obtížné, a proto se v klinické praxi neměří. Normální hodnota gradientního poměru je 1/10 D/pD.

Využití AC/A poměru při řešení vergenčních



dysfunkcí

Pokud je dysfunkce doprovázena dostatečně silným AC/A poměrem, lze hodnotu heteroforie upravit vhodnou změnou akomodace, která navodí požadovanou změnu konvergence.

Toho lze dosáhnout úpravou sférické části korekce. Při dysfunkcích s exoforií lze odchylku eliminovat navozením akomodace změnou sférické části korekce směrem k minusovým dioptriím, tzv. antikorekcí (zápornou adicí). Tato

úprava lze využít jak při potížích do dálky, tak do blízka a aplikuje se většinou jako dočasné řešení zejména u dětí nebo jako doplněk zrakového tréninku.

Při eso-odchylnkách lze odchylku snížit uvolněním akomodace úpravou sféry směrem k plusovému dioptriím (adice). Tato úprava se aplikuje s výhodou při potížích do blízka, kde se v podstatě jedná o adici. Při problémech do dálky je opodstatněná, pokud předpokládáme nedokorigovanou hypermetropii. Potom je vhodnější ověřit úpravu při cykloplegické refrakci.

Hodnotu kladné či záporné adice lze stanovit tak, že postupně aplikujeme adici a sledujeme změny heteroforie, popř. fixační disparity, až dojde k jejímu poklesu na normální hodnoty, popř. až je disparita vykompenzována. Hodnotu lze též odhadnout výpočtem při znalosti AC/A poměru. Například při $AC/A = 5$ pD/D (tj. změna akomodace o 1 D způsobí změnu konvergence o 5 pD) a esoforii do blízka 10 pD (do dálky je ortoforie) lze použít adici +2 D pro úplnou eliminaci esoforie (normální hodnoty forie do blízka jsou 0 až exoforie 6 pD). Pokud máme např. exoforii do blízka 8 pD a $AC/A = 2$ pD/D (tj. změna akomodace o 1 D způsobí změnu konvergence o 2 pD), lze aplikovat antikorekci -1 D pro úpravu exoforie na hodnotu 6 pD, která již je normální.

Experimentální srovnání různých technik vyšetřování gradientního AC/A poměru

Cíl studie

Cílem provedené studie je experimentální srovnání různých testů pro měření AC/A poměru gradientní a Malettovou metodou. Konkrétně se jedná o srovnání Maddoxova, Thoringtonova a Malettova testu.

Metodika a vyšetřované osoby

Vyšetřeno bylo celkem 12 osob ve věkovém rozmezí od 21 do 31 let, průměrný věk byl 23 let (směr. odchylka 3 roky.). Nejprve se u každé osoby vyšetřovala objektivní a následně subjektivní refrakce metodou nejlepší sféry a zkřížených cylindrů. Následně se měřil se stanovenou korekcí AC/A poměr jednotlivými studovanými metodami. Metody byly provedeny v souladu s postupy v podkapitole Metody měření AC/A poměru. Jako první byl určen AC/A poměr s využitím Maddoxova cylindru a Maddoxova kříže na vzdálenost 6 m při předřazení čoček -1,0 D a -2,0 D. Poté se stanovil AC/A poměr pomocí Maddoxova cylindru a Thoringtonovy karty na vzdálenost 40 cm při předřazení čoček -1,0 D, +1,0 D a -2,0 D, +2,0 D. Nakonec se určil AC/A poměr pomocí polarizačních předzádek a Malettova testu na vzdálenost 6 m i 40 cm při předřazení prizma BI a rozptylek (BO a spojek). Všechna měření byla zaznamenávána do protokolu.

Výsledky

Souhrnně jsou stanovené hodnoty AC/A poměru uvedeny v přehledné Tab. 9. Dále byla pro každý test spočítána průměrná hodnota a směrodatná odchylka.

