

# SBORNÍK PŘEDNÁŠEK

## **2. CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÉ KONFERENCE OPTOMETRIE**

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

**dne 20. 10. 2010**

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

Uspořadatel : Mgr. Sylvie Petrová



## P R O G R A M

### 2. celostátní studentská konference Optometrie

20. 10. 2011 v 10:00 hod.

posluchárna P31 FSS MU , Joštova 10, 602 00 Brno

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

- 9.00 - 9.45 registrace účastníků
- 10.00 – 10.15 1. Zahájení : pan doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc. ,  
paní doc. PhDr. Miroslava Kyasová, PhD., proděkanka pro  
nelékařské obory, studenti
- 10.15 – 10.25 2. Kristina Mihić, bacc.ing.opt.: Optometry in Croatia
- 10.25 – 10.35 3. Mgr. Jiří Koláčný: Uplatnění absolventa optometrie v praxi
- 10.35 – 10.45 4. Mgr. Veselý Petr, DiS.: Zpráva o účasti zástupců KOO LF MU na  
kongresu ECOO a EAEO v Praze 6. – 8. května 2011
- 10.45 – 10.55 5. Marina Soldo: Visual acuity, contrast sensitivity
- 10.55 – 11.05 6. Ana Sertić Đorđić: Refraction methods
- 11.05 - 11.15 7. Luka Havliček: Colour vision
- 11.15 – 11.25 8. Mgr. Anderle Radek: Současná refrakční chirurgie
- 11.25 – 11.30 *diskuze k přednáškám*
- 11.30 – 11.50 **přestávka**
- 11.50 – 12.00 9. Alena Kulhánková: Hydrodynamika oka
- 12.00 – 12.10 10. Danijela Prcela: Dry eyes and computers
- 12.10 – 12.20 11. Marita Jelčić: Photophobia in senior clients
- 12.20 – 12.25 *diskuze k přednáškám*
- 12.25 – 12.35 12. Adrijana Kovačić Šapković : Biomicroscopy and its application in  
contactology
- 12.35 – 12.45 13. Mgr. Vlasák Ondřej : Diagnostika keratokonu v ambulanci optometristy
- 12.45 – 12.55 14. Edita Vučaj: Keratometry and fitting of first contact lens
- 12.55 – 13.00 *diskuze k přednáškám*
- 13.00 – 14.00 **OBĚD**
- 14.00 – 14.10 15. Ana Križić, bacc.ing.opt.: Vision disorder caused by keratoconus
- 14.10 – 14.20 16. Anja Sever: Night myopia
- 14.20 – 14.30 17. Bc. Michal Krasňanský : Technológia free form a jej výhody oproti  
konvenčnej výrobe okuliarových šošoviek
- 14.30 – 14.40 18. Mgr. Martin Vrabel : Revoluce ve výrobě brýlových čoček
- 14.40 – 14.50 *diskuze k přednáškám*
- 14.50 – 15.20 **přestávka**
- 15.20 – 15.30 19. Bc. Veronika Příkrá : Zrak v dopravě
- 15.30 – 15.40 20. Blaženka Šota: Correction of presbyopia and adaptation to progressive  
eyeglasses
- 15.40 – 15.50 21. Markéta Halbrštátová: Zrakový tréninkvergence a akomodace
- 15.50 – 16.10 22. Mgr. Pavel Kříž: Časté chyby u prizmatické korekce
- 16.10 – 16.20 *diskuze k přednáškám*
- 16.20 – 16.30 23. Hodnocení studenty
24. Závěrečné slovo - prof. Alen Stranjik, doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.

## **OBSAH**

<b>1. ZAHÁJENÍ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. OPTOMETRY IN CROATIA .....</b>	<b>5</b>
<b>3. UPLATNĚNÍ ABSOLVENTA OPTOMETRIE V PRAXI.....</b>	<b>11</b>
<b>4. ZPRÁVA O ÚČASTI ZÁSTUPCŮ KOO LF MU BRNO NA KONGRESU EA00 A ECOO V PRAZE 6. - 8. KVĚTNA 2011 .....</b>	<b>13</b>
<b>5. VISUAL ACUITY, CONTRAST SENSITIVITY .....</b>	<b>22</b>
<b>6. REFRACTION METHODS .....</b>	<b>32</b>
<b>7. COLOUR VISION.....</b>	<b>41</b>
<b>8. SOUČASNÁ REFRAKČNÍ CHIRURGIE .....</b>	<b>53</b>
<b>9. HYDRODYNAMIKA OKA A ZMĚNY NITROOČNÍHO TLAKU V ZÁVISLOSTI NA FYZICKÉ AKTIVITĚ .....</b>	<b>61</b>
<b>10. DRY EYES AND COMPUTERS .....</b>	<b>67</b>
<b>11. PHOTOPHOBIA IN SENIOR CLIENTS .....</b>	<b>70</b>
<b>12. BIOMICROSCOPY AND ITS APPLICATION IN CONTACTOLOGY.....</b>	<b>78</b>
<b>13. DIAGNOSTIKA KERATOKONU V AMBULANCI OPTOMETRISTY .....</b>	<b>94</b>
<b>14. KERATOMETRY AND FITTING OF FIRST CONTACT LENS.....</b>	<b>96</b>
<b>15. VISION DISORDER CAUSED BY KERATOCONUS .....</b>	<b>107</b>
<b>16. NIGHT MYOPIA.....</b>	<b>118</b>
<b>17. TECHNOLÓGIA FREE-FORM A JEJ VÝHODY OPROTI KONVENČNEJ VÝROBE OKULISTOVÝCH ŠOŠOVIEK.....</b>	<b>125</b>
<b>18. REVOLUCE VE VÝROBĚ BRÝLOVÝCH ČOČEK .....</b>	<b>128</b>
<b>19. ZRAK V SILNIČNÍ DOPRAVĚ .....</b>	<b>138</b>
<b>20. CORRECTION OF PRESBYOPIA AND ADAPTATION TO PROGRESSIVE EYEGLASSES.....</b>	<b>146</b>
<b>21. ZRAKOVÝ TRÉNINK VERGENCE A AKOMODACE .....</b>	<b>155</b>
<b>22. ČASTÉ CHYBY U PRIZMATICKÉ KOREKCE.....</b>	<b>160</b>
<b>23. HODNOCENÍ STUDENTY .....</b>	<b>164</b>
<b>24. ZÁVĚREČNÉ SLOVO.....</b>	<b>164</b>

# 1. Zahájení

konání 2. studentské vědecké konference Optometrie na LF MU v Brně

paní **doc. PhDr. Miroslava Kyasová, Ph.D.**, proděkanka pro nelékařské obory

pan **doc. MUDr. Svatopluk Synek, CSc.**, přednosta KOO LF MU Brno

2. celostátní konference optometrie s mezinárodní účastí na LF se MU koná v tradičním podzimním termínu. Jaké změny se odehrály od našeho posledního setkání? Katedra optometrie získala nové výukové prostory na Komenského náměstí 2, v Brně. Podařilo se získat nové vybavení jak optické tak i vyšetřovací laboratoře. Pracovníci katedry se aktivně zapojili do činnosti EAEO. Je třeba připomenout aktivní účast studentů optometrie na SVOČ LF, kde jedna z prezentovaných prací získala první umístění mezi nelékařskými obory.

Kromě nového materiálního zázemí je významná i prezentace brněnské optometrie na odborných konferencích, je třeba připomenout účast na kontaktologickém sjezdu v Nymburce, na zasedání EAEO v Praze, prezentace v Chorvatsku na 4<sup>th</sup> International Congress of Croatian Association for Protection of Non Ionizing Radiation, 5<sup>th</sup> Meeting of Experts for Influence in Optical Radiations & Electromagnetic Fields on Human a 2<sup>nd</sup> Meeting of Experts for the Quality of Life Problems in the Senior Population. Významnou se stává i publikační činnost v odborném tisku a tvorba výukového materiálu.

Významnou událostí v letošním roce je přítomnost kolegů z Chorvatska, kteří se prezentují odbornými pracemi z oboru a praxe.

Pro zájemce o vědeckou práci bylo akreditováno doktorské prezenční nebo kombinované studium, ze současných 9 studentů budou první absolvovat s titulem PhD v roce 2012.

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

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

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

přednosta KOO LF MU Brno

## **2. Kristina Mihić, bacc.ing.opt.: Optometry in Croatia**

### **UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA**

Optometry is a profession which has been known since ancient times in Europe and in the world. In our country the wider public is not yet sufficiently informed about this branch of medicine. It is the specialisation whose main task is vision correction.

Optometry in different countries differs regarding the method of education and in practice. In Croatia it is controlled by the government through relevant ministries and cooperates closely with other medical organisations and specialists. Optometry is one of three disciplines that participate in the care of vision. Apart from optometrists there are also the ophthalmologists who provide medical care, and the opticians who provide visual aids such as eyeglasses and contact lenses.

The study of Optometry is intended for students who wish to work in the field of eye optics, in the process of production, maintenance, servicing of optical instruments and aids as well as the activities related to eye optics and refraction.

The study of Optometry at degree level is focused on basic sciences, optometric studies and clinical practice. A number of key skills are essential for a career within optometry:

- the ability to understand and apply scientific principles and methods,
- high degree of accuracy,
- good organisational and administrative skills,
- the ability to keep up to date with scientific and technological developments,
- attention to detail,
- manual dexterity,
- the ability to do repetitive tasks,
- strong interpersonal and communication skills.

#### Optometrist at the University VG

The public often thinks of optometrists as professionals who test eyes and prescribe spectacles. In fact, the role of an optometrist in practice is much more extensive. Refraction, the measurement of the refractive error of the eye form only a small part of eye examination. There are also numerous opportunities to work in other settings outside practice.

Eye examination tends to include the following elements:

- detailed questioning of the client to determine the nature of any visual problems reported by the patient, their medical history and visual needs;

- quantification of their level of vision and then measurement of the refractive status of the eyes;
- examination of the way in which the two eyes work together (binocular vision) with the potential for prescribing exercises, special lenses or other forms of treatment;
- examination of the health of the eyes from front to back, using a variety of techniques including biomicroscope and ophthalmoscope.

The detection of abnormality may indicate the need for further specialist tests and the patients may be referred to their doctor and/or hospital. Further tests may include measurement of the extent of vision (visual field), assessing the pressure inside the eye, photographing the front and/or back of the eyes and ocular imaging.

Although certain tests are required within eye examination, there is no 'standard eye examination' as the examination needs to be tailored to each individual customer. An optometrist employs very different techniques to examine for instance a two-year old compared to an 80-year old patient. As well as eye examinations, a typical day in an average optometric practice is likely to include the fitting of contact lenses and perhaps the dispensing of spectacles.

A student who has completed the study programme of Optometry (optometrist) will be an expert who will have the knowledge necessary for vision care, primarily from the aspect of an expert for refraction determination of all the proper correction aids for vision improvement.

Also, the graduate student will be qualified for independent management of optometry and optician's shop operations. The student will know how to organize business management, marketing, finances and economics, legal regulations, and how to organize and perform safety at work measurements and environmental protection related to the activities in compliance with the valid EU and Croatian standards and laws.

Since optometrists principally deal with clients, strong communication skills are critical. Successful future optometrists tend to have a friendly, caring personality and our course incorporates training in communication skills to further enhance the students' ability to communicate tactfully and with empathy, and to inspire confidence in others. Good organisational and administrative skills are useful but above all, you must enjoy working with and helping people.

In the selection of lecturers care was taken to select real experts in the field of optometry, and this made it possible to produce the first books in the Croatian language.

- Lexicon of optics and optometry



- Basics of Refraction, by Aleksandr Raizner



- Anatomy and Physiology of the Eye, by Krešimir Rotim, Nenad Kudelić and Robert Saftić



These books are of great significance for optometry students, and also for the development of professional optometry and optics in Croatia.

## Exercises

Students have exercises once a week for six hours. They are divided in groups of about 15 students.

In our lab we have six divisions where students can practise. In every division we have everything they need for refraction and contact lens fitting.

From this semester, the students have materials they are required to fill out during the semester.



## Professional practise

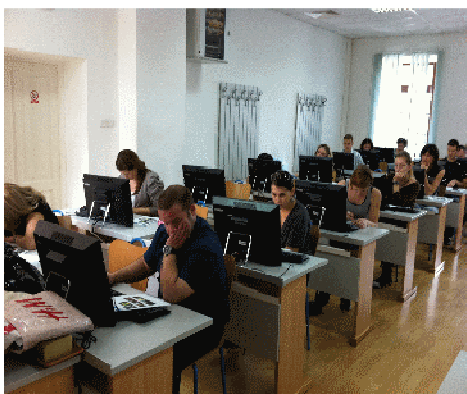
Practise is also performed at the University. Professional practise is basically performed for a period of 15 weeks in 3 groups of 10-12 students. During this period they need to do 30 refractions and 6 contact lens examinations. They need to enter the examinations and results into a form provided for that.

It is simulation of the actual work with future customers. Students acquire practical knowledge and skills in approaching the real client and the refractive procedure.





## Gaudeamus



The focus of the Moodle project is always on giving educators the best tools to manage and promote learning, but there are many ways to use Moodle:

- Moodle has features that allow it to scale to very large deployments and hundreds of thousands of students, yet it can also be used for primary schools or an education hobbyists.

- Many institutions use it as their platform to conduct fully online courses, while some use it simply to augment face-to-face courses (known as blended learning).
- Many of our users love to use the activity modules (such as forums, databases and wikis) to build richly collaborative communities of learning around their subject matter (in the social constructionist tradition), while others prefer to use Moodle as a way to deliver content to students (such as standard SCORM packages) and assess learning using assignments or quizzes.

Our University is using Moodle called Gaudeamus. At this moment we are using this program mostly for assignments and quizzes.



For the moment we have tests for the following subjects: Refraction and binocular vision and Contact lenses and in the future we intend to place all the subjects on the Gaudeamus System. The system has proven to be very useful both for professors and for the students. The students immediately receive exam results. This program is also intended for e-learning.

## **Erasmus**

Erasmus is a programme of academic mobility intended for higher education. As part of the subprogram Erasmus the students can spend one part of their studies studying at a higher education institution abroad or performing professional practice which significantly contributes to their independence, cultural richness, knowledge of foreign languages and work capabilities in multi-cultural environments.

## **Conclusion**

Optometry is relatively young profession in Croatia. If we continue the way that we started profession should be even more developed.

In future more and more optometrists and ophthalmologists will work together in the treatment and management of patients with various eye conditions.

Given the importance of vision to quality of life , many optometrists consider their job to be rewarding, as they are often able to restore or improve a patient's sight.

### 3. Mgr. Jiří Koláčný: Uplatnění absolventa optometrie v praxi

Mgr. Jiří Koláčný, přednášející příspěvek generálního sponzora



Základní uplatnění absolventa v praxi jsou dle mého názoru tři hlavní oblasti:

1. Oční optika
2. Klinika
3. Přidružené obory

V oční optice jsou to dvě hlavní profese.

**Oční optik** – Znamená poradenská činnost při výběru vhodné brýlové obruby a především poradenská činnost při volbě správného typu brýlového skla. Spolu s tím jde ruku v ruce základní zručnost při opravě brýlí a jejich uzpůsobení na zákazníka. Do pracovní oblasti očního optika patří také správná a věcně pravdivá „edukace“ zákazníka o zákonech optiky a optického průmyslu.

Do oblasti Oční optika patří také hlavní činnost absolventa optometrie a to zjišťování refrakce zákazníka a s tím spjaté základní vyšetření předního segmentu oka a aplikace kontaktních čoček. Tato činnost nakládá na každého absolventa velkou míru zodpovědnosti a také nutnou součinnost s ostatními Oftalmologickými obory.

**Klinika** – Uplatnění na klinikách je svou náplní práce zcela shodná s hlavní činností optometristy – tj. zjišťování refrakce a základní oftalmologické vyšetření. Výhodou uplatnění na klinikách nebo očních ambulancích je značně velká míra spolupráce (provázání) s očním lékařem a možnost poznávat klienta dále než jen na „Brýle“.

**Přidružené obory** – Uplatnění absolventa v přidružených oborech je značně rozmanitá. Jejich výčet by zabral více místa, ale jako hlavní obory bych vybral: Pedagogická činnost, práce v dodavatelských firmách, výzkum, obchodní činnost..

#### Mé zkušenosti jako absolvent MU

Jako čerstvý absolvent jsem nastoupil do řetězce očních optik na pozici Optometrista a tady jsem získával své první zkušenosti.

Hned první den jsem zjistil, že jakkoli kvalitní výuka Vás nemůže připravit na realitu, která panuje při vyšetření v oční optice a na úskalí při komunikaci se zákazníkem.

V prvních měsících práce jsem měl značný respekt při vyšetření a odráželo se to nejvíce v délce vyšetření (a nemělo to nic společného s kvalitou) a v nerozhodnosti stanovení definitivního závěru. Spolu se začátkem mého vyšetřování přicházely i první reklamace – a tady vidím hlavní přednost činnosti v oční optice jelikož ihned získáte reakce na kvalitu Vaší práce a nutní Vás neustále se sebevzdělávat a zlepšovat se.

Na co nás absolvování studia nemohlo řádně připravit, je také psychologický aspekt a správná komunikační dovednost se zákazníkem. Práce optometristy není jen změření refraxe na „dálku a blízko“, ale přesné zjištění požadavků zákazníka a vytvoření refrakce přesně pro potřeby zákazníka. Pro tuto vlastnost je třeba vytvoření vztahu s klientem a správné rozpoznání jeho potřeb (a také jeho zkušeností s předchozími vyšetřeními).

S problematikou navázáním vztahu s klientem je také úzce svázán velice komplikovaný vztah Oční Lékař x Optometrista. Optometrista jen velmi obtížně dosáhne stejné autority jako Oční lékař (ač by byl nejlepší na světě) a spolupráce těchto dvou oftalmologických pracovníků, ačkoliv je jakkoliv žádána, je jen velice obtížně v praxi reálná.

Celkově práce v Oční optice je nesmírně rozmanitá práce s klientem, rozpoznávání jeho potřeb a naplňování jeho požadavků a odměnou je spokojený zákazník, který se vrací. Proto i Vám všem doporučuji se touto cestou vydat.

Po sedmi letech práce v optice, jsem přijal nabídku jako obchodní zástupce v Optika Čivice. Toto zaměstnání ještě více posiluje vaše komunikační dovednosti a vynakládá velké nároky na vědomosti spjaté s oční optikou. Náplní práce všech obchodních zástupců je neustálá edukace optiků o možnostech na trhu s očními pomůckami, ale také v osvěžování paměti se skutečnostmi, které již věděli, ale v dosavadní praxi nepotřebovali nebo nepoužívali. Děkuji této možnosti, kterou mi Optika Čivice dává, jelikož mám možnost získávat vědomosti přímo od zdroje a nemusím se spoléhat na zprostředkované informace.

Výhodou práce v Optika Čivice jako jedné z dodavatelské firmy pro brýlová skla na českém trhu je možnost spoluutvářet směr rozvoje brýlové oční optiky v České Republice a být první, který nové poznatky osahává v praxi.

Držím i Vám palce při hledání uplatnění v oboru Optometrie.

## 4. Zpráva o účasti zástupců KOO LF MU Brno na kongresu EAEO a ECOO v Praze 6. - 8. května 2011

Mgr. Petr Veselý, DiS.

LF MU, doktorské studium (lékařská biofyzika), 1. ročník

[176573@med.muni.cz](mailto:176573@med.muni.cz)

### **Anotace:**

Třetí výroční konference Evropské akademie optiky a optometrie se zúčastnilo přes 220 delegátů z 20 zemí. Konference zahrnovala i Evropský optometristický vzdělávací kongres, který byl zaměřen na témata týkající se vzdělávání, výzkumu a klinické praxe. Profesor Roger Crelier z Nordwest schweiz Fachhochschule převzal 7. května na výroční slavnostní večeři předsednictví v organizaci od bývalého předsedy dr. Feike Grita. Hlavní přednášky konference přednesl profesor John Lawrenson a dr. Thomas van den Berg na téma vzdělávání optometristů, resp. vyšetřování rozptylu světelných paprsků v oku. Delegáti konference měli možnost načerpat informace také z ostatních přednášek, praktických workshopů a prezentací posterů, kde mohli hovořit přímo s výzkumníky. Ve členské sekci měli účastníci možnost diskutovat např. tyto témata: psaní vědeckých prací, role optometristy v USA a jak začít s klinickou praxí. Případové studie byly zaměřeny na např. aplikaci kontaktních čoček u pacientů s acnea rosacea nebo na diagnostický management u pacienta s mnohočetným poškozením zrakových funkcí při úrazu hlavy. Cena za nejlepší poster byla udělena dr. Ali Masmali za jeho poster s názvem Tear ferning test: A new grading scale a cena za nejlepší ústní prezentaci byla udělena profesorovi Peteru Moestovi za přednášku na téma The dominant eye. Reprezentanti Katedry optometrie a ortoptiky LF MU Brno prezentovali v sekci posterů dvě práce: Porovnání prahové interpolační metody a celořádkové metody při testování zrakové ostrosti na optotypech logMAR ETDRS a Snellen autorů Veselý, Ventruba, Synek a Život s optometrií v Brně autorů Beneš, Synek, Petrová, Veselý.

### **Anotation:**

Over 220 delegates from 20 countries met at the European Academy's third conference in Prague from 6 – 8 May 2011. The event incorporated the European Optometric Education Congress and focused around the themes of education, research and clinical practice. Professor Roger Crelier from Nordwest schweiz Fachhochschule took over from Dr. Feike Grit as President of the European Academy at the Annual Academy Dinner on Saturday 7 May. Keynote lectures from Professor John Lawrenson (City University, UK) on Education and Clinical competence and Dr. Thomas van den Berg (University of Amsterdam and Netherlands Institute for Neuroscience) on Ocular Straylight were a highlight of the conference. Delegates also benefited from a range of other lectures, practical workshops and poster presentations, where they had the chance to engage directly with researches. Member roundtable sessions focused on how to write a research paper, the role of the optometrist in the USA and how to run an eye clinic. Case studies were focused on contact lens options for patients with acnea rosacea and on diagnosis and management of multiple visual findings in a teenage male suffering from traumatic brain injury. The price for the best poster presentation was judged by the Academy's Abstract and Programme Panel and was awarded to Dr. Ali Masmali for his poster Tear ferning test: A new grading scale. Professor Peter Moest was presented with the prize for best oral presentation for his lecture The dominant eye, as judged by the delegates [4]. Representatives of Department of Optometry and Orthoptics (Medical Faculty, Masaryk University in Brno) presented two posters: Vesely, Ventruba, Synek - Comparison between threshold interpolation and whole-line method by visual acuity testing on logMAR and Snellen chart and Benes, Synek, Petrova, Vesely - Living with optometry in Brno.

## **Text přednášky :**

### **Úvod**

Ve dnech 6. až 8. května 2011 se v Praze v hotelu Clarion uskutečnila konference Evropské akademie optiky a optometrie (dále EAEO), jejíž součástí bylo i zasedání Evropské rady optiky a optometrie (dále ECOO). Za Katedru optometrie a ortoptiky LF MU Brno se této konferenci zúčastnili Mgr. Petr Veselý a Mgr. Pavel Beneš, kteří zde aktivně prezentovali dva postery. Cílem této práce je přiblížit činnost obou organizací a také přinést zájemcům z řad optiků a optometristů zajímavé informace, které na konferenci zazněly.

### **Historie, vznik a vývoj ECOO a EAEO**

EAEO vznikla v roce 2009 na základech, které položila Asociace evropských univerzit a škol optometrie (dále AEUSCO) a ECOO. ECOO je organizace, která v roce 2010 oslavila své 50. výročí od založení. V roce 1960 byla v Lucemburku založena organizace GOMAC (Groupment des Opticiens du Marché Commun), kterou vytvořily státy EEC (European Economic Community) tj. Belgie, Francie, Německo, Itálie, Lucembursko a Nizozemí. Prezidentem GOMAC byl zvolen Léon Hauck (Německo) a sídlo organizace bylo totožné se sídlem UNSOF (Union Nationale des Syndicats d'Opticiens de France), tedy v Paříži. Cílem GOMAC bylo harmonizovat profesní vzdělávání tak, aby bylo dosaženo shodných kompetencí a zajistit optometristům možnost provádět všechna vyšetření, která náleží do jejich kompetencí. V roce 1986 byl prezidentem organizace zvolen Wilfried Oberländer a byly přijaty tyto země: Řecko, Portugalsko a Velká Británie (dále UK). V roce 1989 byl do čela GOMAC zvolen Giuseppe Ricco (Itálie). Na dalším zasedání v roce 1990 v Lisabonu byl zvolen viceprezidentem Manfred Müller a název organizace se změnil na GOOMAC. Bylo dohodnuto, že GOOMAC a Pan European Group (PEG) společností IOOL (International Optometric and Optical League) budou dále spolupracovat na vývoji Evropského diplomu (dále ED). Bylo nutné, aby podle evropské legislativy Evropská Komise ustanovila a vymezila vztah mezi optiky-optometristy a oftalmology. Ve stejném roce na konferenci v San Sebastian proběhla diskuze mezi představiteli GOOMAC a AEUSCO o optometristickém vzdělávání v Evropě. PEG byla založena v roce 1986 na konferenci v Mnichově. Členové PEG mohli být z řad IOOL a také mohli být členy Světové zdravotnické organizace (WHO) v Evropě. PEG se rozhodl, že se nebude zabývat záležitostmi, které řeší EEC, a tudíž její činnost nebude kolidovat s GOMAC. Hlavním cílem PEGu bylo vytvořit ED z optometrie a optiky. Tato snaha byla prezentována organizací AEUSCO na konferenci ve Vídni v roce 1987. V roce 1988 v Benátkách se uskutečnila první společná konference GOMAC a PEG. Další konference proběhla v roce 1989 v Lucemburku, kde byl diskutován koncept ED. Podle účastníků této konference by ED měl vznikat pod dohledem European College of Optometry. Dalším tématem této konference byl prodej hotových brýlí nekvalifikovanými osobami, který byl v té době v UK povolen. V roce 1991 měl GOOMAC a PEG již 17 členů a dalších 5 se o členství ucházelo. V roce 1992 na konferenci v Granadě bylo dohodnuto, že se obě organizace (GOOMAC a PEG) spojí v jednu evropskou organizaci, která vytvoří tzv. Evropskou ekonomickou oblast a rozšíří tak tzv. Evropskou komunitu. Nová organizace se bude jmenovat European Council of Optometry and Optics (ECOO). Oficiálně bylo ECOO založeno 14. listopadu 1992 v Paříži. Zde byl Manfred Müller zvolen prezidentem společnosti a Kess Kortland viceprezidentem. Na další konferenci v Benátkách v roce 1993 generální sněm ECOO obdržel zprávu skupiny pracující na tvorbě ED o tom, jak probíhají zkušební testy, které mají vést k získání ED. V roce 1995 na konferenci v Bergenu byly do organizace přijaty tyto státy: Česká republika, Polsko, Slovensko a Slovinsko. V roce 1996 na konferenci v Mnichově ECOO přijalo svůj tzv. White Paper, který

byl později přejmenován na ECOO Blue Book, kde je popsán stav a vývoj optometrie v Evropě. Ve stejném roce na konferenci v Londýně byla ustanovena organizace European Contact Lens Forum, která si klade za cíl vytvořit podmínky pro spolupráci mezi optometry, optiky, výrobcí kontaktních čoček a oftalmology, kteří se zabývají aplikací kontaktních čoček. V roce 1999 v Brunnen se uskutečnilo první písemné zkoušení uchazečů o ED. Ze 76 kandidátů byly úspěšní pouze 4. To samozřejmě vyvolalo vlnu zklamání. Bylo dohodnuto, že pro větší úspěšnost uchazečů je nutné implementovat testované znalosti do vzdělávacích programů různých institucí. V roce 2000 na konferenci v Paříži bylo oznámeno, že projekt ED je finančně podporován z evropského fondu Leonardo. Dále zde Jean-Paul Roosen z AEUSCO (formálně AESCO) referoval o tom, že vzdělávací program pro získání ED je možné uskutečňovat v angličtině, francouzštině a brzy také v němčině a italštině. V roce 2005 na konferenci v Paříži byly představeny webové stránky společnosti na adrese [www.ecoo.info](http://www.ecoo.info).

Obr. 1: Webové stránky organizace ECOO [7]

V roce 2007 na konferenci v Lisabonu byla generálnímu sněmu ECOO předložena zpráva, která porovnávala kompetence získané na základě ED vzhledem k možnosti vykonávat optometristickou praxi v UK. Z tohoto důvodu došlo také ke zmapování některých univerzitních kurzů, tak aby bylo možné je akreditovat jako vhodnou přípravu na ED. V roce 2008 na konferenci v Istanbulu ocenilo ECOO iniciativu The College of Optometrists z UK, která vedla k založení EAEO v roce 2009. Zároveň zde bylo zvoleno nové vedení ECOO: Wolfgang Cagnolati (Německo) – prezident, Armin Dudek (Švýcarsko) – viceprezident, Roger Anderson (UK) – předseda vzdělávací komise a Tone Garaas – předseda profesní komise. V roce 2009 na konferenci v Budapešti byla schválena nová směrnice vycházející z CEN (Centre Européen de Normalisation), která měla vytvořit standard pro optometristické a optické služby v Evropě [2]. Na zasedání generálního sněmu 24. října 2010 byl zvolen na dva roky prezidentem ECOO pan Armin Dudek, původem Němec provádějící svou praxi ve Švýcarsku [5].



Obr. 2: Armin Duddek, prezident ECOO [5]

V únoru 2009 na konferenci ECOO v Brně byl zvolen první prezident EAOO dr. Feike Grit a členové správní rady profesor Roger Crelier, Mr Nick Parker a Dr. Rob Hogan. Hlavním úkolem EAOO je rozvíjet vzdělávání v oboru optiky a optometrie ve shodě s ED, zatímco ECOO má nadále zajišťovat kontrolu nad procesem akreditace ED. První výroční konference EAOO se konala 16. května 2009 v Lausanne, kde v rámci akademického programu vystoupilo 21 přednášejících z 8 zemí. Na konci roku 2009 se v EAOO registrovalo 172 individuálních členů a 52 organizací. Druhá výroční konference EAOO se uskutečnila v květnu 2010 v Kodani. Zde byl založen program nazvaný „Special Interest Groups“, který sdružuje profesionály se specifickým zaměřením a „Fellowship Programme“, jenž má zajistit úspěšný profesionální rozvoj členů EAOO. Třetí výroční konference EAOO byla právě konference v Praze. Součástí této konference byl také European Educators Congress – the all European meeting for optical and optometric educators uskutečňující se v dřívějších letech v Brně při příležitosti veletrhu Opta. Konference EAOO umožnila delegátům, aby diskutovali klíčové kompetence a zkušenosti při výuce optometrie. Mezi hlavní cíle konference EAOO patřilo:

1. Zajistit komunikaci a spolupráci mezi vzdělávacími institucemi
2. Posilování a harmonizaci optiky a optometrie v Evropě
3. Zajistit vzdělávání, výzkum a vědecké znalosti v optice a optometrii
4. Domluvit práci na společných projektech
5. Vytvořit evropskou síť pro spolupráci

Na konferencích EAOO se setkávají praktici, pedagogové, výzkumní pracovníci a také administrativní pracovníci z oboru optometrie a optiky z celé Evropy. Tato příležitost nabízí mnoho různých možností pro získávání nových znalostí, výměnu myšlenek a vytvoření společné odborné sítě. Na konferenci EAOO v Praze byly uvedeny odborné přednášky, postery, prezentace, klinické a vzdělávací workshopy, klinické studie, sekce věnované národním vzdělávacím strategiím a diskusní skupiny pro členy EAOO [1].



### Program konference EAOO a ECOO v Praze v květnu 2011

Program konference byl rozvržen do 3 dnů. V pátek 6. května po úvodní registraci proběhla první sekce workshopů v The Vision Care Institute of Johnson and Johnson (dále TVCI). Workshop nazvaný „Bespoke contact lenses“ věnoval autor Naroo problematice vývoji technologií, které se v posledních letech objevily v souvislosti s aplikací kontaktních čoček (topografie, aberometrie). V příspěvku zazněl příslib, že v blízké budoucnosti by se na trhu mohly objevit individualizované kontaktní čočky, které by uměly korigovat nejen aberace nižších ale i vyšších řádů. Další zajímavý workshop s názvem „How to teach contact lens fitting in the clinical setting“ od autorky Judith Morris pojednával o specifických metodách, které mohou vylepšit výuku aplikace kontaktních čoček. V sobotu 7. května začala v 9 hodin v TVCI druhá sekce workshopů. Účastníci workshopu autorů Hovedena a McDonnella „Punctual plugs and lacrimal syringing“ měli možnost si vzájemně, pod odborným odhledem, naaplikovat slznou plombu, která může vést ke zlepšení subjektivních i objektivních potíží při syndromu suchého oka. Díky workshopu autora Dietzeho „90D-Indirect ophthalmoscopy“ se mohli účastníci podívat na oční pozadí a naučit se rozpoznávat jeho normální a patologický vzhled, i když není provedena farmakologická dilatace zornice.



Obr. 3: Profesor Dietze při svém workshopu na TVCI [6]

Ve stejném čase, souběžně s workshopy, probíhala první sekce případových studií v sále Virgo hotelu Clarion, např. „Scleral contact lens management of severe exposure keratopathy“, ale také prezentace posterů v sále Zenit a zasedání generálního sněmu ECOO v sále Nadir. Od 10 hodin probíhala v sále Virgo druhá sekce případových studií, ve které zazněl příspěvek autorky Korine Van Dijk na téma „Isolated bowman layer transplantation“ a zároveň pokračovalo zasedání generálního sněmu ECOO v sále Nadir. Třetí sekce případových studií začala v sále Virgo od 11 hodin. Dr. Marie Bodack zde prezentovala „Traumatic brain injury with multiple visual findings in a teenage male“. Autorka ve své odborné praxi musela řešit okohybnou poruchu, která vznikla na podkladě traumatologického poškození CNS. Od 11 do 12 hodin pokračovala závěrečná část shromáždění sněmu ECOO. Od 13 hodin začalo jednání generálního sněmu EAOO v sále Nadir. Na jednání zaznělo mimo jiné pozitivní hodnocení minulé konference, která se uskutečnila v Kodani. Prezident EAOO Dr. Feike Grit také pozitivně hodnotil navýšení členské základny EAOO na téměř 300 členů z 34 zemí. Od 14:20 následovala přednáška jednoho z hlavních přednášejících, profesora Johna Lawrensona ze City University z Londýna, nazvaná „Educating towards clinical competence“. Autor se ve svém příspěvku zabývá metodami, které vedou k získání adekvátních kompetencí umožňujících vykonávat bezpečnou a efektivní praxi v oboru. K těmto metodám patří např. video-prezentace,

prezentace reálných případů, simulace reálných případů apod. Dále autor hovořil o metodách hodnocení studentů a stanovení tzv. minimálních kritérií.



Obr. 4: Profesor Lawrenson při své přednášce „Educating towards clinical competence“ [6]

Od 15:45 následovala v sále Nadir sekce výzkumných projektů. Dr. Raymond Beirne z Univerzity v Ulsteru v příspěvku „The relationship between short-wavelength-sensitive acuity (SWS) and macular pigment optical density (MPOD) in the ageing age“ neprokázal výraznou změnu MPOD vzhledem k věku. V druhém příspěvku nás autorka Irene Altemir z Univerzitní nemocnice v Zaragoze přesvědčila, že není statisticky významný rozdíl mezi dvěma metodami vyšetření zorného pole – Humphrey Field Analyzer (HFA) a Heidelberg Edge Perimetry (HEP). Obě metody ve studii vykazovaly i dobrou korelaci měření a HEP vykazoval nižší hodnoty u glaukomatiků než metoda HFA. S posledním příspěvkem této sekce nazvaným „Evaluating visual performance with multifocal contact lenses (MFCL)“ vystoupila autorka dr. Sotiris Plainis z Krétské Univerzity. Autorka se své studii dokázala, že MFCL zvyšují zrakovou ostrost do blízka a hloubku ostrosti více u menší velikosti zornice a při binokulárním použití. V 16:45 začala v sále Nadir sekce vzdělávacích přednášek. Podle našeho názoru k nejzajímavějším přednáškám v této sekci patřila přednáška „The role of Vision Aid Overseas in the correction of refractive errors on Malawi and Burkina Faso“ profesorky Rachel North, která se podílela na projektech, které umožnily, aby bylo od roku 2006 vyšetřeno přes 38 tisíc pacientů v Burkina Faso a od roku 2002 přes 14 tisíc pacientů v Malawi. Další zajímavou přednášku na téma „A national survey of optometrists’ attitudes towards retinoscopy“ přednesl Derek Dunstone z Aston University v Birminghamu. Ve své studii autor zjistil, že retinoskopie je pro většinu optometristů registrovaných The College of Optometrists užitečnou technikou. Méně se používá ale dynamická retinoskopie a tak se autor zamýšlí, zda se tato metoda adekvátně vyučuje. Sobotní večer byl zakončen slavnostní recepcí v Paláci Žofín [1].

Nedělní program začal v 8 hodin opět prezentací posterů v sále Zenit. Vědecká sekce probíhala v sále Nadir, kde například Dr. Derek Mladenovich v příspěvku „Distribution and causes of visual impairment and blindness among Serbian school children“ referoval o zhoršení zrakových funkcí (především díky retinopatii nedonošených - ROP) u dětí narozených během války v Srbsku v 90. letech 20. století. V sále Leo zároveň probíhaly prezentace 4. sekce případových studií. Od 9 hodin byly v sále Nadir prezentovány klinické příspěvky. Dr. Michael Crossland z Moorfields Eye Hospital v Londýně referoval o výzkumu zaměřeném na srovnání parametrů čtyř elektronických knih – Apple iPad, Sony Reader PRS-505, druhé a třetí generace Amazon Kindle. Z výzkumu vyplynulo, že čtení elektronických knih může být problematické pro uživatele s nízkou kontrastní citlivostí (pod 1 log jednotek). Jinou zajímavou přednášku nazvanou „The dominant eye“ přinesl profesor Peter Moest z Applied Sciences University

v Berlíně. Autor zjistil, že nejlepší metodou pro určení oční dominance je speciální test s dírou o průměru 4 cm. U 2/3 vyšetřovaných pacientů selhala metoda určení oční dominance dle laterality končetin, dále se neosvědčila metoda senzorické dominance a binokulární rivalryy. Od 10 hodin následovala 4. sekce vědeckých výzkumných prací. Dr. Lisanne Ham z Melles Cornea Clinic z Rotterdamu prezentovala pokles dárcovských endotelových buněk při metodě DMEK v příspěvku nazvaném „Endotelial cell density after Descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK)“. Její kolegyně Korine van Dijk v prezentaci „Visual rehabilitation of the first 200 descemet membrane endothelial keratoplasty (DMEK) cases“ ovšem přinesla důkaz o tom, že na základě této metody dochází u pacientů k rychlejší zrakové rehabilitaci. „Effects of surface ablation with mitomycin C (MMC) on the keratocyte population“ to byl další příspěvek autorky Pilar Canadas-Suárez z Universidad Europa de Madrid. Ze závěru studie plyne, že krátce po povrchové ablaci dojde ke snížení počtu keratinocitů těsně pod povrchem rohovky, ale zvýší se počet těchto buněk ve střední a hluboké vrstvě rohovky v porovnání s kontrolním vzorkem. Dále dr. Heiko Pult z Weinheimu prezentoval studii, která si kladla za cíl ověřit intrapersonální a interpersonální spolehlivost u méně zkušeného a zkušeného vyšetřujícího při použití hodnocení LIPCOF (lid-parallel conjunctival folds). Bylo zjištěno a potvrzeno, že intrapersonální opakovatelnost měření je větší než interpersonální a zároveň, že interpersonální opakovatelnost měření je větší u zkušených vyšetřujících než u méně zkušených. V 11:30 se konala druhá hlavní přednáška celé konference. Přednášející dr. Thomas van den Berg z University of Amsterdam přednesl příspěvek na téma „Ocular straylight – all you need to know“, ve kterém hovoří o přístroji, který na jeho pracovišti vyvinuli pro měření rozptýleného světla v oku. Stejně jako nižší kontrastní citlivost i rozptýlené světlo zhoršuje kvalitu vidění. V současné době je na trhu přístroj C-Quant distribuovaný firmou Oculus, jenž umí změřit a vyhodnotit účinky rozptýleného světla například v souvislosti se šedým zákalem. Na konci přednášky autor úspěšně čelil řadě mnohdy i spekulativních otázek. Z mého pohledu se jednalo o jednu z nejlepších přednášek této konference.

