

XIII. CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÁ KONFERENCE OPTOMETRIE A ORTOPTIKY S MEZINÁRODNÍ ÚČASTÍ

Sborník přednášek
20.10.2022

Sponzoři



CooperVision

CooperVision
A CLEARER VISION

MEDICENTUR

Material. Design. Optics.

Pořadatelé sborníku

doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D., Mgr. Petr Veselý, Dis., Ph.D.,

Bc. Klaudia Kalinayová, Bc. Veronika Koňářiková

Obsah

VLIV VELIKOSTI ZORNICE NA HODNOTU SUBJEKTIVNÍ REFRAKCE	5
THE EFFECT OF PUPIL SIZE ON THE VALUE OF SUBJECTIVE REFRACTION	11
BC. BÁRA PIVOŇKOVÁ, MGR. ONDŘEJ VLASÁK, PH.D	11
MOŽNOSTI VYŠETŘENÍ A KOREKCE JBV V PRAXI OPTOMETRISTY	17
POSSIBILITIES OF EXAMINATION AND CORRECTION OF SIMPLE BINOCULAR VISION IN OPTOMETRIST'S PRACTICE.....	24
BC. KARLA MANDELÍKOVÁ, MGR. KATEŘINA MALÁ.....	24
VÝSKYT REFRAKČNÍCH VAD A ZPŮSOB JEJICH KOREKCE V POPULACI VYSOKOŠKOLSKÝCH STUDENTŮ	31
PREVALENCE OF REFRACTIVE ERRORS AND THEIR CORRECTION IN THE POPULATION OF UNIVERSITY STUDENTS.....	38
BC. LUCIE NOVÁKOVÁ, DOC. MUDR. KAROLINA SKORKOVSKÁ, PH.D.	38
VARIACE POSOUZENÍ FÚZNÍCH VERGENCE V OPTOMETRISTICKÉ PRAXI.....	45
VARIATIONS IN THE ASSESSMENT OF FUSION VERGENCES IN OPTOMETRIST PRACTICE.....	49
BC. MARTINA JUŘÍKOVÁ, MGR. PAVEL KŘÍŽ, PH.D.	49
ZÁŤAŽ VIDENIA U NEKORIGOVANÝCH PRESBYOPOV	54
THE BURDEN OF VISION DUE TO UNCORRECTED PRESBYOPIA	60
BC. SAMUEL HORŇÁK, DOC. MGR. PAVEL BENEŠ, PH.D.	60
VYUŽITÍ SPECIÁLNÍCH POMŮCEK A PŘÍSTROJŮ V EDUKACI SLABOZRAKÝCH A NEVIDOMÝCH OSOBE66	
THE USE OF SPECIAL AIDS AND DEVICES IN THE EDUCATION OF VISUALLY IMPAIRED AND BLIND PEOPLE	71
BC. ANASTÁZIE ŘÍHOVÁ, MUDR. TOMÁŠ MŇUK.....	71
ZMĚNY ZORNÉHO POLE PŘI POUŽITÍ D.I.M.S. BRÝLOVÝCH SKEL U MYOPŮ.....	77
CHANGES OF THE FIELD OF VIEW AT MYOPES DUE TO D.I.M.S. SPECTACLE LENSES.....	83
BC. TEREZA KAŠPAROVÁ, MUDR. MIROSLAV DOSTÁLEK, PH.D.	83

SROVNÁNÍ MULTIFOKÁLNÍCH DESIGNŮ KONTAKTNÍCH ČOČEK	89
COMPARISON OF MULTIFOCAL CONTACT LENS DESIGNS	98
BC. KAROLINA ČERMÁKOVÁ, MGR. DANA TRÁVNIKOVÁ.....	98
MĚŘENÍ VELIKOSTI ÚHLU DOLNÍHO VÍČKA V ZÁVISLOSTI NA VĚKU	107
MEASUREMENT OF THE SIZE OF THE LOWER EYELID ANGLE DEPENDING ON AGE.....	113
BC. LUCIE GREGORIČOVÁ, MGR. DANA TRÁVNIKOVÁ	113
VÝVOJ V KONTAKTOLOGII PO ROCE 2000, KOMPARACE PŘÍNOSU NOVÝCH MATERIÁLŮ	119
DEVELOPMENT IN CONTACTOLOGY SINCE 2000, COMPARISON OF THE CONTRIBUTION OF NEW MATERIALS	128
BC. ET BC. SABINA OLŠAROVÁ, MGR. PETR VESELÝ, DIS., PH.D.....	128
VLIV NEKORIGOVANÉHO ASTIGMATISMU NA VÍCEOHNISKOVÉ NITROOČNÍ ČOČKY	137
EFFECT OF UNCORRECTED ASTIGMATISM ON MULTIFOCAL INTRAOCULAR LENSES	143
BC. KRISTÝNA ŘEHOLOVÁ, MGR. ONDŘEJ VLASÁK, PH.D.	143
MYOPIA CONTROL.....	149
MYOPIA CONTROL.....	157
BC. ALENA TRENZOVÁ, MGR. PETR VESELÝ, DIS., PH.D.....	157
KORELACE MEZI REFRAKČNÍMI VADAMI A MIGRÉNOU	165
CORELATION BETWEEN REFRACTIVE ERRORS AND MIGRAINE	172
BC. VERONIKA KOŇAŘÍKOVÁ, DOC. MGR. PAVEL BENEŠ, PH.D.	172
VPLYV DIABETU 1. TYPU NA DENZITU OČNEJ ŠOŠOVKY	179
THE IMPACT OF TYPE 1 DIABETES MELLITUS ON OCULAR LENS DENSITY	186
BC. KLAUDIA KALINAYOVÁ, MGR. PETR VESELÝ, DIS., PH.D.	186
TERMOGRAFIE PŘI DIAGNOSTICE SYNDROMU SUCHÉHO OKA	193
THERMOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF DRY EYE SYNDROME	198
BC. SIMONA HOLÁNOVÁ, MGR. PETR VESELÝ, DIS., PH.D.	198
SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ KONTRASTNÍ CITLIVOSTI NA FREKVENČNÍCH A PÍSMENNÝCH TESTECH U RŮZNÝCH TYPŮ OČNÍCH PATOLOGÍÍ	204

COMPARISON OF CONTRAST SENSITIVITY MEASUREMENTS ON SINE-WAVE GRATING AND LETTER CHARTS IN VARIOUS TYPES OF EYE PATHOLOGIES	211
BC. ANETA RESSOVÁ, MGR. ONDŘEJ VLASÁK PH.D.....	211
KORELACE ZRAKOVÉ OSTROTI NA ETRS A LCD OPTOTYPECH SE SLOANOVÝMI ZNAKY U PACIENTŮ S ANTI-VEGF LÉČBOU	218
CORRELATION OF VISUAL ACUITY ON ETRS AND LCD OPTOTYPES WITH SLOAN LETTERS IN PATIENTS WITH ANTI-VEGF TREATMENT	224
BC. KATEŘINA ROBENKOVÁ, MGR. ONDŘEJ VLASÁK, PH.D.....	224
ZMĚNY KONTRASTNÍ CITLIVOSTI VLIVEM ŠEDÉHO ZÁKALU	230
CHANGES IN CONTRAST SENSITIVITY DUE TO CATARACT	238
BC. ZUZANA TROJANOVÁ, DOC. MUDR. ŠÁRKA SKORKOVSKÁ, CSC.	238
Příběh kontaktních čoček MiSight.....	245
The story of MiSight contact lenses.....	251
BC. TOMÁŠ DOBŘENSKÝ	

Vliv velikosti zornice na hodnotu subjektivní refrakce

Bc. Bára Pivoňková, Mgr. Ondřej Vlasák, Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Na začátku příspěvku popisují zornici, její funkci, fotoreceptory a následně adaptaci a reakci zornic na světlo a tmu. Jedná se o teoretický podklad.

Klíčová slova

zornice, mióza, mydriáza, čípky, tyčinky, fotopické podmínky, skotopické podmínky, mezopické podmínky

Zornice (pupila)

Zornice je část oka, která se nachází ve středu duhovky. Po celém obvodu je obklopena duhovkou (iris), což je přepážka, která odděluje přední a zadní komoru, uprostřed s kruhovitým otvorem pro zornici (pupilu). Pupilární tkáň je velmi jemná. Pupila je většinou posunuta nasálně a dolů od pomyslného středu duhovky. Šířka zorničky je proměnlivá, nejčastěji však 2,4 mm, záleží na mnoha faktorech (např. psychický stav jedince, osvětlení, ...). Zúžení zornice se nazývá mióza a rozšíření mydriáza. ¹

Zornice není nikdy absolutně klidná. Její neustálé pohyby závisí na mnoha vnějších i vnitřních podnětech. Mírné denní světlo, stav zvýšené aktivity, emoční stres a strach způsobují rozšíření zornice. Během spánku nebo klidového stavu, deprese či únavy jsou zornice stažené. Lze předpokládat, že oko do jisté míry odráží energetický a emocionální potenciál člověka. ²

Duhovka (iris)

Duhovka se nachází ve střední vrstvě oka. Má specifický tvar prstence (mezikruží), ve kterém je otvor právě pro zornici. Duhovka se člení na část pupilární, která ohraničuje zornici a část ciliární, která přechází v řasnaté tělísko. Duhovku lze rozdělit na dvě hlavní vrstvy: zadní list a přední list. Zadní list duhovky obsahuje dilatační sval, svěračový sval

a zadní pigmentový epitel, který zabraňuje vstupu světelných paprsků jinou cestou než zornicí. Během kontrakce zornice se vnější obvod duhovky, tzv. vnější řasnatý prstenec (který obsahuje dilatátor), zvětšuje, protože se zornice zmenšuje a tkáň duhovky se rozšiřuje, aby kompenzovala zmenšení průměru zornice. Plocha vnitřního obvodu duhovky, nazývaného vnitřní řasnatý prstenec (který obsahuje svěrač), zůstává relativně stejný, i když se zornice zmenšuje a zvětšuje se plocha, kterou zabírá tkáň duhovky. V důsledku toho, jak se zornice zmenšuje, představuje zhutnění duhovkové tkáně ve vnitřním kolárku mechanické omezení pohybu duhovky. Jedním z úkolů duhovky je vykonávat práci v podobě světelné clony. ³

Svaly ovlivňující šířku zornice

V duhovce lze rozeznat dva svaly, rozvěrač zornice (m. dilatator pupillae) a svěrač zornice (m. sphincter pupillae), které spolupracují jako antagonisté. ^{1,4}

Svalová vlákna rozvěrače zornice se mírně překrývají a tvoří cirkulární prstenec. Při jeho kontrakci dochází k mydriáze. Inervace je zajištěna krčním sympatikem. ^{1,4}

Svěrač zornice je umístěn v zadní části stromatu duhovky, je tvořen hladkým svalstvem, který probíhá cirkulárně. Při osvětlení zornice dochází k jeho kontrakci, a to je důsledkem vzniku miózy. Svěrač zornice je inervován parasympatikem třetího hlavového nervu (nervus oculomotorius). Naopak vlákna rozvěrače probíhají radiálně a jsou inervovány sympatikem. ^{1,4}

Funkce zornice

Hlavní funkcí zornice je regulovat množství dopadajícího světla na sítnici. Jestliže do oka dopadá malé množství světla, zornice se rozšíří (tj. mydriáza), aby se do oka dostalo více světla, opakem je velké množství oslnění do oka a zornice se zúží, tedy nastane mióza. Reakce zornice je ovlivněná také akomodací, neboť při pohledu do blízka dochází k akomodační triádě a nastává akomodace, konvergence a mióza. ^{4,5}

Významnou funkcí zornice je zajišťování zvýšení hloubky ostrosti. Při zúžení zornice je hloubka ostrosti větší, protože zornice nepropouští tolik světla a paprsky dopadají do oka pod menším úhlem. ^{3,5}

Dále snižuje chromatickou a sférickou aberaci, které jsou způsobeny periferními vadami rohovky a čočky. ^{3,5}

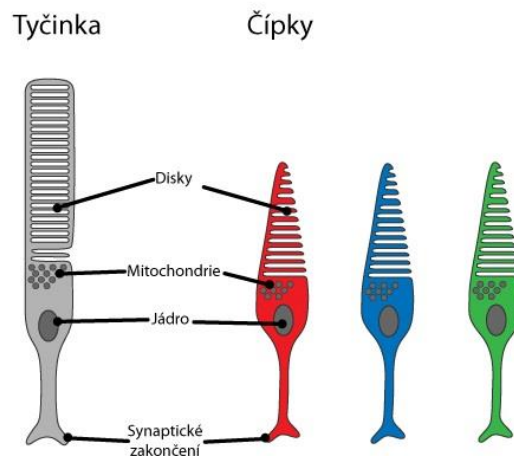
Zornice také odráží stav vědomí a je důležitou známkou správného fungování organismu. Podle velikosti zornic a jejich odlišných patologií se orientuje většina zdravotníků. ^{3,5}

Fotoreceptory

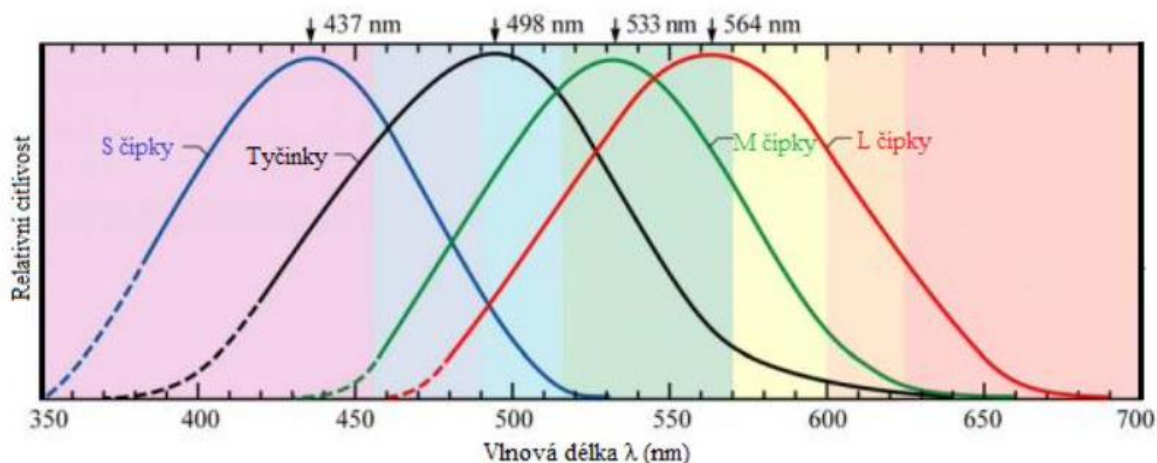
Smyslové buňky dělíme na tyčinky a čípky. Rozlišujeme je podle odlišného vzhledu a funkce. V sítnici jich je celkem asi 130 milionů. Tyčinky i čípky se pomocí vnějších výběžků zabořují do pigmentového epitelu sítnice. ¹

Čípky leží více v centrální části sítnice. Jejich počet je v rozmezí 6 až 7 milionů. Zajišťují fotonické (denní) vidění a jejich adaptace je mnohem rychlejší než u tyčinek. V čípcích se nachází zrakový pigment jodopsin, který je citlivý na světlo. V lidském oku existují tři druhy čípků (S, M, L), každý druh má odlišnou opsinovou část pigmentu a je citlivý na určité světelné spektrum. ¹

Tyčinky se objevují až v periférii sítnice, přibližně ve vzdálenosti 0,13 mm od centrální jamky. Je jich 120 milionů. Obstarávají skotopické (noční) vidění. Tyčinky obsahují zrakový purpur rhodopsin. Jejich adaptace je poměrně pomalá. ¹



Obrázek 1: Tyčinky a čípky ⁶



Obrázek 2: Závislost citlivosti tyčinek a čípků na vlnové délce ⁷

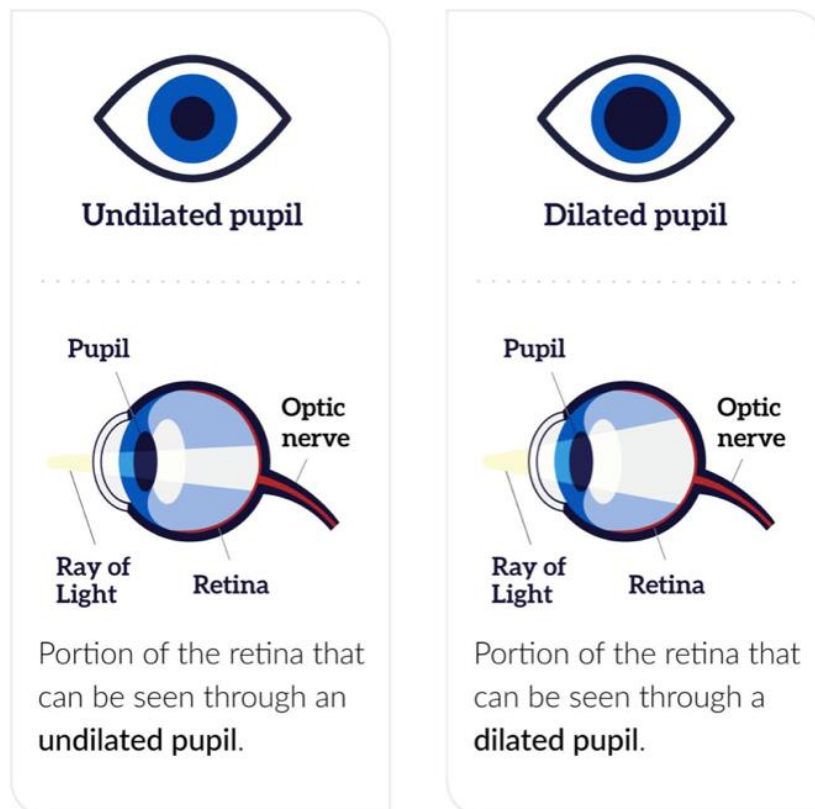
Adaptace na světlo a tmou

Adaptace na světlo trvá velmi krátkou dobu, přibližně několik jednotek až desítek vteřin. Čípky se plně adaptují cca za 6 minut. Na intenzivní světlo oko reaguje stažením pupily (miosy), tím se omezí množství vstupujícího světla, a stažením duhovky. Tento proces chrání oko před oslněním. Při adaptaci na tmou dochází k rozšíření zornice (mydriáza). ⁸

Adaptace na tmou je poměrně pomalá, trvá od 40 až po 60 minut. Dochází k biochemickým změnám, a to k regeneraci a syntéze zrakového pigmentu. ⁸

Reakce zornice na světlo a tmou

Rozsah vidění za měnících se podmínek ovlivňuje zornice, světločivné elementy (tyčinky a čípky) a zrakový pigment. U zornice dochází k mióze a mydriáze. Pohyb zornic pomáhá optimalizovat osvětlení sítnice pro maximalizaci zrakového vjemu. Míra, do jaké jasný podnět vyvolá zúžení zornic závisí také na mnoha kognitivních faktorech, jako například na vizuálním uvědomění si, interpretaci, jak jasný se podnět subjektivně zdá a vizuální pozornosti. Jednou z funkcí světelné reakce je najít rovnováhu mezi zrakovou ostroť a citlivostí. Platí, že čím je zornice menší, tím je obraz ostřejší a je větší hloubka ostrosti. Malá zornice má i nevýhody, nezachytí mnoho světla, což vede ke snížení citlivosti a zároveň poskytuje mírně zmenšené zorné pole. ^{9,10}



Obrázek 3: Nerozšířená a rozšířená zornice ¹¹

Zdroje:

1. Kvapilíková K. Anatomie a embryologie oka. Brno, Czechia; Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2010
2. Koshel C. *Detekce a analýza zornice lidského oka* [Detection and analysis of human eye pupil] [bakalářská práce]. Praha, Czechia: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická; 2015.
3. Kaufman P. L., Alm A. *Physiology of the eye: clinical application*. 10 th ed. St. Louis, Mosby; 2003.
4. Kuchynka P. *Oční lékařství*. 2nd ed. Praha, Czechia: Grada; 2016
5. Skorkovská Š. *Anatomie a fyziologie oka*. Presented at the: 2019
6. Šajdíková M., Maďa P., Fontana J. *Zrakový systém*. Funkce buněk a lidského těla. Multimediální skripta. <http://fblt.cz/skripta/xiii-smysly/1-zrakovy-system/> 2016-2018. Accessed April 18, 2022.

7. Zatloukalová Z. *Rozdíly v refrakčním deficitu u noční myopie* [Refractive deficiency differences in night myopia] [bakalářská práce]. Praha, Czechia: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství; 2017.
8. Polášek J. *Technický sborník oční optiky*. Praha: Oční optika; 1975.
9. Mathot S., Van der Stigchel S. *New Light on the Mind's Eye: The Pupillary Light Response as Active Vision*. *Current Directions in Psychological Science*. October 9, 2015; 24(5): 374-378.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0963721415593725>. Accessed April 10, 2022.
10. Coopervision. *Jak vidí oči v noci*. Coopervision.
<https://coopervision.cz/blog/jak-vidi-oci-v-noci>. February 23, 2015. Accessed April 10, 2022.
11. National Eye Institute. *Get the Dilated Eye Exam*. National Eye Institute.
<https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/healthy-vision/get-dilated-eye-exam>. May 19, 2021. Accessed April 10, 2022.

The effect of pupil size on the value of subjective refraction

Bc. Bára Pivoňková, Mgr. Ondřej Vlasák, Ph.D

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

At the beginning of the thesis, I describe the pupil, its function, photoreceptors and then the adaptation and reaction of the pupils to light and darkness. This is the theoretical basis for the thesis.

