

# SBORNÍK PŘEDNÁŠEK



## „MIKULÁŠ 2015 S OPTOMETRIÍ A ORTOPTIKOU“ - CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÁ KONFERENCE OPTOMETRIE A ORTOPTIKY S PŘEDNÁŠEJÍCÍMI DOKTORANDY

dne 3. 12. 2015

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



**essilor**

generální sponzor

Pořadatelé sborníku: Mgr. Pavel Beneš, Ph.D., doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc., Mgr. Sylvie Petrová, Bc. Lucie Patočková, Bc. Zuzana Švambergová, Bc. Denisa Žličkařová

# P R O G R A M

## Celostátní studentská konference Optometrie a Ortoptiky

*Motto: „Mikuláš 2015 s optometrií a ortoptikou“*

konané dne 3. 12. 2015 v 10.00hod. posluchárna P31 FSS MU, Joštova 10, 602 00 Brno

Kontakt: [optobrno@med.muni.cz](mailto:optobrno@med.muni.cz)



*Sborník na adrese:*

[www.is.muni.cz](http://www.is.muni.cz) – dokumenty – LF - zprávy pracovišť - Katedra optometrie a ortoptiky

9:00 – 9:45	<b>Registrace účastníků</b>
10.00 – 10.20	<b>1. zahájení - úvodní slova:</b> doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc, Essilor – Ing. Kateřina Ševcová, Marketing and Product Manager, studenti
10.20 – 11.00	<b>2. Mgr. Roman Heinz:</b> Brýlové čočky EyeZen – čočky určené na práci s digitálním zařízením
11.00 – 11.15	<b>3. Mgr. Simona Bramborová, DiS.:</b> Nové poznatky v oblasti zraku a optometrie
11.15 – 11.30	<b>4. Mgr. Matěj Skrbek:</b> Binokulární korekce u osob s centrálním postižením sítnice
11.30 – 11.45	<b>5. Mgr. David Severa:</b> Akomodačně-vergenční parametry u uživatelů výpočetní techniky
11.45 – 12.00	<b>6. Mgr. Andrea Jeřábková:</b> Diplopie s insuficiencí konvergence u nestrabujícího pacienta
12.00 – 12.15	<b>7. Mgr. Pavel Kříž:</b> Heterofórie v číslech
12.15 – 13.00	<b>diskuze k přednáškám      přestávka 1. WORKSHOP</b>
13.00 – 13.15	<b>8. Mgr. Radek Anderle:</b> Porovnání zrakové ostrosti, refrakce a aberací vyšších řádů u myopických očí po Femto-LASIK při použití standardní a wavefront-guided ablace
13.15 – 13.30	<b>9. Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.:</b> Vliv aniseikonie na kvalitu prostorového vidění
13.30 – 13.45	<b>10. Mgr. Jitka Krasňanská, Ph.D.:</b> Modré světo - význam versus rizika
13.45 – 14.30	<b>diskuze k přednáškám      přestávka 2. WORKSHOP</b>
14.30 – 14.45	<b>11. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.:</b> Novinky v oblasti kontaktních čoček a péče, zvyšování komfortu pro uživatele
14.45 – 15.00	<b>12. Mgr. Ondřej Vlasák:</b> Diagnostika očních chorob v pre-senilním a senilním věku v ambulanci optometristy
15.00 – 15.10	<b>diskuze k přednáškám</b>
15.10 – 15.30	<i>zhodnocení studenty, sponzorem – firma Essilor, doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.: Závěrečné slovo</i>

## Obsah

1. Úvodní slovo doc. Synka .....	4
2. Brylové čočky EyeZen – čočky určené na práci s digitálním zařízením .....	6
3. Nové poznatky v oblasti zraku a optometrie .....	19
4. Binokulární korekce u osob s centrálním postižením sítnice .....	28
5. Akomodačně-vergenční parametry u uživatelů výpočetní techniky .....	43
6. Diplopie s insuficiencí konvergence u nestrabujícího pacienta .....	51
7. Heterofórie v číslech .....	59
8. Porovnání zrakové ostrosti, refrakce a aberací vyšších řádů u myopických očí po Femto-LASIK při použití standardní a wavefront-guided .....	71
9. Vliv aniseikonie na kvalitu prostorového vidění .....	82
10. Modré světlo - význam versus rizika .....	88
11. Novinky v oblasti kontaktních čoček a péče, zvyšování komfortu pro uživatele .....	97
12. Diagnostika očních chorob v pre-senilním a senilním věku v ambulanci optometristy .	106

## 1. Úvodní slovo

Doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

Přednosta Katedry optometrie a ortoptiky LF MU

V současnosti optometrie našla svoje místo ve vědomí a informovanosti veřejnosti, takže stále více klientů vyhledává odbornou péči spojenou s následným servisem v oblasti korekce refrakčních vad a aplikace kontaktních čoček. Optometrsta i nadále bude zastávat náročnou úlohu a má nezastupitelné místo v oblasti prevence závažných očních onemocnění; v této oblasti následujeme celosvětový trend. K tomu je potřeba kontinuální výchovy nových odborníků s provázaností na nejnovější poznatky vědy, techniky a praxe. Nezanedbatelná je součinnost i s dalšími příbuznými obory, zejména oftalmologií, ortoptikou, zrakovou terapií, ale i dalšími medicínskými i fyzikálními, resp. přírodovědnými odvětvími.

Doktorandské studium v rámci biofyziky má nezastupitelné místo v posunu oboru od čistě praktické činnosti v rámci praxe optometristy a ortoptisty směrem k vědeckovýzkumné činnosti provázané získáváním nových poznatků z hlediska fyziologie, patologie, refrakce, optických pomůcek až k vývoji nových materiálů a technologií k preventivní činnosti - například analýza obrazu sítnice a degenerativních očních onemocnění, problematika suchého oka, biometrie oka...

Do budoucna bude základem kvalitní výuky neustálé kontinuální studium a sebevzdělávání akademických pracovníků, kteří budou předávat své zkušenosti a znalosti motivovaným studentům se zájmem o obor a empatii pro zrakově postižené klienty, pacienty.

Nedílnou součástí kvalitního přenosu informací je i sledování nových poznatků, informací, léčebných postupů v evropském i celosvětovém měřítku. Zde zůstává ještě velký díl práce v oblasti navazování nových kontaktů a rozšíření možností mezinárodní spolupráce a výměnných vzdělávacích pobytů.

Obor má konzistentní a jasně stanovenou strukturu. Oboru Optometrie patří významné místo mezi nelékařskými obory na LF MU. Akademický tým je průběžně rozšiřován, vyučující si zvyšují odbornou erudici a podílejí se na vědecké, publikační a přednáškové činnosti. Významná je i motivace vyučujících i studentů k tomu, aby prezentovali výsledky své práce na domácích i zahraničních konferencích;

- V současné době jsou podepsány smlouvy s Granadou, Athénami, Velikou Gorickou, připravuje se smlouva s Vídní pro výměnu studentů i vyučujících v rámci programu ERASMUS PLUS;
- Nejlepší absolventi oboru mají snahu pokračovat ve studiu v doktorském studijním programu a mohou se stát zálohou řady akademických pracovníků na Katedře optometrie a ortoptiky LF MU;
- Vzhledem k pokračujícím úspěšným obhajobám (4) v rámci doktorandského studia biofyziky bude nutné výhledově připravit ve spolupráci s ostatními VŠ (mezifakultní) doktorský studijní program v oboru Optometrie;

Přeji konferenci zdárný průběh, získání nových poznatků, námětem do budoucnosti i přínosem pro vlastní praxi. Přeji účastníkům hodně odborných zážitků.

## **2. Brýlové čočky EyeZen – čočky určené na práci s digitálním zařízením**

**Autor:** Mgr. Roman Heinz

Pracoviště: ESSILOR - OPTIKA, spol. s.r.o.

### **Úvod**

Smartphony, tablety, počítače a televize jsou dnes neodmyslitelnou součástí našich životů. Interní studie ukázala, že uživatelé digitálních zařízení často zaujímají strnulou a nepřírozenou pracovní polohu a že digitální zařízení znamenají velkou zátěž pro naše oči. Musíme totiž brát v potaz i změnu pohledových vzdáleností ve srovnání s tradičním tištěným textem. Hlavní pracovní vzdálenost se při práci s těmito zařízeními zkracuje, což vede k většímu zatížení očí, které je často doprovázeno astenopickými příznaky, jako jsou bolesti hlavy, únava, bolest očí či bolesti krční páteře. Z tohoto důvodu musí být konstrukce čočky upravena tak, aby zohlednila požadavky a potřeby uživatele digitálního zařízení.

V posledním desetiletí nastává obrovský boom v užívání obrazovek, ať už máme na mysli ruční (smartphony, tablety...) či stolní (PC, TV) zařízení. Například v roce 2014 bylo prodáno přes 1,3 miliardy smartphonů a 230 milionů tabletů. Uživatelé často používají během dne různá digitální zařízení v závislosti na vykonávané činnosti, někdy dokonce používají různá zařízení současně.

Brýlové čočky byly v roce 2005 založeny na úplně jiných vizuálních standardech. Při práci s textem bývala dodržována stabilní čtecí vzdálenost odpovídající +/- 40 cm. Text samotný byl tvořen tištěnými znaky normální velikosti a jasu, nikoli tvořen digitálními pixely. Každý pixel je jasnější v centru než na periferii, čímž nutí oči a mozek dotvářet celistvý obraz. Samozřejmostí bylo i prostředí s přirozeným osvětlením.

Život s několika digitálními zařízeními představuje změnu i v chování spotřebitelů. Proměnlivé pozorovací vzdálenosti a časté střídání jednotlivých zařízení nutí naše oči intenzivněji a opakovaně zaostřovat nejen na krátké vzdálenosti, ale také na stále menší velikost písma.

Nesmíme také opomenout změnu kontrastu vidění. Oproti práci s tištěným textem jsou naše oči vystavovány zvýšenému jasů a oslnění z obrazovek. Součástí spektra tohoto osvětlení je i

zvýšené zastoupení vysokoenergetického světla (HEV). U modrofialové části viditelného spektra bylo v roce 2011 společností Essilor a pařížským Vision Institutem stanoveno přesné spektrum vlnových délek o šířce 40 nm (415–455 nm), které je nejškodlivější pro buňky sítnice. Tato část viditelného světla bývá často označována jako MODROFIALOVÉ světlo.

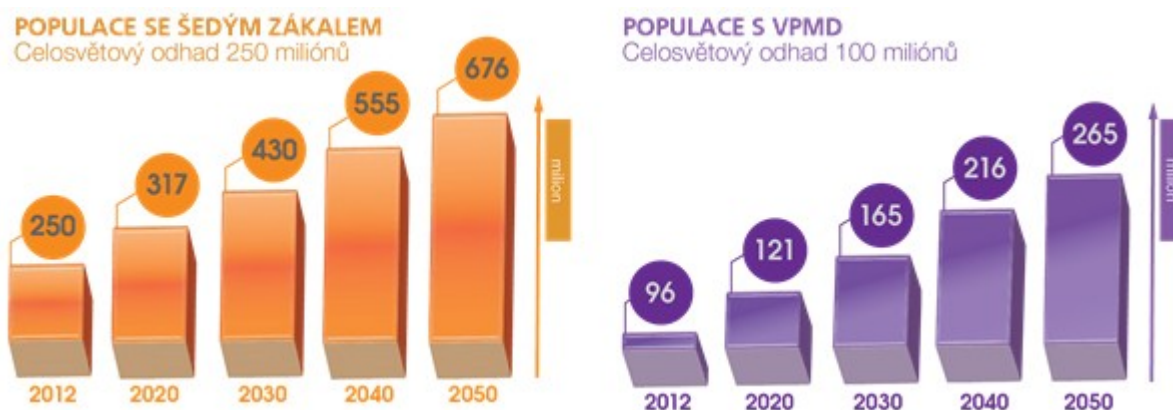
Kumulativní vystavení MODROFIALOVÉMU světlu má dvojí účinek. Jako jeden z projevů diagnostikujeme zvýšenou produkci lipofuscinu, nahnědlého pigmentu, který se hromadí v buňkách orgánů (nervové buňky sítnice, játra...). Ten bývá často označován jako metabolický odpadový materiál (takzvaný „ukazatel věku“).

MODROFIALOVÁ složka HEV zároveň aktivuje fototoxické složky lipofuscinu, které způsobují zánik sítnicových buněk. Shromažďování lipofuscinu v buňkách sítnice může přispět k ukládání drúz při onemocnění zvaném věkem podmíněná makulární degenerace (VPMD). VPMD je v rozvojových zemích nejčastější příčinou slepoty. Samozřejmě existují i jiné rizikové faktory přispívající k rozvoji VPMD jako například věk, strava, kouření, genetika atd.

Abychom byli schopni minimalizovat vystavení se záření HEV z obrazovek, vždy doporučujeme brýlové čočky kombinovat s povrchovou úpravou CRIZAL PREVENCIA. Tato povrchová úprava společnosti Essilor je výsledkem 20letého výzkumu a vývoje selektivní filtrace světla. Díky selektivní antireflexivní technologii filtrace světla zvané Lightscan jsme schopni zabránit prostupu nebezpečné složky HEV z přední plochy a zároveň minimalizovat odrazivost tohoto světla od plochy zadní.

Součástí HEV světla je například i světlo MODROTYRKYSOVÉ, které je pro lidský organismus velice důležité, a proto čočkou s povrchovou úpravou CRIZAL PREVENCIA prochází bez omezení. Modrotyrkysové světlo funguje jako stimulátor pupilárního reflexu (v okolí 480 nm). Při této vlnové délce je pupilární konstrukce maximální. Bez správné funkce pupilárního reflexu by docházelo k přeexponování buněk sítnice a také nadměrnému vystavení vlivu modrofialového světla. Modrotyrkysová složka světla také ovlivňuje synchronizaci biologických hodin (spánkový/bdělý cyklus, paměť, kognitivní funkce atd.).

Součástí povrchové úpravy CRIZAL PREVENCIA (díky technologii BROADSPECTRUM) je i maximální ochrana proti UV záření. V oku absorbují UV záření nejvíce spojivka, rohovka a oční čočka, výsledkem čehož může být konjunktivitida, keratitida či katarakta. Vzhledem ke stárnutí populace se dá předpokládat, že výskyt VPMD a katarakty se v následujících 30 letech zdvojnásobí. Viz obrázek 1



Obrázek 1. Zdroj: Essilor International

Při kombinování vhodné brýlové korekce, obruby a povrchové úpravy CRIZAL PREVENCIA dochází k minimalizování vzniku těchto onemocnění způsobených světelným zářením.

Při konstrukci brýlových čoček EyeZen byla naším cílem nejen ochrana zdraví, ale zároveň i uspokojení zrakové potřeby vyplývající z užívání digitálních přístrojů. Za tímto účelem provedl Essilor dvě studie chování uživatelů při práci s různými IT zařízeními.

První, takzvaná spotřebitelská studie proběhla mezi čtyřmi tisíci osob ve věku od dvaceti do šedesáti let, a to ve Francii, Brazílii, Číně a USA. Tato studie chování spotřebitelů při práci s digitálními zařízeními odhalila u pozorovaného vzorku populace, že 70 % lidí si stěžuje na bolest šíje a ramen, 75 % lidí trpí únavou očí a 66 % lidí má pocit zvýšeného úsilí a namáhání očí.

Studie výzkumu a vývoje, druhá ze zmiňovaných studií, se zabírala výzkumem nových způsobů a zvyklostí držení hlavy a těla, které souvisí s užíváním digitálních přístrojů. Za tímto účelem jsme analyzovali různé typy činností týkajících se použití vlastních IT zařízení. Do výzkumu byly zahrnuty tyto přístroje: smartphone, tablet a čtečka e-knih. Účastníci výzkumu dostali sedm nejčastějších činností jako úkol, který měli splnit na svých zařízeních.

Úkoly:

1. vyhledání předpovědi počasí,
2. čtení e-mailů,



3. psaní e-mailů,
4. hraní her,
5. sledování videí,
6. vyhledávání informací,
7. čtení delšího textu (knihy).

Všechny úkoly se prováděly ve třech polohách:

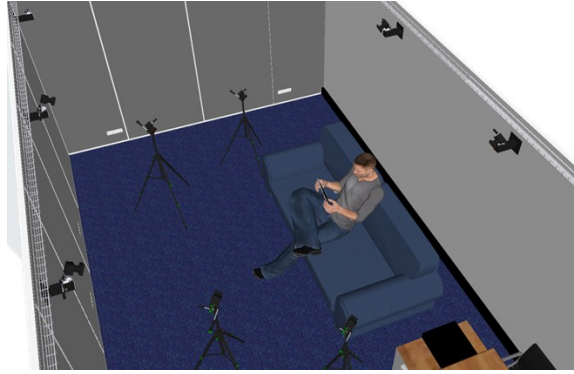
1. vsedě,
2. vestoje,
3. vleže.

Před každým měřením byli účastníci výzkumu vybaveni speciální brýlovou obrubou, na které byly umístěny optické značky. Tyto značky byly dále umístěny i na tělo účastníka výzkumu, aby bylo možné zaznamenat i pohyb jeho trupu. Před každým měřením bylo potřeba znát referenční (porovnávané) body. Tyto body byly získány za běžných fyziologických podmínek (bez zatížení prací s IT technologiemi).

Experiment se vykonával v tzv. MOVIS LAB (Motion a Vision Science Lab). Laboratoř (obr. 3) je vybavena systémem VICON, který je složen z osmi infračervených kamer (obr. 2).



Obrázek 2: Infračervená kamera. Zdroj: Essilor International



Obrázek 3: MOVIS LAB. Zdroj: Essilor International

Obrázek laboratoře ukazuje umístění kamer. Všechny jsou schopny zaznamenat polohu každého optického čidla v místnosti. Kamery jsou spolu spojeny a dohromady dokáží poskytnout 3D obraz každého referenčního bodu v místnosti.

Jakmile byl účastník výzkumu vybaven zařízením, mohl experiment začít podle předem stanoveného scénáře:

používání IT technologie v různých situacích (vsedě, vleže, ve stoje...),  
využití tří různých IT zařízení.

Výsledkem měření bylo zaznamenání těchto dat:

vzdálenost zařízení od měřeného,  
sklon hlavy,  
sklon očí,  
pohyby měřeného.

Díky měření jsme se dobrali následujících výsledků:

Hlava zůstává rovně bez výrazného sklonu a kolmo k ramenům.

Vzdálenost použití závisí na vzdálenosti od obrazovky (velikost písma).

Vzdálenost použití digitálního zařízení je menší při interakci s papírem.

Sklon očí je vyšší při interakci s papírem.

Sklon očí je vysoký hlavně při měření vestoje.

Širší obrazovka vyžaduje větší pozorovací vzdálenost (bez ohledu na velikost písma).

Studie také ukázala zásadní rozdíl z hlediska postavení těla (trupu a hlavy) při práci se smartphonem a novinami. Dále nám studie ukázala, že rozsah použití telefonu se pohybuje od  $33,799 \pm 1,96 * 5,140$  cm (95 % populace), střední hodnota = 33,799; SD = 5,140. Tudiž

čočka by měla být vypočítána a upravena pro vzdálenosti v rozmezí od 23,724 cm do 43,873 cm. Průměrná hodnota použití odpovídá 25,6° sklonu pohledu očí.

U tabletů se rozsah použití liší. Tento rozsah by se měl pohybovat od  $39,706 \pm 1,96 * 6,022$  cm (95 % populace), průměrná hodnota = 39,706; SD = 6,022. Tato čočka by měla být vypočítána a upravena pro vzdálenosti v rozmezí od 27,902 cm do 51,509 cm.

Průměrná hodnota použití odpovídá 20,279° sklonu pohledu očí.

Technologie EyeZen je dostupná jak ve víceohniskovém provedení (Varilux EyeZen), tak i v jednoohniskovém provedení, kde představuje relaxační přídavek, o který je doplněna právě jednoohnisková čočka společnosti Essilor.

### **Varilux EyeZen**

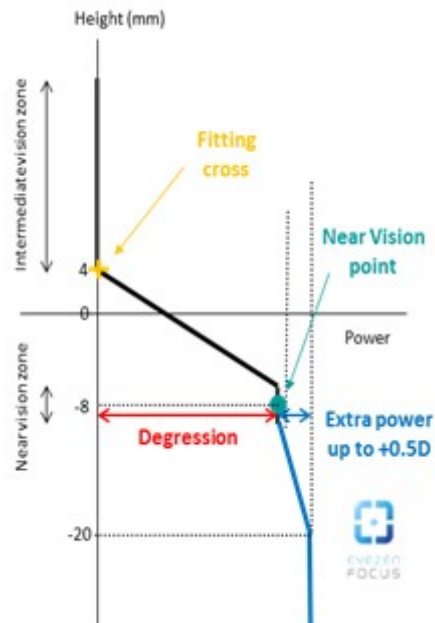
Optická výkonnost čočky souvisí s novými návyky v chování uživatelů digitálních zařízení, které byly zjištěny ve studiích společnosti Essilor.

Vyvinutí specifických čoček EyeZen umožňuje plné využití zón vidění na blízko či na střední vzdálenost, a to při zohlednění držení těla a sklonu očí nositele.

Brýlové čočky EyeZen se vyrábějí ve třech provedeních v závislosti na jejich hlavním využití. V první řadě je potřeba poznamenat, že Varilux EyeZen čočky jsou určeny pro práci na blízké vzdálenosti, a proto ani jeden ze tří designů čoček neobsahuje zónu pro vidění do dálky, tak jako je tomu u progresivních čoček Varilux.

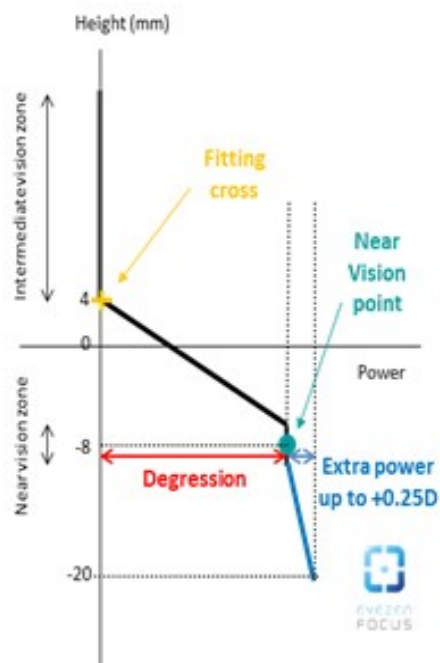
V závislosti na uživatelských profilech digitálních zařízení jsou navrhované tři konkrétní VARILUX EyeZen designy:

- VARILUX EyeZen pro vidění na blízké vzdálenosti zajišťuje minimální dosažitelnou vzdálenost vidění 80 cm bez ohledu na hodnotu adice. Tento design je vhodný pro presbyopy využívající smartphony či tablety. EyeZen tohoto typu poskytuje široké zorné pole pro zónu na blízko. Nicméně toto provedení rovněž poskytuje dostatečně široké zorné pole pro práci s počítačem. Níže je graficky znázorněno konstrukční zpracování čočky Varilux EyeZen pro vidění na blízké vzdálenosti.



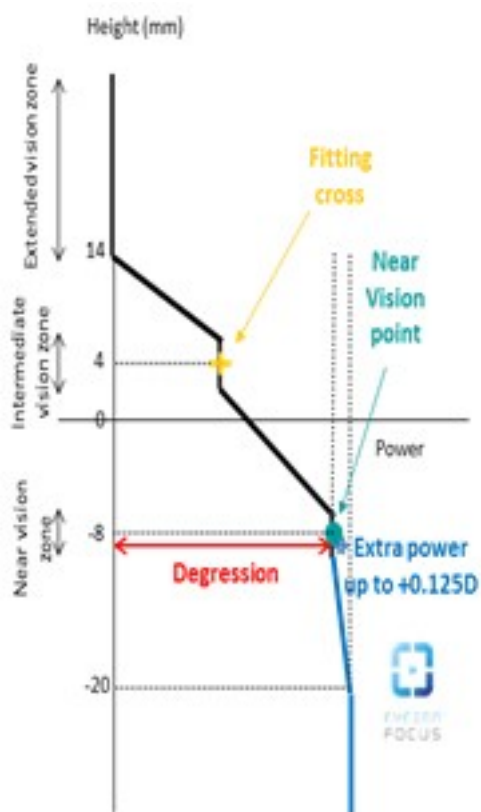
Obrázek 4: Konstrukční zpracování čočky Varilux EyeZen pro vidění na blízké vzdálenosti.  
Zdroj: Essilor International

- VARILUX EyeZen pro vidění na střední vzdálenosti zajišťuje minimální dosažitelnou vzdálenost vidění 100 cm bez ohledu na hodnotu adice. Je vhodný pro presbyopy pracující na počítači, neboť poskytuje větší zorné pole určené pro práci s PC. Tento typ čočky EyeZen rovněž poskytuje dostatečně široké zorné pole pro práci s tablety či smartphony. Níže je graficky znázorněno konstrukční zpracování designu Varilux EyeZen pro vidění na střední vzdálenosti.



Obrázek 5: Konstrukční zpracování čočky Varilux EyeZen pro vidění na střední vzdálenosti.  
Zdroj: Essilor International

- VARILUX EyeZen „Prostor“ zajišťuje minimální dosažitelnou vzdálenost vidění 220 cm bez ohledu na hodnotu adice. Tato čočka je určena pro nositele, kteří potřebují využít nejen širokou zónu pro práci s počítačem, ale navíc potřebují široké zorné pole odpovídající velikosti televize či širokých obrazovek monitorů. Varilux EyeZen „Prostor“ stále zachovává dostatečně širokou zónu pro využití chytrých telefonů nebo tabletů. Níže opět grafická ukázka zpracování čoček Varilux EyeZen „Prostor“.



Obrázek 6: Konstrukční zpracování čočky Varilux EyeZen „Prostor“. Zdroj: Essilor International

Specifika čoček VARILUX EyeZen jsou následující:

- Ani jeden design neobsahuje zónu odpovídající dioptriím pro vidění do dálky.
- Všechny designy mají širokou zónu pro práci s počítačem.
- Všechny designy obsahují dostatečně širokou zónu pro práci se smartphony a tablety.
- Zóna odpovídající dioptrické hodnotě pro vidění na blízké vzdálenosti je pro všechny designy umístěna stejně. Tato zóna se nachází 12 mm pod centračním křížem a je decentrovaná nazálním směrem.
- Umístění zóny pro vidění na blízké vzdálenosti a její posun oproti zóně odpovídající dioptrické hodnotě vidění na počítač ovlivňuje pupilární rozteč a dioptrický předpis

zákazníka. Výhodou tohoto posunutí zóny pro vidění na blízké vzdálenosti je respektování přirozené konvergence očí při pohledu do blízka. Čočky jsou díky tomuto posunu zóny pro vidění na blízké vzdálenosti rozděleny pro pravé i levé oko.

- Obsahují zónu podporující vidění na takzvané ultra blízko. Tuto zónu najdeme pod zónou odpovídající vidění na 40 cm a 100 % své dioptrické hodnoty dosahuje 24mm pod centračním křížem.
- Centrační kříž se nachází 4 mm nad laserovými gravurami, tak jako tomu je u všech typů čoček Varilux.
- U designů „Prostor“ nositel nepřichází o dostatečnou šířku zorných polí na PC a na čtení díky posunutí redukce dioptrií, odpovídajícímu požadovanému vidění na televizi (cca 220 cm), až nad centrační kříž

### **Princip technologie EyeZen FOCUS**

Připomeňme si, co prokázala interní studie. Při interakci s chytrým telefonem se sklon očí pohybuje kolem 25° a průměrná vzdálenost užívání je 33,8 cm s rozpětím vzdáleností využití od 23 do 43 cm. Varilux EyeZen focus je nová technologie, která přináší extra dioptrický přídavek ve spodní části čočky a umožňuje zachovat přirozené postavení sklonu hlavy a očí i při práci s chytrými telefony. Tato technologie navyšuje (pod zónou na čtení) dioptrickou hodnotu čočky podporující zaostřování očí a zlepšuje čitelnost malých písmen.

V závislosti na designu čočky EyeZen se liší i dioptrická hodnota přídavku (EyeZen FOCUS), který podporuje zaostření:

VARILUX EyeZen pro vidění na blízko - až +0,5 D

VARILUX EyeZen pro vidění na střední vzdálenosti - až +0,25 D

VARILUX EyeZen „Prostor“ – až +0,125 D

Tyto hodnoty se liší v závislosti na využití designu čoček, a to kvůli minimalizování takzvaného plovoucího efektu. Vyšší hodnota přídavku odpovídá designu čoček, u kterého se dá předpokládat stabilnější pracovní vzdálenost. Například u designu „Prostor“ je záměrně snížen přídavek na hodnotu 0,125 D, jelikož se předpokládá větší „pohyb“ nositele brýlí.

Výhody, které přináší technologie EyeZen focus, jsou:

- snížení únavy očí způsobené zvýšeným používáním chytrých telefonů,
- minimalizování bolesti ramen a šíje díky udržení přirozené polohy hlavy a těla,
- lepší čitelnost malých písmen díky zvýšené dioptrické hodnotě ve spodní části čočky.

## Essilor EyeZen

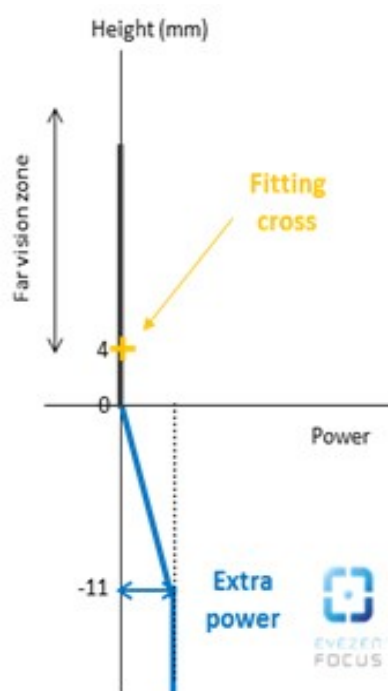
Společnost Essilor detekovala tři hlavní profily uživatelů digitálních zařízení. Jednotlivé kategorie dělíme v závislosti na věku. Jejich charakteristické rozdělení je popsáno v tabulce č. 1.

Osoby ve věku 20-34 let	Mladí presbyopové 30-44 let	Presbyopové 45 a více let
<b>E-SWITCHERS</b> Osoby spadající do této kategorie nazýváme digitálními nadšenci. Často střídají jednotlivé digitální zařízení.	<b>E-WORKERS</b> Tyto osoby využívají IT zařízení jako tablety, notebooky či smartphony během celého dne, a to jako svůj pracovní nástroj.	<b>E-ADOPTERS</b> Pro tyto uživatele jsou typické desktopové počítače či televize, můžeme ale pozorovat také rostoucí trend v užívání mobilních digitálních zařízení.

Tabulka 1: Profily uživatelů digitálních zařízení

V závislosti na přechodu z jedné kategorie do následující se vždy zvyšuje úsilí vynaložené na přečtení malých písmen a znaků a zároveň dle rozdělení popsaného v tabulce č. 1 můžeme předpokládat sníženou únavu očí způsobenou jasnou obrazovkou (méně časté využití IT).

Představením nové řady čoček Essilor EyeZen dosahujeme zvýšené relaxace očí snížením nadměrné potřeby akomodace při práci s malými znaky. Každý z výše uvedených profilů uživatelů má rozdílnou přidanou dioptrickou hodnotu ve spodní části čočky. Plnou hodnotu tohoto přídatku naměříme 15 mm pod centračním křížem a její nástup je pozvolný, což zaručuje minimalizování takzvaného plovoucího efektu. Decentrování přídatku nazálním směrem (inset) nám udává nutnost rozdělovat čočku pro korekci oka pravého a levého (stejně jako u víceohniskových čoček Varilux EyeZen).



Obrázek 7: Konstrukční zpracování čočky Essilor EyeZen. Zdroj: Essilor International

Názvy čoček pro jednotlivé uživatelské profily a jejich dioptrické přídavky jsou popsány v tabulce č. 2

Pro osoby 20-34 let	Pro mladé presbyopy 35-44 let	Pro presbyopy 45-50 let <small>Bez potřeby korekce na blízko</small>
Essilor EyeZen Initial 0,4	Essilor EyeZen Active 0,6	Essilor EyeZen Active+ 0.85
STANDARDNÍ KOREKCE	STANDARDNÍ KOREKCE	STANDARDNÍ KOREKCE
+	+	+
<b>Dioptrický přídavek o hodnotě +0,4 D</b>	<b>Dioptrický přídavek o hodnotě +0,6 D</b>	<b>Dioptrický přídavek o hodnotě +0,85 D</b>

Tabulka 2: Rozdělení čoček Essilor EyeZen

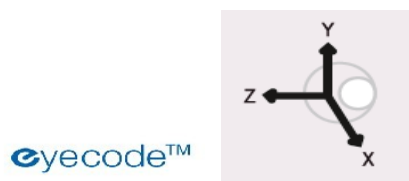
Hodnoty uvedené v tabulce odpovídají fyziologickým potřebám každé uvedené věkové skupiny tak, aby nedocházelo k zvýšené únavě očí uživatele digitálních zařízení.

### Nový individuální parametr u čoček Essilor EyeZen a Varilux EyeZen

Při standardním očním vyšetření se běžně změří pouze dioptrie na dálku a na blízko. Velice často je opomíjena vzdálenost monitoru počítače, který se stává čím dál tím více běžnou pomůckou v našem každodenním životě. Průměrná hodnota vzdálenosti od obrazovky je 63 cm, ale rozpětí využití monitoru je v rozmezí od 38 až po 88 cm.



Protože každý nositel je zvyklý na svoji individuální vzdálenost od monitoru, Essilor zavádí nový parametr zvaný VZDÁLENOST OD OBRAZOVKY. Jedná se o parametr střední vzdálenosti, který umožňuje plně personalizovaný inset a dioptrickou redukci čočky.



### **Plná personalizace čoček EyeZen – EYECODE**

Technologie eyecode je unikátní systém přizpůsobení čoček pro nositele a danou brýlovou obrubu za pomoci takzvané prostorové diagnostiky zraku.

Díky moderní technologii zpracování a výpočtu brýlové čočky je možné vyrobit až 5krát přesnější brýlové čočky umožňující co nejkvalitnější vidění, a to i do periferie.

Brýlové čočky Varilux EyeZen je možné objednat s plnou personalizací společnosti Essilor. Ta je založena na speciálním parametru: OTOČNÝ BOD OKA. Studie ukázaly, že délka oka se u jednotlivých lidí (či dokonce jednotlivých očí) liší až o 30 %, přitom dioptrické hodnoty jsou totožné. Pomocí centračního kamerového přístroje Visiooffice je možné změřit rotační bod oka, a přizpůsobit tak čočku pro každé oko zvlášť. Dle nezávislých studií provedených třetí stranou dává 65 % nositelů přednost individuální čočce s eyecode oproti konkurenčním personalizovaným čočkám. Dokonce 66 % uživatelů uvádělo kvalitnější vidění ve všech činnostech za normálního držení hlavy.