Tab. 9: Souhrnný přehled hodnot AC/A poměru u jednotlivých figurantů při použití různých alternativ měření

figurant	AC/A poměr dálka				AC/A poměr blízko					
	Maddoxův test		Malletův test		Thoringtonův test				Malletův test	
	-1 D	-2 D	BI/rozptylky	BO/spojky	+1 D	-1 D	+2 D	-2 D	BI/rozptylky	BO/spojky
1.	1,50	1,33	1,45	-	2,00	3,50	3,00	2,25	0,80	2,00
2.	2,67	4,25	-	2,00	2,25	3,00	3,40	2,90	2,00	6,00
3.	1,25	2,75	1,00	-	2,00	4,00	2,50	5,50	6,00	6,00
4.	1,42	2,13	4,00	-	3,00	3,00	1,75	3,00	2,50	-
5.	0,33	0,17	-	4,00	3,00	3,00	2,50	2,50	1,00	1,70
6.	0,75	2,83	0,89	-	2,00	6,00	1,25	5,75	-	2,00
7.	1,75	1,80	1,33	-	4,50	2,00	3,50	1,75	1,33	1,33
8.	1,33	3,17	1,80	-	3,00	3,00	3,00	1,75	1,60	1,00
9.	0,20	0,20	1,60	-	3,00	2,00	2,50	2,00	4,00	4,00
10.	3,75	5,00	3,40	-	3,50	1,00	5,00	2,00	4,00	-
11.	2,42	2,83	3,00	-	3,00	4,00	2,00	4,00	4,00	4,31
12.	1,00	4,33	0,89	-	0,50	1,00	0,50	1,00	2,40	0,33

Závěr

Podstatou této práce byla studie týkající se vergence, akomodace a jejich vzájemného vztahu. Proto jsem popsala metody vyšetření AC/A poměru, které se staly základem pro výzkum. Dále se zabývám experimentálním srovnáním různých technik vyšetřování gradientního AC/A poměru.

Nejlepší výsledky při měření AC/A poměru do dálky vykazoval Malletův test, kde průměrný AC/A poměr vyšel 2,0 pD/D (směr. odchylka 1,2). Nicméně se ukázalo, že Maddoxův test je trochu stabilnější (směr. odchylka 1,0) při předsazení čoček -1D.

U měření AC/A poměru do blízka vykazoval nejlepší hodnotu Thoringtonův test při předložení plusových čoček +1 D, +2 D. Nejvíce stabilní výsledky (směr. odchylka 1,0) odpovídaly tomuto testu při předsazení čoček +1 D. Nejméně přesné výsledky vykazoval Malletův test. Z vlastního sledování jsem určila, že Thoringtonův test je nejlepší test pro měření AC/A poměru z hlediska jednoduchosti pochopení a rychlosti. Občasné potíže se vyskytovaly při měření na Malletově testu, kde někteří vyšetřovaní špatně reagovali na změnu předřazených čoček.

Tato studie zobrazuje spíše orientační výzkum měření gradientního AC/A poměru. Nevykazuje konečné závěry z jednotlivých měření, jelikož počet vyšetřovaných není dostačující. Proto se domnívám se, že by tato práce mohla být námětem navazujícího výzkumu.

Seznam literatury

- [1] PLUHÁČEK, František: Normální BV, studijní materiály.
- [2] GROSVENOR, Theodore: Primary care optometry. 5th ed. St. Louis: Butterworth - Heinemann, 2007. 510 s. ISBN 13-978-0-7506-7575-8.
- [3] http://is.muni.cz/th/101077/lf_m/diplomka_hotovo.txt
- [4] EWANS, J. W. Bruce: Binocular vision anomalies. 5th edition. Edinburg: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2007. 454 s. ISBN 978-0-7506-8897-0.
- [5] PLUHÁČEK, František: Vyšetřování, studijní materiály.
- [6] [http://www.pioneerdoctor.com/ProductPage_Detail.cfm?ProductPricingID=123& ProductName=Modified%20Thorington%20Card%20Set](http://www.pioneerdoctor.com/ProductPage_Detail.cfm?ProductPricingID=123&ProductName=Modified%20Thorington%20Card%20Set)
- [7] MALLET, R. F. J.: Mallet near vision unit ICO marketing. (Návod a instrukce pro obsluhu zařízení a vyhodnocení Malletovy jednotky do blízka) Londýn:1997.