Keywords

pupil, miosis, mydriasis, cones, rods, photopic conditions, scotopic conditions, mezopic conditions

Pupil

The pupil is the part of the eye that is located in the center of the iris. It is surrounded by the iris, which is the septum that separates the anterior and posterior chambers, with a circular opening in the middle of the pupil (pupil). The pupillary tissue is very fine. The pupil is usually shifted nasally and downward from the imaginary center of the iris. The width of the pupil is variable, but most often 2.4 mm, depending on many factors (e.g. psychological state of the individual, lighting, ...). Narrowing of the pupil is called miosis and dilation is called mydriasis. ¹

The pupil is never absolutely still. Its constant movements depend on many external and internal stimuli. Mild daylight, a state of increased activity, emotional stress, and fear cause the pupil to dilate. During sleep or rest, depression or fatigue, the pupils constrict. It can be assumed that the eye reflects to some extent the energetic and emotional potential of a person. ²

Iris

The iris is located in the middle layer of the eye. It has a specific ring shape (interorbital ring) in which there is an opening just for the pupil. The iris is divided into

the pupillary part, which borders the pupil, and the ciliary part, which passes into the ciliary body. The iris can be divided into two main layers: the posterior leaf and the anterior leaf. The posterior leaf of the iris contains the dilator muscle, the sphincter muscle, and the posterior pigment epithelium, which prevents light rays from entering through any route other than the pupil. During pupillary contraction, the outer perimeter of the iris (which contains the dilator), increases in size as the pupil shrinks and the iris tissue expands to compensate for the reduction in pupil diameter. The area of the inner perimeter of the iris, called the inner ciliary ring or collarette (which contains the sphincter), remains relatively the same even as the pupil shrinks, and the area occupied by iris tissue increases. As a result, as the pupil becomes smaller, the compaction of the iris tissue in the inner collar represents a mechanical restriction of iris movement. One of the functions of the iris is to do the job of a light screen. ³

The muscles affecting the width of the pupil

Two muscles can be distinguished in the iris, the pupil dilator (m. dilatator pupillae) and the pupil sphincter (m. sfincter pupillae), which work together as antagonists. ^{1,4}

The muscle fibres of the pupil dilator overlap slightly and form a circular ring. When it contracts, mydriasis occurs. Innervation is provided by the cervical sympathetic nerve. ^{1,4}

The pupillary constrictor is located in the posterior part of the iris stroma, is formed by smooth muscle, which runs circularly. When the pupil is illuminated, its contraction occurs, and this is a consequence of the development of miosis. The pupillary constrictor is innervated by the parasympathetic third cranial nerve (nervus oculomotorius). The dilator fibers run radially and is innervated by the sympathetic nerve. ^{1,4}

Function of the pupil

The main function of the pupil is to regulate the amount of light incident on the retina. If a small amount of light enters the eye, the pupil dilates (i.e. mydriasis) to allow more light to enter the eye; the opposite is a large amount of glare into the eye and the pupil constricts, i.e. miosis occurs. Pupil reaction is also affected by accommodation. At in near vision, the accommodative triad occurs and accommodation, convergence and miosis occur. ^{4,5}

An important function of the pupil is to provide an increase in depth of field. When the pupil constricts, the depth of field is greater because the pupil does not transmit as much light and the rays strike the eye at a smaller angle. ^{3,5}

It also reduces chromatic and spherical aberrations, which are caused by peripheral defects in the cornea and lens. ^{3,5}

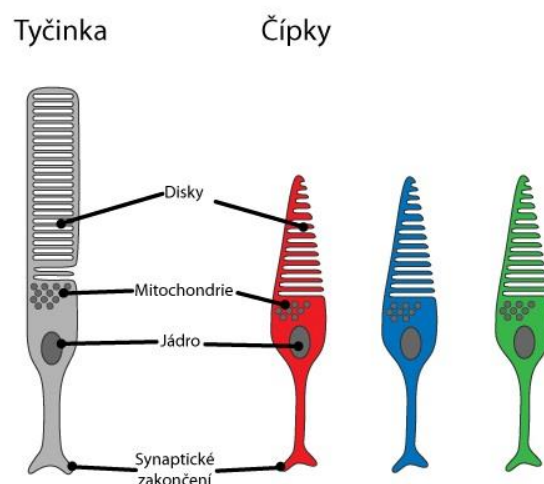
The pupil also reflects the state of consciousness and is an important sign of proper functioning of the body. According to the size of the pupils and their different pathologies, most medical professional are oriented. ^{3,5}

Photoreceptors

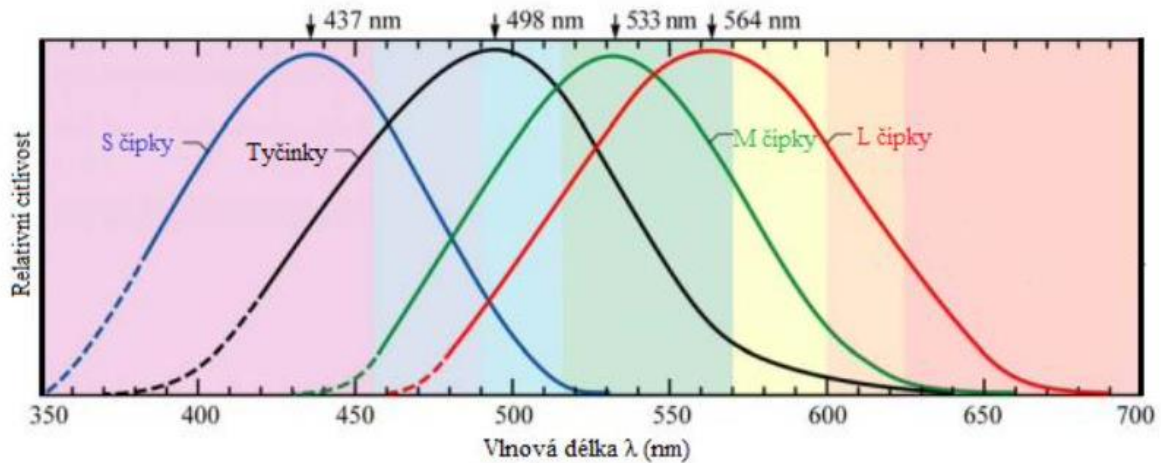
Sensory cells are divided into rods and cones. They are distinguished by their different appearance and function. In total, there are about 130 million of them in the retina. Both rods and cones are embedded in the retinal pigment epithelium by means of external processes. ¹

Cones lie more centrally in the retina. Their number is in the range of 6 to 7 million. They provide photopic (day) vision and their adaptation is much faster than rods. The cones contain the visual pigment iodopsin, which is sensitive to light. There are three types of cones in the human eye (S, M, L), each type has a different opsin part of the pigment and is sensitive to a certain light spectrum. ¹

The rods appear in the periphery of the retina, approximately 0.13 mm from the central pit. The total number is 120 million. They acquire scotopic (night) vision. The rods contain the visual purple rhodopsin. Their adaptation is relatively slow. ¹



Picture 1: Sticks and suppositories ⁶



Picture 2: Wavelength dependence of sensitivity of rods and cones ⁷

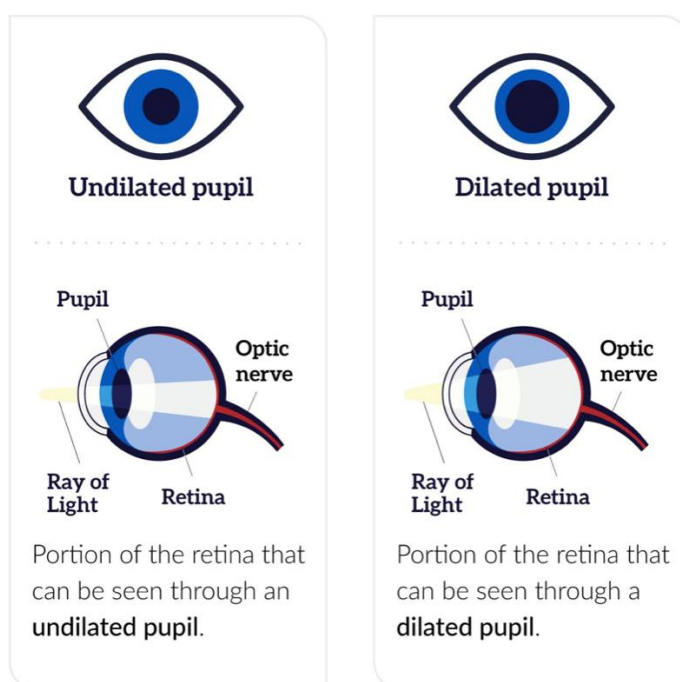
Adaptation to light and dark

Adaptation to light takes a very short time, approximately a few units to tens of seconds. It takes about 6 minutes for the cones to fully adapt. The eye reacts to intense light by contracting the pupil (miosis), thus limiting the amount of incident light, and by contracting the iris. This process protects the eye from glare. When adapting to darkness, the pupil dilates (mydriasis). ⁸

Adaptation to darkness is relatively slow, lasting from 40 to 60 minutes. Biochemical changes occur, namely regeneration and synthesis of visual pigment. ⁸

Pupil reaction to light and darkness

The range of vision under changing conditions is influenced by the pupil, the luminous elements (rods and cones) and the visual pigment. The pupil undergoes miosis and mydriasis, which is also dependent on the amount of incident light. The movement of the pupils helps optimize the illumination of the retina to maximize visual perception. The degree to which a bright stimulus causes pupil constriction also depends on many cognitive factors, such as visual awareness, interpretation of how bright the stimulus subjectively appears, and visual attention. One of the functions of light response is to find a balance between visual acuity and sensitivity. It applies that the smaller the pupil the sharper the image and the greater the depth of field. A small pupil also has disadvantages, it does not pick up much light, leading to reduced sensitivity while providing a slightly reduced field of view. ^{9,10}



Picture 3: Non dilated and dilated pupil ¹¹

Resources:

1. Kvapilíková K. Anatomie a embryologie oka. Brno, Czechia; Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2010
2. Koshel C. *Detekce a analýza zornice lidského oka* [Detection and analysis of human eye pupil] [bakalářská práce]. Praha, Czechia: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická; 2015.
3. Kaufman P. L., Alm A. *Physiology of the eye: clinical application*. 10 th ed. St. Louis, Mosby; 2003.
4. Kuchynka P. *Oční lékařství*. 2nd ed. Praha, Czechia: Grada; 2016
5. Skorkovská Š. *Anatomie a fyziologie oka*. Presented at the: 2019
6. Šajdíková M., Maďa P., Fontana J. *Zrakový systém*. Funkce buněk a lidského těla. Multimediální skripta. <http://fblt.cz/skripta/xiii-smysly/1-zrakovy-system/> 2016-2018. Accessed April 18, 2022.
7. Zatloukalová Z. *Rozdíly v refrakčním deficitu u noční myopie* [Refractive deficiency differences in night myopia] [bakalářská práce]. Praha, Czechia:

- České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství;
2017.
8. Polášek J. Technický sborník oční optiky. Praha: Oční optika; 1975.
 9. Mathot S., Van der Stigchel S. *New Light on the Mind's Eye: The Pupillary Light Response as Active Vision*. Current Directions in Psychological Science. October 9, 2015;24(5): 374-378.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0963721415593725>. Accessed April 10, 2022.
 10. Coopervision. *Jak vidí oči v noci*. Coopervision.
<https://coopervision.cz/blog/jak-vidi-oci-v-noci>. February 23, 2015. Accessed April 10, 2022.
 11. National Eye Institute. *Get the Dilated Eye Exam*. National Eye Institute.
<https://www.nei.nih.gov/learn-about-eye-health/healthy-vision/get-dilated-eye-exam>. May 19, 2021. Accessed April 10, 2022.

Možnosti vyšetření a korekce JBV v praxi optometristy

Bc. Karla Madelíková, Mgr. Kateřina Malá

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Článek popisuje jednoduché binokulární vidění jako takové, vysvětluje některé z jeho patologií a zabývá se i některými možnostmi vyšetření poruch a korekce JBV v optometristické praxi. V první části článku je definováno jednoduché binokulární vidění, jeho vývoj a vybrané patologie. V druhé části je popsáno možné vyšetření a korekce poruch JBV.

Klíčová slova

jednoduché binokulární vidění, heteroforie, suprese, amblyopie, anomální retinální korespondence, polarizace, prizma

JBV

Jednoduché binokulární vidění je definováno jako schopnost senzomotorické koordinace obou očí k zajištění vytvoření jednoduchého obrazu pozorovaného předmětu, tedy schopnost obou očí vidět pozorovaný předmět jednoduše. Zatímco na sítnicích existují dva fyzické obrazy, vnímán je pouze jeden subjektivní vjem. Tato schopnost člověku není vrozená, postupně se vyvíjí do jednoho roku věku a upevňuje se do šesti let.^{1,2}

Binokulární fixační reflex se vyvíjí až od druhého měsíce života dítěte, do dvou měsíců je fixační reflex pouze monokulární – dítě se oběma očima začíná koukat teprve během druhého měsíce (proto může jedno oko do té doby fyziologicky šilhat). Do šestého měsíce se postupně vyvíjí i reflex konvergence a divergence, reflex akomodace i reflex fúze. Spolupráce obou očí se zdokonaluje spolu s postupným vývojem dítěte. Na základě schopnosti chůze se lépe rozvíjí prostorové vidění a binokulární reflexy se stabilizují až do šesti let věku.¹

Pokud do vývoje jednoduchého binokulárního vidění cokoliv zasáhne, přeruší se a vznikají tak jeho poruchy (vývoj tedy nepokračuje normálně, ale patologicky), jako je suprese, amblyopie či anomální retinální korespondence.¹

Jednoduché binokulární vidění lze rozdělit do tří stupňů – superpozice, fúze a stereopse. Superpozice, první stupeň JBV, je schopnost překrýt očima nestejně obrazy. Díky fúzi jsme schopni překrýt dva stejné obrazy obou očí v jeden vjem. Podle rozsahu dělíme fúzi na paramakulární, makulární a foveolární. Poslední stupeň – stereopse – je možný pouze za přítomnosti JBV, je to schopnost vytvořit hloubkový vjem na základě binokulární disparity.^{1,3}

Patologie JBV

Je-li narušen normální vývoj binokulárního vidění, přeruší se a pokračuje vývojem patologickým. Rozeznáváme několik hlavních patologií JBV, mezi které můžeme řadit supresi, amblyopii a anomální retinální korespondenci.¹

Suprese

Suprese neboli útlum je stav, který se projevuje nejen u JBV, ale i u strabismu. Je to proces, při kterém je zabráněno vstupu vjemu z oka do zrakového centra. Tím je zabráněno uvědomění tohoto vjemu. Rozlišujeme supresi fyziologickou a patologickou.^{1,4}

Fyziologickou supresi rozumíme při tzv. binokulární sítnicové rivalitě, kdy se obě oči pokouší o fúzi lehce rozdílných sítnicových vjemů v jeden okamžik. Tento stav vede ke konfúzi nebo diplopii obrazu a následně je utlumen (nastává adaptace a fyziologická suprese) – buď jen jedním okem, nebo střídavě oběma očima.^{3,4}

Při supresi patologické je potlačován vjem, který je výrazně rozdílný od vjemu druhého oka (například má rozdílnou velikost, jeví se neostrý). Vjem je potom potlačen přechodně, přičemž tato (fakultativní) suprese nemá na monokulární vidění žádný vliv, nebo je potlačován trvale a (obligatorní) suprese už může souviset i s poklesem zrakové ostrosti.^{3,4}

Amblyopie

Amblyopii lze definovat jako sníženou zrakovou vznikající během prvních let života důsledkem nedostatečné stimulace zrakových drah. Dochází tak k abnormálnímu vývoji zraku během raného dětství. Často je doprovázena strabismem, anizometrií,

vysokou refrakční vadou, případně kataraktou. Nejčastěji amblyopie bývá jednostranná (bývá doprovázena strabismem), ale může být i bilaterální (u vysoké refrakční vady). Výsledkem amblyopie je strukturální a funkční postižení zrakové kůry a snížená zraková ostrost.^{5,6}

Anomální retinální korespondence

Anomální retinální korespondence je stav, kdy na vedoucím oku dopadá obraz na sítnici do oblasti fovey a na oku uchýleném do oblasti mimo foveu. Nespolupracují spolu fovey obou očí, ale nový sítnicový vztah a společnou prostorovou lokalizaci vytváří pseudofovea spolu s foveou.^{1,7}

Anomální retinální korespondenci lze rozlišit do dvou typů – na harmonickou (HARK) a disharmonickou (DARK). V případě HARK spolupracuje fovea vedoucího oka s místem, na který dopadá obraz na oku uchýleném, s pseudofoveou. U DARK je místo spolupracující s foveou vedoucího oka mezi foveou a pseudofoveou na oku uchýleném.^{1,7}

Vyšetření JBV

V praxi optometristy lze vyšetřit binokulární funkce pomocí subjektivních testů. Lze využít testy polarizační, anaglyfní, případně testy se separací obrazů či využívají disociace obrazů. Metodika práce při vyšetření binokulárních funkcí zraku není pevně stanovena, je proto individuální i jejich využití.⁷

Anaglyfní testy

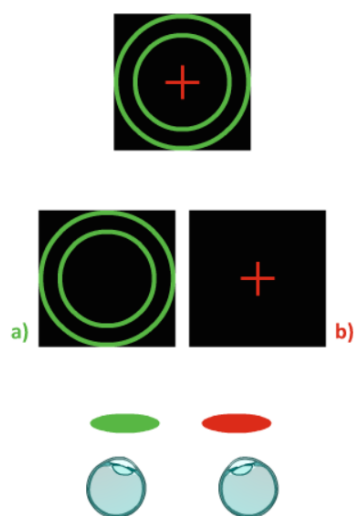
Anaglyfní testy jsou založeny na aditivním míchání barev, nejčastěji jsou to tedy červeno-zelené testy. Vyšetřovaný má při vyšetření nasazenou zkušební obrubu s červeným a zeleným filtrem (či předsádky, případně nainstalovaný foropter). Tím zajistíme separaci obrazů obou očí.⁸

Příkladem anaglyfních testů může být Worthův test nebo test Schöberův. Barevné obrazce jsou umístěny na černém poli. Předřazujeme barevné filtry, standardně je před pravé oko předřazen filtr červený, před oko levé filtr zelený. Pokud oči nejsou zatíženy žádnou motoricky kompenzovanou heteroforií (tedy v případě ortoforie), testy jsou vidět ve standardním postavení.⁸

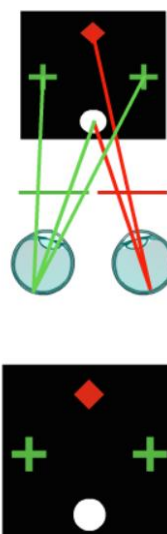
V případě Worthova testu promítáme vyšetřovanému dva horizontálně umístěné kříže a vertikálně nad sebou nahoře umístěné červené káro a dole umístěný bílý kruh (viz

obrázek 2). Pravé oko s předřazeným červeným filtrem vidí červeně káro a kruh. Levé oko se zeleným filtrem vidí zeleně kříže a kruh. Binokulárně pozorujeme zelené kříže, červené káro a kruh komplementárně smíšeně – tedy barvou oka dominantního. Worthovým testem lze vyšetřit motoricky kompenzované heteroforie do blízka (40 cm) i do dálky (5-6 m).⁸

U Schöberova testu promítáme dvě zelené soustředné kružnice s červeným křížem uprostřed (viz obrázek 1). Pravé oko vidí přes červený filtr červený kříž, levé oko se zeleným filtrem dvě zelené kružnice.⁸



Obrázek 1 Schöberův test
(a – vjem levého oka, b – vjem pravého oka)⁸



Obrázek 2 Worthův test (ortoforie)⁸

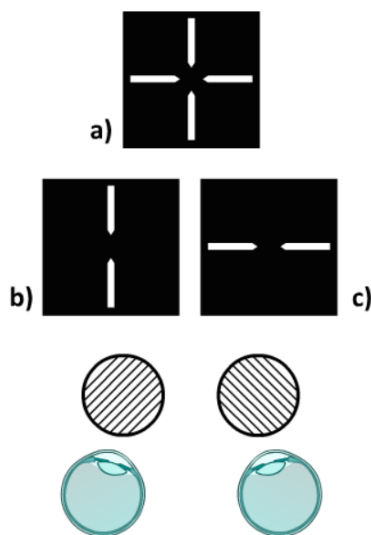
Testy s využitím polarizace

Principem polarizačních testů je skutečnost, že před okem je předsazen polarizační filtr a z optotypu pod určitým vychází lineárně polarizované světlo. Pozorovaný znak optotypu je vidět pouze v případě, že filtr i polarizované světlo mají stejnou úhlovou orientaci, tedy je-li filtr orientován kolmo vůči polarizované rovině optotypu, znak přes filtr vidět není.⁸

Rozlišujeme pozitivní a negativní polarizaci. Pozitivní polarizaci lze chápat jako černý znak na bílém pozadí, negativní polarizaci jako bílý znak na černém pozadí. Dalším příkladem může být cirkulární polarizace, kterou využívají některé LCD optotypy. Při cirkulární polarizaci je lineárně polarizované světlo měněno na kruhově polarizované, jeho nespornou výhodou je tak nezávislost pohledové osy vyšetřovaného. Testy lze

provádět na dálku i blízko například pro vyšetření heteroforie či stereopse, fixační disparity nebo aniseikonie.⁸

K nejjednodušším testům pro vyšetření okohybných odchylek lze zmínit křížový test, který využívá negativní polarizace a disociace obrazů (viz obrázek 3), k vyšetření fixační disparity lze použít Malletův test.⁸



Obrázek 3 Křížový test (a – ortoforie, b – vjem levého oka, c – vjem pravého oka)⁸

Testy využívající separace obrazu

Jako příklad testů s využitím separace obrazu lze uvést kromě Maddoxova kříže v kombinaci s Maddoxovým cylindrem a světlem i von Graefeho techniku.⁸