Na obrázku č. 8 je vyobrazen nový centrační kamerový systém společnosti Essilor zvaný Visiooffice. Díky tomuto přístroji jsme schopni detekovat výše zmiňovaný otočný bod oka. Nedílnou součástí tohoto přístroje je takzvaný obrubový klip, který obsahuje detekční body či tablet, s jehož pomocí (opět obsahuje detekční body) jsme schopni určit jak dominantní oko, tak i optimální čtecí vzdálenost.



Obrázek 8: Centrační věž Visiooffice II. Zdroj: Essilor International

### **Zdroje:**

1. Essilor International: Technical whitepaper 2015
2. Results from ergonomics literature 2015, Interní studie:Essilor International: technical whitepaper, 2015
3. Internal study on posture using new technologies, Interní studie:Essilor International: Technical whitepaper. 2015
4. Varilux S SERIES. Česká oční optika. Brno: Společenstvo českých optiků a optometristů, 2012, roč. 53, č. 4. ISSN 1211-233X

### **Internetové zdroje:**

[www.essilor.cz](http://www.essilor.cz)

[www.essilor.com](http://www.essilor.com)

### **3. Nově aplikovatelné poznatky v oblasti zraku a optometrie**

**Autorka:** Mgr. Simona Bramborová, DiS.,

**Školitel:** Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.

**Pracoviště:** Katedra optometrie a ortoptiky, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

#### **Anotace**

Cílem článku je seznámení s novými poznatky, které se v posledních letech udály na poli zrakového ústrojí a jeho funkcí. Ať se jedná o nově objevené anatomické poměry v rohovce nebo o nově aplikovatelné poznatky v oblasti vidění, mezi které patří výroba brýlové čočky, která respektuje Listingovo pravidlo.

**Klíčová slova:** Rohovka, Duova vrstva, Listingovo pravidlo, astigmatismus do blízka

#### **Annotation**

This article aims to introduce new knowledge, which in recent years took place in the field of the visual system and its functions. Whether a newly discovered anatomy of the cornea or a new applicable knowledge in the field of vision, which includes the production of spectacle lenses, which respects the Listing's law.

**Key words:** Cornea, Dua's Layer, Listing's Law, Astigmatism to near

## Úvod

Mezi nové anatomické změny patří objev další vrstvy rohovky. Jedná se o tzv. Duovu vrstvu, jež odděluje stroma a Descemetovu membránu. Její poznání povede k lepšímu pochopení biomechaniky rohovky a taktéž jejích patologií jako je descemetokéla, akutní hydrops a jiné dystrofie.

Systém otáčení oka fascinoval vědce po staletí. V letech 1846 – 1868 Ruete, Donders, Listing, Fick, Helmholtz a mnoho dalších publikovalo vědecké práce na toto téma, které mají na naše poznání této problematiky vliv i dnes. V 19. století významný fyziolog Hermann von Helmholtz věnoval více než 50 stran ve své knize „Pojednání o optické fyziologii“ problematice třídímenzionálních pohybů očí (horizontální, vertikální a torzní pohyby), kterou nazval Listingovým pravidlem. Navzdory pozornosti, kterou Helmholtz Listingovu pravidlu věnoval, se fyziologové 20. století touto problematikou příliš nezabývali, z velké části proto, že bylo potřeba důkladných znalostí kinematiky a matematického popisu rotačních pohybů pro pochopení trojrozměrných očních pohybů. Nedostatek pochopení Listingova pravidla přetrvává i dnes mezi oftalmology. Až posledních 20 let přineslo zájem o pochopení této problematiky. Ačkoliv matematický popis tohoto zákona může zůstat nepochopen, základní pravidla jsou však důležitá jak pro optometry, tak i oftalmology. V tomto článku se budu zabývat podstatou Listingova pravidla, jeho funkcí a aplikací do praxe

### 1. Objev další vrstvy rohovky

Článek s tímto objevem byl publikován v roce 2013, kdy Harminder S. Dua a kolektiv prezentovali své výsledky v časopise *Ophthalmology*. Výzkum byl proveden na 31 sklerokorneálních štěpech, včetně 6 kontrolních. Průměrný věk dárců byl 77,7 let. Metodou zjišťování bylo injikování vzduchu tzv. big bubble technikou (BB) do stromatu rohovky a následně byly prováděny tři experimenty. Prvním experimentem bylo vytvoření BB a následně odlupování Descemetovy membrány, druhým experimentem bylo odloupení Descemetovy membrány a následně vytvoření BB a třetím pokusem bylo vytvoření BB a měření jejich tlaku při prasknutí. Všechny tkáně byly podrobeny následnému histologickému vyšetření<sup>1</sup>.

Lidská rohovka je z vnějšku tvořena epitelem, který je od stromatu oddělen Bowmanovou membránou. Na stroma naléhá Descemetova membrána a vnitřní vrstvou je endotel. Přední stroma rohovky je oproti zadnímu mnohem kompaktnější, neboť se liší složením

proteoglykanů. Současná transplantace rohovky zahrnuje selektivní náhradu postižené vrstvy, aniž by byla poškozena Descemetova membrána a endotel. Toto umožňuje metoda hluboké přední lamelární keratoplastiky (HPLK)<sup>2</sup>. Tím je eliminováno riziko endoteliálního odmítnutí. Descemetova membrána může být oddělena od stromatu vstříkáním vzduchu, viskoelastické látky nebo fyziologického roztoku<sup>3</sup>. Tyto techniky oddělují Descemetovu membránu v určité rovině tak, aby zůstala Descemetova membrána obnažena. Nejoblíbenější technikou je tzv. big bubble technika, při které je vzduch vstříkován do stromatu, aby byla Descemetova membrána oddělena od zadního stromatu rohovky. Vzduch se akumuluje mezi těmito dvěma vrstvami ve formě velkých bublin (big bubbles), odtud plynoucí název techniky<sup>4,5,6</sup>.

Vzduch byl injektován přes epiteliální povrch do stromatu dárců. Celkově bylo použito 25 očí, které byly získány po smrti pacientů, jejichž příčinou byly zejména infekce, srdeční choroby a rakovina. Před použitím byly všechny tkáně udržovány v orgánové kultuře po dobu 4 až 8 týdnů po smrti. Descemetova membrána byla nadzvedávána pinzetou, avšak občas se membrána trhala. Proto se membrána nadzvedla z jiné části okraje a následně byla celá sejmuta. Tlak byl měřen tak, že na trojcestnou kanylu byla nasazena jehla, kterou se vstříkoval vzduch a tlak vyvíjený pístem stříkačky byl odečítán na připojeném kalibrovaném tlakoměru. Poté, co bublina vyskočila, byla odebrána pinzetou nadzvednutá tkáň<sup>1</sup>.

## **Výsledky**

Průměrný věk dárců byl 77,7 let (v rozmezí 53 až 94 let), 10 žen a 9 mužů. Byly získány 3 typy BB. Typ 1 je dobře ohraničený, umístěn centrálně ve tvaru kupole do průměru 8,5 mm a se šířením od centra do periferie. Typ 2 je tvořen tenkostěnnými BB, do průměru 10,5 mm, které se vytvořily nejprve v periferii jednou nebo dvěma bublinami, které se směrem do centra zvětšovaly a splývaly v jednu velkou bublinu. Třetí, smíšený, typ je podobný vznikem bublin v centru, ale velikost bublin je menší podobně, jak je tomu u druhého typu. U typu 1 bylo možné odloupnout Descemetovu membránu zcela bez poškození bublin, což značí stav, kdy zadní stěna BB byla tvořena Descemetovou membránou a další vrstvou tkáně. U druhého typu docházelo k praskání BB, což značí, že veškerý vzduch byl pod DM a nenacházela se tam žádná další tkáň. U smíšeného typu, ve chvíli kdy okraj DM dosáhl okraje sekundárních bublin, ty praskly a s dalším postupným odloupáváním DM směrem k primárním bublinám již nedocházelo k jejich praskání a DM šla odstranit stejně jako u typu 1<sup>1</sup>.

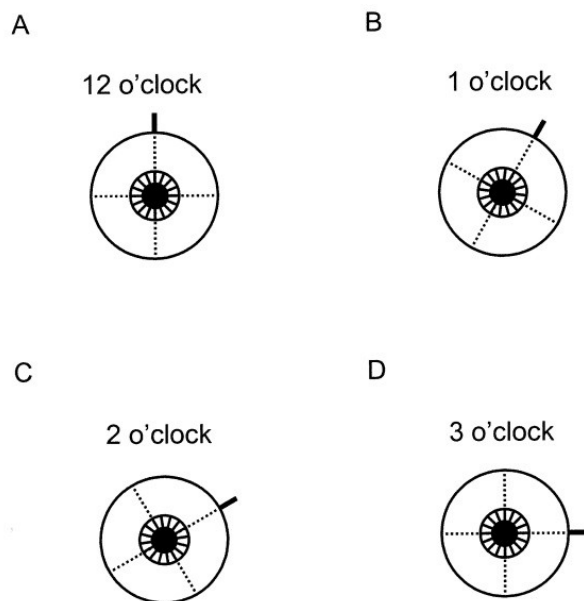
## 2. Listingovo pravidlo a jeho využití v praxi

Johannes Benedikt Listing (1808 – 1882) byl německý matematik, který učil inženýrství v Hannoveru před tím, než byl jmenován profesorem fyziky na Univerzitě v Göttingenu. Listing nikdy nepublikoval formální práci, popisující vznik Listingova pravidla a proto zůstává nejasné, za jakých podmínek ke svým formulacím dospěl. V roce 1855 Ruete tento zákon zmiňoval ve své učebnici oftalmologie, ale stále jeho význam nebyl doceněn. Až Helmholtz tento zákon ověřil a připsal jeho platnost Listingovi<sup>7</sup>.

Oko se otáčí ve třech stupních volnosti. To znamená, že se otáčí kolem těchto os:

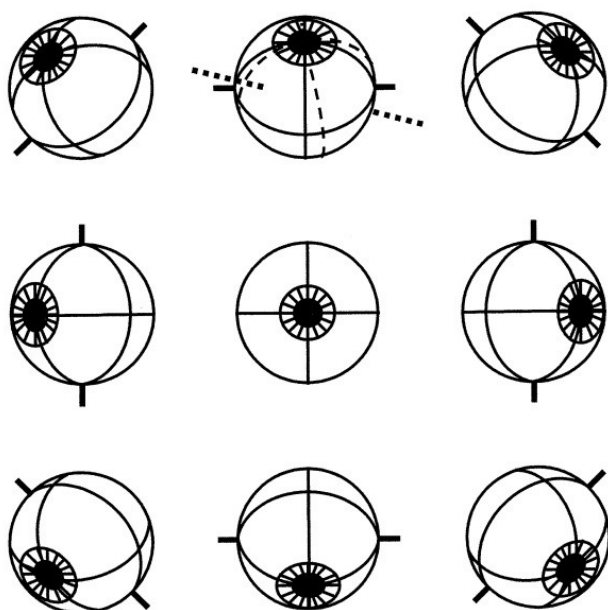
1. Kolem vertikální osy pro horizontální pohyby – abdukcii a addukci
2. Kolem vodorovné osy pro vertikální pohyby – elevaci a depresi
3. Kolem předozadní osy – incyklotorzi a excyklotorzi.

Teoreticky může oko vykonat nekonečně mnoho torzních pohybů v libovolných směrech pohledu. Obrázek 9 znázorňuje několik směrů pohybu při pohledu vpřed.



**Obrázek 9 Torzní pohyb oka<sup>12</sup>** Schéma oka směřujícího na čtenáře, kdy tučná čára značí horní pól oka na 12-ti hodinách (A) a jeho pohyb směrem na 1 hodinu (B), 2 hodiny (C) a 3 hodiny (D), apod.

Pokud existuje nekonečně mnoho torzních pozic pro každý směr pohledu, přijímá oko jednu nebo více torzních pozic pro konkrétní směr pohledu? Odpověď poskytl Donders, který učinil pokusy na svých vlastních očích pomocí paobrazů vzniklých na sítnici. Ve svých experimentech si Donders vytvořil monokulární zelený paobraz na sítnici ve tvaru kříže pomocí pohledu na kříž červený. Poté se podíval na bílou plochu před sebou, jestli kříž zůstal orientován ve vertikálně-horizontálním směru nebo jestli se stácel při různých směrech pohledu. Zjistil, že paobraz zůstal orientován ve vertikálně-horizontálním směru při pohledu nahoru, dolů, doprava a doleva<sup>8</sup>. Avšak při složeném terciálním směru nahoru doprava, nahoru doleva, dolů doprava a dolů doleva se kříž naklonil. Náklon byl závislý na míře polohy oka od přímého směru vpřed. Tímto odhalil, že existuje jeden torzní pohyb pro každou kombinaci vertikálně-horizontální polohy oka, nezávisle na směru pohybu oka do příslušné polohy. Toto pravidlo je označováno jako Dondersovo pravidlo. Oko je tedy torzně stočeno, pokud je jeho poloha v terciálním směru změněna. Ačkoliv Dondersovo pravidlo říká, že pro každou polohu oka existuje příslušný torzní pohyb, tento zákon dále nespécifikuje úhel tohoto pohybu a právě Listingovo pravidlo kvantitativně vymezuje torzní úhel. Listingovo pravidlo uvádí, že při fixaci hlavy existuje primární poloha oka a dále oko zaujímá ty polohy, které jsou dosažitelné jednou otáčkou kolem roviny nazvané Listingova rovina. Tato rovina je kolmá na osu vidění oka v primární poloze. Jinými slovy, je možné si představit jakýkoliv pohyb oka jako pohyb otočením kolem os začínajících v primární pozici oka a jejichž soubor tvoří Listingovu rovinu.



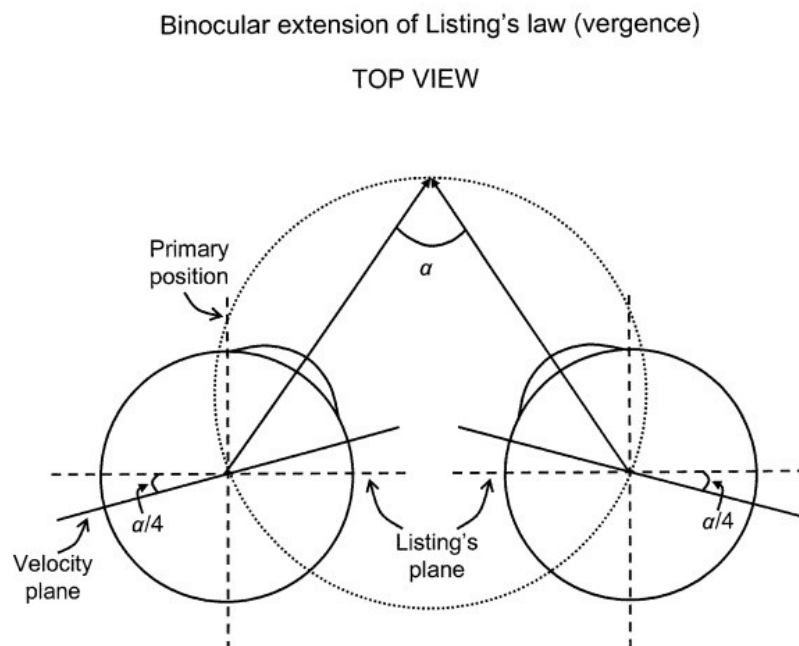
**Obrázek 10 Listingovo pravidlo<sup>9</sup>** Devět směrů pohledu naznačených plnou čarou podle Listingova pravidla, které jsou dosažitelné z primární pozice a leží na Listingově rovině

(rovina papíru). Naproti tomu poloha znázorněná přerušovanou čarou nekoresponduje s Listingovým pravidlem, neboť rotace do této polohy nastává kolem osy (tečkovaně znázorněná), která je stočená oproti primární poloze. Z obrázku též vyplývá soulad s Dondersovým pravidlem, že pro každý směr pohledu existuje příslušná torze oka.

Primární pozice podle Listinga nekoresponduje s klinicky užívaným termínem primární pozice. Klinicky užívaný termín primární pozice je pouze určením směru pohledu vpřed. Dále tedy užívaný termín primární pozice odpovídá Listingově primární pozici v součinnosti s Helmholtzovým souřadnicovým systémem.

### Binokulární rozšíření Listingova pravidla

Listingovo pravidlo uplatňujeme při pohledu do nekonečna. Nicméně pokud fixujeme blízký předmět, změní se torzní poloha oka. Během konvergence je orientace očí určena jejich otáčením kolem os, které leží v jedné rovině. Tato rovina se stáčí symetricky asi o čtvrtinu ( $\alpha/4$ ) konvergenčního úhlu  $\alpha$  (Obrázek 11)<sup>10</sup>. Tyto na konvergenci závislé změny torzních poloh (orientace Listingovy roviny) jsou označovány jako binokulární rozšíření Listingova pravidla nebo též L2. Pokud je vergenční úhel stejný, zůstává stejná i torzní poloha oka, kterou oko zaujímá při pohledu jakýmkoliv směrem a změní se až tehdy, pokud se změní úhel konvergence. Platí, že při konvergenci a pohledu nahoru dochází k excyklotorzi a při pohledu dolů k incyklotorzi<sup>11</sup>.



Obrázek 11 Binokulární rozšíření Listingova pravidla<sup>12</sup>



### **Listingovo pravidlo jako optimalizace vizuálního zpracování**

Listingovo pravidlo platí při fixaci, pro oční pohyby sakkadické, pro jemné sledovací pohyby, ale neplatí ve spánku nebo při vestibulookulárním reflexu. Proč tedy mozek uplatňuje Listingovo pravidlo, když se různé motorické systémy oka chovají odlišně? Helmholtz a Hering<sup>13</sup> se domnívali, že účelem Listingova pravidla bylo optimalizovat vizuální zpracování. Hering navrhl, že Listingovo pravidlo upravuje tok obrazu přes sítnici, čímž zjednodušuje nervové zpracování vizuální informace. Předpokládejme, že oko se nachází v primární pozici a pozoruje vějíř tvořený radiálně uspořádanými linkami. Jak oko sleduje příslušnou linku směrem ven, bude její obraz na sítnici postupovat podél stejné sady receptorů, dokud oko následuje Listingovo pravidlo. Tento stálý retinální obraz může usnadnit mozku lokalizaci linek. Helmholtzova teorie také uplatňuje zjednodušení toku sítnicových obrazů, je ale mnohem komplexnější, a to v tom smyslu, že tok sítnicového obrazu je závislý na pohybu oka v prostoru.

### **Listingovo pravidlo jako optimalizace motorického systému**

Fick a Wundt navrhli, že Listingovo pravidlo zvyšuje účinnost motorického systému tím, že minimalizuje rotační excentricitu oka. Minimalizace excentricity může vést ke snížení svalové zátěže, nutné k jejímu udržení. Tím je umožněno oku rychleji a pružněji reagovat na vstupující podněty. Představme si hráče squashe, který se snaží zůstat na středu kurtu tak, aby nezůstal nechráněn žádný z jeho rohů. Stejně tak Listingovo pravidlo udržuje oko v blízkosti torzního minima, aby bylo oko schopno rychle reagovat na přicházející podněty ze všech směrů. Tato schopnost ale odporuje principu vestibulookulárního reflexu (VOR), který zajišťuje při pohybu hlavy stabilizaci obrazu na sítnici stálou fixací sledovaného podnětu, předmětu. Proto mozek zmírní uplatnění Listingova pravidla. Dojde k vyvážení těchto protichůdných požadavků díky motorické výhodě plynoucí z Listingova pravidla a optimální stabilizace obrazu VOR. Výstupem je, že místo stabilizace celého sítnicového obrazu je stabilizována pouze část sítnice – fovea, která je místem nejostřejšího vidění<sup>14</sup>.

### **Listingovo pravidlo ve vztahu k binokulárnímu vidění**

Je prokázáno, že binokulární rozšíření Listingova pravidla představuje optimální fungování na základě motorickou účinnost systému se stereoskopickým viděním. K dosažení stereoskopického vidění je nutný soubor dvou obrazů z korespondujících míst obou sítnic a

jedná se o velmi složitý děj. Například při pozorování tzv. random-dot stereotestu tvořeném 5000 tečkami pro každé oko je ve výsledku  $5000^2$  (tj.  $2,5 \times 10^7$ ) možných dvojic pro pravé a levé oko a přesto mozek dokáže v rámci několika set milisekund uplatnit právě těch 5000, které jsou správné. Odpovědí je, že mozek využívá namísto hledání v celé sítnici pouze ty části, které jsou dostatečně velké, aby pokryly obvyklé lokalizace stereo dvojic. Čím jsou tyto okrsky menší, tím kvalitnější je stereo párování a menší je i „výpočetní zatížení“ mozku<sup>15</sup>. Jak bylo popsáno výše, při monokulárním fixování předmětu se díky Listingovu pravidlu zvyšuje motorická účinnost díky snížení rotační excentricity oka. To ale nezaručuje zmenšení sítnicových vyhledávacích okrsků. Proto Schreiber a kol. navrhli, že L2 reprezentuje kompromis mezi motorickou snahou o minimalizaci rotační excentricity (tj. Listingova pravidla) a motorickou snahou o zmenšení sítnicových oblastí určených pro stereo párování<sup>16</sup>. Jinými slovy, mozek využívá strategii, která vede k rovnováze mezi motorickou, monokulární výhodou Listingova pravidla a optimalizací stereoskopického vyhledávání.

## **Závěr**

V článku jsme se seznámili se dvěma poznatky. A to objev v pořadí 6. vrstvy rohovky, která nese jméno po svém objeviteli – H. S. Duovi, je velmi odolná a poměrně tuhá. Proto se lze domnívat, že přínos jejího objevu bude spočívat ve větším pochopení rohovkových onemocnění a větší bezpečnosti při rohovkových operacích. Druhým tématem bylo Listingovo pravidlo, jehož případná rozšíření vedou k optimalizaci motorické efektivity a zjednodušení nervového zpracování k zajištění správného binokulárního vidění. Proto jeho poznání a pochopení v součinnosti s moderními technologiemi umožnilo v současné době vytvořit brýlovou progresivní čočku, která tato pravidla zohledňuje a pomáhá tak zlepšit optický výkon celého systému.

## **Literatura:**

1. Dua HS., et al. *Human Corneal Anatomy Redefined. A Novel Pre-Descemet's Layer (Dua's Layer)*. *Ophthalmology* 2013; 120:1778-1785  
Dostupné z: [http://ac.els-cdn.com/S0161642013000201/1-s2.0-S0161642013000201-main.pdf?\\_tid=b257d7c2-1f64-11e5-99aa-00000aab0f02&acdnat=1435695485\\_cee772b48474eca67b7cf5530e6b91fb](http://ac.els-cdn.com/S0161642013000201/1-s2.0-S0161642013000201-main.pdf?_tid=b257d7c2-1f64-11e5-99aa-00000aab0f02&acdnat=1435695485_cee772b48474eca67b7cf5530e6b91fb)
2. Bron AJ. *The architecture of the corneal stroma*. *Br J Ophthalmol* 2001; 85:379 – 81.
3. Melles GR, Lander F, Rietveld FJ, et al. *A new surgical technique for deep stromal, anterior lamellar keratoplasty*. *Br J Ophthalmol* 1999; 83:327 – 33.

4. Anwar M, Teichmann KD. *Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty*. J Cataract Refract Surg 2002; 28:398 – 403.
5. Jafarinasab MR, Rahmati-Kamel M, Kanavi MR, Feizi S. *Dissection plane in deep anterior lamellar keratoplasty using the big-bubble technique*. Cornea 2010; 29:388 – 91.
6. McKee HD, Irion LC, Carley FM, et al. *Residual corneal stroma in big-bubble deep anterior lamellar keratoplasty: a histological study in eye-bank corneas*. Br J Ophthalmol 2011; 95:1463 – 5.
7. von Helmholtz H: *Handbuch der Physiologischen Optik*. Hamburg, Voss, 1867
8. Donders FC: *Beitrag zur Lehre von den Bewegungen des menschlichen Auges*. Holland Beitr Anat Physiol Wiss 1: 104–384, 1848
9. Wong AM, Sharpe JA, Tweed D: *Adaptive neural mechanism for listing's law revealed in patients with fourth nerve palsy*. Invest Ophthalmol Vis Sci 43:1796–803, 2002
10. Minken AW, Van Gisbergen JA: *A three-dimensional analysis of vergence movements at various levels of elevation*. Exp Brain Res 101:331–45, 1994
11. Mok D, Ro A, Cadera W, et al: *Rotation of Listing's plane during vergence*. Vision Res 32:2055–64, 1992
12. Wong, A.M.F.: *Listing's Law: Clinical Significance and Implications for Neural Control*. Surv. Ophthalmol. 49 (6): 563–575, 2004
13. Hering E: *Die Lehre vom Binokularen Sehen*. Leipzig, Wilhelm Englemann, 1868
14. Misslisch H, Tweed D: *Neural and mechanical factors in eye control*. J Neurophysiol 86:1877–83, 2001
15. Schor CM, Maxwell JS, Graf EW: *Plasticity of convergence-dependent variations of cyclovergence with vertical gaze*. Vision Res 41:3353–69, 2001
16. Schreiber K, Crawford JD, Fetter M, et al: *The motor side of depth vision*. Nature 410:819–22, 2001

## 4. Binokulární korekce u osob s centrálním postižením sítnice

**Autor:** Mgr. Matěj Skrbek

**Školitel:** doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

**Pracoviště:** Katedra optometrie a ortoptiky, LF MU

### **Anotace**

**Záměr:** Patologie centrální krajiny zpravidla vedou k závažnému postižení celé řady zrakových funkcí. Kromě zpravidla nerovnoměrného poklesu centrální zrakové ostrosti a kontrastní senzitivity dochází ke zhoršení stability fixace a redukci binokulární sumace zrakové ostrosti a kontrastní senzitivity. Původní foveola ztrácí funkci referenční pozice pro řízení motorického systému oka a její místo přebírají nově vznikající preferované body. Stav, který vzdáleně připomíná rozvoj fixační disparity, má negativní vliv na binokulární zrakový výkon, který může být dále zhoršován oslabenou schopností centrální fúze při současně se vyskytujícími anomáliemi binokulárního vidění (skryté a zjevné šilhání). Cílem práce je ověřit efektivitu binokulární prizmatické korekce, zohledňující a v maximální míře korigující nepřesnosti senzomotoriky zrakového ústrojí, u jedinců s centrálním postižením sítnice

**Metody:** Výzkumu se zúčastnila skupina osob s centrálním postižením sítnice a stejný počet zdravých jedinců. Po stanovení monokulární a binokulární refrakce byly zhotoveny dvě varianty testovacích brýlových korekcí do dálky i do blízka. Jedna zahrnovala sférocylindrickou i prizmatickou preskripci, druhá pouze sférocylindrickou složku. Každá varianta korekce byla nošena po dobu kalendářního měsíce a byl ověřován binokulární zrakový výkon a subjektivní spokojenost s korekcí.

**Výsledky:** Získané výstupy byly hodnoceny jak párově v rámci jedné skupiny, tak nepárově mezi skupinou s centrálním sítnicovým postižením a skupinou osob bez oční patologie. Bylo zjištěno, že nárůst binokulárního zrakového výkonu s prizmatickou korekcí se mezi osobami s centrálním postižením sítnice a kontrolním vzorkem statisticky významně neliší, avšak jedinci s patologií centrální krajiny dosahují znatelně horší binokulární sumace zrakové ostrosti při použití neprizmatické korekce, než dobrovolníci se zdravým zrakem. Obdobné výsledky přineslo i statistické šetření subjektivního ohodnocení obou testovacích korekcí.

**Závěr:** Výsledky výzkumu naznačují, že efektivita neprizmatické korekce u osob s centrálním postižením sítnice je nižší, než u asymptomatické zdravé populace, na rozdíl od prizmatické binokulární korekce. Nelze však vyvodit závěr, že se jedná o pravidlo. Spíše než paušální předpis prizmatické či neprizmatické korekce pacientům s patologií makuly je třeba přístup individualizovat. Jednoznačně však lze označit za chybu zavrnutí možnosti korekce binokulárního vidění a opomenutí jeho vyšetření u jedinců s centrálním postižením sítnice.

**Klíčová slova:** binokulární vidění, binokulární sumace, binokulární refrakce, centrální postižení sítnice, prizmatická korekce, zraková ostrost

### **Annotation**

**Background:** Many of visual functions are usually impaired by serious retinal diseases. With different speed of progression, the point of sharpest vision is being damaged and the visual acuity as well as contrast sensitivity and fixation stability declines. Instead of the damaged fovea the new preferred retinal points are arising and taking over its function as the referential position for the whole motoric system. The development of such new points of fixation can evoke something like fixation disparity. Of course, binocular vision (e. g. binocular summation of visual acuity) is markedly deteriorated too, together with the diminished central fusion due to inequality of the both, differently affected retinal pictures. It's obvious that former binocular vision disturbances (e. g. latent strabismus) could now become decompensated. The purpose of this study is to evaluate the efficiency of the binocular prismatic correction in patients with central retinal impairment that allows the restoration of the best possible correspondence of the preserved retinal areas.

**Methods:** Two groups of volunteer participants were established. There were 17 patients with central retinal impairment in the first (main) group and 17 people with healthy eyes in the second (control) group in about the same age. The visual acuity and monocular and binocular vision at far and near distance was examined and the best correction determined. Two pairs of spectacle correction were completed, one pair (glasses for distance and glasses for near vision) with full sphero-cylindrical correction and full prism correction and the other pair only with full sphero-cylindrical correction without prisms. The participants tested each pair for 1

month and the binocular visual acuity and summation were evaluated and subjective notions were noted.

**Results:** The outcomes were evaluated both within each group (main and control) and between the groups. It was found out that the improvement of binocular visual acuity (compared to the monocular of the better eye) was approximately the same in both groups when using the prismatic correction. On the other hand, participants with central retinal impairment achieved markedly lower amount of binocular summation of the visual acuity while wearing the non-prismatic spectacle correction. Vice versa, participants with healthy eyes reached higher levels of binocular summation with the non-prismatic correction than with prismatic glasses and higher than the group of patients with macular diseases. We found similar trends after evaluation of subjective notions to the worn glasses of participants in both groups.

**Conclusion:** The results of our study predicate that the non-prismatic correction is less effective than the prismatic binocular correction in patients with central retinal impairment. Nevertheless, it should not be considered as a rule. Instead of global management of the eyesight correction of patients with macular diseases with either prismatic or non-prismatic glasses, the approach should be individualized. Unambiguously, it would be a mistake to reject the possibility of assessment the correction binocularly and apply the appropriate prismatic value particularly in patients with central retinal impairment.

**Key words:** Binocular vision, binocular summation, binocular refraction, macular diseases, prismatic correction, visual acuity

## Úvod

Patologie centrálního vidění představují čím dále častější formy těžkého postižení zraku zejména vlivem zvyšující se incidence věkem podmíněné makulární degenerace (dále jen VPMD), vázané na prodlužující se délku života v populaci. Další významnou skupinu představují makulopatie spojené s velmi rozšířenými celkovými chorobami, hypertenzí a diabetem. Je zřejmé, že degenerativní, dystrofická, ale i další (např. poúrazová) postižení sítnice budou do budoucna představovat stále větší společenský problém díky výraznému omezení uplatnění jedince ve většinové společnosti, ale i díky relativně omezeným a nákladným možnostem jejich léčby. Kromě primární i sekundární prevence by měla být jedním ze zásadních terapeutických cílů snaha o co nejefektivnější využití zachovaných zrakových funkcí. K tomu si klade za cíl přispět i tato práce.

Většina forem patologií sítnice je charakteristická různou rychlostí progresu poškození makuly, tedy místa nejostřejšího vidění, a tím pádem i poklesu zrakové ostrosti. K této ztrátě nemusí docházet na obou očích zároveň a stejnou měrou. Nejvýrazněji bývá zasažena tzv. morfoskopická rozlišovací schopnost, díky níž jsou hůře rozlišovány např. nahuštěné optotypové znaky, což je v praxi známé pod pojmem „crowding fenomén“ [1]. Další výrazně zasaženou zrakovou funkcí je kontrastní senzitivita. Její pokles je všeobecně spojený se stárnutím, nicméně v případě postižení makuly je výraznější, je redukována na všech prostorových frekvencích a nejvýrazněji zhoršuje schopnost rozeznávat málo a středně kontrastní zrakové podněty [2]. Časný záchyt makulárních degenerací a především reálnější odhad míry zrakového handicapu tak lze lépe realizovat testováním zrakové ostrosti na optotypech s nižší úrovní kontrastu [3]. Výrazný vliv na kvalitu vidění má též nestabilita fixace. Poškozená foveola, coby původní referenční pozice zrakového motorického systému, není schopna generovat dostatečně kvalitní výstup pro řízení motoriky očí, čehož následky se projevují jak při monokulárních, tak především binokulárních pozorovacích podmínkách [4]. Dochází k adaptačnímu procesu, kdy se na postiženém oku vytváří zástupné referenční místo pro řízení motoriky, které leží na sítnici mimo zasažené oblasti na okraji centrálního skotomu [2]. Tato tzv. „pseudofovea“, neboli *preferred retinal locus*, PRL, slouží jako nová zástupná referenční pozice pro motorický systém očí [4]. Právě rozsah centrálního skotomu a potažmo i excentricita lokalizace PRL hraje výraznou roli v kvalitě fixace. Čím větší je vzdálenost PRL od původního centra sítnice, tím nižší je fyziologická úroveň rozlišovací schopnosti v této oblasti a tudíž i úroveň výše popsaných zrakových funkcí. Více postižené oko s perifernější lokalizací PRL tak vykazuje např. horší stabilitu fixace, než oko méně postižené. Další komplikací je fakt, že na jedné sítnici může výjimečně vznikat i více PRLs a že PRLs pravého

a levého oka nemusejí zároveň ležet na korespondujících si bodech, což je častější případ právě u jedinců s větším rozdílem v postižení pravého a levého oka. Při binokulárním pohledu tak vlastně dochází k jakési retinální disparitě. Při změně pohledových podmínek z monokulárních na binokulární může dokonce dojít i ke změně lokalizace PRL (obvykle na hůře vidoucím oku), tzn., že při monokulárních a binokulárních podmínkách mohou být využívány odlišné „pseudofovey“ [4].