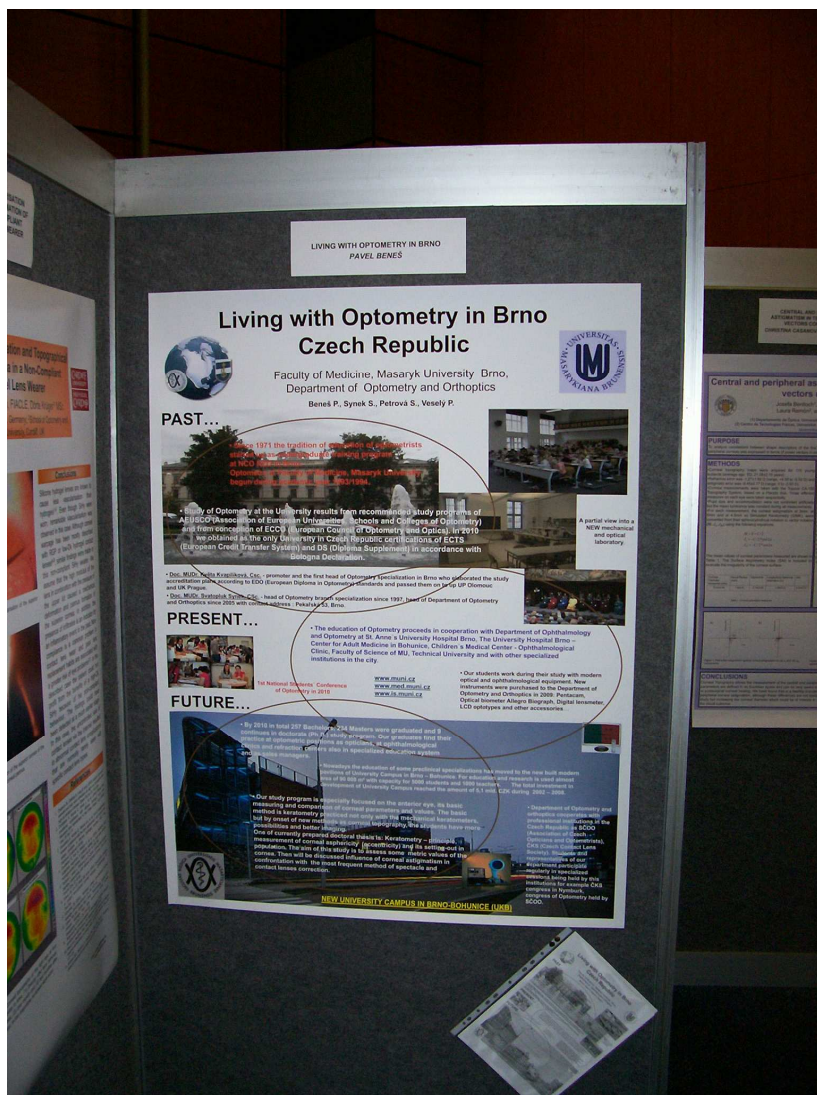


Obr. 5: Profesor Berg při své přednášce „Ocular straylight – all you need to know“ [6]

Od 12:30 se uskutečnila poslední sekce případových studií. Dr. Geoff Roberson diskutoval možnost zavedení elektronického systému pro evidenci měření nitroočního tlaku ve Velké Británii v příspěvku nazvaném „Repeating intraocular pressure – an electronic reporting system for community optometrists, hospital ophthalmologists and health service commissioners. Autor Benedek Raak referoval o vývoji vzdělávání optometrie v Maďarsku na podkladě Boloňské konference v příspěvku nazvaném „Experiences of the Bologna declaration in case of optometry education in Hungary“. Konference byla zakončena ve 14 hodin poděkováním všem pořadatelům, pasivním i aktivním účastníkům [1].

## Sekce posterů na konferenci EAOO

Jak již bylo uvedeno v sobotu a v neděli dopoledne proběhla v sále Zenit prezentace posterů. Postery byly rozděleny do třech hlavních sekcí: vědecké, vzdělávací a klinické. Naše katedra měla umístěn jeden poster v sekci vědecké a jeden v sekci vzdělávací. Ve vědecké sekci byl umístěn poster autorů Veselý, Ventruba, Synek nazvaný „Comparison between threshold interpolation and whole-line method by visual acuity testing on LogMAR and Snellen chart“, který pojednával o srovnání interpolační a celořádkové metodiky na dvou typech optotypových tabulí. Ve vzdělávací sekci jsme umístili poster nazvaný „Living with optometry in Brno“ autorů Beneš, Petrová, Synek, Veselý.



Obr. 6: Poster „Living with optometry in Brno“

Všichni účastníci mohli během kongresu oslovovat autory posterů a diskutovat s nimi výsledky jejich práce. K velice zajímavým posterům patřil například poster autora Bandlitz nazvaný „Case study: neovascularisation and topographical deformation of the Cornea in a non-compliant silicone hydrogels lens wearer“. Cílem této studie bylo popsat atypické nálezy neovaskularizací u nositele silikon-hydrogelových čoček. V tomto případě bylo zjištěno, že silikon-hydrogely způsobují více neovaskularizací než hydrogelové materiály. Dále nás zaujal poster, který byl doprovázen videosekvencemi nazvaný „Time-Lapse Macula Video using fundus photographs during treatment for wet ARMD“ autora Berryho. Jednalo se o video záznam účinků léčby přípravkem lucentis u 81letého pacienta. Na video záznamu byla vidět částečná resorpce rozsáhlých makulárních haemorrhágií. Zajímavý poster presentovala i kolegyně Gimeno z Valencie v posteru s názvem „Corneal biomechanical properties and their correlation with axial length in emmetropic Spanish children“. Cílem této studie bylo určit, zda

biomechanické vlastnosti rohovky měřené přístrojem ORA (Ocular Response Analyzer) koreluje s věkem a axiální délkou očí dětí. Bylo zjištěno, že základní biomechanické vlastnosti rohovky (corneal hysteresis - CH, corneal resistance factor - CRF) oka se výrazně nemění s věkem dětí. Ve studii „A new dynamic test for visual acuity“ se autorka Racetin z Chorvatska zabývá novým testem, který by mohl být použit pro hodnocení dynamické zrakové ostrosti pro získání řidičského průkazu. Práce byla součástí diplomové práce při studiu na University of Applied Sciences ve Veliké Gorici v Chorvatsku. V soutěži o nejlepší poster zvítězil poster nazvaný „Tear ferning test: a new grading scale“, kde autor Ali Masmali z King Saud University v Riyadhu vytvořil nové schéma pro objektivní hodnocení poruchy tvorby slzného filmu, které by mohlo nahradit Rolandovu škálu. Nové hodnocení obsahuje celkem 5 úrovní poruchy, které lze od sebe velice dobře odlišit [1].

## **Závěr**

Zasedání EAOO v Praze ve dnech 6. – 8. května 2011 se zúčastnilo celkem téměř 220 delegátů z 20 zemí. Konference také formálně zahrnovala European Optometric Education Congress zaměřený na vzdělávání, výzkum a klinickou praxi v oboru. Profesor Roger Crelier ze Švýcarska na konferenci převzal vedení EAOO od dr. Feike Grita z Nizozemska. Viceprezidentem byl zvolen dr. Paul Murphy z Velké Británie. Oba představitelé mají dvouleté volební období. Velký počet vystavovaných posterů svědčí o zvyšujícím se zájmu účastnit se této konference. K hlavním přednášejícím na kongresu patřil profesor John Lawrenson z londýnské City University s příspěvkem o vzdělávání optometristů a dr. Thomas van den Berg s přednáškou „Ocular Straylight – all you need to know“. Delegáti konference se také mohli zúčastnit dalších odborných přednášek, workshopů a prezentací posterů, kde měli možnost debatovat přímo s tvůrci posterů. Na konferenci také proběhly dvě zasedání členů EAOO, jejichž tématem bylo psaní vědeckých prací a role optometristy v USA. Případové studie přinesly mnoho zajímavých informací například o použití kontaktních čoček u pacientů onemocněných acnea rosacea nebo o diagnostice a managementu pacienta s TBI. Akademie také ocenila nejlepší prezentaci, kterou se stala práce profesora Petera Moesta „The dominant Eye“ a nejlepší poster autora dr. Ali Masmali nazvaný „Tear ferning test: A new grading scale“. Dále byly na konferenci také uděleny čestné členské tituly FEAOO podle nového členského programu těmto účastníkům: David Berkow, Byony Pawinska, dr. Heiko Pult, Helmer Schweizer, Karen Sparrow, dr. Cornelis Anton Verezen, dr. Jeffery Weaver a dr. Feike Grit. Datum další konference EAOO bude oznámeno v průběhu tohoto roku [4].

## **Literatura**

- [1] European Academy of Optometry and Optics, Programme and Abstracts Booklet. EAOO 2011, London, 110.
- [2] European Council of Optometry and Optics, Fifty Years of European Optometry and Optics 1960-2010, An Overview of ECOO and its Predecessor Bodies. ECOO 2010, Brussels, 19.
- [3] European Council of Optometry and Optics, ECOO Blue book [online]. 2011 [cit 2011-06-22]. Dostupné na www: <http://www.eaoo.info/en/links/useful-documents/index.cfm>.
- [4] European Academy of Optometry and Optics, Academy meets in Prague [online]. 2011 [cit 2011-06-22]. Dostupné na www: [http://www.eaoo.info/en/Prague\\_2011/press-releases.cfm](http://www.eaoo.info/en/Prague_2011/press-releases.cfm).
- [5] European Academy of Optometry and Optics, ECOO elects new president and Executive Committee [online]. 2011 [cit 2011-06-22]. Dostupné na www: <http://www.ecoo.info/dynasite.cfm?dsmid=78460>.
- [6] European Academy of Optometry and Optics, Photo Gallery [online]. 2011 [cit 2011-06-22]. Dostupné na www: [http://www.eaoo.info/en/Prague\\_2011/photo-gallery/index.cfm](http://www.eaoo.info/en/Prague_2011/photo-gallery/index.cfm).
- [7] European Council of Optometry and Optics, Oficiální stránky ECOO [online]. 2011 [cit 2011-06-24]. Dostupné na www: [www.ecoo.info](http://www.ecoo.info).

# 5. Marina Soldo: Visual acuity, contrast sensitivity

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA

Central visual acuity, which is also called visus, describes the capability of the eye to separately perceive two points that are located next to each other.

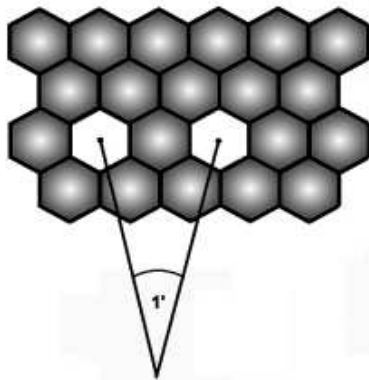
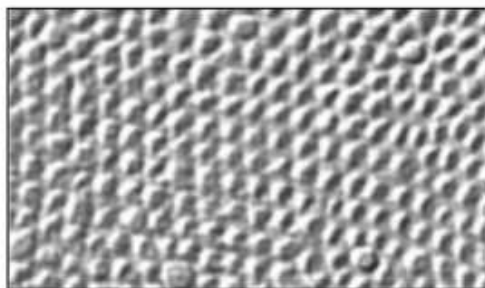
The definition has arrived into the field of ophthalmological sciences from astronomy since in 1705 Hooch determined that among 100 randomly selected persons there is not one person who can see on a clear night sky two stars as being separate, if the distance between them is less than one angular minute (1').

This minimal angle is called *minimum separabile* and should be distinguished from *minimum visibile* (minimal value for an object to be observed at all) which is smaller than 1' and *minimum cognoscibile* (angle at which the shape is recognised), which is greater and amounts to 5'.

Visual acuity is related to the macula lutea which consists only of cones. The basic physiological pre-condition to perceive two separate points as two is that their sharply outlined forms fall on two cones of the fovea so that between the excited cones there is also one non-excited cone.

surface of the layer of vision cells like honeycomb (scanning electronic microscope)

Figure 1



minimum separabile defined by the size of cones in the macula – two points are seen as being separate since each excites one cone and between them is one non-excited cone

---

Otherwise an ellipsis is obtained.

Apart from perfectly transparent optical media, the structure of the fovea itself is also of extreme importance. It consists exclusively of cones with the diameter of the external member of  $4\mu$ , bipolar and ganglion cells are shifted laterally from the fovea and the bonds of the retina are only in this part so organised that one bipolar bond corresponds to one cone, and one ganglion cell and one fibre in the visual path correspond to this bipolar bond. The fovea itself is avascular. After all, the representation of the macula in the visual cortex regarding its area exceeds by far the very area of the macula.

The capability of differentiating separate points exists in the entire visual field, but significantly decreases by moving away from the fovea. Thus already at the periphery of the macula the visual acuity decreases to  $\frac{1}{2}$  of its value, and around the papilla it is 0.1 and less.

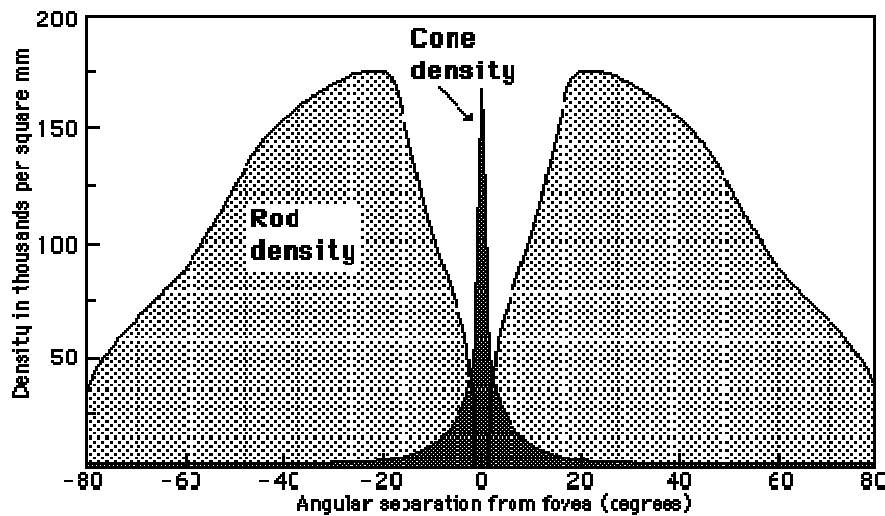


Figure 2: Density of cones and rods in relation to the position on the retina

Visual acuity is not given by the very act of birth but it is rather a function which develops constantly from age of 6 or 7. Although it is difficult to precisely determine the visual acuity of a six-month baby, it is assumed that it amounts to 0.1 of normal visual acuity. With the growth and formation of anatomic paths and physiological bonds of the visual analyser during the first year of life it grows and reaches 0.4 – 0.5. The development continues in the following years to reach its maximum when the child starts to go to the primary school. The interruption of the development of visual capability at any level (e.g. congenital or secondary cataract) leads to the stopping of this process at the reached level and this results in the so-called *deprivation amblyopia*. As we know, this low vision is functional, which means that there are no organic changes of the macula and the visual paths, but the vision has not developed to the necessary extent.

Visual acuity is the basic indicator of the ocular function and every inspection of the eye should be started by checking the visual acuity. All eye tests are always done first on the right, and then on the left eye. Visual acuity is the capability of the vision to clearly see two separate points. As already mentioned, the smallest angle at which an average eye sees two points as separate ones amounts to 1' (one arc minute) and is called *minimum separabile*.

On the basis of this angle of 1' charts for testing visual acuity or optotypes have been developed. An optotype consists of ten rows of letters, the biggest on top and getting smaller downwards. The letters are designed so that they fit into a square of 5x5 little squares, and watched from a distance entered next to the letter, they fall into the eye at an angle of 5', which means to excite 5x5 cones. Visual acuity is calculated according to the formula:

$$V=d/D$$

V = visual acuity;

d = testing distance;

D = distance from which a normal eye still recognises a letter of a given size.

What should follow after this introductory part is well-known to all of us, which is testing of the static visual acuity which is usually done almost on everyday basis, and not something I wanted to write a few lines about. My intention was to pay a little attention to that part which might have been somewhat neglected, and is of utmost importance in everyday life, during driving, as in first-rate sport – dynamic vision and contrast sensitivity.

Although observation of certain details in movement is more appropriate to living beings, standard methods of testing vision by Snellen charts mean testing of visual acuity in resting. At low speeds, the static and dynamic visions are in correlation, but not at higher speeds (e.g. in sport): perception capability decreases rapidly if the angular speed at which the observed object moves is 60-70 degrees per second. Testing with Landolt rings which rotate at different speeds, and the patient assesses the position of the opening "C" has proven that more successful and better trained athletes have better dynamic vision.

Unlike static visual acuity that can be corrected, dynamic vision can be trained to such an extent that it significantly improves the sport results, especially in case of team sports. The capability of the development and training of the dynamic vision increases between the age of six to twenty, and then decreases the same as the capability of fast saccadic movements of the eye becomes weaker. This is important in case of young athletes in order to start early with target exercises to improve the coordination of the body and thus to optimise the results. It is, namely, often noticed that well trained athletes have trouble with coping on the field as soon as the match starts to get faster or the results in individual sports fail to be achieved due to poorer capability of fixation and concentration on the sport field. In such cases forcing of general physical fitness does not help much, but rather selective programs to improve the visualisation of the game and better orientation in space.

Another important component of vision should be mentioned, which is not usually tested either in static visual acuity, nor in dynamic vision, and this is contrast sensitivity. This is the measure of eye capability to distinguish the background from the fixation object at different illumination. Contrast sensitivity decreases with the speed of movement, as well as age.

In senior persons higher contrast and sharper edges of an object are necessary in order to be differentiated from the background, than in younger persons. For the recognition of faces and various objects in the environment preserved capability of observing contrast and texture is necessary. Our retina and the cells in the brain create a three-dimensional image of the object in space owing to the capability of observing differences in contrast.



The capability of colour perception decreases over years. Therefore the senior persons have more difficulties in differentiating the colour hues that are next to each other in the colour spectrum (e.g. hues of red and orange, i.e. blue and green) which causes distorted experience of actual colours of the objects.

In physical sense the contrast denotes a relation between the object brightness and its immediate environment. In observing contrast, retinal receptive fields participate as well as systems P and M of neural ganglion cells. P cells serve for observation of the illumination contrast and the resolution of high spatial frequencies. M cells are for information on high time and low space frequencies.

Contrast is defined as a characteristic of a place which causes that an object is distinguished from its background. At higher levels of illumination the contrast can be obtained by means of elements such as differences in colour, patterns, shadowing, structure and light.

In night driving only the light contrast is available. The human eye reacts to contrast. Roughly, this is the only way in which one can see that something is there. It seems that it is usually assumed that the functioning of the illumination system lies in illuminating the potential dangers in order to be able to see them. It is not so. The task of the illumination systems that has to be done is to create contrast between a certain object and its background. Automobile headlamps operate usually so that they make the object brighter than the background. Permanent illumination systems can do this, or they may illuminate the background so that the target is seen in a silhouette.

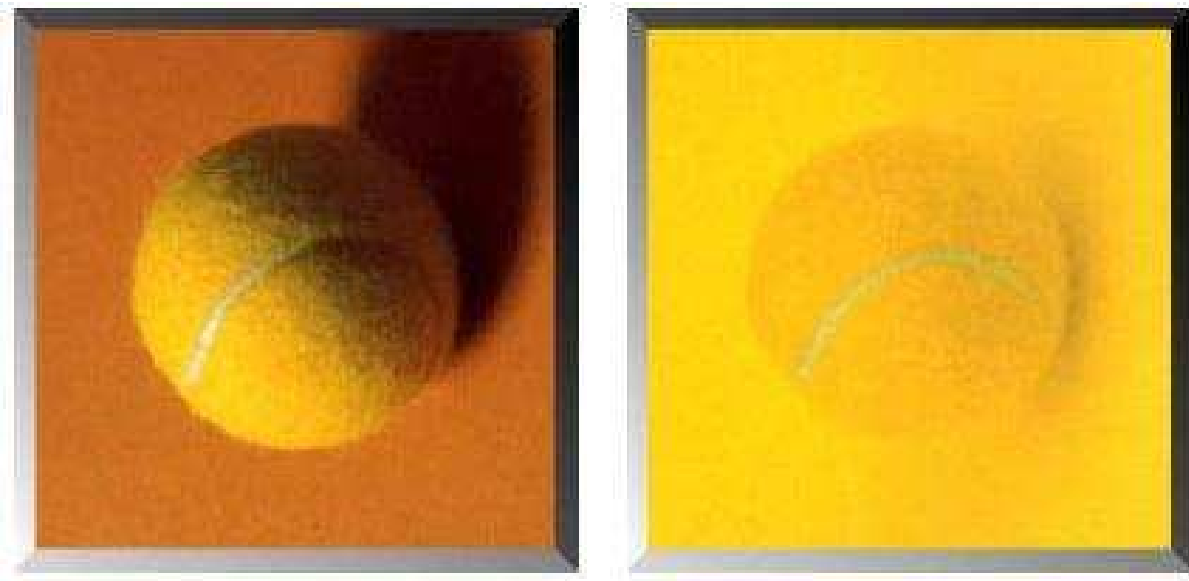
Out of different ways in which the contrast quantity can be calculated, maybe the simplest is the ratio which describes the relation of luminosity between the object and its background. For instance, if the luminosity of the target is eight units and the luminosity of the background is two units, the contrast ratio is 4 to 1.

In subjective sense, the contrast is the assessment of the difference of the appearance of two areas of the visual field which are observed simultaneously or in sequence (virtual contrast). Objectively, the contrast of brightness (photometric contrast) is defined as:

$$L_C = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \quad \text{where:}$$

$L_1$  – background luminance,  
 $L_2$  – object luminance.

Figure 3



It is equal to reciprocal value of the luminance contrast ( $L_C$ ):

$$C = \frac{L_1}{L_2 - L_1}$$

The smaller the difference of the luminance of the object and the background, the higher the contrast sensitivity.

In practice the contrast sensitivity is affected by the environment, eye adaptation and other secondary factors, as well as glare sources in the visual field.

When we started to deal with first-rate sport, we became aware of the complexity of the problem with vision. We found that not only good visual acuity is required, but rather some other qualities as well, as before.

Today also, in case of top athletes, apart from central visual acuity also the dynamic visual acuity, peripheral conspicuousness, visual contrast, colour sensitivity, stereopsis (depth perception), saccades, etc. are checked. Some of these properties can be corrected by adequate vision correction, some by special exercises, and only a small part on which we unfortunately cannot have any influence.

All the tennis players know the difference of playing tennis outdoor on a nice day, compared to poor visibility indoors and on a badly lit court. It is also important whether the background provides better contrast to the fluorescent-yellow colour of the tennis ball, and the player has no perception disturbance regarding colours in the yellow – blue spectrum. In skiing the contrast sensitivity is of extreme importance, in order to see the irregularities in the complete whiteness all around.

The capability of colour perception also decreases with movement as well as with age, so that it is good to include colour vision in the diagnostics regarding the visual perception disturbance: contrast sensitivity and colour vision can complement each other perfectly in practice.

Contrast sensitivity measures the capability of noticing details in low contrasting conditions. Visual information in case of low contrasting conditions is very important:

1. in communication, when shadows on our faces carry visual information related to face expressions;
2. in orientation and mobility, when we have to see every critical low contrast form such as curbs or stairs going downstairs; in traffic, in demanding situations at low contrasting conditions such as twilight, rain, fog, snow falling at night;
3. in performing everyday tasks, where many visual tasks at low contrast, such as chopping onions on a strongly lit surface, pouring coffee into a dark cup, checking the quality of an ironed surface;
4. in near vision requirement such as reading and writing, if the information is of low contrast such as a poor-quality copy or a “fancy” hardly legible invitation.

Measuring of contrast sensitivity is like audiometry: the pure audiogram curve presents the weakest pure tones heard by a person. The curve of contrast sensitivity or visuogram presents the weakest contrasts that a person can see. Like in audiometry, the result of measuring the contrast sensitivity is not individual value but rather a diagram.

Figure 4: Curve of contrast sensitivity. Visual acuity along the horizontal axis, and contrast sensitivity along the vertical axis.

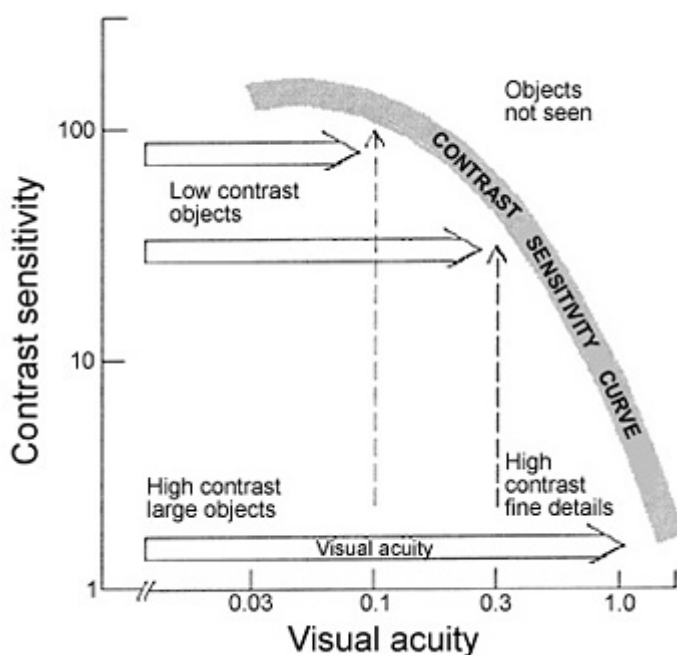
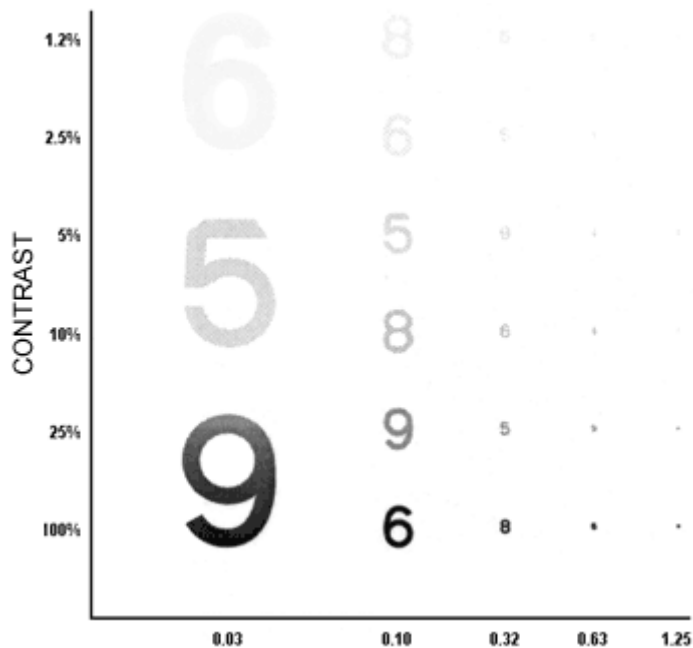


Figure 5: The size of symbols decreases horizontally and they fade out along the vertical axis. The border between the notices symbols and those that are too small or too “pale” to be seen is plotted by a curve that is called the contrast sensitivity curve. The descending curve on the right side of the graph is the part which interests us most. In order to determine the contrast sensitivity curve gradient 2-3 measurements are necessary. The first one determines the point on the x-axis, the value of visual acuity is

determined in the usual way. The second is the definition of the upper end of the level part of the gradient usually located in 1 – 5% of the contrasting area. An additional measurement at lower contrast is recommendable.



The value threshold can be measured by two different techniques in using optotype tests:

1. by using charts for low contrast visual acuity;
2. by using tests with one-size symbols but with different contrast levels.

Here follows a brief description of one of the procedures, the Pelli–Robson test.

The test measures the contrast sensitivity by using one-size letters with contrast which varies through the groups of letters. Concretely, the test uses letters (six in a row), arranged in groups whose contrast varies from high towards low. The patient reads the letters, starting with the highest contrast, until they cannot read two or three letters in a certain group. Each group has three letters of the same contrast level, so that there are three trials per contrast level.

The obtained result is based on the contrast of the last group in which two or three letters were read correctly. The result, an individual number, is the measure of the patient's contrast sensitivity.

Thus, the result of value 2 means that the patient can read at least two out of three letters with contrast of 1% (contrast sensitivity = 100% or we note 2). Pelli–Robson result of 2.0 denotes normal contrast sensitivity of 100%. A result lower than 2.0 marks poorer contrast sensitivity. Pelli–Robson result lower than 1.5 corresponds to vision damage, and a result lower than 1.0 represents visual deficiency. This result (1.0) represents approximately 10 parts lower contrast sensitivity. This means that a person with contrast sensitivity of 1.0 requires 10 times more contrast in order to be able to see the same as a person with normal vision. The loss of this value would represent a significant deficiency and would have large influence on somebody's capability of driving or reading.

Poorer contrast sensitivity affects unfavourably the capabilities of reading a text, e.g. reading newspapers. The contrast sensitivity of 1.0 or better requires reading of a highly contrast

text at normal speed. Majority of people with sensitivity of 1.0 or lower will read the text more slowly. This level of contrast sensitivity also limits the capabilities in case of fast walking.

A person with the sensitivity lower than 1.3 will have difficulties in recognising people at a distance and higher probability of participating in car accidents. When performing typical manual tasks (sewing with a dark thread on a dark fabric, handling wood and pictures), the contrast between different important parts of the given materials can be very low. It is probable that if someone's capability to see in such reduced contrast is lower, then it may have unfavourable effect on the capability of the person to perform the tasks.

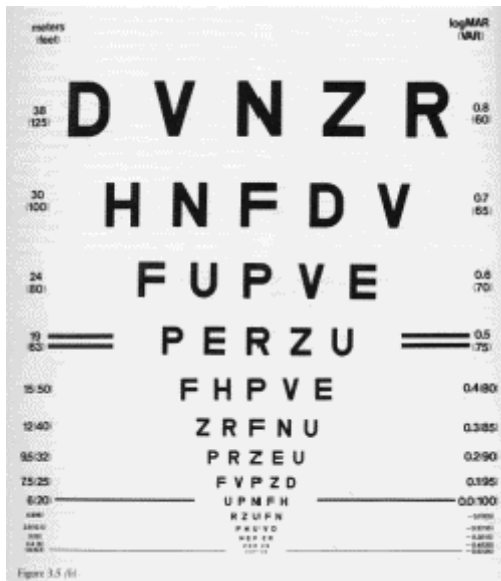
Figure 6: Pelli–Robson test



Bailey–Love charts can also be used to measure contrast sensitivity. In these charts all the letters are of the same contrast, but their size varies (like in charts for visual acuity).

Figure 7

*Bailie-Lovie Test Chart 100%*



*Bailie-Lovie Test Chart 10%*



Finally, a few words about one interesting research. Namely, video games full of action can improve the vision of adult persons. And the benefits can last for years.

Video games are not only games for children. The new study has shown that the time spent playing these games can improve the vision of adult persons, in the part which is called contrast sensitivity, one of the first segments of vision that start deteriorating with age.

This study shows that video games could also improve the contrast sensitivity. It was found that the experts for video games, who played mainly action video games, had better contrast sensitivity than those who played video games that were not action ones.

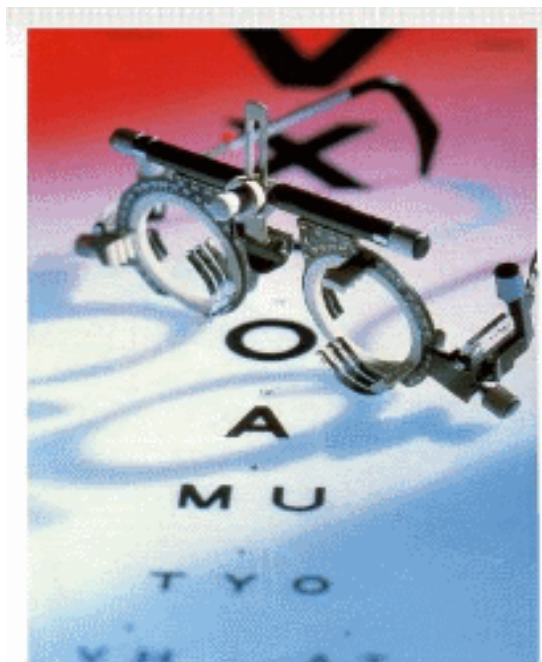
In order to test that this is not simply the consequence of the fact that people with better contrast

sensitivity have greater tendency to action video games, the researchers made players who otherwise did not play action games, to play these intensively. This led to the improvement of contrast sensitivity.

Improvements lasted for months, even years. The mentioned results indicate that the time spent in front of a computer need not necessarily be harmful, as otherwise assumed, claimed the researchers.

## 6. Ana Sertić Đorđić: Refraction methods

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA



### INTRODUCTION

*The refraction procedure of the eye is the measuring of the geometrical optical value which is in a given case corrected by visual aids. Errors in the optical system of the eye are corrected or at least partly corrected through a series of several dozens of thousands combinations of the spectacle or contact lenses.*

*Eye refraction encompasses in the wider sense the integrity of procedures which insures that a pair of eyes has optimal vision.*

*Every refraction test is performed in a different manner but there are basic methods which customers encounter in determining the value of refraction error.*

*In order to be able to say something about the methods of refraction, first we have to define a couple of terms about refraction.*

*Refraction of the eye is a term which per definition refers to the condition of the optical system of the eye in relation to a certain distance. However, within the profession the aim of refraction is to provide the customer with best and most comfortable vision on both eyes by combination of optical lenses of spherical and cylindrical action.*



*The objective of refractive measurements is to achieve complete refractive balance and the final result of refraction is to determine full binocular corrective value.*

*Determining of eye refraction can be performed by objective or subjective method.*

*Objective refraction is a procedure which refers to the measuring of the distance of the far point of the eye using different devices but without active participation of the very customer. It is not time-consuming, but due to the impossibility of patient's accommodation it does not give accurate but rather only approximate results, without the data about visual acuity or the condition of binocular vision.*

*Subjective refraction is a procedure of systemic introduction of spherical and cylindrical lenses according to precisely determined methods and rules at which active cooperation of the customer is necessary. Apart from determining the far point of the eye, this procedure determines also visual capability, i.e. visual acuity (visus). Subjective refraction is used to check or improve the customer's capability of binocular vision, as well as determining the correction of near vision.*

*The preconditions for refraction are:*

*Skill and knowledge:*

- measuring by objective and subjective methods; determining of optimal correction lenses for far and near vision;*
- using of instruments and aids to determine the correction glasses;*
- knowing the anatomy and physiology of the eye, and the refraction errors of the eye;*
- knowing the causes of vision deterioration, eye disease, and damage during work.*
- premises for testing.*

## **OBJECTIVE REFRACTION**

*Depending on the parameters that are to be measured, there are several methods of objective refraction whose application uses different devices.*

### **2.1 SCIASOPY (RETINOSCOPY)**

*Skiascopy is a method of objective eye refraction but under the title of keratometry (observation of the cornea). The first precise interpretation of this method was given in 1906 by the German ophthalmologist Wolff.*

*Skiascopy exists regarding the accommodation, static and dynamic. Static skiascopy – the patient is fogged and looks at a fixation object – it serves for monocular determination of the refraction of the far point. Dynamic skiascopy – the patient focuses the object binocularly and converges and accommodates, and here we obtain data for the analysis of near vision.*

*Today, usually in application is static skiascopy, which is performed at the maximally relaxed accommodation of the patient's eye. It is achieved if the patient looks at a very distant object (e.g. optotypes).*

The skiascope is equipped with mobile and rotating display which rotates a narrow beam of light in the desired plane and has the possibility of regulating the beam of light from the convergent into a divergent one, and vice versa. Skiascope is used to observe the reflex of light and its movement in the patient's eye.



Figure 1 - Skiascope

### Procedure

The examiner sits in front of the patient at a distance of 50cm – 1m. The patient is fogged so that the eye which is not observed hardly recognises a certain object (optotype, of size V 0.1). Then the patient's pupil is examined by the light from the skiascope, and the pupil gives a red flash if it is hit by the beam of light. When the skiascope is rotated to the left or to the right, then certain reflex in the pupil moves according to the rule.

- in the same direction – the reflex in the pupil of the eye moves in the same direction as the light;
- in opposite direction – the reflex in the pupil of the eye moves in the opposite direction from the light;
- neutral – no movement of the shadow is noted, but rather only light flashes and dark pupils.

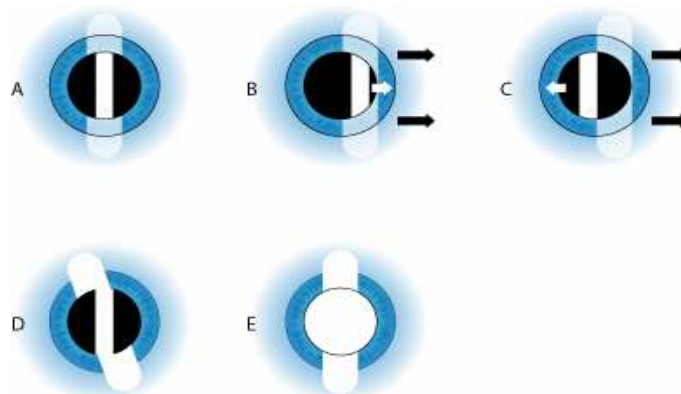


Figure 2 – Directions of light reflexes

When the less refracting meridian is seen, we neutralise the reflex in it so that the movement in the same direction we add + glasses, whereas movement in the opposite direction we add – glasses. Thus we correct the first meridian spherical. Then we turn the skiascope line for approximately 90 degrees on the neutral meridian and we determine the axis minus cylinder, correcting the minus by plano-cylindrical lenses.

The result of the obtained value is corrected for the distance at which the patient is located from the examiner (e.g. at 0.5m - +2.00dpt).

## 2.2 OPHTHALMOSCOPY

This is the method of examining the eye back surface (fundus), but possible also for the rough determination of ametropy, only the spherical equivalent (NSL) is obtained, the assessment of ametropy is possible only on the basis of reflex position. This is one of the oldest method in refraction. The device is called ophthalmoscope. It was constructed by Helmholtz in 1850, and later Recoss added the glasses on the kolutiću for the compensation of vision errors.



Figure 3 - Ophthalmoscope

## 2.3 OPHTHALMOMETRY

It is used to determine the radius of the cornea and corneal astigmatism. In 1881 Javal and Schiotz designed the first ophthalmometer named Javal, which is applied in determining the astigmatism of the eye cornea. The average corneal radius of a European citizen is 7.75mm, and the difference in radii of certain meridians is 0.5 D of astigmatism. The physiological rectus is 0.5 – 1.0D of corneal astigmatism is mainly compensated by lens astigmatism.



*Figure 4 - Ophthalmometer Javal*

## **2.4 REFRACTOMETRY**

*The first refractometer was constructed in the 1920s. The construction of each refractometer consists of two systems: optometric system (for illumination) and ophthalmologic system for observation. Optometrically it is projected on the patient's fundus, and ophthalmoscopically for assessment of visual acuity. After focusing the examiner reads the refractive value. In order to determine the objective values of refraction today the automatic refractometers are used. In such refractometers the measurement is done by projecting infrared beams. The devices differ both according to the physical – optical methods and according to the optoelectrical procedures.*



*Figure 5 - Autorefractometer*

### **1. SUBJECTIVE REFRACTION**

*The objective of subjective refraction at a distance is to determine the glass lens for full correction of ametropical eye. The procedure is started by interviewing the patient about the anamnesis, i.e. whether the patient has any difficulties, wears glasses, etc. Then we put the trial frames on the patient and we adjust it. We put the occluder on one eye (the one on which the refraction is currently not performed). The examination starts usually from the right eye, taking the visus without correction ( $V_{sc}$ ), and then we repeat the procedure on the left eye. The first trial glass is inserted, so that one starts from the method of successive contrast, i.e. determining of the best spherical lens .*

### **3.1 SUCCESSIVE CONTRAST METHOD (NSL)**

*The best spherical lens is in case of hyperopia the strongest plus lens, and in myopia the weakest minus lens with which the best visual acuity (visus) is achieved. In case of astigmatism the best spherical lens sets the circle of least confusion on the retina. The visus is the weakest and the visual impressions are confused, in high astigmatism the visus is very weak and it is good to check with stenopeic pin-hole, and then the visus should increase spontaneously. The recommendation is to fit lenses approximately according to the table visus – correction glass because, if the patient is fitted with a too weak lens, the patient will not be able to establish any change of the visus, or if the fitted lens is too strong then the existing ametropy may be overcorrected.*

Table - VISUS – CORRECTIVE GLASS

<i>VISUS Vsc</i>	<i>poor</i>	<i>&lt; 0.1</i>	<i>&lt; 0.3</i>	<i>&lt; 0.5</i>	<i>from 0.5</i>
<i>Glass +/-</i>	<i>3.0</i>	<i>2.0</i>	<i>1.0</i>	<i>0.5</i>	<i>0.25</i>

**Important in refraction:**

When changing the plus (+) lens we first insert a new and only then the existing one is removed, and in changing the minus (-) lens, the lens is removed and then the new one inserted. This is important so that the patient does not accommodate to near vision.

**Change of glasses in hyperopes**

When we put plus glasses we ask whether it is worse (more blurred) or the same. If the patient says that it is the same we add plus lens as long as the patient says that it has become weaker. The last lens with which the patient sees worse is not prescribed but one by 0.25 less.

<i>VISUS s BSL</i>	<i>&lt; 0.2</i>	<i>&lt; 0.5</i>	<i>&gt; 0.5</i>
<i>Initial: (circle of least confusion)</i>	<i>+/- 1.00</i>	<i>+/- 0.5</i>	<i>+/- 0.25</i>

**Change of glasses in myopes**

When inserting minus lens we ask whether it is better or just less (more black, the same). Minus lens is inserted only if the visus is increased. Inserting of too strong minus lens causes manifest hyperopia which accommodates unconsciously. For fine determination of the best spherical lens the red-green monocular test can be used.

**3.2 CROSS CYLINDER METHOD**

When the best spherical lens has been determined in the non-astigmatic eye we have already reached the best monocular visus and the image is on the retina. When in astigmatic eye there is the circle of least confusion on the retina, and by holding the cross cylinder trial glass it matches the eye astigmatism axis then the patient confirms better visual impression, and the position of the circle of least confusion is changed. For easier decision-making the patient is offered two visual impressions, except in the rough assessment of the cylinder.