Maddoxův kříž spolu s Maddoxovým cylindrem a světlem je test, který slouží k vyšetření okohybných odchylek pomocí separace a zkreslení obrazu. Maddoxův cylindr je tvořen sadou několika silně lámavých cylindrů spojených v jedné objímce, Maddoxův kříž tvoří dvě na sebe kolmá ramena, v jejichž středu je umístěno Maddoxovo světlo, a je zpravidla popsán dvěma stupnicemi – v prizmatických dioptriích a stupních. Vyšetřujeme ze vzdálenosti 5 m nebo 1 m s korekcí s Maddoxovým cylindrem předřazeným před levé oko. Pravé oko sleduje Maddoxův kříž. Maddoxův cylindr obraz deformuje a spolu s Maddoxovým světlem vytváří dojem čáry, tzv. Maddoxovy linie (s orientací kolmo k ose cylindru), která je v případě ortoforie umístěna v centru kříže.⁹

Při vyšetření pomocí von Graefeho techniky je vyšetřovanému předložen klín (s prizmatickým účinkem 6,0-8,0 pD), tzv. Graefeho klín, s bází vertikálně orientovanou (270° – dolů) před jedno oko. Vyšetřovaný sleduje bodové světlo a je vyvolána vertikální

diplopie, dvě světla budou vyšetřovaným vnímána při ortoforii přesně nad sebou. Test lze provádět do dálky i na blízkou vzdálenost.^{8,9}

Korekce poruch JBV

Důležitým předpokladem pro správnou korekci hodnot okohybných odchylek je správná sféro-cylindrická korekce monokulárně a bezchybné vyrovnaní do dálky a dokorigování korekce (monokulární i binokulární). Pouze pokud je korekce optimální a u dekompenzované úchyly stále přetrvávají obtíže spojené s touto dekompenzací (astenopické obtíže), teprve tehdy je vhodné aplikovat prizmatickou korekci. Je ale naprosto nezbytné dodržovat základní pravidla pro korekci pomocí prizmat a je nutné vyšetřovaného poučit i o možném zesílení nekompenzované heteroforie, případně změny heteroforie například v důsledku změny prostředí nebo změny optického systému.¹⁰

Základním pravidlem korekce pomocí prizmat je korekce bází prizmatu vždy proti směru odchylky oka, pokud je heteroforie vertikální i horizontální, vždy korigujeme jako první její vertikální složku, korekci dělíme mezi obě oči. Prizmatický účinek lze navodit i vhodnou decentrací brýlových skel.¹⁰

Kromě prizmatické korekce je pro korekci poruch JBV využíváno i ortoptické cvičení zraku, kde je trénováno hlavně cvičení šířky fúze (za předpokladu optimální sféro-cylindrické korekce), případně je heteroforie při vyčerpání všech možností konzervativní léčby odstraněna chirurgicky.¹⁰

Zdroje:

1. Hromádková L. *Šilhání*. Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2011.
2. Stidwill D, Fletcher R. *Normal Binocular Vision: Theory, Investigation and Practical Aspects*. 1. publ. Wiley-Blackwell; 2011.
3. Čáslavská B. *Suprese ve vizuálním systému*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2020. Accessed April 20, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/go5cp/>
4. Černá V. *Suprese a její léčba*. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta; 2014. Accessed April 20, 2022. <https://theses.cz/id/98dde5/>
5. Birch EE. Amblyopia and Binocular Vision. *Prog Retin Eye Res*. 2013;33:67-84. doi:10.1016/j.preteyeres.2012.11.001

6. McConaghy JR, McGuirk R. Amblyopia: Detection and Treatment. *Am Fam Physician*. 2019;100(12):745-750.
7. Shah D, Chowdhury P. ABNORMAL RETINAL CORRESPONDENCE. Published online May 1, 2020:36.
8. Binokulární korekce | Základy metod korekce refrakčních vad | Lékařská fakulta Masarykovy univerzity. Accessed April 27, 2022. https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js16/refrakcni_vady/web/pages/08-bino-korekce.html
9. Cihlářová M. *Prizmatická korekce v praxi optometristy*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2010. Accessed April 20, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/e5kmq/#paneltext>
10. Marcsa A. *Vyšetření binokulárních funkcí v praxi optometristy*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2019. Accessed April 20, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/lf69r/>
11. Vlcekmi3. *English: Principle of Binocular Vision.*; 2012. Accessed April 20, 2022. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Binocular_vision.svg

Possibilities of examination and correction of simple binocular vision in optometrist's practice

Bc. Karla Mandelíková, Mgr. Kateřina Malá

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

This paper describes simple binocular vision as such, explains some of its pathologies, and discusses the possibilities of examining disorders and correcting simple binocular vision in optometric practice. The first part of the paper defines the simple binocular vision, its development and selected pathologies. In the second part, the possible examination and correction of simple binocular vision disorders are described.

Keywords

simple binocular vision, heterophoria, suppression, amblyopia, anomalous retinal correspondence, polarization, prism

Simple binocular vision

Simple binocular vision is defined as the ability of sensorimotor coordination of both eyes to produce a simple image of the object being observed, i.e. the ability of both eyes to see the object being observed simply. While there are two physical images on the retinas, only one subjective sensation is perceived. This ability is not innate to humans; it gradually develops by one year of age and becomes established by six years of age.^{1,2}

The binocular fixation reflex does not develop until the second month of life; by two months, the fixation reflex is only monocular – the child does not begin to look with both eyes until the second month (therefore, one eye may physiologically squint until then). By the sixth month, the convergence and divergence reflex, the accommodation reflex and the fusion reflex are also gradually developing. The cooperation of both eyes improves with the progressive development of the child. Based on the progressive ability to walk, spatial vision develops better and binocular reflexes stabilize by the age of six.¹

If anything interferes with the development of simple binocular vision, it is interrupted, resulting in disorders (i.e., development does not continue normally but pathologically) such as suppression, amblyopia, or anomalous retinal correspondence.¹

Simple binocular vision can be divided into three stages – superimposition, fusion and stereopsis. Superposition, the first stage of simple binocular vision, is the ability to superimpose dissimilar images with the eye. With fusion, we can superimpose two identical images of both eyes into a single percept. Depending on the extent, we divide fusion into paramacular, macular, and foveolar. The last stage, stereopsis, is only possible in the presence of simple binocular vision; it is the ability to create depth perception based on binocular disparity.^{1,3}

Pathology

If the normal development of binocular vision is disturbed, it is interrupted and continues with pathological development. There are several main pathologies of simple binocular vision, including suppression, amblyopia and anomalous retinal correspondence.¹

Suppress

Suppression is a condition that manifests not only in simple binocular vision but also in strabismus. It is a process in which sensation from the eye is prevented from entering the visual centre. This prevents awareness of that perception. We distinguish between physiological and pathological suppression.^{1,4}

Physiological suppression is understood in so-called binocular retinal rivalry, where both eyes attempt to fuse slightly different retinal sensations at the same time. This condition leads to confusion or diplopia of the image and is subsequently suppressed (adaptation and physiological suppression occur) - either in one eye only or alternately in both eyes.^{3,4}

In pathological suppression, a perception that is markedly different from that of the other eye (e.g., different in size, appearing out of focus) is suppressed. The perception is then suppressed transiently, and this (facultative) suppression has no effect on monocular vision, or it is suppressed permanently and the (obligatory) suppression may already be related to a decrease in visual acuity.^{3,4}

Amblyopia

Amblyopia can be defined as reduced vision occurring during the first years of life as a result of an insufficient stimulation of the visual pathways. This results in abnormal visual development during early childhood. It is often accompanied by strabismus, anisometropia, high refractive error or cataract. Most often amblyopia is unilateral (accompanied by strabismus), but it can also be bilateral (with high refractive error). Amblyopia results in structural and functional impairment of the visual cortex and reduced visual acuity.^{5,6}

Anomalous retinal correspondence

Anomalous retinal correspondence is a condition in which the leading eye has an image on the retina in the fovea and the receding eye has an image on the retina outside the fovea. The foveas of both eyes do not cooperate with each other, but a new retinal relationship and common spatial localization are created by the pseudofovea together with the fovea.^{1,7}

Anomalous retinal correspondence can be divided into two types, harmonic (HARC) and disharmonic (DARC). In the case of HARC, the fovea of the leading eye cooperates with the site on which the image falls in the deviated eye, the pseudofovea. In DARC, the site cooperating with the fovea of the leading eye is between the fovea and the pseudofovea on the deviated eye.^{1,7}

Simple binocular vision examination

In an optometrist's practice, the binocular function can be examined using subjective tests. Polarization tests, anaglyph tests, or tests using image separation or image dissociation can be used. The methodology of work in the examination of binocular visual functions is not fixed, therefore their use is also individual.⁷

Anaglyphic tests

Anaglyphic tests are based on additive colour mixing, so most commonly red-green tests. During the examination, the examinee is fitted with a red and green filter (or prefolds, or a phoropter is installed). This ensures that the images of both eyes are separated.⁸

Examples of anaglyph tests include the Worth test or the Schöber test. The coloured patterns are placed on a black field. The colour filters are preassigned, by default

a red filter is preassigned in front of the right eye and a green filter in front of the left eye. If the eyes are not burdened by any motor-compensated heterophoria (i.e. in the case of orthophoria), the tests are seen in the standard position.⁸

In the case of Worth's test, we project two horizontally placed crosses and a vertically superimposed red checker on top and a white circle on the bottom to the examinee (figure 2). The right eye with the red filter preset sees the red diamond and the circle. The left eye with the green filter sees the crosses and circle in green. Binocularly, we observe the green crosses, the red diamond and the circle complementarily mixed - i.e. with the colour of the dominant eye. The Worth test can be used to examine motor compensated heterophoria at near (40 cm) and distance (5-6 m).⁸

For the Schöber test, we project two green concentric circles with a red cross in the middle (figure 1). The right eye sees the red cross through the red filter, and the left eye with the green filter sees the two green circles.⁸

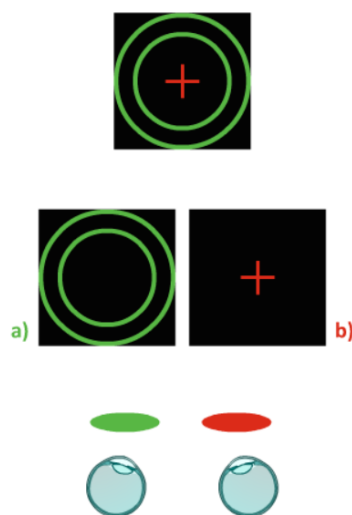


Figure 1 the Schöber's test

(a – perception of the left eye, b – perception of the right eye)⁸

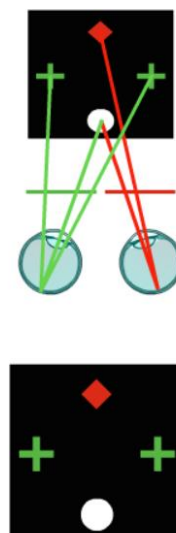


Figure 2 Worth's test (orthophoria)⁸

Tests using polarization

The principle of polarization tests is that a polarizing filter is placed in front of the eye and linearly polarized light emerges from the optotype below the eye. The observed sign of the optotype is only visible if the filter and the polarized light have the same angular orientation, i.e., if the filter is oriented perpendicular to the polarized plane of the optotype, the sign is not visible through the filter.⁸

A distinction is made between positive and negative polarization. Positive polarization can be seen as a black mark on a white background, negative polarization as

a white mark on a black background. Another example is circular polarization, which is used by some LCD optotypes. In circular polarization, linearly polarized light is changed to circularly polarized light, its undeniable advantage is the independence of the subject's line of sight. The tests can be performed at a distance or at close range, for example, to investigate heterophoria or stereopsis, fixation disparity or aniseikonia.⁸

Among the simplest tests for examining oculomotor disparities, one can mention the cross-test, which uses negative polarization and image dissociation (figure 3), and the Mallet test can be used to examine fixation disparity.⁸

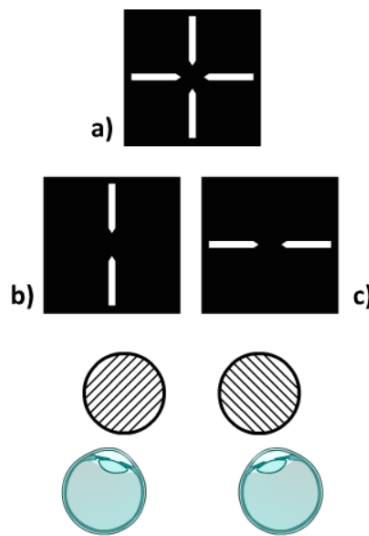


Figure 3 The cross-test (a - orthophoria, b - perception of the left eye, c - perception of the right eye)⁸

Tests using image separation

As an example of tests using image separation, in addition to the Maddox cross in combination with the Maddox cylinder and light, the von Graefe technique can be mentioned.⁸

The Maddox cross combined with the Maddox cylinder and light is a test that is used to examine oculomotor abnormalities using image separation and distortion. The Maddox cylinder consists of a set of several highly refractive cylinders joined in a single socket, the Maddox cross consists of two arms perpendicular to each other, in the centre of which is placed the Maddox light, and is usually described by two scales, in prismatic diopters and degrees. We examine from a distance of 5 m or 1 m with the Maddox cylinder corrected in front of the left eye. The right eye follows the Maddox cross. The Maddox cylinder distorts the image and, together with the Maddox light, creates the impression of

a line, the so-called Maddox line (with an orientation perpendicular to the axis of the cylinder), which in the case of orthophoria is located in the centre of the cross.⁹

During the examination using the von Graefe technique, the subject is presented with a wedge (with a prismatic effect of 6,0-8,0 pD), the so-called Graefe wedge, with the base vertically oriented (270° – down) in front of one eye. The examinee observes a point light and vertical diplopia is induced, two lights will be perceived by the examinee at orthophoria exactly above each other. The test can be performed at a distance or close range.^{8,9}

Correction of simple binocular vision disorders

An important prerequisite for correct correction of ocular deviation values is correct sphero-cylindrical correction monocularly and error-free distance alignment and last correction (monocular and binocular). Only if the correction is optimal and the difficulties associated with the decompensated deviation persist (asthenopic difficulties), only then is it appropriate to apply the prismatic correction. However, it is absolutely essential to follow the basic rules for prism correction and the subject must be informed about the possible amplification of uncompensated heterophoria or changes in heterophoria due to, for example, a change in the environment or a change in the optical system.¹⁰

The basic rule of prism correction is to always correct the prism bases against the direction of deviation; if the heterophoria is both vertical and horizontal, always correct the vertical component first, dividing the correction between the two eyes. The prismatic effect can also be induced by appropriate decentration of the spectacle lenses.¹⁰

In addition to prismatic correction, orthoptic vision training is also used to correct simple binocular vision disorders, where mainly foveal width training is trained (assuming optimal sphero-cylindrical correction), or heterophoria is surgically removed when all conservative treatment options have been exhausted.¹⁰

Resources:

1. Hromádková L. *Šilhání*. Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2011.
2. Stidwill D, Fletcher R. *Normal Binocular Vision: Theory, Investigation and Practical Aspects*. 1. publ. Wiley-Blackwell; 2011.

3. Čáslavská B. *Suprese ve vizuálním systému*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2020. Accessed April 20, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/go5cp/>
4. Černá V. *Suprese a její léčba*. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta; 2014. Accessed April 20, 2022. <https://theses.cz/id/98dde5/>
5. Birch EE. Amblyopia and Binocular Vision. *Prog Retin Eye Res*. 2013;33:67-84. doi:10.1016/j.preteyeres.2012.11.001
6. McConaghy JR, McGuirk R. Amblyopia: Detection and Treatment. *Am Fam Physician*. 2019;100(12):745-750.
7. Shah D, Chowdhury P. ABNORMAL RETINAL CORRESPONDENCE. Published online May 1, 2020:36.
8. Binokulární korekce | Základy metod korekce refrakčních vad | Lékařská fakulta Masarykovy univerzity. Accessed April 27, 2022. https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js16/refrakcni_vady/web/pages/08-bino-korekce.html
9. Cihlářová M. *Prizmatická korekce v praxi optometristy*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2010. Accessed April 20, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/e5kmq/#paneltext>
10. Marcsa A. *Vyšetření binokulárních funkcí v praxi optometristy*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2019. Accessed April 20, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/lf69r/>
11. Vlcekmi3. *English: Principle of Binocular Vision.*; 2012. Accessed April 20, 2022. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Binocular_vision.svg

Výskyt refrakčních vad a způsob jejich korekce v populaci vysokoškolských studentů

Bc. Lucie Nováková, doc. MUDr. Karolina Skorkovská, Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Tento článek pojednává o základní teorii k mé diplomové práci. Nejprve popisuje refrakční vady, jejich výskyt a také způsoby jejich korekce. Dále se zabývá změnami preference korekce v průběhu pandemie covid-19. Protože se za její dobu zvýšil i počet hodin strávených před obrazovkou digitálního zařízení, poslední část se věnuje modrému světlu, které také displeje vyzařují, jeho účinku na zrakový orgán a filtru proti modrému světlu, který může být součástí korekce v brýlových čočkách.

Klíčová slova

refrakční vady, korekce, brýle, kontaktní čočky, refrakční chirurgie, modré světlo, filtr proti modrému světlu

Refrakční vady

Emetropické oko, tedy oko bez refrakční vady, je takové, které láme světelné paprsky paralelní s optickou osou do ohniska, které se nachází na sítnici, kde vytváří obraz. K tomu dochází za předpokladu, že je správný poměr mezi lomivostí optického systému oka (58,64 D) a axiální délkou oka (24 mm). Pokud dojde k porušení tohoto poměru, vznikne refrakční vada. Takové oko se nazývá ametropické a obraz vzniká před nebo za sítnicí. Mezi sférické refrakční vady řadíme hypermetropii a myopii, mezi asférické patří astigmatismus.¹

Hypermetropie (dalekozrakost) je refrakční vada, při které se světelné paprsky lámou do ohniska, které se nachází za sítnicí. Důvodem je menší rozměr oka a zkrácení předozadní osy anebo menší lomivost optického systému (např. u cornea plana, diabetu). Hypermetropie tvoří jednu fázi vývoje oka, než doroste. Tuto vadu lze částečně kompenzovat zvýšeným akomodačním úsilím, ale to postupně vede ke vzniku astenopických obtíží. Pokud se jedná o malou vadu a pacient nepocítuje astenopické

příznaky, není korekce nutná. Při obtížích ji korigujeme nejsilnější spojkou, se kterou má vyšetřovaný nejlepší vizus.¹

Myopie (krátkozrakost) je refrakční vada, při které se světelné paprsky lámou do ohniska, které se nachází před sítnicí. V tomto případě je oko větší a axiální osa delší nebo má optický systém oka zvýšenou lomivost (např. u keratokonu, katarakty). Myopii můžeme rozdělit na stacionární a progresivní. Zatímco stacionární myopie relativně neprogreduje, progresivní je spojena s patologickými změnami, které se obvykle objevují po 20. roce a projevují se degenerativními změnami na sítnici. Korigujeme ji nejslabší rozptylkou, se kterou má vyšetřovaný nejlepší vizus, myopa nikdy nesmíme překorigovat.¹

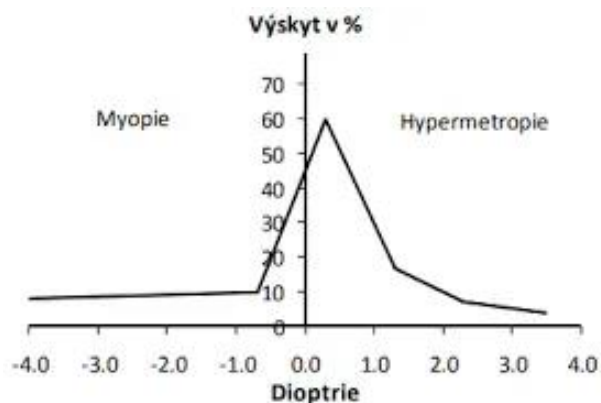
Astigmatismus je asférická refrakční vada, při které nelze zaostřit obraz na sítnici z důvodu větší lomivosti v jednom meridiánu, a to rohovky nebo čočky. Astigmatismus může být pravidelný (nejčastější) nebo nepravidelný. Pravidelný astigmatismus má na sebe oba hlavní meridiány kolmé. U astigmatismu přímého (pode pravidla) je vertikální meridián více lomivý než horizontální, obvykle se jedná o astigmatismus rohovky a představuje asi 80 % případů. U astigmatismu nepřímého (proti pravidlu) je více lomivý horizontální meridián, bývá číčkového původu a tvoří 10 %. Posledních 10 % tvoří astigmatismus šikmý, kdy jsou hlavní meridiány ve 45° a 135° a nelze určit, který meridián je vertikální a který horizontální. U nepravidelného astigmatismu na sebe nejsou hlavní meridiány kolmé, to způsobuje například jizvení rohovky nebo keratokonus. Astigmatismus korigujeme cylindrickými korekčními čočkami. Nepravidelný astigmatismus se hůře koriguje brýlemi, a proto se používají při progredujícím onemocnění kontaktní čočky.^{1,2}

Výskyt refrakčních vad

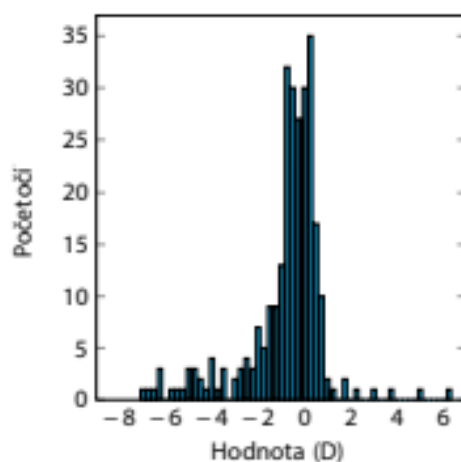
Dle Antona: „Výskyt refrakčních vad u dospělých Evropanů vykazuje určité zákonitosti. Hodnoty refrakčních vad získané sledováním je možné vyjádřit křivkou, jejíž vrchol je posunut směrem k hypermetropii. Křivka je tedy asymetrická, delší na straně myopie, kde jsou zřejmě zachyceny i patologické formy osové myopie.“ (Obrázek č. 1).¹