Binokulární vidění za normálních okolností poskytuje vyšší zrakový výkon (zraková ostrost a kontrastní senzitivita), než každým okem zvlášť. Tento fenomén se označuje jako tzv. binokulární sumace a je definován jako rozdíl hodnot binokulárního a monokulárního zrakového výkonu (zrakové ostrosti nebo kontrastní senzitivity) lepšího oka [2]. Vlivem různé míry poškození makulární oblasti lépe a hůře vidoucího oka dochází ke značným kvalitativním odlišnostem sítnicových obrazů obou očí. Neodpovídají-li si retinální obrazy tvarem, strukturou, osvětlením a velikostí, nejsou splněny podmínky fúze [5] a šance na splynutí obou v jeden výsledný vjem se snižuje. Binokulární sumace tak u jedinců s centrálním postižením sítnice častěji než u „zdravé“ populace přechází v binokulární inhibici. Binokulární inhibice výrazněji zasahuje kontrastní senzitivitu (až 50% případů s VPMD) než zrakovou ostrost [1].

Při senzorických změnách sítnicové korespondence, například při rozvoji epiretinální membrány, doprovázené metamorfopsií, dochází k diplopii, vznikající rozkolem zhoršené až znemožněné bifoveální a zachované, nepostižené periferní fúze. Jedná se o tzv. syndrom přesunuté fovey (*dragged fovea syndrome*), u kterého dosud nebyla stanovena žádná komplexní léčba či postup; uplatňuje se okluze, matné Bangerterovy fólie, monovize a příležitostně je zmiňována prizmatická korekce k dosažení bifoveální fúze [6].

Lze předpokládat, že všechny zmíněné skutečnosti mohou negativně poznamenat především binokulární zrakový výkon a snižovat jej pod úroveň monokulárních hodnot lépe vidoucího oka. Oslabená fúze může navíc přispívat k dekompenzaci skrytého šilhání a občasnému až trvalému přechodu v manifestní úchylku se všemi následky. Tato práce má za cíl detailněji popsat potenciál binokulární prizmatické korekce, jejímž smyslem je dosažení co nejpřesnější korespondence funkčních oblastí sítnice. Na tomto místě je třeba upozornit, že existují studie, které popisují možnosti vychýlení sítnicového obrazu pomocí prizmatických brýlových čoček mimo oblastí s centrálním skotomem [7], což není případ této práce. V odborných zdrojích nebyla nalezena žádná zmínka o dosud realizovaném výzkumu za účelem stanovení efektu binokulární prizmatické korekce při korekci zraku jedinců s centrálním postižením sítnice.



## Metodika

### Účastníci studie

Vytvořeny byly dvě skupiny po sedmnácti probandech. První (tzv. hlavní) se stávala z devíti žen a osmi mužů s patologií centrální krajiny ve věku 20 až 88 let. Věkový průměr činil 66,2 roku (medián 66 let). Vstupní kritéria pro zařazení do výzkumu byla stanovena následovně:

1. Jednoznačná (specifikovaná) diagnóza poškození centrální krajiny. Původ degenerativní / dystrofický / následkem úrazu / iatrogenní.
2. Existující binokulární vidění před vznikem patologie sítnice. Do výzkumu nebyly přijaty osoby s těžkou tupozrakostí (korigovaný vízus před vznikem patologie - je-li znám - horší než 0,3) a alternujícím viděním.
3. Korigovaná zraková ostrost s aktuálně používanou korekcí více postiženého (dále jen „horšího“) oka alespoň 0,3. Pokud nelze rozlišit horší a lepší oko, pak monokulární vízus každého z nich alespoň 0,3. Výjimku tvořily osoby s nižším vízem hůře postiženého oka, u nichž však navzdory nízké zrakové ostrosti bylo možné provést vyšetření binokulární refrakce.
4. Způsobilost k absolvování subjektivního binokulárního vyšetření, tzn. schopnost smysluplně komunikovat a spolupracovat.
5. Relativní stabilita zrakových funkcí (zejména zrakové ostrosti) během 2 měsíců výzkumu.

Zastoupeny byly diagnózy (v některých případech i kumulovaně) VPMD (6 případů), Bestova choroba (1), centrální serózní chorioretinopatie (1), centrální areolární dystrofie (1), uzávěr sítnicových žil (2), hypertonická retinopatie (2), diabetická retinopatie (1), pseudovitelliformní degenerace (1), pigmentová retinopatie (1), senilní makulární díra (1), pouřazová ablace sítnice (1), chronická panuveitida (1) a v šesti případech byl přidružen cystoidní makulární edém.

Kontrolní skupinu (tzv. srovnávací) tvořilo 7 žen a 10 mužů ve věku 57 až 86 let (průměr 66,9 let, medián 65). Vstupní kritéria byla následující:

1. Věk 55 let a vyšší.
2. Přítomnost a vyšetřitelnost binokulárního vidění a korigovatelné úchyly (skrytého či manifestního šilhání).
3. Nepřítomnost patologických změn na očním pozadí a jiná závažná oční či neurologická onemocnění. Počáteční stupně katarakty byly tolerovány.

U všech zúčastněných bylo předpokládáno, že se nejedná o odborníky z oblasti optiky, optometrie nebo oftalmologie.

### Přístrojové vybavení

Veškerá vyšetření a měření probíhala na optometrickém pracovišti splňujícím zákonné požadavky kladené na provoz zdravotnického zařízení. Zraková ostrost byla testována na klasických nástěnných optotypových tabulích ETDRS (Early Treatment of Diabetic Retinopathy Study) pro vzdálenost 4m s písmeny (Good-Lite Company, Elgin, USA) a to ve čtyřech úrovních kontrastu: na standardním vysokokontrastním (jas  $85 \text{ cd/m}^2$ ) a ve třech snížených hladinách kontrastu (50%, 25% a 10%). Testováním zrakové ostrosti na optotypech se sníženou hladinou kontrastu byla simulována schopnost rozlišení „reálných“ objektů v každodenním životě. Zápis hodnot zrakové ostrosti byl prováděn pomocí protokolu ETDRS v počtu správně přečtených znaků. Samotné vyšetření monokulární i binokulární refrakce subjektivní metodou bylo prováděno na LCD optotypu Multivisus s pozitivní AV ( $45^\circ/135^\circ$ ) polarizací (bon Optic Vertriebsgesellschaft, Lübeck, Německo) na vzdálenost 4,5m. Rozdíl vyšetřovacích vzdáleností 0,5m byl zanedbán. K dispozici byla klasická brýlová skříň s rozšířenou sadou prizmatických čoček a astigmatická zkušební obruba s výškově i stranově zvlášť nastavitelnou centrací pravé a levé očníce a další drobné pomůcky. Zraková ostrost do blízka byla kontrolována pomocí klasické čtecí tabulky s decimálním odstupňováním zrakové ostrosti od 0,1 do 1,0. Binokulární refrakce do blízka byla realizována pomocí přístroje Optoprox (Essilor, Cedex, Francie) s negativní AV ( $45^\circ/135^\circ$ ) polarizací.

### Průběh vyšetření

Každý účastník výzkumu podstoupil nejprve komplexní vstupní optometrické vyšetření, na základě kterého bylo rozhodnuto o ne/splnění kritérií (viz výše) pro další účast ve studii. Hlavními body vyšetření byla anamnéza, kompletní monokulární refrakce, binokulární refrakce metodikou MKH (Mess- und Korrektionsmethodik nach Haase - měřicí a korekční metodika dle Haaseho), určení adice do blízka, vyšetření a stanovení korekce svalové rovnováhy do blízka, stanovení blízkého bodu konvergence a orientační kontrola motility očí a inkomitancí. Testována a zaznamenána byla zraková ostrost bez korekce, s korekcí po refrakci monokulárně a binokulárně s prizmatickou i neprizmatickou korekcí bezprostředně po vyšetření refrakce.

Pro každého jedince byly zhotoveny brýle do dálky a podle potřeby i korekce do blízka ve dvou variantách provedení. Jedna zahrnovala plnou sférocylindrickou i

plnou prizmatickou preskripci, druhá pouze plnou sférocylindrickou složku. Stanoven byl termín kontroly cca. 30 dní od vydání brýlí. Probandi nebyli informováni, který druh korekce budou testovat jako první, a měli za úkol brýle nosit po tuto dobu pokud možno co nejvíce a nestřídat je s jinými vlastními brýlemi. Po třiceti dnech nošení proběhla první kontrola, kdy byla ověřována zraková ostrost monokulárně i binokulárně do dálky na všech úrovních kontrastu i minimum legibile do blízka. Účastníci výzkumu subjektivně „oznámkovali“ právě nošenou korekci v pěti kategoriích: subjektivně vnímaná ostrost vidění (VÍZUS), komfort vidění (POHODLÍ), doba a obtížnost návyku na korekci (NÁVYK), stabilita vjemu a snadnost orientace v prostoru (STABILITA) a celkový dojem z dané korekce (CELKOVĚ). K dispozici byly stupně od pěti do jednoho bodu (5 bodů = nejlepší až 1 bod = nejhorší). Následně byly do týchž brýlových obrub osazeny druhé varianty korekcí, které byly testovány následující měsíc. Po té proběhla závěrečná kontrola (shodná s první), na jejímž závěru účastníci zvolili, která korekce v pořadí byla ve stejných pěti subjektivně hodnocených kategoriích lepší. Hlavní motivací pro uvážlivé a nezkreslené hodnocení byla možnost ponechat si lépe hodnocenou variantu korekce i po ukončení participace na výzkumu.

### Statistické vyhodnocení

Studie měla dvouvýběrové uspořádání jak párové (hodnocení efektu prizmatické a neprizmatické korekce u jednoho jedince v hlavní či srovnávací skupině), tak nepárové povahy (hodnocení efektu prizmatické korekce u jedinců s centrálním postižením sítnice a bez patologie). Vzhledem k různorodosti dat a mnohdy jejich nenormálnímu rozložení byly převážně využívány neparametrické statistické nástroje: Wilcoxonův párový test, nepárový Mann-Whitneyův U test, znaménkový test a Spearmanovy korelace. Získaná data byla zpracovávána pomocí software Statistica s využitím výše připomínaných testovacích nástrojů. Všechny testy byly nastaveny na kritickou hranici pravděpodobnosti  $p = 0,05$ .

### Pracovní hypotézy

Základní pracovní hypotézy byly zaměřeny na ověření přínosu binokulární prizmatické korekce ve skupině jedinců s centrálním postižením sítnice a na popsání charakteristických rozdílů mezi oběma skupinami (jak objektivně měřitelných, tak i účastníky studie subjektivně vnímaných), které mohou souviset s opodstatněním preference jednoho či druhého typu korekce. U všech následujících bodů bude posuzováno zvláště vidění do dálky a do blízka (tzn. každá hypotéza má dvě ramena – pro vidění do blízka a do dálky):

- 1) Existuje významný rozdíl mezi dosaženou binokulární zrakovou ostroší a binokulární sumací zrakové ostrosti u jedinců s centrálním postižením sítnice při použití neprizmatické a prizmatické korekce?

**Hypotéza:** Osoby s centrálním postižením sítnice budou dosahovat lepších výsledků binokulární zrakové ostrosti a sumace při použití prizmatické korekce.

**Nulová hypotéza:** Není rozdíl mezi binokulární sumací zrakové ostrosti u jedinců s centrálním postižením sítnice při použití neprizmatické a prizmatické korekce.

- 2) Liší se míra binokulární sumace zrakové ostrosti při použití neprizmatické a prizmatické korekce mezi jedinci bez a s centrálním sítnicovým postižením?

**Hypotéza:** Osoby s centrálním postižením sítnice budou vykazovat nižší míru binokulární sumace zrakové ostrosti při použití neprizmatické korekce, než-li jedinci se zdravým zrakem.

**Nulová hypotéza:** Míra binokulární sumace zrakové ostrosti bude v obou skupinách pro neprizmatickou i prizmatickou korekci totožná.

- 3) Je u jedinců s centrálním postižením sítnice na základě subjektivního hodnocení a preferenčního chování hodnocena jedna z variant korekcí jako přínosnější?

**Hypotéza:** Účastníci výzkumu s centrálním postižením sítnice budou preferovat binokulární prizmatickou korekci.

**Nulová hypotéza:** Neexistuje jednoznačná preference prizmatické či neprizmatické korekce v této skupině.

## Výsledky

Průměrná korigovaná zraková ostrost ve skupině jedinců s centrálním postižením sítnice při maximálním kontrastu dosahovala po vstupním vyšetření lepším okem 80 znaků dle protokolu ETDRS (přibližně 0,8 decimálním zápisem), horším 64,5 znaku (0,4 decimálním zápisem), binokulárně s prizmatickou korekcí 80,6 znaků (0,8 decimálně) a 79,5 znaku bez prizmatické korekce. Se snižujícím se kontrastem optotypových znaků vísus klesal a to zhruba o čtvrtinu při úrovni 10% v případě lépe vidoucího oka a binokulárně a až o třetinu u více postiženého oka. Průměrná korigovaná zraková ostrost do blízka lepším okem činila 0,85 (decimálně), binokulárně s prizmatickou korekcí 0,87 a bez ní 0,82, horším okem pak 0,48. Při kontrole, následující po měsíci nošení prizmatické korekce, dosahovala binokulární zraková ostrost do dálky 80,6 znaků (vysoký kontrast) a do blízka 0,86 decimálně. Korekci probandi ohodnotili v průměru 3,78 body z pěti možných na dálku a

4,04 body do blízka. Při kontrole po měsíci nošení neprizmatické (kontrolní) korekce byla naměřena binokulární zraková ostrost do dálky 79,4 znaků (vysoký kontrast) a 0,81 decimálně do blízka. Průměrné bodové ohodnocení korekce do blízka bylo 4,02 z pěti možných do dálky i do blízka. Prizmatickou korekci do dálky preferovalo na závěr výzkumu 24% jedinců z hlavní skupiny, do blízka dokonce 60%.

Participanti v kontrolní skupině (bez patologie očního pozadí) po korekci dosahovali zrakové ostrosti průměrně 86,4 písmene dle protokolu ETDRS (přibližně 1,0 decimálním zápisem) do dálky při plném kontrastu lepším okem, 85,1 horším okem a binokulárně 87,8 s prizmatickou a 88,2 s neprizmatickou korekcí. Pokles zrakové ostrosti s ubývajícím kontrastem nebyl tak markantní, zhruba o 20%, pouze v případě hůře vidoucího oka až 25%. Zraková ostrost do blízka lepším okem činila 0,96 a horším 0,95 decimálně, binokulárně s prizmatickou korekcí 0,99 a s kontrolní (neprizmatickou) korekcí 0,98. Při kontrole po měsíci nošení prizmatické korekce dosahovala průměrná binokulární zraková ostrost do dálky 88,6 znaků (téměř 1,25 decimálně) a 0,99 decimálně do blízka. Nositelé udělili průměrné bodové ohodnocení prizmatické korekci do dálky 4,06 a 4,32 z pěti možných do blízka. Vízus do dálky při kontrole po měsíci nošení neprizmatické korekce dosahoval při normální úrovni kontrastu 89 znaků a do blízka 0,99 decimálně. Tuto variantu uživatelé ohodnotili průměrně 4,55 body z pěti možných a do blízka dokonce 4,61. Prizmatickou korekci do dálky preferovalo 24% účastníků v kontrolní skupině výzkumu a v 35% do blízka.

Pro párové hodnocení výsledků v rámci hlavní skupiny (jedinci s centrálním postižením sítnice) byly využity hodnoty binokulární zrakové ostrosti a binokulární sumace zrakové ostrosti na různých úrovních kontrastu. Hodnocení efektivity prizmatické a neprizmatické korekce pomocí neparametrického Wilcoxonova a znaménkového testu neprokázaly statisticky významné rozdíly v binokulární zrakové ostrosti a binokulární sumaci při použití prizmatické a neprizmatické korekce ve skupině osob s centrálním postižením sítnice vyjma binokulární sumace zrakové ostrosti do blízka, která nabývala vyšších hodnot s prizmatickou variantou korekce. Naopak ve skupině zdravých osob se statisticky významná jevila nižší míra binokulární sumace zrakové ostrosti do dálky při použití prizmatické korekce v kategorii součtu všech přečtených znaků.

Dále bylo testováno, zda se vyskytnul významný rozdíl v udávaném subjektivním hodnocení korekce při používání prizmatické a neprizmatické varianty a to jak ve skupině jedinců s centrálním postižením sítnice, tak i u vzorku zdravých osob. V prvním případě (hlavní skupina) nebyly nalezeny žádné statisticky významné rozdíly v hodnocení prizmatické a kontrolní korekce. Naproti tomu jedinci v kontrolní skupině (bez

sítnicových patologií) výrazně negativněji subjektivně hodnotili prizmatickou korekci v kategorii „pohodlí“.

Meziskupinové srovnání efektivity binokulární prizmatické korekce spočívalo v porovnání hodnot binokulární sumace zrakové ostrosti jak do dálky na všech úrovních kontrastu optotypu, tak do blízka (hodnoceno minimum legibile) a také porovnání rozdílů binokulárních sumací při použití prizmatické a neprizmatické korekce. Z pochopitelných důvodů nemělo smysl porovnávat absolutní hodnoty zrakové ostrosti. Binokulární sumace zrakové ostrosti s prizmatickou korekcí v hlavní skupině činila v průměru 1,0 znaku ETDRS pro vysokokontrastní optotypové znaky, 0,9 pro kontrast 50%, 1,5 znaku pro 25% kontrast a 1,8 znaku pro kontrast 10%. V kontrolní skupině „zdravých“ jedinců dosahovala sumace při použití prizmatické korekce průměrně 0,7 znaku ETDRS při plném kontrastu, 1,2 při kontrastu 50%, 0,5 při 25% kontrastu a 1,9 při kontrastu 10%. Do blízka se s prizmatickou korekcí v hlavní skupině pohybovala na 0,05 decimálně, v kontrolní skupině pouze 0,01. S použitím neprizmatické korekce se binokulární sumace v hlavní skupině snížila na 0,0 znaků ETDRS pro plný kontrast, -0,6 při kontrastu 50%, -0,5 pro kontrast 25% a 0,5 při 10% kontrastu optotypových znaků. Naopak v kontrolní skupině byl s neprizmatickou korekcí zaznamenán vzestup binokulární sumace zrakové ostrosti na 1,6 znaku ETDRS při vysokokontrastních optotypových písmenech, 1,2 při kontrastu 50%, 1,9 při 25% kontrastu znaků a dokonce 2,9 písmen ETDRS pro kontrast 10% (!). Do blízka činila sumace zrakové ostrosti s neprizmatickou korekcí u jedinců s centrálním postižením sítnice -0,003 (decimálně), u osob bez patologie očního pozadí nebyla sumace zaznamenatelná, neboť všichni jedinci monokulárně lepším okem dosáhli vízu alespoň 1,0 decimálně, což byla dostupnými pomůckami nejvyšší hodnotitelná úroveň a tudíž, zjednodušeně řečeno, nebylo jak měřit další případné zlepšení nad úroveň monokulárních hodnot. Rozdíl binokulárních sumací s prizmatickou a neprizmatickou korekcí (tzn. od hodnoty sumace s prizmatickou korekcí byla odečtena hodnota sumace s neprizmatickou korekcí) v hlavní skupině činil do dálky 1,0 znaku ETDRS pro plný kontrast, 1,5 znaku pro kontrast 50%, 2,0 znaky pro 25% kontrast a 1,2 znaků při 10% kontrastu, do blízka pak 0,05 decimálně. Ve skupině srovnávací tento rozdíl dosáhl -0,9 znaku ETDRS pro vysoký kontrast, -0,1 znaku pro kontrast snížený na 50%, -1,4 znaku pro 25% kontrast a -1,0 znak při 10% kontrastu, do blízka 0,01 decimálně. Přímou konfrontaci (bez nutnosti sledování binokulární sumace) obou skupin bylo možné relevantně vytvořit pouze s pomocí subjektivního hodnocení. Opět bylo porovnáváno bodové „ohodnocení“ obou typů korekce v pěti kategoriích (viz průměrné bodové hodnoty, uvedené výše v textu).

Pro nepárové vyhodnocení výsledků binokulárních sumací zrakové ostrosti a jejich rozdílu v obou skupinách bylo využito jak neparametrického Mann-Whitney U testu, tak i parametrického nepárového t-testu, neboť se vstupní data (dle výstupů Shapiro-Wilkova testu) nacházela na hranici normálního a nenormálního rozložení s hladinou pravděpodobnosti kolem 0,05. Výsledky testů nepřinesly statisticky významný rozdíl v binokulární sumaci zrakové ostrosti při použití prizmatické korekce mezi jedinci v hlavní a kontrolní skupině, ale poukázalo na výrazně odlišné (statisticky významné) výsledky při použití neprizmatické korekce, kdy míra sumace u jedinců s centrálním postižením sítnice klesla, ale u osob bez centrálního postižení sítnice naopak výrazněji stoupla. Podobných výsledků bylo dosaženo i testováním rozdílů binokulárních sumací s prizmatickou a neprizmatickou korekcí mezi oběma skupinami. Byla nalezena statisticky významná odlišnost rozdílů sumací do dálky na úrovni kontrastu optotypových znaků 25% a při souhrnu celkově přečtených znaků ve všech hladinách kontrastu a také pro minimum legibile do blízka. Při porovnání číselných hodnot rozdílů sumací je markantní, že probandi v hlavní skupině vykazovali významně vyšších hodnot sumací při použití prizmatické korekce, kdežto naopak jedinci v kontrolní skupině dosahovali lepších hodnot binokulárních sumací při nošení neprizmatické (kontrolní) korekce.

Významné rozdíly v subjektivním hodnocení obou typů korekcí mezi osobami v hlavní a kontrolní skupině byly shledány opět pro neprizmatickou korekci. Neprizmatickou korekci do dálky v kategorii „pohodlí“, kdežto do blízka navíc i v kategoriích „zraková ostrost“ a „stabilita“ vidění výrazně lépe hodnotili jedinci bez patologie očního pozadí, než účastníci výzkumu s centrálním postižením sítnice.

## **Závěr**

Analýzou výše předkládaných výsledků lze dojít k poměrně zajímavým, avšak smysluplným závěrům. Přímou se nepotvrdilo, že by existoval markantní rozdíl mezi jedinci „zdravými“ a s centrálním postižením sítnice jak v subjektivním posuzování, tak v objektivněji měřitelném nárůstu zrakového výkonu díky binokulární sumaci zrakové ostrosti při použití prizmatické binokulární korekce. Obě skupiny tento typ korekce posuzovaly více méně uniformně a i výsledky binokulární sumace zrakové ostrosti za různých podmínek kontrastu se zásadně nelišily. Diametrálně odlišná situace však nastala při použití „tradiční“ neprizmatické korekce. Zrakový výkon jedinců s patologií makuly ztlačně klesnul, kdežto o většiny „normálně“ vidoucích účastníků studie se naopak dokonce zvýšil. Podobné

výsledky odráželo i subjektivní hodnocení korekcí. Zatímco prizmatická korekce byla oběma skupinami hodnocena zhruba stejně, jedinci s patologií makuly hodnotili neprizmatickou korekci výrazně hůře, než osoby s normálním zrakem, které naopak neprizmatickou korekci hodnotily vesměs lépe než prizmatickou. Vzhledem k pracovním hypotézám lze říci, že se nepotvrdil lepší zrakový výkon jedinců s centrálním postižením při použití prizmatické korekce ve srovnání se skupinou zdravých jedinců, což je znění hypotézy č. 1 (v tomto srovnání obě skupiny vyšly přibližně rovnocenně), ale zároveň se ukázalo, že existuje podstatný rozdíl ve zrakovém výkonu obou skupin při použití neprizmatické korekce, což potvrzuje platnost hypotézy č. 2. Složitější je interpretace výsledků preference prizmatické či neprizmatické korekce na základě subjektivního hodnocení (hypotéza 3). Z průměrného bodového ohodnocení je zřejmé, že probandi jak v hlavní, tak kontrolní skupině v případě korekce do dálky udělili lepší známku neprizmatické korekci a i v závěrečném rozhodnutí shodně volili v 76% neprizmatickou korekci. Prizmatickou korekci do blízka jedinci v hlavní skupině hodnotili mírně vyšším počtem bodů než její neprizmatickou alternativu, kdežto účastníci výzkumu v kontrolní skupině hodnotili celkem jednoznačně i do blízka lépe neprizmatickou korekci. Tomu odpovídá i rozdíl v konečném hodnocení korekcí, kdy 60% jedinců ve skupině s centrálním postižením sítnice preferovalo prizmatickou binokulární korekci do blízka, kdežto v kontrolní skupině tomu bylo pouze v 35% případů. Hypotéza č. 3 tedy platí pouze pro korekci do blízka. Preferovaná korekce do dálky byla volena ve stejném poměru v obou skupinách a zde tedy zůstává platná nulová hypotéza. Výsledky detailnějšího testování vazeb subjektivního hodnocení obou typů korekce na další faktory, které byly při výzkumu sledovány, nejsou k datu uzávěrky příspěvků do sborníku k dispozici, ale jsou plánovanou součástí tohoto výzkumu.

Z výše uvedených souvislostí lze vyvodit několik zásadních poznatků pro praxi. Vycházíme-li z předpokladu, že je v současnosti běžným standardem neprizmatická korekce, je možné očekávat, že u nezanedbatelné části populace jedinců, a to jak se zdravým zrakem, tak zejména s centrálním postižením sítnice, nedosáhneme zcela ideálního zrakového výkonu. Lze tedy doporučit u všech pacientů a klientů, u kterých je to možné, pokusit se provést kompletní vyšetření refrakce včetně binokulárního vidění a ověřit možný přínos binokulární korekce. Pokud bychom aplikovali plnou binokulární prizmatickou korekci paušálně (což nelze zcela doporučit), dopustili bychom se menší chyby v případě jedinců s centrálním postižením sítnice než u „zdravé“ populace jak co do zrakového výkonu, tak i do subjektivního vnímání korekce. Žádoucí je též nepodcenit význam plné binokulární (prizmatické) korekce do blízka, která v 60% případů osob s patologií centrálního vidění byla



hodnocena jako lepší a zároveň poskytovala vyšší zrakový výkon. Nalik je výraznější preference prizmatické korekce do blízka u těchto případů způsobena např. poruchami konvergence by měla objasnit další část výzkumu, jejíž výsledky nejsou v tomto příspěvku prezentovány. Překvapující mohou být výsledky i v souvislosti s většinovou populací. Zatímco odhady podílu prizmatických korekcí z celkového počtu nošených se pohybují v řádech jednotek procent a předpokládaný výskyt symptomatologií, spojených s nekorigovanými poruchami binokulárního vidění, rámcově kolem 15% v celkové populaci, v naší studii, kde byla plná prizmatická korekce aplikována nehledě na symptomatologii, ji preferovalo 24% jedinců bez oční patologie do dálky a 35% do blízka.

Rozhodnutí, kdy prizmatická binokulární korekce význam má a kdy ne, nadále zůstává na bedrech očního specialisty. Ani v jedné ze skupin neexistovaly tak jednoznačné preference a objektivně hodnotitelné výsledky změn zrakového výkonu, které by umožnily vytvořit striktní pravidlo o použití jednoho či druhého typu korekce. Vždy je třeba mít též na paměti možný rozkol v dosažených „objektivních“, měřitelných výsledcích (zraková ostrost) a subjektivní snesitelností a komfortem korekce, které patrně mají nejvýraznější vliv na ochotu danou korekci nosit a tudíž i na její význam pro daného jedince.

#### **Literatura:**

1. TARITA-NISTOR, Luminita, GONZÁLEZ, Esther G., MARKOWITZ, Samuel N., STEINBACH, Martin J. Binocular function in patients with age-related macular degeneration: a review. *Can J Ophthalmol*, 2006, Vol. 41, NO. 3, 327–332.
2. GONZÁLEZ, Esther G., TARITA-NISTOR, Luminita, MARKOWITZ, Samuel N., STEINBACH, Martin J. Computer-Based Test to Measure Optimal Visual Acuity in Age-Related Macular Degeneration. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2007, Vol. 48, No. 10, 4838-4845.
3. BARTESELLI, G., GOMEZ, M. L., DOEDE, A. L., CHHABLANI, J., GUTSTEIN, W., BARTSCH, D-U., DUSTIN, L., AZEN, S. P., FREEMAN, W. R. Visual function assessment in simulated real-life situations in patients with age-related macular degeneration compared to normal subjects. *EYE*, 2014, Vol. 28, Issue 10, 1231-1238.
4. TARITA-NISTOR, Luminita, BRENT, Michael H., STEINBACH, Martin J., GONZÁLEZ, Esther G. Fixation Stability during Binocular Viewing in Patients with Age-Related Macular Degeneration. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011, Vol. 52, No. 3, 1887-1893.

5. GOERSCH, Helmut. Die Grundlagen des normalen Binokularsehens. *DOZ*, 1990, 10., S. 22-28.
6. EVANS, B. J. W.: *Pickwell's Binocular Vision Anomalies*. Philadelphia : Butterworth Heinemann Elsevier, 2007. 454 p. Fifth edition. ISBN 978-0-7506-8897-0.
7. MARKOWITZ, Samuel N., REYES, Sophia V., SHENG, Li. The use of prisms for vision rehabilitation after macular function loss: an evidence-based review. *Acta Ophthalmologica*. 2013, Vol. 91, 207–211.

## 5. Akomodačně-vergenční parametry u uživatelů výpočetní techniky

**Autor:** David Severa

**Školitel:** Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.

**Pracoviště:** Katedra optometrie a ortoptiky, LF MU

### **Anotace**

Používání počítačů je v posledních letech stále častější. Jen v českých domácnostech se jejich počet za posledních sedm let téměř zdvojnásobil. S rozvojem výpočetní techniky došlo zároveň k rozvoji skupiny specifických symptomů, které se souhrnně nazývají Computer Vision Syndrome (CVS). Tento stav má základ v rozdílné podstatě pozorovaných objektů - tištěný vs. elektronický předmět. V praxi je potřeba u symptomatologických pacientů sledovat refrakční stav, akomodačně-vergenční parametry i ergonomii pracovního prostředí.

**Klíčová slova:** ergonomie, syndrom, počítač, akomodace, vergence

### **Annotation**

Recently, the use of computers become more frequent. The number of personal computers doubled in the last seven years in Czech households. Development of specific symptoms has occurred to the development of computer technology at the same time, generally known as Computer Vision Syndrome (CVS). This state is based on the different nature of observed objects - the hardcopy vs. digital object. In practice it is necessary to check the refractive status, accommodative-vergence parameters and the working environment ergonomic in group of symptomatic patients.

**Key words:** ergonomoy, syndrome, computer, accommodation, vergence

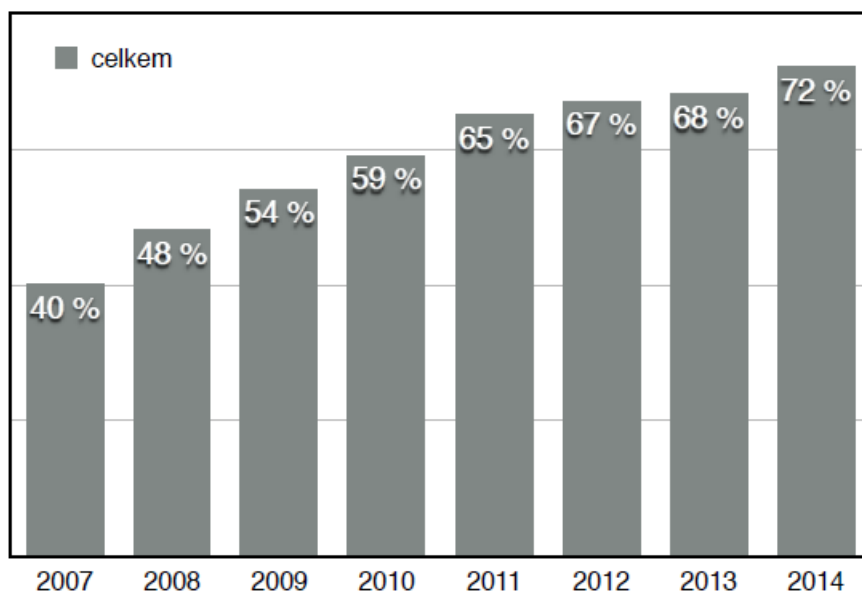
### **Úvod**

Dle socio-demografické studie Českého statistického úřadu (ČSÚ) z roku 2014 je v České republice přibližně **72 % domácností vybavených alespoň jedním**

**počítačem.** Dle Eurostatu se Česká republika v této kategorii pohybuje na 17. místě z celkového počtu 28 členských zemí EU (v roce 2014). Co se týká samotných uživatelů osobních počítačů, byl jejich podíl v Česku stanoven na 74 %. Uživatelem byl za účelem této studie označen ten, kdo použil osobní počítač alespoň jednou během posledních tří měsíců před samotným šetřením. Stejně číslo pak platí zároveň pro uživatele internetu. Toto číslo představuje přibližně 6,4 milionu obyvatel České republiky starších 16 let. V každodenním kontaktu s osobním počítačem je přibližně 56 % Čechů. Vzhledem k faktu, že asi 94 % domácností s dětmi vlastní minimálně jeden osobní počítač, dá se očekávat vzrůstající tendence k expozici vlivům výpočetní techniky. Jelikož neuživatelé osobních počítačů byly převážně osoby starší 65 let, je nutné vzhledem ke stále nadprůměrné úmrtnosti v České republice a ke vzrůstající digitální gramotnosti populace počítat s procentuálním nárůstem uživatelů výpočetní techniky.

*Vybavení českých domácností*

*osobním počítačem (zdroj: ČSÚ 2014)*



## KOMPLEX POČÍTAČOVÉHO UŽIVATELE

**Computer Vision Syndrome (CVS)** je souhrnné označení skupiny očních obtíží, pramenících ze zpravidla prolongovaného používání výpočetní techniky. [1] Podle AOA (*American Optometric Association*) trpí takovými obtížemi přibližně **70 %** všech amerických denodenních uživatelů výpočetní techniky. Z hlediska zdravotní terminologie však není označení slovem syndrom zcela exaktní, jelikož **syndrom označuje skupinu symptomů**, vztahujících se ke specifickému onemocnění. V důsledku toho by pak CVS nesplňoval kritéria pro označení jako syndrom. Přesnější se v tomto případě jeví pojmenování **komplex počítačového uživatele**. Celosvětově se však používá pojmenování pomocí syndromu. Mezi nejčastější cesty účinku video terminálů na vizuální systém lidského oka patří působení emitovaného spektra elektromagnetického vlnění, nevhodná ergonomie pracovního prostředí a jeho osvětlení, nekorigovaná refrakční vada a neodpovídající výkon akomodačního a vergenčního systému. Z celkově působících faktorů je možné doplnit okolní teplotu a vzdušnou vlhkost. Dle Hayese (2007) navíc existuje přímá úměra mezi délkou expozice výpočetní technice a úrovní zrakového dyskomfortu. [2] Rossignol et. al. (1987) navíc stanovuje čtyři hodiny jako významnou časovou hranici pro pravděpodobný rozvoj příznaků CVS. Bolesti očí se pak podle autora ve významnějším měřítku objevují po sedmi hodinách práce s počítačem. [3]

Scheiman a Wick (2008) kategorizují příčiny potíží, spojených s užíváním výpočetní techniky do čtyř základních podkapitol - **refrakční stav, binokulární vidění, celkové a oční zdraví, ergonomie**.