**Procedure:**

1. spherical correction (circle of least confusion on the retina),
2. the optotypes are presented (round letter e.g. O) two rows greater than the visus with the best spherical lens, regarding visus there is the table which determines which power of cross cylinder will be taken,
3. rough determination of the correction cylinder axis,
  - a) we offer circle of least confusion of cylinder axis at 180 – we ask whether it is better with or without?
  - b) we turn the cylinder axis to 90 – ask whether it is better with or without?
  - c) we do the same at 45 and then 135 – ask whether it is better with or without?

The customer will tell us for one of the axes that it is the best, and then this is the axis to which the cylindrical lens correction will be applied. It may happen that the customer says that it is good at 90 and at 45 or at 180 and 135 and then we know that this refers to the axis which is approximately between these two values.

4. setting the first correction cylindrical minus glass according to table

Visus with BSL	< 0.2	< 0.3	<0.5	< 0.9	from 0.9
Cyl dptr.	-3.00	-2.00	-1.00	-0.50	-0.25
Spherical correction	+1.50	+1.00	+0.50	+0.25	-

After setting the correction cylindrical glass the visus is checked and for the further procedure the smaller optotypes are used.

5. determining the final cylinder axis

By the procedure of change of another type, the cross cylinder is in the position of the grid to the axis. By turning the cylindrical trial lens axis in the direction of the red markings on the cross cylinder the change is made in increments of 10/5/2/1 degrees.

6. determining the cylinder power

The patient looks at the smallest visible optotype, cross cylinder is in the position axis to axis; if the customer responds that it is better in the direction of the blue markings then we reduce the cylinder and correct the sphere, and if the customer says that it is better in the direction of red markings on the cross cylinder than we add more cylindrical power and correct again the sphere. When the customer says that it is almost the same in both positions then the test is completed. Then the spherical value has to be checked once more.

### 3.3 CYLINDRICAL FOGGING METHOD

For this method the optotype used is the picture of "beams" (radiating black lines) according to Snellen with the gap between the lines of 15 degrees in the full or half-circle. For easier understanding the marked axes look like hands of a clock (clock dial chart) or angular degrees.

Procedure:

1. the best spherical lens is determined,
2. based on the visus best spherical lens the cylinder power is determined;  
let us assume that per 1 dptr of cylinder the visus deteriorates by half  
e.g.:  $V_{bsl} = 0.5$  ;  $V_{expected} = 1.0$  - estimate of cylindrical power is 1 dpt
3. fogging the patient with normal optotypes, by increasing the estimate of the half of the estimated cylinder by +0.25 - +0.50 dpt,
4. check whether the patient is dobro zamagljen by turning to lines and the patient at that time should see only one black line, if the fogging is adequate then the black line with addition + glasses is set to more grey,
5. determining the axis of the correction cylinder – the patient tells us which line is the blackest, e.g. sees at 12 o'clock is 0 degrees of the cylinder axis
6. equalisation of the cylinder power – we correct with minus plano-cylinders starting with the approximately half of the cylinder power estimate and a little more. When we set such cylindrical power of the set axis the lines of the axis should become clearer i.e. the beams should start to open on both sides equally, but if suddenly the blackest line is rotated by 45 degrees then the axis is not good. If it is between this axis and 45 then neither the axis nor the cylinder power are good, the cylinder needs to be stronger, and if suddenly the blackest line turns by 90 degrees then the cylinder is too strong and we have to reduce it

*in small increments. When all the lines are open and become equally black then the right cylinder correction has been found.*

7. *finally, only fine defogging is needed, fine equalisation of the sphere in small increments.*

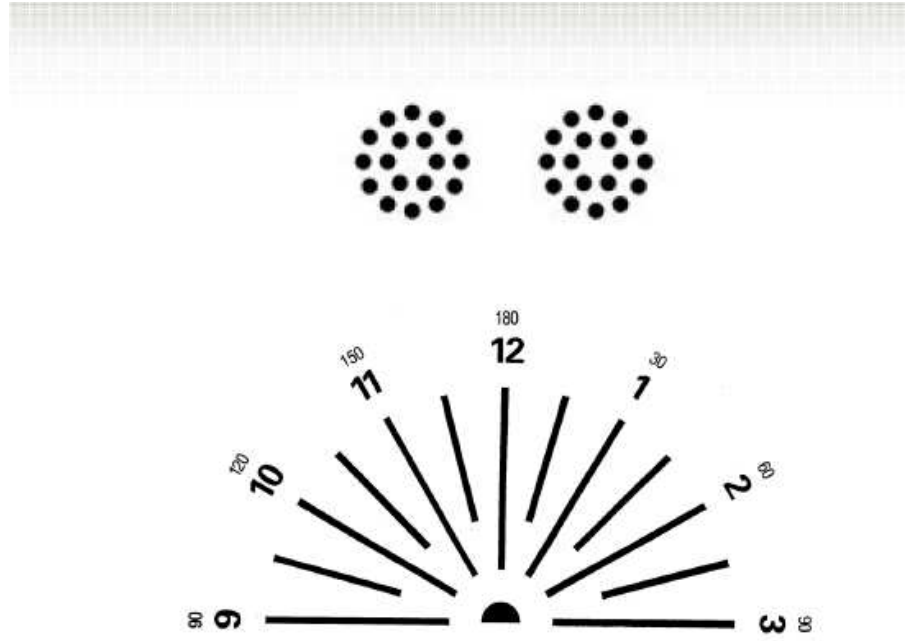


Figure 6 – Fan chart

#### **4. BINOCULAR SPHERICAL EQUALIZATION**

*After having diagnosed monocular refraction of the sphere and cylinder for far vision of the right and left eye, there follows immediately the binocular spherical equalisation. Monocular eye testing does not guarantee with certainty that the far point on the found corrections are going to be equally distant from the eye.*

*The purpose of the binocular equalisation is to establish the balance of refraction and this is achieved by binocular tests, which means that both eyes have to be simultaneously in the activity of looking. Therefore polarised tests are used and they separate the pictures of the right and the left eye.*

*The tests that are used include:*

1. *two-row test,*
2. *Cowen–test or Bi–chrome test,*
3. *cross test.*

*In any procedure of binocular spherical equalisation we will often pass from light overcorrection into the minus. Therefore it is good to check on both eyes simultaneously as well, by showing the optotypes one row bigger than achieved by monocular vision. We fog slightly binocularly up to +0.50 dptr so that the visual acuity slightly falls and the patient reads optotypes to release accommodation and we defog slowly. The result of the measurement representd the correction in space.*

## **CONCLUSION**

*As engineers of optometry this is one part of the small basis about the methods that have to be known and their basic theoretical connection which makes it possible for us, in case of problems or irregularities, to make the correct conclusion.*

*For safe handling of the refraction instruments, skills are also necessary which is achieved by practical drill. Very important is good understanding with the patient in subjective examination of refraction since we have to make the right decision based on the customer's statements.*



# 7.Luka Havliček: Colour vision

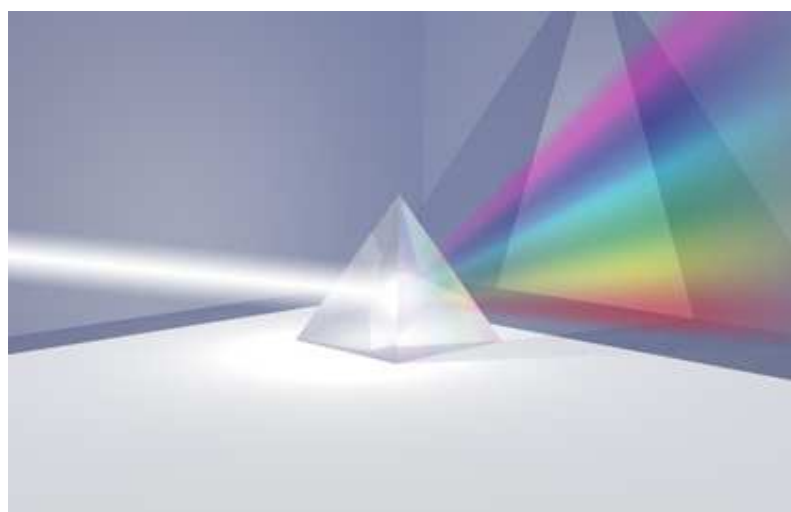
## UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA

Colour is a perceptual experience which derives when the light of characteristic spectrum excites the receptors in the eye retina. We receive information from the environment by means of five senses. Out of these most sensations are received through sight or vision (as much as 90%). Human eye distinguishes in daylight 160 pure colours and a large number of hues. This large number of hues results from different combination of three basic colours: red, green and blue.



In the vision spectrum, i.e. the set of colours visible to the human eye there are one after another **red, orange, yellow, green, blue** and **violet**. The area below the red colour is called **infrared** radiation, and above the violet colour the area is called **ultraviolet** radiation. It cannot be seen by the human eye, but they may be seen by the visual organs of some animals, e.g. bees.

The colour spectrum can be seen if a beam of white light is directed to a prism, thus causing its dispersion.



The loss of information due to daltonism (colour blindness) has negative influence on the quality of life, reliable interpretation of the received information and hence the time of reaction.

## COLOUR CLASSIFICATION

Traditional classification of colours is into the basic and combined ones. The three basic colours are: red, yellow and blue. These are also called **primary** colours. Three combined colours are obtained by mixing the primary basic colours:

red + yellow = orange,

blue + yellow = green,

blue + red = violet.

These colours are also called **secondary** colours.

**Tertiary** colours are obtained by mixing the primary and secondary colours (e.g. blue-green, yellow-green, etc.).

Another classification is into **warm** (red, yellow and orange) and **cool** (blue, purple and green) colours. The **neutral** colours include brown, coffee-like and the similar.

**Complementary** colours are two colours of which one is not contained at all in the other colour. They are opposite each other on the Ostwald's colour wheel. These are orange and blue (because orange results from mixing red and yellow, i.e. it does not contain blue at all), violet and yellow, red and green.

**The rainbow** colours include a spectrum of six colours (primary and secondary ones) which can be seen by letting the beams of light pass through a prism.

## MEANING OF COLOURS

We receive most information from the environment, ninety per cent, by means of visual perception. The human eye sees in colour, and therefore this information is of great significance.

According to the colour we select what to wear and we design our flats. In the air, water and land traffic, lights of various colours regulate the traffic, electricians use colour to distinguish the electrical cables, etc.



Besides transmitting information, colours also affect the mood. Red refreshes, green calms down, blue helps in concentrating, brown makes you sleepy. Some compositions of colours are considered harmonious, whereas others are disturbing and considered disharmonious.

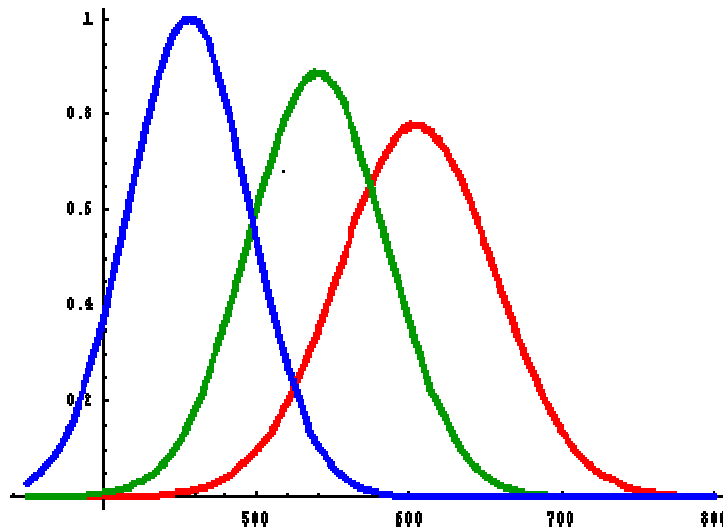
Colours have symbolic meanings. Black is the colour of sorrow, white means purity, innocence, red means strong feelings, and yellow is the colour of envy.

## HOW DO WE PERCEIVE COLOURS

Eye and brain play a common role in generating a colour image. There are two types of photoreceptors on the retina (cones and rods) and they convert light energy into neural pulses. The vision receptors consist of about 130 million rods and about 7 million cones.

**Rods** are vision elements in dim light that do not distinguish colours, but they are very sensitive. They are distributed towards the outer edge of the retina and are mainly significant for seeing in the dark.

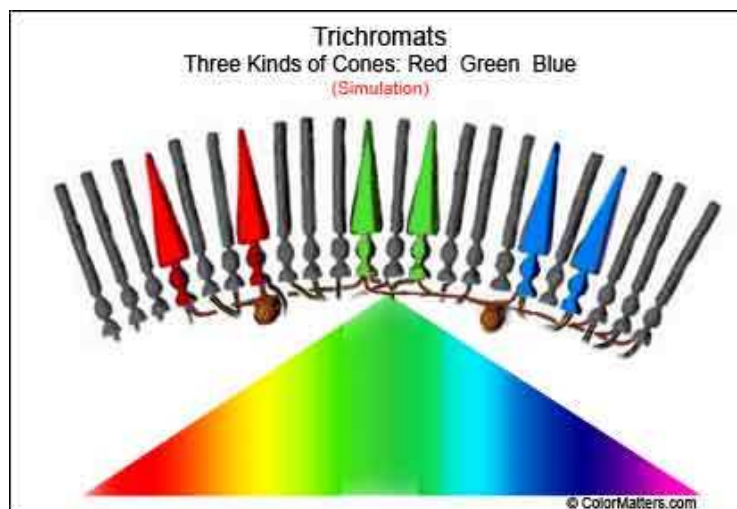
**Cones** are concentrated on a relatively small, central area of the retina, perform their task in daylight and can distinguish colours. This is possible because they contain three different pigments. Looking by means of cones is much clearer and with higher acuity than looking by rods, but it is possible only at relatively high levels of light.



According to the trichromatic theory of vision there are three kinds of cones that contain pigments whose main absorption lies approximately in the area of short wavelengths of **S - TRITOS** visible spectrum for blue colours, in the area of medium wavelengths of the visible spectrum for yellow-green colours **M - DEUTEROS** and in the area of long wavelengths of the visible spectrum for yellow-red colours **L - PROTOS**.

For each of these three types of receptors it is possible to make theoretical curves of spectral sensitivity. These curves overlap.

The perception of colours by daltonists differs from “normal” persons because of the deviation from the normal, function of one or several cones.



## TYPES OF DISORDERS

There are many types of colour blindness. The most common is the red-green hereditary photoreceptor disorder, but there are also possible acquired forms due to the damage to the retina, optical nerve or superior brain centres. Other forms of colour blindness are much less frequent. They include problems in distinguishing blue from yellow, and the least frequent form is complete colour blindness or monochromacy, where the affected person cannot distinguish any colour from grey, as in a black and white movie.

The deficiency prevails in male persons (about 8% of all men, as opposed to 0.4% females).

The type to which the person affected by colour vision problems belongs will be determined by which of the primary receptors does not function properly (for red, green or blue colour).

<b>PROTANOMALIA</b>	<b>Reduced sensitivity of receptors to red light</b>
<b>PROTANOPIA</b>	<b>Lack of receptors for red light</b>
<b>DEUTERANOMALY</b>	<b>Reduced sensitivity of receptors to green light</b>
<b>DEUTERANOPIA</b>	<b>Lack of receptors for green light</b>
<b>TRITANOMALY</b>	<b>Reduced sensitivity of receptors to blue light</b>
<b>TRITANOPIA</b>	<b>Lack of receptors for blue light</b>
<b>MONOCHROMASY, ACHROMASY</b>	<b>Complete colour blindness</b>



## MONOCHROMACY

Monochromacy, i.e. total colour blindness is a condition when only one or no kind of cones exist. The monochromats have no possibility of distinguishing colours but rather have only the possibility of perceiving lighter and darker hues.

It occurs in two basic forms:

1. **rod monochromacy or achromatopsia** – the retina contains only rods so that apart from the impossibility to perceive colours the vision is also poorer with the normal intensity of light whereas at night the person with full functional capability of rods, sees relatively well – nyctalopia. Ambliopia, nistagmus, photophobia and poor vision in daylight occur. While achromatopsia is relatively rare in general population, it is very frequent on the island of Pingelap, in Micronesia, where it is known under the name of maskun and 1/12 of population is supposed to suffer from it. In the great storm which destroyed the island in 18<sup>th</sup> century, one of the survived male persons carried the gene of achromatopsia and today approximately 30% of population of this island carry this gene.
2. **cone monochromacy** – in the retina there are rods and one kind of cones. In this type of monochromacy the person sees well in daylight, but has not the possibility of distinguishing colours. We distinguish blue, red and green monochromacy. In such persons usually there occurs also nistagmus, photophobia, reduced visual acuity (5% - 40%) and myopia. Such persons see everything in hues of one primary colour. If one looks through a coloured glass, the entire world is yellow, red, etc. depending on the colour of the filter. This is how it is seen by the monochromats with cones, but they have no previous experience with colours in order to be able to say in which colour they see.

## DICHROMACY

Dichromacy is a condition when there are only two types of cones. Protanopes, deuteranopes and tritanopes are dichromats. They receive colours by mixing only two basic colours whereas normal persons use three colours. Persons with such disorder are aware of their deficiency which can cause problems in performing everyday tasks.

## ANOMALOUS TRICHROMACY

Persons affected by anomalous trichromacy see all the primary colours but have trouble in distinguishing the hues of a certain primary colour since their sensitivity of receptors for a certain colour is reduced. Such persons are called anomalous trichromats, and depending on the hue of the primary colour that they have problems in distinguishing they may be: protanomals, deuteranomals or tritanomals.

Protanomals need more red colour in the mixture of red and green than persons with normal colour vision, the deuteranomals need more green. Persons with such colour vision deficiency are often not even aware of their drawback, and regularly perform the activities that would require normal vision. The only problem they have is the colour recognition test.

Anomalous trichromats can often easily identify camouflage clothes, net or colour designed for people with normal vision. They tend more towards learning of textures and this allows them to see camouflage patterns.

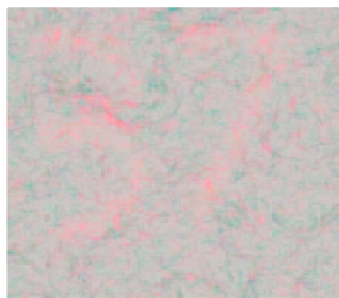
**Protanopia** (0.7% of all people) is a shortage of cones sensitive to longer wavelengths. Such persons cannot distinguish colours in the green-yellow-red part of the spectrum. They have a neutral point in the green area about 492nm i.e. they cannot distinguish light of this wavelength from the white colour. For protanopes the intensity of red, orange and yellow is significantly reduced and this reduction can be so expressed that there are difficulties in distinguishing the red colour from black or dark grey, so that the red traffic light may seem to be turned off. Such persons can learn how to distinguish red yellow and green light primarily on the basis of intensity, rather than on the basis of visible difference in the colour. For instance, in a pink flower radiating red and blue light a protanope can see only blue.



- Rainbow colours as seen by a person with normal colour vision



- Rainbow colours as seen by a person with protanopia (deficiency in colour perception in the green-yellow-red part of the spectrum, with reduced sensitivity to red)



- A protanope will not see number 37

**Deuteranopia** (1.5% of all people) means a shortage of cones sensitive to medium wavelengths. These persons cannot distinguish colours in the green-yellow-red part of the spectrum. Their neutral point is at 489nm. The deuteranopes have the same problem with distinguishing colours, but the recognition of hues is not disturbed. They perceive red and orange and yellow and green the same as various hues of violet and blue.

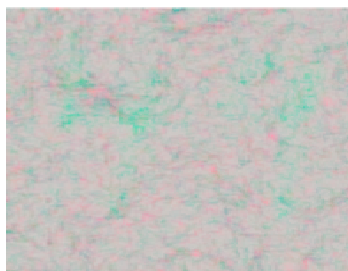
Deuteranopia, one of the less frequent deficiencies of colour vision that affects about 1.5% of population, is known as daltonism; after John Dalton who was the first to describe the disease (Dalton's diagnosis has been confirmed as deuteranopy as late as in 1995, about 150 years after his death, by means of DNK analysis of his eyeball).



- Rainbow colours as seen by a person with normal colour vision



- Rainbow colours as seen by a person affected by deuteranopia (colour perception deficiency in green-yellow-red part of the spectrum, with reduced sensitivity to green)



- A deuteranope will not see number 49

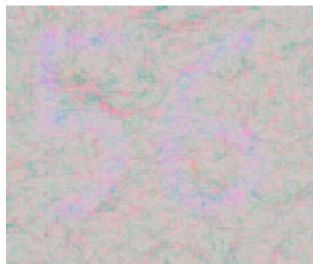
**Tritanopia** (less than 1% of population) shortage of cones sensitive to shorter wavelengths. Persons with this deficiency cannot distinguish colours in the blue-yellow part of the visible spectrum. This form of deficiency is inherited autosomally.



- Rainbow colours as perceived by a person with normal colour vision



- Rainbow colours as seen by a tritanope (poor distinction of colours in the blue-yellow part of spectrum)



- A tritanope will not see number 56

## CAUSES OF DISORDER

The disorder can be caused by hereditary disease, acquired disease, medicines, chemicals and ageing.

**HEREDITARY DISEASES** are the most common cause of colour blindness. In case of **x chromosome mutation** it is passed on from the diseased father through the daughter, who is the disease carrier having no troubles with colour vision, to male descendants. It is a disease which affects much more frequently male persons. The deficiency degree does not change for years – in little children it is the same as in the adult age. There are also many other mutations – mutations capable of causing colour blindness originate from at least 19 different chromosomes and many different genes: **cone dystrophy, acromatopsia, retinitis pigmentosa** (affecting in the beginning the rods, and can later progress and affect the cones and thus cause colour blindness), **diabetes, senile macular degeneration, retinoblastoma**. Hereditary colour blindness can be congenital (from birth) or it can progress gradually through life. Depending on the mutation it can be non-progressive (the defect remaining the same all through the life) or progressive. Progressive phenotypes include the degeneration of the retina and other parts of the eye, and certain forms of colour blindness can progress into real blindness.



**ACQUIRED DISEASES** often give atypical syndromes unlike the genetic disorder, e.g. the acquired colour blindness is possible only in a small portion of the visual field whereas on the other places normal colour vision is retained. Some forms of acquired colour blindness are reversible. Rarely can temporary colour disorders occur in case of migraine.

**Shaken baby syndrome** (syndrome of a baby maltreated by strong shaking) – may cause damage of the retina and brain and consequently colour blindness, **accidents** and other forms of **trauma**, **UV damage** (inadequate or no protection). Most of UV damaging occurs in the childhood and this type of retina degeneration is the leading cause of blindness in the world. Damages usually occur at the senior age.

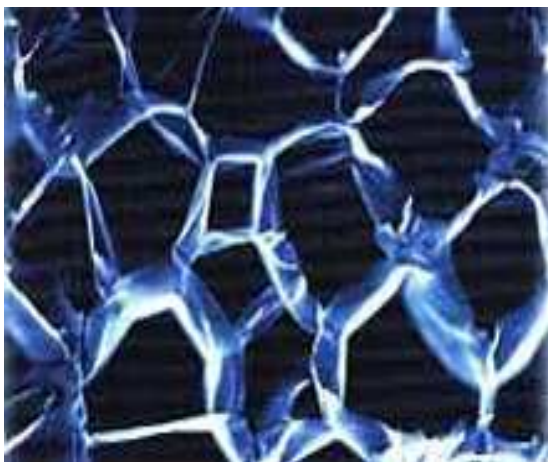
Other diseases in which this disorder can occur include: **diabetes**, **glaucoma**, **macular degeneration**, **Alzheimer disease**, **Parkinson's disease**, **chronic alcoholism**, **leukaemia** and **some types of anaemia**.



**SOME MEDICINES** for the treatment of cardiac diseases, higher blood pressure, psychiatric problems can cause difficulties in recognising the colours.

With **AGEING** the capability of recognising colours becomes gradually weaker.

**CHEMICALS** to which we are exposed at our workplace can affect the capability of colour recognition (carbon disulphide, fertilisers, some aromatic hydrocarbons e.g. styrene in the production of styrofoam).

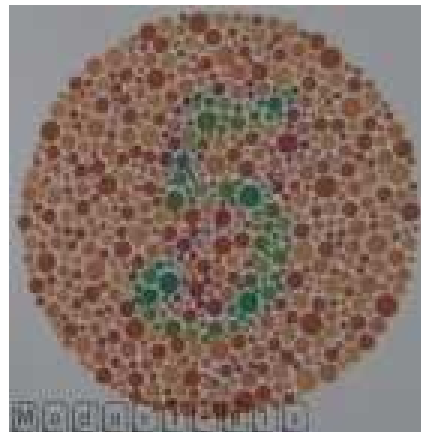


## TESTING COLOUR PERCEPTION

Tests are of special significance in determining the working capability for certain professions, as well as the capability of managing transport means. There are various methods of diagnosing this disease. Those most often used include:

**Pseudoisochromatic plates** according to Ishihara, Stilling, Hertel, Hardy-Rand-Rittler. The discrimination method is used or the method of separating the offered colours.

Usually the Ishihara tables are used, called so after dr. Shinobu Ishihara from the University of Tokyo, who was the first to use them in 1917. The tables consist of 38 plates, and on each plate there is a circle made of a multitude of points of different sizes, colours and hues. Among these points one can read, just because of a different colour, the actual determined number, letter or form. Persons having trouble with colour recognition will not be able to recognize the given number, or will see a different number. Based on such testing it can be determined which are the colours the person does not recognise.



**Farnsworth test** uses the method of comparison of the offered colours.

Round plates of different tones of the same saturation and brightness need to be arranged in a circle or a series according to their similarity. In D-15 test, starting from the basic blue test plate, a series of 15 discs are arranged in order of similarity, one after the other, in a circle. A special scheme is used to enter the order in which the respondent arranged the colours. In case of colour vision disorder the person has problems in arranging the normal order of the series of coloured discs. A somewhat more demanding test is the big Farnsworth-Munsell 100-Hue test where 85 coloured chips have to be arranged in the correct order.



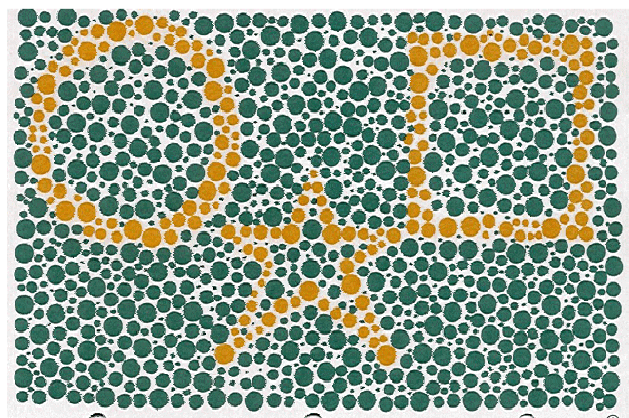


**Anomaloscope** according to Nagel is an instrument with built-in prisms which divide light into spectral colours. It belongs to quantitative diagnostic tests used to make the final opinion in case of dicromatopsias related to professional transport.

*Principle of operation:* a circular test field is divided into two halves: bottom yellow half, where light intensity can be varied, and upper half, where by combining of red and green colour, yellow can be obtained. The respondents adjust by themselves the mixture of red and green colour, in order to obtain yellow, which would be the same as the yellow of the bottom half of the circular test field. According to the ratio of the green and red colour, adjusted by the respondent, the anomaly quotient is calculated. The person with a disorder for the red colour, adds to the mixture more red, and the person with a disorder for the green colour adds too much green. The anomaly quotient is normally 1 (AQ = 0.7-1.4). The anomaly quotient lower than 1 means disorder for the red colour (protanomaly), and the quotient greater than 1 is the disorder for the green colour (deuteranomaly).



Colour vision tests suitable for children can be based on the principle of separating the offered colours by answering “similar” and “not similar” in distinguishing sticks / figures of different colours. There are also special issues of pseudo-isochromatic tables of various authors, e.g. Ishihara, Color vision testing “Made Easy” et al. which contain various geometrical shapes, e.g. squares, circles and triangles, instead of numbers and letters. For colour testing the Polak’s plates which contain different pictures familiar to children in the shapes of different animals are also used.



## **THERAPY**

There is basically no therapy that could cure the condition of colour blindness.

Inherited colour blindness cannot be cured. The disorder caused as consequence of other diseases or conditions is cured by treating the basic disease. By wearing coloured filters on the glasses or using coloured contact lenses the perception of contrast can be improved, but this will still not affect the recognition of colours.

## **CONCLUSION**

Modern traffic with high speeds, on land, sea and air, with its signs and signals and the participation of a large number of drivers requires proper colour vision since persons with colour disorder may be dangerous for themselves and all the other traffic participants.

More than 100 professions would be difficult to perform due to discromatopsy, such as physicians, dentists, dental technicians, hairdressers, beauticians, workers in the paint industry, food industry, etc.

The problem of distinguishing colours is a special problem in children. In their age it causes problems in studying, and it can have consequences in the psychological development of a child, so that a child may have a feeling of being less worthy in relation to other children. It may thus happen that little children at kindergarten or at school in lower classes paint a house roof green or grass red, and then be laughed at by other children because of that. Books in colour, chinks in colour, geographic atlases – all these represent problems for such children. Early detection of discromatopsia offers possibilities to children to get used to the disorder in colour perception and to find an adequate way of learning and acquiring knowledge during education. The aim of early detection of the disorder is the proper choice of the profession and avoidance of all the problems that might be caused by late discovery of individual colour disorders.

## 8. Současná refrakční chirurgie

**Mgr Radek Anderle**

LF MU, doktorské studium (lékařská biofyzika), 1. ročník

anderleradek@seznam.cz

### **Anotace :**

Tématem přednášky jsou současné možnosti chirurgického řešení refrakčních vad oka, které zahrnují operace rohovkové a nitrooční.

Tematicky je rozdělena na operace rohovkové a nitrooční.

Rohovková chirurgie zahrnuje laserovou refrakční chirurgii, rohovkové implantáty a incizní metody k odstranění astigmatismu. Nitrooční refrakční chirurgie odstraňuje refrakční vady pomocí nitroočních fakických čoček a refrakční výměnou čoček. Kombinace rohovkových a nitroočních metod se nazývá bioptika a používá se pro řešení vyšších stupňů refrakčních vad.

Laserová refrakční chirurgie – nejčastější současné metody laserové refrakční chirurgie (LASIK, FemtoLASIK, PRK). Indikace a kontraindikace použití těchto metod, fotodokumentace + video zákroku.

Rohovkové implantáty – intrastromální rohovkové prstence (ICRS) a inlaye.

Incizní metody - pro řešení astigmatismu. Astigmatická keratotomie (AK) a limbální relaxační incize (LRI).

Fakické nitrooční čočky – předněkomorové a zadněkomorové fakické čočky. Indikace a kontraindikace použití těchto metod, fotodokumentace + video zákroku.

Refrakční výměny čoček (Refractive Lens Exchange-RLE, Presbyopic Lens Exchange-PRELEX) – indikace a popis typů nitroočních čoček používaných k implantaci (monofokální, multifokální, akomodativní, sférické, asférické, torické a jejich kombinace). Indikace a kontraindikace použití těchto metod, fotodokumentace + video zákroku.

Bioptika – kombinace rohovkových a nitroočních metod, význam pro refrakční chirurgii.

### **Abstract:**

#### **The current state of refractive surgery**

The aim of paper is the review of current possibilities of surgical treatment of ocular refractive errors.

The theme contains corneal and intraocular refractive surgery.

Corneal refractive surgery includes laser surgery, corneal implants and corneal incision methods for the treatment of corneal astigmatism. Intraocular refractive surgery includes implantation of phakic intraocular lenses and refractive lens exchange (RLE) and the combination of corneal and intraocular methods - bioptics.

Laser refractive surgery is the most common current methods of refractive surgery (LASIK, FemtoLASIK, PRK). Indications and contraindications of these methods, photographs and video of the procedure.

Corneal implants - intrastromal corneal ring segments (ICRS) and inlays.

Incision methods for astigmatism correction include astigmatic keratotomy (AK) and limbal relaxing incisions (LRI).

Phakic intraocular lens - anterior and posterior phakic lens, indications and contraindications of these methods, photographs and video of the procedure.

Refractive lens exchange (RLE) and presbyopic lens exchange (PRELEX) with implantation of monofocal, multifocal, accommodative, spherical, aspherical, toric intraocular lenses, and their combinations. Indications and contraindications of these methods, photographs and video of the procedure.

Bioptics - a combination of corneal and intraocular methods suitable for removal of highest degree of refractive errors

### **Text přednášky :**

Tento text pojednává o současných možnostech jak lze chirurgicky řešit refrakční vady oka.

### **Refrakce:**

Z fyzikálního hlediska jde o *lom světla*

Z pohledu optometrie vyjadřuje poměr mezi axiální délkou oka a lomivostí optického systému oka jako celku. V případě nerovnováhy tohoto poměru vznikají refrakční vady.

## **Základní dělení refrakční chirurgie:**

- **Rohovková refrakční chirurgie** – metody zahrnuté v této části mění zakřivení rohovky a tím její optickou mohutnost.
- **Nitrooční refrakční chirurgie** – vkládá nové optické členy nebo zahrnuje výměnu původní lidské čočky.

## **Co se děje s klientem na klinice, který se chce zbavit brýlí?**

### **Každý pacient, který přichází na kliniku s přáním odložit svou korekci, podstupuje vstupní vyšetření:**

- **Anamnéza formou dotazníku** – osobní a rodinná anamnéza, motivace klienta, užívané léky, prodělaná a současná onemocnění, zrakové preference...
- **ARM + NT + Fokometr** – objektivní refrakce pomocí autorefrakto-keratometru, změření nitroočního tlaku bezkontaktním tonometrem, změření vlastní brýlové korekce.
- **IOL – master (biometrie, WtW)** – keratometrie, axiální délka oka, hloubka přední komory, průměr rohovky.
- **Pentacam** – přístroj pro analýzu rohovky – keratometrie přední a zadní plochy rohovky, tloušťka rohovky, hloubka přední komory, densitometrie, srovnání s normativní databází (klasifikace keratokonu)
- **Wavefront analýza** – aberometrie, měří aberace nižších i vyšších řádů, rozdělení dle Zernikeho polynomů.
- **Refrakce optometrista** – subjektivní refrakce – vizus naturální, vizus se stávající korekcí, monokulární subjektivní refrakce (Snellenovy optotypy, cylindrická složka pomocí Jacksonových zkřížených cylindrů, R/G test...), binokulární refrakce na polatestech + doplňkové testy pro monokulární dokorigování za binokulárních podmínek.
- **Pohovor s lékařem** – zhodnocení dosavadních vyšetření, předběžné navrhnutí zákroku, vydání informovaného zákroku s informacemi o průběhu léčby a možných rizicích.
- **Cykloplegie + mydriáza** – ARM + vizus
- **Vyšetření předního a zadního segmentu** – na šterbinové lampě, možná další vyšetření dle nálezu.

## Laserová refrakční chirurgie:

- **PRK**(fotorefrakční keratektomie)
- **LASEK** (Laser SubEpithelial Keratectomy)
- **Epi-LASIK**
- **LASIK** (Laser in Situ Keratomileusis)
- **FemtoLASIK** (All-laser-lasik)

## Kontraindikace laserových zákroků:

- **Relativní** – onemocnění pojiva a vaskulitidy (revm. Arthritis, lupus erythematoses...), diabetes mellitus, keratoconjunctivis sicca, herpetická keratitida, keratokonus.
- **Absolutní** – nekontrolovatelné onemocnění pojiva a vaskulitidy (revm. Arthritis, lupus erythematoses...), Sjorgenuv syndrom apod. s těžkým syndromem suchého oka, aktivní záněty očí, těžká forma keratoconjunctivis sicca (Schirmer menší než 5mm), anestezie rohovky, lagophthalmus.

## PRK – indikace

- krátkozrakost cca do - 6 Dsf
- dalekozrakost většinou ne / +3Dsf
- astigmatismus cca do 3 Dcyl
- když není vhodný LASIK - tenká rohovka + široké zornice , přední rohovková dystrofie
- „Věk minimálně 18 let“
- rohovka minimálně 460 mikronů
- přiměřený slzný film

## PRK – postup:

Lokální anestezie rohovky pomocí očních kapek, odstranění epitelu pomocí 40% alkoholu (aplikace cca 15-25 sekund), odstranění refrakční vady pomocí excimer laseru, krytí kontaktní během prvních 4 dnů (epitelizace).

- většinou obě oči naráz
- **výhody:** technicky a technologicky jednoduché, bez řezu do rohovky, nejstarší metoda = nejdelší zkušenosti
- **nevýhody:** pooperační přechodné řezání, pálení, slzení, někdy až bolest, delší zraková rehabilitace

## LASIK – indikace:

- krátkozrakost cca do -10 Dsf
- dalekozrakost cca do +5 Dsf
- astigmatismus cca do 5 Dcyl

- „Věk minimálně 18 let“
- rohovka minimálně 480 mikronů
- stabilní refrakční vada
- přiměřený slzný film

## **LASIK – postup:**

Lokální anestezie aplikací očních kapek, vytvoření rohovkové lamely (flapu) pomocí mechanického mikrokeratomu, odstranění refrakční vady excimer laserem, přiklopení lamely, někdy krycí kontaktní čočka.

- **výhody:** široký indikační rozsah, rychlá obnova zrakových funkcí, minimální nebo žádná pooperační bolest
- **nevýhody:** možné mechanické poškození rohovkové lamely (nekompletní lamela, free cap, button hole...)

## **Femto – LASIK:**

- indikace stejná jako pro LASIK
- tvorba rohovkové lamely laserem bez nutnosti mechanického přístroje
- laser vytvoří mikrobublínky (mikroevaporace) v požadované tloušťce rohovky – její následné odloučení
- přesné (uniformní tloušťka – možnost ultratenké lamely 90 / 110 mikronů - SBK)

## **Femtosekundový laser Ziemer LDV:**

- pevnolátkový diodový laser (Ytterbium -Yb)
- vlnová délka: 1020 – 1060 nm
- délka pulsu: 200 – 350 fs (0,000 000 000 250 s)
- rychlost vytvoření flapu: cca 20 sekund
- průměr flapu: 8,5 – 9,0 – 9,5 – 10,0 mm
- tloušťka flapu: 90 – 100 – 110 – 140 mikronů

## **Výhody použití femto laserů:**

- šetrnější ke tkáni
- technologicky novější, přesnější
- velmi dobře snášen (vakuum do 700mbar)
- výborná zraková ostrost již 1. pooperační den
- menší riziko pooperačního syndromu suchého oka
- větší spektrum indikovaných očí (plošší či strmější rohovky)
- možnost volby pozice hinge (nasálně, nahoře,...)
- větší přesnost požadované tloušťky flapů (90, 110, 140)



## **Aplikace femto laserů:**

- rohovková lamela (LASIK, lamelární keratoplastiky)
- rohovkové tunely pro ICRS (Kerarings,...)
- odstranění krátkozrakosti (Flex, 3D, 6D)
- operace katarakty

## **ICRS**

- intrastromální rohovkové prstence
- v současnosti se používá pro léčbu keratokonu
- oplošťuje a stabilizuje rohovku
- Postup: Vytvoření tunelu pro keraring pomocí mechanického nástroje nebo femto laseru, vložení prstence do vytvořeného tunelu.
- vyrobeno z tvrdého akrylátu

## **Inlaye:**

- rohovkové implantáty pro klienty s presbyopií
- vkládají se do stromatu po odklopení lamely (tvorba lamely jako u LASIK nebo FemtoLASIK)
- fungují na principu stenopeického otvoru nebo multifokální design

• Například: KAMRA (AcuFocus)-průměr 3,8mm, průměr otvoru 1,6mm (2,5D), tloušťka 5 mikronů. V celé ploše prstence jsou mikrootvory v řádu mikronů pro lepší výživu rohovky. Dle studií neovlivňuje vidění na dálku.