14. Binokulární korekce do blízka

Mgr. Pavel Kříž

Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská Fakulta, Masarykova Univerzita, Brno

Vyšetření zrakových funkcí do blízka je lehce odlišné pro presbyopické klienty a pro klienty s dostatečnou akomodací. V praxi se setkáváme, že screening zraku do blízka je prováděn právě pouze u první zmiňované skupiny, u nepresbyopů se mnohdy pouze spokojíme s plným naturálním vízem na optotypech do blízka a další testy nejsou prováděny. Pokud však chceme mít komplexnější pohled na binokulární zrakové funkce, nestačí pouze binokulární korekce na dálku, i u mladých klientů je potřebné její ověření při pohledu do blízka. V některých případech můžeme přehlédnout skutečnou příčinu obtíží našich klientů, která se mnohdy může vydávat za nízkou refrakční vadu, její korekce však klientům nepřinese očekávanou úlevu.

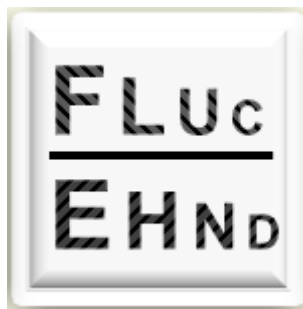
Po binokulární korekci na dálku je vhodné ponechání případně aplikovaných prizmat ve zkušební obrubě, i v případě, že nemáme v úmyslu jejich aplikaci v konečné korekci. Zkušební obrubu pro spolehlivější výsledek na následujících testech upravíme tak, že přidáme pozitivní inklinaci na hodnotu okolo 10° a očníkové středy umístíme nasálně dle PD do blízka, průměrně monokulárně o 2mm dovnitř. V případě, že bychom nechali nulový sklon očnice, tak jak je potřebné u korekce na dálku, vznikl by především u vyšších hodnot vrcholové lámavosti vložených skel, astigmatismus šikmých paprsků. Touto přídatnou vadou by mohla být lehce zkreslená addice a při ověření korekce astigmatismu do blízka, by mohly testy vykazovat falešnou potřebu odlišného cylindru a osy do blízka. Ponechání rozteče očních středů dle PD na dálku, pak zkresluje určení správného poměru akomodace a konvergence.

U presbyopů i mladých klientů v prvním kroku určujeme naturální zrakovou ostrost (binokulárně i monokulárně), která nám podává informace o případné potřebě přídatku do blízka. Zároveň klienta motivujeme, aby se snažil přečíst nejmenší řádek optotypu ze vzdálenosti, ze které běžně čte, tedy čtecí vzdálenosti. Na základě těchto informací lze u presbyopa spolehlivěji usuzovat předpokládanou hodnotu potřebné addice. U klienta s dostatečnou akomodační šíří si doplníme informace o poloze blízkého bodu při pohledu binokulárně a poté každým okem zvlášť. Vynecháním tohoto kroku můžeme přehlédnout monokulární nedostatečnost akomodace, která by se při určení monokulárních vizů nemusela projevit tak výrazně. U presbyopa pro ověření či určení addice můžeme využívat mnoho metod, které často vedou ke shodnému výsledku. Nejspolehlivějším potvrzením vhodnosti přídatku do blízka je určení polohy blízkých bodů (binokulárně a monokulárně) a dalekého bodu (dostačuje binokulárně) s addicí. Porovnání polohy blízkých bodů pro každé oko zvlášť slouží pro představu o binokulární rovnováze do blízka s větší přesností než srovnání monokulárních vizů s korekcí do blízka. Při rozdílu monokulárních vizů by snaha o jejich vyrovnání mohla vést k překorigování jednoho oka, zraková ostrost by sice mohla být shodná, ale pouze díky zvětšenému obrazu překorigovaného oka. Proto je vyhodnocení monokulárních blízkých bodů společně s testy pro binokulární rovnováhu do blízka vhodnějším postupem.

Binokulární rovnováhu do blízka lze ověřit více testy na principu separace obrazu P a L oka. Nejvyužívanějšími jsou polarizované červeno-zelené testy (obr. 1), lze také použít polarizovaný dvojřádkový test (obr. 2), se kterým se častěji setkáváme při určení binokulární rovnováhy na dálku. Principem červeno-zeleného polarizovaného testu je porovnání ostrosti a kontrastu testových znaků na bichromatickém pozadí u