Kromě několika hlavních příčin, uvedených výše, existuje škála dalších faktorů, které přispívají k urychlení vzniku, popř. trvání příslušných projevů. Patří mezi ně již zmíněná délka zátěže a úroveň vizuálních schopností uživatele. Pod tímto pojmem si lze představit úroveň okulomotorických funkcí, věkem podmíněné změny očních tkání, korekce přítomné ametropie, přesnost akomodační a vergenční odezvy a zároveň koordinaci akomodačně vergenčních schopností. Přestože se dá očekávat odeznění celkových a očních symptomů po ukončení práce na IT zařízení, existuje určitá pravděpodobnost, že řada symptomů (převážně těch pramenících z akomodačního podkladu) může přesto, alespoň v omezeném rozsahu a intenzitě dále přetrvávat. Naopak při pokračující zátěži se dá očekávat prolongace a celkové prohloubení potíží. Toto je třeba podpořit znalostí o fungování vlastní akomodace a jejich vlastnostech. [1]

Obecně pak z uvedených příčin mohou vyplývat následující symptomy:

- *bolesti hlavy*
- *zamlžené vidění*
- *slzení*
- *pálení a řezání očí*
- *červené oko*
- *syndrom suchého oka*
- *bolesti krční páteře*
- *oční únava*
- *ospalost*
- *obtížná koncentrace*
- *ztráta pozornosti s narůstajícím časem*
- *přeskakování čteného textu a obtížná orientace v něm*
- *diplopie*

Na vznik uvedených symptomů má zajisté vliv i již zmíněná nekorigovaná ametropie. V tomto ohledu je rozhodující přítomnost hypermetropie a některých typů astigmatismu. Dá se očekávat, že hodnota nekorigované hypermetropie přibližně odpovídá hodnotě naddimenzované akomodace a tedy spotřebované akomodační rezervy. Při nedodržení přibližně jedné třetiny akomodační šíře jako rezervy se jedná o možný spouštěč akomodační únavy. [11]

Kromě nekorigované refrakční vady může být poměrně častou příčinou nevhodné použití korekční pomůcky. Tento stav si lze představit jako práci s počítačem u nositele bifokálních brýlí - presbyopa, který kompenzačně zaklání hlavu a přibližuje se k monitoru tak, aby umístil pozorovanou obrazovku do oblasti segmentu na čtení, navíc v primárně korigované čtecí vzdálenosti. Daná situace může vyplývat nejen z nepochopení principu korekce nositelem, ale bohužel také z absence poradenství z hlediska očního specialisty, či oční optika. Doporučení by mělo směřovat spíše do kategorie progresivních brýlových čoček, popř. k vhodně nastavené jednoohniskové variantě brýlí.

Z hlediska ergonomie často pracoviště s počítačem nevyhovuje nárokům dětských uživatelů, u kterých se mohou ještě častěji rozvíjet nejen problémy očního,

ale i pohybového aparátu. Typické jsou bolesti a vývojové abnormality vývoje v oblasti ramen, krční páteře a ostatních částí.



*Ergonomické uspořádání pracovního prostředí uživatele osobního počítače*

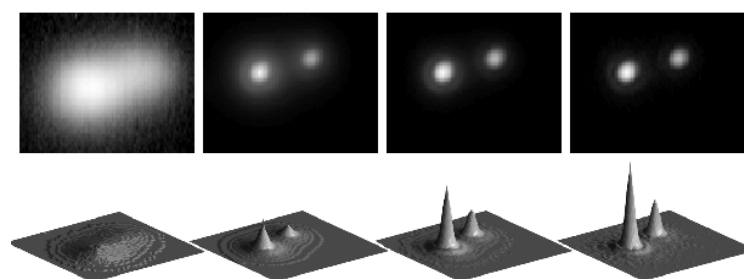
(zdroj: <http://lcbenefield.hubpages.com/hub/Making-Your-Home-Office-Ergonomically-Correct>)

## AKOMODACE A VERGENCE

Mezi nejčastěji monitorované funkce akomodačního systému patří akomodační amplituda, akomodační snadnost, zpoždění akomodace a předstih akomodace, resp. akomodační přesnost. Ve světle moderní doby se dnes v optometrické praxi tyto parametry zjišťují za poněkud nepřirozených podmínek. V reálném životě se totiž poměr časů, kdy jedinec pracuje s tištěným textem a s textem na obrazovce počítače, popř. smartphonu, stále výrazněji posunuje ve prospěch výpočetní techniky. I z toho důvodu se odborná oftalmologická společnost stále více a podrobněji zaměřuje na stav a chování zrakového systému za podmínek, které nejsou pro lidský organismus primárně přirozené, tedy při pohledu na digitální obraz - displej. Předmětem mnohých studií bývá především srovnání normativních dat, získaných v minulých dobách dosud obvyklou cestou (pomocí tištěných testů) s hodnotami naměřenými při pohledu na obrazovku. Studie z roku 2002 se například zabývala srovnáním přesnosti akomodační odpovědi (měřeno pomocí optometru) u mladých

emetropů při pohledu na stejně velký předmět v podobě tištěného a elektronického textu. Přibližně 80 % osob vykazovalo o 0,33 D nižší hodnoty akomodační odpovědi při pohledu na písmo monitoru. Dá se tedy hovořit o narůstajícím zpoždění akomodace, přičemž hodnota akomodační šíře nebyla limitujícím faktorem. [5] V praxi bývá často zvažováno použití, resp. navýšení přídavku do blízka z důvodu eliminace příznaku syndromu počítačového uživatele. S ohledem na výsledky uvedené studie by však byl tento krok zbytečný, z hlediska některých způsobů korekce dokonce kontraproduktivní. Většina vyšetřovaných totiž nepociťovala vyšší potřebu akomodovat. Úprava přídavku do blízka se v tomto případě jeví jako logická spíše pro práci s tištěným textem. Zvýšení, popř. aplikace přídavku do blízka se naopak jeví užitečné v případech esoforie s vysokou hodnotou AC/A poměru, při řešení presbyopie, nebo akomodační insuficience. O dva roky později se objevila studie (Penisten 2004), která přináší zcela opačné výsledky. Bylo zjištěno, že vzrůstající hodnota akomodačního zpoždění (= klesající akomodační odpověď) se projevuje při pohledu na tištěný text. Dioptrický rozdíl zde dosahoval až signifikantní hodnoty 0,92 D. V tomto případě byly výsledky zjišťovány pomocí dynamické retinoskopie.

Peres (2015) se zabýval měřením akomodační amplitudy a akomodační snadnosti u uživatelů počítače. Výsledkem jeho studie byl normální nález akomodační amplitudy ve srovnání s hodnotou dle Hofstetterovy formulace a snížená akomodační snadnost. Již v úvodu byl zmíněn čas, jako jeden z mnoha faktorů vzniku symptomů. S narůstajícím časem totiž dochází k úbytku vergenčních schopností, tedy pozitivních a negativních fúzních rezerv. [9] Následkem toho se upravuje stav fixační disparity směrem do exo odchylky. [10]



*Grafická analýza jasů sousedních pixelů*

(zdroj:

<http://inspirehep.net/record/823349/files/TauOphPicsD.png>)



Rozdíl ve způsobu vidění tištěného znaku a znaku na obrazovce spočívá již v principu tvorby znaku samotného. Zatímco kvalitně vytištěné písmo v detailu představuje ohraničenou a kontinuálně probarvenou plochu slitých bodů s jemným rozlišením vysoko nad minimem separabile lidského oka (bodovou strukturu je možné rozeznat spíše na mikroskopické úrovni), detail digitálního písma na obrazovce je poněkud hrubší. Každý znak je sestaven z množiny jednotlivých bodů (pixelů), kde každý pixel nese ve své ploše proměnlivý jas. Ten se od centra pixelu k jeho periferii postupně snižuje. Tato vlastnost je příčinou obtížnějšího zaostření lidského oka na takový předmět. Úroveň akomodace je v tomto případě obtížně udržitelná a její úroveň klesá na tzv. *klidovou úroveň akomodace* a systém oka je tak zaostřen na bod ve virtuálním prostoru za monitorem. Toto je však podnětem pro opakovanou aktivaci akomodace a posun předmětové roviny na požadovanou rovinu monitoru, resp. pixelu. Popsané střídání akomodační odpovědi během pohledu na displej postupně vyvolává únavu svalů akomodačního aparátu a zároveň svalů okohybných, které kvůli nebezpečí vzniku diplopie udržují úroveňvergence v rovině předmětu (monitoru). Obtížnost zaostření je dána také absencí fyzického kontaktu uživatele s předmětem (monitorem). Ve srovnání se čtením tištěného textu, drženého v ruce, což dotyčným napomáhá proximálně odhadnout potřebu akomodační odpovědi, nedochází většinou k fyzickému kontaktu s monitorem. Chybějící spolupráce oko-ruka vstupuje do celé problematiky jako další zatěžující faktor.

## **Závěr**

Na základě mnoha studií, realizovaných během několika uplynulých desetiletí se stále nedaří efektivně pojmenovat a shrnout optické, vizuální a optokinetické jevy, které by přehledně charakterizovaly skupinu uživatelů výpočetní techniky. Vcelku přesně však ale dokážeme změřit, či jinak zaznamenat většinu parametrů akomodačního, vergenčního a okulomotorického aparátu a na základě jejich analýzy potom doporučit nutnost a způsob řešení potenciálního problému. Je tedy na zvážení každého praktika, zda a kolik dílčích testů zařadit do koncepce vlastního vyšetření. Tento individuální způsob se prozatím ukazuje stále jako nejspolehlivější. Cesta k řešení totiž představuje analýzu okulomotorických funkcí, řešení refrakčního stavu, optimalizaci binokulárních funkcí, kontrola zdravotního stavu zrakového aparátu, zohlednění ergonomických nároků a v neposlední řadě odborná konzultace ohledně použití aplikované korekce.

## Literatura:

1. American Optometric Association. *Computer Vision Syndrome (CVS)*. Rok 2011; dostupné na: <http://aoa.org/x5374.xml>
2. Hayes J.R., Sheedy J.E., Stelmack J.A. *et al.* *Computer use, symptoms, and quality of life*. *Optima Vis Sci*, 84 (2007), str. 739-745.
3. Rossignol A.M., Morse E.P., Summers V.M. *et al.* *Visual display terminal use and reported health symptoms among Massachusetts clerical workers*. *J Occup Med*, 29 (1987), str. 112-118.
4. Collier J.D., Rosenfield M. *Accommodation and convergence during sustained computer work*. *Journal of the American Optometric Association*, vol. 82 (2011), str. 434-440.
5. Wick B., Morse S. *Accommodative accuracy to video display monitors*. *Optom Vis Sci*, 79 (2002), str. 218.
6. Penisten D.K., Goss D.A., Philpott G. *et al.* *Comparison of dynamic retinoscopy measurements with a print card, a video display terminal, and a PRIO system tester as test targets*. *Optometry*, 75 (2004), str. 231-240.
7. Scheiman M., Wick. B. *Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders*. Lippincott Williams & Wilkins, 2008; s. 748
8. Gonzáles-Pérez M., Rodríguez-Muixi C. *Ocular accommodation and visual symptoms among video display terminal (VDT) users*. 2015; Budapest 2015 - Creating a forum for optometry and optics in Europe (presentation).
9. Watten R.G., Lie I., Birketvedt O. *The influence of long-term visual near-work on accommodation and vergence: a field study*. *J Human Ergol* 1994; 23:27-39.
10. Jaschinski W. *The proximity-fixation-disparity curve and the preferred viewing distance at a visual display as an indicator of near vision fatigue*. *Optom Vis Sci* 2002;79:158-69.
11. Rutrle, M. *Brylová optika*. 2. vyd., Brno: IDVPZ, 1993, str. 99. ISBN 80-7013-145-4

## 6. Diplopie s insuficiencí konvergence u nestrabujícího pacienta

**Autorka:** Mgr. Andrea Jeřábková

Školitel: MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D.

Pracoviště: Ortoptická ambulance, Brno, Katedra optometrie a ortoptiky, LF MU Brno

### **Anotace**

Diplopie je velký problém nejen u nás, ale také ve světě. Diplopie se vyskytuje nejčastěji u pacientů s paralytickým strabismem a u pacientů s insuficiencí konvergence.

**Klíčová slova:** diplopie, synoptofor, ortoptická cvičení

### **Annotation**

Diplopia is a big problem not only in the Czech republic but also in the world. Diplopia occurs most often in patients with paralytic strabismus and in patients with convergence insufficiency.

**Key words:** diplopia, synoptophore, orthoptic exercises

### **Úvod**

Problém diplopie je v ortoptice v posledních letech velmi často diskutovaným tématem. Zejména zaznívá otázka, jaká je vhodná nejvyšší věková hranice pro ortoptické cvičení. A také přibývá veliké množství dospělých pacientů s diplopií při paralytickém strabismu vzniklém v důsledku např. autonehod, prodělaných mozkových příhodách, při roztroušené skleróze nebo u nestrabujících pacientů s insuficiencí konvergence.

**Diplopie** vzniká v důsledku zobrazení obrazu na neidentické body retiny. Ve fixujícím oku je obraz zobrazen ve fovee, v uchýleném oku je obraz zobrazen na nekorespondující periferní místo sítnice. Diplopie vzniká nejčastěji u získaného paralytického strabismu, tedy při již vytvořeném binokulárním vidění. Dále se můžeme setkat s paradoxní diplopií, která může vzniknout po operaci strabismu.

U dětí dochází k velmi rychlé adaptaci na diplopii, takže si děti diplopii neuvědomují. V důsledku vzniku strabismu a diplopie dochází také ke vzniku amblyopie a anomální retinální korespondence. Dospělý pacient se adaptuje na diplopii pomalu, proto je u dospělých pacientů diplopie velmi obtěžující. Kromě špatné orientace v prostoru se objevuje např. závrať či nevolnost.

Obecně lze říci, že příčiny diplopie jsou neurogenního původu (např. z obrny některého okoohybného nervu), myogenního původu (vznikají např. při onemocnění určitého okoohybného svalu) nebo mechanického původu – (lze se s nimi setkat např. u dislokací bulbu v orbitě). Dále jsou to afekce centrálního nervového systému (oběhové poruchy, demyelinisace, tumory, traumata), orbitální patologie (cizí tělesa, tumory, úrazy) či systémová svalová onemocnění (myopatie, myastenienie, myositidy).

Nutné je odlišit diplopii monokulární, která může vzniknout v důsledku samotné patologie oka. V tomto případě se nejčastěji setkáváme se zákalem rohovky, kataraktou, refrakční vadou nebo změnou na sítnici. Druhou skupinu tvoří diplopie binokulární, které vzniknou v důsledku určité patologie binokulárního vidění.

Problémem paretických diplopií se zabývala ve své klinické studii MUDr. Lenka Pražáková, která zde popisuje jednotlivé příznaky u různých druhů paretických diplopií. Ve své studii uvádí, že k objektivním příznakům okoohybných obrn patří změna postavení oka – paretický strabismus, změny hybnosti oka s omezením pohledového pole a kompenzačním držením hlavy. Subjektivními příznaky jsou binokulární diplopie a falešná orientace v prostoru. Pacient na předměty ukazuje dále do periferie, než ve skutečnosti jsou, tedy přestřeluje ve směru funkce paretického svalu („past pointing“). Vyskytují se rovněž poruchy orientace v prostoru, v časných fázích především závrať a nevolnost. Obtíže jsou výrazné při obrně na vedoucím či lépe vidoucím oku.

Obrna n. III: n. III inervuje horní, dolní, vnitřní přímý sval a dolní šikmý sval oka, dále zvedáč horního víčka a obsahuje postganglionární parasympatická vlákna pro m. sphincter pupillae a m. ciliaris. Kompletní obrna představuje úplnou ptosu horního víčka, divergentní a deorsumvergentní strabismus, s poruchou hybnosti bulbu ve všech pohledových směrech kromě abdukce. Dalším znakem je plegická zornice, bez přímé i konsenzuální reakce. Obraz paresy doplňuje porucha akomodace.

Obrna n. IV: nervus trochlearis inervuje horní šikmý sval a jako jediný vystupuje z dorzální strany kmene. V klinickém nálezu se oko s paresou uchyluje nahoru a zevně. Diplopie je s vertikální disparací obrázků a v abdukci se zhoršuje. Při pohledu vzhůru jsou oči paralelní a pacient je bez diplopie. Naopak při pohledů dolů se osy očí rozcházejí a oko s

parézou je v addukci. Maximum diplopie je při pohledu dolů a to směrem ke zdravé straně. Pacient vykazuje typické kompenzační držení hlavy s bradou přitaženou k hrudi, obličejem pootočeným ke zdravé straně a hlavou skloněnou k rameni zdravé strany.

Obrna n. VI: n. abducent inervuje zevní přímý sval, s jedinou funkcí, a to abdukci oka. Při parézách n. VI je tedy omezena nebo zcela chybí abdukce. Oko se tak stáčí do konvergence. Tím vzniká homonymní nezkřížená diplopie. Pacient kompenzačně drží hlavu pootočenou ve směru funkce postiženého svalu

Terapie paralytického strabismu závisí nejen na příčině, stupni poškození, ale rovněž na době, která uplynula od vzniku obrny do zahájení vlastní léčby. Léčba je zaměřena na eliminaci diplopie a zamezení vzniku sekundárních poruch hybnosti. Nejčastější prostředky k symptomatickému léčení paréz jsou: okluze, prizmata, ortoptické cvičení a chirurgický zákrok.

Rozlišit monokulární a binokulární diplopii není složité. Monokulární diplopie zmizí při zakrytí postiženého oka, při zakrytí zdravého přetrvává. Binokulární diplopie vymizí zakrytím jakéhokoli oka.

Přesný popis a rozbor binokulární diplopie nám umožní vyšetření na Hessově plátně (umožňuje detailní rozbor poruch hybnosti oka a dvojitého vidění), velmi dobře lze diplopii diagnostikovat také pomocí Worthova test, Bagoliniho skel či prizmat.

Léčba diplopie u dětí či dospělých probíhá nejčastěji pouze pomocí prizmat. Léčba se samozřejmě doplňuje o cvičení motility a konvergence.

Poslední roky zaznamenáváme vysoký nárůst dospělých pacientů s diplopií, kteří byli odesláni k oftalmologovi od neurologů a následně se dostávají do ortoptických ambulancí primárně pro základní ortoptické vyšetření (ortoptický status) a někteří také následně pro zahájení ortoptického cvičení. U dospělých pacientů (i dětských) s diplopií provádí ortoptisté cvičení pouze na základě indikace očního lékaře (dle vyhlášky č. 55/2011). V některých zemích také na základě neurologa, pediatra či endokrinologa. U nás provádí ortoptisté ortoptické cvičení pouze na základě indikace očního lékaře zhruba do 12 let. Starší děti jsou doporučovány spíše ojediněle. Dříve se u nás ukončovalo ortoptické cvičení mezi 6-8 rokem, ale výsledky cvičení u starších dětí prokázaly, že cvičení má pozitivní efekt také u starších dětí. Je pouze nutné dítě správně pro toto cvičení indikovat (např. dítě se strabismem s větší úchylností než 10 st. by nemělo být na ortoptické cvičení indikováno...) právě z důvodu možného vzniku např. diplopie či anomální retinální korespondence. Léčba diplopie je velmi obtížná a zdlouhavá.

**Insuficience konvergence** se řadí do skupiny anomálií konvergence (insuficience konvergence, exces konvergence, insuficience divergence, exces divergence). Insuficienci konvergence lze definovat jako malé množství akomodační konvergence. Žádné potíže se neobjevují v případě dostatečné fúzní konvergence. V opačném případě pozorujeme do dálky ortoforii (někdy malou exoforii) a do blízka viditelnou exoforii. Blízký bod nacházíme v tomto případě ve větší vzdálenosti než 8 cm. Insuficience konvergence může vzniknout v jakémkoliv věku. Nejčastěji se s ní setkáváme u heteroforií, nekorigovaných myopií, poruchách binokulárního vidění, celkových závažných stavech, dlouhodobé únavě, snížené zrakové ostrosti jednoho oka.

V současné době se velice často setkáváme s pacienty non – presbyopického věku (20 – 39 let), kteří pracují denně několik hodin u počítače a začínají pociťovat astenopické potíže či přechodnou diplopii do blízka. Při kompletním vyšetření očním lékařem je shledán oční nález zcela v normě, pouze bývá nalezena nedostatečná konvergence (insuficience konvergence).

Léčba insuficience konvergence spočívá zejména v pravidelném denním cvičení konvergence. V ortoptických ambulancích se používá zejména konvergentní trenažér, synoptofor, prizmata a stereoskop. Pomocí prizmat v prostoru a na synoptoforu cvičíme s pacienty s insuficiencí konvergence zejména šířku fúze, protože pacienti s insuficiencí konvergence mají téměř vždy nedostatečnou šířku fúze.

**Synoptofor** je základní ortoptický přístroj, který je novější verzí troposkopu. Troposkop se ale v dnešní době také ještě používá. Synoptofor má více funkcí než troposkop, např. obsahuje Haidingerův svazek. Nejnovější synoptofory jsou digitální. Jinak principiálně jsou oba přístroje totožné.

Synoptofor umožňuje použití různých testů pro každé oko zvlášť při pohybech rameny přístroje dovnitř a ven, výškově nahoru a dolů. Před zahájením cvičení na synoptoforu musí ortoptista pacienta správně posadit. Pacient musí mít opřenou bradu a čelo v opěrce přístroje. Dále se musí na synoptoforu nastavit pupilární distance pacienta. V okulárech synoptoforu jsou čočky o hodnotě + 7 dioptrií, tyto čočky umožňují uvolnění akomodace. Po celou dobu cvičení kontroluje ortoptista rohovkové reflexy. Na synoptoforu můžeme provádět tzv. odtlumování, cvičení superpozice, cvičení fúze, šířky fúze a cvičení stereopse.

S pacienty, kteří k nám přichází s výše uvedeným problémem, provádíme na synoptoforu zejména cvičení šířky fúze. Pro toto cvičení se používají obrázky pro fúzi II. Podmínkou pro toto cvičení je stálá superpozice. Šířka fúze se vždy cvičí v opačném směru než je samotná

úchylka pacienta (např. u divergenta cvičíme šířku fúze pouze do konvergence). Úkolem je spojit obrázky a udržet je co nejdéle nerozdvojené. Ortoptista pomocí speciálního šroubu na synoptoforu pomalu rozdvojuje obrázek.

**Prizmata** jsou důležitou a nedílnou součástí ortoptického cvičení právě u těchto pacientů. K ortoptickému cvičení se používá samostatná sada prizmat nebo také prizmatické lišty. Prizmata se používají ke cvičení fúze a dále slouží k vyvolání diplopie, kterou musí pacient překonat pomocí fúzního reflexu. Zjednodušeně lze také říci, že prizmata slouží ke cvičení jednoduchého binokulárního vidění v prostoru. Prizmata se nepoužívají u pacientů s těžším stupněm amblyopie. Při cvičení s prizmaty kontroluje ortoptista rohovkové reflexy a postavení očí.

*Nácvik fúze pomocí prizmat* – velikost prizmat odpovídá vždy úchylce šilhání a prizmata se před oko dávají proti směru úchylky šilhání. Pacient fixuje obrázek na určité vzdálenosti a jeho úkolem je obrázek spojit. Cvičící vzdálenost určí ortoptista. Jedná se o vzdálenost, ve které pacient spojí obrázek nejlépe. Během cvičení se postupně zeslabuje síla prizmat. Cílem cvičení je, aby pacient sám spojil obrázek bez prizmat.

*Diploptika (cvičení JBV v prostoru)* – pacient fixuje světelný bod a ortoptista předkládá před utlumující oko červené sklo, dokud si pacient neuvědomí svoji disparátní diplopii.

Disparátní diplopii musí pacient udržet i při zeslabení intenzity světelného zdroje, později také bez červeného skla. Cílem cvičení je, aby se pacient naučil spojit rozdvojený světelný zdroj, tedy vyrovnat svoji úchylku šilhání.

**Stereoskop** je další přístroj, který využíváme při cvičení u pacientů s diplopií a insuficiencí konvergence. Existuje několik druhů stereoskopů. Např. Brewsterův – Holmesův stereoskop, vergenční stereoskop, zrcadlový stereoskop či fúzní stereoskop. Všechny stereoskopy jsou zkonstruovány tak, že obraz leží v ohnisku čočky. Pacient tedy nemůže akomodovat a je tak navozen pocit vidění do dálky. U nás se zatím nejvíce používá Brewsterův – Holmesův stereoskop.

V okuláru stereoskopu se nachází čočky o hodnotě +5,0 dpt a jejich středy jsou posunuty zevně, takže vzniká prizmatický efekt. Brewsterův – Holmesův stereoskop je tvořen lištou, na které je umístěna svislá přepážka, která rozděluje obrazy obou očí. Po liště se pohybuje nosič s obrázky. Využívají se obrázky fúzní a obrázky stereoskopické. Vzdálenost čoček je zde neměnná. Na stereoskopu lze cvičit zápornou a kladnou šířku fúze a dále provádět nácvik

stereopse. Pacient má za úkol spojit fúzní obrázky v určitém místě na liště a co nejdéle držet obrázky spojené, přičemž ortoptista posunuje pomalu nosičem s obrázky směrem k očím a směrem od očí. Po cvičení s fúzními obrázky se cvičí s obrázky pro stereopsi. Pacient má za úkol detailně stereoskopické obrázky popsat.

**Cvičení konvergence** – Cvičení konvergence se provádí zejména u oslabené konvergence, divergentních strabismů či po nadměrné retropozici vnitřních přímých svalů. Základem cvičení konvergence je nehybná hlava. Cvičení konvergence je vhodné provádět s jakýmkoliv malým předmětem, který dítě zaujme (tužka, klíče, malá hračka....). U starších dětí a dospělých provádíme cvičení pomocí tužky nebo ukazováčku. Pacient sleduje fixační bod (např. světlo, obrázek.....). Tento fixační bod přibližuje ortoptista ze vzdálenosti cca 1 metr k pacientovým očím tak dlouho, dokud se fixační bod nerozdvojí. Konvergence by měla být symetrická. Efekt cvičení se dá stupňovat tak, že pohyb prstu k nosu zpomalujeme. Tím dosáhneme stejnoměrného pohybu očí směrem dovnitř se zvlášť vynaloženým úsilím. Je nezbytné, aby pacient v průběhu cvičení prst (fixační bod) očima upřeně pozoroval během celého pohybu.

Osoba, která s pacientem cvičí, musí během cvičení stále pozorovat oči cvičícího. Obě oči se musí při přibližování prstu k nosu pohybovat směrem dovnitř. Stane-li se, že během cvičení ujede jedno oko zevně, vrátíme se s prstem do výchozí pozice a začneme cvičení znovu. Cvičíme několikrát denně, po dobu 3 – 5 minut (ideální je 15 minut denně).

## **Výzkum – Metodika**

### ***Cíl výzkumu***

- a)** porovnat, zda-li se mění, resp. snižuje šířka fúze u pacientů po několikaletém zatížení očí při práci s počítačem.
- b)** jaká je průměrná hodnota šířky fúze, při které se již začínají objevovat u pacienta subjektivní potíže.
- c)** jak rychle došlo k eliminaci diplopie a subj. potíží u pacienta a o kolik se navýšila šířka fúze po ortopticko-pleoptickém cvičení (10 hodin – 1 cyklus).
- d)** jak se měnila šířka fúze při ½ ročních kontrolách u pacienta, který absolvoval ortopticko-pleoptické cvičení.



e) jaké byly rozdíly v prostorovém vidění při jednotlivých vyšetřovacích metodách.

**Charakteristika souboru** – 50 zaměstnanců počítačové firmy nebo firmy, kde tráví celou pracovní dobu zaměstnanci u počítače (IBM, manažeři, architekti). Věkové rozmezí 26-39 let.

Soubor pacientů je rozdělen do 4 základních skupin.

**1 skupina** – pacienti se zjištěnou diplopií, insuficiencí konvergence či astenopickými potížemi bez jakéhokoliv pozitivního očního nálezu u oftalmologa před zahájením cvičení v ortoptické ambulanci.

**2. skupina** – pacienti s diplopií, insuficiencí konvergence či astenopickými potížemi, kteří dochází na ortopticko-pleoptické cvičení a provádí cvičení doma.

**3. skupina** – pacienti s šířkou fúze pod hranici fyziologie (-7,0 - -5,0 PD - +18,0 - + 13,0 PD), ale bez potíží.

**4. skupina** – pacienti s velmi malou šířkou fúze (-4,0 - -1,0 PD - +12,0- +2,0), ale bez potíží.

**Metodika výzkumu** – sběr dat byl již započat v roce 2013 a bude ukončen cca 2018. Data pro statistické zpracování jsou získávána prostřednictvím kompletního ortoptického statusu se zaměřením na měření šířky fúze na synoptoforu firmy Oculus a v prostoru pomocí Herschelova otočného prizmatu. Dále je prováděno mimo jiné podrobnější zjištění stavu prostorového vidění pomocí metody Lang I., Random Dot a na synoptoforu firmy Takagi. Kompletní ortoptický status tedy zahrnuje zjištění: anamnestických údajů (osobní, rodinná, oční a pracovní anamnéza), vedoucí oko, vízus s korekcí a bez korekce, vízus do blízka, motilita, konvergence, zakrývací test (zjištění případného strabismu), Bagoliniho test do blízka a do dálky, Worthův test do blízka a do dálky, Maddox wing, synoptofor (zjištění objektivní a subjektivní úchyly, superpozice, fúze, šířka fúze a stereopse) a H-B test. Kompletní ortoptické vyšetření probíhá vždy 1x ročně u pacientů bez potíží. U pacientů s potížemi max. 1x za ½ roku.

## Výsledky

Ze vzorku 50 pacientů pracujících denně na počítači, bylo již při prvním vyšetření zachyceno 15 pacientů s potížemi. Pacienti, kteří nebyli během posledních 6 měsíců na kontrole u očního

lékaře, byli odesláni na vyšetření k oftalmologovi. U žádného z nich nebyla zjištěna oční vada. U jednoho pacienta bylo indikováno oftalmologem ortoptické cvičení. Toto cvičení již proběhlo a došlo k pozitivnímu zlepšení. Pacient již nepozoruje diplopii do blízka, došlo k rozšíření šířky fúze a k symetrické konvergenci. 4 pacienti popisují přechodnou diplopii do blízka zejména k večeru po práci, kterou vnímají již jako velmi obtěžující. Tito pacienti zatím nezahájili ortoptické cvičení, ale byli poučeni o pravidelném cvičení konvergence. Na kontrolní ortoptický status přijdou za půl roku, v případě zhoršení subjektivních potíží dříve. Ostatních 10 pacientů má zatím pouze astenopické potíže při čtení. Pacienti s astenopickými potížemi, ale bez pozitivního očního nálezu, byli pozváni opět za půl roku na kontrolní ortoptické vyšetření. Pacienti, u kterých byl nález zcela fyziologický a neměli subjektivně žádné potíže, budou kontaktováni opět za rok a bude zopakováno kompletní ortoptické vyšetření. Tito pacienti zatím představují kontrolní vzorek.

### **Závěr**

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem lze zatím říci, že u 30% pacientů pracujících denně více než 7 hodin u počítače se objevily subjektivní potíže – přechodná diplopie do blízka či astenopické potíže. U 90 % pacientů byla zaznamenána velmi malá, resp. nedostatečná šířka fúze. Průměrná šířka fúze u těchto probandů je -2,0 - +7,0. U 60% pacientů byla zjištěna insuficience konvergence. Vzhledem k tomu, že zatím proběhla pouze první měření, nelze říci, zda-li došlo po domácím cvičení konvergence ke zlepšení subjektivních potíží u pacientů a dále také nelze říci, zda-li došlo ke změně parametrů v ortoptickém statusu u ostatních probandů. U pacienta, který docházel na ortoptické cvičení, sice došlo k vymizení diplopie do blízka, ale vzhledem k tomu, že šlo zatím pouze o jednoho pacienta, nelze učinit žádný závěr.

### **Literatura:**

1. Hromádková, L. Šilhání. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brno, 1995.163 s. ISBN 57-866-95
2. Divišová, G. Strabismus. Avicenum Praha, 1979.295 s. ISBN 08-010-79
3. Sborník abstrakt, Česká společnost ortoptistek, Ortoptika minulosti a budoucnosti

## **7. Heteroforie v číslech – závislost motorické kompenzace na různých faktorech**

**Autor:** Mgr. Pavel Kříž

Školitel: doc. MUDr. Šárka Skorkovská, CSc.

Pracoviště: Oční Centrum Visual, Kroměříž

### **Anotace**

Předmětem prezentace je sdělení výsledků výzkumu na téma „Závislost motorické kompenzace na různých faktorech“. Mezi hlavní hypotézy patří potvrzení závislosti rozsahu fúzních rezerv na typu heteroforie a refrakce. Dále objasnit vztah mezi věkem a rozsahem fúzních rezerv. Zajímavá bude také závislost na kvalitě binokulárních vjemů.

**Klíčová slova:** Heteroforie, fúzní rezervy, vergence, motorická kompenzace, prizma

### **Annotation**

The subject of the presentation is communicating the results of research on the topic „Addiction motor compensation on various factors“. The main hypotheses include confirmation of the extent of fusion reserves, depending on the type of heterophoria and refraction. Further clarify the relationship between age and the extent of fusion reserves. Interesting is also dependent on the quality of binocular perception.

**Key words:** Heterophoria, fusion reserves, vergence, motor compensation, prism

### **Úvod**

Tato studie vychází z vyhodnocení části vzorku dat, které jsou použity pro výzkum v rámci přípravy disertační práce. Tento výzkum se zabývá vyhodnocením faktorů, které jsou příznačné pro různé typy heteroforií a také pro jejich část, která skýtá nutnost řešení prizmatickou korekcí či zrakovými tréninky. Jedním ze sledovaných faktorů je schopnost motorické kompenzace vergenčního systému, jehož rozsah se často dává do souvislosti s velikostí heteroforie a tento poměr je jednou z indicií vhodnosti řešení heteroforií.