## **Astigmatická keratotomie (AK):**

- incize diamantovým nožem u okraje rohovky pro léčbu vysokého astigmatismu (především mixtus)
- poloha a délka nářezů dle astigmatismu
- oplošťujeme rohovku v nejstrmější rovině a vyklenujeme v rovině ploché

## **LRI – limbální relaxační incise:**

- technicky totožná s AK
- do cyl cca 4 Dpt
- provádí se v oblast chirurgického limbu – oproti AK více v periférii
- menší účinnost, ale lepší předvídatelnost než AK
- většinou společně s operací katarakty nebo RLE

## **Fakické nitrooční čočky:**

- umístění korekčního optického aparátu (umělé nitrooční čočky) dovnitř oka
- zachování lidské čočky

## **Fakické čočky – indikace:**

- krátkozrakost nad -6 Dsf
- dalekozrakost nad +3 D
- astigmatismus nad 3D
- nevhodnost laserové operace excimerovým laserem (tloušťka rohovky, keratokonus)
- věk do 40 let (zachovaná akomodace vlastní čočky)

## **Fakická čočka – výhody:**

- široký indikační rozsah (-25D až +10D)
- rychlá obnova zrakových funkcí
- velká přesnost výsledku i u velmi vysokých vad
- minimální nežádoucí projevy
- možná kombinace s laserovou refr. chirurgií =BIOPTIKA
- je reverzibilní (možnost uvedení do původního stavu)

## **Visian ICL (Implantable Collamer Lens):**

- indikace – myopie, hypermetropie +astigmatismus
- dioptrické rozmezí: -0.5 až -18.0, +0.5 až +10.0, cylindr +0.5 až 6.0
- **Výhody:**
  - biokompatibilní materiál – Collamer
  - 4 body fixace (s minim. Traumatizací retropupil.struktur)
  - optická zóna až 5.8mm (do -9.0 u V4B)
  - implantace řezem pouze 3.0mm – bez sutury
- **Nevýhoda:**
  - potřeba předoperační laserové iridotomie či peroperační iridektomie (dva otvory)

## **Visian ICL- kontraindikace:**

Rohovková resp.  
Endotelová patologie  
Glaukom  
Uveitida  
Pigmentová disperze  
PEX syndrom  
Úzký komorový úhel  
Katarakta

## **ICL – postup:**

- lokální anestezie
- v případě torické ICL označení osy cylindru vsedě markerem
- temporální rohovková incize 3.0 mm + paracentéza 1.0 mm
- aplikace viskoelastického materiálu pro ochranu očních tkání
- aplikace srolované ICL pomocí cartridge
- rozvinutí a úprava pozice ICL

- vypláchnutí viskoelastického materiálu

## **Artisan:**

- předněkomorová „iris claw“ čočka. (uchycení na duhovku)
- indikace – **myopie**, **hypermetropie** /+ **astigmatismus**
- dioptrické rozmezí -1.0 až -23.5, +1.0 až +12.0, cylindr 1.0 až 7.0

### • **Výhody:**

- biokompatibilní materiál – PMMA
- 2 body fixace na duhovku – iris claw
- optická zóna až 6mm

### • **Nevýhoda:**

- potřeba předoperační laserové iridotomie či peroperační iridektomie
- implantace řezem 5 až 6mm - sutura

## **AcrySof Cachet:**

- předněkomorová čočka
- indikace – **myopie**
- dioptrické rozmezí -6.0 / -16.5D
- biokompatibilní materiál – hydrofobní akrylát AcrySof
- 4 body fixace (s minimální traumatizací komorového úhlu)
- široká optická zóna 6.0mm – minimum vedlejších fenoménů
- bez potřeby předoperační laserové iridotomie či peroperační iridektomie
- implantace řezem pouze 2.6mm – bez sutury

## **RLE (Refractive Lens Exchange):**

- odstranění vlastní nitrooční čočky z důvodů odstranění dioptrické vady pacienta
- na místo původní čočky je následně uložena umělá nitrooční čočka o optické síle, která vyrovná dioptrickou vadu pacienta

**Indikace** – krátkozrakost, dalekozrakost, astigmatismus, presbyopie, pacienti nad 40 let věku.

### **Postup:**

- lokální anestezie, řez 2-3mm
- pomocí ultrazvuku a sání odstraněna vlastní čočka pacienta obdobně jako u operace šedého zákalu (fakoaspirace /fakoemulzifikace)
- implantace umělé nitrooční čočky

## **Typy čoček pro RLE:**

- Jednoohniskové
- Asférické

- Torické
- Akomodační
- Multifokální
- Multifokální torické

## **PRELEX (Presbyopic Lens Exchange)**

- refrakční výměna čočky s implantací multifokální / difrakční IOL
- po 40. roce
- oboustranná implantace, ale i jednostranná
- motivovaný pacient
- realistická očekávání

## **AcrySof ReSTORE:**

- kombinace apodizované difrakční a refrakční technologie
- ADD 3,0 Dpt
- dobrá funkce je závislá na velikosti zornice

## **Výhody PRELEX:**

- vidění do dálky i do blízka bez brýlí
- odstraňuje riziko vzniku katarakty
- při nespokojenosti možnost výměny za monofokální IOL

## **Biotika**

- Kombinace ICL + LASIK
- 1) **Flap** – cca 100µm
- 2) **Implantace ICL** s největší možnou optickou zónou
- 3) **Lifting** flapu + **laser** sf, event. sf + cyl.

Indikace:

- vysoká myopie, myopie + astigmatismus
- nízký věk pacienta s rizikem progresu myopie
- široká zornice

# 9. Hydrodynamika oka a změny nitroočního tlaku v závislosti na fyzické aktivitě

Bc. Alena Kulhánková

UP Olomouc, Přírodovědecká fakulta, 4. ročník

e-mail: [alenska1988@seznam.cz](mailto:alenska1988@seznam.cz)

## Anotace:

Přednáška je zaměřena na problematiku vytváření, cirkulace a vstřebávání komorové tekutiny v oku. Dále je popsán vzájemný vztah dynamiky komorové tekutiny a hodnot nitroočního tlaku. Poté se věnuje interpretaci výsledků provedené výzkumné studie s názvem "Změny nitroočního tlaku v závislosti na fyzické aktivitě" a srovnání se zahraniční studií na podobné téma.

## Abstract:

Lecture is focused on the creation, circulation and absorption of humor aqueous in the eye. The following described the interaction of fluid dynamics and values of intraocular pressure. Then focuses on interpreting the results of the research study titled "Changes in intraocular pressure, depending on physical activity" and compared with foreign studies on a similar theme.

## Text přednášky :

Dobrý den,

Téma, o kterém budu mluvit, jsem si vybrala pro svou bakalářskou práci a v následující prezentaci bych Vás chtěla seznámit s poznatky a výsledky, ke kterým jsem dospěla. Obsahem práce jsem chtěla poukázat na důležitost správné hydrodynamiky pro udržení fyziologických funkcí oka, stejně jako na vhodnost pravidelných prohlídek u oftalmologů a měření hodnot nitroočního tlaku, pro včasnou diagnózu případných onemocnění. V praktické části jsem věnovala provedené výzkumné studii zabývající se změnami nitroočního tlaku v závislosti na fyzické aktivitě.

Pod pojem hydrodynamický systém oka lze zařadit tvorbu, cirkulaci a vstřebávání komorové tekutiny. Poměr mezi těmito veličinami určuje významnou diagnostickou hodnotu a to výši nitroočního tlaku. Poruchami hydrodynamiky se rozumí hypersekrece nebo naopak znesnadnění odtoku komorové tekutiny z oka, čímž dochází ke zvýšení NOT. Tyto poruchy hrají vždy významnou roli v rozvoji patofyziologických mechanismů glaukomu.

Z anatomického hlediska jsou pro hydrodynamiku důležité struktury přední a zadní oční komory. Především pak řasnaté tělísko, kde se komorová tekutina vytváří a duhovkoroohovkový úhel jímž se naopak vstřebává zpět do cévního systému.

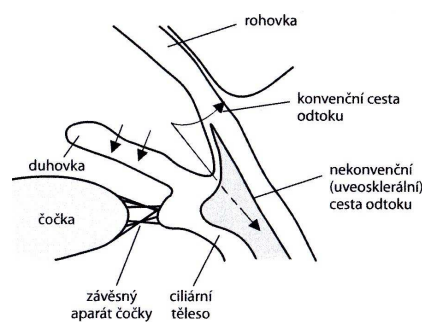
Oko obsahuje cca 200- 300 mm<sup>3</sup> komorové tekutiny. Z fyziologického hlediska je komorová tekutina čirá, bezbarvá, hypertonická tekutina s vysokým podílem kyseliny askorbové a minimálním obsahem proteinů. Vysoký obsah kyseliny askorbové částečně přispívá k vstřebávání UV záření, které může způsobovat zkalení čočky- kataraktu. Zároveň slouží jako sběratel volných radikálů a uplatňuje se též v imunitní odpovědi. Základními kationty obsaženými v komorové tekutině jsou draslík a sodík. Dále byly v komorové tekutině zjištěny stopy dalších látek např. kyselina hyaluronová, kyselina nikotinová, riboflavin, histamin a další.

Komorová tekutina je produkována řasnatým tělískem. Konkrétně přestupným mechanismem z jeho kapilární sítě v processus ciliares, které vybíhají do zadní komory a tvoří tak větší nepravidelný povrch, do zadní oční komory. Samotný proces vytváření má dvě fáze. Nejprve dochází k pasivní ultrafiltraci plazmy z kapilární sítě do stromatu výběžků. Druhým procesem je aktivní sekrece ciliárním epitelem do zadní oční komory. Celý ciliární epitel je překážkou k volnému průniku makromolekul do zadní komory. Těsná spojení povrchu vrstvy nepigmentovaných buněk epitelu tvoří tzv. hematookulární bariéru, která za fyziologického

stavu zabraňuje průniku velkých a středně velkých molekul, a zároveň umožňuje difuzi vody a malých molekul.

Cirkulace komorové tekutiny v oku má nezastupitelný význam pro udržení stálého vnitřního prostředí, optických parametrů a podílí se na metabolismu bezcévných tkání v předním segmentu oka. Nejprve je aktivní sekrecí do zadní oční komory vytvářena primární nitrooční tekutina. Ta omývá čočku a umožňuje výměnu živin. Po příbrání metabolitů a dalších látek se tekutina označuje již jako sekundární komorová tekutina a prochází skrze zornici do přední komory, kde dále proudí. Cirkulace v přední komoře je podmíněna teplotním rozdílem duhovky a rohovky.

Komorová tekutina odtéká z přední komory několika způsoby. Hlavní tzv. konvenční cestou skrz trámčinu duhovkorohovkového úhlu nebo vedlejší nekonvenční uveosklerální cestou. Nepatrné množství komorové tekutiny mizí rohovkou. Díky četným kryptám a lakunám v předním listu duhovky, které dovolují průchodu komorové tekutiny do jejího stromatu, může též odcházet duhovkovými cévami.



Konvenční cesta vede zjednodušeně řečeno z přední komory přes trámčinu komorového úhlu do Schlemova kanálu a dále vodními věnami do oběhového systému. Odtok tekutiny přes trámčinu se uskutečňuje skrze póry a kanálky. Jejich velikost se směrem ke Schlemovu kanálu zmenšuje. Trámčinu lze rozdělit na dvě oblasti, přední a zadní. Přední nefiltrující oblast není v kontaktu se Schlemovým kanálem a tvoří ji uveální trabekulum a korneosklerální trabekulum. Zadní filtrační oblast je tvořena juxtakanikulárním trabekulem a těsně naléhá na endotel Schlemova kanálu. Velikost trabekulárních pórů je omezená, takže při odtoku může docházet k ucpávání malých pórů většími částicemi obsaženými v komorové tekutině, a tím k znesnadnění odtoku tekutiny. Proto mají buňky trabekula vysokou schopnost fagocytózy, pomocí které odstraňují tyto částice, buněčný odpad a molekuly bílkovin. Vnitřní vrstva endotelu Schlemova kanálu je schopna vytváření vakuol, pórů a kanálků pro odtok komorové tekutiny a dalších částic do Schlemova kanálu. Jejich velikost závisí na tlaku v přední oční komoře. Pokud je nitrooční tlak (NOT) vyšší, vakuoly se zvětšují a opačně, je-li NOT nižší velikost vakuol se zmenší. Vnitřní stěna kanálu pak slouží jako jednosměrná chlopeň bránící zpětnému toku tekutiny do trámčiny a dále do přední komory. Z vnější stěny Schlemova kanálu pak odstupují kolektory, které jej spojují s cévním systémem v oblasti limbu. Velké, tzv. přímé kolektory, probíhají přímo do episklerální venózní pleteně. Četnější a menší nepřímé kolektory jsou propojeny s intrasklerální kapilární sítí blíže ke kanálu. Konvenční odtoková cesta komorové tekutiny je závislá na tlaku. Při krátkodobém zvýšení NOT se trabekulární aparát roztahuje a usnadňuje se tak odtok komorové tekutiny, tato schopnost však s přibývajícím věkem významně klesá. Při delším zvýšení NOT pak dojde ke stlačování trabekulárního systému především v části naléhající na Schlemův kanál, kde je kolísání tlaku největší. Dochází k deformaci stěny Schlemova kanálu, zmenšení jeho průsvitu a tím ke zmenšení odtokové snadnosti.

Nekonvenční neboli uveosklerální odtoková cesta zastupuje v oku chybějící lymfatický systém. Je významná při eliminaci potenciálně toxických tkáňových metabolitů. Za normálního NOT zprostředkovává odtok přibližně 10- 30ti % komorové tekutiny při rychlosti 0,2

$\mu\text{l}/\text{min}$ . Vzhledem k tomu, že mezi přední komorou a supraciliárním prostorem není epitelová bariéra, může jí komorová tekutina snadno prostupovat přes přední část ciliárního svalu mezi jeho svazky dále do suprachorioideálního prostoru. Zde se tekutina buď vstřebává do kapilární sítě cévnatky, nebo odtéká mezicévními prostory tzv. emisariemi přímo přes skléru do pojivové tkáně očníce a dále do oběhového systému těla. Na rozdíl od konvenční odtokové cesty, není uveosklerální odtok závislý na tlaku. Hlavním omezujícím faktorem je pro něho pouze ciliární sval.

Dynamika komorové tekutiny za běžných podmínek zachovává objem oka a určuje výši nitroočního tlaku a snaží se ji zachovat na co nejstálější úrovni. Sekrece komorové tekutiny je stálý proces. Ciliární tělíčko musí vyprodukovat odpovídající množství komorové tekutiny tak, aby překonala výrazný odpor v odtokových cestách z přední komory do cévního systému. Za jednu minutu řasnaté tělíčko vyprodukuje průměrně 2,3  $\mu\text{l}$  tekutiny. Znamená to tedy, že při objemu očních komor cca. 1,23- 1,32 ml se zcela vymění přibližně za 10 hodin. Je však dokázáno, že se dynamika během dne mění. Nejrychlejší je mezi 8 hodinou ránní a polednem, a naopak nejpomalejší je v době od půlnoci do 6 hodin ráno. Během života se hydrodynamika přirozeně zpomaluje až o 25%. Dynamiku komorové tekutiny též významně ovlivňuje snadnost průtoku komorové tekutiny ze zadní do přední oční komory. Tlakový spád v zadní oční komoře probíhá od výběžků řasnatého tělíčka směrem k zornici a v přední komoře od zornice k duhovkorohovkovému úhlu. To způsobuje, že největší tlak je vyvíjen na periférii duhovky, jak ze zadní, tak z přední komory. Vzájemný vztah obou tlaků je výrazně ovlivňován pevností kontaktu mezi duhovkou a přední plochou čočky. Pevnost kontaktu ovlivňuje poloha, velikost a zakřivení čočky i stav zornicového okraje. Je-li čočka uložena více vpředu, je mírně rozšířená tzn., že nenaléhá na duhovku jen v místě zornice, ale celou svou přední plochou, což působí na zornici jako zátka. Vzniká tak funkční zornicový blok, který má za následek znesnadnění toku komorové tekutiny do přední komory. Poté dochází ke zvýšení NOT v zadní komoře v důsledku městnání komorové tekutiny. Následkem všeho je vyklenutí kořene duhovky, tzv. bombáž, která může při anatomicky úzkém duhovkorohovkovém úhlu zcela uzavřít konvenční odtokovou cestu.

„Normální NOT lze definovat jako tlak, který udržuje integritu oka daného jedince, aniž by došlo k poškození zrakového nervu.“ V průměru se tato hodnota pohybuje mezi 15- 17ti torry. Za horní hranici normálního NOT je považováno 21 torů. K vyhodnocování se však musí přistupovat zcela individuálně, protože u některých zdravých jedinců, může být hodnota NOT značně vyšší a naopak. Ovlivnit výši NOT může například větší, či menší tloušťka rohovky nebo případné mrknutí, či sevření víček. Výše NOT se mění plynule s věkem. Od 20. roku začíná mírně stoupat a po 70. roce se nepatrně snižuje. NOT se mění i v průběhu dne, což je pravděpodobně spojeno s kolísáním produkce hormonů. Nejvyšší hodnoty dosahuje v ranních hodinách, kdy je též dynamika komorové tekutiny největší. Minimální hodnoty nabývá v noci.

K myšlence zkoumat změny NOT v závislosti na fyzické aktivitě mě přivedl fakt, že v dnes je kladen velký důraz na zdravý životní styl, ke kterému nepochybně patří i fyzický pohyb. Je všeobecně známo, že při vykonávání fyzické aktivity dochází k okamžitému zvýšení hodnot TK a zrychlení srdečního rytmu, ale z dlouhodobého hlediska, při pravidelné fyzické aktivitě, se TK naopak snižuje a působí tak jako prevence kardiovaskulárních chorob. Zajímalo mne tedy, zda má NOT podobný vliv na oko, protože jak je známo, vysoký NOT je brán jako hlavní, i když ne jediný, určující faktor v diagnostice glaukomu. Na jeho základě dochází k poškození nervových vláken zrakového nervu, následnému zužování zorného pole (ZP) a poklesu zrakové ostrosti, které mohou bez léčby vyústit až ve slepotu.

Vzhledem k časové náročnosti, jsem se věnovala pouze zkoumání okamžitého vlivu fyzické aktivity na hodnotu NOT. Mou prvotní domněnkou bylo, že se zvýšením TK se zvýší i NOT. Poté jsem se pokusila vyhledat více informací o dané problematice a našla několik publikovaných studií v zahraničních časopisech. Zaujala mne studie s názvem „Effect of Exercise on Intraocular Pressure and Pulsatile Ocular Blood Flow in a Young Normal

Population“ [14] provedená v roce 2001 na Glasgow Caledonian University ve Skotsku, publikovaná v časopise Optometry and vision science. Tato studie se zabývá nejen změnami výše NOT ale i změnami krevního průtoku okem při fyzické aktivitě. Podstatným faktorem výběru pro mne bylo též to, že studie byla provedena obdobně jako v mém případě u mladých zdravých jedinců, což mi umožnilo porovnat mnou naměřené hodnoty s výsledky uvedené studie a potvrdit či vyvrátit tak svou původní domněnku.

#### Metodika výzkumu:

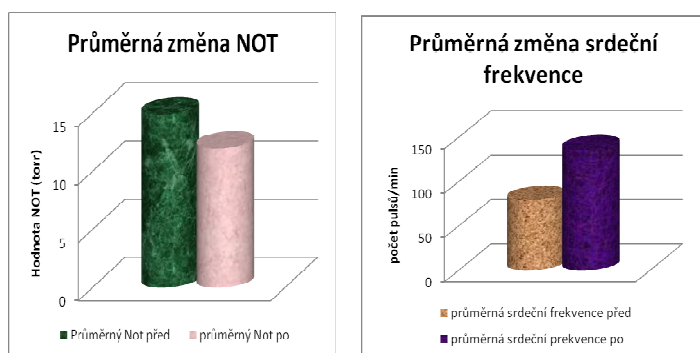
Provedeného výzkumu se zúčastnilo 46 osob, z toho 11 mužů a 35 žen. Prvním kritériem pro začlenění do zkoumaného vzorku byl věk mezi 18ti a 30ti lety. Subjekty nesměly mít v době výzkumu diagnostikováno onemocnění jako je oční hypertenze, glaukom či jiné závažné oční onemocnění, které by mohlo ovlivnit hodnotu naměřeného nitroočního tlaku např. vysoký astigmatismus, keratokonus, rohovkové jizvy apod. Dále nesměli být léčeni se systémovou hypertenzí. Výše a typ refrakční vady nebyly brány v potaz, stejně jako aktuální fyzická zdatnost jednotlivců.

Všechna měření jsem provedla vždy v dopoledních hodinách, aby byla do určité míry eliminována odchylka hodnot NOT v průběhu dne. Ke zjištění hodnot NOT jsem použila autorefraktotonometr RKT-7700 od firmy Nidek pracující metodou bezkontaktní tonometrie. Jelikož současná česká legislativa nedovoluje optometristům samostatně využívat kontaktní vyšetřovací metody, ke kterým je nutná anestezie rohovky, nebylo možné měřit CTR, která je potřebná k přesnému zjištění výše NOT. Naměřené hodnoty jsou proto pouze orientační a slouží jen k určení změny NOT před a po aktivitě, nikoli k diagnostice případného onemocnění. Pro změření výše TK a srdečního rytmu sloužil domácí pažní tonometr Omron M6 Comfort od společnosti Omron. Fyzickou aktivitu vykonávaly subjekty na fakultou zapůjčeném rotopedu.

Průběh vyšetření byl následující. První současné měření TK i NOT jsem provedla po několikaminutovém klidovém režimu, kdy subjekty vyplňovaly informovaný souhlas. Tato doba měla sloužit ke zklidnění organismu a ustálení hodnot TK a srdeční činnosti. Po změření subjekty vykonávaly fyzickou aktivitu ve formě jízdy na rotopedu s nastaveným určitým stupněm zátěže na vzdálenost 2km za maximální časový úsek 5 minut. Po ukončení aktivity jsem okamžitě současně změřila hodnoty NOT a TK.

#### Rozbor výsledků

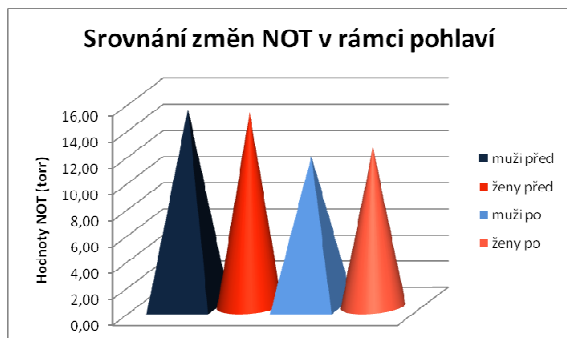
Hlavní otázkou, kvůli které jsem výzkum prováděla, bylo zjištění, jak fyzická aktivita, s kterou je nepochybně spojeno zvýšení TK a zrychlení srdeční frekvence, ovlivňuje NOT. Mou prvotní domněnkou bylo, že při zvýšení TK a srdeční frekvence dojde též ke zvýšení NOT. Výsledky však ukázaly pravý opak. U většiny zkoumaných subjektů byl výsledný NOT po aktivitě nižší. Nejvíce poklesl NOT o 6,35 torrů a naopak u dvou subjektů byla zaznamenána stagnace, či mírný vzestup hodnot o 0,35 torrů, což mohlo vzniknout i chybou při měření. V průměru tedy došlo ke snížení NOT o 2,91 torrů při zvýšení srdeční frekvence zhruba na dvojnásobek. Zvýšení srdeční frekvence je bráno pouze jako určující faktor proběhlé fyzické aktivity a nebyla nalezena žádná spojitost mezi ní a hodnotou NOT.



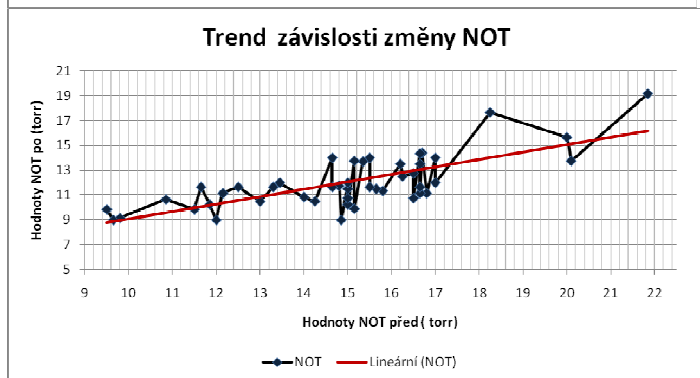
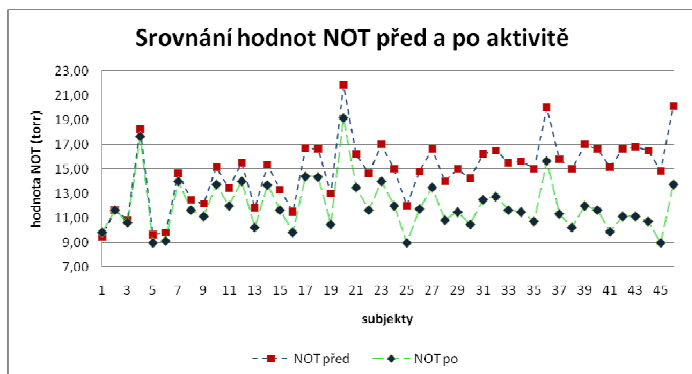
Jelikož se některé typy glaukomu vyskytují v pozdějším věku více u žen, další věcí, která mne zajímala bylo, zda jsou patrné změny v hodnotách NOT mezi muži



a ženami již v mladším věku a jak se u nich projeví reakce na fyzickou aktivitu. Průměrná hodnota NOT před aktivitou byla u mužů 15,110 torrů a u žen 14,857 torrů. Byl tedy nalezen pouze malý rozdíl naměřených hodnot, z čehož vyplývá, že NOT není závislý na pohlaví. Po vykonané aktivitě byl u mužů průměrný NOT 11,510 torrů. Došlo tedy ke snížení o 3,600 torrů. U žen byla hodnota po aktivitě 12,163 torrů a výsledný úbytek 2,694 torrů. V porovnání změn NOT sice ženy nedosáhly takového úbytku jako muži, ale to může být zapříčiněno rozdílným počtem subjektů v jednotlivých skupinách. Opět tedy není nalezen významný rozdíl mezi pohlavím.



Poslední věcí, kterou jsem zkoumala bylo, zda výše klidové hodnoty NOT ovlivňuje jeho finální změnu po aktivitě. Jelikož NOT nemůže klesnout pod hodnoty zachovávající vnitřní integritu oka, předpokládala jsem, že u subjektů s nízkým klidovým NOT nedojde k tak výraznému poklesu hodnot, jako u subjektů s vyšším NOT.



Na prvním grafu jsou vyneseny hodnoty NOT před a po aktivitě pro jednotlivé subjekty zvlášť a jsou vzájemně propojeny dvěma spojniciemi pro lepší přehlednost. Seřazeny jsou podle celkové změny od nejmenší hodnoty po největší. U prvního subjektu je viditelné, že nedošlo k poklesu hodnot, ale naopak k mírnému nárůstu. U ostatních pak již k poklesu došlo. Z grafu je patrné, že spojnice hodnot NOT před aktivitou má stoupající tendenci a naopak spojnice hodnot NOT po aktivitě klesá. Z toho vyplývá, že do jisté míry je možné, že výše klidového NOT je určující pro jeho celkovou změnu po aktivitě. Tuto hypotézu podporuje i druhý graf, na kterém

jsou vyneseny přímo průsečíky hodnot NOT před a po aktivitě jednotlivých subjektů. Celý graf je proložen tzv. trendovou křivkou, která ukazuje, zda se naměřené hodnoty přibližují nějaké matematické funkci. V tomto případě je proložená trendová křivka lineární. Pokud by tedy všechny hodnoty ležely na uvedené křivce, byla by změna NOT lineární funkcí, což by znamenalo, že čím vyšší by byla hodnota NOT tím vyšší by byl její pokles po aktivitě. Protože všechny body na křivce neleží a některé jsou i výrazně vzdáleny, nelze tuto hypotézu plně potvrdit, ale je zřejmé, že určité známky linearitity graf vykazuje.

Dále jsem se věnovala srovnání výsledků mého výzkumu s vybranou podkladovou studií *Effect of Exercise on Intraocular Pressure and Pulsatile Ocular Blood Flow in a Young Normal Population* uskutečněnou na Glasgow Caledonian University ve Skotsku. Zkoumaný vzorek osob byl v obou případech tvořen mladými zdravými lidmi a fyzická aktivita byla prováděna obdobně. (v případě zahraniční studie 4 minuty jízdy na kole), proto může být porovnání výsledků relevantní.

Z výsledků mnou provedeného výzkumu je jasně patrný hypotenzní účinek fyzické aktivity na NOT. Rozsah změn NOT se pohyboval od +0,35 do -6,35 torrů. To plně koresponduje s výsledky podkladové studie, kde byl rozsah změn od -2,0 do -5,0 torrů. Odchytky v rozsahu změn mohou být způsobeny metodou měření NOT, rozdílným počtem zkoumaných subjektů, či způsobem zaznamenání. U podkladové studie byl použit kontaktní pneumotonometr a hodnoty byly zaznamenány pouze z pravého oka. Já jsem využila bezkontaktní tonometr a hodnoty z obou očí zprůměrovala. Dále jsem zjišťovala rozdílnost hodnot NOT u mužů a žen. Stejně jako v podkladové studii jsem nedospěla k závěru, že by pohlaví významně ovlivňovalo hodnoty NOT, popř. jejich změnu. Ve výsledcích poslední řešené otázky, zkoumající změnu NOT po aktivitě v závislosti na jeho klidové hodnotě, se s vybranou studií rozcházejím. Její autoři uvádí, že nenalezli žádnou spojitost mezi klidovým NOT a jeho změnou. V mém výzkumu jsem však určité známky linearitity změny NOT v závislosti na jeho původní hodnotě našla. Podle informací uvedených v podkladové studii, je rozdílnost výsledků způsobena pravděpodobně tím, že změna NOT závisí spíše na relativním zatížení organismu, než na absolutní zátěži. V praxi to znamená, že do výzkumu byly zahrnuty osoby s různou fyzickou zdatností, tudíž pro některé mohla být fyzická aktivita vyčerpávající (absolutní zatížení) a pro jiné snadná (relativní zatížení).

Celý výzkum splnil svůj hlavní účel. Zjistit, jak se chovají hodnoty NOT po proběhlé fyzické zátěži. Jelikož byl zaměřen jen na změnu NOT těsně po ukončení aktivity, bylo by vhodné prozkoumat jeho hodnoty i po delším časovém úseku a také dlouhodobě, při vykonávání pravidelné fyzické námahy. Jelikož bylo měření provedeno na zdravých mladých subjektech, poskytly výsledky sice dostatečné množství informací o chování NOT, ale pokud by měla být fyzická aktivita doporučena jako vhodný doplněk k léčbě OH či glaukomu, měly by být další studie zaměřeny na subjekty s těmito diagnózami.

# **10. Danijela Prcela: Dry eyes and computers**

**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA**

## **INTRODUCTION**

Working with computers has become today everyday activity of almost every urban individual. From children playing games for hours, to a large number of people for whom the work with computers is the basic part of their jobs. Also, a large number of people complain of the problems they have while working on a computer. However, the question is how much these problems are related to the computer and in which form.

## **GENERAL CAUSES OF COMPUTER VISION SYNDROME**

- Working on a computer creates non-physiological condition, not because of some undesired or pathological effect of the display, but rather first of all because of the long hours of sitting in front of it. If we sat for only a few minutes rather than several hours looking at the computer display, there would be no problems. Therefore, due to unnaturally long hours of the unchanged condition for the eye, the results are disorders. Most often the disorders are related to the dysfunction of the tear film and consequent drying of the surface of the eye.

## **CAUSES OF COMPUTER VISION SYNDROME RELATED TO TEAR FILM DYSFUNCTION**

- The main causes of disturbance during the work with computers are related to the dysfunction of the tear film. The research in Japan has shown that 30% of people with disturbance due to computer had dry eyes. The reason for this is reduced frequency of blinking, faster thinning of the tear film and evaporation of tears, larger surface of the eye exposed to drying and incomplete and inadequate blinking. Thus, the very tear secretion can be actually adequate, but they are not sufficiently spread across the eye by blinking. On the other hand, all persons with the dry eye syndrome will have even worse disturbances when working on a computer.

## **REDUCED BLINKING FREQUENCY**

- An average person blinks about 15-20 times per minute in normal conditions. However, when working on a computer, the frequency of blinking is five times reduced. Less frequent blinking is not the consequence of lower excitation of the eye surface, and consequently less frequent need to blink due to fewer

movements of the vision fixed on the computer display, but rather the central cortical suppression – visually demanding tasks, need for precise following of the computer display or activities, preventing the blinking reflex, which blurs the vision for a fraction of a second. In practice, this means that it is not possible to consciously “learn” to blink more frequently when looking at the display – blinking is an unconscious function. The inadequate eye lubrication is affected by the tear secretion as well as tear distribution across the surface by blinking. It is therefore that Abelson introduced into the practice the term Ocular Protection Index (OPI):  $OPI = (\text{blink}/\text{min}) / (60/\text{TBUT})$ . In practice this means that a person has to blink before the tear film becomes inadequate for the ocular surface, which is measured by the tear film breakup time (TBUT) test. OPI greater than one is normal, and lower than one indicates inadequate protection of the ocular surface and drying.

## **REDUCED FREQUENCY OF BLINKING AND TEAR HYPEREVAPORATION**

- There is one more factor which is of extreme importance in computer vision problems – dysfunction of the lipid component of tears. The lipid component of the tear film creates a thin layer of grease on the surface of the water component and its function is to prevent tear evaporation. If there is no lipid film, the tear evaporation is increased four times. The lipid layer also prevents the spilling over of the tears over the edge of the lids. The lipids are secreted from the Meib glands in the lids. They are pumped into the tear film by blinking. The less frequently we blink, the fewer lipids are pumped onto the ocular surface, the lipid layer becomes thinner, the evaporation of tears increases, and the ocular surface gets dry.

## **BLINKING AND VISUAL ACUITY**

- When blinking the lids spread the tear film across the ocular surface. Immediately upon reopening of the eye it is not yet completely regular and smooth, but becomes such after 5-7 seconds. Until then the vision is not ideal, and after a dozen seconds from the creation of the ideally regular tear film it dries, breaks and the vision becomes blurred again. Persons suffering from tear film disorder have significantly greater oscillations of the visual acuity depending on blinking, than others. Very often they come for a check-up because they think that their glasses are not good since their vision is blurred. However, if the vision is in principle good at the beginning of reading, working on a computer, watching TV, and then gets blurred, then this is blurred vision due to the reduced blinking frequency, and not due to poor glasses.

## **CONTACT LENSES AND WORKING ON A COMPUTER**

- All contact lens wearers, first of all of soft lenses, know that blinking is of extreme importance for the lens comfort and the visual acuity while wearing them. The contact lens is a foreign body on the ocular surface that reduces the sensitivity of the cornea (hypoesthesia). This reduces the reflex excitation for blinking and the soft lens users blink less frequently than others. Less frequent blinking may cause irritation while wearing contact lenses. Another problem is the need for lubrication of the very lens by means of tears. Immediately upon blink the soft lens is lubricated by the tear, and is thus optically most adequate, i.e. the vision is the sharpest. As time passes after the blink, the lens gets dry and the image becomes blurred. It is important, when fitting the lens, to make the customer aware that the vision is going to vary depending on the blinking, more than with the glasses, and that this will be more so at the end of the day.

## **CONCLUSION**

Disturbances related to the work on a computer are unavoidable and omnipresent. Already by explaining their causes we help to a large extent the persons who have such disturbances. However, it is not realistic to expect that their permanent and complete elimination is possible, since their main reason is the duration of working on a computer, and this will only get even longer in our modern world.

# 11. Marita Jelčić: Photophobia in senior clients

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA

## PHOTOPHOBIA

Photophobia is intolerance to light due to the irritation of the nervus Trigemini (n.T.) in the epithelium layer of the cornea. This is increased sensitivity to light of normal intensity. The consequences are abnormally strong miotic reactions (constricted pupils) to light stimulus caused usually mainly by inflammation. The constriction is caused by pupil sphincter in strong light. Photophobia is the actual indicator of hypersensitivity to light with aversion to the Sun or well-lit places.

Although it is usually assumed that it is caused by illness, this is the usual phenomenon experienced by anyone ever being in a lit environment and subjectively assessed as having "too much light" to be tolerated. The neurological processes that lead to photophobia are not sufficiently known. Due to pain, the signalisation fibres of the trigeminal nerve innervate the dilatator and the constriction muscle of the iris, which suggests that the pupil reaction to light may lead to photophobia, under the lighting which leads to intensive extension and maximal narrowing of the iris.

It has been recently proven that irregular dilatations and constrictions of pupils with intensive lighting are not directly related to visual defects. In monocular vision, both pupils constrict equally, whereas in binocular vision much more light is necessary in order to cause photophobia.

## CAUSES OF PHOTOPHOBIA

It may be caused by different conditions and in many cases it can be easily treated.

Certain medication and illegal drugs can cause photophobia by simply dilating the pupil and allowing an excessive amount of light to enter the eye. Frequent use of stimulants can cause a chronic dilation of the pupil.

The most common cause of photophobia is inflammation of the anterior region of the eye, which includes the coloured iris.

Another common cause of photophobia is a cataract. When the natural clear lens of the eye becomes cloudy, a cataract has formed. Cataract is the clouding of the lens which varies from light opacity to complete obstruction of the passage of light.

- Photophobia is often a symptom of acute **conjunctivitis**. It is the inflammation of the conjunctiva which covers the eyeball. For bacterial infection the ophthalmologist recommends antibiotics. In virus forms and those that are caused by exposure to sun the eye drops are used. For allergic forms of disease the drops against allergies are recommended.

- **Uveitis** is caused by infectious diseases. Apart from photophobia there is also pain in the eyeball, strong epiphora, oedema of the upper eyelid and narrowed pupil. In iridocyclitis photophobia is accompanied by strong pain and reduced visual acuity. The medical treatment is based on the cortisone-based medication which acts against inflammation and drops for pupil dilation.

- **Senile macular degeneration** is progressive and degenerative disease. This is the main cause of blindness in the developed countries. The clinical symptom of the disease is the deterioration of the vision, usually on one eye.

- **Keratoconus** is a disease of the eye, i.e. the cornea. The cornea, which is normally of the shape of a half-sphere, gradually becomes thinner and protruded as a cone. The disturbance of the corneal shape interferes with the proper entry of the light into the eye and its focusing on the retina resulting in the disturbance of vision. In 90% of cases the disease affects both eyes.

**Albinism** - "this defect allows undisturbed passage of light beams through the sclera, iris and choroid. The result is very high photophobia. Extreme photophobia can be alleviated by wearing dark glasses and contact lenses."

**Astigmatism** – photophobia occurs caused by eye strain to correct the vision disorder.

### ***PHOTOPHOBIA IN CUSTOMERS WHO HAVE NO EYE DISORDER***

In some cases photophobia is not related to eye diseases but rather to certain conditions.

1. Foreign bodies in the eye;
2. Excessive exposure to sun;
3. Sun lamps;
4. Electrical devices without adequate protection;
5. Contact lenses.

## PHOTOPHOBIA IN CONTACT LENS USERS

Tendency to inflammation is more often present in the users of soft contact lenses than of semi-rigid ones. However, it is only the issue of higher hygienic requirements in case of soft contact lenses. Deeper pain combined with photophobia is a sign of deep corneal inflammation, and also the inflammation of the iris is possible. Acute inflammation response of the eye to the lenses for extended wear includes morning waking with pain, photophobia, epiphora and redness of the eye.

## MEDICAL FILTERS

### PROTOCOL IN SELECTING MEDICAL FILTERS

A simpler method which can be used to determine which filter suits the customer is to use CPF® table in which the patients' diagnoses have already been indicated (Table 1).

**Table 1 – CPF classification of medical filters according to the patient's diagnosis**

<b>Diagnosis</b>	<b>1st choice</b>	<b>2nd choice</b>
Developed cataract	CPF® 511	CPF® 527
IOL	CPF® 511	CPF® 527
Aphakia	CPF® 511	CPF® 527
Glare sensitivity	CPF® 511	CPF® 527
Photophobia	CPF® 527	CPF® 511
Macular degeneration	CPF® 527	CPF® 450
Diabetic retinopathy	CPF® 527	CPF® 511
Glaucoma	CPF® 511	CPF® 527
Retinitis pigmentosa	CPF® 550	CPF® 450
Corneal dystrophy	CPF® 527	CPF® 511
Optic atrophy	CPF® 511	CPF® 527
Albinism	CPF® 527	CPF® 550
Aniridia	CPF® 550	CPF® 517



## **TYPES OF MEDICAL FILTERS**

There are several groups of filters depending on the area of wavelengths they absorb.

The first group are the filters that completely absorb the problematic blue light, they have a mild edge and they gradually increase the permeability (50% in 640nm, 670nm, 690nm) to 90% above 740nm.

The second group are filters that can also completely absorb the undesired blue light, they have a steep edge ((50% in 540nm, 560nm and 580nm) as well as 90% of permeability above 600nm.

The third group are filters that are used in monochromisation of the blue cones in the selective filters that have substantial permeability in the blue-green part of the spectrum as well as in the orange-red one, whereas they completely absorb the wavelengths between 550nm and 650nm.

## **HELP TO CUSTOMERS WITH PHOTOPHOBIA BY MEANS OF MEDICAL FILTERS**

### ***OBJECTIVE OF THE PAPER:***

Based on the theoretical assumptions and analyses of professional literature the following objectives of the work have been determined:

- to analyse the doctors' findings with the data about the diseases of patients with photophobia;
- to determine the visual acuity and to request subjective answers of 30 patients with photophobia whose diagnoses we have gathered;
- to determine the visual acuity and to request subjective answers of 30 patients and to determine the effect of medical filters in the closed and open-air premises.

## **OPERATING METHOD**

In order to determine the visual acuity we used the Snellen charts.

The binocular vision was tested in the closed premises, and the Snellen charts were at a distance of 6m from the patient. All the patients were informed about the method and the operating procedures.

Thirty patients were examined. They had claimed to be suffering from photophobia, with visual acuity of 0.6-1.2 according to Snellen charts. All the patients were asked questions according to pre-defined protocol. The data were entered into "boxes" in a pre-defined manner.

## **RESEARCH RESULTS**

The research was performed on 30 persons, 13 male and 17 female persons. Every patient brought the diagnosis from the ophthalmologist, in order to enable determining the pathology.

After having gathered the basic data, every patient was interviewed according to a research protocol in order to determine various disturbances related to strong light and glare, and the beginnings of medical problems referring to the eyes, possible pain, wearing of dark eyeglasses, headache, eye redness, eye injuries, wearing of contact lenses and using medicine.

To determine the problems of patients we have analysed the diagnoses of the ophthalmologists in order to determine the possible pathological changes. Also, the patients were asked simple questions so as to determine the photophobia. First they were asked whether they find glare disturbing, in order to determine whether this is really a case of photophobia.

Asked when the sensitivity to light started the majority of patients responded that it started with medical problems related to the eyes, and it was found that photophobia increased over time. Out of a total of 30 patients every one of them found glare disturbing.

In order to find out whether the patients felt pain, they were asked whether they feel pain from time to time or always. By analysing the patients' answers we found the answer that 70% feel pain sometimes and 30% feel pain always.

It should be emphasised that the analysis of the answers whether the patients wear dark eyeglasses there was no significant difference between those who wear them and those who do not, but in all the patients the dark eyeglasses decreased the feeling of glare. Eighteen of the patients claimed that they have the need to wear dark eyeglasses, and 12 not.