Během akce Dny zdravých očí na fakultě ČVUT v Kladně probíhalo měření zraku, které přineslo informace o výskytu vad v České republice. Emetropie tvořila pouze 4 % měřených. Ametropii potom zastupovala ze 33 % sférická vada a asférická vada, tedy astigmatismus, tvořila 76 %. Z 33 % sférických vad potom myopie (20 %) převažovalo

o 7 % nad hypermetropií (13 %). Zvlášt' se potom rozdělil výskyt sférických vad u studentů (Obrázek č. 2) a zaměstnanců. Nejčastější vadou u studentů je myopie a její prevalence stoupá. Zatímco Sorsby se domníval, že refrakce je geneticky podmíněná a tento názor dlouho dominoval, prevalence myopie u dětí dokončujících střední školu, a to zejména v JV Asii, je 80–90 %. Tyto rychlé změny nelze vysvětlit pouze geneticky, protože genofondy se nemohou měnit tak rychle. Rozdíly mezi populacemi ve výskytu myopie se nyní zdají být vysvětleny vlivem prostředí jako je tlak na vzdělání, zvýšené množství práce do blízka a méně času tráveného venku. Studie Marwaha a kolektivu zjišťovala vliv studijního oboru na výskyt refrakčních vad a zjistila, že nejvyšší prevalence myopie se vyskytovala u studentů medicíny oproti studentům inženýrství a umění.³⁻⁵



Obrázek č. 1 Výskyt refrakčních vad u dospělých Evropanů¹



Obrázek č. 2 Výskyt refrakčních vad u studentů v České republice³

Korekce refrakčních vad

Refrakční vady korigujeme korekčními čočkami v brýlích, kontaktními čočkami nebo refrakční chirurgií (refrakční operace rohovky nebo implantace umělé nitrooční čočky. Podle výzkumu Vision Impact Institut nosí v USA 71 % lidí brýle a 22 % nosí kontaktní čočky. I když jsou brýle stále preferovanějším způsobem korekce, zvyšuje se i používání kontaktních čoček, a to zejména u mladých lidí, především žen, které tento způsob korekce volí z kosmetických důvodů. Kontaktní čočky také najdou využití například u sportovců. Vývoj v oblasti korekce jde neustále dopředu.^{2,6,7}

Vliv pandemie covid-19 na preferovaný způsob korekce

Během pandemie covid-19 došlo k výrazné změně životního stylu, a to také vedlo ke změně preferovaného způsobu korekce. Studie prezentovaná Rueffem a *Chen na* výročním zasedání Americké akademie optometrie v roce 2021 zjistila, že v průběhu pandemie se zvýšila doba nošení brýlí v hodinách za den a dnech/týden. Nositelé kontaktních čoček uváděli významný pokles opotřebení čoček po dobu dnů/týden, ale nikoli v hodinách/den nošení kontaktních čoček. Změny vedly k většímu dennímu nošení brýlí a menšímu dennímu nošení kontaktních čoček. Článek Linnehana z roku 2020 zase pojednává o nárůstu refrakčních chirurgií v průběhu pandemie covid-19. Pacific Vision Institute, který byl znovu otevřen 2. června 2020, uvedl, že se počet refrakčních zákroků od června do srpna zvýšil o 42 % ve srovnání se stejným obdobím roku 2019. Objem operací očního centra LaserCare dokonce vzrostl v červnu o 175 % a v červenci o 160 % ve srovnání s objemy v roce 2019. Jako nejčastější důvod pacienti uváděli frustraci ze zamlžování brýlí při nošení roušek a to, že tráví více času doma a tudíž jsou flexibilnější.^{8,9}

Modré světlo

Modré světlo je přirozenou součástí viditelného spektra světla. Vyzařuje ho slunce, ale také existuje mnoho umělých zdrojů jako digitální obrazovky nebo zářivky. Studie Rueffa a *Chen* zjistila, že po vypuknutí pandemie byl průměrný nárůst doby strávené na digitální obrazovce téměř 3 hodiny ve srovnání s dobou před vypuknutím pandemie. Modré světlo má spektrální rozsah 380 až 500 nm a zahrnuje fialové světlo (380 do 420 nm) a modré světlo (420 až 500 nm). Nejškodlivější je vysokoenergetické krátkovlnné

světlo s vlnovou délkou od 415 do 455 nm, které snadno proniká rohovkou i čočkou a dostává se až k buňkám sítnice. To může způsobovat zhoršení zrakové únavy, syndrom suchého oka a je rizikovým faktorem pro věkem podmíněnou makulární degeneraci. Modré světlo také potlačuje sekreci melatoninu v epifýze, který reguluje lidský cirkadiánní rytmus, což přímo ovlivňuje kvalitu spánku.^{8,10-12}

Filtr proti modrému světlu

U korekce brýlovými čočkami lze využít filtr proti modrému světlu. Brýlové čočky s tímto filtrem jsou navrženy tak, aby filtrovaly modré světlo procházející do oka a zabránily potencionálnímu poškození. Absorpční spektrum brýlové čočky závisí na atomech a excitaci elektronů při průchodu světla. Přidáním barviv, které mají vysokou elektronovou hustotu do materiálu, dochází k posunutí absorpční křivky světla a tím vytváří filtrační efekt. Čočky s tímto filtrem mají žlutý odstín, který závisí na množství blokováného modrého světla. Cílem je však mít co nejméně žlutou čočku. Filtr může být tedy buď součástí materiálu brýlové čočky, kdy světlo absorbují molekuly materiálu, nebo součástí její povrchové úpravy, která světlo odráží odzrcadlením.^{11,12}

V roce 2017 provedla College of Optometrists systematický přehled literatury a vybrala tři studie, které zkoumaly účinek brýlových čoček s filtrem proti modrému světlu. Studie srovnávaly brýlové čočky s filtrem proti modrému světlu a standardní čiré brýlové čočky. Nebyly prokázány rozdíly vykazující zlepšení zrakového výkonu, příznaky únavy očí, subjektivní kvalitu spánku ani makulárního zdraví. Zatím neexistuje dostatek kvalitních důkazů, které by podporovaly účinek filtru proti modrému světlu.¹³

Cílem studie Singha a kolektivu z roku 2019 bylo zmapovat postoj optometristů v Austrálii k brýlovým čočkám filtrující modré světlo. Výzkum probíhal formou dotazníku a ze 372 respondentů 75,3 % uvedlo, že doporučují filtr proti modrému světlu. Přitom 49,1 % dotázaných uvedlo, že kvalita důkazů účinku filtru modrého světla na syndrom počítačového vidění je nízká, a 53 % uvedlo, že v některých případech hraje roli placebo efekt.¹⁴

Zdroje:

1. Anton M. *Refrakční Vady a Jejich Vyšetřovací Metody*. 3rd ed. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2004.
2. Lim A, Constable I, Wong T. *Colour Atlas of Ophthalmology*. 5th ed. Hackensack, N.J.: World Scientific; 2008.
3. Černá M. Výskyt refrakčních vad. *Čes Oční Opt*. 2014(4):22-24. https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2014_04.pdf?fbclid=IwAR3onUWLaPeQDs76-Zu3_szSdtj72af-ds2dSNbBYBO9K5XCTiir3QPwhdU. Accessed April 20, 2022.
4. Morgan IG, Rose KA. Myopia: is the nature-nurture debate finally over?. *Clin Exp Optom*. 2019;102(1):3-17. doi:10.1111/cxo.12845. Accessed April 18, 2022.
5. Marwaha K. Refractive Errors among Collegiate Students. *IJBIBT*. 2019(2):82-87.
6. Kohnen T, Strenger A, Klaproth OK. Basic Knowledge of Refractive Surgery. *Dtsch Arztebl Int*. 2008;105(9):163-172. doi:10.3238/arztebl.2008.0163. Accessed April 25, 2022.
7. Vision Impact Institute Releases Study On Corrective Lens Wearers In The U.S. <https://www.essilorusa.com/newsroom/vision-impact-institute-releases-study-on-corrective-lens-wearers-in-the-u-s>. Accessed April 25, 2022
8. Rueff E, Chen E. Effect of COVID-19 on vision correction habits. *Optometry Times*. <https://www.optometrytimes.com/view/effect-of-covid-19-on-vision-correction-habits>. Accessed April 15, 2022.
9. Linnehan R. Refractive surgery on the rise during COVID-19 pandemic. <https://www.healio.com/news/ophthalmology/20201001/refractive-surgery-on-the-rise-during-covid19-pandemic>. Accessed April 23, 2022.
10. Zhao ZC, Zhou Y, Tan G, Li J. Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. *Int J Ophthalmol*. 2018;11(12):1999-2003. doi:10.18240/ijo.2018.12.20. Accessed April 23, 2022.
11. Do blue light glasses really work? *Specsavers*. <https://www.specsavers.co.uk/glasses/glasses-lenses/do-blue-light-glasses-work>. Accessed April 23, 2022.
12. Meslin D. *Materials & Treatments*. 13 rue Moreau, 75012 Paris; France: ESSILOR ACADEMY EUROPE; 2010. <https://www.essiloracademy.eu/sites/default/files/publications/Materials->

andTreatments-English/index.html#p=68. Accessed April 26, 2022.

13. Lawrenson JG, Hull CC, Downie LE. The effect of blue-light blocking spectacle lenses on visual performance, macular health and the sleep-wake cycle: a systematic review of the literature. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. 2017;37(6):644-654. doi:10.1111/opo.12406. Accessed April 27, 2022.

14. Singh S, Anderson AJ, Downie LE. Insights into Australian optometrists' knowledge and attitude towards prescribing blue light-blocking ophthalmic devices. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2019;39(3):194-204. doi:10.1111/opo.12615. Accessed April 27, 2022.

Prevalence of refractive errors and their correction in the population of university students

Bc. Lucie Nováková, doc. MUDr. Karolina Skorkovská, Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

This article is focused on the basic theory of my diploma thesis. First, it describes refractive errors, their occurrence, and also methods of their correction. Then it deals with changes in the correction preference during the covid-19 pandemic. As the number of hours spent in front of the digital device's screens has increased during this time, the last part of my diploma thesis discusses the blue light that the displays emit. Furthermore, the effect on the visual organ, and the blue light filter, which can be part of the correction in spectacle lenses.

Keywords

refractive errors, correction of refractive errors, glasses, contact lenses, refractive surgery, blue light, blue light filter

Refractive errors

An emmetropic eye, that is, an eye without a refractive error, refracts light rays parallel to the optical axis into a focus located on the retina, where it forms the image. This occurs if the ratio of the eye refractive index (58,64 D) and the eye's axial length (24 mm) is correct. If this ratio is violated, a refractive error occurs. Such an eye is called ametropic, and the image is formed in front of or behind the retina. Spherical refractive errors include hyperopia and myopia, aspherical refractive errors include astigmatism.¹

Hypermetropia (farsightedness) is a refractive error in which light rays are refracted into a focus located behind the retina. This is due to the smaller size of the eye and the shortening of the anteroposterior axis or the less refractive power of the optical system (e.g. in cornea plana, diabetes). Hyperopia is one stage in the development of the eye before it grows up. This defect can be partially compensated by increased

accommodative effort, which gradually leads to asthenopic difficulties. If it is a minor refractive error and the patient does not experience asthenopic symptoms, correction is unnecessary. We correct it with the strongest conjunction lens with which the subject has the best vision in case of difficulties.¹

Myopia (nearsightedness) is a refractive error in which light rays are refracted into a focal point located in front of the retina. In this case, the eye is larger, the axial axis is longer, or the eye's optical system has increased refractive power (e.g., keratoconus, cataracts). Myopia can be divided into stationary and progressive. While stationary myopia is relatively non-progressive, progressive myopia is associated with pathological changes that usually appear after the age of 20 and manifest as degenerative changes in the retina. We correct it with the weakest diverging lens with which the examinee has the best vision; we must never overcorrect myopia.¹

Astigmatism is an aspheric refractive error in which the image on the retina cannot be focused due to greater refraction in one meridian of the cornea or lens. Astigmatism can be regular (most common) or irregular. Regular astigmatism has the two primary meridians perpendicular to each other. In direct (sub-rule) astigmatism, the vertical meridian is more refractive than the horizontal; it is usually corneal astigmatism and accounts for about 80 % of cases. In indirect astigmatism (against the rule), the horizontal meridian is more refractive, tends to be of lenticular origin, and accounts for 10 %. The last 10 % is oblique astigmatism, where the principal meridians are at 45° and 135°, and it is impossible to determine which meridian is vertical and horizontal. In irregular astigmatism, the main meridians are not perpendicular to each other, this causes, for example, corneal scarring or keratoconus. Astigmatism is corrected with cylindrical corrective lenses. Irregular astigmatism is more challenging to correct with spectacles, so contact lenses are used in progressive disease.^{1,2}

Prevalence of refractive errors

According to Anton: "The incidence of refractive errors in adult Europeans shows certain patterns. The values of refractive errors obtained by observation can be expressed by a curve whose peak is shifted towards hypermetropia. Therefore, the curve is asymmetrical, longer on the myopic side, where pathological forms of axial myopia are probably also captured." (Figure 1).¹

During the Days of Healthy Eyes event at the ČVUT faculty in Kladno, vision measurements were carried out to provide information on the prevalence of defects in the Czech Republic. Emmetropia accounted for only 4 % of those measured. Ametropia was then represented by 33 % of spherical defects, and aspheric defects, i.e. astigmatism, accounted for 76 %. Of the 33 % of spherical defects, myopia (20 %) predominated 7 % over hypermetropia (13 %). The incidence of spherical defects was then particularly divided among students (Figure 2) and staff. Myopia is the most common defect in students, and its prevalence is increasing. While Sorsby believed that refraction is genetically determined, and this view has long prevailed, the prevalence of myopia in children completing high school, especially in SE Asia, is 80-90%. Genetics cannot explain these rapid changes alone because gene pools cannot change so rapidly. Differences between populations in the prevalence of myopia now appear to be explained by environmental influences such as pressure on education, increased amount of close work, and less time spent outdoors. A study by Marwah and colleagues investigated the effect of the field of study on the prevalence of refractive errors and found that the highest prevalence of myopia occurred in medical students compared to engineering and art students.³⁻⁵

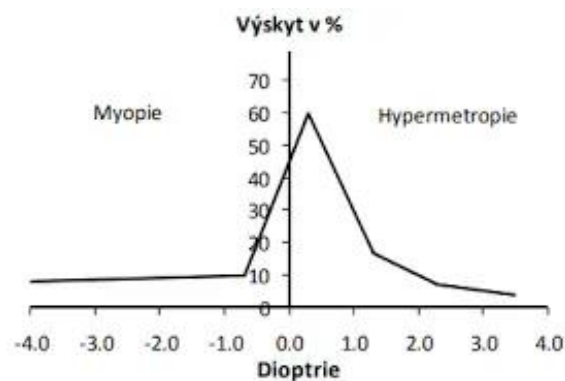


Figure 3 Incidence of refractive errors in adult Europeans ¹

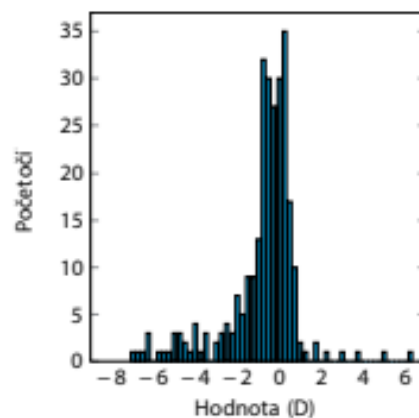


Figure 4 Incidence of refractive errors in Czech republic students³

Correction of refractive errors

We correct refractive errors with corrective lenses in glasses and contact lenses or refractive surgery (corneal refractive surgery or implantation of an artificial intraocular lens). According to the Vision Impact Institute research, 71 % of people in the U.S. wear glasses, and 22 % wear contact lenses. While glasses are still the preferred method of correction, contact lens use is also increasing among young people, especially women, who choose this correction method for cosmetic reasons. Contact lenses also find use, for example, for athletes. Developments in the field of correction are continuously advancing.^{2,6,7}

Impact of the covid-19 pandemic on the preferred method of correction

During the covid-19 pandemic, there was a significant lifestyle change, which also led to a change in the preferred correction method. A study presented by Rueff and Chen at the 2021 annual meeting of the American Academy of Optometry found that during the pandemic, there was an increase in hours/day and days/week of spectacle wear. Contact lens wearers reported a significant decrease in lens wear over days/week but not in hours/day of contact lens wear. The changes resulted in more daily spectacle wear and less daily contact lens wear. Linnehan's 2020 article, in turn, discusses the increase in refractive surgery during the covid-19 pandemic. Pacific Vision Institute, which reopened on June 2, 2020, reported that the number of refractive surgeries from June to August increased 42 % compared to the same period in 2019. LaserCare Eye Center's surgery volume even increased 175 % in June and 160 % in July compared to 2019 volumes. As the most common reason, patients reported frustration from fogging glasses while wearing face masks and spending more time at home, and therefore they were more flexible.^{8,9}

Blue light

Blue light is a natural part of the visible light spectrum. It is emitted by the sun, but there are also many artificial sources such as digital screens or fluorescent lamps. A study by Rueff and Chen found that after the pandemic outbreak, the average increase in time spent on a digital screen was almost 3 hours compared to before the pandemic. Blue light has a spectral range of 380 to 500 nm and includes violet light (380 to 420 nm) and blue light (420 to 500 nm). The most harmful is high-energy short-wave light with a

wavelength of 415 to 455 nm, which easily penetrates the cornea and lens and reaches the cells of the retina. This can cause visual fatigue and dry eye syndrome, a risk factor for age-related macular degeneration. Blue light also suppresses melatonin secretion in the pineal gland, which regulates the human circadian rhythm, directly affecting sleep quality.^{8,10-12}

Blue light filter

For correction with spectacles, a blue light filter can be used. Spectacle lenses with this filter are designed to filter out blue light entering the eye and prevent potential damage. The absorption spectrum of an eyeglass lens depends on the atoms and the excitation of the electrons as the light passes through. Adding dyes that have a high electron density to the material shifts the absorption curve of light, creating a filtering effect. By adding high electron density dyes to the material, the light absorption curve is shifted and thus creates a filtering effect. Lenses with this filter have a yellow tint which depends on the amount of blue light blocked. The filter can be either part of the lens material, where the material molecules absorb light, or part of the lens coating, which reflects the light.^{11,12}

In 2017, the College of Optometrists conducted a systematic review of the literature and selected three studies that examined the effect of spectacle lenses with a blue light filter. The studies compared spectacle lenses with a blue light filter and standard clear spectacle lenses. There were no differences showing improvements in visual performance, symptoms of eye fatigue, subjective sleep quality, or macular health. There is not yet enough good quality evidence to support the effect of a blue light filter.¹³

The 2019 study by Singh and colleagues aimed to map the attitudes of optometrists in Australia towards blue light filtering spectacle lenses. The research was conducted by questionnaire, and of the 372 respondents, 75,3 % said they recommended a blue light filter, while 49,1 % said the quality of evidence for the effect of a blue light filter on computer vision syndrome was low, and 53 % said the placebo effect played a role in some cases.¹⁴

Resources:

1. Anton M. *Refrakční Vady a Jejich Vyšetřovací Metody*. 3rd ed. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2004.
2. Lim A, Constable I, Wong T. *Colour Atlas of Ophthalmology*. 5th ed. Hackensack, N.J.: World Scientific; 2008.
3. Černá M. Výskyt refrakčních vad. *Čes Oční Opt*. 2014(4):22-24. https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2014_04.pdf?fbclid=IwAR3onUWLaPeQDs76-Zu3_szSdtj72af-ds2dSNbBYBO9K5XCTiir3QPwhdU. Accessed April 20, 2022.
4. Morgan IG, Rose KA. Myopia: is the nature-nurture debate finally over?. *Clin Exp Optom*. 2019;102(1):3-17. doi:10.1111/cxo.12845. Accessed April 18, 2022.
5. Marwaha K. Refractive Errors among Collegiate Students. *IJBIBT*. 2019(2):82-87.
6. Kohnen T, Strenger A, Klaproth OK. Basic Knowledge of Refractive Surgery. *Dtsch Ärztebl Int*. 2008;105(9):163-172. doi:10.3238/arztebl.2008.0163. Accessed April 25, 2022.
7. Vision Impact Institute Releases Study On Corrective Lens Wearers In The U.S. <https://www.essilorusa.com/newsroom/vision-impact-institute-releases-study-on-corrective-lens-wearers-in-the-u-s>. Accessed April 25, 2022
8. Rueff E, Chen E. Effect of COVID-19 on vision correction habits. *Optometry Times*. <https://www.optometrytimes.com/view/effect-of-covid-19-on-vision-correction-habits>. Accessed April 15, 2022.
9. Linnehan R. Refractive surgery on the rise during COVID-19 pandemic. <https://www.healio.com/news/ophthalmology/20201001/refractive-surgery-on-the-rise-during-covid19-pandemic>. Accessed April 23, 2022.
10. Zhao ZC, Zhou Y, Tan G, Li J. Research progress about the effect and prevention of blue light on eyes. *Int J Ophthalmol*. 2018;11(12):1999-2003. doi:10.18240/ijo.2018.12.20. Accessed April 23, 2022.
11. Do blue light glasses really work? *Specsavers*. <https://www.specsavers.co.uk/glasses/glasses-lenses/do-blue-light-glasses-work>. Accessed April 23, 2022.
12. Meslin D. *Materials & Treatments*. 13 rue Moreau, 75012 Paris; France: ESSILOR ACADEMY EUROPE; 2010.

<https://www.essiloracademy.eu/sites/default/files/publications/Materials-andTreatments-English/index.html#p=68>. Accessed April 26, 2022.

13. Lawrenson JG, Hull CC, Downie LE. The effect of blue-light blocking spectacle lenses on visual performance, macular health and the sleep-wake cycle: a systematic review of the literature. *Ophthalmic Physiol Opt J Br Coll Ophthalmic Opt Optom*. 2017;37(6):644-654. doi:10.1111/opo.12406. Accessed April 27, 2022.