## **Cíle studie**

V tomto výzkumu je cílem dokázat vztah mezi rozsahem vergenčních fúzních rezerv, typem heteroforie a dalšími faktory. Měření fúzních rezerv při odhalení heteroforií má, dle mého názoru, jednoznačný význam. V minulosti byly zavedeny některé podmínky, např. často citované Sheardovo pravidlo, které dává do vztahu velikost heteroforie a rozsah vergenčních fúzních rezerv. Pravidlo stanovuje poměr, při kterém ještě není třeba prizmatická korekce heteroforie a naopak, kdy si již situace korekci pravděpodobně žádá. V praxi jsou tyto pravidla úspěšná pouze částečně, proto existuje mezi odborníky mnoho odpůrců. Ve výsledcích výzkumu si ukážeme, že nelze s rozsahem vergenčních fúzních rezerv pracovat shodně u všech typů heteroforií. Použitá šíře vzorku bohužel nedostačuje pro validní porovnání rozsahu fúzních rezerv vergenčního systému mezi heteroforiemi, které nezpůsobují žádné příznaky charakteristické pro binokulární poruchy a heteroforiemi skýtajícími nutnost korekce. Odhalení této závislosti je mým dlouhodobým cílem.

V rámci hlavní studie je dosavadní nasbíraný vzorek okolo 500 respondentů, pro tuto studii bylo vybráno celkem 179 respondentů. Výběr probíhal na základě rovnoměrného rozložení počtu respondentů pro jednotlivé věkové skupiny a typ refrakce. Počet vyhodnocených parametrů pro získání statistických dat je 48 u každého respondenta.

## **Stanovené hypotézy**

- A. Rozsah fúzních rezerv se liší pro různé typy heteroforií
- B. Rozsah fúzních rezerv se minimálně mění s přibývajícím věkem
- C. Rozsah fúzních rezerv je závislý na typu refrakční vady
- D. Rozsah fúzních rezerv je závislý na kvalitě binokulárních vjemů

## **Soubor**

Do výzkumu bylo zahrnuto 179 respondentů, 69 mužů a 110 žen, s ohledem na rovnoměrné zastoupení refrakčních vad. Průměrný věk byl 41 let (SD +/- 17), minimální věk byl 15 let a maximální 78 let.

## **Přístrojové vybavení**

Pro měření monokulární refrakce a binokulárního akomodačního vyvážení byl použit manuální foropter Topcon Vision Tester VT-SE, který disponuje pro každý okulár přídatným zařízením pro měření hodnoty a směru okoohybných úchylek, diasporametrem. Rozsah

měřených hodnot pro každé oko je 0-20 pD, binokulárně tedy nabízí kombinace dvou diasporametrů naměření odchylky až do 40 pD. Bázi prizma lze libovolně natáčet, můžeme tedy měřit horizontální i vertikální úchyly. Tohoto systému lze využít i pro měření rozsahu fúzních rezerv, v této studii jsem však fúzní rezervy měřil prizmatickými lištami. Důvodem pro využití této manuální pomůcky je jednak zavedená posloupnost měřených parametrů, kdy při měření fúzních rezerv jsou již korekční hodnoty přemístěny z foropteru do zkušební obruby a také zajištění nejčastěji praktikovaných shodných vizuálních podmínek a metodiky v naší praxi. Používány byly 2 typy prizmatických lišt, horizontální pro měření pozitivní a negativní fúzní rezervy, tedy konvergentní a divergentní fúzní rezervy, a vertikální lišty pro měření vertikální fúzní rezervy. Prizmatické dioptrie na lištách jsou odstupňovány pro horizontální typ v krocích 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25, 30 pD a pro vertikální typ v krocích 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 25. Jedná se tedy o tzv. krokový způsob měření fúzních rezerv, druhým typem je plynulé měření, které lze provádět již zmiňovaným diasporametrem nebo na synoptoforu. Pro hodnocení rozsahu fúzních rezerv a porovnání s některou ze statistik je nutné vědět, jakým způsobem byly tyto hodnoty měřeny. Pro měření refrakční vady, určení akomodačního vyvážení, měření heteroforií, vyšetření stavu binokulárního systému a měření rozsahu fúzních rezerv, byl použit LCD optotyp Pola Vista Vision s pozitivní lineární polarizací. Pro měření heteroforií a vyšetření stavu binokulárního vidění, nabízí kompletní sadu MKH testů.

## **Metodika**

Veškeré parametry u všech osob byly naměřeny v období od roku 2011 do roku 2015 stejnou osobou, Pavlem Křížem, za stejných přístrojových podmínek a ve shodném zdravotnickém zařízení. Zdravotnické zařízení je součástí Očního Centra Visual se sídlem v Kroměříži. Všechny uvedené hodnoty monokulární refrakce, binokulárních korekčních hodnot, dosažených zrakových ostrostí, směru a výše heteroforie a rozsahu fúzních rezerv odpovídají záměru plné sférocylindrické korekce.

Při decimálním zápisu zrakových ostrostí byl brán ohled na počet přečtených znaků v optotypovém řádku. Při nekompletní identifikaci všech optotypových znaků na daném řádku, byla odečtena hodnota zrakové ostrosti odpovídající rozdílu mezi čteným řádkem a řádkem předchozím. Například pro řádek o 5 znacích s chybou u jednoho znaku, byla odečtena zraková ostrost odpovídající 20% rozdílu vůči předchozímu řádku. Pokud byly identifikovány pouze 2 znaky, byla počítána zraková ostrost dle výše uvedeného, u posledního řádku s identifikací alespoň 3 znaků.

Měření heteroforií bylo realizováno metodikou MKH. Ta si mimo přesný sled použitých testů nárokuje i dodržení několika podstatných pravidel pro měření. Jedním z nich je zamezení fúzních podnětů před měřením na testech s fúzními podněty. Při monokulární refrakci je nezbytné, aby při přechodu z měření jednoho oka na druhé nedošlo k současnému vidění. Zároveň je nutné dodržet tuto mechanickou separaci i při přechodu na binokulární testy. Proto jejich princip vysvětlujeme pouze na jednom oku a při odkrytí oka druhého již klient identifikuje případné vychýlení testu z jeho základního postavení. To se děje rychle, protože se okamžitě začíná zapojovat motorická fúze, která test srovnává do základního postavení. Při kombinaci horizontální a vertikální úchytky byla vždy prvotně řešena horizontální složka, poté složka vertikální. Akomodační vyvážení probíhalo až po naměření heteroforie a s plnou prizmatickou korekcí.

Fúzní rezervy byly měřeny až po přesunutí korekčních hodnot do zkušební obruby. Všechny hodnoty fúzních rezerv, které jsou uvedeny v této studii, byly naměřeny pouze při fixování testového znaku do dálky. Začínalo se vždy měřením negativní fúzní rezervy, tedy divergencí. Prizmatická lišta byla vložena z vrchu před pravé oko, tím byla báze klínů nazálně. Klient označil moment, kdy byl testový znak již dlouhodobě lehce rozdvojený. Tento bod označujeme jako break point, bod rozdvojení. Následně byly prizmatické lišty pomalu posouvány do výchozí pozice až do momentu, kdy měřený ohlásil, že je znak viděn opět jednoduše. Jedná se o recovery point, bod opětovného spojení. Přednost dostalo měření negativních fúzních rezerv proto, že je identifikace rozdvojení a opětovného spojení pro klienta mnohem jednodušší. U měření pozitivní fúzní rezervy již bude mnohem lépe vědět, co je principem tohoto testu a bude patřičně trpělivý. Dalším důvodem je ta okolnost, že je v průměru rozsah pozitivní fúzní rezervy výrazně vyšší, zapojuje se pozvolně a u vysokých hodnot může déle trvat, než dojde k uvolnění konvergence. Neúplné uvolnění měřené fúzní konvergence by nám pak negativně ovlivnilo měření divergentní fúzní rezervy. Při měření pozitivní fúzní rezervy postupujeme téměř shodně jako u předchozího případu, lišty vkládáme z vrchu před levé oko. Rozdílem je to, že zde klient ještě před bodem rozdvojení identifikuje bod rozostření, blur point. Ten však nevnímá dříve než bod rozdvojení každý klient a to i v případě, že se jedná o mladého klienta s dostatečnou akomodací. I proto není tato hodnota uvedena u všech měřených respondentů. Vertikální fúzní rezervy měříme na obou očích. Zde klient hlásí, shodně jako u měření negativní fúzní rezervy, bod rozdvojení a opětovného spojení. U měření fúzních rezerv je naprosto podstatné kritérium pro fixovaný testový znak. Stejně jako je nesprávné porovnání naměřené fúzní rezervy se statistikou, která byla měřena přístrojovým vybavením s jinými principy, je nesprávné porovnání hodnot naměřených na

testových znacích s odlišnými rozlišovacími kritérii. V této studii byl použit pro všechny naměřené hodnoty osamocený optotypový znak v pozitivním zobrazení s rozlišovacím kritériem odpovídající vízu 0,63. Je také podstatné doplnit, že naměřené hodnoty fúzních rezerv jsou s plnou prizmatickou korekcí, tak jak by tomu mělo být vždy při měření rozsahu vergenčního systému.

Měření odchylky do blízka probíhalo na negativně polarizovaném optotypu do blízka. V případě presbyopického klienta, probíhalo měření s optimálním přídavkem do blízka na danou měřenou vzdálenost. Při vychýlení testu byl klient vyzván ke čtení optotypového řádku a oddálení a následnému přiblížení optotypových tabulek. V případě, že test vykazoval stále vychýlené postavení, byla aplikována prizmatická hodnota, která uvedla test do základního postavení. Jednalo se tedy o nepřímou metodu měření odchylky, kdy se vychází z hodnot vloženého prizma pro uvedení testu do jeho základní polohy. Odchylka do blízka byla dána do vztahu s naměřenou heteroforií a dle toho byl určen typ binokulární poruchy.

## Výsledky

### Hypotéza A - Rozsah fúzních rezerv se liší pro různé typy heteroforií

Respondenti byli rozděleni dle typu heteroforie do 8 skupin na esofovie, exofovie, esofovie + hyperfovie, esofovie + hypoforie, exofovie + hyperfovie, exofovie + hypoforie, hyperfovie a hypoforie. Poslední skupinou byli klienti, kteří neměli naměřenou heteroforii, tedy orthoforici.

Rozsahy naměřených fúzních rezerv pro každou skupinu byly srovnány s průměrnými hodnotami fúzních rezerv celého měřeného vzorku.

Zastoupení typů heteroforií ve vzorku:

Typy heteroforií dle směru úchytky (kompletní dělení)			
Typ	Esofovie	Exofovie	Orthoforie
Počet	64	21	28
Zastoupení	35,75%	11,73%	15,64%
Typ	Esofovie + hyperfovie	Exofovie + hyperfovie	Hyperfovie
Počet	17	4	5
Zastoupení	9,5%	2,23%	2,79%
Typ	Esofovie + hypoforie	Exofovie + hypoforie	Hypoforie
Počet	22	10	8
Zastoupení	12,29%	5,59%	4,47%

Průměrné hodnoty fúzních rezerv do dálky pro celý vzorek:

Fúzní rezervy pro celý vzorek [pD] – referenční hodnoty						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	SD	pD	SD	pD	SD
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>6,51</b>	+2,26	<b>4,34</b>	+2,07
Pozitivní fúzní rezerva	<b>8,75</b>	+2,69	<b>15,34</b>	+7,16	<b>10,02</b>	+6,22
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,74</b>	+0,89	<b>0,71</b>	+0,73
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,35</b>	+0,65	<b>0,36</b>	+0,53

**Průměrné fúzní rezervy pro jednotlivé typy heteroforií a jejich poměr vzhledem k referenčním hodnotám celého vzorku:**

1. Fúzní rezervy <b>esoforie</b> [pD] – 64 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>7,03</b>	108%	<b>4,85</b>	112%
Pozitivní fúzní rezerva	<b>8,5</b>	101%	<b>17,42</b>	114%	<b>11,69</b>	117%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,63</b>	94%	<b>0,6</b>	85%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,3</b>	96%	<b>0,31</b>	84%

2. Fúzní rezervy <b>exoforie</b> [pD] – 21 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>5,71</b>	88%	<b>3,43</b>	79%
Pozitivní fúzní rezerva	-	-	<b>11,43</b>	75%	<b>7,28</b>	73%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,56</b>	90%	<b>0,56</b>	79%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,28</b>	95%	<b>0,29</b>	79%

3. Fúzní rezervy <b>esoforie + hyperforie</b> [pD] – 17 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>6,12</b>	94%	<b>3,88</b>	89%
Pozitivní fúzní rezerva	-	-	<b>17,82</b>	116%	<b>12,8</b>	128%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,81</b>	104%	<b>0,82</b>	114%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,63</b>	120%	<b>0,63</b>	173%

4. Fúzní rezervy <b>esoforie + hypoforie</b> [pD] – celkem 22 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>6,73</b>	103%	<b>4,55</b>	105%
Pozitivní fúzní rezerva	-	-	<b>17,5</b>	114%	<b>10,0</b>	100%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,9</b>	110%	<b>0,91</b>	129%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,38</b>	102%	<b>0,39</b>	107%



5. Fúzní rezervy <b>exoforie + hyperforie</b> [pD] – celkem 4 respondenti						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>6,5</b>	100%	<b>4,0</b>	92%
Pozitivní fúzní rezerva	-	-	<b>16,25</b>	106%	<b>12,0</b>	120%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,0</b>	58%	<b>0,0</b>	-
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,33</b>	99%	<b>0,34</b>	94%

6. Fúzní rezervy <b>exoforii + hypoforie</b> [pD] – celkem 10 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>6,6</b>	101%	<b>4,6</b>	106%
Pozitivní fúzní rezerva	-	-	<b>11,1</b>	72%	<b>8,6</b>	86%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,56</b>	90%	<b>0,56</b>	80%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1</b>	74%	<b>0,0</b>	-

7. Fúzní rezervy <b>hyperforie</b> [pD] – celkem 5 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>5,6</b>	86%	<b>3,6</b>	83%
Pozitivní fúzní rezerva	-	-	<b>10</b>	65%	<b>7,6</b>	76%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>2,2</b>	127%	<b>1,2</b>	170%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,8</b>	133%	<b>0,81</b>	222%

8. Fúzní rezervy <b>hypoforie</b> [pD] – celkem 8 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>5,75</b>	88%	<b>3,75</b>	86%
Pozitivní fúzní rezerva	-	-	<b>14,13</b>	92%	<b>6,8</b>	86%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>2,38</b>	137%	<b>1,38</b>	195%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,71</b>	127%	<b>0,72</b>	198%

9. Fúzní rezervy <b>orthoforie</b> [pD] – celkem 28 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>6,36</b>	98%	<b>4,25</b>	98%
Pozitivní fúzní rezerva	<b>9</b>	103%	<b>13,14</b>	86%	<b>9,13</b>	91%

<b>Vertikální fúzní rezerva OP</b>	-	-	<b>1,78</b>	102%	<b>0,63</b>	90%
<b>Vertikální fúzní rezerva OL</b>	-	-	<b>1,26</b>	83%	<b>0,3</b>	84%

**Tato hypotéza byla potvrzena.**

Jak je patrné z přehledu výsledků, poměr jednotlivých fúzních rezerv u různých typů heteroforií se vzhledem k referenčním hodnotám liší. U negativní a pozitivní fúzní rezervy je nejvyšších hodnot dosaženo u esofovie a kombinace esofovie s výškovými odchylkami. Nejnižších hodnot pak u exofovie a hyperfovie. U hyperfovie je však výrazně nižší vzorek respondentů. Zároveň je patrné, že je u výškových odchylek a také pro jejich kombinaci s esofovií, zvýšen rozsah vertikálních fúzních rezerv.

**Ještě lépe je vliv typu heteroforie patrný při redukovaném dělení heteroforie, kdy kombinaci výškových odchylek se stranovými sjednotíme pouze do stranových odchylek.**

Zastoupení typů heteroforií ve vzorku při zjednodušeném (redukovaném) dělení:

Typy heteroforií dle směru úchytky (redukované dělení)			
Typ	Esofovie	Exofovie	Orthofovie
Počet	103	35	41
Zastoupení	58%	20%	23%

**Průměrné fúzní rezervy pro redukované dělení heteroforií:**

1. Fúzní rezervy <b>esofovie</b> (včetně kombinace s vertikálních úchytkou) [pD] – 103 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
<b>Negativní fúzní rezerva</b>	-	-	<b>6,81</b>	105%	<b>4,62</b>	107%
<b>Pozitivní fúzní rezerva</b>	<b>8,33</b>	95%	<b>17,5</b>	114%	<b>11,56</b>	115%
<b>Vertikální fúzní rezerva OP</b>	-	-	<b>1,72</b>	99%	<b>0,71</b>	100%
<b>Vertikální fúzní rezerva OL</b>	-	-	<b>1,37</b>	102%	<b>0,38</b>	104%

2. Fúzní rezervy <b>exofovie</b> (včetně kombinace s vertikálních úchytkou) [pD] – 35 respondentů						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
<b>Negativní fúzní rezerva</b>	-	-	<b>6,06</b>	83%	<b>3,83</b>	88%
<b>Pozitivní fúzní rezerva</b>	-	-	<b>11,89</b>	77%	<b>8,16</b>	81%
<b>Vertikální fúzní rezerva OP</b>	-	-	<b>1,5</b>	86%	<b>0,51</b>	72%
<b>Vertikální fúzní rezerva OL</b>	-	-	<b>1,2</b>	89%	<b>0,21</b>	57%

3. Fúzní rezervy <b>orthofovie</b> (včetně kombinace s vertikálních úchytkou) [pD] – 41 respondentů						
---	--	--	--	--	--	--

Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>6,15</b>	94%	<b>4,07</b>	94%
Pozitivní fúzní rezerva	<b>8</b>	91%	<b>12,95</b>	84%	<b>8,56</b>	85%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,95</b>	112%	<b>0,85</b>	121%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,41</b>	104%	<b>0,44</b>	122%

### Hypotéza B - Rozsah fúzních rezerv se minimálně mění s přibývajícím věkem

Respondenti byli rozděleni dle věku do 7 skupin. Skupiny byly zhruba rovnoměrně rozložené, nejpočetnější byla skupina ve věku od 21 do 30 ti let, která činila až čtvrtinu vzorku.

Opět rozsahy naměřených fúzních rezerv pro každou skupinu byly srovnány s průměrnými hodnotami fúzních rezerv celého měřeného vzorku.

Věkové skupiny u zkoumaného vzorku							
Věk	>20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	>70
Počet	23	40	20	38	25	19	8
Zastoupení	13,3%	23,1%	11,6%	22%	14,5%	11%	4,6%

#### Průměrné fúzní rezervy pro dělení dle věku:

1. Věk <20 let						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>6,35</b>	98%	<b>4,17</b>	96%
Pozitivní fúzní rezerva	-	-	<b>12,91</b>	84%	<b>9,65</b>	96%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,52</b>	88%	<b>0,53</b>	75%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,25</b>	93%	<b>0,26</b>	71%

2. Věk 21-30						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>7,1</b>	109%	<b>4,95</b>	114%
Pozitivní fúzní rezerva	<b>9,14</b>	104%	<b>16,05</b>	105%	<b>11,68</b>	117%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,56</b>	90%	<b>0,56</b>	80%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,26</b>	94%	<b>0,27</b>	75%

3. Věk 31-40						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
Negativní fúzní rezerva	-	-	<b>7,2</b>	111%	<b>4,9</b>	113%
Pozitivní fúzní rezerva	<b>12</b>	137%	<b>16,65</b>	109%	<b>9,21</b>	92%
Vertikální fúzní rezerva OP	-	-	<b>1,84</b>	106%	<b>0,74</b>	105%
Vertikální fúzní rezerva OL	-	-	<b>1,11</b>	82%	<b>0,11</b>	31%

4. Věk 41-50						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	

					spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
<b>Negativní fúzní rezerva</b>	-	-	<b>5,89</b>	91%	<b>3,84</b>	89%
<b>Pozitivní fúzní rezerva</b>	<b>6</b>	69%	<b>12,87</b>	84%	<b>8,63</b>	86%
<b>Vertikální fúzní rezerva OP</b>	-	-	<b>1,84</b>	106%	<b>0,76</b>	108%
<b>Vertikální fúzní rezerva OL</b>	-	-	<b>1,38</b>	102%	<b>0,41</b>	114%

5. Věk 51-60						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
<b>Negativní fúzní rezerva</b>	-	-	<b>6,5</b>	100%	<b>4,17</b>	96%
<b>Pozitivní fúzní rezerva</b>	<b>10</b>	114%	<b>18,33</b>	120%	<b>11,13</b>	111%
<b>Vertikální fúzní rezerva OP</b>	-	-	<b>1,91</b>	110%	<b>0,87</b>	123%
<b>Vertikální fúzní rezerva OL</b>	-	-	<b>1,5</b>	111%	<b>0,51</b>	139%

6. Věk 61-70						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
<b>Negativní fúzní rezerva</b>	-	-	<b>6,63</b>	102%	<b>4,42</b>	102%
<b>Pozitivní fúzní rezerva</b>	<b>8</b>	91%	<b>16,68</b>	109%	<b>10,0</b>	100%
<b>Vertikální fúzní rezerva OP</b>	-	-	<b>1,83</b>	105%	<b>0,84</b>	119%
<b>Vertikální fúzní rezerva OL</b>	-	-	<b>1,44</b>	107%	<b>0,45</b>	124%

7. Věk >70						
Typ fúzní rezervy	Bod zamlžení		Bod rozdvojení		Bod opětovného spojení	
	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání	Průměr	Porovnání
<b>Negativní fúzní rezerva</b>	-	-	<b>4,86</b>	75%	<b>2,86</b>	66%
<b>Pozitivní fúzní rezerva</b>	-	-	<b>15,57</b>	102%	<b>6</b>	60%
<b>Vertikální fúzní rezerva OP</b>	-	-	<b>1,71</b>	99%	<b>0,72</b>	102%
<b>Vertikální fúzní rezerva OL</b>	-	-	<b>1,57</b>	116%	<b>0,58</b>	159%

Tato hypotéza se potvrdila.

Až na skupinu do 20 ti let, mezi 41-50 lety a nad 70 let jsou hodnoty velmi vyrovnané. Určitě se nedá jednoznačně konstatovat, že by fúzní rezervy s přibývajícím věkem klesaly.

**Hypotéza C** - Rozsah fúzních rezerv je závislý na typu refrakční vady

**Hypotéza D** - Rozsah fúzních rezerv je závislý na kvalitě binokulárních vjemů

## **Obě hypotézy budou součástí prezentace na konferenci.**

### **Závěr**

**Potvrzením první hypotézy**, „Rozsah fúzních rezerv se liší pro různé typy heteroforií“, jsme zároveň i potvrdili vhodnost se zabývat fúzními rezervami ve spojitosti se zkoumáním heteroforií. Heteroforie mají jednoznačně vliv na rozsah fúzních rezerv. Zároveň výsledky poukazují na vhodnost znalosti těchto závislostí pro správnou interpretaci statistik, se kterými můžeme porovnávat naměřené rozsahy. Většina statistik neobsahuje závislost na typu heteroforie, výrazným nedostatkem také bývá absence způsobu měření rozsahu fúzních rezerv a kritéria testového znaku.

**Potvrzení druhé hypotézy** nám naopak situaci zjednodušuje. Není třeba statistiku třídit dle věkových kategorií. Zároveň poukazuje na potenciál motorické kompenzace heteroforií bez ohledu na věk.

### **Literatura:**

1. EVANS, J. W. BRUCE. Pickwell's binocular anomalies. 4th edition. Edinburgh: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2002. 450 p. ISBN 0-7506-4714-0
2. SCHEIMAN, M.; WICK, B. Clinical Management of Binocular Vision. Heterophoric, Accomodative, and Eye Movement Disorders. 3rd edition, LIPPINCOTT WILLIAMS & WILLKINS, a WOLTERS KLUWER business, 2008. 608p. ISBN 0781777844
3. RUTRLE, MILOŠ. Binokulární korekce na polatestu. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2005. 100 s. ISBN 80-7013-302-3
4. VON NOORDEN, GUNTER K., Binocular vision and ocular motility : theory and management of strabismus / Gunter K. von Noorden, Emilio C. Campos.—6th ed., 2000. 653 p. ISBN 0-323-01129-2
5. RUTRLE, Miloš. Přístrojová optika. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. 189 s. ISBN 80-7013-301-5

## **8. Porovnání zrakové ostrosti a aberací vyšších řádů u myopických očí po Femto-LASIK při použití standardní a wavefront-guided ablace**

**Autor:** Mgr. Radek Anderle

Školitel: doc. MUDr. Šárka Skorkovská

Pracoviště: Evropská oční klinika Lexum, Brno, KOO LF MU Brno

### **Anotace:**

Přednáška se zabývá hodnocením pooperačních výsledků laserových refrakčních zákroků myopických očí metodou Femto-LASIK při použití standardní a wavefront-guided ablace. Byla analyzována zraková ostrost, subjektivní refrakce a aberace vyšších řádů (HOAs). Srovnávány byly předoperační hodnoty a výsledky zákroku v 1, 3 a 12 měsících po operaci. Zákrok byl proveden za asistence femtosekundového laseru LDV Z6 (Ziemer) a excimerového laseru MEL 80 (Meditec, Carl Zeiss). Výsledky studie prokázaly výborné pooperační výsledky při použití obou ablačních profilů. Sférický ekvivalent manifestní refrakce se v jednom měsíci po operaci pohyboval pro nízkou a střední myopii v hodnotách do  $\pm 0,25D$ , v případě vysoké myopie do  $\pm 0,5D$ . Index bezpečnosti i efektivity byl roven 1.0. Myopický Femto-LASIK mírně zvyšuje střední kvadratickou hodnotu aberací vyšších řádů (RMS HOAs), zejména indukci sférické aberace. Nepotvrdil se přínos wavefront-guided ablace v nižší indukci významných aberací vyšších řádů.

**Klíčová slova:** Femto-LASIK; Wavefront-guided ablace; standardní ablace; zraková ostrost; subjektivní refrakce; aberace vyšších řádů; sférická aberace.

## **Comparison of visual acuity, refraction and higher-order aberrations after standard and wavefront-guided myopic femtosecond LASIK**

### **Annotation:**

This presentation deals with the evaluation of postoperative results of laser refractive surgery myopic eyes by femtosecond LASIK using standard and wavefront-guided ablation. Visual acuity, subjective refraction and higher order aberrations (HOAs) was analyzed. Preoperative values and the results of surgery at 1, 3 and 12 months after surgery were compared . The operation was carried out with the assistance of femtosecond laser LDV Z6 (Ziemer) and MEL 80 excimer laser (Meditec, Carl Zeiss). The study results showed excellent postoperative results using both ablation profiles. There has been no eye with a postoperative loss of an optotype line. A spherical equivalent of manifest refraction oscillated, in the first postoperative month for low and medium myopia, within values up to  $\pm 0.25D$ , with high myopia up to  $\pm 0.5D$ . The safety and efficacy index of refractive procedure was equal to 1.0. Myopic femtosecond LASIK slightly increases the RMS of higher order aberrations (HOAs RMS), particularly induction of spherical aberration. The benefit of wavefront-guided ablation in a lower induction of significant higher-order aberrations has not been confirmed.

**Key words:** Femtosecond LASIK; Wavefront-guided ablation; Standard ablation; Visual acuity; Subjective refraction; Higher-order aberrations; Spherical aberration.

## Úvod

Laserové refrakční zákroky se postupem času staly nedílnou součástí oftalmologie. Většina nositelů brýlové korekce má přání se brýlí zbavit. Kontaktní čočky jsou jednou z alternativ, ale stále jde o závislost na korekční pomůcce a ne každý je dobře snáší. Jednou z nejpoužívanějších chirurgických metod, jak refrakční vadu odstranit, je laserová refrakční chirurgie. V oftalmologii jde z hlediska refrakčních zákroků o metodu první volby. Laserová refrakční chirurgie prodělala během své historie velký rozvoj. Od metody PRK, přes LASEK, LASIK až po využití femtosekundového laseru a jeho nejrozšířenější aplikaci v oftalmologii - metodu Femto-LASIK. Řada studií prokazuje dobré výsledky operací LASIK, a to jak v režimu standardních, tak individualizovaných tzv. „customized“ ablací. V současné době se nejčastěji provádějí ablace standardní (odstranění sférické a cylindrické složky refrakční vady), wavefront-optimized (s korekcí sférické aberace) a wavefront-guided ablace (s korekcí aberací vyšších řádů). Některé práce uvádějí přínos wavefront-guided ablací oproti standardním ve smyslu nižší indukce aberací vyšších řádů. V současné době je většina pracovišť refrakční chirurgie přesvědčena, že wavefront-guided ablace je nejlepší možnou volbou z dostupných ablačních profilů v případě laserového refrakčního zákroku. Někteří autoři uvádějí, že wavefront-guided ablace jsou vhodné pouze pro pacienty s vyššími předoperačními hodnotami aberací vyšších řádů a naopak nejsou přínosné pro pacienty s nižšími hodnotami předoperačních aberací. V naší studii jsme hodnotili zrakovou ostrost, subjektivní refrakci a aberace vyšších řádů u myopických očí před a po laserové refrakční operaci Femto-LASIK s použitím standardní nebo wavefront-guided ablace.

## Cíle a hypotézy

V naší retrospektivní studii byla sledována zraková ostrost, subjektivní refrakce a aberace vyšších řádů. Pracovní hypotézy byly zvoleny tak, aby každá z nich zastupovala jednu z výše uvedených veličin, a to následovně:

- A. **Při použití standardní i wavefront-guided ablace nedojde pooperačně ke ztrátě optotypového řádku zrakové ostrosti. (předoperační CDVA  $\leq$  pooperační UDVA)**
- B. **Bude dosaženo výsledné refrakce s přesností  $\pm 0,25D$  u nízké a střední myopie a  $\pm 0,5D$  u vysoké myopie.**



**C. Při použití wavefront-guided ablace bude indukováno méně aberací vyšších řádů než při použití standardní ablace.**

**Soubor**

Do výzkumu bylo zařazeno celkem 184 myopických očí s astigmatismem i bez astigmatismu. Byly rozděleny do dvou skupin dle provedení ablačního profilu na standardní ablací (STA) a wavefront-guided ablací (WGF). V obou souborech bylo shodně po 92 očích. Šlo o oči postupně přicházejících pacientů, kteří podstoupili operaci Femto-LASIK a následně se dostavili na potřebné kontroly. Jednotlivé soubory byly vybrány pouze na základě vstupních parametrů tak, aby měly oba soubory podobné vstupní parametry, a to sférickou a cylindrickou složku subjektivní refrakce a hodnotu HOAs. V souboru STA byl průměrný věk pacientů 30 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce  $-4,06D$  a průměrnou cylindrickou složkou  $-0,66D$ . V souboru WFG byl průměrný věk pacientů 30 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce  $-4,07D$  a průměrnou cylindrickou složkou  $-0,62D$ . V žádném případě nešlo o výběr na základě pooperačních výsledků. Všechny oči měly pouze refrakční vadu bez dalších onemocnění, úrazů a předchozích operací. Nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly ve vstupních parametrech mezi oběma soubory.

Dále byl soubor rozdělen s ohledem na hypotézu B dle sférického ekvivalentu (SE) na nízkou a střední myopii (sférický ekvivalent do  $-6,0D$  včetně) a na soubor vysoké myopie ( $-6,25D$  a výše). V případě skupiny nízké a střední myopie bylo v souboru STA ablace celkem 72 očí a v souboru WFG ablace celkem 71 očí. V souboru STA byl průměrný věk pacientů 31 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce  $-3,13D$  a průměrnou cylindrickou složkou  $-0,67D$ . V souboru WFG byl průměrný věk pacientů 31 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce  $-3,21D$  a průměrnou cylindrickou složkou  $-0,58D$ . Ve skupině vysoké myopie bylo v souboru STA ablace celkem 20 očí a v souboru WFG ablace celkem 21 očí. V souboru STA byl průměrný věk pacientů 28 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce  $-7,39D$  a průměrnou cylindrickou složkou  $-0,6D$ . V souboru WFG byl průměrný věk pacientů 28 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce  $-7,00D$  a průměrnou cylindrickou složkou  $-0,73D$ .

V případě hypotézy C jsme část výsledků hodnotili pro dílčí soubory rozdělené dle vstupní hodnoty RMS HOAs. Získali jsme tedy 4 soubory: STA do RMS  $0,250\ \mu m$ , WFG do RMS  $0,250\ \mu m$ , STA nad RMS  $0,250\ \mu m$  a WGF nad RMS  $0,250\ \mu m$ . Ve skupině RMS HOAs do  $0,250\ \mu m$  bylo v souboru STA ablace celkem 42 očí a v souboru WFG ablace celkem 49 očí. V souboru STA byl průměrný věk pacientů 31 let s průměrnou sférickou složkou manifestní

refrakce -4,10D a průměrnou cylindrickou složkou -0,60D. V souboru WFG byl průměrný věk pacientů 30 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce -4,06D a průměrnou cylindrickou složkou -0,54D. Hodnota RMS HOAs byla shodně pro oba soubory 0,19  $\mu\text{m}$ . V případě skupiny RMS HOAs nad 0,250  $\mu\text{m}$  bylo v souboru STA ablace celkem 42 očí a v souboru WFG ablace celkem 40 očí. V souboru STA byl průměrný věk pacientů 29 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce -4,00D a průměrnou cylindrickou složkou -0,58D. V souboru WFG byl průměrný věk pacientů 30 let s průměrnou sférickou složkou manifestní refrakce -4,05D a průměrnou cylindrickou složkou -0,64D. Předoperační hodnota RMS HOAs byla v případě skupiny STA 0,34  $\mu\text{m}$  a pro skupinu WFG 0,35  $\mu\text{m}$ .

## **Metodika**

Retrospektivní studie hodnotila data primárních laserových refrakčních operací Femto-LASIK s použitím femtosekundového laseru LDV Z6 (Ziemer) a excimerového laseru MEL 80 (Carl Zeiss Meditec) s iris registrací. Všechny parametry měřila stejná osoba (Radek Anderle) a všechny operace byly provedeny jedním chirurgem (Jakub Ventruba) na Evropské oční klinice LEXUM (Optegra), pracoviště Brno. Do studie byli zařazeni pacienti s myopií a astigmatismem či bez astigmatismu. Všechny oči byly korigovány do dálky na emetrii či na hypermetropický záměr do +0,5 D.

Předoperační vyšetření zahrnovalo měření manifestní a cykloplegické refrakce, nekorigované zrakové ostrosti (UDVA - uncorrected distance visual acuity), korigované zrakové ostrosti (CDVA - corrected distance visual acuity), tonometrii, aberometrii, analýzu rohovky (Pentacam Oculus), vyšetření na štěrbinové lampě (přední segment a zadní segment v arteficiální mydriáze), hodnocení slzného filmu.

Zraková ostrost byla testována na LCD optotypu Tomey TCP-2000P ve vzdálenosti 5.2 metrů. Vizus byl zaznamenán interpolační metodou. Objektivní refrakce byla měřena na automatickém autorefraktokeratometru Nidek ARK-510A za fotopických podmínek. Celkové oční aberace vyšších řádů (HOAs - higher-order aberrations) byly měřeny na přístroji WASCA Analyser (Meditec, Carl Zeiss) za skotopických podmínek a analyzovány pro průměr pupily 6 mm. Pro interpretaci aberací vyšších řádů byly použity Zernikeho polynomy, analyzovány HOAs do čtvrtého řádu (Z4).