Only 7 patients had the need to stay during the day in a closed space which means 23%.

In order to determine whether the headache caused the photophobia in the research criteria, the patients were asked to give answers regarding headaches that occur often. The analysis of the patients' answers led to the result that 25 of them complain of frequent headaches which accounts for 83% of patients, but the cause can also be other illnesses such as migraines, etc.

Statistical analysis shows that 12 patients had red eyes. Eye redness, namely is a factor related to eye inflammations which can also lead to photophobia.

Out of 30 patients six of them were diagnosed to have had during their lives some types of eye injuries, which accounts for 20% of the examined population, and none of them ever wore contact lenses.

Four patients underwent ophthalmological examination during the last week, and their pupils were dilated, which is 13% of patients.

The analysis showed that all the patients, except for one, used some kind of medication.

Finally, we wanted to determine by means of ophthalmological diagnoses how many patients had some of the eye diseases. In 90% of patients (27) an eye disease was diagnosed by ophthalmological examination, whereas in 10% (3) no pathology was found.

When determining adequate filter the CPF® chart was used – the patients were offered the first and second choice of a filter.

- Out of a total of six persons with glaucoma, five opted for filter CPF 511, which has the characteristic of attenuating the blue light effect. This is the light contained in sun beams and computer and TV screens. This light is particularly blinding for the eyes which are weakened by disease or old age. One patient opted for CPF 527, whose characteristics are that they optimise the lost image acuity.

- Out of a total of twelve persons with the developed cataract, nine opted for CPF 511, which is coloured orange-amber, and not darkened have a transmission of 44%, and dark ones 14%. Three patients opted for CPF 527, which is slightly darker than CPF 511 and the transmission in closed space is 32%, and when they darken 11%.
- Out of a total of eight patients with IOL, seven opted for CPF 511, which lets through longer wavelengths that have lower light energy, and one opted for CPF 527 that gives individuals better visual functions and reduces the reflex.
- One patient with macular degeneration opted for CPF 450, whose characteristic is that it is the lightest filter lens. It is ideal for closed spaces, watching TV, reading small letters on a more luminous background. This filter is extremely suitable for the patients with sensitive eyes.
- Out of three patients with photophobia with no known cause two patients opted for CPF 511, and one opted for CPF 527. It should be mentioned that these filters give better contrast and the adaptation phase is very short, and the glare effect is weaker.

Table 6 also shows that 23 patients opted for the CPF 511 filter, 6 patients opted for CPF 527, whereas one patient found filter CPF 450 the best.

## CONCLUSION

By analysing the gathered data it was found that medical filters can be of great help to the patients with photophobia. Good analysis is the basic precondition to consider the problem in its integrity.

The research shows that medical filters alleviate the problems of persons who are sensitive to light. The filters protect the eyes precisely against short wavelength, high energy of the blue light, which can cause discomfort in eyes that are sensitive to light.

When selecting the medical filters it is necessary to pay attention to the eye pathology, as well as to which filter is the most comfortable for a certain patient. Of course, the ophthalmologist is the one who needs to determine which eye pathology is involved, so that we, as optometrists, could provide adequate medical filter to our customers.

We also need to examine in the customers the distinguishing of colours with filters in order to be sure that they can differentiate colours on traffic signs and that they are safe in traffic. Night driving is forbidden with any of the filters. Although all these filters block blue light and although they improve contrast they may distort the colours. They are not suitable for driving and other activities that require precise colour recognition.

The research has confirmed that glare is reduced by the use of adequate filter and the patient has better perception of contrast.

The education about medical filters can make life of senior persons suffering from photophobia easier.

# 12. Adrijana Kovačić Šapković : Biomicroscopy and its application in contactology

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA

## INTRODUCTION

For contact lenses fitting the SlitMicroscope is the most important instrument. It is used to establish the condition and the adequacy of eyes for wearing of contact lenses. The SlitMicroscope allows observation of many invisible details in the eye. Various illumination techniques enable detailed inspection of the anterior segment of the eye: cornea, iris, anterior chamber, pupils, lens all the way to vitreous humour; it allows the analysis of tears, evaluation of the contact lens fitting, establishing of damages and problems caused by lens wearing. The basic part of a SlitMicroscope is the Keplerian telescope with prismatically movable system and microscopic objective whereas the magnification change is made possible by the Dutch telescope or zoom objective.

For the adjustment of contact lenses we need:

- magnification 10x to 40x, as large as possible;
- rotating illumination head of which is essential to adjust the indirect and regredient illumination;
- blue filter in the illumination beam;
- yellow filter in the beam of observation for fluorescein observation;
- addition for endothelium;
- photo or video addition.

Apart from the slit lamp, a pachometer is also necessary to measure the cornea thickness. The Volk lens is used to observe the eye background (fundus), measuring eyepiece is used to measure the diameter of the cornea, pupil, and contact lenses and to determine the stabilisation axis in toric lenses. The eyepiece that is considered to be good is the one in which the sphere lies at 270° and allows setting and control of the scale.

## Slit lamp inspection

Before the examination the customer has to be informed about the reasons and the method of examination as well as what can be expected during the examination (blending, touching of the eyelids, etc.). The forehead strap and the chin rest have to be disinfected in

front of the patient. The eyepieces are adjusted to the pupillary distance as well as to the dioptre of the observer. The magnification is set at minimally 10x, the slit is closed so as to avoid illuminating the patient, the room is darkened, but not completely, the chair is adjusted to the height at which the patient is comfortable during the examination, and the head is rested on the chin rest so that the eyes are at the level of the marks. Observation is roughly pre-focused; illumination is set on the patient's nose root, with the desired slit width and the desired light intensity. The SlitMicroscope is moved by means of a joystick on the instrument so that the other hand is free for certain actions, such as lifting the upper lid, positioning of the contact lens or moving the illumination arm.

Usually the eye is examined from temporal to nasal. This routine should be avoided only in exceptional cases and when there is good reason for an exception. Following the routine helps us predict certain details that may be more difficult to notice, although being very important.

Following these rules starts the first examination for contact lens fitting:

- Examination of the amount of tear film in the right eye – examination of the amount of tears in the left eye,
- tear film composition on the left eye – tear film composition on the right eye,
- lids, eyelashes, edges of the lids (upper and lower),
- tarsal conjunctiva of the lower lid,
- bulbar lid in all four quadrants (this is done using direct focal illumination, with mid- to wide slit and small magnification of 10x),
- cornea – magnification is set at 16x and then at 25x to 40x -. The cornea is observed by a combination of different illuminations – surface structure – and in order to encompass all areas the examination is performed in three runs, first the central part, then the upper and then the lower part – the lid is moved up and down – and the patient is asked to look up or down, depending on the part that is being observed.
- endothelium is observed in the reflex area,
- angle of the anterior chamber – Van Herick,
- pupil,
- eye lens,
- evaluation of tarsal conjunctiva of the upper lid,
- evaluation of the corneo-scleral profile,
- evaluation of anterior eye and fluorescein dying,
- examination of the interior surface of the eye by indirect ophthalmoscopy with adequate Volk lens.

## SLITMICROSCOPE STRUCTURE:

It consists of two parts which have different functions:

### 1. SlitMicroscope for observation

Stereomicroscope serves for observation and has the possibility of varying different magnifications. Regarding illumination this microscope has two different design forms:

- Design convergent illumination (Greenough-System)

(Haag-Streit SlitMicroscope and its followers)

- Design parallel illumination (Abbe-Zeiss Type)

(according to the system of telescopes – telescope magnifiers)

### 2. Illumination unit

Central element next to the source of light is a mobile, moving slit after which the microscope was named. The source of light today is usually a halogen or xenon light, white illumination with low heat generation.

The slit aperture can change its height and width. It is usually set vertically. The slit height in modern SlitMicroscopes amounts to 14mm and this facilitates good fixation. The height can be constantly changed by means of a slit button in discrete steps which usually has a blue filter in between. The setting of the slit width is continuous. A very narrow slit has the bottom limit of the value about 0.02-0.1mm with sharp edges. The illumination intensity is regulated by a grey filter.

The lamp and the SlitMicroscope on the instrument base are aligned in the same plane. The lamps can move freely around one axis in order to provide different illumination effects.

## **TYPES OF ILLUMINATION**

Examination of the anterior segment of the eye represents different examination technique requirements. Apart from non-transparent structures there are also the transparent ones that are examined, such as the cornea and the lens. In order to identify changes in the transparent parts different illumination methods are necessary with target technique for the use of the SlitMicroscope.

The illumination technique means different combinations of illumination and the observed parts that result from:

- different slit widths,
- different places of observation in relation to the illuminated parts,



- different angles of illumination and the observed part.

The types of illumination are:

1. Diffuse illumination,
2. Direct illumination,
3. Indirect illumination.

## **Diffuse illumination**

It is the illumination when the light is dispersed by means of a mat plate or matted mirror. This results in wide diffuse light which illuminates well the anterior segment of the eye and thus enables its inspection (general inspection of the eye).

In this type of illumination the angle is not important. In order to have light one should work with a wide slit and this observation is related to small magnification and is used to observe e.g. the movement of the contact lens in the eye, evaluation of vascularisation of the conjunctiva and to obtain different data of measuring the anterior segment of the eye.

For a more precise evaluation of the anterior segment of the eye diffuse light is not good because we lose valuable information and also the anterior segment of the eye loses light – brilliance.

This type of illumination is used to observe the corneal surface, lids, iris, contact lens surface, tear reflex, tear flow rate and tear film interference colours.

The magnification in case of general observation is set to 5x to 10x whereas greater magnification is to be set for the observation of details.

## **Direct illumination**

This type of illumination is used for detailed inspection of certain parts of the eye. The light beam is narrowed and set in the light field from  $0^\circ$  -  $45^\circ$ , and in the dark field from  $45^\circ$  –  $90^\circ$ . Magnification is from 0 to 12x since with higher magnification there is the problem of depth acuity and because of the corneal curvature it is not possible to focus the entire slit. In direct focal illumination it comes to merging of the sharpness of light and the illumination and observation points. We observe the illuminated part. The illumination has to fall horizontally on the observed part. If we look at temporal structures, the illumination is temporal and in case of nasal structures the light is nasal.

We inspect:

- corneal structure – disturbances, scratches, nerves, vessels, peripheral vessels, vascularisation;
- corneal malfunctions– erosion, scraps, infiltrates, oedemas, disturbances, Descemet's folds, ulcer;

- in stroma – oedema, folds;
- position of the contact lens, moles on the lenses.

Beneath the contact lens – tear flow, debris of the dead cells, tear capillaries on the lens periphery.

Depending on the slit width and the corneal area there are also different situations of illumination:

### **Optical cut**

Observation of transparent structures with extremely small slit in direct focal illumination (0.02 - 0.1mm). The optical slit through the transparent structures is obtained and the greater the angle between observation and illumination, the wider the slit. Based on the small slit width the illumination over the dimmer (diffuser that dims the light) should be set above the maximum. The optical cut allows the evaluation of the cross-section of a single part of the transparent structures of the anterior segment of the eye as well as localising of the changes in the deep transparent structure such as cornea and lens and we use it to observe the depths of the angle and the endothelium.

Due to low extendibility of the optical connections it is not good for finding changes on the cornea, and the changes are easily visible due to the undulating shape of the cornea. A sharp picture with the optical cut can be obtained only with high magnification. Which magnification is to be used depends on the size that we want to obtain and it ranges from 10x - 40x, and the beam of light and observation should be set at the angle of 45°. For the sake of better orientation the recommendation is to start with small magnification.

### **Measuring of the angle**

It is also called gonioscopy which according to Goldman is enabled by a three-mirror glass. In case of glaucoma, the angle depth is controlled in the optical cut and the patient must in that case be sent to an ophthalmologist.

### **Inspection of endothelium**

This is a demanding setting of the SlitMicroscope since there are interfering reflexes on the corneal surface. In the evaluation of the corneal endothelium the slit width should be from 10 to 15mm. This is sharp image formation of the slit on the front surface of the cornea at small magnification and the inspection is done from the peripheral to the central reflection part. On the surface a light reflex can be seen and this is the epithelium, whereas deeper a lightly brown reflex of the endothelium is visible. In order to prevent too much illumination, the angle between

the illumination and the observation should be big (50 - 55°) the more so, since a lot of light is necessary for the evaluation of the endothelium structure which causes strong reflex from the front surface of the cornea. Then the magnification is gradually set to 40x and focused on the reflex from the endothelium until obtaining the characteristic appearance of the endothelium cells. This type of setting belongs to the most demanding part of the entire SlitMicroscope technique. The reasons lie in the interference of the light reflex from the epithelium that has to be placed outside the observation field. Because of the high magnification, since we want to see individual endothelium cells, the depth acuity is reduced, and this makes the exact focusing difficult. Binocular observation at such high magnifications is not possible any more. BQ900 (Haag-Streit) is the best since the stereo angle can be varied and thus a better situation is obtained.

### **Direct narrow to mid-beam illumination**

It is usually used when inspecting the anterior segment of the eye. Setting can be compared to the optical cut whereas the width of the slit ranges from ca. 0.5 to 2.0mm. The magnification is selected according to the detail we want to observe. In this case it is also good to start with low magnification of 10x-16x and then to increase it as necessary. Small width of the slit is not recommendable for the inspection of the anterior segment of the eye since there is the risk of not predicting the changes on the directly illuminated parts due to the small width of the illuminated parts. The recommendable slit width is 1.5mm. This represents a reasonable compromise between the extension of the directly illuminated part and the risk of passing the light through the fine diameters in case of a big slit width.

Illumination with mid-size slit allows evaluation of most of the structure of the anterior segment of the eye, such as e.g. lids, tear film and conjunctiva, and it is especially good for the evaluation of the cornea and the lens. In transparent structures this illumination causes the so-called optical plate. In this parallel light it is possible to evaluate the surface of the cornea as well as of deeper structures. The observer constantly looks between the surface and the entire length of the cornea in order to encompass it in its integrity (epithelium-stroma-endothelium).

### **Direct wide-beam illumination**

This illumination is used to look at the lids and the conjunctiva where changes are expected on a larger surface, and the patient is not exposed to too much illumination. The inspection of a larger area of the cornea is possible with vital stains as well as to the evaluation of the fitting of semi-rigid and hydrogel contact lenses. When inspecting the fitting it is necessary to be careful about the proper selection of the illumination intensity. The

magnification is mainly small to medium, from 6x-16x, but resetting is done depending on the size of the detail that is to be observed.

### **Reflecting illumination – direct mirror illumination**

Illumination that falls on the conjunctiva or cornea is reflected so much, like from a mirror, and is refracted in the SlitMicroscope (the angle of light incidence on the reflecting area and the angle of reflective light).

Non-uniform reflecting occurs if the surfaces from which it is reflected are irregular, and this irregularity is caused by surface damage, of the bulbar or tarsal conjunctiva and cornea. Uniform reflection is from smooth surfaces of the conjunctiva, anterior and posterior surface of an undamaged cornea as well as eye lens. Apart from assessing the uniformity of bulbar conjunctiva and cornea it is used to assess the tear film and the corneal endothelium.

Basically, the SlitMicroscope is set as in case of optical cross-section. The illumination and the microscope are rotated in the opposite directions until the desired mirror reflex (at an angle of  $45^\circ$ ) appears on the cornea. The field of observation is directly next to the mirror reflex. The magnification is as much as necessary to observe the desired details. For the inspection of the endothelium, a magnification of 40 times is necessary, and with the endothelium addition a magnification of 200 times is possible.

### **Technique of fundus observation**

Fundus is mainly observed by an ophthalmoscope or fundus camera, SlitMicroscope and tri-mirror contact glass with the use of anaesthetics, but there is possibility of observing with the Hruby lens. This is done by putting the plano-concave lens of -58.6 dpt into the beam of light at a distance of 15mm from the eye since observation on the lens is difficult due to the strong reflex.

Better image is obtained by Volk lens – aspherical up to + 90dpt and we observe with narrow pupil, similar as in case of indirect ophthalmoscopy. The light is set immediately next to the microscope and with direct focal light we direct the beam on the lens which is at a distance of 17 – 20mm from the eye. In front of the eye a reduced real and upside-down picture appears which can be magnified by the microscope.

### **Indirect illumination**

The directly illuminated part due to dispersion or reflex acts as secondary source of light since the illuminated and the observed parts do not overlap and the level of acuity does not

overlap either. The starting point for setting is the direct focal position after which the microscope stays in place and the light is moved sideways.

We observe: malfunctions of the epithelium, stroma, scratches on the cornea, moles on the lenses.

In setting the illumination and thus in the selection of the secondary source of light, which means the creation of the background, we distinguish:

- indirect illumination,
- direct and indirect regredient illumination,
- indirect reflecting illumination,
- illumination in the dark field.

### **Indirect illumination**

This illumination is observed right next to the illuminated slit picture. This makes it possible to observe fine changes of corneal transparency in dispersed light that could not be seen in direct illumination due to radiation from the illuminated part. The angle between the light and microscope varies between 10 and 50°, the slit is medium about 1.5mm whereas the magnification depends on the part that is observed.

Indirect illumination means that the area next to the place of illumination is observed. The structure that is observed should not be directly illuminated. For this type of observation it is also necessary to separate the illumination system from the observation system and to focus the microscope next to the point of illumination. This illumination shows fine scars and foreign bodies in the cornea and the particles in the tear film.

### **Regredient illumination**

The light that is reflected from the iris, eye lens or retina serves as secondary source of light in observation. The regredient illumination shows neovascularisation, presence of foreign bodies or haze in the cornea, and these are seen as dark shadows in front of the illuminated iris. The clouding of eye lens is visible as dark shadow in front of the illuminated retina. The regredient illumination is used to inspect the cornea. One looks for the scars, foreign bodies, oedemas, microcysts and vacuoles, stains on the cornea and neovascularisation.

With this illumination it is possible to evaluate the scope of the eye lens stain and to localise it, but in order to assess the density and the depth of stain in the eye lens it is better to make the optical cut by direct focal illumination.

If we observe from the light back surface this refers to:

- DIRECT REGREDIENT ILLUMINATION

*Reflex from the iris = illumination in the yellow field*

For the inspection of the cornea, usually the illumination in the yellow field is used. The origin is the direct focal light from which the lamp is moved sideways so that the light reflected from the iris illuminates the cornea from the back. The microscope is set frontal to the eye, the background is the dark pupil and therefore this type of illumination is called illumination in the dark field. If the microscope is rotated nasally into the beam of lighting, then there is light in the light field. The magnification is medium to biggest, the slit width is 1 – 20mm.

*Reflex from the lens = illumination in the white field*

The origin is also the direct focal position, and the lamp is turned so that the light is reflected from the front surface of the lens. This light is of gray-white colour and therefore this type of illumination is called illumination in the white field.

*Reflex from the retina = illumination in the red field*

The red field is used for the stain of the eye lens since the rest of the eye is difficult to observe due to poor mobility and poor illumination. The light is reflected from the retina, the reddish reflex is darker than in skiascopy and reminds of red eyes in bad photos. This type of observation is possible only with midriatics with wide pupil and in the centre of the cornea. It can be performed only by ophthalmologists.

- INDIRECT REGREDIENT ILLUMINATION

The observation is not made in the field of directly reflecting light but precisely next to it e.g. in front of the dark papilla. There is special significance in the combination of the direct and indirect regredient illumination (observation on the light-dark border). It is especially used for the observation of various influences in the cornea (microcysts, vacuoles) as well as in the observation of erosions on the corneal epithelium.

Regredient illumination is also used for the identification of opaque foreign bodies of the cornea. In this illumination they are seen as the black part. First we focus and look for the field that we want to observe on the cornea with direct illumination with medium slit (ca. 1.5mm). The tear film helps us find it and it can be well focused. Then the illumination is taken off from the observation unit of the SlitMicroscope, and the slit picture is set so that the illumination comes from the depth. Pre-setting before focusing is necessary, especially if the observers are not trained and since there are only few focusing points.

### **Indirect reflecting illumination**

In case of this illumination the observation is made directly next to the reflex and we observe the tear film (differential assessment of the tear film flow as well as interference colours

of the tear film).

### **Observation in the dark field (Sclerotic scatter)**

The limbus is illuminated laterally with wide light. The illumination angle is selected so that there is total reflex within the cornea. This is achieved when the limbus as well as the cornea radiate the light and we can see small stains and oedemas within the cornea. The observation is done with small magnification in order to have a good look of the entire cornea. This inspection is often called sclerotic scatter. This term is badly selected since sclerotic denotes unhealthy solidification of the fibres and therefore the term “inspection in the dark field” is recommended.

### **Total reflex**

The illumination is set at a big angle to the cornea. The beam of light enters temporally next to the limbus, there is total reflex in the cornea and then it leaves nasally at the opposite end of the limbus. The cornea is dark and not illuminated, whereas an illuminated limbus ring appears around it. If there are stains in the cornea, i.e. oedemas, they reflect light and become thus visible.

## **CHANGES ON THE CORNEA CAUSED BY CONTACT LENSES**

EPITHELIUM: stains, erosions, epithelium bubbles, vacuoles, microcysts, ulcers, dystrophy, bullae

STROMA: haze, folds in stroma, Descemet's folds, neovascularisation

ENDOTEL : blebs, polymegatism, polymorphism, endothelium gute.

### **Stains**

Stains cause damaging of the epithelium cells as the smallest form of erosion. They irritate, but they do not cause any major diseases and if we remove the lens from the eye for a little while, they disappear. When we put fluorescein they are seen as light-green deposits of points on the cornea.

### **Erosion**

Erosion is a surface injury of the cornea, very painful and causes photophobia. With fluorescein it is seen as a deposit of points.

## **Epithelium bubbles**

Epithelium bubbles are air bubbles under the lens that cause blisters, deformation of the epithelium by pressing the bubbles on the lens, and the lens on the epithelium.

## **Vacuoles**

These are round and sharply liquid-filled bubbles without air that are located among the epithelium cells, size of 2–6/100mm, and accommodated together with the microcysts. They usually occur in using very high positive contact lenses (as in aphakia) and they may appear also during the usage of hydrogel lens of low dk/l values, in lack of oxygen and in insufficient blinking of the eye.

## **Microcysts**

Greyish transparent points of 2–5/100mm in size and they often appear in the central part of the cornea. They are located in the epithelium and appear due to the lack of oxygen, immovable lens, non-uniform pressure of the lens and the degeneration of epithelium cells. When we remove the lens for a while they disappear, but they reappear on the same place.

## **Epithelium bullae**

These are liquid-filled windows between the epithelium and the Bowman's membrane, of orange colour, oval to flat form, less sharply bordered and they pass into each other. Bullae are of lower angle of refraction and therefore they are recognised by the uni-directly oriented light and shadow and by the orange colour. They occur due to the lack of oxygen, dystrophy. This can be helped by removing the lens, and later trying with a thinner and better permeable and smaller lens. The inspection is done by means of fluorescein which stains the damaged epithelium cells and thus makes them more visible.

## **Infiltrates**

We see them blurred, like a cloud, they are not stained by the fluorescein, and are later absorbed. They are observed by means of the sclerotic illumination.

## **Vascularisation**

The small vessels from the surrounding blood vessels in case of lack of oxygen renew and permeate the cornea and this phenomenon is called neovascularisation. Several bigger wider vessels are allowed only under the upper lid and only during pressure.



Neovascularisation is caused by wearing low permeable lenses, steep lens fitting, infection, inflammation and defect on the cornea.

The customer wearing such a lens does not feel neovascularisation and therefore the oxygen supply needs to be increased. When the cornea receives sufficient oxygen, the blood from the vessels drains but they remain present. We can help by increasing the material permeability and shortening the time of wear.

### **Polymegathism**

The increase of the endothelium cells where their number at  $\text{mm}^2$  is reduced from 2,000 to 2,600 items. If the number fell below 1,500 pcs. it would cause irreparable defect and hazed cornea.

The endothelium cells are not regenerated.

### **Polymorphism**

The endothelium cells change their hexagonal form and the mentioned changes and defects are easily caused by too-long wearing of contact lenses and low material permeability.

## **SPECIAL INSPECTIONS USING SLIT MICROSCOPE**

The inspections by means of SlitMicroscope are described and they are very important for the fitting of contact lenses and at the same time the clinically relevant anatomy and physiology of the anterior segment of the eye segment is considered to be well-known.

### **Di-Na – Fluorescein**

This is often called also fluorescein – orange-red powder which is dissolved in water and with tear film and shows an intensive fluorescein picture. Fluorescein means stimulation of electrons in the molecule so that they cause cold illumination. The wavelength of fluorescein is shorter than the emitted radiation. By short-term illumination the electrons from the fluorescein molecules jump to a higher energy level. During their jump back to the lower level they cause radiation which for a certain element shows a certain colour.

### **Bengal pink**

It belongs to the diagnostic colours and chemically – it is a successor of fluorescein. Unlike fluorescein it does not show fluorescein radiation. It is observed in the white light and acts toxically on the cells, which increases with the use of light. It stains the dead cells as well as

the areas of the cornea and conjunctiva which have disturbed flow of tears, and are thus not protected from the toxic action of the Bengal pink into the pink-red colour. It may be said that the eye when died Bengal pink has problems in generating the tear film, i.e. tears.

It is available in the form of strips and solutions. Its use causes high itching in the eye and discomfort which may lead to Blepharospasm and because of its negative properties the use of Lissamine green is recommended.

## **Lissamine green**

Lissamine green is a synthetic colour (E142) which dies the dead cells with defects on the membrane green. It may be thus used in diagnosing the dry eye and it is especially good in showing the dry spots on the conjunctiva. They do not show fluorescence either and the observation is done by white light, and it is used on impregnated paper strips. Unlike Bengal pink it does not show toxic action on the cells and is subjectively well tolerated. Due to low molecular mass there is danger of staining the hydrogel contact lenses and it is not recommended in case of wearing this type of lenses.

## **DETERMINING THE AMOUNT OF TEARS AND THE QUALITY OF TEAR FILM**

The quality and amount of tear film has great significance for successful fitting of contact lenses and their testing is of great importance. It should be taken into consideration that in the following procedures the poor quality of the tears (due to the amount or the composition) is not the final prognostics for either success or failure in fitting the contact lenses. Generally, the forecast in case of insufficient tear film and normal composition is better than in the case when there are problems in the composition of the tear film.

### **Evaluation of the amount of the tear film**

#### Estimate of the height of the tear meniscus

We measure the height of the tear meniscus in relation to the lower lid and we check that there is no break in the tear meniscus. If the height is below 0.2mm or the tear meniscus is broken, this indicates that there are not enough tears. The measurement should be carried out without irritating the eye.

At the beginning of the measurement the inspection is done with as little light as possible, and horizontal or vertical slit can be used. The important thing is that the light comes from below, and only up to the bottom lid in order to avoid glare.

## Evaluation of the quality of the tear film

The quality of the tear film is determined by observing the speed of the tear flow and the amount of detritus, using BUT test and by determining the interference colours.

### Tear flow rate

The assessment of the tear flow rate makes it possible to determine the ratio of viscous, watery and oily share in the tear film. Normal tear film shows uniform movement of medium rate following a blink. The watery tear film flows very fast. The viscous tear film which contains a lot of mucins and lipids shows a slow tear flow rate. The assessment of the tear film requires quite a lot of experience by the observer. Apart from the tear flow rate also the amount of detritus is observed (particles of dust, dead cells, etc.).

### Break-up method (BUT)

Break-up method is used to measure the rate of the breaking of the tear film, i.e. occurrence of the so-called “dry spots” – dry places on the cornea. Since the breaking up of the tear film depends on many factors, such as e.g. composition of the tear film, nature of the corneal epithelium, thickness of the tear film and also the amount of tears, this tells us about the generalized disorder in tears, i.e. about the corneal “tear film – epithelium” system. Normal BUT amounts to more than 10 seconds. There are two methods of carrying out the “break-up” test:

1. the invasive method (BUT) – the breaking of the tear film is measured by applying fluorescein on the cornea which is additional mechanical and chemical stimulus, and affects the measurement results;
2. non-invasive method (NIBUT) – measurement is done without fluorescein, and in order to make the dry spots on the cornea visible, a net structure is projected on the cornea. In practice this test can be done by means of specially designed apparatus: the tearscope.

### Interference colours

Interference colours of the tear film are observed by a SlitMicroscope in diffuse illumination or in mirror illumination with bigger magnification. The interference colours in the tear film appear due to the difference in the refractive index of the tear film layers and based on these we can make conclusions about the thickness of the lipid layer whereas based on the interference patterns we can make conclusions about the homogeneity.

It may be observed with a SlitMicroscope in indirect or direct reflective illumination or with an apparatus manufactured specially for these purposes (TEARSCOPE).

The colours that occur during the observation indicate the composition of the tear film, and the pattern in which these colours are distributed speaks about its homogeneity. Briefly we may claim that:

green, red and yellow appear in a lipid tear film,  
blue, violet and grey speak of a viscous tear film,  
silver, grey and white indicate a watery tear film.

## CONCLUSION

Detailed inspection of the anterior eye structures and eye adnexes is often done by using a slit lamp mounted on a SlitMicroscope. This allows inspection of all the eye media from cornea to vitreous humour, with magnified image of the lids and other external eye structures.

Fluorescein dye before the inspection can identify cornea abrasions and infection by [herpes simplex virus](#).

Slit lamp inspection offers stereoscopic magnified and extremely detailed picture of eye structures, which allows making precise anatomic diagnosis for different eye deficiencies. With special lenses the slit lamp allows also ophthalmologic and gonioscopic inspections.

A slit lamp is a stereomicroscope with a slit lamp which creates “optical cuts” of the transparent part of the eye. This makes it possible to observe the cornea, anterior chamber, lens and vitreous humour as if these were histological cuts. Besides, SlitMicroscope is used to observe also other parts of the eye: lids, conjunctiva, sclera, and iris. It has variable magnification from 5 to 25 times. The SlitMicroscope is the basic and irreplaceable instrument in many diagnostic and therapeutic interventions, such as fluorescein test, removal of a foreign body from the anterior segment, removal of stitches, lasering.

Various additions can be added to the SlitMicroscope:

- Eyepiece for an assistant makes it possible for the observer to see the same as the examiner ;
- Applanation tonometer allows measuring and direct reading of the intraocular pressure values;
- Pachometer measures the thickness of the cornea;
- Laser – laser beam is directed into the eye by means of a slit lamp;
- Still camera – it can record the anterior segment, interior surface of the eye, and fluorescein angiography.

Various contact and non-contact lenses can be used along with the microscope. For instance, three-mirror contact lens is used to inspect the central retina, peripheral retina and angle of the anterior chamber (gonioscopy).

# 13. Diagnostika keratokonu v ambulanci optometristy

Mgr. Ondřej Vlasák

LF MU, doktorské studium (lékařská biofyzika), 2. ročník

[vlasak@neovize.cz](mailto:vlasak@neovize.cz)

Abstrakt:

Jaké indicie vedou k diagnostice keratokonu. Lze úspěšně diagnostikovat či alespoň vyřknout podezření na keratokonus v ambulanci optometristy? Přednáška pojednává o rizikových faktorech a klasifikaci stádia keratokonu a jiných ektázií rohovky.

What clues leads to a diagnosis of keratoconus. Can we successfully diagnose or at least utter suspicion of keratoconus in an ambulance of optometrist? The lecture discusses the risk factors and stage classification of keratoconus and other corneal ectasia.

Text přednášky:

Definice:

Keratokonius je pomalu progresivní, nezánětlivé, obvykle oboustranné kuželovité vyklenutí a ztenčení rohovky, vrchol keratokou bývá ve spodní a zároveň nasální části rohovky.

Oproti tomu, pelucidní marginlní degenerace se projevuje především v dolní polovině rohovky.

Epidemiologie:

Keratokonius se projevuje především v druhé dekádě života, jsou však známy případy vzniku ve třetí až čtvrté dekádě. Keratokonus vznikající v druhé dekádě života má rychlejší progresi.

Incidence: 2/1000.

Onemocnění spojená s keratokonem (KC): atopický ekzém, retinitis pigmentosa, vernální keratokonjunktivitida, retinopatie nedonošených, Leberova kongenitální amauróza, Ehlers-Danlos syndrom, Downův či Marfanův syndrom...

Etiologie KC: mikrotraumata spojená s rohovkou (mnutí očí při atopii, kontaktní čočky, UV záření), přítomnost volných radikálů, apoptóza keratocytů, nedostatek protektivních enzymů... Dále 6-8% pacientů má pozitivní rodinnou anamnézu.

Klinický obraz:

- Symptomy
- Zevní znaky + štěrbinová lamapa
- Keratometrie
- Topografie a aberometrie rohovky

Symptomy:

Fotofobie, monokulární diplopie, glare, snížená kontrastní citlivost a zraková ostrost.

Zevní znaky:

Munsonův znak: v případě pohledu pacienta směrem dolů je patrná V-deformace spodního víčka vlivem vyklenuté rohovky.

Rizzutiho fenomén: při osvětlení štěrbinovou lampou temporální oblasti rohovky, se světlo promítne na nasální oblast

Hydrops: porušení Descementovy membrány a tím vznik edému rohovky.

Vogtovy strie: zřasení Descementovy membrány. Nález jakoby poškrábání zadní, intraokulární, části rohovky drápky od kočky.

Zvýrazněná inervace: nervová vlákna jsou více patrná.

Fleischerův prstenec: hnědavý kruh usazenin železa kolem apexu KC. Lépe vidět s kobaltovým filtrem.

Excentrické protenčení rohovky při pohledu přes štěrbinovou lampu s úzkým průřezem rohovkou.

Jizvení rohovky.

Keratometrie:

Hodnoty vyšší jak 47,0 D. Rozdíl keratometrie v horní a dolní polovině rohovky o více jak 1,5D (při manuálním módu změřit paracentrální hodnoty)

Odlišnosti dle typu rohovkové ektázie.

Topografie a aberometrie rohovky:

Při rohovkové topografii typický obraz rohovkových map.

Při aberometrii vyšší hodnota rohovkových aberací, především kómy.

Stádia KC dle Amslera:

- Stupeň 1: šikmý astigmatismus s nesouměrností kroužků při keratoskopii. V 6/6 brýlemi.
- Stupeň 2: znaky prvního stupně jsou intenzivnější. Mírné protenčování rohovky
- Stupeň 3: rohovka dostává konický tvar, ztenčuje se, ale nejsou opacity ani jizvení. V pod 6/6 s brýlemi, s KČ stále zachován V6/6. Nepravidelný astigmatismus 2-8D
- Stupeň 4: opacity na vrcholu rohovky, keratometrie nad 55D.

Diferenciální diagnostika:

Nutno odlišit od poúrazových stavů, keratoglobu, Corneal warpage – přechodné změny zakřivení rohovky při nošení kontaktních čoček.

Léčba:

Konzervativní: brýle či KČ

Chirurgická: CCL (Collagen Cross Linking), ICRS (Intrastromal Corneal Ring Segment), Keratoplastika

# 14. Edita Vučaj: Keratometry and fitting of first contact lens

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA

## INTRODUCTION

For fitting of the contact lenses it is necessary to know exactly the topography of the cornea in the contact area between the contact lens and the cornea. The measuring instruments that quantitatively determine the topography of the cornea are the ophthalmometer and videokeratograph (computer-topograph/videokeratometer). The autorefractometer in combination with the keratometer is being increasingly used.

In ophthalmometer and most of other computerised topographs, the measuring limits of the actually encompassed area that is measured (and depends on the irregularities on the corneal surface) amounts to about 9mm. In principle this is too little for fitting, since contact lenses usually have a bigger diameter.

Determining the corneal topography is in principle determined as measuring of the size of the picture of the object whose image is formed on the cornea and the evaluation of the cornea cross-section.

## OPHTHALMOMETER (KERATOMETER)

We measure the central and peripheral radii (concave or convex curve) of the reflected surfaces. The measuring values are read in millimetres [mm], or in the values of corneal refraction [dpt]. For the fitting of contact lenses the values in millimetres [mm] are used. In case of toric surfaces, the total astigmatism can be calculated from the difference in the radius of the values of corneal refraction [dpt] by using *JAVALA's RULES*.

### Principle of measurement

Two test marks of the known size are projected on the surface which is to be measured, by means of adequate optical system – TELESCOPE.

The quality of the image of the test marks leads to the conclusions about the regularity of the measured surfaces in the measurement area.

When fitting the *hydrogel contact lenses* the conclusions about the quality of the test marks are made after a blink.



## ***Test marks***

Every producer has developed their own test marks. They are produced so that they enable *simple accidental contact*. There is additional possibility of simple finding of the main cross-sections of toric surfaces, including *axial corneal astigmatism*.

The types of test marks that are used:

- 1.) **JAVAL - test marks** – rectangle and a step with a black line in the middle to look for the main cross-sections = by contacting marks
- 2.) **According to LITTMANN - test marks** - cross/hollow cross
  - centring cross into cross
- 3.) **SUTCLIFF BAUSCH&LOMB test marks** - cross/line = overlapping of marks

For finding of the main cross-section directions, the *ophthalmometer* handle is turned and set so long until this difference in the height of the test marks on the cornea disappears.

## ***Factors that influence the accuracy of measurement***

- 1.) DEPENDENCE ON THE DISTANCE (dependent/independent)
- 2.) DIAMETER OF THE MEASURING AREALS
- 3.) CENTRING

### **Dependence on the distance**

By changing the keratometer-measured area distance, the images of test marks appear at a different angle. This means that the actual size of the test marks in the same curved surfaces that are to be measured – changes thus changing also the result. By reducing the keratometer/measured surface distance, the test marks are mapped at a bigger angle, the object is thus *too big*. The consequence is the change in the size of the picture – the resulting picture T.=. is also *too big*. The radius is then also too big. If the keratometer/measured area of the test marks is mapped at a smaller angle, the measured radius is too small.

As reasons for change of the keratometer/measured area distance the following are taken:

- 1.) UNCORRECTED AMETROPY of the observer,
- 2.) ACCOMMODATION (instrumental myopia) of the observer,
- 3.) WRONG SETTING OF THE EYEPIECE.

In accommodation the distance is reduced and thus big radii are measured.

## **Diameter of the measuring areas**

Depending on the type of the instrument and the radius of measuring surface curvature, the distance between the reflected areas amounts to approximately 2-4mm. Measuring is thus never performed exactly in the centre of the circle, but rather always at a certain distance from the centre. Thus, *we do not measure the actual central radii of curvature*. The irregularity between the reflected areas and the test marks are not taken into consideration during measurement. The smaller the distance of test marks, the closer we are to actual central radii of curvature. However, this reduces the accuracy of measurement

## **Centring**

Because of incorrect alignment of the measuring surfaces in the instrument errors occur due to astigmatism of slope beams. Because of incorrect centring it is measured on undefined place. It is, therefore important to take care to align the measured object and the ophthalmometer on the common optical axis during measurement, and the test marks should be in the centre of the measuring field of the ophthalmometer. For better centring of the test marks certain instruments in the central visual field have a circular mark.

## **TOPOMETRY OF THE CORNEA**

This term means *determining of the curvature radius* of many corneal points for a better presentation of the front surface of the cornea.

### ***Central radii of corneal curvature***

At the very beginning of fitting of contact lenses the central radii of the corneal curvature are measured. After the obtained results a rigid contact lens of the known geometry is inserted, and from the interpretation of the FLUO-IMAGE the necessary changes for optimal fitting of the contact lens are carried out.

Next important step in trying and fitting of contact lenses is the measuring of the peripheral radii. In the majority of cases the first contact lens that is fitted has good fitting form and even in case of rigid contact lenses it has "slight" (weak) feeling of a foreign body in the eye. The trial contact lens often has an already defined back surface, thus making the fitting much shorter.

### **Measuring of central radii**

Measuring by an instrument that depends on the distance (Javal) the eyepiece has to be set to ametropy i.e. behaviour of the OBSERVER'S eye accommodation. The patient is positioned on the chin support so that the surface of the face is parallel with the surface of the support, and

the eyes are at the height of the marks on the support. The eye that is not being measured is COVERED, so that the patient makes better fixation with the measured eye. The patient is asked to focus the light in the centre of the instrument.

For better ACCOMMODATION CONTROL, both eyes of the examiner have to be OPEN, especially in case of distance-dependent instrument. Also in case of instruments where MONOCULAR observation is required, both eyes have to be open.

### ***Peripheral radii of curvature***

In ASPHERICAL measurement surfaces (aspherical CL and cornea) by measuring the peripheral radii, the EXCENTRICITY is taken as measure for flattening.

The corneal periphery which has MATHEMATICAL VALUE are SAGITAL and TANGENTIAL RADIUS. Both radii can be used to obtain pictures of the peripheral corneal structure.

In order to better understand this, let us provide a short introduction in the properties of conic aspherical surfaces.

### **Sagital and tangential radii**

The tangential radius plotted in the curve imitates the actual situation of the ophthalmometer, where RADIUS is measured only in one determined distance from this point the TANGENT. It represents the mean value between the curvature on the curve points, where the test marks are located.

This radius corresponds approximately the tangential radius in point P. Since the measurement is carried out in one meridian, it is more precisely to speak about the MERIDIONAL RADIUS.

Sagital radius  $R_s$  is the radius of the rotational surface in one point. In toric surfaces, the central point  $R_s$  is not on the optical axis any more. From  $R_s$  and central radius  $R_0$  with defined angle the NUMERICAL EXCENTRICITY can be calculated.

### ***Determining of peripherally curved radii according to the measuring procedure of sagital radii***

This procedure has been introduced for the fitting of ASPHERICAL C.L., and today it is used also for the CORNEAL TOPOMETRY – with aspherical toric flow of the surface with different flattening in all four meridians. The target results in practice are important support to precise fitting of contact lenses on the CORNEA.