14. Singh S, Anderson AJ, Downie LE. Insights into Australian optometrists' knowledge and attitude towards prescribing blue light-blocking ophthalmic devices. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2019;39(3):194-204. doi:10.1111/opo.12615. Accessed April 27, 2022.

Variace posouzení fúzních vergence v optometristické praxi

Bc. Martina Juříková, Mgr. Pavel Kříž, Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Tento příspěvek se zabývá vergencí. Vergenci se bude věnovat i teoretická část mé diplomové práce, která nese název „Variace posouzení fúzních vergence v optometristické praxi“. Součástí příspěvku je popis vergence, složky vergence a pojmy pojící se k vergenci.

Klíčová slova

vergence, konvergence, divergence, úhel konvergence, blízký bod konvergence, vergenční schopnost, fúzní rezervy

Vergence

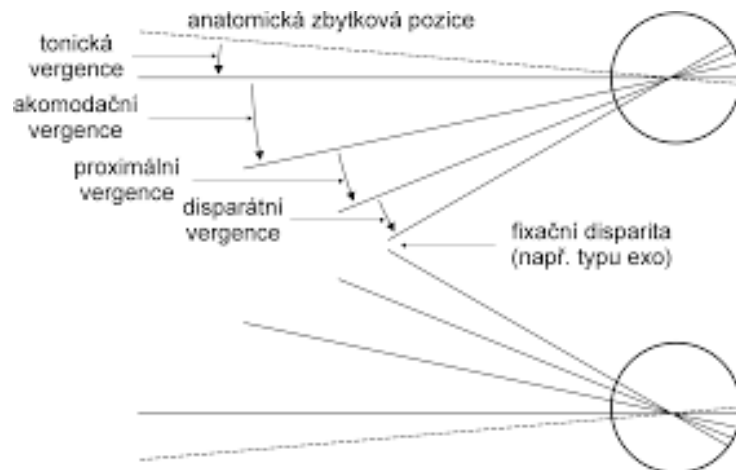
Řadí se mezi binokulární pohyby očí, díky kterým se zrakové osy protnou v bodě, kde se nachází sledovaný předmět. Patří do motorické složky zajišťující jednoduché binokulární vidění. Rozlišujeme dva druhy vergence, a to konvergenci a divergenci.^{4,8}

Konvergence je binokulární pohyb očí, kdy se oči stáčí směrem dovnitř při pohledu do blízka, tak aby se sbíhali osy obou očí. Tím pak paprsek dopadá na žlutou skvrnu obou očí. Rozlišujeme konvergenci asymetrickou (sledovaný předmět leží mimo střední rovinu) a symetrickou (sledovaný předmět leží ve střední rovině).^{2,4,6}

Divergence je binokulární pohyb očí, kdy se oči stáčí směrem ven. Divergence je méně vyvinutá, než konvergence má asi 10x menší amplitudu.^{4,7,8}

Složky vergence

Máme dva druhy vergence, a to volní vergenci (ovládaná vlastní vůlí) a reflexní vergenci. Reflexní vergence se skládá ze čtyř složek – Tonická, akomodační, fúzní a proximální.⁶



Obr.1 Maddoxův model vergenčních pohybů¹⁰

Na základě impulsů z mozkové kůry *tonická složka* vergence zachovává klidové postavení očí. *Akomodační složka* vergence se označuje AC. Akomodace je impulsem pro konvergenci, jeli vyvolána optickým podnětem. Tuto složku doplňuje *složka fúzní* vergence, která umožní fúzi úpravou os vidění. Fúzní vergence je složena z rychlé (reflexní) a pomalé (adaptivní) složky. Čtvrtou složkou je *proximální složka* vergence – vědomí blízkého předmětu je psychogenně podmíněno. Ta se projevuje při vyšetření na přístrojích.^{1,6,11}

Pojmy pojící se k vergenci

Tato část příspěvku se bude věnovat pojmům, které se váží k vergenci.

Úhel vergence

Úhel vergence se udává v prizmatických dioptriích, stupních nebo v metrových úhlech. Odchylka očí od přímého směru o 1 cm na vzdálenost 1 m je označována jako jedna prizmatická dioptrie. Z toho plyne, že pupilární vzdálenosti v centimetrech vydělené pozorovací vzdáleností v metrech odpovídá úhlu vergence obou očí udaný v prizmatických dioptriích. Chceme-li vyjádřit převrácenou hodnotu vzdálenosti fixovaného bodu v metrech udáváme úhel vergence v metrových úhlech.^{2, 3, 5}

Blízký bod konvergence

Definice blízkého bodu konvergence (NPC) je nejmenší vzdálenost, na kterou oči dovedou konvergovat, a přitom vidět jednoduše pozorovaný předmět. Blízký bod

konvergence dělíme na objektivní, kdy oči přestanou fixovat a subjektivní, kdy se vjem rozdvojí. Normální hodnota bodu rozdvojení je 7,5 cm a méně a pro bod spojení je 10,5 cm a méně. ^{2,6}

Vergenční schopnost

Jako vergenční schopnost označujeme schopnost reagovat na změny vergenčního požadavku, a to dostatečně přesně rychle a pružně. Vergenční schopnost se udává jako počet cyklů za minutu (cpm). Za optimální vergenční schopnost považujeme hodnoty ≥ 12 cpm. ³

Fúzní rezervy

Fúzní vergence dělíme podle směru na pozitivní fúzní vergenci – PFV (konvergence), která kompenzuje exoforii a negativní fúzní vergenci – NFV (divergence), jež vyrovnává esofoorii. Normální hodnoty pozitivní a negativní vergence fúzní vergence naleznete v tabulce 1 a tabulce 2. Dále vertikální fúzní vergenci, ta kompenzuje hyperforii a hypoforii. Normální hodnota vertikální fúzní vergence je 2-4 pD. A v neposlední řadě torzní fúzní vergence, která kompenzuje excykloforii a incykloforii. ^{3,4,8}

Tabulka 1 Normální hodnoty pozitivní fúzní vergence v pD ⁹

Pozitivní fúzní vergence		
Vyšetřovací vzdálenost	6 m	40 cm
Bod rozmazání	12–16	20–28
Bod rozdvojení	18–22	26–34
Bod opětovného spojení	14–18	22–30

Tabulka 2 Normální hodnoty negativní fúzní vergence v pD ⁹

Negativní fúzní vergence		
Vyšetřovací vzdálenost	6 m	40 cm
Bod rozmazání	Nenastává	6–10
Bod rozdvojení	6–12	12–18
Bod opětovného spojení	4–8	8–14

Zdroje:

1. ANTON, Milan, 2004. Refrakční vady a jejich vyšetřovací metody. 3. přeprac. vyd. Brno:Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 978-80-7013-402-3
2. DIVIŠOVÁ, Gabriela, 1990. Strabismus. Praha: Avicenum. ISBN 978-80-201-00375.
3. ELLIOTT, David: Clinical procedures in primary eye care. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2007. 368 s. ISBN 13:9780750688963.
4. GROSVENOR, Theodore: Primary care optometry. 5th ed. St. Louis: Butterworth – Heinemann, 2007. 510 s. ISBN 13-978-0-7506-7575-8.
5. HOWARD, Ian P.; ROGERS, Brian J.: Binocular Vision and Stereopsis. no. 29. New York, Oxford: Oxford university press, 1995. 736 s.
6. HROMÁDKOVÁ, L. Šilhání. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011. ISBN 978-80-7013-530-3.
7. KUCHYŇKA, Pavel et al.: Oční lékařství. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. 812 s. ISBN 978-80-247-1163-8.
8. PLUHÁČEK, F. Normální binokulární vidění – výukové materiály k předmětu Binokulární vidění, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2011.
9. PLUHÁČEK, F. Vyšetřovací postupy BV a akomodace – výukové materiály k předmětu Korekce zraku II, Katedra optiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, 2011
10. Obr1PLUHÁČEK, František a Lenka MUSILOVÁ, 2008. Akomodace a vergence; studijní materiály [online]. Olomouc: Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <http://www.optometry.cz/materialy.php>
11. SEVERA, David, 2015. Nauka o refrakci I.; studijní materiály. Brno: Masarykova Univerzita, Lékařská fakulta.

Variations in the assessment of fusion vergences in optometrist practice

Bc. Martina Juříková, Mgr. Pavel Kříž, Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

This article reports on vergence. The theoretical part of my diploma thesis, entitled "Variations in the assessment of fusion vergences in optometrist practice", will also deal with vergence. Part of my paper is a description of vergence, components of vergence and concepts related to vergence.

Keywords

vergence, convergence, divergence, convergence angle, near point of convergence, vergence facility, fusion reserves,

Vergence

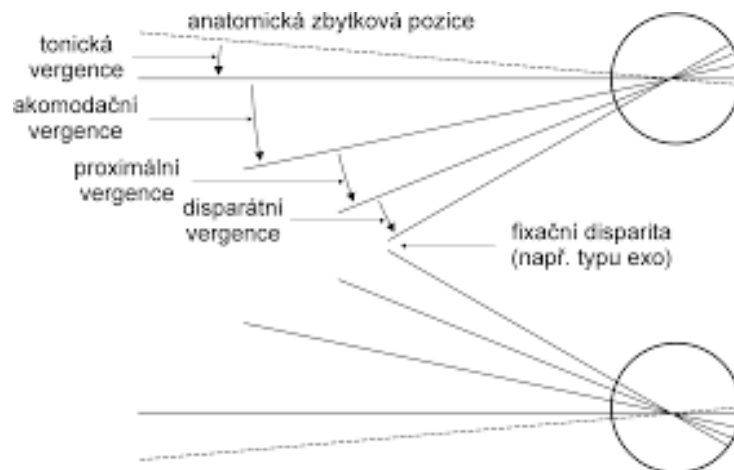
It ranks among the binocular movements of the eyes, thanks to which the visual axes intersect at the point where the subject is located. It belongs to the motor component ensuring simple binocular vision. Vergence is distinguished into two types, namely convergence and divergence.^{4,8}

Convergence is the binocular movement of the eyes, where the eyes turn inwards when viewed at close range so that the axes of both eyes converge. As a result, the beam hits the yellow spot of both eyes. The convergence is distinguished between asymmetric convergence (the observed object lies outside the middle plane) and symmetric convergence (the observed object lies inside the middle plane).^{2,4,6}

Divergence is the binocular movement of the eyes, where the eyes turn outwards. Divergence is less developed than convergence, which has about 10 times less amplitude.^{4,7,8}

Components of vergence

Vergence have two types, namely free vergence (controlled by our own will) and reflex vergence. Reflex vergence consists of four components - tonic, accommodation, fusion and proximal. ⁶



Obr.1 Maddox model of vergence movement¹⁰

Based on impulses from the cerebral cortex, the *tonic component* of vergence maintains the resting position of the eyes. *The accommodation component* of vergence is called AC. Accommodation is an impulse for convergence if it is caused by an optical stimulus. This component is supplemented by a *fusion* vergence component, which allows fusion by adjusting the axis of vision. Fusion vergence is composed of fast (reflex) and slow (adaptive) components. The fourth component of vergence is the *proximal component* of vergence – the consciousness of a nearby object is psychogenically conditioned. This component is manifested in the examination on the devices. ^{1,6,11}

Concepts related to vergence

This part of article reports will focus on concepts related to vergence.

Vergence angle

The angle of vergence is given in prismatic diopters, degrees or in meter angles. The deviation of the eyes from the straight direction by 1 cm to a distance of 1 m is referred to as one prismatic diopter. Which means that the pupillary distances in centimeters divided by the observation distance in meters correspond to the angle of

vergence of both eyes given in prismatic diopters. If we want to express the inverse of the fixed-point distance in meters, the angle of vergence is given in meter angles.^{2,3,5}

Near point of convergence

The near point of convergence (NPC) definition is the smallest distance that the eyes can converge while seeing an easily observed object. The near point of convergence divided into objective, when the eyes stop fixing, and subjective, when perception splits. The normal value of the bifurcation point is 7.5 cm or less and for the connection point it is 10.5 cm or less.^{2,6}

Vergence facility

Vergence facility is the ability to respond to changes in vergence requirements, with sufficient accuracy, speed and flexibly. Vergence facility is given as the number of cycles per minute (cpm). Values ≥ 12 cpm are considered to be the optimal vergence facility.³

Fusion reserves

Fusion vergence is divided according to the direction into positive fusion vergence – PFV (convergence), which compensates for exophoria, and negative fusion vergence – NFV (divergence), which compensates for esophoria. Normal values of positive and negative fusion vergence can be found in Table 1 and Table 2. Furthermore, vertical fusion vergence, which compensates for hyperphoria and hypophoria. The normal value of vertical fusion vergence is 2-4 pD. And last but not least, torsional fusion vergence, which compensates for excyclophoria and incyclophoria.^{3,4,8}

Table 1 Normal values of positive fusion vergence in pD ⁹

Positive fusion vergence		
Investigation distance	6 m	40 cm
Blur point	12-16	20-28
Break point	18-22	26-34
Reconnection point	14-18	22-30

Table 2 Normal values of negativ fusion vergence in pD ⁹

Negative fusion vergence		
Investigation distance	6 m	40 cm
Blur point	does not occur	6-10
Break point	6-12	12-18
Reconnection point	4-8	8-14

Resources:

1. ANTON, Milan, 2004. Refractive errors and their examination methods. 3. rework . Brno : National Center for Nursing and Non-Medical Health Sciences. ISBN 978-80-7013-402-3
2. DIVIŠOVÁ, Gabriela, 1990. Strabismus. Prague: Avicenum. ISBN 978-80-201-00375.
3. ELLIOTT, David: Clinical procedures in primary eye care. 3rd ed . Oxford: Butterworth-Heinemann , 2007. 368 pp. ISBN 13: 9780750688963.
4. GROSVENOR, Theodore: Primary care optometry . 5th ed . St. Louis: Butterworth - Heinemann , 2007. 510 pp. ISBN 13-978-0-7506-7575-8.
5. HOWARD, Ian P .; ROGERS, Brian J .: Binocular Vision and Stereopsis . no. 29. New York, Oxford: Oxford university press , 1995. 736 p.
6. HROMÁDKOVÁ, L. Squinting. Brno: National Center for Nursing and Non-Medical Health Sciences, 2011. ISBN 978-80-7013-530-3.
7. KUCHYŇKA, Pavel et al .: Ophthalmology. 1st edition. Prague: City Publishing , 2007. 812 pp. ISBN 978-80-247-1163-8.
8. PLUHÁČEK, F. Normal binocular vision - teaching materials for the subject Binocular vision, Department of Optics, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, Olomouc, 2011.
9. PLUHÁČEK, F. Examination procedures BV and accommodation - teaching materials for the subject Vision correction II, Department of Optics, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, Olomouc, 2011

10. Obr1PLUHÁČEK, František and Lenka MUSILOVÁ, 2008. Accommodation and vergence; study materials [online]. Olomouc: Palacký University, Faculty of Science. Available from: <http://www.optometry.cz/materialy.php>
11. SEVERA, David, 2015. Theory of refraction I .; studying materials. Brno: Masaryk University, Faculty of Medicine.

Zát'az videnia u nekorigovaných presbyopov

Bc. Samuel Horňák, doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lekárskej fakulty Masarykovej univerzity v Brne

Anotácia

Tento článok ponúka teoretický podklad k výskumu na tému „Zát'az videnia u nekorigovaných presbyopov“. Cieľ tohto článku poukazuje na zníženie vedľajších zrakových problémov nastavením správnej presbyopickej korekcie po dlhšej práci na čítaciu alebo pracovnú vzdialenosť. Príspevok sa zameriava na neinvazívny spôsob riešenia problémov presbyopie pomocou okuliarových šošoviek.

Kľúčové slová

presbyopia, akomodácia, multifokálne šošovky, pracovné šošovky, jednoohniskové šošovky

Metodika

Výskumná časť bude spracovávaná prostredníctvom dotazníku. Otázky dotazníka budú smerované na astenopické problémy pri videní v mnohých smeroch. Dotazník bude určený rôznym profesijným skupinám, kde respondenti určia svoje subjektívne zrakové problémy. Na porovnanie výsledkov obdržím hodnotenie z dotazníku, ktoré respondenti vyplnia dvakrát. Prvý raz so svojou subjektívnou refrakciou bez prídavku do blízka a druhý raz so správne nastavenou adíciou do blízka. Výsledky výskumu sú vo fáze spracovávania. Avšak predpokladám že sa u skúmanej vzorky respondentov astenopické problémy zmiernia alebo úplne pominú.

Úvod

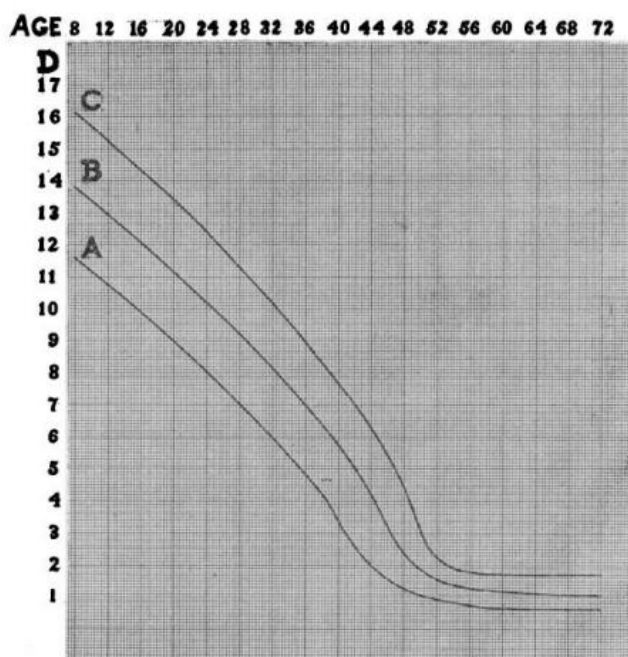
Presbyopia, čo je prirodzená strata schopnosti akomodácie súvisiaca s vekom. Tá sa môže liečiť rôznymi metódami. Patria medzi ne invazívne a neinvazívne techniky. Korekcia okuliarov alebo kontaktných šošoviek sú neinvazívne možnosti. Chirurgická implantácia vnútroočnej šošovky je jedným z príkladov invazívnych prístupov.¹

Akomodácia

Akomodácia je dynamický proces, pri ktorom sa mení optická mohutnosť očnému systému tak, že pozorovaný predmet sa ostro zobrazuje na sietnici. Rozlišujeme štyri zložky akomodácie – tonickú, proximálnu, reflexnú a vergenčnú. Tonická zložka akomodácie je prítomná aj bez prítomnosti podnetu, spôsobuje ju pokojové napätie ciliárneho svalu. Proximálna zložka je vyvolaná predstavou vzdialeného objektu. Reflexná zložka je vyvolaná neostrým obrazom a zabezpečuje zaostrenie obrazu na sietnici. Zložka vergenčná sa spúšťa konvergenciou na podklade vzťahu CA/C a je kontrolovaná fúziou. CA/C pomer popisuje zmenu konvergenčnej akomodácie na jednotku zmeny konvergenencie. Tá udáva koľko dioptrií zrakový aparát akomoduje na 1 cm/m konvergenencie. ¹

Zmena akomodácie v závislosti na veku

Riasnaté teleso nie je pri narodení plne vyvinuté a vnútroočná šošovka je mäkkšia než šošovka dospelého. Samotná pružnosť sa vyvíja behom prvých mesiacov života v období štvrtého mesiaca sa približne vyrovnáva s akomodáciou dospelého jedinca. Vývoj akomodácie je ukončené zhruba v troch rokoch života. Behom života stráca očná šošovka na elasticite a nemá možnosť sa tak vyklenúť ako pri dokončení vývinu. Tým šošovka zvyšuje svoju optickú mohutnosť, čo sa prejaví vzd'alovaním blízkeho bodu akomodácie od oka a znížením akomodačnej amplitúdy. Pokles začína zhruba v piatom roku života a naďalej sa znižuje približne 0,3 D za rok. Pokles akomodačnej amplitúdy v závislosti na veku znázorňuje Duanova krivka, kde pozorujeme fyziologický úbytok akomodácie. Tieto príznaky sa prejavajú v období 40. roku života, kedy jedinci pocítia obmedzenie v osobnom živote. Dlhodobá nekompenzovaná znížená akomodačná schopnosť vedie ľudí k zvýšenej námahe, bolestiam hlavy, k únave a k iným astenopickým problémom. ^{1,2}



Obr. 1: Redukovaná Duanova krivka akomodačnej amplitúdy ²

Okuliarové možnosti korekcie presbyopie

Dioptrické okuliare sú nielen najstaršou, ale aj najpoužívanejšou pomôckou korekcie zraku v súčasnosti. Ani chirurgickým refrakčným zákrokom alebo kontaktným šošovkám sa konvenčnú neinvazívnu metódu korekcie okuliarmi nepodarilo nahradiť. Väčšina ľudí stále preferuje ako možnosť korekcie zraku práve dioptrické okuliare. Podľa klientových konkrétnych nárokov dokáže optometrista alebo oftalmológ individualizovať a upraviť dioptrickú pomôcku klientovi tak, aby mu okuliare pomohli v jeho profesii.