Sledované parametry **UDVA, CDVA, manifestní sférická vada, manifestní cylindrická vada a HOAs** byly měřeny **před operací, 1, 3 a 12 měsíců po operaci.**

Při refrakčním zákroku byl pro vytvoření lamely použit femtosekundový laser LDV Z6 (Ziemer), tloušťky lamel od 90 do 140  $\mu\text{m}$ , velikosti flapu od 8,5 do 10,0 mm. Na odstranění refrakční vady byl použit excimerový laser MEL 80 (Carl Zeiss Meditec), šířka optické ablační zóny byla 6,5 mm, ablační profil buď „Standard SCA“ (odstranění sférické a cylindrické složky refrakční vady) nebo „Wavefront ablation“ (navíc korekce aberací vyšších řádů do čtvrtého řádu), vždy v režimu aktivního eye trackeru s iris registrací.

Statistická analýza byla provedena pomocí programu Statistica 12 (StatSoft). Pro analýzu zrakové ostrosti byl použit medián s kvantily, Mann-Whitneyův U test a Wilcoxonův párový test, pro manifestní refrakci a aberace vyšších řádů průměr se směrodatnou odchylkou a t-test. Hladinu statistické významnosti jsme stanovili na  $p < 0,05$ .

## Výsledky

### **Hypotéza A**

Po laserovém refrakčním zákroku byl medián **UDVA** a **CDVA 1,2**, a to jak u skupiny standardní ablace (STA), tak u skupiny wavefront-guided ablace (WFG) při všech pooperačních kontrolách 1, 3 a 12 měsíců po operaci. **Index bezpečnosti** (Safety index = poop. CDVA / předop. CDVA) dosáhl hodnoty **1,0**. U žádného pacienta nedošlo na žádné pooperační kontrole ke ztrátě optotypového řádku. **Index efektivity** (Efficacy index = poop. UDVA / předop. CDVA) dosáhl hodnoty **1,0**. Dle výsledků není statisticky významný rozdíl jak u nekorigované, tak u korigované zrakové ostrosti při všech pooperačních kontrolách. **Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve zrakové ostrosti mezi standardní a wavefront-guided ablací, což potvrdilo hypotézu A.**

### **Hypotéza B**

Nejprve jsme zkoumali celý soubor bez rozdělení na nižší, střední a vysokou myopii. U žádného pacienta nebyla v průběhu studie provedena laserová dokorekce (enhancement). Průměr sférického ekvivalentu subjektivní refrakce na všech kontrolách u obou souborů nepřesáhl hodnotu  $\pm 0,11$  D. **Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v subjektivní refrakci mezi standardní a wavefront-guided ablací.**

Dále jsme soubor rozdělili dle sférického ekvivalentu na nízkou a střední myopii (do -6,0 D včetně) a vysokou myopii (-6,25 D a výše). Jako směrodatné období pro zjištění refrakčního

záměru jsme použili měsíční kontrolu. Na rozdíl od kontroly v jednom roce je tato kontrola prostá změn refrakce vlivem eventuálního nárůstu délky oka.

### **Soubor nízké a střední myopie**

Žádné sledované oko nemělo na měsíční kontrole výslednou subjektivní refrakci vyšší než -0,25 D. Refrakci -0,25 D mělo celkem 5 očí. 3 ze souboru STA a 2 ze souboru WFG. U očí s předpokládanou progresí refrakční vady byly aplikovány plusové pooperační záměry. Šlo celkem o 8 pacientů se záměrem +0,25 D a 3 pacienty se záměrem +0,5 D. U souboru nízké a střední myopie jsme nenašli statisticky významný rozdíl v subjektivní refrakci mezi skupinami STA a WFG. **Bylo dosaženo výsledné refrakce s přesností  $\pm 0,25D$  u nižší a střední myopie.**

### **Soubor vysoké myopie**

Všechny oči z obou skupin měly na měsíční kontrole sférickou složku subjektivní refrakce do hodnoty  $\pm 0,5 D$ . Myopické byly pouze 2 oči, jedno s refrakčním výsledkem -0,25 ze skupiny STA a jedno s výsledkem -0,5 ze skupiny WFG. Opět zde byly aplikovány plusové záměry. Šlo celkem o 6 pacientů se záměrem + 0,25 D a 16 pacientů se záměrem +0,5 D. U souboru vysoké myopie jsme nenašli statisticky významný rozdíl v subjektivní refrakci mezi skupinami STA a WFG. **Bylo dosaženo výsledné refrakce s přesností  $\pm 0,5D$  u vysoké myopie.**

### ***Hypotéza C***

Nejprve jsme zpracovali celý soubor. Root Mean Square Higher-Order Aberrations (RMS HOAs) - střední kvadratický průměr aberací vyšších řádů se pooperačně v obou skupinách mírně zvýšil. **V RMS HOAs nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi standardní a wavefront-guided ablací, tato hypotéza se tedy nepotvrdila.** Dokonce na kontrole ve 12. měsíci vykazovala skupina WFG statisticky nevýznamnou, ale nepatrně vyšší hodnotu RMS. Myopický ablační profil indukuje sférickou aberaci Z(4,0) v případě STA i WFG ( $p < 0,001$ ). U obou profilů je ve srovnání předoperačních hodnot a hodnot 12 měsíců po operaci shodně nárůst sférické aberace. **Statisticky významný rozdíl mezi STA a WFG byl nalezen u komy Z(3,1) při kontrole v 1 měsíci a v jednom roce.** Paradoxně hůře vychází WFG ablace. Zatím co se v případě STA ablace v absolutních číslech velikost komy snížila, v případě WFG ablace došlo k významné indukci této aberace. **Taktéž u sekundárního astigmatismu byl nalezen na kontrole v 1 měsíci po operaci statisticky významný rozdíl mezi STA a WFG.**

Opět jde o indukci sekundárního astigmatismu u WFG ablace a o redukci u STA ablace. **U ostatních aberací nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi standardní a wavefront-guided ablací.**

Dále jsme statisticky zpracovali vývoj jednotlivých aberací v čase a to hodnoty 12 měsíců po operaci a předoperační hodnoty. Rozdíl je odečtem předoperačních hodnot od hodnot naměřených na kontrole v jednom roce. Vzhledem k tomu, že aberace nabývají i záporných hodnot, nemusí vždy kladný rozdíl znamenat indukci dané aberace a záporný rozdíl redukci.

**Statisticky významné rozdíly v čase mezi předoperační hodnotou HOAs a hodnotou 12 měsíců po operaci pro soubor STA byly nalezeny u RMS, komy Z(3,-1) a sférické aberace Z(4,0).** U všech těchto měřených veličin došlo k indukci vyšších hodnot. **Statisticky významné rozdíly v čase mezi předoperační hodnotou HOAs a hodnotou 12 měsíců po operaci pro soubor WFG byly nalezeny u RMS, trefoilu Z(3,-3) Z(3,3), komy Z(3,-1) Z(3,1), tetrafoilu Z(4,-4), sekundárního astigmatismu Z(4,2) a u sférické aberace Z(4,0).** U veličin trefoil Z(3,3), tetrafoilu Z(4,-4) došlo operací ke snížení předoperačních hodnot. U všech ostatních měřených veličin došlo k nárůstu předoperačních hodnot.

Dále jsme hledali statistickou významnost rozdílů změn předoperačních hodnot HOAs a naměřených hodnot na roční kontrole v porovnání skupiny STA a WFG. **Byl nalezen statisticky významný rozdíl v aberaci trefoil Z(3,3) mezi rozdíly změn naměřených hodnot před operací/12 měsíců po operaci v porovnání STA a WFG ablace.** V případě WFG ablace došlo pooperačně k většímu ovlivnění této aberace. Nejde ovšem o změnu negativní. Zatímco u standardní ablace došlo k mírné indukci aberace trefoil, v případě WFG ablace došlo k redukci této aberace. U ostatních rozdílů není statisticky významný rozdíl mezi STA a WFG ablací. **V našem souboru se nepotvrdilo, že při použití WFG ablace dochází k nižší indukci významných aberací vyšších řádů.**

Na základě předešlého zjištění, že oba ablační profily indukují aberace vyššího řádu jsme se rozhodli oba soubory rozdělit na další dva dílčí soubory podle velikosti vstupní hodnoty RMS HOAs. Zkoumali jsme, jak jednotlivé profily ovlivní HOAs u různých vstupních hodnot RMS HOAs. Získali jsme tedy 4 soubory: STA do RMS 0,250  $\mu\text{m}$ , WFG do RMS 0,250  $\mu\text{m}$ , STA nad RMS 0,250  $\mu\text{m}$  a WGF nad RMS 0,250  $\mu\text{m}$ .

#### **Soubor RMS HOAs do 0,250 $\mu\text{m}$**

Stejně jako v celém souboru jsme statisticky zpracovali vývoj jednotlivých aberací v čase a to hodnoty 12 měsíců po operaci a předoperační hodnoty.

**Statisticky významné rozdíly v čase mezi předoperační hodnotou a hodnotou 12 měsíců po operaci pro soubor STA do 0,250  $\mu\text{m}$  byly nalezeny u RMS, komy Z(3,-1) a sférické aberace Z(4,0).** U všech těchto měřených veličin došlo k indukci vyšších hodnot. Tyto výsledky se shodují s výsledky celého souboru. **Statisticky významné rozdíly v čase mezi předoperační hodnotou a hodnotou 12 měsíců po operaci pro soubor WFG do 0,250  $\mu\text{m}$  byly nalezeny u RMS, trefoilu Z(3,-3), komy Z(3,-1) Z(3,1), sekundárního astigmatismu Z(4,2) a u sférické aberace Z(4,0).** V tomto případě došlo stejně jako v souboru STA k vyšší indukci všech statisticky významných hodnot aberací. V případě trefoilu Z(3,-3) došlo sice k významné změně této aberace, ale rozdíl absolutních hodnot rozdílů je pouze 0,018  $\mu\text{m}$ . Stejně jako v celém souboru jsme opět hledali statistickou významnost rozdílů změn naměřených hodnot 12 měsíců po operaci a předoperačních hodnot v porovnání skupiny STA a WFG. **Byl nalezen statisticky významný rozdíl v trefoilu Z(3,-3) a sférické aberaci Z(4,0) mezi rozdíly změn hodnot před operací/12 měsíců po operaci v porovnání STA a WFG ablace.** Zde dochází k významnější změně aberace trefoil u WFG ablace oproti STA ablaci. Jde ovšem v absolutních číslech jen o malou indukci této aberace. Navíc byl soubor WFG ablace předoperačně zatížen touto aberací mnohem více než soubor STA ablace. Proto lze tuto změnu označit jako přínosnou. Dále dochází k vyšší indukci sférické aberace u STA ablace. **Potvrdilo se, že při použití WFG ablace dochází v souboru RMS HOAs do 0,250  $\mu\text{m}$  k nižší indukci sférické aberace.**

#### **Soubor RMS HOAs nad 0,250 $\mu\text{m}$**

Opět jsme statisticky zpracovali vývoj jednotlivých aberací v čase a to hodnoty 12 měsíců po operaci a předoperační hodnoty.

**Statisticky významný rozdíl v čase mezi předoperační hodnotou a hodnotou 12 měsíců po operaci pro soubor STA nad 0,250  $\mu\text{m}$  byl nalezen pouze u sférické aberace Z(4,0).** Došlo zde pooperačně k indukci vyšší hodnoty sférické aberace. **Statisticky významné rozdíly v čase mezi předoperační hodnotou a hodnotou 12 měsíců po operaci pro soubor WFG nad 0,250  $\mu\text{m}$  byly nalezeny u RMS, trefoilu Z(3,3), komy Z(3,-1) a sférické aberace Z(4,0).** Pouze v případě trefoilu Z(3,3) došlo pooperačně ke statisticky významnému snížení této aberace. U ostatních výše jmenovaných aberací došlo ke statisticky významnému navýšení pooperačních hodnot.

Znovu jsme hledali statistickou významnost rozdílů změn hodnot 12 měsíců po operaci a předoperačních hodnot v porovnání skupiny STA a WFG. **Byl nalezen statisticky významný**

**rozdíl RMS HOAs mezi rozdíly změn naměřených hodnot před operací/12 měsíců po operaci v porovnání STA a WFG ablace v souboru RMS HOAs nad 0,250  $\mu\text{m}$ . Paradoxně vychází hůře WFG ablace oproti STA. V rozdílech zkoumaných jednotlivých aberací nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. Nepotvrdila se nižší indukce aberací vyšších řádů v souboru RMS HOAs nad 0,250  $\mu\text{m}$  při použití WFG ablace. Naopak byl nalezen statisticky významný rozdíl v pooperační RMS HOAs v neprospěch WFG ablace.**

*Při použití WFG ablace u očí se vstupní hodnotou RMS HOAs do 0,250  $\mu\text{m}$  došlo k nižší indukci sférické aberace oproti STA ablaci.*

*Při použití WFG ablace u očí se vstupní hodnotou RMS HOAs nad 0,250  $\mu\text{m}$  došlo k vyšší indukci RMS HOAs oproti STA ablaci*

## **Závěr**

V naší retrospektivní studii jsme hodnotili zrakovou ostrost, subjektivní refrakci a aberace vyšších řádů po provedeném laserovém refrakčním zákroku Femto-LASIK. Porovnávali jsme dva ablační profily, standardní ablační profil (STA) a wavefront-guided ablační profil (WFG). Byl použit excimerový laser MEL 80 (Meditec, Carl Zeiss) a femtosekundový laser LDV Z6 (Ziemer).

V první části výzkumu jsme hodnotili pooperační zrakovou ostrost první měsíc, tři měsíce a dvanáct měsíců po operaci. Na všech kontrolách byl medián zrakových ostrostí v obou souborech STA i WFG 1,2. Index bezpečnosti a efektivity dosáhl hodnoty 1,0. Nebyl nalezen statisticky významný rozdíl ve zrakové ostrosti v porovnání STA a WFG ablace.

V druhé části výzkumu jsme se zaměřili na zbytkovou refrakční vadu. Zde se potvrdilo velice přesné zacílení pooperační refrakce. Zbytková subjektivní refrakční vada u nízké a střední myopie byla v hodnotách do  $\pm 0,25$  D. V souboru vysoké myopie dosahovala pooperační subjektivní refrakce hodnot do  $\pm 0,5$  D. Nebyl nalezen statisticky významný rozdíl ve zbytkové refrakční vadě v porovnání STA a WFG ablace.

V třetí části výzkumu jsme se zabývali aberacemi vyšších řádů. Zde se potvrdilo, že oba ablační profily mírně indukují střední kvadratickou hodnotu aberací vyšších řádů (RMS HOAs). Dále se potvrdilo, že dochází především k vyšší indukci sférické aberace. Předpoklad, že wavefront-guided ablace bude ze své podstaty indukovat nižší hodnoty aberací vyšších řádů se nepotvrdil. Na roční kontrole vykazoval soubor WFG statisticky vyšší indukci komy oproti souboru STA. Byl nalezen statisticky významný rozdíl v indukci aberace trefoil Z(3,3). Došlo k mírnému navýšení této aberace v případě STA ablace a ke snížení v případě WFG

ablace. Nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v aberacích, které podstatně ovlivňují výslednou kvalitu vidění v porovnání STA a WFG ablace.

Naše studie prokázala velkou míru bezpečnosti a spolehlivosti laserové refrakční chirurgie metodou Femto-LASIK. Výsledkem je výborná pooperační zrakovou ostrost a minimální zbytkové refrakční vady. Potvrdili jsme mírné pooperační navýšení aberací vyšších řádů, které ovšem nemají zásadnější vliv na výslednou kvalitu vidění. Nepotvrdil se přínos wavefront-guided ablace na nižší indukci významných aberací vyšších řádů. Platforma kombinace LDV Z6 + MEL 80 prokázala výborné výsledky, bezpečnost, efektivitu, prediktabilitu a minimální indukci aberací vyšších řádů.

**Literatura:** na požádání u autora



## 9. Vliv aniseikonie na kvalitu prostorového vidění

**Autoři:** Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D., doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

Pracoviště: Katedra optometrie a ortoptiky, Pekařská 53, 656 91 Brno

### **Anotace**

Cílem studie bylo zhodnotit účinky aniseikonie na kvalitu stereoskopického vidění. Experimentu se zúčastnilo celkem 90 subjektů bez oční patologie s vlastní korekcí nebo bez korekce, z nichž 5 bylo vyřazeno z důvodů významné anizometropie nebo špatné zrakové ostrosti ( $V < 0,5$  na horším oku). Celkem u 85 subjektů vždy ve 4 případech (bez size lens, size lens na OD 1, 3 a 5 %) byla měřena stereoskopická paralaxa za pomoci Random dot stereo testu. Jako kritérium kvalitní stereopse byla zvolena hodnota 60 úhlových vteřin. Toto kritérium ještě před začátkem testování nesplnilo celkem 6 subjektů. Celkový počet proměnných (případů) se tak ustálil na hodnotě 316. Ve 48 případech (15,2 %) došlo ke zhoršení stereoskopické paralaxy nad zvolenou kritickou hodnotu při použití size lens na OD 1, 3 nebo 5 %. V celkem 268 případech (84,8 %) nedošlo ke zhoršení stereoskopické paralaxy nad zvolenou mez.

**Klíčová slova:** Size lens, anisometropie, aniseikonie, heteroforie, stereoskopické vidění

### **Annotation**

Main purpose of this study was to evaluate effect of aniseikonia on the stereo vision. We had together 90 subjects without eye pathology with or without habitual correction. Five of them were excluded due to important anisometropia or bad visual acuity ( $V < 0.5$  on worse eye). All 85 subjects every in 4 cases (without size lens, with size lens on OD 1, 3 and 5 %) undergone measuring of their stereoscopy parallax. This was evaluated by Random dot stereo test. The level for stereoscopy vision was set bellow 60 arc seconds. This criterion was not achieved naturally by 6 subjects, so final number of all cases was 316. As a whole 48 subjects (15.2 %)

fail after using the test with size lens on OD 1, 3 or 5 %. All 268 cases (84.8 %) had not impaired stereoscopy parallax with size lens over chosen critical level.

**Key words:** Size lens, anisometropia, aniseikonia, heterophoria, stereoscopy vision

## Úvod a cíle

Při anizometrii nacházíme na očích rozdílnou refrakci mezi pravým a levým okem. První zmínka o anizometrii pochází ze 17. století. Rozlišujeme anizometrii hypermetropickou, myopickou, smíšenou a astigmatickou. Dále existuje i anizometropie latentní. Častou příčinou anizometropie je astigmatismus. Další příčinou může být např. keratokonus, jednostranný mikroftalmus, jednostranná afakie, zánětlivá onemocnění předního segmentu oka a různý stupeň katarakty. Přejídnou anizometrii také nalézáme u pacientů se systémovými chorobami. Může se objevit při horečnatých onemocněních, cukrovce atd. Nejčastějším typem anizometropie je anizometropie myopická, která se vyskytuje ve 40 % případů. Anizometropie o velikosti minimálně 2 D se vyskytuje minimálně u 20 % pacientů s refrakční vadou. Anizometropie o velikosti 2,5 D, tedy stav, kdy velikost retinálních obrazů se liší o 5 %, je obvykle hranicí pro binokulární vidění. Aniseikonie je spojena s anizometrií. Je to stav, kdy obraz předmětu vnímaného pravým a levým okem má nestejnou velikost a tvar. Při iseikonii jsou obrazy obou očí zcela shodné. Iseikonii můžeme dělit na dynamickou a statickou. Příčiny aniseikonie jsou optické a neoptické. Optické příčiny můžeme dělit na přirozené a uměle vyvolané. Mezi uměle vyvolané typy aniseikonie patří brýlová aniseikonie. Hlavním projevem aniseikonie je porucha binokulárního vidění.

Korekce anizometropie a z ní resultující aniseikonie je důležitým úkonem, který může pacientovi zajistit správné binokulární vidění. Literatura uvádí, že anizometropie o velikosti 2 D se vyskytuje u 20 % pacientů s refrakční vadou. Tito pacienti trpí i aniseikonií, která narušuje rychlost a kvalitu binokulárního vidění. U většiny pacientů je správným řešením aniseikonie adekvátní brýlová korekce za pomoci brýlových čoček s vlastním zvětšením, korekce kontaktními čočkami, anebo kombinace obou předchozích metod.

V současné době je k měření aniseikonie často používán tzv. hákový test, který je součástí moderních projekčních a LCD optotypů. Vyšetření umožňuje stanovit velikost a typ aniseikonie. Dále je možné použít diagnostické iseikonické brýlové čočky. Existují i speciální elektronické systémy, které pracují na principu eikonometrů, což jsou přístroje pro stanovení velikosti aniseikonie. Tyto elektronické systémy umožňují rychle, kvalitně a přesně změřit velikost aniseikonie a navrhnout způsob řešení tohoto problému.

## Soubor a metodika

Studie se zúčastnilo celkem 90 subjektů bez významné oční patologie s průměrným věkem 25 let (minimum 19 a maximum 59 let). Vyšetření aniseikonie a následně stereopse bylo provádění naturálně nebo s vlastní habituální korekcí. Průměrný refrakční stav nebo korekce zaokrouhlený na 0,25 D pravého oka byl -2 D sféra (minimum -8,5 a maximum +5 D), -0,25 D (minimum -1,75 a maximum +2,25 D) cylindr v ose 38 stupňů (minimum 0 a maximum 180 stupňů). U levého oka jsme naměřili -1,5 D sféra (minimum -8,25 a maximum +4 D), -0,25 D cylindr (minimum -1,75 a maximum +2,25 D) v ose 50 stupňů (minimum 0 a maximum 180 stupňů). Ze souboru byly vyřazeny celkem 4 subjekty, u nichž jsme naměřili velikost anisometropie na sférické nebo cylindrické hodnotě větší než 1 D. U zbylých subjektů jsme za pomoci hákového polarizovaného testu neprokázali aniseikonii ani výraznou heteroforii, respektive fixační disparitu.

Hodnocena byla také zraková ostrost, naturální nebo korigovaná vlastní habituální korekcí. Průměrná hodnota zrakové ostrosti pravého oka byla 1,20 decimálně a levého oka 1,17 decimálně. Ze souboru byly vyřazeny dva subjekty se zrakovou ostrostití alespoň na jednom oku menší než 0,5 decimálně, z nichž jeden byl již vyřazen z důvodu nepříjemné anisometropie, takže celkový počet vyřazených subjektů byl 5.

Vlastní měření stereoskopické paralaxy probíhalo za pomoci Random dot stereo testu. Minimální hodnota stereoskopické paralaxy zde naměřená byla 12 úhlových vteřin a maximální 400. Všechna měření probíhala za stejných podmínek (osvětlení, korekce nebo bez korekce, vyšetřovací vzdálenost).

Vyšetření započalo předložením iseikonické čočky (tzv. size lens) s vlastním zvětšením 5 % před pravé oko vyšetřovaného. Subjekt měl buď vlastní korekci, nebo byl bez korekce, v případě dobré zrakové ostrosti a v případě, že nepoužívá vlastní korekční pomůcku. Zjištěná velikost stereoskopické paralaxy byla zaznamenána. Následně jsme před pravé oko vyšetřovaného předložili iseikonickou čočku s hodnotu vlastního zvětšení 3 %. Zjištěnou velikost stereoskopické paralaxy jsme opět zaznamenali. V dalším kroku jsme použili size lens s vlastním zvětšením 1 % a v posledním případě byl pacient testován na stereo testu naturálně nebo s vlastní habituální korekcí.

Výsledky byly převedeny do tabulky MS Excel a následně statisticky vyhodnoceny za pomoci statistického programu Statistika verze 12 firmy STATSOFT.

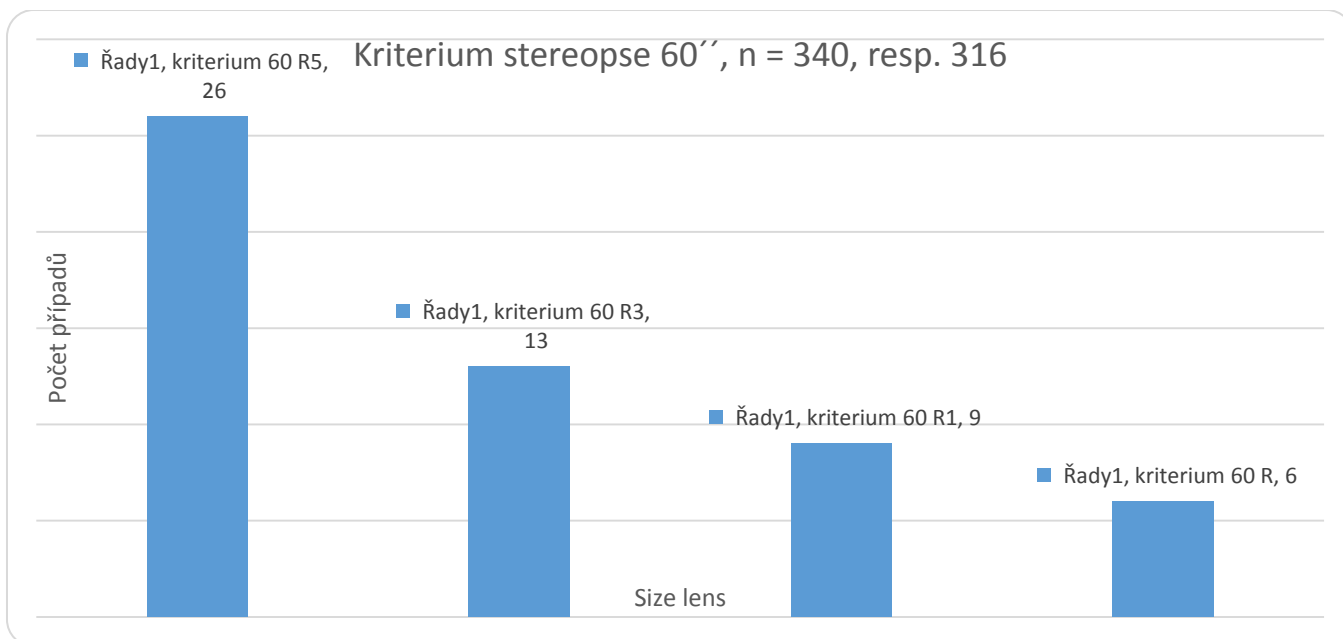
## Výsledky

Výsledky měření jsme rozdělili celkem do 4 souborů. Soubor s označením R5 obsahoval data o stereoskopické paralaxě s použitím iseikonické čočky s vlastním zvětšením 5 %, soubor označený R3 obsahoval data s použitou čočkou s vlastním zvětšením 3 %, soubor R1 s čočkou s vlastním zvětšením 1 % a soubor označený R obsahoval naturální stereoskopická data. Na základě potvrzení nulové hypotézy o neparametrickém rozložení dat ve všech zkoumaných souborech (Kolmogorov-Smirnov test, soubor R5, R3, R1, R vše  $p < 0,01$ ) jsme pro zhodnocení statisticky významných rozdílů mezi jednotlivými soubory použili Wilcoxonův párový test, který nám ve všech případech potvrdil nulovou hypotézu o statisticky významné rozdílnosti mezi jednotlivými sousedními soubory ( $p < 0,001$  ve všech případech). Jinými slovy to znamená, že s každou použitou size lens došlo ke statisticky významnému zhoršení stereopse.

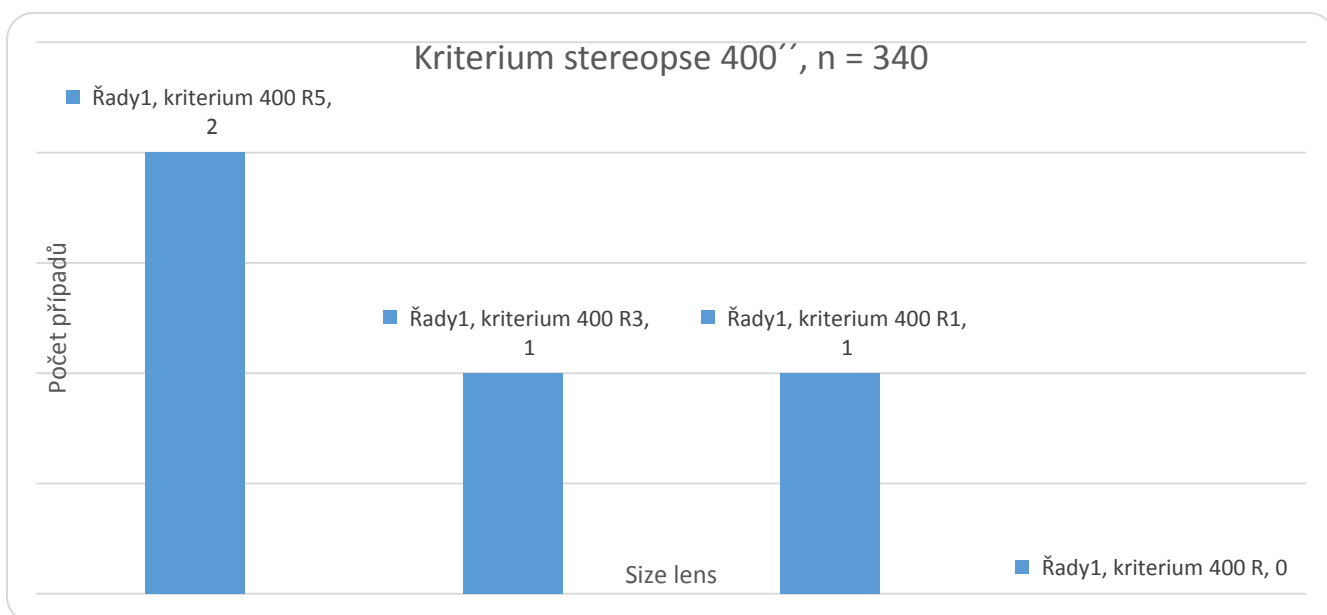
Dvojice proměnných	Wilcoxonův párový test (Tabulka1)			
	Označené testy jsou významné na hladině $p < 0,05000$			
	Počet platných	T	Z	p-hodn.
R5 & R3	53	36,50000	6,011027	0,000000
R3 & R1	38	43,50000	4,742244	0,000002
R1 & R	27	37,50000	3,639787	0,000273

Obr. 1: Wilcoxonův test mezi sousedními soubory (R5, R3, R1 a R).

Z praktického pohledu a na základě vyhodnocení minimální požadavků na stereoskopické vidění (O'Connor 2010) můžeme konstatovat, že k narušení stereoskopického vidění došlo po předřazení size lens různé velikosti celkem u 48 subjektů v případě hranice stereopse 60'' (viz obr. 2, 6 subjektů mělo narušenou stereopsi již bez size lens) a u 4 subjektů v případě hranice stereopse 400'' (viz obr. 3) z celkového počtu 340 případů.



Obr. 2: Počet případů narušení stereoskopického vidění při kritériu 60''.



Obr. 3: Počet případů narušení stereoskopického vidění při kritériu 400''.

## Diskuze

Ve studii byl prokázán statisticky významný rozdíl mezi použitím jednotlivých size lens. Každá size lens (1, 3 a 5 %) zhoršila kvalitu stereoskopického vidění o statisticky významnou hodnotu (průměr R = 32,28'', R1 = 38,87'', R3 = 43,98'', R5 = 64,96'', Wilcoxon test vše  $p < 0,001$ ).

Zásadním problémem při hodnocení stereopse je fakt, že neexistuje přesná hranice pro její definici. Rutrle (2000) uvádí hodnoty 20 – 60 úhlových vteřin. Friedmann (2005) uvádí

hodnoty 20 až 50 úhlových vteřin. Podle Howarda (2012) můžeme za funkční považovat stereoskopickou paralaxu menší než 40 úhlových vteřin.

V naší studii jsme tedy jako kritérium zvolili hodnotu 60 a 400 úhlových vteřin. Celkem jsme měli k dispozici 340, resp. 316 případů (100 %). Můžeme konstatovat, že při použití přísnějšího kritéria (60'') kvalitního stereoskopického vidění nedosáhlo 6 subjektů ještě před samotným experimentem (bez size lens), následně došlo ke zhoršení stereopse celkem v 48 případech z 316 (15,2 %) po předřazování size lens. Z toho v 9 případech (2,8 %) se size lens 1 % (R1), v 13 případech (4,1 %) se size lens 3 % (R3) a ve 26 případech (8,2 %) se size lens 5 % (R5). V případě sníženého kritéria (400'') nedosáhly subjekty kvalitního stereoskopického vidění celkem ve 4 případech (1,1 %), z toho v 1 případě s R1, v 1 případě s R3 a ve 2 případech s R5.

Na kvalitu stereoskopického vidění může mít vliv také velikost heteroforie. Podle autorů Lam a Tse (2002) nejlepší stereopse dosáhla skupina s ortoforií (5,31''), dále skupina s exoforií (6,02'') a nejhorší výsledek měla skupina s esofoří (8,91'').

V našem souboru jsme výraznou heteroforii (fixační disparitu), stejně jako výraznou aniseikonii s vlastní korekcí nebo naturálně eliminovali zkouškou na hákovém testu.

## **Závěr**

Cílem naší studie bylo zhodnotit vliv aniseikonie na kvalitu prostorového vidění. Testovali jsme subjekty bez výrazné oční patologie s vlastní korekcí nebo naturálně (celkem 90 jedinců, z toho 5 vyřazeno pro anisometrii, n = 340, resp. 316). Testování jsme prováděli na Random dot polarizovaném stereo testu s použitím size lens (5, 3 a 1 %). V případě přísnějšího kritéria (60'') jsme zjistili, že celkem 6 subjektů má narušenou stereopsi ještě před použitím size lens. Následně v dalších 48 (15,2 %) případech došlo k významnému narušení prostorového vidění při použití size lens navozením aniseikonie 1, 3 nebo 5 %.

Závěrem tedy můžeme konstatovat, že k výraznému nezhoršení prostorového vidění při různé navozené aniseikonii 1, 3 nebo 5 % nedošlo celkem v 268 případech (84,8 %) z celkového počtu 316.

## **Literatura:**

1. FRIEDMAN, N. J; KAISER, P. K; TRATLER, W. B. *Review of ophthalmology*. 1st ed. Philadelphia: ElsevierSaunders, 2005. ISBN 0721687768.