For the measurement, apart from the CENTRAL RADIUS also the radius of curvature SAGITAL is measured at an angle of 30° (S, I, T, N) in all four radii. The sagital is measured PERPENDICULARLY to the respective half-meridian. In this way the flow of half-meridian of the cornea approaches the ELIPSIS with MEAN NUMERICAL EXCENTRICITY.

Based on the distance T.O. and the ophthalmometer measuring principle, the CORNEA is measured in the STEEPER HALF-MERIDIAN, in the ever flatter parts of the cornea, and in the FLATTER HALF-MERIDIAN on the ever steeper parts of the cornea. In order to IZJEDNAČITI the DIFFERENCE, the measured radii are corrected. For the correction the central differences of radii in HORIZONTAL and VERTICAL PART =  $\Delta r$  are used.

For this the following dependent relations are valid:

1. in the FLATTER MERIDIAN,  $\Delta r$  is ADDED to the measured values

$$R_{S_{plosn.}} = R_M + \Delta r$$

2. in the STEEPER MERIDIAN,  $\Delta r$  is SUBTRACTED from the measured values

$$R_{S_{strm.}} = R_M - \Delta r$$

## **DEFINITION, CLASSIFICATIONS AND PRINCIPLE STRUCTURE OF CONTACT LENSES**

Contact lens means lens which is worn on the front surface of the eye. The lenses can correct refraction errors, but there are also those that do not correct them.

They are classified according to different criteria:

1. type of material
2. degree of coverage
3. purpose of usage
4. construction

## **According to type of material**

### **Rigid, of stable form**

This is contact lens which keeps its final form without support and under normal conditions. They are of stable form and gas permeable.

They are made of polymer which in its composition has one or more components that in sufficiently high concentration enables oxygen permeability

### **Soft contact lenses**

This contact lens needs support in order to keep its form. Today the material is used which receives water in order to become soft. They are called HIDROGEL and absorb 10% of water.

NON-HIDROGEL – depend on the thickness and structured of pure SILICONE RUBBER. They are soft but they do not attract water.

Depending on the material they are made of as well as on the oxygen permeability there are conventional hidrogel and silicone hidrogel contact lenses.

Because of different properties of the materials there are also different fields of application of the contact lenses, behaviour, fitting, including the fitting properties as well as design.

## ***Classification according to degree of coverage***

- CORNEAL
- SCLERAL
- CORNEAL-SCLERAL

CORNEAL C.L. – valid for stable C.L.

Regarding the diameter they are smaller than the IRIS. They are worn on the cornea, i.e. they cover only the cornea. Soft contact lenses cannot be fitted in such a manner, they would not hold and they would slide off.

SCLERAL C.L. - Ø 19-28 mm – stable contact lenses

Their diameter is larger than the visible diameter of the IRIS. They are fitted on the cornea and on the border part of the bulbar conjunctiva.

Today they are used only as SPECIAL ones, in IRREGULAR CORNEAS, on which the CORNEAL contact lenses cannot be used due to mechanical reasons.

CORNEO-SCLERAL CONTACT LENSES

They are worn on the CORNEA – LIMBUS – small area of SCLERAL CONJUNCTIVA. The diameter is by 1-2.5mm bigger than the corneal diameter.

They are usually hydrogel ones; however, in special forms of the cornea also stable contact lenses are used.

### **Corneal contact lenses**

They are by 10 to 15mm smaller than the cornea and lie exclusively on the surface of the cornea. They are considered to be the semi-rigid contact lenses.

They are made in radii of 4.6 to 10.0mm. The lens diameter is between 8.0 and 12.0mm. They are made of different polymers that fulfil various requirements of the eye physiology.

They are divided into:

- one-curve,
- two-curve,
- three-curve,
- multi-curve,
- spherical corneal lens with aspherical periphery,
- aspherical corneal lens,
- tangential or offset lens,
- conical corneal lens,
- aspherical contact lens for KK/KG/KP,
- piggyback – dual system,
- toric corneal
  1. **RT**- back toric
  2. BT - bi toric
  3. BTC - bi toric compensated
  4. **VPT** – front prismatic toric
  5. BIFOCAL C.L.
    - MONOVISION/combined monovision
    - SIMULTANEOUS
    - ALTERNATING
    - SYSTEMS WITH CORTICAL SELECTIVITY
    - MULTIFOCAL C.L.

## **CONTACT LENS STRUCTURE**

Contact lens has a front and back surface. They may be built of one or several curves – spherical and aspherical.

SPHERICAL SURFACE results from the rotation of a circular arc around one plane in its centre.

ASPHERICAL SURFACE results by the rotation of one curve with step-variable radius around the contact lens axis.

From these areas of the front and back surface of the contact lens the diameters of the optical zone of the front or back surface are determined.

From toric surfaces the elliptic forms and the respective two values each in the zone occur.

## **BASIC CONDITIONS FOR CONTACT LENS FITTING**

### **General conditions**

For the fitting to be successful, subjectively and objectively, the following optical and psychological conditions have to be met:

- => visus with contact lens has to be the same or better than the one with eyeglasses;
- => the metabolism of the anterior eye segment (especially the cornea) should not be LOADED on a long-term basis in order to avoid damages;
- => contact lens has to be comfortable;
- => contact lens has to serve its purpose;
- => contact lens has to be wearable.

### SUPPLY OF CORNEA WITH OXYGEN

This is the most important condition. Normal cornea receives the oxygen for the supply from the air. Without sufficient oxygen it reacts with various reactions typical for the lack of oxygen.

Contact lens covers the cornea and represents a barrier for the oxygen. It has to be SUFFICIENTLY GAS-PERMEABLE so that the oxygen can reach the cornea, i.e. for the oxygen solved in the tear film to be exchanged below the contact lens.

Small diameter of the contact lens is suitable for the oxygen exchange (RIGID contact lenses).

### TEAR EXCHANGE

In order to insure the function of the cornea, the TEAR exchange below the contact lens / cornea has to be constant. It supplies oxygen and ions necessary to maintain the corneal

epithelium, and takes away  $CO_2$  and the dead cells. Absence of exchange and circulation would lead to local disturbance of the exchange.

Additionally a certain thickness of the tear film is necessary in order to avoid sticking of the contact lens on the cornea.

The contact lens material has to have adequate crosslinking, and in some C.L. to absorb water. Contact lens should not be too old, since thus it prevents spontaneous tear exchange.

### MOBILITY

Contact lens has to move in order to be comfortable. However, if it moves too much, it may cause irritation and damage in the area of cornea and conjunctiva and irritation of the lids. All this may cause the feeling of a foreign body in the eye.

## ***Fitting of rigid contact lenses***

### PARALLEL

The back surface of the contact lens and the form of the front surface of the cornea have good overlapping. However, during the day, too strong adhesion may occur, i.e. sticking of the contact lens on the surface of the cornea. This is not desirable and therefore parallel fitting is avoided.

The best fitting on the ASPHERICAL cornea is achieved by ASPHERICAL back surface of the contact lens.

### EDGE FITTING

Aspherical cornea is fitted by two-curve or multi-curve contact lenses – MODIFIED.

In case of very IRREGULAR CORNEA the basis curves, peripheral radii and the diameter zone according to the cornea are fitted.

As the BASIS FOR FITTING of the back surface of the contact lens on the front surface of the cornea the TOPOGRAPHICAL data are used:

- => central radius of curvature;
- => degree of peripheral flattening (ASPHERIC characteristic);
- => dimensions and axis of corneal astigmatism (TORICITY)
- => regularity of the flattening distribution in half-meridians.

## ***Static assessment of contact lens and cornea***

The assessment is carried out by a SLIT MICROSCOPE, with FLUO-trial in the blue light with yellow filter. The fitting of the back surface of the contact lens on the front surface of the cornea



is assessed. The FLUORESCEIN INTENSITY is observed, which depends on the thickness of the tear film below the contact lens. On places where the contact lens is lifted the fluorescein colour is stronger, and where it is closer to the cornea, the colour is weaker. In parallel fitting the fluorescein intensity is uniform.

The assessment is possible when the contact lens is centred in front of the cornea.

## **SELECTING THE FIRST CONTACT LENS**

### ***Shape of the back surface***

PARALLEL to SLIGHTLY FLAT fitting is expected in the FLATTER MERIDIAN. This simplifies the fitting assessment.

The RADIUS OF THE OPTICAL ZONE OF THE BACK SURFACE is selected according to the CENTRAL RADIUS OF THE CORNEA, approximately by 3/10 to 4/10mm steeper.

PERIPHERAL STRUCTURE of the contact lens is determined by the NUMERICAL EXCENTRICITY of the CORNEA. Or,  $\varepsilon$  for all four meridians are determined, or the one of the FLATTER one.

### **Fitting with aspherical back surface**

The radius of the optical zone is selected according to the radius of the cornea in the flatter meridian. For the better assessment of the fluo-picture and the fact that the cornea outside the area included in the measurement continues to flatten,  $\varepsilon$  of the contact lens need to be increased by 0.1 than the  $\varepsilon$  of the cornea.

FIRST TRIAL contact lens - ASPHERICAL

### **Fitting with two/three/multi-curve back surface**

#### ***Bad centring***

Bad centring occurs in irregular distribution of the corneal  $\varepsilon$  in half-meridians, as well as in case of ASTIGMATISMUS INVERSUS.

The DIAMETER of the contact lens and/or transversal form of the contact lens needs to be changed. The following rules are taken into consideration: impact of factor on the fitting of the contact lens. If good results fail to be achieved in this case as well, two / multicurve contact lenses are inserted since for better centring in aspherical contact lenses big changes on the

back surface of the contact lens need to be made, and this has negative influence on the wearability of the contact lenses.

### ***Determining the value of contact lens refraction (dpt.)***

Contact lenses and GLASSES differ in the power of picture refraction, since the glasses are at a greater distance from the vertex and there is AIR as medium around them. Contact lenses float in the tear film directly on the cornea. Thus the power of the CORNEAL refraction and the contact lens is reduced. Additionally there is also the TEAR LENS between the cornea and the contact lens whose optical performance depends on the radius of the optical zone of the contact lens.

# **15. Ana Križić, bacc.ing.opt.: Vision disorder caused by keratoconus**

**UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA**

## **INTRODUCTION**

Keratoconus is a non-inflammatory and progressive cornea disease of unknown etymology. It results in the thinning of the cornea centre which leads to the bulging of cornea in the form of a cone. The cone, with irregular astigmatism progresses constantly. The eye becomes short-sighted, the acuity falls depending on the keratoconus phase, even below 0.1 measuring units.

During refraction, in a relatively short period changes in astigmatism, power and axis of cylinder are observed.

As far as it is known, it is not possible to cure a Keratoconus. Acuity can be improved only by using hard contact lenses.

For the case of keratoconus, cooperation with an ophthalmologist is necessary. Advanced keratoconus in the final phase leads to the need for operative technique of cornea transplantation.

Our task is to find the best possible acuity and provide the best fitting of rigid and semi-rigid lenses, to clients suffering from keratoconus in obligatory cooperation with ophthalmologist.

This paper will present the problems that affect the vision in patients suffering from keratoconus, patophysiology and the development of keratoconus, symptomatology, and how to use a series of perforations to achieve the best possible acuity.

## **FUNDAMENTALS ABOUT KERATOCONUS**

### ***1.1 Definition***

Keratoconus (*Greek: kerato – horn, cornea; conos - cone*) is a degenerative disorder of the eye, i.e. the cornea. Cornea, which is of the normal shape of a half-sphere, gradually becomes thinner and more protruding like a cone (Figure 1.) The disorder in the shape of the cornea disturbs the proper entry of light into the eye and its focusing on the retina which results in the vision disorder.

The vertex depth increases, which adds “minus” dioptre and apex moves nasally downwards. The cornea is steeper and decentred.

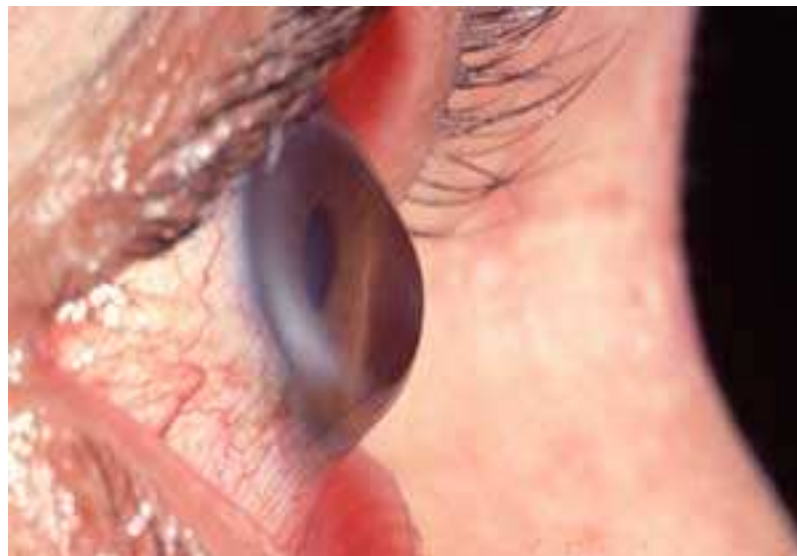


Figure 1 - Keratoconus

## **1.2. Cornea**

The cornea (*lat. cornea*) is the transparent front part of the eye which extends to the sclera and is a component of the external eye layer. It is not completely spherical (sphere section), but rather mainly slightly flattened along the vertical meridian (Figure 2). It lets light beams pass through into the eye and hence normal vision. It is structured of highly organised groups of cells and proteins. It represents a very important refraction element since its curvature acts as a strong convergent lens.

Unlike the majority of tissues in the body, the cornea does not contain blood vessels that would feed and protect it against infection. Instead, the cornea receives nutrients from the tears and the aqueous humour contained in the eye chamber behind it. The cornea has to be transparent in order to provide proper light refraction. The cornea tissue is organised in five basic layers: epithelium, Bowman’s layer, stroma, Descemet’s membrane and endothelium.



Figure 2 – Difference between a healthy eye and eye affected by keratoconus

### **1.3 Diagnosis**

It is relatively easy to diagnose a moderate or advanced keratoconus. Its diagnosis in the early phase, at the beginning of the disease is somewhat more difficult and requires more data and tests. Often the patients suffering from keratoconus change visual aids, within a short period of time, neither of which provides satisfactory vision correction. The dioptres often vary and the findings differ from examination to examination.

Examination used for diagnosing this condition include:

- retinoscopy,
- direct ophthalmoscopy,
- keratometry,
- photokeratoscopy,
- slit lamp examination.

Slit lamp can identify numerous classical signs of a keratoconus. Fleischer ring, Vogt's lines, thinning and cornea scars, different colours in the otherwise transparent cornea, increased visibility of cornea nerves and cornea hydrops.

**Fleischer ring** is a yellowish-brown or olive-green pigment ring which can, but not necessarily, surround the cone base. It is caused when the pigment hemosiderin deposits in

epithelial cells. As the disease progresses, the Fleischer ring becomes thinner and more discrete. With careful inspection this sign is discovered in 50% of patients. Using cobalt filter this sign is in the beginning more easily recognised.

**Vogt's lines** are small, of brush-like form, perpendicular, but can also be curved. They are located in the deep parts of cornea tissue in the area of greatest curvature. The lines disappear with external pressure on the globe over the lid. After removing the pressure, the Vogt's lines reappear and they are easier to see. Rigid lenses sometimes emphasise these lines.

**Corneal thinning and appearance of scars** are characteristic of this disease. The scars are usually observed later with the appearance of fractures in the Bowman's membrane.

**Corneal opacification** can appear in patients who had never been contact lens users before. The corneal cells die away and are replaced by the cells from the peripheral parts. Opacification can result also from eye rubbing or poorly fitted contact lenses.

**Corneal hydrops** is the concentration of the eye fluid in the cornea in the advanced phases of the disease when the Descemet's membrane fractures. Sudden onset of this condition causes sudden loss of vision and visible point on the cornea. Hydrops causes a swelling and clouding. When the marginal membrane recovers, these symptoms may disappear; if there is a scar, a frequent consequence is a flatter cornea, which facilitates the use of contact lenses. Hydrops occurs more often in case of patients affected by the Down syndrome, but not only the Down syndrome but rather the Turner syndrome as well.

**Munson's sign** is noticeable even without using the slit lamp. It occurs in advanced keratoconus when the cornea is so protruded that it causes angular curvature of the lower lid when looking downwards.

**Rizzuti light reflex** is the name for the shift of the light reflex towards the nose furrow when light is projected from the temporal side. It occurs also in other eye diseases, but can help in the diagnosis when a slit lamp is not available.

**Lower eye pressure** is a frequent sign and it results from thinner cornea and/or increased rigidity of the sclera.

## **2. PATOPHYSIOLOGY AND KERATOCONUS DEVELOPMENT**

Any corneal abnormalities can seriously affect the way in which we perceive the world around which influences our everyday life i.e. makes the performing of everyday tasks difficult.

The cause of keratoconus is probably a multi-factor one, which means that it is the consequence of several factors.

In its initial phases, keratoconus causes slight clouding and disturbance of visual acuity as well as increased light sensitivity. The progression of keratoconus and its influence on every eye is individual.

In 90% of cases the disease affects both eyes.

It usually develops asymmetrically, and it is diagnosed on the other eye some five years after the first eye. The process can be active five, ten or twenty years and may stabilise after that, i.e. it stops in progress after a long period of time, even for life. During the active phase the disease can progress very slowly or fast, and individual variations are very large.

The initial signs of keratoconus include the following: acuity with glasses amounts to 0.8 to 1.0, but the cylinder power and axis vary. Very curved radii less than 7.0mm have significant influence on the onset of keratoconus. With an ophthalmometer the initial Amsler angle is observed, the test mark slightly shifted. Using skiascope the "fish mouth" phenomenon is searched for.

## **2.1 Classification**

Keratoconus can be classified according to the shape of the cone, mean keratometer reading or development grade.

According to curvature it is classified into:

- mild, < 45D in both eye meridians,
- moderate, from 45-52D,
- advanced, from 52-62D,
- severe, > 62D.

According to the shape of the cone:

- small diameter of 5mm, round, usually solved by contact lenses,
- large diameter, >5 mm, oval; often sagging in the bottom part which is not comfortable for lenses,

- biggest diameter, >6mm, affects more than 75% of the cornea and least suitable for lenses.

In correcting keratoconus we need to cooperate with the ophthalmologist who diagnoses the disease and recommends adequate care. It is possible to evaluate the keratoconus development grade by using the division according to Amsler.

Amsler has divided the development of keratoconus in four following grades and the fifth acute grade.

#### Grade 1

- myopisation,
- unequal scioscopic picture,
- broken ophthalmometric picture,
- deviation of axis in keratometer 1-3 grades,
- smaller corneal radius 6.9 – 7.2mm;

#### Grade 2

- significant difference in the size of ophthalmometric pictures,
- shift of axis of ophthalmometric pictures 4-8 grades (Amsler angle),
- cone clearly visible from the side,
- corneal thinning in the area of apex,
- smaller corneal radius 6.3 – 6.9mm;

#### Grade 3

- apical scars,
- visible Descemet folds and scars,
- radius 5.5 – 6.3mm shift of test marks over 9 degrees;

#### Grade 4

- very thin cornea in the apex, below 0.2mm,
- impossible to measure the radius,
- radius smaller than 5.5mm,
- resulting in corneal staphyloma, chamber fluid passes through the broken Descemet membrane into the stroma and causes oedema. Strong haze in the centre.



Grade 5

Sudden complete corneal opacity. The eye gets inflamed, swells, narrows and hurts. There is staphyloma (fracture), chamber fluid passes through the endothelium and Descemet membrane into the stroma, causing the clouding.

“After the acute condition of keratoconus only keratoplastic is possible.” [1]

## **2.2 Frequency of keratoconus and risk factors**

The actual frequency of keratoconus is not known, but about 10% of children may inherit the disease. According to estimates, keratoconus is found in one out of 2,000 persons in the general population. It follows no known national, geographic, cultural or social pattern.

### **2.2.1 Gender and age**

Keratoconus occurs equally in both genders.

It is most often diagnosed for the first time in young persons in puberty and in late teenage age. Keratoconus grows usually progressively over 10- 20 years, and then stabilises. Rarely does it occur after the age of 30.

### **2.2.2 Influence of genetics**

One scientific consideration indicates that keratoconus is of genetic origin. From the currently available information there is knowledge that one out of ten patients affected by keratoconus have also a blood relative with the same problem. The majority of patients with keratoconus have no family members with this disease. Some studies show that the occurrence of keratoconus is caused by the lack of fibrils in the cornea, resulting in the change of corneal shape into the conical form.

It is possible that this disease is the final phase of many physical disorders. The relation of keratoconus with the heredity, hypersensitivity diseases, certain system disorders, and long wearing of rigid contact lenses has been established.

### **2.2.3 Diseases and post-traumatic conditions**

In keratoconus as result of congenital diseases occurs the ectasy of the central corneal part. These are the diseases of the connective tissue, and may refer to autosomal-recessive, autosomal-dominant, or any other congenital disease. The condition has also been observed in severely retarded or blind children who cause slight trauma to the cornea by rubbing their eyes (e.g. the Down syndrome).

Although the actual cause of keratoconus is not known, it is considered that also the traumas that facilitate the occurrence of keratoconus are the corneal scars, eye rubbing, frequent allergies, long wearing of semi-rigid contact lenses and a number of possible other risks.

## **3. SYMPTOMS AND INFLUENCE ON ACUITY**

Keratoconus starts often as short-sightedness and astigmatism and the patients are completely unaware that they suffer from this condition.

The cornea gets slowly or quickly thinner, different in individual patients and along with this process the vision deteriorates. The vision deteriorates moderately or very severely, depending on the volume of affected corneal tissue. The patients often have double or multiple pictures on one eye and complain of picture deformation. Some patients experience halo effects, photophobia and light sensitivity. Sometimes, during the disease there may be a sudden decrease in the vision due to the rupture of the cornea and then eye fluid can enter into it. Swelling may take weeks or months until the rupture heals, and is gradually replaced by scar tissue, apical haze, which acts on sudden vision deterioration. In case of sudden swelling, the doctor may prescribe an eye therapy in order to alleviate the difficulties, However, there is no medicine that can prevent the onset of the disease.

## **4. Contact lenses**

“Keratoconus represents one of the greatest challenges for any contactologist. The shape of cornea in case of keratoconus differs from case to case. In keratoconus all the parameters for the contact lens have to be determined by testing, rather than calculation. Sometimes it is a time-consuming and hard work, and in advanced cases it is impossible to span the changed cornea with a corneal lens. Good visual acuity can be achieved only by applying rigid contact lenses, with the contact lens following the shape of the cornea and being sufficiently lifted on the edge to slide easily over its surface. Since in more advanced keratoconus it is not always possible to achieve satisfactory tolerance to contact lenses, a certain effect is achieved by a series of perforations on the periphery of the contact lens” [4].

### 5.4.1 Soft lenses

The role of soft lenses in case of keratoconus is limited due to the very elasticity of the soft lens which adhere over the irregular corneal surface, with the soft lens following the shape of the irregular cornea and without pressing on the apex has no efficiency.

### 5.4.2 RGP and PMMA lenses



Figure 11 - RGP lens

Rigid contact lenses (Figure 11) have been named thus because they are manufactured of non-flexible or minimally flexible material. The first rigid contact lens, which is usually called “hard lens” was presented in the late 1940s. Rigid contact lenses made of PMMA material were made in the period from 1948 to 1980.

Today, all the newer lenses are Rigid Gas Permeable lenses, but still some people continue to wear hard polymethylmetacrylate (PMMA) lenses, although some institutions consider that they should be eliminated. PMMA lenses are very long-lasting, often up to 5 years and even longer. They are resistant to scratches, fractures and some other damages. The diameters of PMMA lenses can be reduced with the necessary equipment, and the scratched surface can be eliminated by polishing.

RGP lenses, i.e. rigid gas permeable lenses are very similar to rigid PMMA lenses, but they are made of materials which contain silicone and fluorine. This material composition allows high oxygen permeability, thus making the lens surface less adherable for mucins and proteins from the tear film. Since this material features

good oxygen permeability, even better than soft contact lenses, it is much healthier for the cornea itself, where oxygen supply is one of the essential issues. This type of lens allows good visual acuity and corrects most of the refraction errors. They can be produced in almost any form, so that they satisfy the needs for visual acuity even in very complex corneal shapes. RGP lenses are very durable, and they have a longer lifetime than soft contact lenses. Like rigid lenses, these lenses also require a longer adaptation time and are not recommended for strenuous physical activities.

Regarding the possibility of variations in the very design of the lens, rigid gas permeable (RGP) contact lenses are the first choice in the correction of visual acuity in patients with keratoconus, and in the majority of cases they are also a permanent solution.

### 5.4.3 Piggyback



Figure 12 – Eye with piggyback lens

In the more advanced phase the keratoconus becomes very steep, the radius curve due to deformation and opacity of test marks cannot be measured any more. In individual cases a better position and satisfactory correction are achieved with the dual system (Figure 12). There are several types of dual systems, but all have in common that the lens has a soft base (hydrogel lens) which accommodates the rigid corrective lens.

Advantages of the dual system: better fit, better acuity, less irritation;

Drawbacks: poor oxygen transmissibility, more difficult handling, very expensive implementation.

## CONCLUSION

There is not one single design of contact lenses that is optimal for every type or phase of the keratoconus. According to the needs of every individual it is necessary to carefully evaluate and find an objective which offers the best combination of acuity and comfort for the corneal health.

Contact lenses are absolutely indicated for the correction of keratoconus and significantly reduce the need for keratoplastic, since by pressing the cornea they reduce the progression of the keratoconus and for a long time they provide satisfactory acuity.

It should also be taken into consideration that some of the persons affected by keratoconus suffer from poorer immune system, and have allergic reactions, often conjunctivitis and are very sensitive to viral and bacterial eye infections, and have problems with using contact lenses.

In cooperation with ophthalmologists we have to provide optimal lenses and with professional fitting the best optical correction and corneal nutrition.

# **16. Anja Sever: Night myopia**

## **UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA**

### **INTRODUCTION**

The objective or purpose of this seminar paper is not to revise some definitions, which we certainly already know or have learned about them, but rather to either learn or revise what we may expect if we encounter a customer who complains of difficulties during night driving, complaining of difficulties with change of lighting, or when they feel poor vision with change in contrast, especially in night conditions.

Using knowledge and through practice we can help this customer.

## 2. VISUAL SENSE

### 2.1 THE EYE

The eye is a part of the visual apparatus. Close your eyes and imagine that you cannot see. The visual impression is the human, visual impression for us means »life«, perception of the environment.

Eyes can be thought of as a perfect and very complex device, which is often compared to a camera or a still camera.

All »apparatuses« have one point in common; they focus external light on the visual field of the photosensitive sensor within the apparatus.

### 2.2 PHOTORECEPTORS

In »ocular apparatus« the photoreceptors are important, located on the retina. As we already know, these are sophisticated type of neural cells that are sensitive to light and have the capability of photo-transduction.

The photoreceptors – cones and rods contain the visual pigment rhodopsin.

Cones and rods (on the retina there are rods in the volume of 120mio, and cones 6-7mio.), are cells - »switches«, that cause photo-transduction (they convert the light signal into electrical signal).

The rods are responsible for the vision in lower light intensities and have no sense for colours and have low spatial resolution (so-called scotopic vision). They are sensitive to blue-green light, of the wavelength up to 500nm, and most of them are densely distributed in a ring of about 4.5mm diameter around the fovea.

The cones are responsible and more active at higher levels of light (so-called photopic vision), bringing us the perception of colours and spatial impression.

We know three types of cones (S, M, L-short, middle, long-wavelength sensitive cones), since they are also carriers of three types of pigment.



SLIKA 2. MREŽNICE

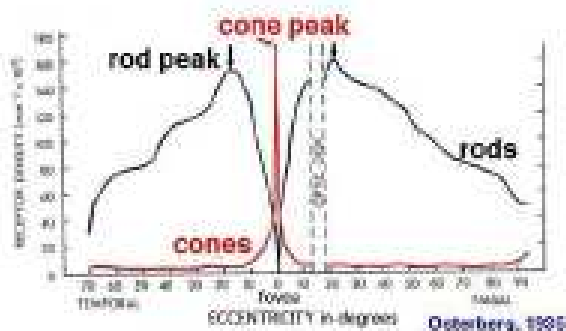
Figure 1 - Retina

## 2.3 RODS

They are allegedly »responsible« for night vision, when the lighting conditions are poor.

Often in literature the term »mesopic vision« can be found, where we can see that for the night vision not only rods are responsible but also the cones, since in mesopic vision at low light intensities both types of photoreceptor cells are active. The mesopic vision occurs, and in fact helps us in adaptation, when we “pass” from day to night/twilight vision (when the level of lighting is the same). Mesopic vision is very important in specific professions (pilot, policeman, driver, etc.).

When the light intensity falls below the intensity of moonshine, the cones stop their work, and then the rods continue to do their part of work, and we rely on them, when we need pure night vision.



SLIKA 3. RASPORED FOTORECEPTORA NA MREŽNICI

Figure 2 – Distribution of photoreceptors on the retina

## 2.4 RODS AND NIGHT VISION

The quality of night vision does not depend only on photoreceptors, but rather also on the anatomy and physiology of the eye (especially the size of the eye and the cornea).

Night or scotopic vision is the vision of rods.

## 3. ADAPTATION TO DARKNESS

Adaptation to darkness is a slow process. The eye has to adapt from the bright visual field (day) to lower brightness of the visual field (night).

In the beginning of the process it is in a certain way a fast process (rods need 5-10 minutes), but it is only after 25min that they reach 80% of sensitivity.

Complete adaptation to darkness under normal circumstances is allegedly 30-45min.



The story is shorter in case of cones and they adapt fast in several minutes, but their effect is not similar to the effect of rods. At midnight the visual acuity is much reduced, and it depends on the luminance of the object that is being observed.

The object can be recognised by showing more contrast than the environment in which it is located (it can be either lighter or darker). In case of low illumination the eye has to adapt to night colour spectrum, the pupil dilates also and spherical aberrations are possible, and therefore the so-called night short-sightedness or night myopia can occur.



SLIKA 13. NOĆNI UVJETI VIDA

Figure 3 – Night vision conditions

### **3.1 FACTORS THAT AFFECT ADAPTATION**

- Size and position of the retina (which size and which position is used in measuring the dark adaptation);
- Light wavelength during measurement;
- Regeneration of rhodopsin;
- Intensity and duration of illumination prior to adaptation.

## **4. NIGHT SHORT-SIGHTEDNESS**

The phenomenon of »night short-sightedness« is in fact when the eye becomes relatively more short-sighted under poorer illumination. It can be presented as a passing type of short-sightedness in conditions of night illumination, when the illuminance is lower than  $0.03\text{cd/m}^2$  there may come to the change in dioptré power of the eye towards short-sightedness.

With dilated pupil in the darkness and different illumination of the colour spectrum, as already mentioned, the spherical aberrations occurred as well. They appear as symptoms that have to be well noted in patient's history (if possible we should note it down with the same words that the patient uses when describing the symptoms).

The patient complaining of blurred vision in poor light can also have poor vision in poor lighting, when looking at an object, some mention and notice haze around the observed objects, they notice glare or reflex from car headlights (especially in adverse weather conditions such as rain, snow, ice, fog). Some also lose the depth perception.

According to different studies, one of the first I found was the study by Koomen M., Scolnik R. & Tousey R., »A study of Night Myopia« (JOSA, Vol.41, Issue 2, pp.80-83), which was published already in 1951. Many more studies followed published in various journals. A lot of these studies were written by optometrists worldwide, and the conclusion of almost all of them is that the topic deserves further research.

#### **4.1 CAUSES OF NIGHT SHORT-SIGHTEDNESS**

- Spherical and chromatic aberrations,
- Ciliary spasm,
- Adaptation (passage) from light to darkness due to change of biochemistry in the photoreceptors on the retina;
- Lack of vitamin A and zinc.

#### **4.2 TEST FOR NIGHT SHORT-SIGHTEDNESS INSPECTION - »WHITE POINT« TEST**

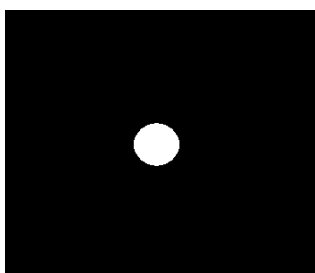
According to the lectures and the experiences of our professors and by studying the literature one may see that there are several tests to determine the night short-sightedness. I personally prefer the test presented to us by our professor M. Mihelčič, which I had opportunity to experience myself.

In the »white point« test the patient has to stay in the dark for about 20min. It is extremely important that before that we have perfectly carried out if possible objective refraction, and after that subjective refraction as well. It has to be checked that the patient has also binocular vision.

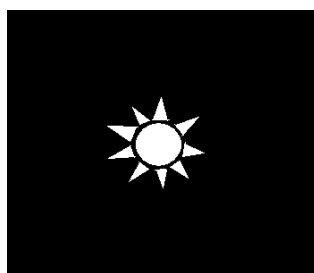
After 20 minutes in the darkness (which is from experience very uncomfortable for the patient and for the observer) the patient is presented with the »white point« test.

Figure 4:- White point test: Example

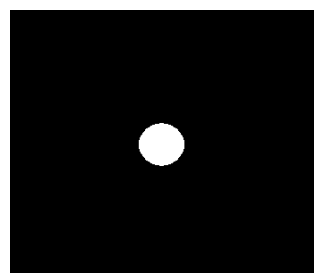
Light on



Dark room



Darkness after adding minus



»white point« test is best performed on LCD, in negative contrast, where the base means black colour, and the circle radiates white in the centre.  
It is interesting that it is necessary to find the »real« LCD or optotype, which in its base has built-in such a test.

When night short-sightedness is suspected, the patient sees the point (a circle) sharp and claims to see shadows or glare around the circle.

In case of such a patient, we place, in steps, binocularly into the trial frame, glasses in values of -0.25D each, until the patient says that they can see the circle perfectly with sharp edges, without glare, i.e. until the radiation around the circle is eliminated.

The value according to the studied and until now known literature means between -0.25D and -0.75D.

The value of night myopia correction is the first value in which the patient reaches good visual acuity of the circle – image without glare, i.e. radiation.

According to literature the highest night myopia is in the value of -0.75D, and there are cases where the difference is even up to -2.50D and more.

Before the test and the intention of writing the possible new correction with the glasses, it is necessary to know that, especially in case of senior patients, the contrast sensitivity declines with age.

Night myopia is much more frequent in younger people, who are then corrected as necessary, whereas in senior people there is the question of the capability of the contrast vision itself and the general visual acuity.

Care should also be taken if we have a patient who is already a presbyope, so that the value of night myopia correction does not exceed -0.50D.

According to the studies of our graduate engineer of optometry, Ms. A. Jurković (Diploma paper: »Adaptation to Darkness and Night Myopia, VVG 2011), the average value of night myopia in the patients aged 30-40 is -1.03D, and in patients aged 50-60 the average is -0.40D. Her research is similar to studies carried out by the majority of those who had already studied night myopia.

## **5. NIGHT MYOPIA AND DRIVING**

A lot of research of night myopia has been done in order to reduce the problems i.e. difficulties, primarily for the drivers, and then also people who work at night (pilots, professional drivers, etc.)

Along with the already done research, there is an interesting study by Alicia M. Rogers: »Night Myopia « (Journal of Ophthalmic Medical Technology, Vol.5, No.2, Aug. 2009), and studies by A. Jurković, and others.

Many patients suffering from »night myopia« can use this »increase« correction with minus lenses, in night driving, driving in twilight or in conditions of poor lighting. According to the assessment of 65% respondents and observed patients, they have better visual impression with the »new correction«.

## 6. CONCLUSION

In order to solve the difficulties caused by night myopia after a perfectly done subjective refraction and after testing e.g. using the “white point” test, the patient can be recommended glass correction.

For young patients (before the onset of presbyopia) the maximal value is  $-0.75D$ , and in the presbyopes it should not exceed  $-0.50D$ .

Such correction should be used exclusively in the conditions of poor lighting or in night conditions.

It should be especially emphasised and the patient should be additionally warned not to use it in daylight.

# 17. Technológia free-form a jej výhody oproti konvenčnej výrobe okulistových šošoviek

**Bc. Michal Krasňanský**

Aalen University, 1 ročník magisterského štúdia

Mail: [krasko5@hotmail.com](mailto:krasko5@hotmail.com)

## **Anotácia:**

Cieľom Prednášky Technológia free-form a jej výhody oproti konvenčnej výrobe okuliarových šošoviek je poukázať na hlavné rozdiely medzi jednotlivými postupmi výroby a ich vplyvu na presnosť výbrusu dioptrickej plochy.

Ďalej sa prednáška zaoberá porovnaním nominálnej a modernej 3-D kalkulácie dizajnu. Ich vplyvom na zobrazovacie vlastnosti.

V závere prednášky sa opisujú jednotlivé možnosti optimalizácie šošoviek ako aj ich porovnanie s nominálnou kalkuláciou.

Cieľom tejto prednášky je v hlavne poukázať na značné výhody modernej digitálnej technológie výroby, zdôrazniť vplyv spôsobu kalkulácie dizajnu šošovky a porovnať charakteristiku nominálnej a 3-D kalkulácie šošoviek

## **Anotation:**

### **Free-form technology and it's advantages to conventional way of production of spectacle lenses**

The aim of the lecture : Free-form technology and it's advantages to conventional way of production of spectacle lenses is to point out the main differences between these two methods and their influence on precision of dioptric surface.

Firstly the lecture is focused on comparison of nominal and 3-D calculation of the design and their influence on imaging features.

In conclusion there are described certain ways of optimization as well as their comparison with the features of nominal calculation

The aim of the lecture is to describe advantages of modern digital technology, point out the influence of the way of calculation and compare nominal and 3-D calculation.

## **Text přednášky :**

V priebehu prednášky Technológia free-form a jej výhody oproti konvenčnej výrobe okuliarových šošoviek budú popísané hlavné rozdiely medzi jednotlivými postupmi výroby a ich vplyvu na presnosť výbrusu dioptrickej plochy.

V súčasnosti sme už počuli veľa o free-form technológii. Či už z propagačných materiálov jednotlivých firiem, obchodných zástupcov alebo odborných článkoch v novinách a časopisoch.

Aby sme lepšie pochopili podstatu free-form technológie je najlepšie preložiť tento anglický názov. 1.Free-voľný, slobodný 2. Form-forma, v tomto prípade nástroj na brúsenie aleštie. Teda oslobodenie výroby od závislosti na formách.

Ako vlastne prebieha výroba konvenčných šošoviek?

- Polotovar so správnou bázou (predným zakrivením sa nablokuje).Obrúsi v tzv. generátore, na zadnej ploche sa v skutočnosti vybrúsi sférická alebo torická krivka v 2 osiach. Takto vyrobená šošovka je matná a sú na nej veľké stopy po hrobom výbruse.Musíme ju preto ešte dobrúsiť a vyleštiť. Dobrúsenie a leštenie šošovky prebieha pomocou hliníkových foriem.

- Aby sme napríklad vyrobili zadné zakrivenie s krivkou  $-0,50$  potrebujeme na to hliníkovú formu so zakrivením  $+0,50$ dpt. Takže presnú kópiu ale v negatívne zadnej krivky šošovky. Pri tomto spôsobe výroby potrebujeme na každú dioptriu zadnej krivky jednu formičku s rovnakým pozitívnym zakrivením (napr. pre zakrivenie  $-100-200$  potrebujeme formu  $+100+200$ ). Keďže dioptrických kombinácií zadných zakrivení je v laboratórnej výrobe obrovské množstvo (do  $-14$  sfera s cylindrom 6 po kroku  $0,25$ dpt) potrebujeme aj obrovské množstvo formičiek. V bežnej laboratórnej výrobe ich môže byť  $5.000$ ks

To všetko sa zmenilo príchodom Free form výrobnéj linky. Namiesto  $5.000$  foriem v rozličných zakriveniach nám teraz stačí  $7$  flexibilných foriem na celý dioptrický rozsah.

A ako prebieha freeform výroba ?

Začiatok je podobný tzv. blokovanie, čiže uchytyvanie bloku na polotovár (podobne ako sa uchytyáva blok pri zábruse šošovky do okuliarov). Druhý v poradí je generátor – ten má však o niečo viac nástrojov ako ten predošlý. Prvý nástroj z polykřtalického diamantu obrúsi šošovku na požadovaný priemer a na zadnej strane vybrúsi sferickú alebo torickú krivku (tzv. hrubý výbrus). Druhý nástroj zo syntetického diamantu dobrúsi šošovky pomocou rýchlych kmitov. Dokáže vybrúsiť v  $3$  osiach akúkoľvek topografiu na zadnej strane šošovky s presnosťou na mikrometer. Tento nástroj pracuje rýchlosťou neuveriteľných  $22.000$  kmitov za sekundu. Dokáže vybrúsiť sférickú, asférickú, atórickú, progresívnu, degresívnu – akúkoľvek krivku.

Potom stačí šošovku iba jemne vyleštiť. Na celý dioptrický rozsah zadných kriviek do  $-14$  s cylindrom  $6$  stačí sedem špeciálnych plastových flexibilných foriem.