Obr.1 Bichromatický balanční test



Obr.2 Dvojřádkový test



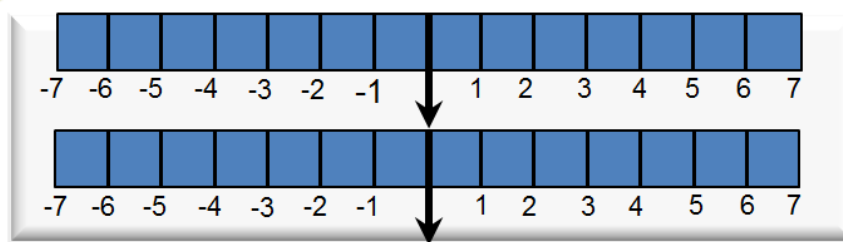
Obr.3 Astigmatická růžice

každého oka zvlášť při jejich současném vidění. V optimálním případě jsou všechny znaky shodně ostré a kontrastní, popř. lehce lepší na zeleném pozadí u obou očí. V případě nerovnováhy vnímá klient rozdílnou ostrost a kontrast jednoho znaku vůči zbývajícím. Platí zde shodné pravidla jako u červeno-zeleného testu na ověření jemné sféry při korekci na dálku, pokud je kontrast a ostrost vyšší na červeném pozadí, je lomivost oka vyšší, pokud na zeleném, je lomivost nedostatečná. Při určení addice může mít tak jedno oko příliš vysokou addici, nebo druhé oko addici nedostatečnou. Po upravení addice by v optimálním případě mělo dojít k vyrovnání kontrastu a ostrosti všech znaků. U dvojřádkového testu klient porovnává horní a dolní znaky, zdali mají shodný kontrast a ostrost. Horší řádek poukazuje na nedostatečnou addici daného oka, nebo na překorigování oka druhého.

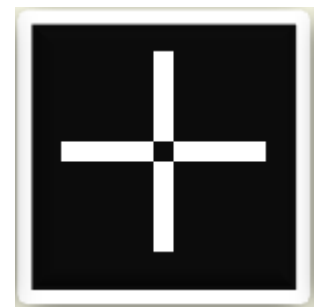
Dalším krokem je ověření astigmatismu do blízka. Monokulárně předkládáme astigmatický test (astigmatická růžice – obr. 3, ciferník), klient vyhodnocuje obdobně jako při screeningu astigmatismu na dálku, vzhledem k tomu, že jsme již test využívali, odpadá jeho vysvětlení. Při rozdílném kontrastu jednotlivých čar se snažíme o úpravu, která bude vést k vzájemnému vyrovnání. Pokud jsou tmavé čáry ve shodné ose s osou vloženého cylindru, zkusíme ponížení cylindru, v případě kolmé polohy tmavých čar, přítomný cylindr navyšujeme. Orientace tmavších čar však může mít odlišnou polohu než osa vloženého cylindru, v takovém případě upravujeme osu tak, že otáčíme cylindrem ve směru tmavších čar až do momentu vyrovnání. V případě úpravy síly cylindru či výraznější změny jeho orientace, je vhodné opětovné ověření binokulární rovnováhy.

V následujícím kroku již počítáme s definitivními hodnotami korekce do blízka, můžeme tak se spolehlivostí určit správný poměr akomodace a konvergence. Lze využít mnoho testů na různých principech separace. Základním předpokladem je však, aby při určení AC/A poměru byl přítomný kvalitní akomodační podnět. Především v tomto aspektu se od sebe jednotlivé metody výrazně liší. Nejjednodušší metodou je separace obrazu prizmatickou čočkou, tzv. Grafovo prizma, které se o hodnotě 6-8pD vkládá před jedno oko, dochází tak k vertikální diplopii, která umožní horizontální srovnání polohy obrazu P a L oka. Pokud vložíme prizmatickou čočkou na pravé oko s bází 270° (dolů), je obraz pravého oka posunut vůči obrazu oka levého směrem nahoru. Pro tuto metodu lze využít různé provedení pozorovaných testů, nejčastěji se setkáváme s horizontální stupnicí, která je uprostřed oddělena vertikální šipkou směřující svým hrotem dolů (obr.4). Klient tento obrazec vnímá dvakrát, určuje, zdali šipka ukazuje na střed stupnice pod ní. V případě šipky směřující přesně na střed druhé stupnice, je poměr mezi akomodací a ní vyvolanou konvergencí v optimálním poměru. Pokud však je šipka uchýlená vlevo, je konvergence vyvolaná akomodací nedostatečná, při uchýlení vpravo pak nadměrná (tento příklad platí pro výše zmíněné umístění vertikálního prizmatu). Hodnotu nadměrné či nedostatečné konvergence lze určit přímo ze vzájemné polohy uchýlených vjemů, stupnice je v prizmatických dioptriích případně ve stupních. Nedostatkem této možnosti je neustálá změna vzájemné polohy uchýlených vjemů, tedy komplikované určení klientem. Prizmatická stupnice také odpovídá pouze předvolené vyšetřovací vzdálenosti, která v našem případě nemusí být shodná. Další možností je vkládání prizmat do