2. HOWARD, I. P.; ROGERS B. J. *Perceiving in Depth*, Vol. 2: Stereoscopic Vision. Oxford University Press, 2012. ISBN 0199764158, 9780199764150.
3. LAM, A. K. C.; TSE, P.; CHOY, E.; CHUNG, M. *Crossed and uncrossed stereoacuity at distance and the effect from heterophoria*. *Ophthalmic and Physiological Optics*, April 2002, vol 22, Issue 3.
4. O'CONNOR, A. R.; BIRCH, E. E.; ANDERSON, S. *The Functional Significance of Stereopsis*. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, April 2010, vol. 51 no. 4 2019-23.
5. RUTRLE, M. *Přístrojová optika: učební text pro oční optiky a oční techniky, optometristy a oftalmology*. 1. vyd. Brno: Institut pro další vzdělání pracovníků ve zdravotnictví, 2000. ISBN 8070133015.

## 10. Modré světlo: význam versus rizika

**Autorka:** Mgr. Jitka Krasňanská, Ph.D.

### Anotace

Expozice světlu určitých vlnových délek může pro oko za jistých okolností představovat riziko poškození.

Přestože si oko během evoluce vyvinulo řadu mechanismů, kterými se před poškozením světlem brání, stále existují situace, které mohou na očních tkáních vyvolat přechodnou nebo trvalou reakci.

Poškození lze klasifikovat jako fototermální, fotomechanické a fotochemické. Každé z tohoto poškození se projevuje jinak a uplatňuje se v různých podmínkách.

Největší zájem se soustředí na poškození fotochemické. Hlavním mediátorem tohoto typu poškození je látka lipofuscin. Lipofuscin má absorpční maximum v oblasti krátkovlnného tj. modrého světla. Navíc lipofuscin se akumuluje v lidských tkáních s věkem. V oku dochází k jeho ukládání v buňkách sítnicového pigmentového epitelu. Představuje tak pojítko mezi věkem podmíněnými onemocněními, zejména makulární degenerací a expozicí modrému světlu a stal se tak podkladem pro tzv. fototoxickou teorii vzniku VPMD. Teorii se však ani přes mnoho provedených studií dodnes nepodařilo prokázat.

Na druhou stranu má modré světlo nezanedbatelný význam pro řízení denního biorytmu, regulaci hormonální hladiny a nastavení psychických funkcí.

Veškeré prostředky, které filtrují modré světlo (nitrooční či brýlové čočky), musí být správně indikovány s ohledem nejen na potencionální benefit, ale i na rizika.

**Klíčová slova:** modré světlo, retinopatie, věkem podmíněná makulární degenerace, filtry modrého světla, fototoxicita, “blue light” hazard, cirkadiánní rytmus

### **Annotation**

Light of certain length waves possesses the ability to cause damage to the eye structures. Although the eye has developed various mechanisms to protect itself from light damage, there are still circumstances, which can lead to acute or permanent reaction. The light damage can be classified as photothermal, photomechanical, and photochemical in nature. Each of them having different symptoms and applying in different circumstances.

The biggest interest gains the photomechanical type of eye damage. Its main mediator is a lipofuscin. The Lipofuscin has its absorption peak in the shortwave lengths, near the blue portion of visible spectra. Lipofuscin accumulates in the human body during aging, when in the eye it is retinal pigment epithelium cells where it is stored predominantly. The lipofuscin creates a link between age related eye disease (especially age-related macular degeneration, AMD) and light exposure. It has been a base for the phototoxicity-AMD hypothesis. However, this hypothesis has been unproven until today.

On the other hand, blue light has numerous beneficial effects on the human health – driving the circadian rhythmicity, melatonin hormone secretion and psychological functions.

All attempts for selective filtering of blue light should be applied with caution, always considering both benefits and risks.

**Key words:** Blue light, retinopathy, age-related macular degeneration, blue light filters, phototoxicity, blue light hazard, circadian rhythm

### **Absorpce světla v očních tkáních**

Lidské oko je přizpůsobeno k tomu, aby soustředilo světelné paprsky na sítnici. I přesto je ale určitá část světla odsouzena k tomu, aby se rozptýlila nebo absorbovala na některých tkáních, které leží na cestě k sítnici. Dvě nejúčinnější tkáně z hlediska absorpce jsou rohovka a čočka. Rohovka absorbuje téměř všechno UV záření s vlnovou délkou pod 295 nm. To znamená, že jak celá složka UV-C záření a téměř celá část UV-B složky. Čirá čočka pak absorbuje většinu UV-B a všechno UV-A záření. Během stárnutí se díky senilním změnám v čočce navíc



snižuje dále propustnost viditelného spektra a čočka pohlcuje i značnou část světla o vlnových délkách 300-400 nm. Sklivec, protože je téměř celý z vody (98% tvoří voda) má absorpční vlastnosti vodě velmi podobné. Vlnové délky ve viditelném spektru (400-700 nm) a blízkém infračervené oblasti (700-1400 nm) jsou propouštěny, naopak UV záření infračervené IR-B a IR-C je absorbováno. Z výše uvedeného výčtu pak vyplývá, že na sítnici dopadá světlo ze zbývající oblasti tj. 400-1400 nm. Tato oblast se považuje za oblast s potenciálním rizikem pro sítnici, tzv. „*retinal hazard region*“.

Ochrannou funkci na sítnici plní makulární pigment. Tímto názvem se společně označují látky, které mají schopnost absorbovat vysoce-energetické modré světlo. Jsou to karotenoidy – lutein, zeaxantin a meso-zeaxantin. Jejich absorpční maximum se pohybuje u vlnové délky 460 nm. Předpokládá se, že tyto pigmenty dokáží filtrovat až 40% modrého světla.

### **Typy poškození – „Fototoxicita“**

Světlo má potenciál poškodit sítnici několika způsoby. Ty jsou označovány jako fototermický, fotomechanický a fotochemický mechanismus. Pro jejich bližší pochopení je nutno přijmout pohled na světlo jako proud částic s energií (fotonů).

### **Fototermické poškození**

U sítnice dochází k poškození teplem až ve chvíli, kdy se okolní teplota zvýší o 10 stupňů celsia a více. V závislosti na hodnotě teploty dochází na sítnici k různým druhům poškození: k apoptóze buněk při teplotě 55-58 stupňů, k apoptóze a nekróze při teplotách 60-68 stupňů a k okamžité buněčné smrti při teplotách převyšujících 72 stupňů. Na buněčné a molekulární úrovni je smrt buněk podmíněna denaturací proteinů, ztrátou terciální struktury molekul a zkapalněním (fluidizací) buněčných membrán.

Fototermická energie je absorbována na jednom ze třech sítnicových pigmentů: na melaninu v melanosomech buněk sítnicového pigmentového epitelu (RPE) a v melanocytech cévnatky, na xantofylu lokalizovaném primárně v Mullerových buňkách sítnice a na hemoglobinu z krevních kapilár sítnice a cévnatky. Ze třech jmenovaných je nejúčinnějším absorbentem melanin, který je primárně lokalizován v buňkách sítnicového pigmentového epitelu. Proto oblasti s velkým množstvím melanosomů velmi ochotně absorbují fototermickou energii. Důkazem toho je působení laseru na sítnici, kdy první známky poškození jsou patrné právě na RPE a fotoreceptorech. Nejznámější ukázkou tepelného působení na sítnici s „toxickým“ účinkem je terapeutické využití laserů. Lasery se v očním lékařství využívají k ošetření sítnice

u diabetické retinopatie, u retinopatie nedonošenců, tumorů sítnice i cévnatky, edémech sítnice, odchlípení sítnice a sítnicových dírách.

### **Fotomechanické poškození**

Jako fotomechanické poškození je klasifikováno takové poškození vzniklé následkem vysokého tlaku a tahu, který je vyvolán rychlou absorpcí vysokých dávek energie melanosomy sítnicového pigmentového epitelu. Taková situace nastává v případě ozáření vysokými energiemi v řádech mega až terawatů na centimetr čtvereční a při krátkých časech expozice, řádově nano až pikosekundy. Energie je aplikována tak rychle, že tkáň nestihne zareagovat na vysoký tlak uvolněním, vznikají kavitační bubliny, které destruuji jak RPE, tak přilehlé buňky. Kavitace se v tkáni rychle šíří formou šokových vln a může působit nevratné poškození buněk. Míra poškození je přitom úměrná množství absorbované energie a rychlosti její aplikace.

Nejznámější klinické využití fotomechanického poškození představuje ošetření zadního pouzdra čočky u sekundární katarakty Nd:Yag laserem nebo provedení iridotomie u pacientů s glaukomem uzavřeného úhlu. Naopak ve vitreo-retinální chirurgii jsou pulsní lasery využívány jen zřídka, kvůli riziku poškození okolní tkáně, krvácení a hrozbě protržení sítnice.

### **Fotochemické poškození**

Fotochemické poškození je všechno poškození, které nemůže být vysvětleno působením ani tepelným ani mechanickým. Teorie chemického poškození sítnice byla poprvé vyslovena v roce 1966 Noellem, který ve svém výzkumu prokázal toxický účinek umělého světla. Experimentoval s krysami – albíny, které celodenně vystavoval umělému osvětlení o vlnových délkách běžného viditelného světla. Výsledkem bylo nevratné poškození sítnice. Nález odstartoval intenzivní výzkum v této oblasti.

Předpokládá se, že fotochemické poškození je zprostředkováno volnými radikály. Sítnice obsahuje vlastní ochranné mechanismy před účinkem volných radikálů. Ve chvíli, kdy působící inzult převyšuje tyto ochranné mechanismy, dojde k poškození. Poškození je spojováno s dlouhými časy expozice a s působením světla o krátké vlnové délce – vysokoenergetické modré světlo.

Mediátory fotochemického poškození jsou v oku tzv. chromofory. V lidském oku jsou typickým příkladem chromoforů fotoreceptory, flavoproteiny, hemové proteiny, melanosomy a lipofuscin. Chromofory jsou oblasti v molekule, které dokáží absorbovat energii fotonů

viditelného světla a přecházet tak do vyšších energetických hladin (excitovat se). Při přechodu zpět do základního stavu se uvolňuje energie, která často vede k tvorbě volných kyslíkových radikálů. Tyto velmi reaktivní částice pak napadají jiné molekuly a působí jejich destrukci. Jedny z nejcitlivějších látek na působení volných kyslíkových radikálů jsou více nenasycené mastné kyseliny. Ty jsou součástí buněčných membrán a kyslíkový stres zde spouští řetězovou reakci (peroxidací lipidů). Sítnicové fotoreceptory, tyčinky i čípky, resp. jejich vnější segmenty obsahují velké množství membránových struktur a jsou tedy extrémně náchylné k poškození volnými radikály. Oxidační stres působí podobně i na proteiny a poškození postihuje i buňky sítnicového pigmentového epitelu a neuroretiny.

Fotochemické poškození je možné dále rozdělit do dvou tříd:

**Poškození první třídy** („Noellův typ poškození“, fototoxicita bílého světla) je zprostředkováno rhodopsinem – fotopigmentem tyčinek. Oblast maximálního účinku odpovídá absorpčnímu profilu rhodopsinu. Charakteristický je vznik při působení relativně nízkých intenzit bílého světla (pod  $1\text{ mW/cm}^2$ ) a při dlouhé době expozice (hodiny až týdny).

**Poškození druhé třídy** („Hamův typ“, fototoxicita modrého světla – „Blue light Hazard“) je vyvoláno při působení bílého světla o vyšších intenzitách (nad  $10\text{ mW/cm}^2$ ) a oblast maximálního účinku je na kratších vlnových délkách viditelného světla. Primárním mediátorem této interakce je látka lipofuscin. Lipofuscin je substance heterogenní povahy, která vzniká v různých tkáních lidského těla během stárnutí. V buňkách RPE je lipofuscin tvořen nedostatečně odbouranými rezidui zevních segmentů tyčinek a čípků. Jeho obsah v buňkách RPE je po narození méně než 1%, zatímco v 8. deceniu zabírá tato odpadní substance až 20% prostoru každé buňky RPE. Lipofuscin je nazýván hormonem stárnutí a právě jeho akumulace s věkem je hlavním pojítkem mezi výskytem VPMD a expozicí slunečnímu záření. Jedna z teorií vzniku lipofuscinu totiž hovoří o tom, že vliv má stav vnějších segmentů tyčinek a čípků. Pokud jsou vnější segmenty před vlastním procesem odbourávání poškozeny – např. jejich membránové struktury jsou změněny působením světla tak, jako tom bylo zmíněno výše, pak proces odbourání takových částí nemůže proběhnout úplně a v cytoplasmě zůstávají „ne strávené zbytky“. Tyto zbytky pak zhoršují funkci buněk RPE. RPE zajišťuje výživu neuroretině a jeho poškození tak může mít vliv na rozvoj sítnicových onemocnění.

Současná zobrazovací technika umožnila podrobně zkoumat průběh poškození buněk. Ten byl rozdělen na tři stádia. Akutní reakce v průběhu 24 hod po ozáření je typická edémem sítnice, desorganizací buněk pigmentového epitelu, nepravidelností ve fotoreceptorech a přítomností abnormálně pigmentovaných buněk v subretinálním prostoru. Následující stádium reparace přichází asi týden po expozici a je provázeno imunitní odpovědí – aktivací makrofágů. Třetí, závěrečné stádium je období degenerativních změn. Trvá týdny až měsíce po expozici a je charakteristické proliferací buněk RPE a tvorbou plaku (vrstva poškozených buněk RPE a makrofágů) mezi Bruchovou membránou a vnějšími vrstvami sítnice.

Klinicky je princip fotochemického poškození využíván při fotodynamické terapii. Při ní se intravenózně aplikuje fotocitlivá látka (verteporfin). Ta se poté ozáří infračerveným světlem o vlnové délce 689 nm. Absorpce světla odstartuje žádoucí fotochemickou reakci, při níž cytotoxické produkty, které cíleně poškodí patologickou tkáň. Fotodynamická terapie je aktuálně vyhledávanou metodou léčby exudativních onemocnění sítnice včetně vlhké formy věkem podmíněné makulární degenerace, myopických neovaskularizací, centrální serózní retinopatie apod.

### **Ochranné mechanismy**

V dalších experimentech se věnovala pozornost možnostem reparace poškozených tkání. Četné experimenty prokazují, že rozsah poškození fotochemickou cestou je závislé na absorbované dávce („dose dependent“) a navíc je kumulativní v čase. Nicméně efekt kumulativní expozice není čistě aditivní, tj. není prostým součtem izolovaných vystavení se záření během života. Naopak existuje mnohem komplikovanější vztah mezi mírou poškození tkáně a dobou expozice. To je dáno určitou reparativní schopností fotoreceptorů (vnitřní segmenty dokáží opravit poškozené vnější segmenty).

Význam makulárních pigmentů pro ochranu sítnice je předmětem mnoha aktuálních diskuzí. Možnost měřit hustotu makulárního pigmentu in vivo dále podporuje studium vztahu mezi pigmentací sítnice a výskytem sítnicových degenerací, zejména VPMD. Další otázkou je, zda je možné množství makulárních pigmentů zvýšit příjmem karotenoidů ve stravě. Jak studie LAST (Lutein antioxidant supplementation trial), tak studie LUNA potvrzují vztah mezi příjmem karotenoidů ve stravě a hustotou makulárního pigmentu. Naopak jiné studie hovoří o velkém množství jiných faktorů, které mají vliv na hustotu makulárního pigmentu – pohlaví, množství tělesného tuku a kouření.

Nicméně i kdyby byl potvrzen vztah mezi příjmem karotenoidů ve stravě a jejich obsahem fundu, stále není potvrzen kauzální vztah mezi makulárním pigmentem a výskytem sítnicových onemocnění. Naopak nedávno ukončená rozsáhlá epidemiologická studie AREDS (Age-Related Eye Disease Study) nenašla žádný vztah mezi vyšším příjmem luteinu a zeaxantinu ve stravě a výskytem vlhké formy VPMD, tvorbou drúz a vznikem geografické atrofie.

Vznik a progresse VPMD je velmi komplikovaný proces a zřejmě se uplatní více faktorů – rasa, barva duhovek, strava, kouření a expozice slunečnímu záření.

Expozice slunci je jedním z nejčastěji diskutovaným rizikovým faktorů. Pokud by byla kauzalita prokázána, pak by bylo možné vydávat přímá, jednoznačná doporučení ve vztahu ke sluneční ochraně ať už slunečními brýlemi, brýlovými nebo nitroočními čočkami. Nicméně průkaz příčinné souvislosti opět ztěžuje řada skutečností. Zejména je velmi těžké retrospektivně hodnotit skutečnou míru expozice záření během celého života. A tak se ani opravdu rozsáhlým studiím jako byla např. 10 let trvající The Beaver Dam Eye Study nebo Blue Mountain Eye Study nepodařilo prokázat jasný vztah.

Doporučení pro používání nitroočních čoček s filtry modrého světla narážejí mezi odborníky na další fakt: i vlastní čočka během života přirozeně žloutne a absorbuje velké množství vysokoenergetického modrého světla. A i přesto se u všech těchto lidí VPMD vyvine. Otázka implantace nitroočních čoček žluté barvy (s filtrem modrého světla) je proto stále předmětem diskuzí a mezi lékaři neplatí jednomyslná shoda.

Argumenty proti používání žlutých čoček nejčastěji znějí ve smyslu zhoršení kvality vidění zejména za šera (ve skotopických podmínkách) a také v narušení cirkadiánního rytmu seniorů.

### **Význam modrého světla**

V lidské sítnici nalézáme tři hlavní typy fotoreceptorů a ty obsahují různé druhy fopigmentů. Čípky, které jsou zodpovědné za fotopické a mesopické vidění obsahují pigment opsin. Čípky se dále rozdělují na tři podtypy podle maximální citlivost na vlnovou délku dopadajícího světla. Čípky s maximem absorpce u krátkých vlnových délek se nazývají short (S) čípky, ty s maximem absorpce u středních vlnových délek nesou označení medium (M) čípky a pro dlouhé vlnové délky jsou to long (L) čípky.

Tyčinky jsou druhým typem fotoreceptorů a umožňují vidění za šera, tj, ve skotopických podmínkách. Fotopigmentem je zrakový purpur rhodopsin.

Třetím typem fotocitlivých buněk sítnice jsou tzv. Fotocitlivé gangliové buňky. Jde o subpopulaci gangliových buněk (tvoří méně než 1% ze všech gangliových buněk sítnice) a jsou rovnoměrně rozmístěny po celém fundu. Jejich existence byla prokázána až v roce 2002. Obsahují třetí typ opsinu – melanopsin. Jejich absorpční maximum leží v krátkých vlnových délkách (480 nm), tj. v oblasti modrého světla. Jejich hlavní funkcí je řízení denního biorytmu, ovlivnění zornicové reakce a diskutuje se i význam pro uvědomování si viděného. Řízení denního biorytmu probíhá prostřednictvím ovlivnění sekrece spánkového hormonu melatoninu. Fotocitlivé buňky sítnice jsou při vystavení modrému světlu aktivovány a prostřednictvím retino-hypotalamického traktu podávají signál do hypotalamu. V hypotalamu je sídlo hlavních biologických hodin. Odtud je pak během ozáření (tj. ve dne) dáván pokyn do hypofýzy k tlumení vylučování melatoninu. Po setmění, když fotocitlivé buňky přestávají být stimulovány modrým světlem, je naopak vylučování melatoninu umožněno. Melatonin je malý lipofilní neurohormon, který zásadně ovlivňuje cirkadiánní rytmicitu. Po setmění navozuje pokles tělesné teploty a navozuje uvolnění, relaxaci a spánek. Ráno, při svítání, je jeho sekrece naopak aktivně tlumena a nastupuje zvýšení teploty, zlepšuje se koncentrace, pozornost, paměť a navozuje se celková čilost.

Melatonin je významný i pro systémovou homeostázu. Je účinným scavengerem volných kyslíkových radikálů a pomáhá tak chránit např. I buňky RPE před oxidačním stresem. Má přirozený onkostatický účinek (pomáhá brzdit proliferaci tumorů), uplatňuje se protizánětlivě a ovlivňuje celkové duševní naladění.

Narušení denního biorytmu a mnohé další systémové projevy často pozorujeme u seniorů, kde se předpokládá podíl snížené expozice modrému světlu. Senioři také ve zvýšené míře trpí depresemi a nespavostí. Po extrakci vlastní, zežloutlé čočky a její výměně za čočku umělou čirou se naopak pozoruje nejen zlepšení zrakových funkcí (zejména skotopické vidění), ale i snížení projevů deprese a zlepšení spánku.

### **Nitrooční čočky s absorpcí modrého světla**

Použití žlutých (modré světlo absorbujících) nitroočních čoček po operaci katarakty je stále předmětem diskuze. Jejich použití je obhajováno zájmem o ochranu sítnice před vysokoenergetickým modrým světlem, a tak potenciálně i před rozvojem VPMD. Nicméně fototoxická hypotéza o vzniku VPMD je stále nepotvrzená. Naopak 10 z 12 rozsáhlých studií nepotvrzují kauzální vztah mezi mírou expozice světlu a vznikem onemocnění. Nelze s jistotou tvrdit, že normální expozice světlu působí vznik VPMD, ani že použití filtrů modrého světla ji brzdí.

Naopak čočky se žlutým zabarvením prokazatelně snižují kvalitu skotopického vidění a narušují řízení denního biorytmu. Modré světlo se podílí na celkové skotopické citlivosti 35ti %. Kvalita vidění při sníženém osvětlení je přitom zejména u seniorů velmi důležitá. Více než 50% seniorů ve věku nad 65 let totiž každoročně utrpí úraz následkem pádu. Mnohé z takových úrazů mohou být pro seniory nebezpečné, působí připoutání na lůžko, rozvoj dalších nemocí a často mají fatální následky. Argumenty pro použití čirých čoček říkají, že je nutno dopřát seniorům maximální dostupnost světla v tom okamžiku života, kdy jej potřebují nejvíce (ve stáří je navíc zúžená zornice, snížená citlivost fotoreceptorů a obecně více času tráveného v prostorách s nízkým osvětlením).

### **Brýlové čočky s filtry modrého světla**

Ani přes diskuze v oblasti nitroočních čoček nezabránili rozšíření idey o filtrech modrého světla do oblasti čoček brýlových. Od roku 2010 začaly společnosti nabízet brýlové čočky s filtrací modrého světla. Míra absorpce modrého světla je výrazně nižší než u čoček nitroočních. A i přes potíže s průkazem významu světla pro sítnicové onemocnění, marketingové argumenty znějí ve smyslu ochrany sítnice před rozvojem VPMD. Naopak jen málo jediskutován ochranný vliv modrého světla a jeho význam nejen pro kvalitu vidění, ale i systémové pochody v lidském těle. Použití takových produktů by mělo být vždy zváženo a klientům doporučováno s rozvahou.

### **Literatura:**

1. Youssef PN, Sheibani N, Albert DM. Retinal light toxicity. *Eye*. 2011;25(1):1-14. doi:10.1038/eye.2010.149.
2. Mainster MA. Violet and blue light blocking intraocular lenses: photoprotection versus photoreception. *Br J Ophthalmol*. 2006;90(6):784-792. doi:10.1136/bjo.2005.086553.
3. Kennedy CJ, Rakoczy PE, Constable IJ. Lipofuscin of the retinal pigment epithelium: A review. *Eye*. 1995;9(6):763-771.
4. Sally Blackmore-Wright, Frank Eperjesi. Blue-light Filtering Intraocular Lenses. *Eur Ophthalmic Rev*. 2012(6(2)):104-107.

## **11. Novinky v oblasti kontaktních čoček a péče, zvyšování komfortu pro uživatele**

**Autor:** Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.

Pracoviště: KOO LF MU Brno, KNOO FN USA Brno, Oční optika – RUBÍN, Brno

### **Anotace**

Kontaktologie je obor zabývající se problematikou kontaktních čoček a vším, co je s nimi spojeno. Zejména v posledních letech nabývá vývoj v této oblasti na dynamičnosti. Nejedná se pouze o inovace materiálů, ze kterých jsou kontaktní čočky vyráběny, ale také různé přístupy a způsoby aplikace umožňující nabídnout klientům mnohdy ne zcela standardní řešení. Také díky různým činidlům zakomponovaných do kopolymerů dostávají kontaktní čočky „nový rozměr“. Těmi jsou především smáčedla, která zadržují v čočkách více vlhkosti, což má příznivý vliv na výsledný komfort pro koncového uživatele. Podobně jsou na tom také systémy péče o kontaktní čočky.

**Klíčová slova:** kontaktní čočky, bioinspirace, hypergel, roztoky na kontaktní čočky

### **Annotation**

Contactology is the branch that dealing with contact lenses and everything associated with them. Especially in last few years took the development in this area more dynamic direction. There are not only innovated materials from which are soft contact lenses produced but also the different approaches and methods of lenses fitting allow to offer clients sometimes not



completely standard solutions. Also thanks to different agents incorporated into copolymers give to contact lenses the „new dimension“. They are usually surfactants which retain more moisture in the lens which enhances impact on the resulting comfort for client. This is also similar in lens care solutions.

**Key words:** contact lenses, bioinspiration, hypergel, lens care solutions

## Úvod

O historickém vývoji kontaktních čoček bylo již pojednáno v mnoha domácích i zahraničních publikacích, existuje několik knih a odborných prací. Zpravidla jsou uváděny společně s vývojem materiálů pro kontaktní čočky, metodami při vyšetřování a zjišťování parametrů, dále pak s přístrojovou technikou. V souvislosti s materiály kontaktních čoček byla vždy hojně diskutována i otázka snášenlivosti a „komfortu“. Dnes se s tímto typem korekční pomůcky setkáváme mnohem častěji, než tomu bylo dříve. Kontaktní čočky jsou stále více vyhledávaným způsobem korekce refrakčních vad, zejména u teenagerů a aktivních lidí. Refrakční vadu - ametropii, je potřeba korigovat především v případech, kdy začíná způsobovat astenopické potíže. Základní a důležitá měření nejen předního segmentu oka provádí oční lékař nebo optometrista, a to za pomoci jednoduchých testů přezkouší i další zrakové funkce. [1]

Kontaktní čočky poskytují klientům zejména výhody neomezeného zorného pole, které je u brýlí limitováno tvarem obruby. Jsou pohodlnější, zajišťují stabilní vidění a především jsou bezpečnější, než je tomu např. při aktivitách s brýlemi. K dispozici je poměrně široká nabídka v materiálech a provedeních. Především při korekci vysokých hodnot refrakčních vad jsou kontaktní čočky preferovány před nošením brýlí. Kromě korekce vlastní vady zde nastupuje i hledisko posílení vlastní individuality a sociálního začlenění klienta. Pravidelné kontroly předního segmentu a správná péče o kontaktní čočky jsou pak úspěchem při nošení těchto korekčních pomůcek. Každý nositel kontaktních čoček však musí mít rezervní brýle pro případ přerušování jejich nošení. [1,8]

Vývoj v oblasti kontaktních čoček – kontaktologii, nabízí klientům mnohá zlepšení. Rozšiřují se nabídky nejen např. jednodenních čoček. Ty jsou voleny zejména na jednorázové akce,

příležitostné sportovní aktivity, cestování a lze jimi korigovat jak sférické ametropie a astigmatismus, tak presbyopii. Jsou oblíbené a doporučované zejména mladším jedincům.

### **Kontaktní čočky**

K tradičním materiálům se řadí **hydrogely**, které se pro výrobu měkkých kontaktních čoček používají nejdéle. I když dnes již nejsou tak často voleny pro první aplikaci, mají stále své výhody a mnohdy jsou jedinou volbou, kterou lze konkrétnímu klientovi nabídnout. Kontaktní čočky z těchto materiálů jsou vyráběny pro různé režimy nošení (denní, flexibilní, prodloužené), i frekvenci výměny, jakými jsou jednodenní, čtrnáctidenní, měsíční, tříměsíční a roční doba výměny. Je tedy patrné, že tyto typy čoček lze nalézt ve všech možných kategoriích, to se týká též nabízených rozsahů optických mohutností a poloměrů křivosti. [2]

Poté, co se vývoj ubíral především cestou zvýšení propustnosti kyslíku pro oko, byly před 16 lety uvedeny na trh kontaktní čočky ze **silikonhydrogelových** materiálů. Velká očekávání odborníků i nositelů však nebyla nakonec beze zbytku splněna. K určitým nevýhodám, zejména u prvních generací těchto materiálů, patřily vyšší tuhost a nižší schopnost smáčet povrch kontaktní čočky, přestože jejich smáčivost byla již z výroby upravována povrchovými modifikacemi. Někteří nositelé pak uváděli pocity suchých očí a neostré vidění. Během uplynulých let se však podařilo tyto nedostatky do určité míry eliminovat díky nově vytvořeným profilům kontaktních čoček, použitím delších a ohebnějších silikonových řetězců a zakomponováním smáčecích složek do materiálu. Máme tak možnost doporučit našim klientům silikonhydrogelové kontaktní čočky vysoce propustné pro kyslík, mající přitom i další velmi dobré vlastnosti. Nicméně jsou i klienti, kteří jsou na silikonovou složku alergičtí. Anebo klienti s poruchou slzného filmu, kterých je dnes celá řada a kteří také mohou mít problémy s nošením silikonhydrogelů. Proto se nabízí otázka, zda by nebylo skvělé, kdyby byl k dispozici takový materiál pro kontaktní čočky, který bude mít vysokou propustnost pro kyslík jako silikonhydrogely, ale při tom nebude obsahovat silikon [2–4].

Během minulého roku byl na našem trhu uveden zcela nový materiál pro kontaktní čočky nazvaný **HyperGel**. Tento materiál využívá kombinaci několika chemických struktur, které tak dohromady tvoří relativně složitý kopolymer. Ten nabízí nositelům mnohá zlepšení týkající se komfortu při nošení a vlivu biomechanických vlastností na rohovkovou tkáň, přitom bez přítomnosti silikonu. Představuje určitý návrat k výšeboťnavým hydrogelům, staví na jejich příznivých vlastnostech a snaží se minimalizovat jednu z jejich nevýhod, a to

odpařování vody ze svého povrchu. Přitom se jedná o materiál vyvinutý na podkladě bioinspirace (biomimetiky). **Biomimetika** je exaktní vědecký obor vycházející především z biologie, který zkoumá zajímavá konstrukční řešení vyskytující se v přírodě. Jeho snahou je pak toto řešení napodobit a použít jako inspiraci pro vývoj nových vynálezů, technických řešení s jejich následným širokým využitím pro pokrok a běžný život. S řadou bioinspirovaných produktů se setkáváme v našem každodenním životě. To, že je určitý produkt bioinspirovaný, neznamená, že je „bio“, tedy čistě přírodního charakteru. Uvedme pár názorných příkladů: křídla letadel jsou inspirována křídly ptáků, plavky sportovních plavců jsou inspirovány žraločí kůží, běžecké boty byly inspirovány biomechanikou běhání na boso, suchý zip je inspirován plody lopuchu (kudlibabky), náplast je inspirována tlapkami gekona, nanočástice na motýlích křídlech jsou inspirací pro displeje mobilních telefonů, tabletů apod.

Hypergel je tedy materiálem, který je vytvořen na podkladě bioinspirace. V tomto případě vědci vzali za vzor samotné lidské oko, jeho fyziologii a funkce. Kontaktní čočky **Biotrue ONEday** se tak co nejvíce podobají vlastnostem lidské rohovky.

První bioinspirace spočívá v napodobení lipidové vrstvy slzného filmu, což je zajištěno povrchově aktivní látkou nalezenou na plochách kontaktní čočky. Díky tomu nedochází k osychání povrchu kontaktní čočky a čočka si tak zachovává svoji optickou funkci. Takové čočky udržují pro prostředí oka více vlhkosti než jiné kontaktní čočky. Povrchy běžných kontaktních čoček mohou totiž během dne osychat, to následně vede k dráždění zejména víčkové spojivky a dále pak k rozostřenému vidění [4–6].

Druhou bioinspirací je obsah množství vody v kontaktní čočce. Materiál hypergel obsahuje 78 % vody, což je shodné s hodnotou, jaká se uvádí pro lidskou rohovku. Tento hydrofilní kopolymer tak udržuje stálé prostředí, což je důležité právě pro příjemný pocit při nošení kontaktních čoček. Nabízí se tím přirozená úroveň zvlhčení pro oko v průběhu celého dne nošení.

Třetí bioinspirací je pak zajištění potřebného množství kyslíku. Hypergel (Nesofilcon A) má poměrně vysokou hodnotu propustnosti kyslíku  $D_k = 42$ . To znamená dostatečný přístup kyslíku k rohovce i bez přítomnosti silikonu v materiálu čočky. Díky tomu zůstávají oči nositelů čoček z hypergelu bez zarudnutí (bílé) a zdravé.

Zjednodušeně pak můžeme o hypergelu mluvit jako o hydrofilním kopolymeru 2-hydroxyethylmethakrylátu a vinylpyrrolidonu. Hypergel je však prvním materiálem firmy Bausch and Lomb, který podporuje ochranu proti škodlivému UV záření. Zakomponováním

složky bránící možnosti vniknutí UV záření do oka se eliminují nežádoucí účinky související s nepříznivými vlivy tohoto záření. UV blocker splňuje podmínky ISO standardu a hypergel se řadí do II. třídy ochrany proti UV (viz níže). [5,6,9]

Pro vytvoření nejvyšší kvality zobrazení je potřeba zohlednit několik faktorů: je to vztah mezi samotnou rohovkou a kontaktní čočkou, index lomu materiálu a poloměry zakřivení přední a zadní plochy materiálu. Kvalitnímu zobrazení běžnými sférickými čočkami brání takzvaná sférická aberace, což je vada jakéhokoliv optického systému. V praxi to znamená, že po dopadu světla na čočku se okrajové paprsky lámou dříve než ty, které jsou blíže optické ose. Po průchodu čočkou se neseťkají v jednom bodě na sítnici oka. Tento jev pak působí neostré vidění, kruhy okolo světelných bodů, rozostření. Kontaktní čočky Biotrue ONEday z materiálu hypergel jsou asférické, což znamená, že snižují sférickou aberaci v celém rozsahu optických mohutností a využívají tak optiku s vysokým rozlišením.

V současné době jsou tyto čočky vyráběny pro jednodenní výměnu ve sférických hodnotách a pro presbyopické klienty jako multifokální. V plánu je též jejich brzké uvedení v tórickém provedení.

Z výčtu vlastností materiálu je zřejmé, že pokroky v technologiích přispívají ke zdravějšímu nošení kontaktních čoček a zvýšení komfortu uživatele. [6,7]

### **Důležitost UV filtru**

UV záření je součástí slunečního záření a řadíme ho obecně ke krátkovlnnému záření s poměrně vysokou energií, je kumulativní. Zjednodušeně ho můžeme následně rozdělit na vlnění krátkovlnné (UVC 100-280 nm), středněvlnné (UVB 280-315 nm) a dlouhovlnné (315-380 nm). Krátkovlnné záření je však pohlcováno zemskou atmosférou, tudíž nás přímo neohrožuje. Toto záření je pro oko neviditelné a jeho vlastnosti jsou také podobné viditelnému světlu. Ultrafialové záření lze zviditelnit například pomocí tzv. luminiscence.