Charakteristika výrob v číslach:

- Presnosť výbrusu:  $0,001$  mm
- Rýchlosť výbrusu:
  - Fréza pri hrubom výbruse  $25.000$  ot./min.
  - Diamantový nástroj pri jemnom výbruse  $22.000$  kmitov/sec.
  - Leštenie uberie z povrchu šošovky  $0,020$  mm
- **Konvenčná technológia: presnosť  $0,12$  dpt.**
- **Free form: presnosť  $0,01$  dpt.**
- Optimalizuje šošovku na akúkoľvek refrakciu
- Optimalizuje šošovku na akúkoľvek prednú krivku – bázu (zakrivené športové rámy)
- Optimalizuje šošovku vzhľadom na jej pozíciu (inklináciu, delta vzdialenosť, ...)
- Optimalizuje šošovku pre rôzne typy aktivít užívateľa
- Optimalizuje šošovku na správne dioptrické hodnoty pre jej užívateľa (ktoré nemusia byť vždy zhodné s meraním na fokometri)
- Vylepšuje stabilitu hrúbky
- Umožňuje decentráciu bez straty optickej kvality

Všeobecne existujú dnes 2 spôsoby kalkulácie ktoré firmy používajú pri výpočte dizajnov freeform šošoviek.

**Nominálna** kalkulácia je jednoduchý spôsob výpočtu progresívneho dizajnu, ktorý vychádza zo základného geometrického modelu šošovky.

Používa predné zakrivenie šošovky, index lomu, hrúbku pre výpočet výslednej dioptrie na šošovke. Dioptria je navyše kalkulovaná vždy tak, že svetelný lúč ktorý prejde cez šošovku je vždy kolmý na jej zadné zakrivenie. To je dôvod prečo nazývame túto kalkulačnú metódu nominálnou.

Digitálna kalkulácia pracuje s reálnym modelom oka, jeho rotáciou okolo stredu, prepočítava tzv. kompenzované dioptrie na šošovke tak aby boli ostré na sietnici a nie aby boli namerané správne dioptrie na fokometri.

# 18. Revoluce ve výrobě brýlových čoček

Mgr. Martin Vrubel

Pedagogická fakulta MU – Speciální pedagogika; abs. Lékařská fakulta MU - Optometrie

Email: [vrubel.martin@gmail.com](mailto:vrubel.martin@gmail.com)

## **Anotace:**

Příspěvek vypovídá o vývoji technologie používané k výrobě brýlových čoček.

Na úvod je popsán současný způsob výroby brýlových čoček, který je již do značné míry morálně překonaný. Jedná se o metodu „obrábění – broušení – leštění“. Vzhledem k tomu, že v současné době je hlavním výrobním cílem dosahovat co nejvyšších přesností – dochází k postupnému nahrazování této metody metodou novou, popsanou slovy „soustružení – leštění“, která využívá soustruhů o vyšších přesnostech (Free-Form) a může si dovolit vynechat celý jeden výrobní cyklus používaných předchozí generací. S vývojem technologií se v budoucnu předpokládá využití metody super – přesného soustružení a lakování čoček. Vzhledem k překotnému modernizování technologií v minulých letech a rychlosti vývoje, nemusí být tato budoucnost příliš vzdálena.

## **Anotation:**

The contribution refers to the development of technology used for the manufacture of the spectacle lenses. The introduction describes the current method of production lenses which are already morally outdated. It is a method of "cutting - grinding - polishing". Whereas that the primary aim of industry is to be more accurate and precise. The old method begins to be replaced by a new method, described by the words "cut to polish", which uses a higher precision lathes and which can miss one full cycle of the previous generation . With the development of the technology in the future, we expected utilization of the methods very - precise cutting and coating lenses. Due to the precipitous modernizing the technology in recent years and the speed of development, there may be too distant the future.



## Text přednášky:

### **1. Přehled jednotlivých principů výroby**

Z hlediska technologického existují v současnosti tři komplexní, v podstatě generační náhledy na výrobu brýlových čoček. Výhledově se ovšem očekává vývoj dalšího postupu. Jeho nástup závisí na rychlosti vývoje technologií s ještě větší přesností opracování.

Všechny tyto generace stojí z hlediska výrobního cyklu na opracovávání předem připravených polotovarů.

V případě I. generace výrobního postupu se jedná o princip tradiční, v současné době však stále nejvíce užívaný. Jde o metodu tzv. mechanického obrábění. Nejstarší obráběcí stroje nazývané generátory (stojící na principu frézy, soustruhu či vzájemné kombinace) byly ovládány ručně. Postupným vývojem technologií se princip ovládání změnil na hydraulický a v současnosti stojí tyto generátory hlavně na principu servo-motorů v kombinaci s digitální technologií. Po obrábění následuje proces broušení a leštění opracovaných polotovarů s hotovou přední plochou. Základní odlišností I. generace od ostatních je možnost opracování i minerálních materiálů.

II. generace, bude vzhledem k lepší kvalitě výrobků nahrazovat I. generaci. Jedná se o tzv. HD obrábění, neboli obrábění s vysokou přesností (z angl. High Definition). Pro tuto metodu se také používá angl. výraz „Cut to polish“<sup>1</sup> popisující podstatu výrobního postupu, na kterém tato metoda spočívá. Jedná se tedy o soustružení a následné leštění. Oproti předcházející metodě dochází k vynechání procesu broušení, jenž díky vyšší kvalitě výrobního kroku obrábění není potřebný.

Na II. generaci výrobního postupu úzce navazuje rozšíření této metody, které si pro přehlednost můžeme označit jako generaci III. Tento přístup je znám pod celosvětově užívaným názvem FreeForm. Principiálně se jedná o technologii stojící na velmi přesném programovatelném soustruhu, pracujícím ve formátu 3D a následném vyleštění čočky do požadované optické kvality.

Výhledově se počítá s nástupem generace IV., označovanou angl. názvem „Cut to coat“. Jedná se o technologii, která je v současné době stále ve vývoji. O technologii tak přesnou, že po vysoustružení nastává pouze lakování čočky. Pomocí speciálního laku se vyplní nejjemnější nerovnosti, které vznikly samotným soustružením a čočka o adekvátních optických vlastnostech je poté již hotova.

## **1.1 Výrobní technologie I. generace**

Jedná se, jak již bylo uvedeno, o výrobní technologii, která se v našem technologickém prostředí využívá v současné době nejvíce, tedy metodu tzv. klasického obrábění.

Metoda stojí na principu tří základních výrobních postupů: soustružení – broušení – leštění. Zajišťuje se jí převážně výroba speciálních čoček, dle potřeb klienta (torické hodnoty, speciální materiály, atd.). Na celý proces jsou kladeny ty nejvyšší požadavky z hlediska výrobního a následné kontroly.

### **1.1.1. Úvod do výroby čoček**

Jedná se o postup, kdy celým výrobním procesem musí každá jednotlivá čočka projít samostatně a kde je kladem velký důraz na kvalitu každého vyrobeného kusu čočky.

Výroba probíhá z polotovarů, které jsou vyráběny nejčastěji velkými světovými výrobci, dle různých specifických postupů. Princip výroby polotovaru je popsán v kapitole: Výrobní technologie plastových polotovarů (vylisků).

### **1.1.2. Popis polotovaru**

V případě polotovaru se jedná o budoucí brýlovou čočku různých průměrů, tloušťek a vlastností, specifických dle druhu použitého materiálu. Základní vlastností je opracovaná přední plocha budoucí čočky a zadní plocha připravená k opracování v optických laboratořích. Optické laboratoře se od sebe v základu liší hlavně používáním různých technologií opracování a samotného výrobního postupu. V současnosti se nejvíce v těchto laboratořích zpracovávají polotovary z plastových materiálů. Důvodem toho je stále častější používání moderních technologií, které nejsou schopny minerální materiály opracovávat.

### **1.1.3. Samovýrobní postup**

V první fázi po objednání daného produktu technolog zvolí materiál vyhovující požadovaným vlastnostem a dále určí pomocí speciálního softwaru požadované poloměry křivosti druhé plochy, okrajovou, resp. středovou tloušťku a celkový průměr.

Celý proces výroby je sledován a řízen specializovanými počítačovými programy. Do systému jsou zadány hodnoty daného materiálu, které jsou využity pro výpočet hodnot nutných pro správný průběh výrobního cyklu, zvláště pak opracování v digitálním CNC obráběcím stroji.

Po úvodní fázi nastává přípravná výrobní fáze – tedy překrytí konvexní (přední) plochy polotovaru ochranou fólií, aby bylo zabráněno jejímu poškození během výrobního cyklu. Dalším krokem je natmelení speciálního duralového úchytu. Připevnění probíhá pomocí speciálního kovu s nízkou tavnou teplotou (kolem 47°C až 50°C) či speciálního vosku. Úchyt, jehož tvar závisí na typu použitého polotovaru, slouží k upevnění polotovaru v dalších výrobních zařízeních. Samotné natmelení neboli blokace, je prováděno pomocí blokovacího zařízení tak, aby byla poloha úchytu na čočce přesně definována. V tomto případě jde hlavně o středovou symetrii pro prizmatické členy a přesné natočení osy vzhledem k ose cylindrické složky požadovaného korekčního účinku. Tato symetrie se vyměřuje pomocí centrovacího zařízení.

Centrace se provádí s pomocí kamerového systému, kde pracovník vykonává na monitoru kontrolu správnosti procesu. Principem je určení, kromě již uvedeného, orientačních poloh vztažných bodů na čočce či výška středu do dálky u bifokálních čoček.

V další fázi nastává jeden ze základních procesů a to je proces opracování pomocí CNC stroje. Jedná se zpravidla o speciální soustruh, vyskytuje se ovšem také ve formě frézy či v kombinaci obou dvou.

Ve většině případů je princip samotné operace takový, že jsou soustruhu zadány potřebné parametry podle kterých se polotovar opracuje. Polotovar je zasazen do úchytu CNC stroje pomocí něhož se v určitých časových intervalech, určitým směrem a v určité frekvenci otáčí. Z druhé strany je pomocí speciálního ramene k polotovaru přibližován diamantový pracovní nástroj pomocí něž je polotovar opracováván. Pohyb pracovního nástroje je zpravidla ve dvou hlavních směrech a to: v ose X (horizontálním) a ose Y (vertikálním).

Výrobou a nabízením těchto speciálních CNC strojů se zabývá nevelké množství firem. Přesný počet vzhledem k neustálému vývoji trhu není možné přesně uvést. Přesto v Příloze 3. přikládám tabulku, ve které se nacházejí hlavní výrobci těchto CNC strojů (tedy společnosti: Dones, DAC International, Gerber Coburn, Satisloh a Schneider), včetně popisu jejich produktů.

Po ukončení soustružení je polotovar očištěn od nečistot a přistupuje se k procesu broušení a následně leštění, k čemuž jsou využívány speciální zařízení příslušející k tomu kterému CNC stroji. Tato zařízení tvoří zpravidla s CNC strojem předem určenou výrobní sadu.

Broušení slouží k vyhlazení vysoustružené plochy čočky. Broušení se provádí na brousících strojích, za pomoci pracovního nástroje (šala), jenž má zakřivení své pracovní plochy odpovídající požadovanému zakřivení vyráběné čočky.

Broušení se provádí jemnou smirkovou fólií, která se nalepí na pracovní nástroj. Fólie má charakteristický tvar, který umožňuje její dobré přilnutí na plochu pracovního nástroje a následné kvalitní obroušení celého povrchu čočky. Kromě toho tento speciální tvar umožňuje rovnoměrný přístup oplachové tekutiny k celému povrchu čočky.

Pro výrobní proces je velmi důležitá kvalita podložky, kterou se smirková folie připevňuje k pracovnímu nástroji. Tato podložka musí splňovat dvě základní podmínky. Podmínku snadného rovnoměrného přilepení bez tvorby záhybů, které by ovlivnily samotný proces broušení. A podmínku následného snadného odlepení. V případě nesplnění druhé podmínky by během často opakovaného složitého sundávání mohlo dojít k poškození povrchu pracovního nástroje (šaly), což by mělo následně negativní vliv na kvalitu celého pracovního procesu.

Samotné broušení probíhá ve speciálním brousícím stroji do kterého se upne broušená čočka a brousící nástroj. Celý proces je chlazen vodou, která zároveň odplavuje odbroušený materiál. Brousící cyklus se opakuje zpravidla 2x – hrubé a jemné broušení. Na kvalitu obroušení má vliv doba broušení a tlak čočky na brousící nástroj.

Leštění se provádí na podobných strojích jako broušení. Liší se pouze leštící fólie a leštící prostředek. Leštící fólie je z materiálu, který má specifickou schopnost absorbovat leštící suspenzi. Pro leštění se používá zpravidla oxid hlinitý  $Al_2O_3$ , nebo oxidy ceria.

Tyto směsi jsou vyráběny různými výrobci, přičemž se liší charakteristickými vlastnostmi, jimiž jsou hustota, abrazivní schopnosti a hodnota pH. Ideální vlastnosti leštící látky se ovšem projevují pouze při teplotě do  $10^\circ C$ , proto je nutnou součástí leštící jednotky chladicí zařízení snižující teplotu leštící látky, která se při procesu zahřívá. Zároveň se zde také nacházejí filtry sloužící k čištění leštící látky od možných úlomků porézního materiálu z povrchu pracovního nástroje. Samotný proces leštění je stejně jako proces broušení ovlivněn tlakem upevnění čočky a dobou jejího leštění.

Po ukončení procesu leštění nastává čistící a kontrolní fáze. V první fázi dojde k očištění pomocí stlačeného vzduchu a vizuální kontrole vyleštění. Následuje oddělení

natmeleného úchyty a odstranění ochranné fólie. Čočka je vyčištěna ve vodní lázni s  
přídavkem saponátu, event. pomocí ultrazvuku. Poté následuje kontrolní fáze výroby.

## **1.2. Výrobní technologie II. generace**

U technologie II. generace se jedná o vysoce citlivou výrobní metodu HD (případně nazývanou také „Cut to polish“). Vybavení je podobné jako u metody digitálního obrábění (moderní obráběcí přístroje I. generace), tedy obsahuje řídicí jednotku, citlivý snímač, servo motor, vstup pro vkládání dat a digitální přepočítání tvaru zakřivení obráběného polotovaru. Soustruh samotný je v tomto případě ale daleko citlivější, důsledkem čehož se výsledné povrchové nerovnosti na obráběné ploše pohybují v hodnotách do 0,25 mikronů (tedy 0,000250 mm) a zakřivení se pohybuje v možné odchylce od požadované hodnoty v mezích okolo 0,30 mikronů.<sup>2</sup>

Pokud zahrneme další faktory, které mohou do procesu výroby vstoupit a následně ho ovlivnit (řadí se mezi ně např. zvlnění diamantového nástroje soustruhu, chybný sklon zařízení či specifický druh čočky) je racionální počítat s tím, že konečná optická mohutnost se od požadované může teoreticky lišit o  $0,03 D^3$ .

Princip této vysoce přesné metody obrábění spočívá v přesném soustružení a následném procesu leštění, při absenci technologického kroku hrubého broušení. Právě vynechání tohoto kroku je kromě větší citlivosti základním rozdílným parametrem tohoto postupu oproti digitálnímu obrábění. Vynechat tento krok je možné právě z důvodu velmi citlivého soustružení, kdy samotný CNC obráběcí stroj opracuje polotovar natolik přesně, že případné dobrušování pomocí pracovního nástroje (šaly) by obrobek již pouze znehodnotilo.

Úchycení do tohoto vysoce přesného CNC soustruhu se vykonává zcela shodně s metodou předcházející – jediným zásadním rozdílem je, že rameno s pracovním diamantovým nástrojem se kromě vertikálního a horizontálního pohybu, tedy os X a Y, pohybuje při samotné pracovní činnosti také v ose Z (předozaďní pohyb). Pracuje tedy v 3D prostředí, což přispívá ke kvalitnímu obrobení dřívě takto neopracovatelných, zvláště torických, členů.

Po ukončení soustružení nastává proces leštění, který se od klasické metody odlišuje užitím speciálního FreeForm lešticího zařízení. Důvodem je fakt, že při technologickém postupu HD či FreeForm je možné též pomocí CNC stroje upravit progresivním výbrusem zadní plochu (na rozdíl od klasické metody, kdy jsou progresivní parametry vypracovány na ploše přední odlitím do formy a následně zadní plocha opracována pouze jako klasická sférická či torická čočka). V případě výbrusu na zadní plochu je nutné následné leštění provádět velmi citlivě, přičemž klasická zařízení nejsou schopna zajistit veškeré výrobní

postupy. (FreeForm leštící zařízení budou popsány v rámci další metody obrábění).

### **1.3. Výrobní technologie III. generace**

Mluvíme-li o obrábění využívající FreeForm technologii, jedná se prakticky o HD obrábění (z předešlé generace), ovšem v daleko přesnější podobě. Ke správnému provedení obráběcího postupu pomocí FreeForm technologie je třeba dodat specifický soubor dat, charakterizující požadavky na každou jednotlivou čočku. Následné leštění probíhá pomocí FreeForm leštících zařízení, kdy v současné době rozlišujeme 2 základní druhy těchto zařízení.

FreeForm leštící zařízení dělíme na tzv. zařízení přehledová a improvizovaná. Přehledová leštící zařízení fungují na principu přesného načtení požadovaných parametrů leštěného polotovaru pomocí speciálního programu, dle předem vytvořeného pracovního modelu. Pomocí tohoto modelu charakterizovaného třemi soubory vztažných bodů, které charakterizují budoucí tvar čočky dochází následně k procesu přesného vyleštění.<sup>4</sup> Nevýhodou je ovšem velmi vysoká pořizovací cena.

Dalším typem zařízení je tzv. improvizovaný leštící přístroj, kdy se jedná o technologii v porovnání s předešlou, podstatně menších rozměrů. Tato technologie není principiálně založena na vkládání souborů vztažných bodů, ale na programovatelně nastavitelné leštící hlavě připevněné tlakem vzduchu k leštěnému polotovar. Její charakteristickou vlastností je delší pracovní doba v porovnání s předcházejícím typem zařízení.<sup>5</sup>

Oba typy používají různé druhy měkkých leštících kotoučů na bázi pěny či vzduchového polštáře, pokryté speciálním leštícím materiálem jenž je schopný nasát leštící směs. V současné době se využívají klasické leštící směsi na bázi oxidu hlinitého. Dle Michala Walacha, ředitele Quest Optical Speciality Lab, zabývajícího se vývojem této metody, dochází ovšem v současné době k vývoji nových speciálních leštících směsí pro HD FreeForm technologie.

Typické druhy čoček, jenž jsou v současnosti vyráběny pomocí metody HD FreeForm, jsou čočky asférické, atorické, bifokální, progresivní a lentikulární.

Na optické oborové výstavě MAFO v roce 2008, vtipně ale přesně Michael Walach z QOSL okomentoval během své přednášky: „Demystifying high definition and FreeForm

surfacing“ vývoj ve výrobních metodách a nahrazování staré technologie novou, kdy mnoho uživatelů není schopno se v této problematice orientovat, slovy: „*Není nezbytně nutné, aby digitální obráběcí zařízení (I. generace) musela pracovat na bázi HD či FreeForm, protože samotná FreeForm je založena na bázi digitálního obrábění s vysokou přesností (HD).*“<sup>6</sup> Toto plně popisuje zbytečnou snahu předělávání starých zařízení na nová, ale zároveň zbytečnost obavy některých výrobců z nástupu zcela nové technologie bez historie.

### **1.3.1. Princip technologie FreeForm soustružení**

Klasické progresivní čočky, jenž jsou obráběny metodou I. a II. generace jsou charakteristické progresivní přední plochou (získané při odlévání díky speciální formě) a receptovou plochou zadní.

Problém u tohoto typu výrobku ovšem může nastat v případě vybrušování vyšších cylindrických hodnot na zadní ploše čočky. Vzhledem k vzrůstajícímu astigmatismu směrem od centra koridoru totiž dochází k významnému omezení zorného pole zákazníka.

Dle odborníků by se měl tento nedostatek odstranit, pokud budou při výrobě brány v potaz, jak bylo uvedeno výše, specifické individuální parametry každého zákazníka, tedy v případě, že každá čočka bude vyrobena de facto na míru. Těmito individuálními parametry, podle kterých bude čočka vyráběna, jsou kromě přesné hodnoty pupilární distance, primárně: úhle mezi rovinou brýlové čočky při kolmém a obvyklém postavením hlavy a dále pak úhel mezi pohledovými osami do dálky a blízka.<sup>7</sup> Dále se jedná o úhel prohnutí brýlové obruby a vzdálenost rohovky od zadní plochy brýlové čočky.

Rozdíl progresivních čoček vyrobených metodou HD FreeForm oproti klasickým progresivním čočkám je v umístění progresivní části na zadní ploše polotovaru, kam je vybrušována přímo v optických laboratořích. Odpadá tak nutnost složité a drahé výroby speciálních odlévacích forem, pomocí nichž byla progresivní plocha získávána u klasických progresivních čoček na přední straně. Kromě toho, umístěním této plochy na straně zadní, tedy blíže oku, dochází ke zvětšení zorného pole a zlepšení celkových optických vlastností dané čočky. Což v důsledku znamená zvýšení míry pohodlí vidění zákazníků.

Dle Dr. Stephana Huttenhuse a Guntera Schneidera, kteří se zabývají vývojem technologie progresivních čoček - právě zákazníci, kteří nebyli spokojeni s klasickými progresivními čočkami, byli uspokojeni až čočkami vyráběnými metodou HD FreeForm.

Hlavním principem opracování je tedy předem získaný seznam dat a požadavků na budoucí čočku. Přijaté souřadnice slouží k vytvoření pracovní křivky a následně spirálovité cesty nástroje.

Rozdílem oproti druhé generaci je, že může být průběžně měněn vzájemný kontaktní bod mezi nástrojem a vybrušovanou plochou.

Zatímco se polotovar otáčí, samotný otáčející se nástroj vybrušuje požadované parametry plochy. Samotné opracovávání probíhá postupně po předem určených sektorech, na které je polotovar rozdělen řídicím programem. Během obrábění je cesta pracovního nástroje kontrolována pomocí (speciálním výpočtem získaných) bodů a z nich vytvořeným bodovým vzorem konečného obrobku, jež mají za cíl udržet pracovní nástroj primárně v určeném pracovním sektoru a kompenzovat jeho výchylky během pracovní cesty.

Pracovní data jsou zpracována v tzv. NC kódu, což je v podstatě seznam příkazů určující osy pohybů pracovního nástroje ve smyslu tří základních os. Osy X (horizontální pohyb), osy Y (vertikální pohyb) a osy Z (předozadní pohyb).

Zatímco starší obráběcí stroje jsou schopny pracovat pouze s jednou takovouto datovou řadou, nové pracují obvykle s více řadami.<sup>8</sup> Důsledkem toho se samotná obráběcí akce stává ještě více přesnější a navíc tato zařízení dokáží lépe rozložit svou činnost a efektivněji tak využít svůj pracovní výkon.

### **1.3.2. Srovnávání metody klasického obrábění s metodou HD FreeForm<sup>9</sup>**

Výhody metody obrábění formou HD, případně HD FreeForm oproti klasické metodě opracování (na bázi soustružení – broušení – leštění):

- Větší přesnost požadované tloušťky čoček
- Větší přesnost cylindrické hodnoty, vzhledem k rozdílné práci pracovních nástrojů
- Nižší výrobní náklady – není nutno pomocí speciálních forem odlévat čočky s přední progresivní plochou a složitě tyto formy s mnoha rozsahy uchovávat.
- K vybroušení progresivní plochy dochází až přímo v optických laboratořích.
- Nižší skladovací náklady – optické laboratoře nemusí skladovat polotovary progresivních čoček v širokých rozsazích, ale stačí obyčejné univerzální sférické polotovary. Na jejich zadní stranu bude následně proveden výbrus progresivní plochy.
- Nižší pracovní náklady – dochází k vynechání technologického kroku broušení, navíc vzhledem k velké automatizaci této metody také snížení náročnosti na lidské zdroje a snížení mzdových nákladů
- Zvýšení možnosti výroby čoček ve větších rozsazích, vzhledem k technologickým



možnostem téměř neexistují limity pro zakřivení čoček

- Větší automatizace a z toho vycházející zjednodušený proces výroby

Na druhou stranu zde existují samozřejmě také nevýhody mezi něž patří nutnost poměrně velkého přeškolení pracovníků či vytvoření technologického zázemí. Nevýhodou je rovněž také poměrně vysoká cena nových technologických zařízení.

### **Hlavní zdroj:**

VRUBEL, M., PETROVÁ S. *Technologie výroby brýlových čoček*. Masarykova univerzita, 2009. 92 s. Bakalářská práce. Lékařská fakulta, Masarykova univerzita.

### **Odkazy:**

1), 2), 3), 4), 5), 6)

Walach, M. Materiály k přednášce: Demystifying high definition and FreeForm Rx Surfacing. předneseno na oborové konferenci MAFO, Milano, 8. května 2008

7), 8)

Huttenhuis, S. Schneider, G. Manufacturing of FreeForm Lenses. MAFO: Ophthalmic Labs et Industry. 2007, no. 3, s. 16-22

9)

Walach, M. Materiály k přednášce: Demystifying high definition and FreeForm Rx Surfacing. předneseno na oborové konferenci MAFO, Milano, 8. května 2008

# 19. Zrak v silniční dopravě

**Bc. Veronika Příkrá**

LF MU Brno, 2. ročník navazujícího magisterského studia

email:verca.prikra@seznam.cz

## **Anotace :**

Většina informací z okolního prostředí je přijímána zrakem. Při řízení auta to platí dvojnásobně. Proto je potřeba, aby chom zrakové funkce měli v naprostém pořádku, jelikož jízda autem, a s ní spojená zvýšená pozornost, je do jisté míry zátěží nejen pro zrak, ale i pro celý organismus.

První část je věnována nárokům na zrak řidiče silničního provozu a rizikům souvisejícím se sníženými zrakovými funkcemi. Ve druhé části jsem vzpomněla vhodné brýlové a sluneční čočky a jejich úpravy.

## **Anotation :**

The most of information from other environment is accepted by sight. While driving it is valid twice. It is important to have a good sight, because driving a car is very exhausting not only to eyes, but for whole organism.

First part interprets demands on sight of driver and describe a dangers of reduced sight. In second part are describing glass lenses and sun lenses with surface finish.

## **Text přednášky :**

### **Úvod**

Podle poslední zveřejněné statistiky vyplývající z Centrálního registru řidičů vedené na Ministerstvu dopravy z roku 2006 bylo v České republice toho roku dohromady zaregistrováno 6 643 183 řidičů (celkem obyvatel ČR 10 280 968). Z toho 4 000 051 řidičů byli muži a 2 643 132 řidičů ženy. Na silniční dopravě České republiky se tedy podílelo 64,62% obyvatel.

Zastoupení řidičů je většinové, a za poslední léta jistě ještě stoupl, neboť v této době je již řidičský průkaz samozřejmostí, ne-li nezbytností. Je proto nutné dbát na zvýšenou bezpečnost na silnicích a snížit tak nehodovost, která je vlivem mnoha faktorů vysoká. Jedním z nich, zejména tím nejdůležitějším jsou optimální zrakové funkce.

### **Zdravotní způsobilost k řízení motorových vozidel týkající se zraku**

Podle legislativy jsou usnesení o pravidlech silniční dopravy zakotvena v ***zákoně č. 361/2000 Sb.***, o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů (zákon o silničním provozu), ve znění pozdějších předpisů.

Zdravotní způsobilost k řízení motorových vozidel stanovuje ***vyhláška č. 277/2004 Sb.*** a ji upravující ***vyhláška č. 72/2011 Sb.***, která je účinná od 15.4.2011.

Zdravotní způsobilost týkající se zraku je podrobně rozepsána v příloze č. 3 této vyhlášky.

### **Příloha č. 3**

Řidiči motorových vozidel se v této příloze rozdělují na dvě skupiny, pro něž platí různé požadavky:

- **Skupina 1**

- žadatelé a držitelé řídičských oprávnění skupiny A, B a B+E a AM a podskupiny A1 a B1

- **Skupina 2**

- řidiči, kteří řídí motorové vozidlo v pracovněprávním vztahu, a u nichž je řízení motorového vozidla druhem práce sjednaným v pracovní smlouvě

- řidiči vozidla, kteří při plnění úkolů souvisejících s výkonem zvláštních povinností užívají zvláštního výstražného světla modré barvy, popř. doplněného o zvláštní zvukové výstražné znamení

- řidiči, u kterých je řízení motorového vozidla předmětem samostatné výdělečné činnosti prováděné podle zvláštního právního předpisu

- žadatelé a držitelé osvědčení pro učitele řidičů pro výcvik v řízení motorových vozidel podle zvláštního právního předpisu

- žadatelé a držitelé řídičských oprávnění skupiny C, C+E, D, D+E a T a podskupiny C1, C1+E, D1 a D1+E

#### **Nemoci, vady nebo stavy zraku vylučující nebo podmiňující zdravotní způsobilost k řízení motorových vozidel**

*1. Nemoci, vady nebo stavy zraku vylučující zdravotní způsobilost k řízení motorových vozidel jsou nemoci, vady nebo stavy zraku, které způsobují takové zdravotní komplikace nebo odchylky, které jsou nebezpečné pro provoz na pozemních komunikacích*

### **Skupina 1**

- a. binokulární zraková ostrost, a to i za použití korektivních čoček, menší než 0,5 při použití obou očí
- b. zraková ostrost menší než 0,5 při úplné funkční ztrátě zraku na jednom oku nebo v případě používání pouze jednoho oka, například v případě diplopie, a to i za použití korektivních čoček
- c. úplná funkční ztráta zraku na jednom oku nebo používání pouze jednoho oka, pokud tento stav trvá méně než 6 měsíců
- d. rozsah horizontálního zorného pole obou očí menší než 120 stupňů, monokulární rozsah menší než 50 stupňů na levou a pravou stranu, rozsah vertikálního zorného pole menší než 20 stupňů směrem nahoru a dolů
- e. změny v centrálním zorném poli do 20 stupňů
- f. nesnášenlivost korektivních čoček, pokud jsou k dosažení zrakové ostrosti nezbytné

**Pozn.:** pro účely vyhlášky se nitrooční čočky nepovažují za korektivní čočky.

### **Skupina 2**

- a. nemoci, vady nebo stavy stanovené pro skupinu 1, pokud není dále stanoveno jinak
- b. binokulární zraková ostrost na lepším oku menší než 0,8 a na horším oku menší než 0,1, a to i za použití korektivních čoček
- c. dosažení minimální zrakové ostrosti podle písmene a. nebo b. za použití brýlí se silou přesahující +8 dioptrií
- d. rozsah horizontálního zorného pole obou očí menší než 160 stupňů, dodatečný rozsah menší než 70 stupňů na levou a pravou stranu
- e. rozsah vertikálního zorného pole menší než 30 stupňů směrem nahoru a dolů
- f. změny v centrálním zorném poli do 30 stupňů
- g. diplopie
- h. závažná porucha kontrastní citlivosti

*2. Nemoci, vady nebo stavy zraku, které ovlivňují bezpečnost provozu na pozemních komunikacích, a u kterých lze žadatele nebo řidiče uznat za zdravotně způsobilého k řízení motorového vozidla pouze na základě závěru odborného vyšetření, a to zejména*

### ***Skupina 1 (řidič „amatér“)***

- a. binokulární zraková ostrost menší než 0,7 za použití korektivních čoček
- b. zraková ostrost menší než 1,0 při úplné funkční ztrátě zraku na jednom oku nebo v případě používání pouze jednoho oka, např. v případě diplopie, a tento stav trvá déle než 6 měsíců
- c. změna rozsahu zorného pole
- d. nemoci oka a očních adnex, pokud způsobují snížení zrakové ostrosti nebo způsobují změnu rozsahu zorného pole podle písmene a., b. nebo c.
- e. poruchy vidění za šera s výjimkou lehkých nezávažných forem
- f. závažné poruchy barvocitu v oblasti základních barev

### ***Skupina 2 (řidič „profesionál“)***

- a. nemoci, vady nebo stavy stanovené pro skupinu 1, pokud není dále uvedeno jinak
- b. závažné poruchy barvocitu
- c. poruchy prostorového vidění
- d. poruchy vidění za šera

Zdravotní způsobilost k řízení motorových vozidel je udělena žadateli o řidičský průkaz po absolvování vstupní lékařské prohlídky. Po provedení prohlídky nebo odborného vyšetření je vydán žadateli posudek o zdravotní způsobilosti. Případné další prohlídky jsou provedeny na žádost.

Řidiči skupiny 2 jsou povinni podrobovat se pravidelným lékařským prohlídkám každé dva roky do dovršení 50 let, poté každoročně. Řidiči skupiny 1 jsou povinni se podrobovat lékařské prohlídce nejdříve 6 měsíců před dovršením 60, 65 a 68 let věku a nejpozději v den dovršení stanoveného věku. Po dovršení 68 let pravidelně každé 2 roky.

Řidiči sami si většinou své zrakové nedostatky neuvědomují, což může být jednou z příčin nehod.

### **Zrakové funkce a s nimi související rizika**

Zrakové funkce, které jsou k řízení vozidla nezbytné jsou ***zraková ostrost, vidění za snížené viditelnosti, citlivost na oslnění, schopnost akomodace, barevné a prostorové vidění, pohyblivost očí a zorné pole.***

Dobrá zraková ostrost je důležitá nejen pro komfortní vidění, ale zajišťuje především

rychlé zorientování se v provozu – lidé na přechodu, dopravní značení, překážka v jízdě. Má vliv i na odhad rychlosti jiných vozidel. Při snížené zrakové ostrosti řidič zaznamená důležité informace později, což se mnohdy neobejde bez nehod. Velké problémy pak nastávají v situacích jako jsou odbočování, vjíždění na dálnici, otáčení se. S rostoucím věkem se díky fyziologickým změnám zraková ostrost zhoršuje. Stejně tak i adaptabilita oka za šera, při přechodu ze světla do tmy a při oslnění je značně snížena.

Vzhledem k pomalejšímu zpracování obrazu tyčinkami se za noční jízdy prodlužuje reakční doba. Důsledkem toho, je i pomalejší zpracování informací o pohybu okolních předmětů. To ve většině případů vede k nehodovosti na dálnicích, pro které jsou typické rychle se měnící podmínky. Nemalý podíl na délce reakční doby má i nízký kontrast podnětů. Takové podněty jsou zpracovány daleko pomaleji než podněty s vysokým kontrastem. Reakční doba je tak nepřímo úměrná kontrastu, tím dochází i k prodloužení brzdné dráhy. Příkladem může být setkání s chodci v různém oblečení. Chodec v tmavém oblečení bývá spatřen na 25-26 metrů, chodec v šedém oblečení na 30-31 metrů a chodec ve světlém oblečení na 38-40 metrů.

Citlivost na oslnění je typická zejména pro řidiče s kataraktou. Toto onemocnění také zhoršuje vidění za šera a za tmy.

Rozsah zorného pole je důležitý zejména pro vnímání periferního dění, jako je přejíždění z jednoho jízdního pruhu do druhého nebo přibližování se ke křižovatce. Výpadky zorného pole mohou být následkem různých onemocnění, např. glaukomu. Mnohdy si je řidiči samotní nemusejí uvědomovat, proto je důležité tuto funkci pečlivě vyšetřit. V případě užšího rozsahu zorného pole, je třeba oční pohyby kompenzovat otočením celé hlavy. Z hlediska psychologie se v rámci zorného pole zavedl pojem „využitelný rozsah zorného pole“. Jedná se o výseč zorného pole, ve které je řidič schopen vnímat objekty. Jeho velikost závisí na množství informací, které je nutno zpracovat. Využitelné zorné pole se zužuje s přibývajícím rychlostí vozidla a s přibývajícím vizuálními informacemi.

Zvýšená pozornost řidiče vysoce ovlivňuje kvalitu periferního vidění, a to podle míry zátěže. Jedná se o situace jako je jízda v hustém městském proudu, děti poblíž vozovky, auto jedoucí před námi či příjezd k nepřehledné křižovatce.

Zrakové funkce bývají sníženy i vlivem fyzického či psychického přepětí, různými chorobami, léky, drogami a v neposlední řadě alkoholem.

## **Brýle pro řidiče**

Jestliže je některá z těchto funkcí snížena, avšak není neřešitelným problémem,

můžeme účastníkovi dopravního provozu pomoci zejména my, a to v oblastech sníženého vizu (korekce brýlemi nebo kontaktními čočkami), snížené akomodace (multifokální brýlové čočky) či citlivosti na oslnění (sluneční brýle). Výběrem vhodných úprav brýlových čoček lze zvýšit komfort při jízdě a oddálit tak únavu – antireflexní vrstvy, barevné filtry, polarizační filtr.

### ***Obruba***

Nemalou pozornost je třeba věnovat výběru brýlové obruby. Co do tvaru očnice můžeme vybírat v různých typech, avšak pozornost bychom měli zaměřit zejména na stranice. Méně vhodné pro řízení automobilu jsou širší stranice, které jsou v dnešní době rozšířené u dioptrických a převážně u slunečních brýlí. Ty mohou omezit periferní vidění a tak způsobit přehlédnutí automobilu ve vedlejším jízdním pruhu.

### ***Dioptrické čočky a jejich úpravy***

Vhodnější je volit pro řidiče plastové čočky místo skleněných. I když je v této době jeho použití více než většinové, ještě se najdou tací, kteří nedají na skla dopustit. Pro bezpečnost jsou ovšem plastové čočky vhodnější, a to zejména v případě nehody, kdy je plast oproti sklu méně rozbitný.

V případě dioptrické vady (myopie, hypermetropie, astigmatismus) pro řízení používáme běžnou korekci.

U presbyopů, kteří mají sníženou schopnost akomodace se za vhodné nepovažují bifokální čočky, jelikož jsou zaměřené pouze na dvě vzdálenosti (dálka, blízko), což je pro řízení nevhodné. Užitečnými se však pro tuto skupinu staly progresivní čočky, které jsou uzpůsobené na všechny vzdálenosti. Díky novým technologiím individuálně konstruovaných čoček, je zajištěn i nezkreslený pohled stranovými částmi progresivní čočky do vnitřního a vnějšího zpětného zrcátka.

Použitím antireflexní vrstvy zabráníme zrcadlení a odstraníme tak rušivé reflexy, které vznikají při dopadu světla na brýlovou čočku. Zejména v noci a za deště, kdy je vozovka mokrá, a od kaluží dochází k rušivým světelným odrazům od reflektorů okolo jedoucích automobilů, je tato úprava přímo nezbytností.

### ***Kontaktní čočky***

Kontaktní čočky jsou alternativou běžných brýlí. Při řízení auta tak poskytují oproti brýlím širší zorné pole, které není omezené obrubou. Jelikož jsou naaplikovány přímo na rohovku, vykonávají pohyb společně s okem, a tím zajistí nezkreslený pohled do vnitřního a vnějšího zpětného zrcátka. Menší problém by se však mohl vyskytnout u automobilů s klimatizací, kdy dochází k osychání čočky, zvláště při delší jízdě a snížené frekvenci mrkání

vlivem soustředění se na jízdu. V takovém případě se doporučuje u sebe mít zvlhčující kapky. Výhodou kontaktních čoček je současné použití slunečních brýlí.

### ***Sluneční čočky***

Proti oslnění a pro zrakovou pohodu při řízení je důležitý správný výběr slunečních brýlí, které mohou být i v dioptrické variantě. Dnes se k výrobě slunečních čoček používá převážně plastový materiál. Tloušťka brýlové čočky by měla být ideálně 1,1 mm silná, aby nedocházelo k borcení materiálu vlivem tepla. Pohled přes čočku, u které k takovému problému dojde, by byl unavující zejména za volantem.

Dalším významným faktorem je účinnost barevného filtru proti UV záření, i když většina tohoto záření je odfiltrována čelním sklem auta. Existují čtyři normalizované kategorie filtrů, z nichž se pro řízení nedoporučuje používat 4. kategorii, u které je absorpce viditelného světla větší než 75%.

Sluneční čočky mohou být vybavené také polarizačním filtrem, který má tu vlastnost, že odfiltruje odlesky od vodorovných ploch. Vidění je tak čistší a nástup únavy pomalejší. Velké opatrnosti by však mělo být věnováno používání brýlí s polarizačním filtrem při zimních obdobích, kdy polarizační efekt odfiltruje odrazy ledových ploch na vozovce, což může přispět ke snížené opatrnosti při jízdě.



### ***Samozabarvovací čočky***

Klasické samozabarvovací čočky jsou pro jízdu autem víceméně neúčinné, jelikož většinu UV záření potřebného pro jejich aktivaci odfiltruje čelní sklo automobilu.

Ku prospěchu řidičům byla vyvinuta speciální samozabarvovací polarizační čočka pro řízení auta s technologií Drivewear. Má tu vlastnost, že mění svou barvu v závislosti na měnícím se počasí, a to i za čelním sklem auta. Při zatažené obloze (nízká intenzita denního světla) má čočka žlutozelený odstín, a díky přenosu maxima světelné informace tak zlepšuje rozlišení detailů. Za slunečného počasí se zabarvení čočky mění na měděný odstín, který odstraňuje přebytečné světlo a umožňuje lepší vnímání barev dopravní signalizace (zvýraznění červených a zelených tónů). Při pobytu na ostrém slunci ve venkovním prostředí se odstín čočky mění na tmavý červenohnědý, který filtruje nadbytečné světlo a chrání zrak před oslněním a škodlivým UV zářením. Čočka tak poskytuje jasné, ostré a kontrastní vidění.