zkušební obruby dle známých korekčních pravidel, prizma vkládáme ve směru uchýleného vjemu daného oka. Po srovnání vzájemné polohy obou vjemů určujeme rozdíl mezi původní a novou prizmatickou hodnotou. Můžeme také provést přímo měření poměru mezi akomodací a ní vyvolanou konvergencí. Po dosažení srovnaného vjemu na některém z testů pro určení správného AC/A poměru, binokulárně předložíme +1D, vjemy P a L oka by se měly od sebe odchýlit, jejich vzdálenost v pD určuje konvergenci odpovídající 1D akomodace. Mimo testu pro Grafovou metodu lze využít polarizované testy (obr.5), Madoxův cylindr, Worthovy světla a podobné testy na shodných principech separace.



Obr.4 Test pro metodiku s Grafovým prizmatem



Obr.5 Křížový test

Ověření binokulární korekce do blízka nám podává komplexnější pohled na problematiku korekce, i vyšší hodnota odchylky na dálku nemusí být potvrzena při pohledu do blízka, korekce bez ověření by se tak u klienta nemusela setkat s pozitivním ohlasem. Nadměrnou konvergencí lze řešit lehkým přídavkem na blízko, který odpovídá addici 0,5-0,75D, dojde k snížení akomodačního stimulu, vyvolaná konvergence tak více odpovídá pozorované vzdálenosti. Nedostatečnou konvergencí není vhodné řešit úpravou refrakčních hodnot, v takovém případě se otevírá možnost vizuální optometrii pro opětovný nácvik správné konvergence.

U mladších klientů lze ještě k výše uvedeným testům přidat určení pozitivní a relativní akomodace a akomodační flexibility. I přestože jsme v předchozích testech nenalezli nic podezřelého, co by mohlo vysvětlovat nepříjemné obtíže našeho klienta, mohou právě tyto testy vykazovat abnormální hodnoty. Pozitivní relativní akomodace (PRA) a negativní relativní akomodace (NRA) je akomodace vyvolaná při nezměněné vergenci, toho dosáhneme předložením spojných nebo rozptylných čoček při fixování optotypových znaků ze vzdálenosti 33cm. PRA lze také určovat při vidění na dálku, kde používáme optotypové znaky o vízu, který je pro klienta dobře čitelný, binokulárně pak překládáme rozptylné čočky až do prvního momentu lehkého rozostření obrazu. Do blízka srovnáváme hodnotu PRA a NRA, při binokulárním vložení rozptylných čoček by mělo dojít k lehkému rozostření při hodnotě okolo 3,5D, při binokulárním předložení spojných čoček (NRA) pak při hodnotě okolo 3D. Akomodační flexibilita nám poskytuje informaci o rychlosti akomodace a náhlé desakomodace (označujeme jako 1 cyklus) během jedné minuty. Předkládáme binokulárně -2D a ihned po zaostření pozorovaných optotypových znaků předkládáme +2D, vhodné je použití tzv. fliperů, které umožňují okamžitou změnu. Nutnost akomodace a desakomodace je tedy rovna 4D, rozdílu obou předkládaných hodnot. Při testu klient pozoruje znaky na optotypu do blízka ze vzdálenosti 33cm. Optimálním výsledkem je pak 12-16 cyklů/min. Moderní přístup k vyšetření zraku nabízí našim klientům výrazně vyšší míru odborné péče než v minulých letech, stále častěji se zaměřujeme na metody, které nám poskytují informace především o binokulárních zrakových funkcích. Zvýšená péče by se však měla také zaměřit na screening zrakových funkcí na blízko a to i u mladých klientů. Posuneme tak naši odbornou činnost o krok dále a některým klientům dokážeme nabídnout zatím zřídka dostupnou pomoc.