Okuliarové šošovky sa delia podľa dizajnu a optického účinku okuliarovej šošovky, ktorý pri priechode svetla v oku vyvolajú, na jednoohniskové, bifokálne, trifokálne, progresívne a regresívne okuliarové šošovky. Medzi najbežnejší spôsob eliminácie problémov spôsobený presbyopiou patrí korekcia monofokálnymi a tórickými okuliarovými šošovkami. Z hľadiska optického účinku majú sférické šošovky rovnakú optickú mohutnosť vo všetkých smeroch rovnakú na druhú stranu v torických šošovkách sa optická mohutnosť v hlavných rezoch mení. ^{3,4}

Bifokálne alebo dvojohniskové sklá majú okrem základných monofokálnych šošoviek aj prídavnú šošovku. Na pozorovanie do diaľky sa používa monofokálna šošovka a pridaná časť na pozorovanie zas do blízka. Tento kus môže byť vybrúsený alebo zatavený do primárnej šošovky do diaľky. Aj keď na jednej strane nemusíte nosiť okuliare

na krátkozrakosť alebo ďalekozrakosť, bifokálne sklá majú na druhej strane aj nevýhody. Skoky v obraze sú badateľné pri posúvaní pohľadu z diaľky do blízka alebo naopak. ^{3,4}



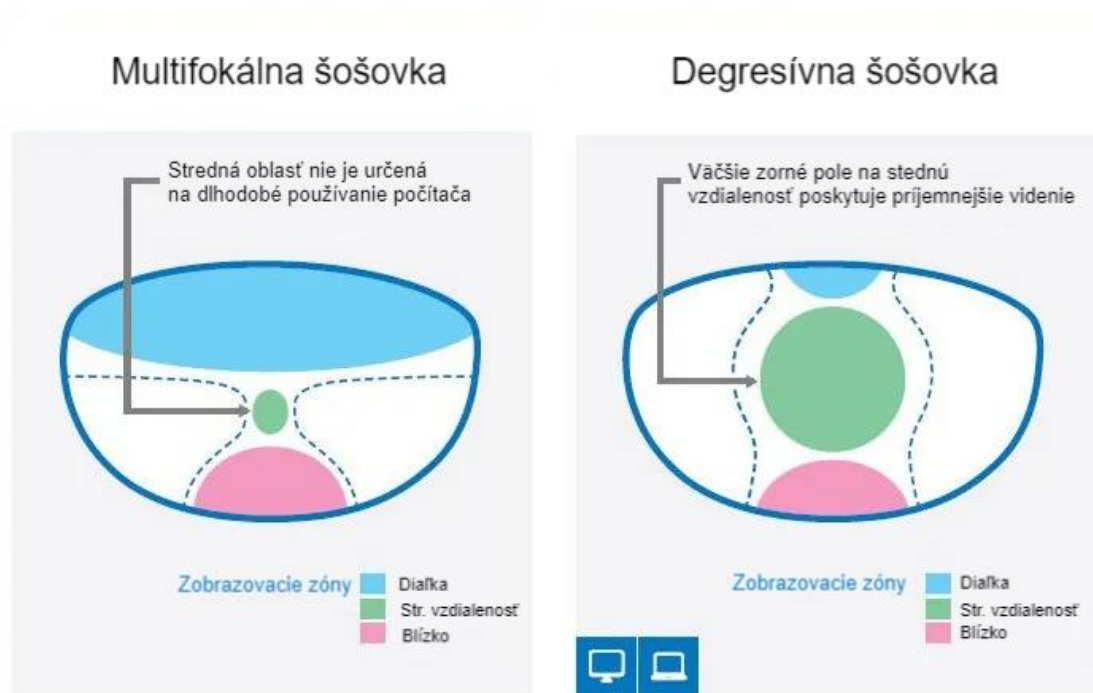
Obr.2: Bifokálne a trifokálne šošovky ⁵

Prechod v obraze je pociťovaný aj v trifokálnych šošovkách, ktoré sú oproti bifokálnym sklám doplnené aj časťou pre strednú vzdialenosť, ktoré sú aj vrátane bifokálnych skiel okom viditeľné. V dôsledku týchto faktorov sú bifokálne a trifokálne okuliare v poslednom čase čoraz častejšie nahrádzané multifokálnymi šošovkami. ³

Multifokálne sklá umožňujú videnie na všetky vzdialenosti na rozdiel od bifokálnych, ktoré sú obmedzené len na dve, alebo monofokálnych, ktoré majú pevne danú len jednu vzdialenosť. Používajú sa na korekciu krátkozrakosti, ďalekozrakosti a na sledovanie strednej vzdialenosti s plynulým prechodom. Týmto spôsobom klienti pociťujú komfort videnia po celý deň bez toho, aby museli meniť okuliare za iné. ^{3,4}

Existuje tiež varianta skiel prispôbena ľudom, ktorí by potrebovali rozšírené zorné pole najmä pre strednú vzdialenosť. Práve pre kancelárskych pracovníkov, zameriavajúcich sa najmä na strednú vzdialenosť, je prispôbena verzia degresívnych alebo kancelárskych okuliarových šošoviek. Tieto šošovky sú individualizované práve pre

rozšírené zorné pole najmä na strednú vzdialenosť. Rovnako ako pri progresívnych šošovkách sa jedná o šošovku s premennou optickou mohutnosťou, ktorá je upravená na použitie do strednej a blízkej vzdialenosti. Kancelárske šošovky však neumožňujú komfortné videnie do diaľky. ⁴



Obr. 3: Dizajn multifokálnej a degresívnej okuliarovej šošovky ⁶

Záver

Cieľom výskumnej časti tohto článku bude preukázanie zmiernenia astenopických problémov, ktoré nastávajú pri dlhodobej záťaži zrakového systému spôsobenou nedostatočne nastaveného prídavku do blízka. Zrak je najdôležitejším z piatich zmyslov. So starnutím oka a celého organizmu sa jeho kvalita síce znižuje, no v dnešnej dobe už je mnoho možností ako presbyopiu korigovať a človeku v strednom veku prinavrátiť správnu korekciu plnohodnotný život. Preventívne vyšetrenie u očného doktora alebo u optometristu je esenciálne k tomu, aby jedinec videl ostro bez vedľajších zrakových problémov. Rozhodnutie určite uľahčí aj rozhovor s optometristom, ktorý pri výbere spôsobu riešenia presbyopie najlepšie zohľadní pacientove nároky na zrak, záľuby a pracovné zaradenie.

Zdroje:

1. Atrata R. *Náuka o zraku*. Národní centrum ošetrovatelství (NCO NZO); 2002.
2. Duane A. *Studies in Monocular and Binocular Accommodation, with Their Clinical Application*. 1922. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1318318/>. Accessed April 27, 2022.
3. Rutrle M. *Brýlová Optika*. 2. vyd. Brno; 1993.
4. Veselý P. *Konvenční a Free-Form technologie výroby brýlových čoček*. https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-3_design.html. Accessed April 28, 2022.
5. *What lens is right for you? – Bifocal and Trifocal Lenses*. <https://www.thomaseyecenter.com/what-lens-is-right-for-you-bifocal-and-trifocal-lenses/>. Accessed April 28, 2022.
6. *Computer Lenses*. <https://www.brandoneyes.com/hoya-lenses.html>. Accessed April 28, 2022.

The burden of vision due to uncorrected presbyopia

Bc. Samuel Horňák, doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Abstract

This paper deals with the theoretical basis for my thesis entitled "The burden of vision due to uncorrected presbyopia". The aim of this work is to reduce secondary vision problems by setting the correct presbyopic correction after prolonged work for reading or working distance. This work focuses on a non-invasive way of solving presbyopia problems using spectacle lenses.

Key words

presbyopia, accommodation, multifocal lenses, degressive lenses, single focal lenses

Work methodology

The research part will be done through a research questionnaire. Questions from the questionnaire will be directed to asthenopic vision problems in many ways. The questionnaire will be aimed at different professional groups, where respondents will determine their subjective vision problems. To compare the results, I will receive the results from a questionnaire, which the respondents fill in twice. The first time with its subjective refraction without near addition and the second time with a correctly set near addition. The results of the research are in the processing phase. We assume that asthenopic problems will disappear in the sample of my respondents. The research part will be processed through a questionnaire, which respondents will receive before and after the correction.

Introduction

Presbyopia is a natural age-related loss of accommodation, which reduces an individual's ability to perform visual tasks at near distances. It can be treated in various ways. These include invasive and non-invasive techniques. Correction of glasses or contact lenses are non-invasive options. Surgical implantation of an intraocular lens is one example of an invasive methods. ¹

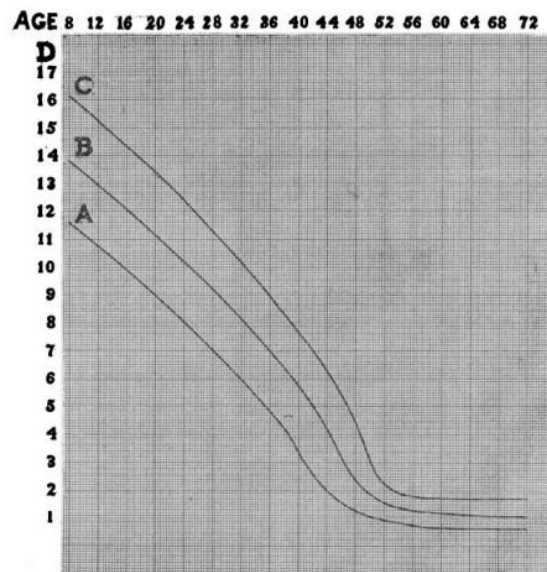
Accommodation

Accommodation is a dynamic process in which the optical power of the ocular system changes so that the observed object is sharply displayed on the retina. We distinguish four components of accommodation - tonic, proximal, reflex and vergent. The tonic component of accommodation is present even without the presence of a stimulus, it is caused by resting tension in the ciliary muscle. The proximal component is evoked by the image of a distant object. The reflective component is caused by a blurred image and ensures that the image is focused on the retina. The vergence component is triggered by CA / C convergence and is controlled by fusion. The CA / C ratio describes the change in convergence accommodation per unit of convergence change. This indicates how much diopter the visual system accommodates per 1 cm / m of convergence. ¹

Accommodation change depending on age

The ciliary body and muscle are not fully developed at birth and the intraocular lens is softer than the adult lens. Flexibility itself develops during the first months of life. During the fourth month it roughly equals to the accommodation of an adult. The development of accommodation is completed in about three years of life. During life, the eye lens loses its elasticity and cannot arch as much as when the development was completed. As a result, the lens increases its optical power, which is reflected by moving the near accommodation point away from the eye and reducing the accommodation amplitude. The decline begins at about the fifth year of life and continues to decline at about 0,3 D per year. The decrease in accommodation amplitude as a function of age is shown by the Duane's curve, where we observe a physiological decrease in accommodation. These symptoms appear during the age of 40, when individuals experience a limitation in their personal lives. Long-term uncompensated reduced

accommodation capacity leads people to increased exertion, headaches, fatigue and other asthenopic problems. ^{1,2}



Pic. 1: Reduced Duane's curve accommodation amplitude ²

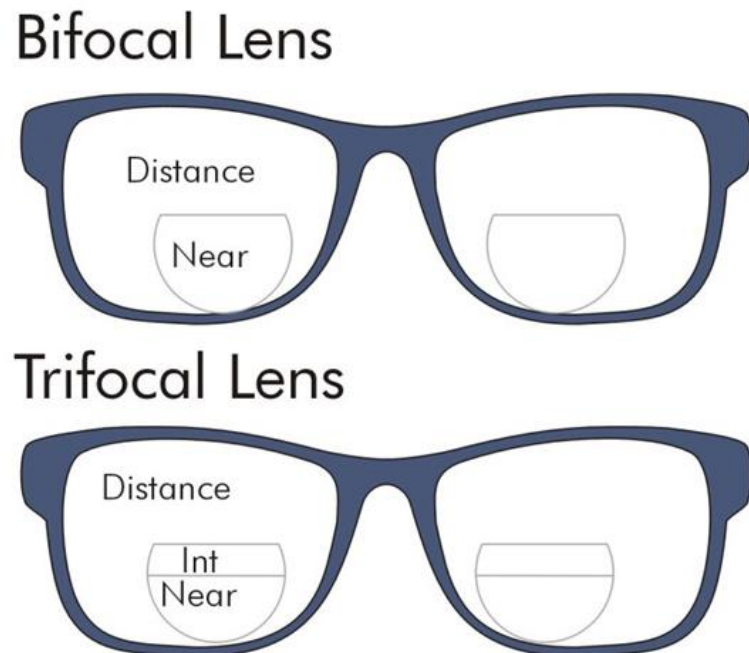
Presbyopia correction by glasses

Prescription glasses are not only the oldest, but also the most widely used vision correction tool today. Neither surgical refractive surgery nor contact lenses have succeeded in replacing the conventional non-invasive spectacle correction method. Most people still prefer prescription glasses as an option for vision correction. According to the client's specific requirements, the optometrist or ophthalmologist can individualize and adjust the dioptric prescription to the client so that the glasses help them in their profession.

The spectacle lenses are divided according to the design and optical effect of the spectacle lenses, which they evoke when light passes in the eye, into single-focal, bifocal, trifocal, progressive and degressive spectacle lenses. Correction with monofocal and thoracic spectacle lenses is one of the most common ways to eliminate presbyopia problems. In terms of optical effect, spherical lenses have the same optical power in all directions, on the other hand, in toric lenses, which correct presbyopia including astigmatism.^{3,4}

In addition to basic monofocal lenses, bifocal lenses also have an additional lens. A monofocal lens is used for far vision and an added part is used for close vision. This piece can be glued or fused into the primary lens at a distance. Although you don't have to wear

myopia or farsighted glasses, bifocals also have disadvantages. Jumps in the image are noticeable when moving the view from a far to near distance. ^{3,4}



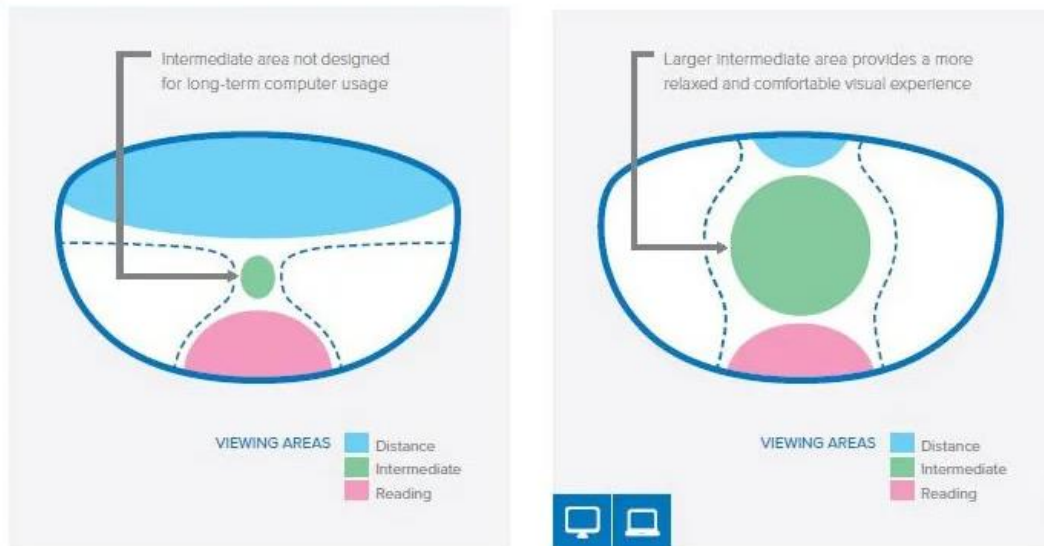
Pic.2: Bifocal and trifocal lenses ⁵

The jump in the image is also noticeable in trifocal lenses, which, in contrast to bifocal glasses, are supplemented by a part for medium distance, which are visible to the eye, including bifocal glasses. As a result of these factors, bifocal and trifocal glasses have recently been increasingly replaced by multifocal lenses. ³

Multifocal glasses allow sharp vision at all distances, as opposed to bifocals, which are limited to only two distances, or monofocals, which have a fixed distance of only one distance. They are used to correct myopia, hyperopia and to medium distances with a smooth transition. In this way, clients feel the comfort of seeing all day without having to change glasses. ^{3,4}

There is also a variant of the glasses adapted to people who would need an extended field of view, especially for medium distances. A version of degressive or office spectacle lenses is adapted for office workers, focusing mainly on medium distances. These lenses are individualized just for the extended field of view, especially at medium

distance. As with progressive lenses, it is a lens with variable optical power, which is adapted for use in medium and close distances. However, office lenses do not allow comfortable distance vision. ⁴



Pic. 3: Design of the multifocal and office lens ⁶

Conclusion

The aim of the research part of this contribution will be to demonstrate the alleviation of asthenopic problems that occur during long-term exposure of the visual system caused by insufficiently adjusted addition for near vision. Sight is the most important of the five senses. With the aging of the eye and the whole organism, its quality decreases, but today there are already many options for correcting presbyopia and restoring a person in middle age to a full life. A preventive examination by an ophthalmologist or optometrist is essential for the individual to see sharply without side vision problems. The decision will certainly be facilitated by an interview with an optometrist who will best take into account the patient's demands on eyesight, hobbies and job classification when choosing a solution.

Resources:

1. Atrata R. *Náuka o zraku*. Národní centrum ošetrovatelství (NCO NZO); 2002.
2. Duane A. *Studies in Monocular and Binocular Accommodation, with Their Clinical Application*. 1922. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1318318/>. Accessed April 27, 2022.
3. Rutrle M. *Břýlová Optika*. 2. vyd. Brno; 1993.
4. Veselý P. *Konvenční a Free-Form technologie výroby brýlových čoček*. https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/lf/js12/vyroba_cocek/web/pages/02-3_design.html. Accessed April 28, 2022.
5. *What lens is right for you? – Bifocal and Trifocal Lenses*. <https://www.thomaseyecenter.com/what-lens-is-right-for-you-bifocal-and-trifocal-lenses/>. Accessed April 28, 2022.
6. *Computer Lenses*. <https://www.brandoneyes.com/hoya-lenses.html>. Accessed April 28, 2022.

Využití speciálních pomůcek a přístrojů v edukaci slabozrakých a nevidomých osob

Bc. Anastázie Říhová, MUDr. Tomáš Mňuk

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

ANOTACE

Příspěvek pojednává o slabozrakých pacientech, kteří potřebují kompenzační pomůcku na čtení. Úvodní část příspěvku je zaměřena na rozdělení slabozrakosti dle WHO, různé druhy kompenzačních pomůcek či na organizace, které těmto lidem nabízejí pomoc. Dále je určena metodika výzkumu, rozdělení probandů a jsou stanoveny hypotézy. Ve výzkumné části jsou zveřejněny výsledky včetně grafů. Na závěr jsou výsledky výzkumu srovnány s výsledky jiných odborných prací, které se zabývají podobným tématem.

ÚVOD

Optometristé se často ve své praxi setkají se zákazníkem, kterého nejsou schopni vykorigovat na vizus 0,5 a lepší. V tomhle případě automaticky odesílají pacienta k oftalmologovi, který zjistí příčinu zhoršeného vidění. Pokud je poškození zraku již nevratné, dle Světové zdravotnické organizace (angl. WHO - World Health Organization) dělíme pacienty do pěti skupin dle postižení:

- Střední slabozrakost (kategorie 1) – postižení s nejlepší možnou korekcí, jejichž vizus je v rozmezí $< 6/18$ (0,3) až $\geq 6/60$ (0,1)
- Silná slabozrakost (kategorie 2) – postižení s nejlepší možnou korekcí, jejichž vizus je v rozmezí $< 6/60$ (0,1) až $\geq 3/60$ (0,05)
- Těžce slabý zrak (kategorie 3) – a) postižení s nejlepší možnou korekcí, jejichž vizus je v rozmezí $< 3/60$ (0,05) až $\geq 1/60$ (0,02); b) osoby se zúžením zorného pole obou očí pod 20° , nebo jednoho funkčního oka pod 45°
- Praktická slepota (kategorie 4) – postižení s nejlepší možnou korekcí, jejichž vizus je v rozmezí $< 1/60$ (0,02) až po zachovalý světlocit nebo zúžení zorného pole do 5° kolem centrální fixace při nepostižené centrální ostrosti

- Úplná slepota (kategorie 5) – patří sem lidé s úplnou slepotou (amaurózou), nebo osoby s chybnou světelnou projekcí ¹

Těmto lidem poté pomáhají organizace, které jim nabídnou potřebné informace a praktické dovednosti do běžného života tak, aby nebyli závislí na cizí pomoci. Mezi tyto organizace patří hlavně krajská střediska organizace Tyfloservis, o.p.s. či TyfloCentrum Brno, o.p.s. a jeho pobočky.

Do Tyfloservisu lidé přichází i za účelem výběru správné kompenzační pomůcky. Mezi ty nejzákladnější patří bílá hůl a lupa.

Bílé hole můžeme rozdělit na 3 základní typy – orientační, signalizační a opěrné. Hůl orientační slouží výhradně k orientování v prostoru a její délka je obvykle mezi 110 až 140 cm. Signalizační hůl zviditelňuje slabozrakého či nevidomého pro okolí např. v dopravě či s vodícím psem a její délka je obvykle 90 a 110 cm. Hůl opěrná je výhradně určena pro osoby s kombinací zrakového a pohybového omezení a je běžně dostupná v délkách 80 až 95 cm. ²

V této době je na trhu velké množství různých typů lup s velkým množstvím zvětšení. K dostání jsou od typů kapesních až po speciální světelné či stojánkové lupy.

METODIKA VÝZKUMU

Výzkum probíhal v období leden – únor 2022 ve FN u Sv. Anny v Brně v Poradně pro slabozraké vedené MUDr. Tomášem Mňukem. V rámci vzorku pacientů byl zaznamenán jejich věk, pohlaví, preferovaný typ osvětlení čteného textu, volba zvětšení lupy a preference využití lupy.

V první řadě je pacientům změřena objektivní refrakce na autorefraktometru. Dále je změřen naturální vizus, vyhodnocená subjektivní refrakce a zjištěn nejlepší možný vizus s touto korekcí. Následně se vyhodnocuje preference světla na vzorovém textu a vybere se vhodné zvětšení lupy dle vizu s nejlepší korekcí. Jako poslední následuje výuka práce s lupou při čtení textu.