Viditelné světlo se pak pohybuje v rozmezí 380-760 nm a citlivost oka na záření v různých vlnových délkách je pak u každého jedince do jisté míry odlišná.

Ze zdravotního hlediska může způsobovat řadu projevů středněvlnné a dlouhovlnné UV záření. Jeho účinky jsou pro člověka jak přínosné, tak i nebezpečné.

Lidské oko chrání před přímým slunečním světlem víčka, reflexní mrkání a zornicové reakce. K lehčím formám očního poškození patří pocity řezání, pálení a slzení (fotokeratitida). Na

kůži více se poté lze setkat s řadou onemocnění, jako jsou např. bazocelulární a spinocelulární karcinom, maligní melanom a další. Vliv UV záření na spojivku se projevuje v podobě pterygia a pingueculy, na uveální tkáni se podílí následnou tvorbou nádoru na duhovce. Na předním segmentu oka se z pohledu optometristy zaměřujeme na poškození rohovky, které se týká zejména jejího epitelu a to ztrátou krycích buněk. Dlouhodobá expozice UV záření pak může být do určité míry odpovědná za vznik rohovkového nádorového bujení.

Dále je UV záření jednou z udávaných příčin vzniku šedého zákalu (katarakty) a věkem podmíněné makulární degenerace (VPMD), dalšími jsou pak kožní onemocnění a rychlejší stárnutí kůže.

Společně se vzrůstající nadmořskou výškou roste i intenzita slunečního záření, tedy vyšší riziko vystavování se jeho účinkům. Z toho je patrné, že ochrana nejen zraku proti UV záření je nutností a proto i v zimním období musíme např. kůži chránit krémy s UV filtrem.

Způsobů, jak se proti nežádoucím účinkům tohoto záření chránit je několik.

Podle fyzikálního principu pak lze všeobecně filtry rozdělit na filtry absorpční, odrazové, interferenční, disperzní a polarizační. Podle spektrálních vlastností pak na filtry hranové, propouštějící a zadržující pásmové filtry, konverzní a neselektivní. Samotné dělení je však daleko specifitější i podle skupin, kde je potřeba využívat určité speciální filtry.

UV filtr je složka nebo velmi tenká vrstva speciálního materiálu, který škodlivé UV záření pohlcuje (blokuje). Důležitým údajem filtru je pak hodnota, od které vlnové délky UV záření zcela absorbuje a od kterého ho propouští se stejnou intenzitou jako světlo. Nejjednodušší a nejrychlejší ochranou očí proti UV záření jsou brýle nebo kontaktní čočky.

Klienti, kteří nosí brýle, zpravidla při horské turistice používají sluneční brýle s kvalitním UV filtrem. Výhodou jsou obruby se širokými stranicemi, případně speciálními bočními krytkami. Chrání tak oči a blízké okolí před pronikáním UV záření, které má vliv i např. na kůži více. Pro dokonalejší zabránění je dobré použít např. kšiltovku.

Ultrafialové záření již odfiltrovává běžné sklo, tudíž i obyčejná skla v brýlích zabraňují průchodu UV záření (absorbují ho).

Na slunečních brýlích se můžeme setkat pak s číselným označením kategorie UV filtru (0-4). Čím je toto číslo vyšší, tím je UV filtr silnější a více chrání.

Sluneční brýle brání také proti oslnění, které vzniká odrazem světla od sněhu. Ale UV záření s k oku dostává i přes odrazy, které vznikají od zadní plochy brýlové čočky.

Proto jako zvýšená ochrana předního segmentu oka se nabízí měkké kontaktní čočky, které také obsahují UV filtr. Takové kontaktní čočky zabrání vniknutí UV periferních paprsků do

oka a chrání tak jednotlivé oční tkáně proti nežádoucím účinkům. V případě kontaktních čoček je UV filtr již přímo zakomponovaný do materiálu, ze kterého jsou kontaktní čočky vyrobeny. Kontaktní čočky jsou schopné poskytnout ochranu proti UVA i UVB. Podle americké FDA existují 2 třídy pro klasifikaci kontaktních čoček s UV filtrem.

Třída 1 je doporučována pro pobyt v poměrně exponovaných místech, jako jsou hory a pláže. Čočky v této kategorii musí blokovat UV záření v 90% UVA a 99% UVB.

Třída 2 je pak určena pro běžné podmínky, čočky musí blokovat UV záření ve více jak 70% UVA a 95% UVB. [2,3]

Také je dobré mít na paměti, že kontaktní čočka nepokrývá celé oko, ale jen část.

Právě pro zimní nebo letní sporty je volba kontaktních čoček na předním místě. Výhodou je zejména neomezené zorné pole, které je u brýlí limitováno tvarem brýlové obruby. Také není potřeba řešit problémy se zamlžováním. Jejich používání je bezpečnější hlavně v případech rizikovějších aktivit, jakými je např. snowboarding nebo potápění. Zde jsou vždy v kombinaci s lyžařskými respektive potápěčskými brýlemi či maskou.

Kontaktní čočky jsou kromě UV filtru také opatřeny zvlhčujícími složkami, které jsou také již zakomponovány do materiálu. Tím nabízí klientům jejich příjemnější nošení.

Velmi častou a oblíbenou ochranou proti UV záření je v zimním období kombinace kontaktních čoček s UV filtrem a slunečních brýlí, také s UV filtrem.

Oko jako orgán je tak téměř maximálně chráněno před negativními účinky tohoto záření.

### **Systémy péče o kontaktní čočky**

Aby nošení kontaktních čoček bylo bezpečné a bez možných očních komplikací, je nutné věnovat čočkám také dostatečnou péči. Kromě dodržování základních hygienických návyků je potřeba kontaktní čočky pravidelně čistit a udržovat je v bezinfekčním stavu.

Z okolního prostředí se ke kontaktním čočkám může dostat celá řada patogenů, jakými jsou například bakterie, viry, kvasinky, plísňe a jiné mikroorganismy. Na povrchu kontaktní čočky se také hromadí i zbytky vlastní výživy oka (především rohovky) a vytváří se depozita - usazeniny. Tím dochází ke zhoršenému vidění s čočkami a většinou začínají i oko dráždit. Proto je důležité umět kontaktní čočky správně vyčistit a starat se o ně.

Dříve se k čištění kontaktních čoček využívalo tepelné dekontaminace, které bylo sice jednoduché, ale časově náročné. Z přístrojových zařízení pak za zmínku stojí sterilizátor, ultrazvuková čistička a různé typy mechanických či automatických „praček“. Ke speciálním metodám pak řadíme možnost využití mikrovlnného a UV záření. Nejrozšířenějším způsobem

je ale chemické čištění kontaktních čoček. Donedávna se celý proces péče sestával z několika kroků. Prvním krokem bylo použití čistícího roztoku, následovalo přendání čoček do fyziologického roztoku, do kterého se ještě přidávala enzymatická tableta. V takovém uchovávacím roztoku pak byly čočky do dalšího nasazení na oko. Nejjednodušším roztokem je tedy obyčejný fyziologický roztok.

K dispozici jsou také roztoky na bázi peroxidového systému, ty jsou vhodné pro klienty s velmi citlivými očima a alergiky. Rozdíly v roztocích jsou mimo vlastního chemického složení i podle toho, zda jsou určeny pro měkké nebo tvrdé kontaktní čočky.

Dnes jsou však nejvíce doporučovány a používány takzvané víceúčelové roztoky pro péči o kontaktní čočky. Bývají také označeny jako all-in-one, tedy vše v jednom. To znamená, že zajišťují funkci dezinfekční, čistící, lubrikační, oplachovací a uchovávací.

Výrobci se snaží vyvíjet roztoky, které by se svým složením přiblížily vlastnostem lidských slz a při tom měly výše jmenované vlastnosti. Do těchto víceúčelových (multifunkčních) roztoků jsou také přidávána smáčedla, která pak proniknou do materiálu kontaktní čočky. Po nasazení na oko tak čočky nepůsobí pocitem cizího tělíska, nedráždí a zajišťují dlouhodobou hydrataci.

Jak tedy měkké kontaktní čočky správně čistit? Existuje několik rad a zásad, které má každý optometrista sdělit klientovi před manipulací s kontaktními čočkami.

Další pozornost je třeba věnovat pouzdru, do kterého se čočky ukládají. To je potřeba udržovat v čistotě, aby se zabránilo možné kontaminaci čoček bakteriemi. Roztok v něm je potřeba měnit při každém používání čoček, použitý roztok z něj vylít a vždy řádně propláchnout novým roztokem. Nikdy ne vodou! Poučení dostává klient vždy s sebou v rámci edukační brožurky nositele kontaktních čoček.

## **Závěr**

Optometrista, jako odborník na korekci a kontaktní čočky, by měl být vždy schopen objektivně zhodnotit a posoudit zdravotní dispozice klienta pro nošení kontaktních čoček, následně doporučit vhodný typ korekční pomůcky. Výsledky z provedených měření pak snadno a srozumitelně interpretovat a s klientem jeho dotazy vždy prokonzultovat. Případné požadavky klienta je potřeba odborně zhodnotit, doporučit následná další odborná vyšetření, čímž lze předejít možným závažným očním komplikacím a onemocněním.

Novinky v oblasti kontaktních čoček určují vědecko-výzkumné týmy na podkladě referencí od očních specialistů, kteří jsou v každodenním kontaktu se svými klienty. V oblasti systémů

péče o kontaktní čočky a roztoků je pak toto dáno lepším čistícím účinkem roztoku, použitím smáčedel a zvlhčujících činidel, která napomáhají vyššímu celodennímu komfortu při nošení kontaktních čoček.

#### Literatura:

1. BENEŠ, P. Obliba kontaktních čoček. *Brýle a móda*. Praha: Iva Production Agency, s.r.o., 2013, 3(2), s. 16-17, 2 s. ISSN 1804-7866.
2. BENEŠ, P. a J. MICHÁLEK. Nový materiál pro kontaktní čočky - HyperGel. *Jemná mechanika a optika*. Přerov: Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i., 2015, 60(2), od s. 49-50, 2 s. ISSN 0447-6441.
3. BENEŠ, P. a S. PETROVÁ. Ochrana očí před UV zářením. *Jemná mechanika a optika*. Přerov: Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i., 2014, 59(1), od s. 17, 1 s. ISSN 0447-6441
4. BENEŠ, P. Péče o kontaktní čočky. *Brýle a móda*. Praha: Iva Production Agency, s.r.o., 2014, 1(4), s. 16, 1 s. ISSN 1804-7866.
5. BENEŠ, P. Smáčivost povrchu kontaktních čoček a usazeniny. *Česká oční optika*. Brno: EXPO DATA, spol. s.r.o., 2014, 55(2), od s. 64-65, 2 s. ISSN 1211-233X.
6. BENEŠ, P. Prevence zánětů očí. Režie Ivana Křenová. Česká televize, pořad Sama doma, Praha 24.2.2014 (<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1148499747-sama-doma/214562220600029/>)
7. BENEŠ, P. a S. PETROVÁ a J. SOKOLOVÁ ŠIDLOVÁ a L. FORÝTKOVÁ a Z. HOLOUBKOVÁ. Přehled biofyzikálních vlastností materiálů kontaktních čoček. *Brýle a móda*. Praha: Iva Production Agency, s.r.o., 2012, 2(4), s. 36-38, 3 s. ISSN 1804-7866.
8. BENEŠ, P. a S. SYNEK a S. PETROVÁ a J. SOKOLOVÁ ŠIDLOVÁ a L. FORÝTKOVÁ a Z. HOLOUBKOVÁ. Výskyt refrakčních vad s následnou volbou korekční pomůcky. *Česká a slovenská oftalmologie*. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2012, 68(1), s. 11-16, 6 s. ISSN 1211-9059.
9. BENEŠ, P. a S. SYNEK a S. PETROVÁ. Corneal Shape and Eccentricity in Population. *Collegium Antropologicum*. Zagreb: Croatian Anthropological Society, 2013, 37 (suppl. 1), od s. 117-120, 4 s. ISSN 0350-6134.



## **12 Diagnostika očních chorob v pre-senilním a senilním věku v ambulanci optometristy.**

**Autor:** Mgr. Ondřej Vlasák

Školitel: doc. RNDr. Jiřina Škorpíková, CSc.

Pracoviště: Oční klinika Neovize, Brno

### **Anotace**

Tento článek pojednává o základních, nejčastěji vídaných onemocněních předního očního segmentu oka v klinické ambulanci optometristy. Slouží jako přehled těchto onemocnění a informuje o jejich vlivu na vidění. Text obsahuje i tipy, jak se zachovat při vyšetření, pokud některé z těchto onemocnění objevíme.

**Klíčová slova:** Onemocnění rohovky, čočky, duhovky, rohovková dystrofie, rohovková degenerace, naevus

### **Annotation**

This article discusses the basic, most commonly seen diseases of the anterior eye segment in clinical optometrist ambulance. It serves as an overview of these diseases and informing us of their effect on vision. The text also contains tips on how to behave during the examination, If any of these diseases will discover.

**Key words:** Disease of the cornea, lens, iris, corneal dystrophy, corneal degeneration, naevus

## Úvod

S rozvoje optometrie v České republice je spojen také jeden fakt. Stále více pacientů navštěvuje především ambulanci optometristy a zapomíná na preventivní vyšetření u oftalmologa. Proto je pro správné provozování činnosti optometristy esenciální znát nejen metodiku subjektivní refrakce, aplikace kontaktních čoček atd., ale i patologii alespoň předního očního segmentu. Dokázat správně tyto onemocnění rozpoznat a dále s nimi i počítat při nadcházejícím vyšetření, případně odeslat pacienta k očnímu lékaři.

Je vhodné si ještě připomenout některá fakta z vyhlášky o činnosti zdravotnických pracovníků a jiných odborných pracovníků:

*Optometrista bez odborného dohledu a bez indikace u osob starších 15 let věku může při podezření na oční onemocnění **doporučovat** pacientům vyšetření u lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru oftalmologie.*

*Optometrista pod odborným dohledem očního lékaře se specializovanou způsobilostí v oboru oftalmologie může provádět vyšetření na oftalmologických diagnostických přístrojích; tato vyšetření však **nehodnotí a nestanovuje diagnózu.***

Následující řádky pojednávají o vlastních víceletých zkušenostech s onemocněním předního očního segmentu a jeho vztahu k subjektivní refrakci.

## Onemocnění rohovky

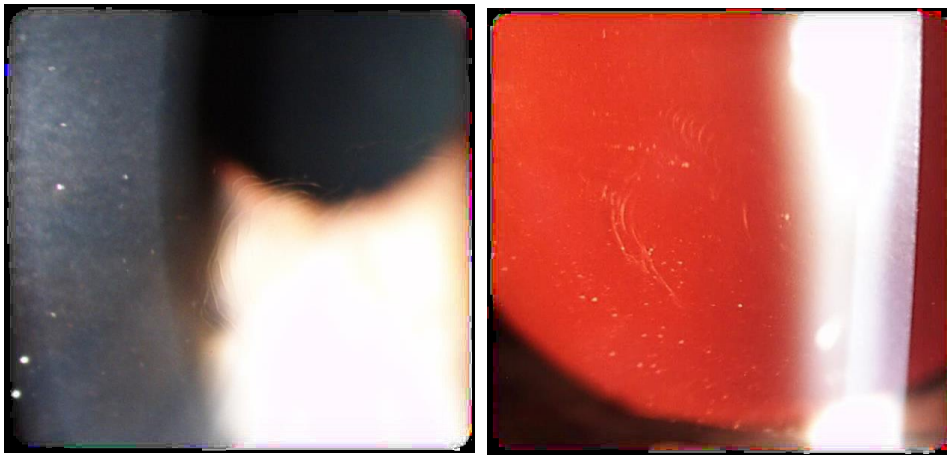
### a. Pterygium

Jedná se o hyperplazii spojivkové fibrovaskulární tkáně, jež přerůstá přes rohovku. Může indukovat nepravidelný rohovkový astigmatismu. Vhodná fotodokumentace. Nošení slunečních brýlí.



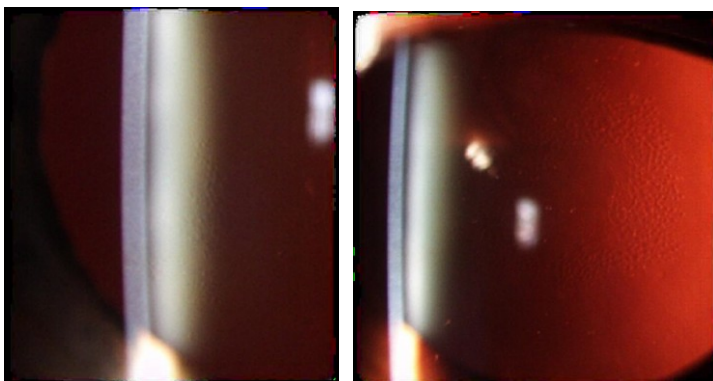
## b. Coganova dystrofie

Epiteliální rohovková dystrofie. Projevuje se fotofobií, blefarospasmem, slzením, občasným rozmazaným viděním, intolerancí některých typů KČ či pocitem cizího tělíska. Je spojena se sníženou přilnavostí epitelu k bazální membráně. Objevují se recidivující bolestivé eroze rohovky. Doporučené kapat umělé slzy, na noc oční gel (vidisic gel, vitamin A). Kontaktní čočka vítána, avšak nutností jsou častější kontroly! Vyšší riziko zánětu rohovky. Často bývá cylindr, zde opatrnost, doporučuji u vyšších stupňů onemocnění 2 návštěvy, rohovkový astg. nemusí být stabilní.



## c. Meesmanova dystrofie

Již v dětství se začínají objevovat malé epiteliální cysty. Probíhá asymptomaticky většinou až do pozdní dospělosti až stáří. V tomto období mohou začít praskat a způsobovat iritaci rohovky. Symptomy obdobné jako u Coganovy dystrofie. Může být přítomna snížená citlivost rohovky a intolerance některých typů KČ. Jinak však bývá dobrý visus bez nutnosti terapie. Léčba: umělé slzy – hypertonické, odstranění epitelu. V odborné literatuře uváděno jako vzácné onemocnění, avšak osobně se s ním ne zřídka setkávám u starších pacientů.



#### **d. Stromální degenerace typu šagrén nebo Francoise**

Sněhové až oblakovité šedavé agregace nacházející se v centru (Francois) či okraji (shagreen) rohovky, více u Descementovy membrány. Nebývá kontraindikací pro laserový refrakční zákrok. Rohovková citlivost neovlivněna. Může být ovlivněna kontrastní citlivost (Francois). Degenerace typu šagrén neboli degenerace vzhledu krokodýlí kůže se objevuje u starších pacientů, ta druhá naopak u středně-věkých.



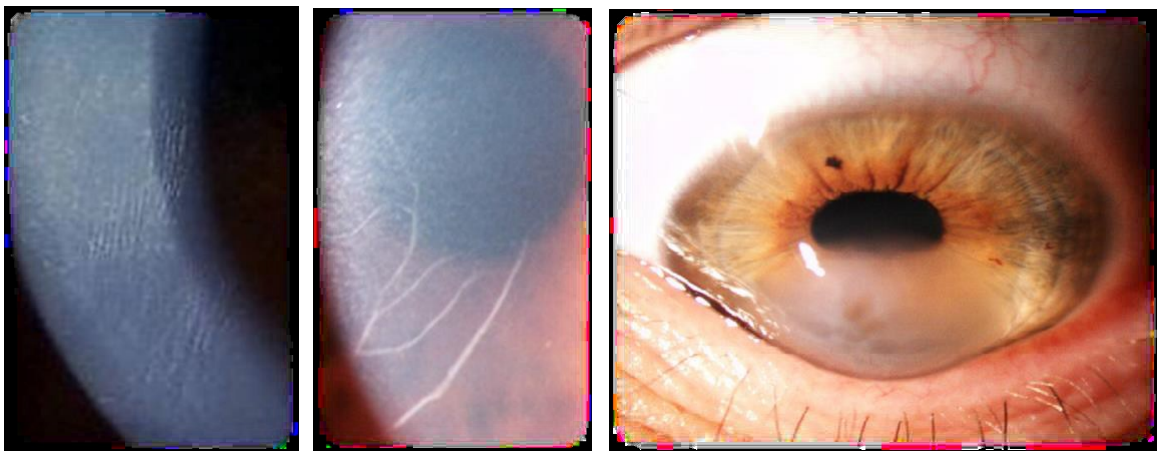
#### **e. Fuchsova endoteliální dystrofie**

Charakteristické corneou guttata, disperzí pigmentu na endotelu a v pozdějších stádiích i rohovkovým edémem. Příčinu nacházíme ve zhoršené funkci endoteliální pumpy, která nemá dostatek síly pro zpětné odpumpování tekutiny z rohovky. Příznačné jest probuzení se zamlženým viděním, během dne dochází k zaostření. Záleží na stupni poškození endotelu. Způsobuje ji silnější edematózní rohovka, která absorbuje tekutinu, která se normálně, když jsme vzhůru, odpařuje a je stírána víčky při mrkání. Při subjektivní refrakci brát zřetel na proměnlivost refrakce a snažit se nepřekorigovat pacienta.



## **f. Ektaktické a pseudoektaktické onemocnění rohovky**

Do této skupiny onemocnění rohovky můžeme zařadit především keratokonus (KK), Pelucidní marginální degeneraci (PMD), iatrogenní ektázií a corneal warpage syndrom, který patří do pseudoektaktických onemocnění. Ektaktická onemocnění jsou však bohužel na šťěrbinové lampě viditelná až v pozdějších fázích onemocnění. Projevují se nepravidelným vyklenutím rohovky a tím indukci nepravidelného rohovkového astigmatismu. U KK a PMD můžeme pozorovat zvýrazněnou inervaci, Vogtovy strie a protenčení rohovky nejčastěji v dolní nasální části. Na obrázcích vidíme Vogtovy strie, zvýrazněnou inervaci a Munsonův příznak s hydropsem rohovky.



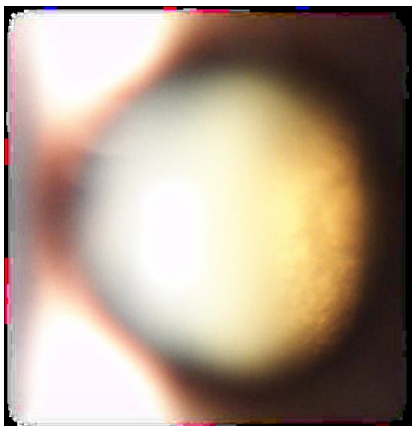
## **Onemocnění čočky**

### **a. Šedý zákal**

Obecně nevhodné bichromatické a kontrastní dokorekční testy. Vhodná častější kontrola refrakce (riziko vzniku anizometropie). Pacient udává ztrátu kontrastu a barev, musí si více přisvětlovat. Navečer se zvyšuje oslnění, jak se v zakalených čočkových hmotách tříští světlo.

### **1. Zadní skutelární**

Může se objevit i v pre-senilním věku (45let). Charakteristický efekt záclony, rychlé ztráty zrakové ostrosti. Lze rozpoznat i přes nemydriatickou zornici a doporučit k návštěvě lékaře či přímo operačního střediska. Mívá rychlý průběh zakalení.

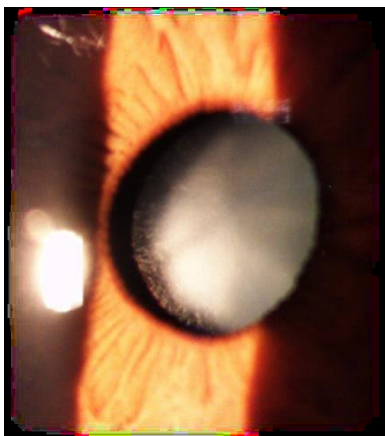


## 2. Kortikální

Může indukovat astigmatismus. Jsou známy i případy, kdy kortikální zákal způsobují monokulární diplopii.

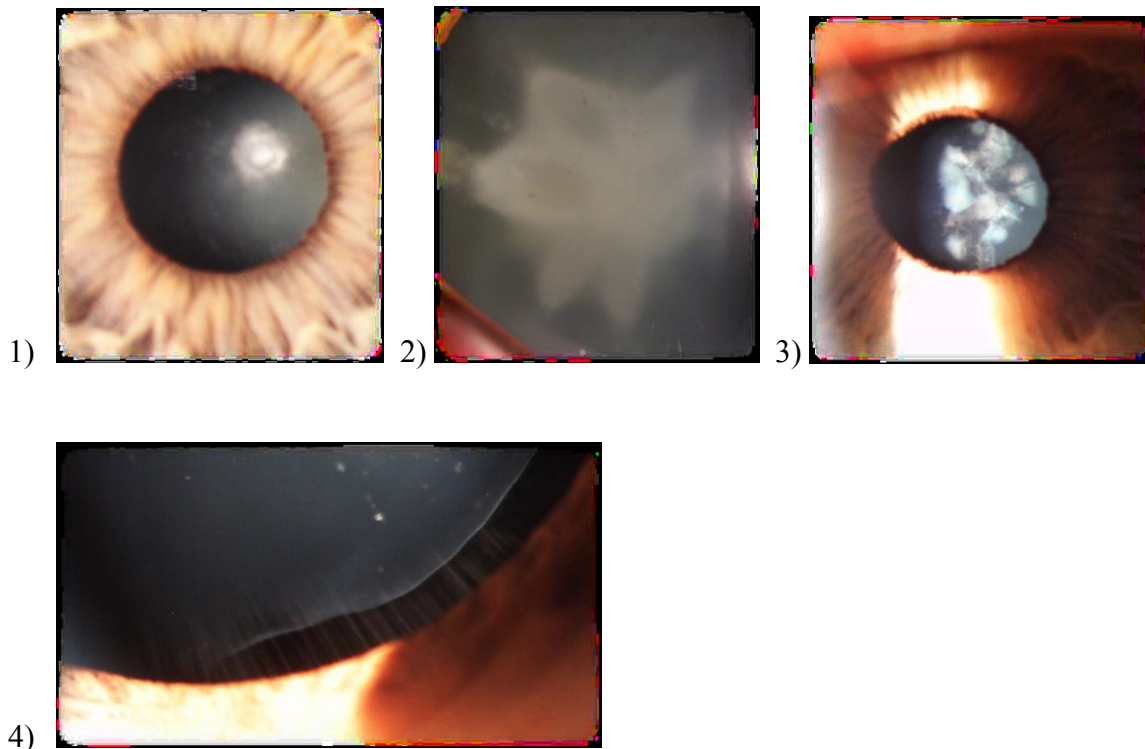
## 3. Nukleární

Nejčastější, projevující se pozvolnou ztrátou kontrastní citlivosti a zrakové ostrosti. I pokročilejší brunescentní forma nemusí natolik ovlivňovat zrakovou ostrost. Kalí se především čočkové jádro. Nejčastěji pacienta myopizuje, zlepšuje vidění na blízko u původně emetropických či lehce hypermetropických očí. Pacient odkládá brýle na blízko.



## 4. Ostatní formy šedého zákalu

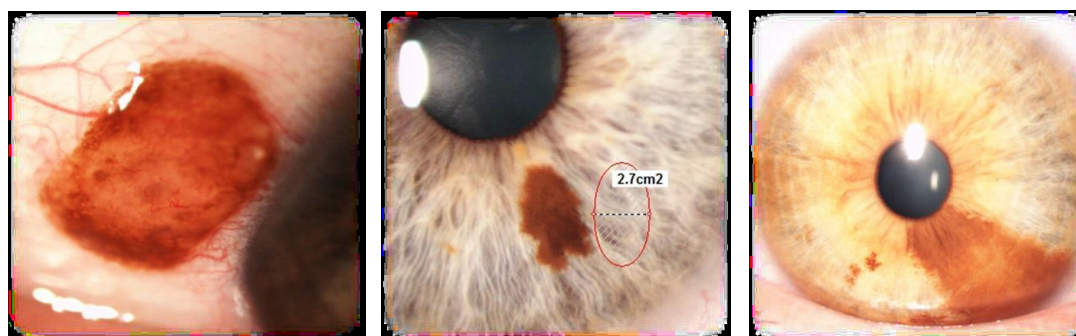
Traumatická katarakta (1) se objevuje nejčastěji při předním pólu čočky. Často bývá spojena i s poškozením závěsného aparátu čočky. Neodhalený vrozený šedý zákal (2) je často spojen s tupozrakostí a excentrickou fixací. Záleží na lokalizaci zákalu. Jednou z nejhezčích forem katarakty je tzv.: christmas tree typ (3). Pro zajímavost zde přikládám i fotografii závěsného aparátu (4) u ektopie čočky. Je zde krásně vidět, jak jemná a choulolistivá jsou tyto vlákna.



### Ostatní nálezy na předním očním segmentu

#### a. Naevus pigmentosus

Může se objevit téměř na všech strukturách u předního očního segmentu. Vždy velmi vítaná fotodokumentace. Na fotkách zleva névus bulbární spojivky, duhovky a částečná heterochromie duhovky.



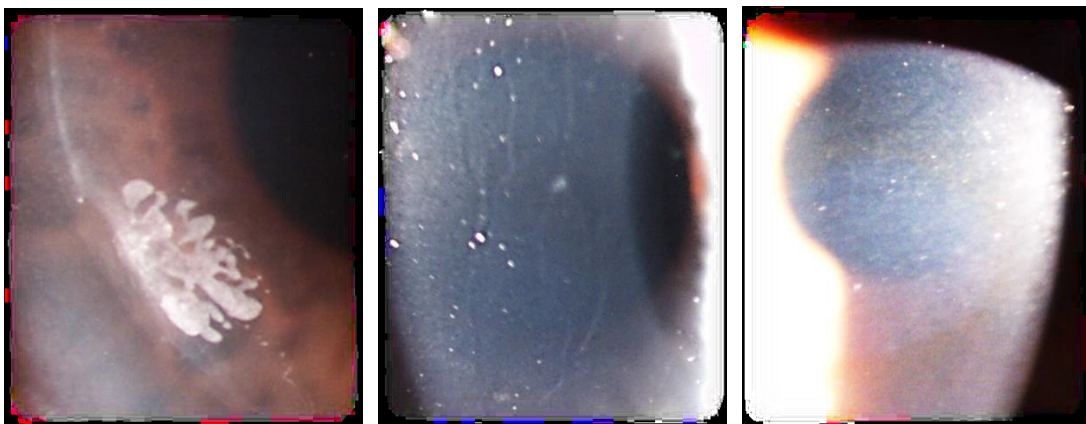
#### b. Ptóza horního víčka, dermatochaláza

Povislé horní víčko či přebytek kůže horního či dolního víčka. Při překrytí zornice omezuje zorné pole. Vhodné doporučit pacienta k operaci, mnohdy hrazeno pojišťovnou. Po zahojení

vhodné provést kontrolní refrakci. Je možná manifestace astigmatismu (ptóza či dermatochaláza zakrývala část jedné z hlavních rovin astigmatismu a tím ji eliminovala).

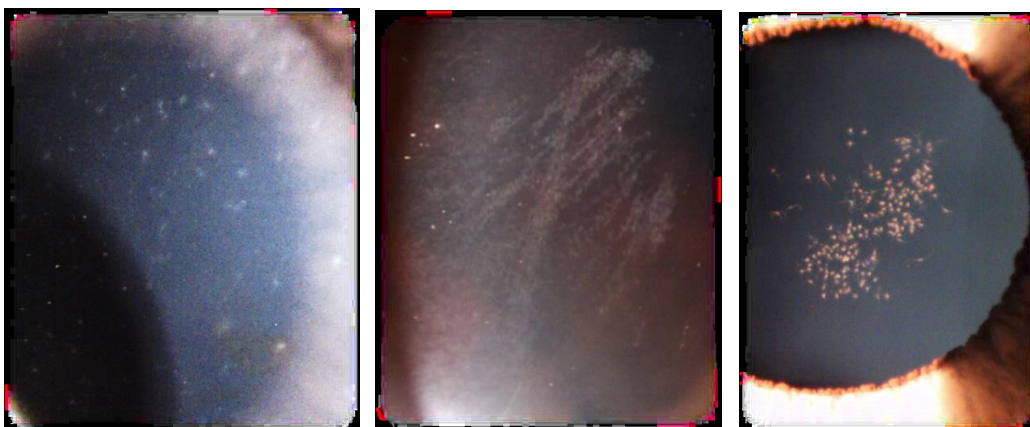
### c. Postrefrakční stavy rohovky

Nejčasteji se setkáváme s epitaliálními vrůsty pod flap. Většinou nečiní žádné potíže. Horší pooperační komplikací jsou makrostrie. Vznikají při obtížné separaci flapu. Často indukují astigmatismus - alespoň pravidelného charakteru, zvyšují dysfotopické obtíže, v extrémních případech vzniká ghosting až monokulární diplopie. Na pravém obrázku vidíme difuzní lamelární keratitidu s ohraničeným lemem, v optikách bychom moc často vidávat neměli.



### d. Ostatní

Na prvním obrázku vidíme subepiteliální infiltráty po virové infekci (keratoconjunctivitis). Na druhém poškození epitelu rohovky, kde většinou postačí aplikovat umělé slzy, případně gel s hojivým účinkem na noc. Na posledním obrázku vidíme rezidua po pupilární membráně, které většinou nevadí při vidění a odstraní se společně s přední částí pouzdra při kapsulorhexi.





**Literatura:**

1. Klintworth GK: **Genetic disorders of the cornea**. In Garner and Klintworth's Pathobiology of Ocular Disease Third edition. Edited by: Klintworth GK, Garner A. New York: Informa Heathcare; 2008:655-712
2. Klintworth GK: **Corneal dystrophies**. In Ocular Pathology Update Edited by: Nicholson DH. New York: Masson; 1980:23-54
3. Burns RP: **Meesman's corneal dystrophy**. Trans Am Ophthalmol Soc 1968, 66:530-635.
4. Adamis AP, Filatov V, Tripathi BJ, Tripathi RC: **Fuchs' endothelial dystrophy of the cornea**. Surv Ophthalmol 1993, 38:149-168.

**Název:** Sborník přednášek „MIKULÁŠ 2015 S OPTOMETRIÍ  
A ORTOPTIKOU“ CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÁ  
KONFERENCE OPTOMETRIE  
A ORTOPTIKY S PŘEDNÁŠEJÍCÍMI DOKTORANDY

**Vydal:** NCONZO, Vinařská 6, 603 00 Brno

**Pořadatelé sborníku:** Mgr. Pavel Beneš, Ph.D., doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.,  
Mgr. Sylvie Petrová, Bc. Lucie Patočková,  
Bc. Zuzana Švambergová, Bc. Denisa Žličařová

**Počet stran:** 114

Výrobní číslo: 61/2015  
ISBN: 978-80-7013-579-2  
Tirážní znak: 57-855-15