**Dobře vidět, neznamená dobře vnímat. Dobrý zrak je však předpokladem pro dobré zrakové vnímání.**

### **Zdroje**

- <http://www.zdn.cz/clanek/sestra/vizualni-vnimani-ridice-z-hlediska-psychologie-456627>
- [http://artmetal-cz.com/přednášky/osvětlování\\_přechodů\\_pro\\_chodce/Pohled\\_dopravního\\_psychologa\\_RHENOVA.pdf](http://artmetal-cz.com/přednášky/osvětlování_přechodů_pro_chodce/Pohled_dopravního_psychologa_RHENOVA.pdf)
- <http://www.drivewearlens.com/task.php>
- [http://www.mdcr.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa\\_CR\\_silnicni/](http://www.mdcr.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_silnicni/)
  
- Brýle Plus 1/2009, str. 20-22
- Brýle Plus 2/2009, str. 50-53
- Brýle Plus 3/2009, str. 34-37

# 20. Blaženka Šota: Correction of presbyopia and adaptation to progressive eyeglasses

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES VELIKA GORICA

## Introduction



Figure 1

Presbyopia, progressive eyeglasses and getting used to wearing them is something that expects all of us; starting from ourselves as future users, us as experts who will recommend them and our customers. We have to tend to maximal comfort and clear vision. There are several ways of correcting presbyopia. This paper will concentrate on the progressive eyeglasses, and the adaptation to them. The problems regarding adaptation to new progressive eyeglasses are not always related to customers, their psychological structure or bad refraction. These may be errors of the opticians themselves, i.e. persons who recommended the progressive eyeglasses, as well as badly selected frames or a poorly performed measurement of the progressive eyeglasses.

## Presbyopia

In the condition of inactivity (resting) the eye is focused to far vision. In order to focus the image of near objects, the ciliary muscles contract and thus thicken the lens; this process is called accommodation (adjustment). Over years the eye lens becomes less elastic, and this influences the capability of form changing, including also the focusing of near object images. This deterioration of lens elasticity is called **presbyopia** or **old-age farsightedness**.

Presbyopia is usually first noticed around the age of 45 and this is the normal condition of the eye related to the age, and progressing constantly after that. Due to the lack of elasticity of the eye lens, the person cannot focus objects at different distances any more. If such persons do not undertake vision correction, they will be able to read print only if it is far from the eyes, until the arms become “too short”. On the other hand, short-sighted persons must sometimes take off their glasses in order to be able to read at normal distance. This process of accommodation reduction lasts until the age of 60.

The symptoms include:

- impossibility to work at near distance;
- shifting of reading distance from near to far, in order to bring the object into focus;
- need for especially strong lighting;
- people usually complain that reading is possible in the morning, but not late in the afternoon or at night;
- headache after reading or working at near distances.

This condition is corrected by convex glasses for near vision, which is in fact a substitution for accommodation. The dioptrre difference between the correction for far and the total correction for near is known as addition. It is always better to give light hypercorrection than overcorrect the near vision. The following is an example of the correction of presbyopia at different ages for a distance of 40cm:

47 years ..... +1.00 dsph

48- 50 years ..... +1.50 dsph

51-55 years ..... +2.00 dsph

>56 years ..... +2.50 dsph

in poor vision ..... +3.00 dsph

Apart from old age the final value of addition will depend on the working distance and the previously used correction (habit of looking), as well as the visus.

### ***Solutions for presbyopia***

The problem of presbyopia can be solved in several ways. All the possibilities have their advantages and drawbacks. They depend on the need of the customer, their habits, wishes and finally the financial possibilities.

The solutions include:

- monofocal glasses for near vision;
- bifocal or trifocal eyeglasses;
- so-called “office” glasses (suitable for younger presbyopes who have no correction for far vision, and who work with computers and need medium distance);
- progressive eyeglasses;
- contact lenses are one option for the correction of presbyopia and can be taken into consideration:
  - multifocal CL,
  - single-power CL for far vision and over that single-power eyeglasses for reading or “working glasses” that correct also the medium distance,
  - monovision (dominant eye is corrected by the far lens, and the non-dominant eye by near lens),
- Surgical insertion of intraocular multifocal lens (this is performed usually after the cataract surgery),
- laser can also solve the problem of presbyopia, but this is again monovision as in case of contact lenses; however, this is a permanent solution.

## Progressive eyeglasses

Progressive or multifocal spectacle lenses are technologically the most advanced eyeglasses that are available on the market at the moment. They allow sharp vision at all distances, unlike the bifocal lenses that provide sharp vision only at two distances. Bifocal lenses solve to a certain extent the far and near vision problem with one pair of glasses, but this is not the ideal solution. If a person wants to work with them in front of a monitor, this presents a problem. The problem is, namely in medium distances. Also, the eyeglasses with bifocal lenses do not look nice aesthetically since one can immediately notice the marked part for reading. Progressive lenses have several dioptres with gradual transition from one dioptre to another. They are used for the correction of refraction errors at all distances, from far away objects, objects at medium distances to near objects. The eyeglasses with progressive lenses are fully adapted to the needs of everyday living. They provide sharp vision at all distances without the need to change the eyeglasses. Apart from functionality and comfort the progressive lenses have another big advantage compared to bifocal lenses, and this is their design. They have no visible part intended for reading, so that they look as common single-power lenses.



Figure 2

The group of progressive lenses includes also the so-called office lenses that are becoming increasingly popular. Unlike standard progressive lenses, these lenses have no correction for far vision, but rather only for the distance of ca. 3 metres. They are intended first of all to younger presbyopes who do not need far correction. The advantage of these lenses lies in the fact that there is minimal narrowing of the field of vision at medium and near distance, which is ideal for office work, i.e. for working with a computer. The popularity of progressive eyeglasses is growing and they are the best solution for presbyopia. Some users of these eyeglasses have problems with adaptation in the beginning of the usage or even immediately upon buying a new pair. This paper will show why this is so.

## Inserting progressive lenses

The first and very important thing in the entire procedure is primarily adequately performed optometric examination, i.e. correctly written refraction which will be used to assemble the future eyeglasses. If the examination is not well performed, the customer will have problems, regardless of our further measurements while selecting the frames. Therefore, the refraction is the first and only essential item in the process of adaptation.

### 1. Selection of frames

For the progressive lens to fit into adequate frames, these have to provide certain vertical height. Due to various innovations in the field of optics, such lenses fit today in much smaller frames, but this depends on many factors. After having successfully determined the refraction and binocular balance, we have to select the frames. Correct selection of the frames is important for total comfort. It is necessary to help the customer find the frames that suit the person's face, to rest stable on the nose, and to provide sufficient height between the pupil and the lower part of the frames (recommended height is from 18-20mm, although in some types of progressive lenses the height can be smaller as well).

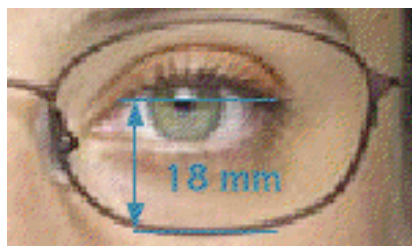


Figure 3

### 2. Fitting the frames

The frames always have to be adjusted before the measurement. We fit them so that they suit the patient's face. The peak distance is recommended to be from 12-14mm, and pantoscopic angle between 8-12 degrees.

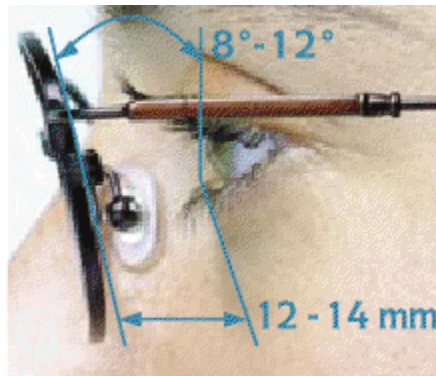


Figure 4

We also fit the front part of the frames (proclination, inclination, plane) and the frame sides (opening, form and length, ear parts and closing of the sides).

### 3. Measuring the pupil distance

We measure the monocular pupil distance in far vision (the person looking into infinity). We measure every eye separately with open eyes.



Figures 4 and 5

### 4. Measuring the pupil height

This is the crucial step for successful insertion of progressive lenses. We place the frames on the customer's face and set the HMS ("Height Measuring System") taking care not to change the position of the frames. This is done in standing. We ask

the customer to take a natural body posture, and to look into the distance at the height of the eyes.

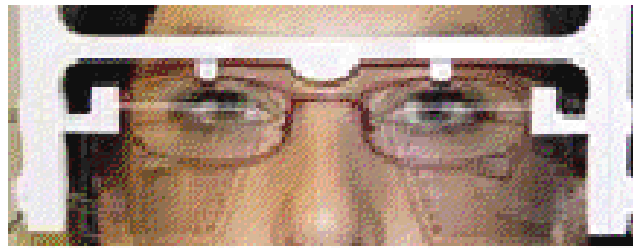


Figure 6

We set the left and the right indicator to the height of the pupils so that the position is at the same height with the eyes to avoid the possibility of parallax error. We read the left and the right pupil height. Using the centring map we mark the monocular PD and height markings for each lens.



Figure 7

We place again the frames on the face of the patient, and check the centring in far vision. In the standing posture we ask the customer to look into the distance. We stand at the level of the eyes and check whether the central cross is in the middle of each pupil.

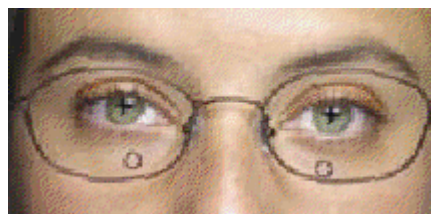


Figure 8

**Final fitting**

After having inserted the lenses into the frames, we keep the markings on the lenses until delivery (or we mark them again if they were erased). We fit the frames on the patient's face and check the centring by means of the markings on the lens.

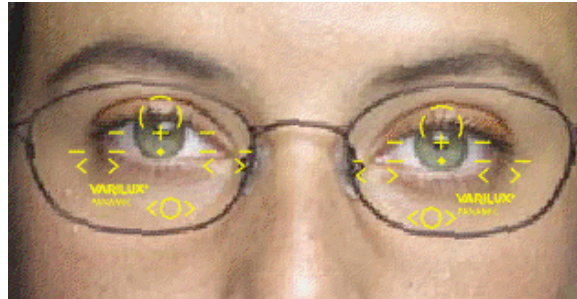


Figure 9

By means of optotype test for far vision we check the visual acuity, and for near vision we use the reading text. The customer should always be given recommendations for assistance in adaptation, so that far vision is at the level of the eyes looking straight ahead, and near vision in the bottom part of the lens, by looking down (or by slightly lifting the head if necessary). It is important to make the customer aware that by walking up- or downstairs the eyes should always be directed through the upper part of the glass (far vision part), and that all movements of the head and eyes have to proceed slowly. We inform the customer also about the adaptation time which is necessary for every new pair of lenses.

## **Solving the problem of adaptation**

In the beginning of wearing progressive eyeglasses, the difficulties may be caused by peripheral haze which requires from the customer certain small changes in moving the head in order to clearly see objects on the side. This will be reduced over time and usage. Most people adapt very quickly. If somebody has not adapted within a period of two weeks, then the person should come to consultation provided by the person who dispensed the progressive eyeglasses. The necessary corrections are then performed on the frames taking into consideration the customer's claims. The majority of problems of adaptation to progressive lenses is caused by one of the following factors:

- incorrectly determined optical centre that has to be set at the same place as in the previous eyeglasses, if the customer was satisfied with them. If the customer receives the eyeglasses for the first time, the centre should be exactly in the centre of the pupil;



- higher class of progressives provides better quality of vision and easier adaptation. If the customers got used to a higher class of progressives, one should avoid giving a lower class.

### ***The users' claims, possible reasons and solutions!***

1. The user has to lift the head or eyeglasses in order to be able to read!  
**Reasons:** the fitting height is too low, far vision is too weak;  
**Solutions:** change the fitting by lifting the frames, increase the distance or near vision power, or we insert the lenses a bit higher;
2. The user must lower the head or the eyeglasses in order to better see far!  
**Reasons:** the fitting height is too high, far vision is too strong;  
**Solutions:** change the fitting by lifting the frame, reduce the distance or far vision power, insert new lenses a bit lower;
3. The user must incline the head to see sharply!  
**Reasons:** inadequate pupil distance, height of fitting or uncorrected astigmatism;  
**Solutions:** change the centring and check the astigmatism;
4. The user has very reduced field of near vision. Fatigue after long hours of work in the field of near vision;  
**Reasons:** Pupil distance for near and far, fitting height, inadequate dioptré and addition;  
**Solutions:** reduce the addition and increase far vision power, check astigmatism, change centring and insert the lenses higher;
5. The user sees double far or near or both!  
**Reasons:** inadequate pupil distance and height of fitting, wrong dioptré and addition, inclination of the frame, uncorrected astigmatism;  
**Solutions:** check the distance and pupil height in far vision and near vision in order to confirm centring; check the far and near vision power, astigmatism and binocular balance, check the fitting and pantoscopic angle, compare to previous eyeglasses.
6. The user sees the source of light double!  
**Reasons:** anti-reflex; uncorrected astigmatism;  
**Solutions:** make new lenses with anti-reflex coating, check astigmatism;
7. The user sees the lines deformed!

**Reasons:** pupil distance, fitting height, addition, frame inclination, astigmatism;

**Solutions:** check astigmatism, reduce addition, check PD and height in order to check the centring, change the fitting by lifting the frame or by inserting new lenses a bit higher;

8. The user has a feeling of itching, feels eye fatigue

**Reasons:** anti-reflex, pupil distance, fitting height, dioptré and addition, astigmatism;

**Solutions:** check PD and height in order to check the centring, check dioptré and binocular balance, compare the previous eyeglasses or insert new lenses with anti-reflex coating.

In order to avoid all these problems we have to teach the customers about the progressive lenses, so that they understand how to use them and what to expect. It is important to inform them that if they want to look at something on the side they have to turn their head in order to reduce the peripheral distortion, and by lifting and lowering the head to focus the object. Simply, we have to explain all the necessary things to facilitate the adaptation period to achieve satisfaction in the end.

## Conclusion

My intention with this paper was to indicate the possible problems caused by adaptation to progressive eyeglasses. Also this paper can serve to my future young colleagues to supplement their knowledge related to these problems, and to satisfy the needs of their customers as well.

# 21. Zrakový tréninkvergence a akomodace

Bc. Markéta Halbrštátová

UP Olomouc, Přírodovědecká fakulta, 4. ročník  
[marketa.halbrstatova@centrum.cz](mailto:marketa.halbrstatova@centrum.cz) 724 733 093

## Anotace:

Hlavním cílem bakalářské práce je seznámit se zrakovým tréninkem vergenčního a akomodačního systému oka. Teoretická část práce zahrnuje popis těchto systémů, věnuje se pojmůmvergence a akomodace a zabývá se vybranými technikami zrakového tréninku. Praktická část je zaměřena na ověření technik terapie - test tři kočky a brock string. Výsledky a poznatky ze zrakového tréninku jsou shrnuty v diskusi.

## Abstract:

### Vision training of vergence and accommodation

The main aim of this Bachelor's Thesis is to acquaint with the visual training of the vergence and the accommodation system of the eye. The theoretical part of thesis includes a description of these systems, deals with the concepts of the vergence and the accommodation, and also describes the techniques of visual training. In the practical part, there are verified two therapy techniques - Three cats and Brock string tests. The results and findings of visual training are summarized in the discussion section.

## Text přednášky :

### Cíl

- seznámit se zrakovým tréninkem vergenčního a akomodačního systému oka
- ověřit fungování pomocí vybraných metod cvičení v praxi

### Teoretická část

- anatomie a fyziologie okohybného a akomodačního aparátu oka
  - okohybný aparát – svaly, okohybné nervy, centra
- akomodační aparát – ciliární sval, závěsný aparát, čočka a teorie akomodace
- vergence a akomodace
  - vergence – typy, poruchy (např. heteroforie), terapie
  - akomodace – typy, poruchy (např. presbyopie), terapie
- zrakový trénink
  - rozvoj fúzních rezerv a RA
    - free-space
    - polarizované hektogramy a anaglyfy
    - haploskopická zařízení
    - vergenční a akomodační schopnost
  - akomodace avergence ve vzájemném vztahu
    - brock string, penci push-up, near-far jump, fyziologická diplopie

### Praktická část

- test tři kočky a brock string
- tři kočky – rozvoj FR a RA

- brock string – vzájemné propojení mezi akomodací a vergencí
- soubor a metodika
  - 2 ženy (22 a 23 let) a muž (34 let), heteroforie u ženy 23 let a muže
    - Katedra optiky PřF UPOL – listopad 2010 až leden 2011
- trénink 30 dní – odchylka a velikost FR dálka a blízko měřena před, během, po tréninku a 5 týdnů po ukončení terapie
  - denní trénink – 5 min/test
  - vlastní výroba testů
- výsledky
- objektivní – vergenční odchylky – muž (kolísání), 1. žena (v normě)
  - PFR – navýšení ve všech případech, s postupem tréninku mírný pokles, avšak na d normou
  - NFR – navýšení, ale ne takové jako u PFR, nepředpokládal se takový nárůst (trénovala se exoforie, ne esoforie)
- subjektivní – zlepšení zrakového komfortu u všech tří probandů (menší napětí v očích, delší možnost práce do blízka
- závěr
  - zrakový komfort vzrostl
  - zlepšení zaznamenáno zejména u relativních konvergenčních rezerv

## **Teoretická část**

Teoretická část práce byla rozdělena do tří podkapitol. V první byla pozornost věnována anatomii a fyziologii okoohybného a akomodačního aparátu oka se zaměřením zejména na funkci okoohybných svalů a na proces akomodace. Druhá podkapitola seznamuje s vergencí a akomodací. Popisuje jejich typy, poruchy a následně možné terapie daných poruch. Třetí část teorie se zabývá pojmem zrakový trénink. Ten je založen na terapii očí a mozku. Jde o soubor cvičení, který má za úkol zlepšit či dokonce odstranit základní vizuální problémy bez pomoci korekčních pomůcek a chirurgických zákroků. Nejčastěji se využívá při léčbě dvojitého vidění, šilhání či nedostatečné konvergence. Zrakový trénink lze rozdělit do několika kategorií. Mimo jiné mezi ně patří trénink rozvoje fúzních rezerv a relativní akomodace (dále FR a RA) a trénink akomodace a konvergence ve vzájemném vztahu.

K tréninku FR a RA se používají různé druhy technik. Jednou z nich je i free-space technika (tři kočky), která byla v práci zkoumána. Společně s ní je práce věnována i druhé kategorii, ze které byl ke studii využit test brock string. Oba testy jsem vlastnoručně vyráběla dle popisu v publikaci od pana Evanse (2007) a za pomoci internetového odkazu <http://www.optorehab.com>.

## **Tři kočky**

Jedním z nejjednodušších cvičení z kategorie free-space technik je test tři kočky. Tento typ cvičení vytvořil Clement Clark ve Velké Británii. Cvičení je zaměřeno na exoforii, ale je používáno i při tréninku esoforie. Člověk s esoforií však při tréninku pociťuje větší obtíže ve srovnání s exoforikem.

K tomuto cvičení je zapotřebí karta o rozměru A5, na které jsou namalované dvě kočky, jiná zvířata, věci atp. Kočky se nachází uprostřed karty a jsou od sebe vzdáleny 5 cm. Každá kočka je částečně neúplná. Oko, ocas či vousky chybí. Správná kočka vznikne až po spojení obou obrazů. Obdobně je možné obrázek překreslit na průhlednou folii a instruovat pacienta, aby se díval skrz ní na objekt, který se nachází za ní.

## **Brock string**

Hlavním úkolem testu brock string je rozvíjet koordinaci obou očí, zvláště konvergenci a akomodaci. Samotný test se skládá ze čtyř částí. Tvoří ho provázek a tři korálky různé barvy. Korálky mají mezi sebou rozestup jednu stopu.

Samotný trénink probíhá tak, že jeden konec provázku zahákneme za kliku (popř. přilepíme na zeď) a druhý držíme před nosem. Provázek máme napnutý (neprohýbá se). Klient střídavě zaostřuje korálky. Pohled na korálky tak vytváří tři druhy vjemů – provázek se rozbíhá do písmene „V“, „X“ či obráceného „V“. Rychlost přeastřování se určuje dle schopnosti správně vnímat korálky a provázek. Doba tréninku by měla být minimálně 5 min denně.

## **Praktická část**

Praktická část práce je zaměřena na studium fungování technik zrakového tréninku tři kočky a brock string.

## **Soubor a metodika**

V rámci ověření vybraných technik zrakového tréninku byli vyšetřeni tři probandé – dvě ženy ve věku 22 a 23 let a muž ve věku 34 let. Z toho starší žena a muž před začátkem tréninku pociťovali potíže při práci na blízko. Mladší žena obtížemi netrpěla. Sběr dat byl proveden na Katedře optiky Univerzity Palackého v Olomouci v období od listopadu 2010 do ledna 2011.

Všem účastníkům studie byla před začátkem tréninku změřena případná okohybná odchylka pomocí alternujícího zakrývacího testu. Velikosti horizontálních fúzních rezerv (dále FR) se měřily prizmatickou lištou. Zjišťovaly se tři hodnoty (v pD): blur point (bod rozmazání), break point (bod rozdělení) a recovery point (bod opětovného spojení), a to vždy ve čtyřech kombinacích – do dálky (na 6 m) BO i BI a do blízka (na 40 cm) BO i BI. Všechny výsledné hodnoty byly vytvořeny průměrem tří hodnot, které byly během dne měření zjištěny.

Probandé pak obdrželi dva testy (tři kočky a brock string) a byli seznámeni s jejich použitím. Trénink trval po dobu třiceti dnů. Cvičení probíhalo pět minut denně pro každý typ testu. Na začátku, v polovině a na konci tréninku bylo provedeno měření. Stejně měření klienti podstoupili ještě jednou pět týdnů po ukončení zrakové terapie pro ověření, jestli účinky tréninku stále působí. Na závěr absolventi studie vyplnili dotazník zaměřený právě na cvičení tři kočky a brock string.

## **Výsledky**

Předmětem studie bylo ověřit fungování technik tři kočky a brock string. V práci jsou zaznamenány výsledky objektivní (získané měřením) i subjektivní (hodnocené vzniklými pocity při zrakovém tréninku).

### **Objektivní výsledky**

Objektivní horizontální vergenční odchylka byla zaznamenána u probanda č. 1 a č. 2 pouze do blízka, u probanda č. 3 nebyla zaznamenána vůbec.

Vývoj hodnot odchylky HTF se u každého z vyšetřujících s exoforií choval odlišně. U probanda č. 1 hodnoty exoforie během tréninku klesly na normu, avšak po ukončení se vrátily do hodnot ještě vyšších, než na počátku studie. Tento stav mohl být při posledním měření ovlivněn únavou vyšetřovaného. Mohl však poukázat i na to, že jen zrakový trénink dokázal udržet hodnoty HTF v normě. U probanda č. 2 se po celou dobu studie hodnoty HTF udržely v normě. Z toho vyplývá, že zrakový trénink velikost vergenční odchylky zásadně neovlivnil.

Hodnoty FR BO do dálky u většiny probandů vzrostly do určité hodnoty, ve které poté setrvaly. U prvního probanda došlo k mírnému poklesu na závěr studie. FR BO do blízka zareagovaly na trénink velice kladně, ve všech případech došlo k jejich zvýšení.

V případě pozitivních fúzních rezerv se vzrůst hodnot předpokládal, protože zrakový trénink byl zaměřen zejména na posílení konvergenčních schopností.

U FR BI do dálky nejprve došlo k nárůstu obou složek, další průběh se však lišil. Break point poté již pouze klesal a recovery point měl tendenci spíše stagnovat. FR BI do blízka nejčastěji nejprve prudce vzrostly a dále jen zůstávaly na stejné výši či v případě probanda č. 1 i klesly skoro na původní hodnotu. Protože ověření vybraných technik zrakového tréninku bylo cvičeno zejména u probandů s exoforií, nepředpokládalo se, že by došlo k většímu navýšení rezerv.

### **Subjektivní výsledky**

Za pomoci dotazníku, který každý z absolventů studie vyplnil, bylo možné získat informace o jejich pohledu na zrakový trénink. Dotazník byl zaměřen hlavně na pocity vyvolané cvičením.

Před začátkem tréninku proband č. 1 nedokázal udržet jednoduché binokulární vidění do blízka a to zejména při práci s PC. Tendence k diplopii se během tréninku snížila a po ukončení studie stále setrvávala. Napětí v očích na počátku tréninku úplně vymizelo. Proband č. 2 na začátku studie pociťoval při práci do blízka unavené oči a nedokázal delší dobu na tuto vzdálenost pracovat. Avšak po devíti týdnech studie byl již schopen udržet koncentraci při čtení a únava očí se dostavovala později. I přestože třetí absolvent studie neměl na počátku zrakového tréninku obtíže, je přesvědčen, že cvičení pomohlo zlepšit jeho zrakový komfort.

Práce s testy byla všemi třemi účastníky studie hodnocena kladně. Dokázali se s nimi v krátké době naučit zacházet, a tedy i správně cvičit.

Studie ukázala, že zrakový trénink výrazně zlepšil zrakový komfort celé experimentální skupiny. Viditelného zlepšení bylo dosaženo zejména u relativních konvergenčních rezerv, které vysoce vzrostly hlavně u probandů s exoforií. Došlo k posílení trénovaných systémů – konvergenčního a akomodačního.

## 22. Časté chyby u prizmatické korekce

Mgr. Pavel Kříž

LF MU, doktorské studium (lékařská biofyzika), 2. ročník

mail: [kriz@szsmerh.cz](mailto:kriz@szsmerh.cz)

### **Anotace :**

Binokulární korekce je v praxi optometristy stále aktuálnějším tématem. Tento jev si můžeme vysvětlit snahou o maximální komfort našich klientů, vědomím, že běžnou korekcí v některých případech neodstraníme veškeré obtíže a také vyšší konkurence schopností. Binokulární korekce nespočívá pouze v rovině korekce samotné vady, ale především v opatrném a zodpovědném rozhodnutí v jakém případě může prizmatická korekce přinést zlepšení uváděných obtíží. Mimo tyto podstatné kroky je třeba znát pravidla pro správnou aplikaci prizmat, přednosti vyráběných brýlových čoček a také zvláštnosti zobrazení této korekce. V přednášce se budeme věnovat častým chybám v uskutečňování prizmatické korekce včetně nesprávného, často nedostatečného poradenství.

### **Annotation :**

#### **Common mistakes in prisms correction**

Binocular correction is becoming in practice of optometrist constantly more current topic. We can explain the effect to our clients by maximum effort for comfort, knowing that in common correction we cannot eliminate all the difficulties of some cases and also higher competitive ability. Binocular correction is not only based on the correction of the defect, but mainly in careful and responsible decisions in which case the prisms correction brings improvements of mentioned problems. Except these important steps is necessary to know the rules of the correct application of prisms, assets of produced eyeglass lenses and also rarity of projection of the correction. In lecture we are going to devote to repeated mistakes in implementation of prisms correction including incorrect, often inadequate advice.

### **Text přednášky :**

#### **Časté chyby u prizmatické korekce**

Na začátku každého vyšetření je zcela nezbytná důkladná anamnéza. Mimo běžné dotazy z oblasti rodinné a osobní anamnézy bychom se měli zaměřit především na oční anamnézu, kterou je vhodné obohatit o pár cílených otázek, které nám pomohou poodhalit, zda-li se mimo snížené ostrosti vidění a dalších běžných příznaků nevyskytují příznaky charakteristické pro narušení některých dalších zrakových funkcí. Je dobré naučit naše klienty, že zrak není pouze schopnost číst ostře, ale souhra mnoha zrakových funkcí, které se optimálně kombinují. Jedním z kroků o komplexnější péči pro naše klienty je zařazení binokulární korekce do vyšetření zraku. Samotný pojem binokulární korekce v sobě zahrnuje mnoho různých přístupů, testů a pravidel pro případnou korekci, je na každém z nás, která metoda je mu nejbližší a především v jaké šíři se rozhodne binokulární korekci věnovat. V začátcích můžeme přidat do anamnézy pár dotazů, které v sobě zahrnují nejčastější symptomy pro poruchu binokulární souhry společně s zařazením některého ze základních testů pro určení okohybné úchylny. Později další testy, které nám pomohou blíže určit stav a závažnost případné binokulární poruchy a také více napovědět o vhodnosti a výši korekce. Až bude naše prvotní obava z aplikace prizmatické korekce nahrazena úspěšným přijetím ze strany klienta a odezněním mnohdy úporných obtíží, stane se pro nás binokulární korekce po právu pevnější součástí každého vyšetření zraku.

Někdy však pro náročnost binokulární korekce zapomínáme na její základní pravidla, které vychází především z brýlové optiky. I nejpřesnější měření by bylo zbytečné, kdyby



nenásledovalo maximální úsilí o správné přenesení prizmatické korekce do budoucí optické pomůcky. V tomto případě je nezbytná dokonalá souhra očního optika a optometristy. Pokud se spoléháme pouze na naměřené hodnoty, může se stát, že při nedbalosti v některém z ostatních kroků nebude prizmatická korekce naplňovat naše očekávání a například vlivem nadměrných vad zobrazení bude ze strany klienta odmítnuta. Některých základních chyb se můžeme dopustit již při měření, kde musíme s aplikovanými prizmaty zacházet podle stejných pravidel jako v budoucí brýlové korekci. Před vložením jakýchkoliv korekčních skel je nezbytná centrace zkušební brýlové obruby, v případě binokulární korekce je třeba na tento krok brát ještě důraznější zřetel. Nepříjemnou skutečností je, že výškovou centraci na střed očních zkušební obruby, v případě odlišné výšky zornic, neumožňuje téměř žádná zkušební obruba na trhu. Bohužel se tato situace v praxi řeší často navozením rozdílné inklinace na pravé a levé oční. Tím sice dosáhneme shodné výšky, ale navodíme na jednom oku astigmatismus šikmých paprsků, který nás může milně informovat o přítomnosti astigmatismu, vyšší či nižší hodnotě cylindru nebo špatné ose, než je tomu ve skutečnosti. V případě rozdílné výšky zornic a deficitu zkušební obruby, která se dokáže takové situaci přizpůsobit, jsme nuceni rozdílné výšky ponechat a počítat s navozením vertikálního klínového účinku. Optimální je udělat kompromis mezi pravým a levým okem, abychom klínový účinek rovnoměrně rozdělili. Konečnou naměřenou hodnotu při binokulární korekci musíme upravit o míru tzv. arteficiální heteroforie, kterou jsme navodili nerespektováním odlišné polohy zornic. Dalším důležitým krokem je pravidelné rozdělení prizmat před každé oko při jejich vkládání do zkušební obruby. Zároveň je důležité dodržovat nutnost decentrace optického středu při navyšování hodnot prizmatické korekce. Decentraci provádíme ve většině případů dle pravidla: na každou vloženou 1pD posunujeme optický střed korekční čočky o 0,25 mm proti směru báze vložených klínů. Skutečná míra decentrace závisí nejenom na prizmatických hodnotách, ale také na vrcholové vzdálenosti nejsilnějšího optického členu. Čím blíže je nejsilnější optický člen oku, tím je nutnost decentrace nižší. Snažíme se tedy silnější korekční sklo vkládat do zadní objímky, jemnou sféru či nižší cylindr do objímek předních. V případě vysokého cylindru a nízké sféry by bylo vhodné upřednostnit polohu cylindru v zadní objímce, avšak zde bychom pouze stěží mohli přesně kontrolovat osu. Rozdíl decentrace dle používaného pravidla a decentrace při zohlednění individuální vrcholové vzdálenosti si ukážeme na příkladu. Klientovy aplikujeme u esoforie 10pD B zevně, hodnota axiální refrakce je +5D na obou očích, přičemž sférické čočky jsme umístili do první přední objímky. U nejčastějšího typu zkušební obruby, která se využívá v optometristické praxi je rozdíl předozadní vzdálenosti první zadní a první přední objímky 6mm, v našem případě je sférické sklo o hodnotě +5D umístěno ve vrcholové vzdálenosti 20mm před okem klienta. Pravidlo, které uvádí nutnost decentrace o 0,25mm na každou 1pD je vypočítáno pro vrcholovou vzdálenost 12mm, pro vzdálenost 20mm je nutnost decentrace na 1pD 0,33mm. V našem případě by decentrace pro 10pD činila místo 2,5mm celkem 3,3mm, rozdíl téměř jednoho milimetru. Pro tuto výši axiální refrakce však navodíme pouze 0,5pD klínového účinku. Ve většině případů se tedy i při vrcholové vzdálenosti odpovídající poloze první objímky vpředu můžeme řídit používaným pravidlem pro decentraci. Hrubou chybou se však stává jeho naprosté ignorování a využití až v konečné brýlové korekci. Pokud nedecentrujeme optické středy ve zkušební obrubě, nejenom, že znevýhodňujeme kvalitu zobrazení pohledem mimo optické středy, ale opět navozujeme nový klínový účinek. V případě hypermetropie bychom naměřili u exoforie či esoforie nižší hodnotu než jakou klient vykazuje, u myopie bychom potom mohli při plné korekci klienta překorigovat. Pokud opomene decentraci optických středů v konečné brýlové korekci, bude mít myop nižší hodnotu klínového účinku než jaký byl záměr, hypermetrop pak bude překorigován. Na hodnotách z předchozího příkladu si ukážeme chybu, které bychom mohli při nedodržení decentrace při měření dosáhnout, upravíme však vrcholovou vzdálenost pro polohu silnější korekční čočky v poloze

první zadní objímky (12mm). Požadovaná decentrace byla 2,5 mm binokulárně, při jejím nedodržení navodí pohled mimo optické středy v tomto případě 1,25pD chybu. Klient se dívá nasálně mimo optické středy, v případě zmiňované hypermetropie je navozen klínový účinek s bází zevně, který se sečte s korekcí esoforie, klient tak může hlásit, že se nám již podařilo srovnat veškeré testy, v takovém případě bychom však chybně předpokládali, že úchylka má přesnou hodnotu vložených klínů. Při nedodržení decentrace v konečné brýlové korekci je pro klienta mimo chybně navozeného prizmatického účinku nepříjemnou okolností snížená kvalita zobrazení. Stejně jako u horizontální decentrace musíme počítat s použitím pravidla u aplikace vertikálních prizmat. Ve většině zkušebních obrub však není tato vertikální decentrace umožněna, v případě vyšších hodnot prizmatické korekce a vrcholové lámavosti je vhodné počítat s chybným navozením klínového účinku. Na konci vyšetření bychom pak měli výslednou naměřenou hodnotu upravit o tento chybně navozený klínový účinek. Postup si opět můžeme ukázat na příkladě, kdy klientovi ke korekci -5,0 D při binokulární korekci přidáme vertikálně 3pD OP B 270° a 3pD OL B 90°, v případě nastavitelné výšky očníce bychom decentrovali optické středy na pravém oku směrem nahoru o 0,75mm a na oku levém o 0,75mm směrem dolů. V případě, že nemůžeme tuto úpravu provést, je třeba počítat s navozeným klínovým účinkem, který může ovlivnit přesnost našeho měření. V našem příkladu bychom měli po ukončení měření od výsledné hodnoty odečíst 0,75pD, pokud bychom hodnotu neupravili, došlo by k překorigování. Opět platí pravidlo jako pro horizontální úpravu klínového účinku při nedodržení decentrace, u rozptylných čoček od výsledné prizmatické hodnoty odečítáme navozený klínový účinek, u spojných čoček přičítáme.

V případě předepsání brýlové korekce je vhodné uvést celkové PD a označit, zda-li je již upravené o hodnotu decentrace. Renomované firmy nabízejí možnost ve svých zábrusových a objednávkových formulářích uvést PD na dálku bez či s zohledněním decentrace. V případě, že není PD upraveno o hodnotu decentrace, decentruje výrobce optické středy dle výše uvedeného pravidla pro vrcholovou vzdálenost 12mm. Pokud je vrcholová vzdálenost u zvolených brýlích výrazně odlišná a jedná se o vyšší hodnoty prizmatické korekce, je vhodnější do formuláře napsat PD upravené o míru decentrace.

Další důležitou částí při uskutečnění prizmatické korekce je vhodný výběr brýlové čočky. Navození klínového účinku je možné dvěma způsoby, decentrací optického středu brýlové čočky a objednáním prizmatických brýlových čoček. Je vhodné si uvědomit, že decentrace brýlové čočky pro navození klínového účinku je možnost, která obnáší mimo nižší ceny a dřívějšího termínu zhotovení velkou řadu nevýhod. Decentrace optického středu u běžné brýlové čočky obnáší sníženou kvalitu zobrazení, zároveň v případě kombinace stranových a vertikálních prizmat skýtá nutnost přepočtu na výslednou hodnotu a osu celkového prizmatického účinku. V poslední části tohoto tématu se budeme věnovat vadám, které se vyskytují u prizmatické korekce, měli bychom se tak snažit o minimalizování dalšího zavlečení vad zobrazení. Naopak výrobní prizmatická čočka nabízí kvalitnější zobrazení, navození klínového účinku a decentrací optického středu, výsledný vztažný bod je označen potiskem. Při navození klínového účinku decentrací optického středu se počítá s vyšší hodnotou vrcholové lámavosti, která umožní při běžném průměru dosažení požadovaného klínového účinku. Dalšími parametry, které ovlivňují možnost navození klínového účinku touto metodou je velikost a tvar očníce a pupilární distance. Pro příklad omezené možnosti této metody jsou použity běžné rozměry brýlové obruby a průměr brýlové čočky, standardní výška zornic a spíše optimisticky navýšená pupilární distance. Při šířce očníce 52mm, výšce 30mm, šířce nosníku 20mm, vzdálenosti zornic 68mm, jejich výšce v očníci 20mm a průměru brýlové čočky 70mm, je možné čočku decentrovat nazálně pouze o 7mm, temporálně pak o 11mm. Vzhledem k tomu, že u správně vybrané brýlové obruby by měla být pupilární distance lehce menší než očníkový rozstup, u spojných čoček je pak vyšší předpoklad pro

korekci esoforie, u rozptylných čoček pak navodíme vyšší klínový účinek pro korekci exoforie. Na 3pD je v našem případě při decentraci optického středu nasádně potřeba brýlové čočky o minimální hodnotě vrcholové lámavosti 4,5D. V mnoha případech tak není navození klínového účinku decentrací možné.

Zcela nepřijatelná je decentrace optického středu na předpisy, které místo přesné hodnoty prizmatu obsahují doporučení pro maximální decentraci směrem zevně, dovnitř či výškově. Z objasnění výše uvedené problematiky je zřejmé, že není možné dopředu předpokládat skutečnou prizmatickou hodnotu, kterou předpisem maximální decentrace navodíme. Na předpisech se však můžeme setkat místo prizmatických dioptrií i se stupni či hodnotou decentrace.

U centrace prizmatických brýlových čoček postupujeme v souladu se základními pravidly pro centraci jednoohniskových brýlových čoček. Stranová centrace na PD do dálky, výškově na skutečný střed otáčení oka, přičemž je třeba brát ohled na míru decentrace vlivem prizmat. Otázkou je však centrace korekčních skel ve zkušební obrubě při měření AC/A poměru do blízka. I zde je třeba si uvědomit, že se klient dívá při zachování PD do dálky mimo optické středy, kde dochází k navození klínového účinku. Při průměrné pupilární distanci 64mm, vrcholové vzdálenosti korekčního členu 12mm a poloze hlavní pracovní roviny ve vzdálenosti 40cm, je vzdálenost průsečíku pohledu do blízka oproti optickému středu vycentrovanému na PD do dálky o na 2mm nasádně na každém oku. V případě vrcholové lámavosti na dálku -5D na každém oku je navozen binokulárně klínový účinek o hodnotě 2pD B dovnitř, klient je nucen k nižší konvergenci do blízka. Pokud bychom chtěli naměřit výsledek bez zavlečení chyby navozením klínového účinku, museli bychom nacentrovat očníce na PD do blízka, nebo naměřenou hodnotu upravit o zavlečenou chybu.

Mimo veškerou snahu o dosažení optimální prizmatické korekce bychom neměli zapomenout na nezbytné poradenství. Pokud v dostatečné míře nepoučíme naše klienty o zvláště vnitřních vnímání přes tuto korekci, vadách zobrazení a délce návyku, můžeme se místo očekávaného odeznění obtíží našich klientů a jejich přízně, setkat s předčasným odložením korekce a přetrvání veškerých potíží. V rámci vyšetření si můžeme při projití s předepsanou korekcí všimnout jistoty při orientaci v prostoru a vnímání vad zobrazení. I v případě, že bude korekce plně přijata bez vnímání jakýchkoliv potíží, upozorníme klienta, že může z počátku vnímat narušenou realitu. Při aplikaci klínů bude klient vnímat z počátku změnu velikosti obrazu a zkraslení, pozor např. při parkování automobilu. Vhodnou demonstrací změny zobrazení je uchopení předmětu klientem, při vyšších hodnotách prizmatické korekce se často setkáváme s promáchnutím, nebo naopak naražením do předmětu. Známým jevem u prizmatické korekce je disperze, ostatní vady jsou sice často vnímány intenzivněji, přesto bychom se měli vyvarovat zbytečné aplikace brýlových čoček s vyšším indexem lomu. Mezi poradenství by mělo patřit i doporučení antireflexní úpravy, která snižuje vnímání tzv. triplopie. Jedná se vadu, kdy kolem světelného zdroje jsou po stranách vnímány další dvě světla, při aplikaci antireflexní úpravy je jejich vnímání výrazně potlačeno.

V případě, že klienta pečlivě seznámíme s veškerými vlastnostmi prizmatické korekce a vhodně motivujeme, předejdeme riziku odložení korekce a také stoupne v očích klienta úroveň našeho odborného poradenství. Pro prizmatickou korekci můžeme prodloužit návykovou dobu až na 6 týdnů, po dvou měsících je vhodné pozvat klienta na kontrolu, která je pro nás vzácnou zpětnou vazbou.

Binokulární korekce je velmi širokou oblastí optometrie, která nekončí pouze předpisem naměřených hodnot. Správná korekce je souhra mnoha činností, pro dosažení jejího úspěchu se jedna neobejde bez druhé.

**23. Hodnocení studenty**

**24. Závěrečné slovo**