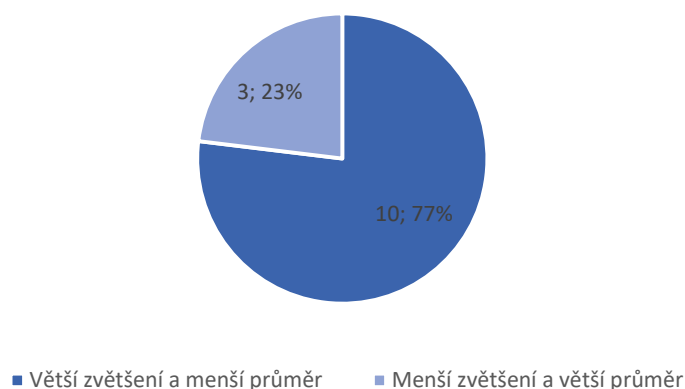
Data jsou naměřena u 14 pacientů, z čehož je 11 žen a 3 muži. Průměrný věk je 76,6 let. Nejmladšímu pacientovi je 59 let, nejstaršímu 90 let.

VÝSLEDKY

Na začátku výzkumu jsem si stanovila 3 hypotézy.

První hypotéza – Pacienti preferují větší zvětšení lupy s menším průměrem objímky než větší průměr objímky a menší zvětšení. Do této hypotézy bylo zařazeno 13 probandů, z čehož si 10 vybralo větší zvětšení lupy i na úkor menšího průměru objímky, a tedy i zorného pole čteného textu. Pouze 3 probandi si vybrali menší zvětšení lupy pro větší zorné pole. Z grafu č. 1 lze tedy vyčíst, že hypotéza č. 1 byla potvrzena.

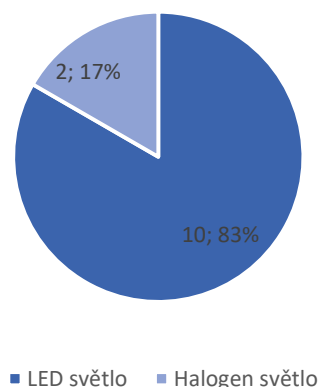
Hypotéza č. 1



Graf 1: Pacienti preferují větší zvětšení lupy s menším průměrem objímky než větší průměr objímky a menší zvětšení.

Druhá hypotéza – Pacienti preferují lupy s bílým LED osvětlením než nažloutlým halogenovým světlem. Do této hypotézy bylo zařazeno 12 probandů, z čehož si 10 vybralo bílé LED osvětlení a 2 halogenové nažloutlé. Na grafu č. 2 lze vidět, že i hypotéza 2 byla potvrzena.

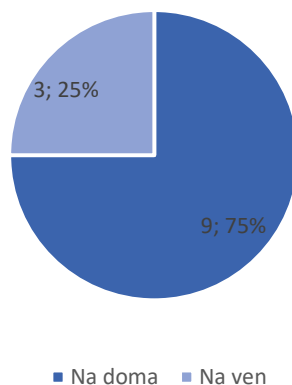
Hypotéza č. 2



Graf 2: Pacienti preferují lupy s bílým LED osvětlením než nažloutlým halogenovým světlem.

Třetí hypotéza – Pacienti preferují lupu na doma před lupou na ven. Do této hypotézy bylo zařazeno 12 probandů. 9 z nich si zvolilo lupu pro používání na doma, 3 uvažovali i nad používáním v terénu. Z grafu č. 3 tedy vyplývá, že i třetí hypotéza byla potvrzena.

Hypotéza č. 3



Graf 3: Pacienti preferují lupu na doma před lupou na ven.

DISKUSE

Cílem tohoto výzkumu bylo určit, jaké typy lup slabožrací pacienti preferují. Z hlediska zvětšení jim je příjemnější větší zvětšení textu i na úkor malého zorného pole. Ze strany osvětlení preferují bílé LED světlo a většina slabožrakých pacientů svou lupu plánuje používat jen v domácím prostředí.

Do diskuse jsem zařadila diplomovou práci od kolegyně Mgr. Magdalény Furdekové z roku 2010, ve které v hypotéze č. 3 předpokládá, že optoelektronickou pomůcku využívají spíše lidi v preproduktivním věku (do 14 let) a produktivním věku (15 – 64 let). Do jejího výzkumu bylo zařazeno 51 respondentů ve věku 9 – 76 let a hypotéza byla potvrzena. Z toho mohu tedy usuzovat, že klasickou lupu budou využívat převážně lidé nad 64 let. V mém naměřeném vzorku mají pacienti průměrný věk 76,6 let a všichni mají lupu klasickou.³

Využitím lup pro slabožraké se zabývala i kolegyně Mgr. Lucie Nakládálová. Ta také měla soubor probandů z FN u sv. Anny v období leden až červen 2006. Celkem ve své práci zahrnula 104 pacientů a zajímala se o druh osvětlení lup. V jejím vzorku vyšlo, že si nejvíce pacientů zvolilo lupu s halogenovým osvětlením. V mém výzkumu byl zjištěn opačný výsledek, tedy že si více pacientů vybralo lupu s LED osvětlením. Rozdíl mezi výsledky je pravděpodobně způsoben malým vzorkem probandů v mém výzkumu.⁴

ZÁVĚR

Je důležité, aby nejen oční lékaři, ale i optometristé a oční optici znali nabídku kompenzačních pomůcek pro slabozraké a dokázali takovému pacientovi pomoci při správném výběru či mu doporučili jednu z organizací, která se pomocí zabývá.

Zdroje:

1. Pavel Beneš. Zraková postižení. Behaviorální přístupy při edukaci s pomůckami. Praha, Czechia: Grada Publishing, a.s.; 2019.
2. Miloš Svárovský, Pavel Macháček. Bílé hole. <https://www.tyfloservis.cz/wp-content/uploads/2021/03/bile-hole.pdf>. Accessed April 7,2022.
3. Mgr. Furdeková Magdaléna. Využití optických a kompenzačních pomůcek pro slabozraké a nevidomé, náplň činnosti center pro zrakově postižené a nevidomé [diplomová práce]. Brno, Czechia: Masarykova univerzita; 2010.
4. Mgr. Nakládalová Lucie. Využití světelné lupy pro korekci slabozrakosti [diplomová práce]. Brno, Czechia: Masarykova univerzita; 2007.

The use of special aids and devices in the education of visually impaired and blind people

Bc. Anastázíe Říhová, MUDr. Tomáš Mňuk

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

ABSTRACT

This paper discusses low-vision patients who need a compensatory aid for reading. The first part of the paper focuses on the classification of low vision according to WHO, different types of compensatory aids or organizations that offer help to these people. Then the research methodology, distribution of probands, and hypotheses are identified. In the research section, the results including diagrams are published. Finally, the research results are compared with the results of other research papers that deal with similar topics.

INTRODUCTION

Optometrists in their practice often encounter a customer whom they are unable to correct to a vision of 0.5 or better. In this case, they automatically refer the patient to an ophthalmologist to determine the cause of the impaired vision. If the visual impairment is already irreversible, the World Health Organization (WHO) divides patients into 5 groups according to their impairment:

- Moderate purblindness (category 1) - those with the best possible correction, whose vision ranges from $< 6/18$ (0.3) to $\geq 6/60$ (0.1)
- Severe purblindness (category 2) - disabilities with the best possible correction, whose vision ranges from $< 6/60$ (0.1) to $\geq 3/60$ (0.05)
- Severely low vision (category 3) - (a) disabilities with the best possible correction whose vision ranges from $< 3/60$ (0.05) to $\geq 1/60$ (0.02); (b) persons with a narrowing of the visual field of both eyes below 20° or of one functional eye below 45°
- Blindness in essence (category 4) - disabilities with the best possible correction, whose vision ranges from $< 1/60$ (0.02) to preserved luminance or visual field narrowing up to 5° around central fixation with intact central acuity

- Complete blindness (category 5) - includes people with complete blindness (amaurosis) or people with defective light projection ¹

These people are then helped by organisations that offer them the necessary information and practical skills for everyday life so that they are not dependent on someone else's help. These organisations include mainly regional centres Tyfloservis, o.p.s. or TyfloCentrum Brno, o.p.s. and its branches.

People also come to Tyfloservis to choose the right compensatory aid. The most basic ones include a white cane and a magnifying glass.

White canes can be divided into 3 basic types - orientation, signalling and support. The orientation cane is used solely for orientation in space and its length is usually between 110 to 140 cm. The signalling cane makes the visually impaired or blind person visible to the surroundings, e.g. in traffic or with a guide dog, and its length is usually between 90 and 110 cm. The support cane is exclusively for people with a combination of visual and motor impairments and is commonly available in lengths between 80 and 95 cm. ²

Nowadays, there is a large number of different types of magnifying glasses on the market. They range from pocket types to special light or stand magnifiers.

RESEARCH METHODOLOGY

The research was conducted in the period from January to February 2022 in the Consultation Centre for the Visually Impaired led by MUDr. Tomáš Mňuk. A series of factors were recorded about the patients participating in the research, such as age, gender, preferred type of illumination of the text to be read, choice of magnification of the magnifying glass, and preference for the use of a magnifying glass.

First of all, the patients' objective refraction is measured on an autorefractometer. Next, natural vision is measured, subjective refraction is evaluated, and the best possible vision with this correction is determined. Subsequently, the light preference on the sample text is evaluated and the appropriate magnification of the magnifying glass is selected according to the vision with the best correction. Finally, the patient is taught how to use the magnifying glass to read the text.

The data were measured at 14 patients, 11 females and 3 males. The average age is 76.6 years. The youngest patient is 59 years old, the oldest is 90 years old.

RESULTS

At the beginning of the research I set 3 hypotheses.

First hypothesis - Patients prefer a magnifier with a larger magnification and smaller socket diameter to a magnifier with a larger socket diameter and smaller magnification. Thirteen probands were included in this hypothesis, 10 of which chose the larger magnification of the magnifier even at the expense of a smaller socket diameter, and therefore also the field of view of the text being read. Only 3 probands chose a smaller magnification of the magnifying glass in favour of a larger field of view. Thus, from Diagram 1 it can be seen that Hypothesis 1 has been confirmed.

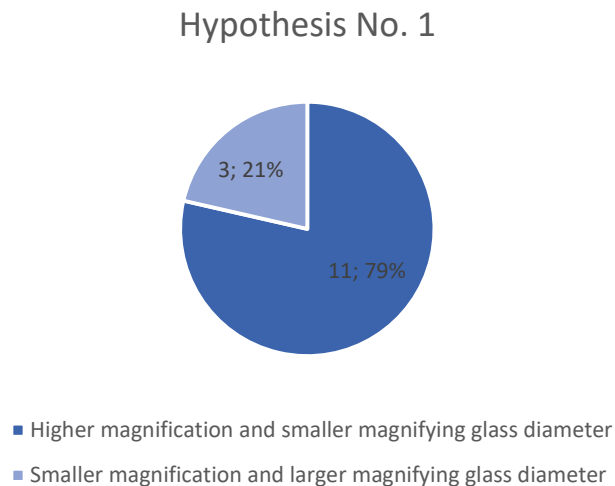


Diagram 1: Patients prefer a higher magnification magnifier with a smaller socket diameter than a larger socket diameter and lower magnification.

Second hypothesis - Patients prefer a magnifying glass with white LED illumination rather than yellowish halogen light. Twelve probands were included in this hypothesis, 10 of which chose white LED lighting and 2 chose yellowish halogen lighting. As Diagram 2 suggests, Hypothesis 2 has also been confirmed.

Hypothesis No. 2

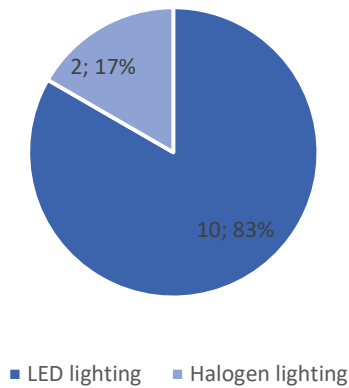


Diagram 2: Patients prefer a magnifying glass with white LED illumination to a yellowish halogen light.

Third hypothesis - Patients prefer the magnifying glass for the use at home to the magnifying glass for the outdoor use. In this hypothesis, 12 probands were included. Nine of them chose the magnifying glass for the use at home, 3 of them also considered using it outside. Thus, Diagram 3 shows that the third hypothesis has also been confirmed.

Hypothesis No. 3

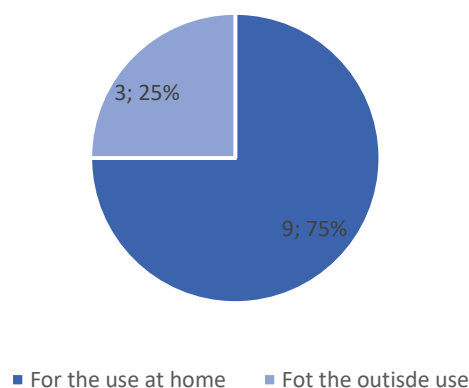


Diagram 3: Patients prefer a magnifying glass for the home use to a magnifying glass for the use outside.

DISCUSS

The aim of this research was to determine what types of magnifying glasses low vision patients prefer. In terms of magnification, they prefer larger text size even at the expense of a small view field. On the other hand, they prefer white LED light and most low vision patients plan to use their magnifier only for the use at home.

In the discussion, I have included in the discussion a thesis by my colleague Mgr. Magdalena Furdeková from 2010, where she assumes that optoelectronic aids are used more by people in preproductive age (up to 14 years) and productive age (15-64 years). Her research included 51 respondents aged from 9 to 76 years and the hypothesis was confirmed. Therefore, I can conclude that the classic magnifying glass is about to be used mostly by people of 64 years of age and older. In my measured sample, the patients are of 76.6 years of age on average and all of them use a classic magnifying glass. ³

The use of magnifying glasses for the visually impaired people was also pursued by my colleague Mgr. Lucie Nakládlová. She also had a set of probands from St. Anne's Hospital in Brno in the period from January to June 2006. She included 104 patients in total and was interested in the type of magnifying glass illumination. In her sample it came out that most patients chose the magnifying glass with halogen lighting. In my research, the opposite result was discovered, that is that more patients chose the magnifier with LED lighting. The difference between the results is probably caused by a small sample of probands in my research. ⁴

CONCLUSION

It is important that not only ophthalmologists, but also optometrists and opticians know the range of compensatory aids for the visually impaired and are able to help such a patient in making the right choice or recommend one of the organisations that deals with assistance.

Resources:

1. Pavel Beneš. Zraková postižení. Behaviorální přístupy při edukaci s pomůckami. Praha, Czechia: Grada Publishing, a.s.; 2019.
2. Miloš Svárovský, Pavel Macháček. Bílé hole. <https://www.tyfloservis.cz/wp-content/uploads/2021/03/bile-hole.pdf>. Accessed April 7,2022.

3. Mgr. Furdeková Magdaléna. Využití optických a kompenzačních pomůcek pro slabozraké a nevidomé, náplň činnosti center pro zrakově postižené a nevidomé [master's thesis]. Brno, Czechia: Masaryk University; 2010.
4. Mgr. Nakládalová Lucie. Využití světelné lupy pro korekci slabozrakosti [master's thesis]. Brno, Czechia: Masaryk University; 2007.

Změny zorného pole při použití D.I.M.S. brýlových skel u myopů

Bc. Tereza Kašparová, MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Tento článek pojednává o DIMS brýlových čočkách jako o nové možnosti léčby, respektive zpomalení progresu krátkozrakosti. V úvodní části je popsána myopie, její dělení a současné možnosti ovlivnění její progresu. Součástí příspěvku je popis periferní refrakce a možná souvislost s rozvojem myopie. V závěrečné části popisují zorné pole, jehož rozsah při použití jednoohniskových a DIMS čoček bude předmětem mého výzkumu.

Klíčová slova

myopie, periferní refrakce, relativní periferní hypermetropie, zorné pole, brýlové čočky D.I.M.S. (Defocus Incorporated Multiple Segments)

Myopie

Myopie je sférická refrakční vada, při které se rovnoběžné paprsky vstupující do neakomodovaného oka lámou a vytvářejí ohnisko před sítnicí, na sítnici pak vzniká neostrý obraz vzdáleného předmětu. Mezi hlavní příznaky myopie patří neostré, zamlžené vidění do dálky, přivírání víček, obtížné vidění za šera a tmy, často se vyskytuje exoforie.¹

Dělení myopie

Myopii můžeme dle příčiny dělit na kurvaturní a osovou. O kurvaturní myopii mluvíme v případě, kdy axiální délka oka odpovídá fyziologickému stavu (24 mm), celková optická mohutnost je však větší než 58,64 D. Příčinou může být zvýšený index lomu optických prostředí nebo zvýšené zakřivení některé z optických ploch předního segmentu oka. Za osovou (axiální) myopii považujeme stav, kdy je předozadní délka oka větší než 24 mm, ale celková optická mohutnost je fyziologická (58,64 D). Zvětšení délky oka o 1 mm způsobí změnu refrakční vady přibližně o 3 D.¹

Prevalence myopie v posledních desetiletích významně roste. V některých asijských zemích je 70 až 80 % mladistvých myopických. ² Progrese myopie může být spojena s rozvojem patologických stavů jako je katarakta, glaukom, neovaskularizace cévnatky a odchlípení sítnice. Podle některých odhadů by v roce 2050 mohlo mít až 10% světové populace myopii vyšší než -5,0 D, která má signifikantně vyšší podíl komplikací. Řešení tohoto problému je proto věnována velká pozornost.^{3,4}

Způsoby ovlivnění progrese myopie

Existují „terapie krátkozrakosti“, jejichž účelem je snížit progresi myopie. Mezi tyto metody řadíme farmakologickou terapii atropinovými nebo betablokátorovými kapkami, léčbu ortokeratologickými kontaktními čočkami, léčbu tvrdými nebo měkkými multifokálními kontaktními čočkami, případně nošení bifokálních brýlí. ^{1,4}

Periferní refrakce

Centrální refrakční vada je většinou považována za hlavní faktor ovlivňující zrakovou ostrost. Některé studie však naznačují, že periferní refrakční vada může sehrávat důležitou roli ve vývoji refrakčního stavu oka a vést k dalšímu kompenzačnímu axiálnímu růstu. ⁵

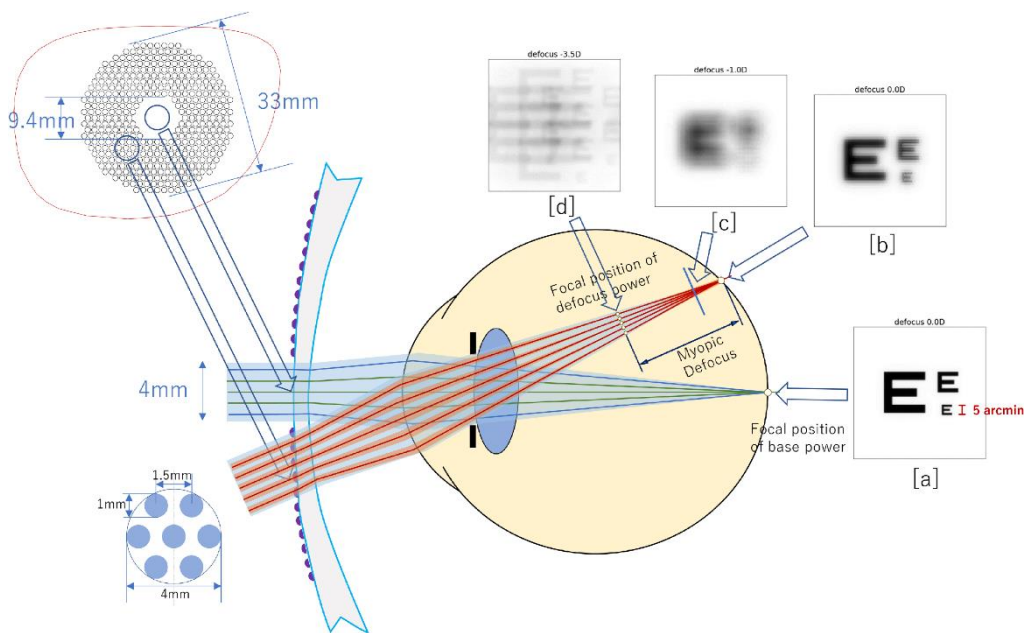
U nekorigovaných myopických očí se setkáváme s relativní hypermetropickou periferní refrakcí. Takové oči mají větší axiální délku než ekvatoriální průměr a myopická sítnice má méně zploštělý tvar. Zatímco hypermetropové a emetropové vykazují relativní myopickou periferní refrakci. ⁶⁻⁸

Ze studií, které byly provedeny s opicemi a kuřaty, vyplynulo, že změny v periferním rozostření ovlivňují axiální růst očí a emetropizaci. Hypermetropické rozostření způsobuje větší progresi myopie, na rozdíl od myopického defokusu, který může progresi myopie naopak zpomalit. Bylo zjištěno, že léčba myopie pomocí ortokeratologie snižuje axiální prodlužování, a právě vyvolané myopické rozostření v periférii sítnice snižuje další axiální růst oka. ^{6,9}

V posledních několika desetiletích byla provedena řada studií, které se zabývaly refrakčním stavem periferní sítnice ve vztahu k fixační vzdálenosti, akomodaci, věku, vlivu ortokeratologických čoček a etnické příslušnosti. Byly použity techniky jako je Hartmann-Shackova aberometrie, off-axis retinoskopie a open-field autorefrakce. Většina studií došla ke stejnému závěru, že refrakční vady na periférii se liší od centrálních refrakčních vad. ⁸

DIMS brýlové čočky

Brýlové čočky D.I.M.S. (Defocus Incorporated Multiple Segments) jsou čočky, jejichž hlavní funkcí je ovlivnění růstu myopie u dětí. Využívají principu myopického rozostření a simultánního vidění. DIMS brýlové čočky jsou tvořeny duálním ohniskem, kdy v centrální části se nachází optická zóna o průměru 9,4 mm, sloužící ke korekci refrakční vady do dálky, a v periferní části je rovnoměrně rozmístěných asi 400 menších kruhových segmentů s adiční mohutností +3,5 D. Každý z těchto malých kruhových segmentů má průměr 1,03 mm a zajišťuje myopické rozostření. ^{4,10,11}

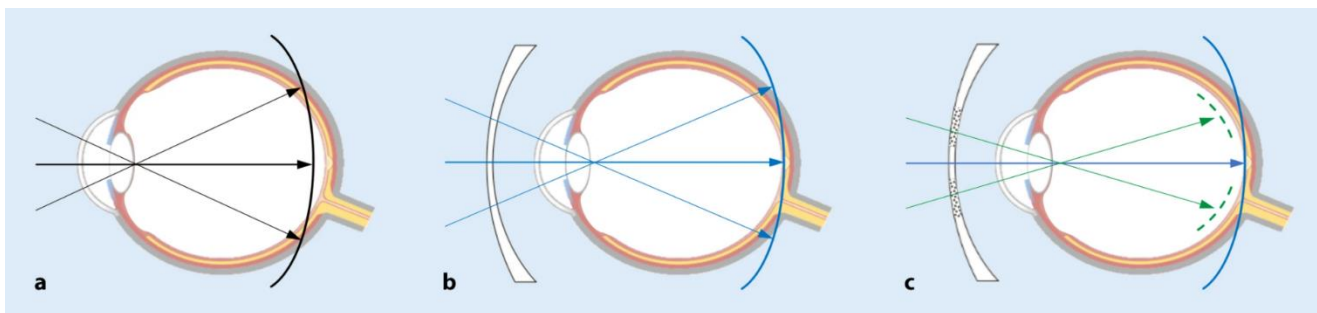


Obrázek 5: Struktura a design DIMS čočky 2

Podle studie provedené na Hongkongské polytechnické univerzitě každodenní nošení DIMS brýlových čoček po dobu 2 let zpomalilo progresi myopie u dětí o 52 % a snížilo axiální elongaci o 62 % ve srovnání s jednoohniskovými čočkami. ²

Korekce brýlovými čočkami

Při korekci myopie pomocí konvenčních jednoohniskových brýlových čoček se světlo, které vstupuje do oka podél optické osy, zaměří na foveu. Obrazová rovina se v centrální oblasti posune k makule, v perifoveálních a periferních oblastech sítnice však tato rovina leží za sítnicí. Vznikne zde hypermetropické rozostření, které stimuluje další axiální růst oka. ^{4,9}



Obrázek 6: a) nekorigovaná myopie b) korekce klasickou jednoohniskovou čočkou c) korekce DIMS čočkou 3

Brýlové čočky DIMS oproti jednoohniskovým brýlovým čočkám připomínají spíše kontaktní čočky sloužící k ovlivnění růstu myopie. Ne všechny děti jsou však ochotny a připraveny nosit kontaktní čočky. Rozostřovací zóny u DIMS čoček jsou navíc kosmeticky velmi nenápadné, takže při pohledu na nositele lze jen stěží poznat, že se jedná o speciální brýlové čočky. ⁴

DIMS se chová jako jednoohnisková čočka, nezpůsobuje změnu akomodace ani neovlivňuje funkci binokulárního vidění. Z technického hlediska je třeba klást důraz při centraci, zejména na výšku, aby se zajistilo využití centrální zóny pro dobrou zrakovou ostrost. Při správně dodržené centraci je při pohledu přímo vpřed zajištěna stejná zraková ostrost jako u konvenčních jednoohniskových čoček. Při vychýlení pohledu temporálně, nazálně, pod nebo nad zónu DIMS můžeme pozorovat, že dochází ke ztrátě zrakové ostrosti v průměru o 0,06 logMAR. Rozmazané vidění přes tuto zónu je uváděno jako hlavní nevýhoda při používání DIMS čoček. ^{4,11}

Brýlové čočky DIMS jsou dostupné od firmy Hoya pod názvem MiYOSMART a v současné době jsou využívány oftalmology v Hongkongu, Číně a Singapuru. ²

Zorné pole

Zorné pole je část prostoru, ze kterého vnímáme zrakové podněty při současné fixaci jednoho bodu. Fyziologický rozsah monokulárního zorného pole se udává 90° temporálně, 60° nazálně a nahoru a 70° dolů. Binokulárně se zorná pole pravého a levého oka překrývají. ^{12,13}

Rozlišujeme centrální a periferní zorné pole. Pokud paprsky dopadají na foveu, mluvíme o centrálním zorném poli, které slouží k barevnému a ostrému vidění. Funkcí periferního zorného pole je hlavně orientace v prostoru a ve tmě a také umožňuje nebarevné vidění. ^{12,13}

Vyšetření zorného pole

Vyšetření zorného pole se nazývá perimetrie a jeho principem je určit rozsah zorného pole a odhalit tak případné patologie. S výpadky zorného pole se můžeme setkat u neurooftalmologických onemocnění, u postižení zrakového nervu nebo u poruch cévního zásobení. Důležitou roli hraje perimetrie také u diagnostiky glaukomu.^{12,13}

Standardní perimetrie využívá bílý stimulus na bílém pozadí, který neselektivně testuje magnocelulární a parvocelulární buňky zrakového nervu.¹²

Flicker perimetrie je způsob testování zorného pole, kdy se využívá blikající světlý stimul (flicker) promítaný v různých místech zorného pole a hodnotí se schopnost pacienta daný stimul registrovat.¹³ Záblesky se nejlépe rozeznávají v centrálním zorném poli, tato schopnost klesá směrem do periferie. Rozlišují se 3 metody flicker perimetrie: critical flicker fusion (CFF), luminance pedestal flicker a contrast modulation flicker.¹⁴ Při vyšetřování periferního zorného pole se používá značka o velikosti 5°. Důležitá je stálá fixace pacienta na střed polokoule během celého vyšetření.¹⁵

Ve výzkumné části budu zjišťovat změny periferního zorného pole (22-50°) v parvocelulárním zpracování pomocí full threshold strategie a v magnocelulárním zpracování pomocí flicker fusion perimetrie. Změny zorného pole budou kvantitativně vyhodnoceny pomocí pattern defect a integrálu Bebieho křivky a následně statisticky analyzovány.

Zdroje:

1. Tošovská D. *Progrese myopie u klientů ve věku 15 - 23 let*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2009. Accessed April 15, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/wdi40/>
2. Lam CSY, Tang WC, Qi H, et al. Effect of Defocus Incorporated Multiple Segments Spectacle Lens Wear on Visual Function in Myopic Chinese Children. *Transl Vis Sci Technol*. 2020;9(9):11. doi:10.1167/tvst.9.9.11
3. Whatham A, Zimmermann F, Martinez A, et al. Influence of accommodation on off-axis refractive errors in myopic eyes. *J Vis*. 2009;9(3):14. doi:10.1167/9.3.14
4. Kaymak H, Graff B, Neller K, Langenbacher A, Seitz B, Schwahn H. Myopietherapie und Prophylaxe mit „Defocus Incorporated Multiple Segments“-Brillengläsern. *Ophthalmol*. 2021;118(12):1280-1286. doi:10.1007/s00347-021-01452-y

5. Sng CCA, Lin XY, Gazzard G, et al. Peripheral Refraction and Refractive Error in Singapore Chinese Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(2):1181-1190. doi:10.1167/iovs.10-5601
6. Berntsen DA, Barr CD, Mutti DO, Zadnik K. Peripheral Defocus and Myopia Progression in Myopic Children Randomly Assigned to Wear Single Vision and Progressive Addition Lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(8):5761-5770. doi:10.1167/iovs.13-11904
7. Mutti DO, Sholtz RI, Friedman NE, Zadnik K. Peripheral Refraction and Ocular Shape in Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41(5):1022-1030.
8. Ehsaei A, Mallen EAH, Chisholm CM, Pacey IE. Cross-sectional Sample of Peripheral Refraction in Four Meridians in Myopes and Emmetropes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(10):7574-7585. doi:10.1167/iovs.11-7635
9. Zhang HY, Lam CSY, Tang WC, Leung M, To CH. Defocus Incorporated Multiple Segments Spectacle Lenses Changed the Relative Peripheral Refraction: A 2-Year Randomized Clinical Trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020;61(5):53. doi:10.1167/iovs.61.5.53
10. Results of 3-Year Study of DIMS Technology. Review of Myopia Management. Published April 1, 2021. Accessed April 15, 2022. <https://reviewofmm.com/results-of-3-year-study-of-dims-technology/>
11. DIMS Vs HAL Technology Spectacle Lenses For Myopia Control. Myopia Profile. Published April 27, 2021. Accessed April 15, 2022. <https://www.myopiaprofile.com/the-next-generation-dims-and-halt-technology-spectacle-lenses-for-myopia-control/>
12. MUDr. Karolína Skorkovská, Ph.D. PERIMETRIE - PDF. Accessed April 17, 2022. <https://docplayer.cz/50841567-Mudr-karolina-skorkovska-ph-d-perimetrie.html>
13. Němečková A. *Principy a metody vyšetření zorného pole*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2008. Accessed April 17, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/e9qma/>
14. Fojtlová K. *Zorné pole – metodika vyšetření, princip přístrojů*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2015. Accessed April 24, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/nu36y/>
15. Šálová B. *Vyšetření zorného pole*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2017. Accessed April 24, 2022. https://is.muni.cz/auth/th/jgrdm/Vysetreni_zorneho_pole.pdf?info=1

Changes of the field of view at myopes due to D.I.M.S. spectacle lenses

Bc. Tereza Kašparová, MUDr. Miroslav Dostálek, Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Abstract

This article deals with DIMS spectacle lenses as a new treatment option, respectively slowing the progression of myopia. The introductory part describes myopia, its division and the current possibilities of influencing its progression. The article includes a description of peripheral refraction and possible connection with the development of myopia. In the final part I describe the field of view, the extent of which when using single vision lenses and DIMS spectacle lenses will be the subject of my research.

Key words

myopia, peripheral refraction, relative peripheral hyperopia, field of view, D.I.M.S. spectacle lenses (Defocus Incorporated Multiple Segments)

Myopia

Myopia is a spherical refractive error, in which parallel rays entering into the non-accommodated eye, refracting and creating a focus in front of the retina, then a blurred image of a distant object is created on the retina. The main symptoms of myopia include blurred, blurred vision in the distance, closing eyelids, difficult vision in twilight and darkness, exophoria often occurs. ¹

Division of myopia

Myopia can be divided according to the cause into curvature and axial. We talk about curvature myopia when the axial length of the eye corresponds to the physiological state (24 mm), but the total optical power is greater than 58.64 D. The cause may be an increased refractive index of the optical media or an increased curvature of some of the optical surfaces of the anterior segment of the eye. Axial myopia is considered to be a condition where the anteroposterior length of the eye is greater than 24 mm, but the

total optical power is physiological (58.64 D). Increasing the length of the eye by 1 mm will cause the refractive error to change by approximately 3 D. ¹

The prevalence of myopia has been growing significantly in recent decades. In some Asian countries, 70 to 80% of adolescents are myopic. ² Myopia progression may be associated with the development of pathological conditions such as cataracts, glaucoma, vascular neovascularization and retinal detachment. According to some estimates, by 2050, up to 10% of the world's population could have myopia higher than -5.0 D, which has a significantly higher proportion of complications. Therefore, great attention is paid to solving this problem. ^{3,4}

Ways of control the progression of myopia

There are "myopia therapies" designed to reduce the progression of myopia. These methods include pharmacological therapy with atropine or beta-blocker drops, treatment with orthokeratological contact lenses, treatment with hard or soft multifocal contact lenses, or wearing bifocal glasses. ^{1,4}

Peripheral refraction

Central refractive error is generally considered the main factor affecting visual acuity. However, some studies suggest that peripheral refractive error may play an important role in the development of the refractive state of the eye and lead to further compensatory axial growth. ⁵

In uncorrected myopic eyes, we encounter relative hyperopic peripheral refraction. Such eyes have a greater axial length than the equatorial diameter and the myopic retina has a less flattened shape. While hypermetropes and emmetropes show relative myopic peripheral refraction. ⁶⁻⁸

Studies with monkeys and chickens have shown that changes in peripheral blurring affect axial eye growth and emmetropization. Hyperopic blurring causes greater progression of myopia, in contrast to myopic defocus, which may slow the progression of myopia. It has been found that the treatment of myopia with orthokeratology reduces axial elongation, and the just induced myopic blur in the periphery of the retina reduces further axial growth of the eye. ^{6,9}

In the last few decades, a number of studies have been done. These studies have deal with the refractive state of the peripheral retina in relation to fixation distance, accommodation, age, the influence of orthokeratological lenses and ethnicity. Techniques

such as Hartmann-Shack aberrometry, off-axis retinoscopy and open-field autorefractometry were used. Most studies have come to the same conclusion that refractive errors in the periphery are different from central refractive errors.⁸

DIMS Spectacle Lenses

D.I.M.S. (Defocus Incorporated Multiple Segments) are lenses whose main function is to control the growth of myopia in children. They use the principle of myopic blur and simultaneous vision. DIMS spectacle lenses consist of a dual focal length, where in the central part there is an optical zone with a diameter of 9.4 mm, used to correct the refractive error into the distance, and in the peripheral part there are evenly distributed about 400 smaller circular segments with an additional power of +3.5 D. Each of these small circular segments has a diameter of 1.03 mm and provides myopic blur.^{4,10,11}

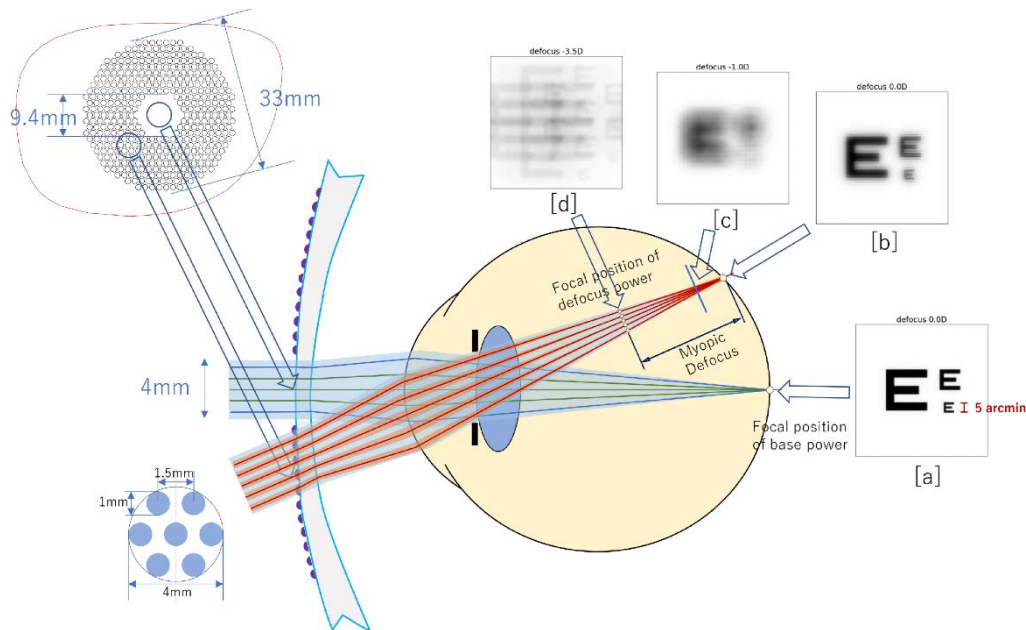


Figure 1: Structure and design of DIMS spectacle lens

According to a study conducted at Hong Kong Polytechnic University, daily wearing of DIMS lenses for 2 years slowed the progression of myopia in children by 52% and reduced axial elongation by 62% compared to single vision lenses.²

Correction by spectacle lenses

The light that enters into the eye along the optical axis is focused on the fovea, when myopia is corrected with conventional single vision lenses. The image plane shifts to the macula in the central area, but in the peripheral areas of the retina this plane lies

behind the retina. There is a hyperopic blur, which stimulates further axial growth of the eye. ^{4,9}

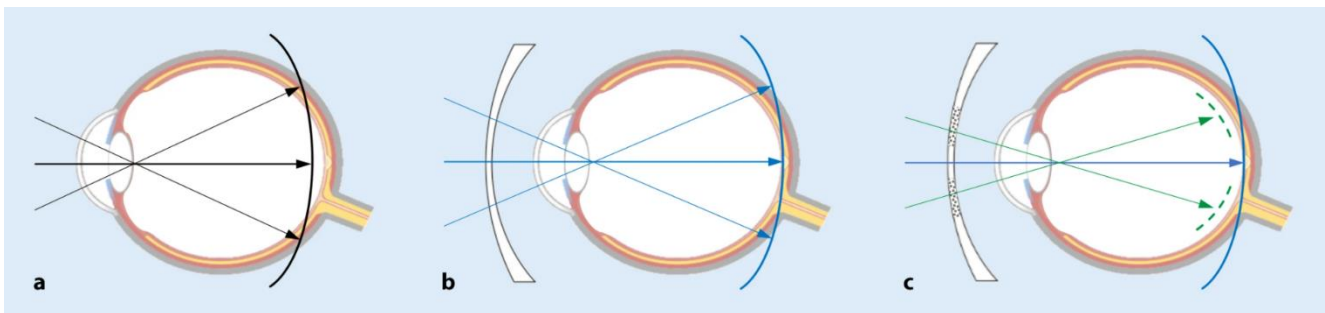


Figure 2: a) uncorrected myopia b) correction with a classic single vision lens c) correction with a DIMS spectacle lens ³

DIMS spectacle lenses, compared to single vision spectacle lenses, are more reminiscent of contact lenses used to control myopia growth. However, not all children are willing and ready to wear contact lenses. In addition, the blurring zones of DIMS lenses are cosmetically very inconspicuous, so when looking at the wearer, it is difficult to tell that these are special spectacle lenses. ⁴

DIMS behaves like a single vision lens, does not cause a change in accommodation or affect the function of binocular vision. From a technical point of view, emphasis should be placed on centering, especially height, to ensure that the central zone is used for good visual acuity. When properly centring, the same visual acuity is ensured when looking directly forward as with conventional single vision lenses. When the view is deviated temporally, nasally, below or above the DIMS zone, we can observe that there is a loss of visual acuity by an average of 0.06 logMAR. Blurred vision through this zone is cited as a major drawback when using DIMS spectacle lenses. ^{4,11}

DIMS spectacle lenses are available from Hoya under the name MiYOSMART and are currently used by ophthalmologists in Hong Kong, China and Singapore. ²

Field of view

The field of view is a part of the space from which we perceive visual stimuli while fixing one point. The physiological range of the monocular field of view is given 90° temporally, 60° nasally and upwards, and 70° downwards. Binocularly, the fields of view of the right and left eye overlap. ^{12,13}

We distinguish between central and peripheral fields of view. If the rays hit the fovea, we are talking about a central field of view, which serves for colourful and sharp

vision. The function of the peripheral field of view is mainly orientation in space and in the dark, and also allows non-colored vision. ^{12,13}

Examination of the visual field

Examination of the visual field is called perimetry and its principle is to determine the extent of the field of view and thus reveal possible pathologies. Visual field failures can be found in neuroophthalmological diseases, optic nerve disorders or vascular supply disorders. Perimetry also plays an important role in the diagnosis of glaucoma. ^{12,13}

Standard perimetry uses a white stimulus on a white background that non-selectively tests the magnocellular and parvocellular cells of the optic nerve. ¹²

Flicker perimetry is a method of testing the field of view, using a flashing light stimulus (flicker) projected in different places in the field of view to evaluate the patient's ability to register the stimulus. ¹³ Flashes are best recognized in the central field of view, this ability decreases towards the periphery. There are 3 methods of flicker perimetry: critical flicker fusion (CFF), luminance pedestal flicker and contrast modulation flicker. ¹⁴ When examining the peripheral field of view, a 5° mark is used. Constant fixation of the patient to the center of the perimeter during the entire examination is very important. ¹⁵

In the research part I will investigate the changes of the peripheral field of view (22-50°) in parvocellular processing using full threshold strategy and in magnocellular processing using flicker fusion perimetry. Changes of the field of view will be quantitatively evaluated using the pattern defect and integral of the Bebie curve and then statistically analysed.

Resources:

1. Tošovská D. *Progrese myopie u klientů ve věku 15 - 23 let*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2009. Accessed April 15, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/wdi40/>
2. Lam CSY, Tang WC, Qi H, et al. Effect of Defocus Incorporated Multiple Segments Spectacle Lens Wear on Visual Function in Myopic Chinese Children. *Transl Vis Sci Technol*. 2020;9(9):11. doi:10.1167/tvst.9.9.11
3. Whatham A, Zimmermann F, Martinez A, et al. Influence of accommodation on off-axis refractive errors in myopic eyes. *J Vis*. 2009;9(3):14. doi:10.1167/9.3.14
4. Kaymak H, Graff B, Neller K, Langenbacher A, Seitz B, Schwahn H. Myopietherapie und Prophylaxe mit „Defocus Incorporated Multiple Segments“-Brillengläsern. *Ophthalmol*. 2021;118(12):1280-1286. doi:10.1007/s00347-021-01452-y

5. Sng CCA, Lin XY, Gazzard G, et al. Peripheral Refraction and Refractive Error in Singapore Chinese Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(2):1181-1190. doi:10.1167/iovs.10-5601
6. Berntsen DA, Barr CD, Mutti DO, Zadnik K. Peripheral Defocus and Myopia Progression in Myopic Children Randomly Assigned to Wear Single Vision and Progressive Addition Lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(8):5761-5770. doi:10.1167/iovs.13-11904
7. Mutti DO, Sholtz RI, Friedman NE, Zadnik K. Peripheral Refraction and Ocular Shape in Children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41(5):1022-1030.
8. Ehsaei A, Mallen EAH, Chisholm CM, Pacey IE. Cross-sectional Sample of Peripheral Refraction in Four Meridians in Myopes and Emmetropes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(10):7574-7585. doi:10.1167/iovs.11-7635
9. Zhang HY, Lam CSY, Tang WC, Leung M, To CH. Defocus Incorporated Multiple Segments Spectacle Lenses Changed the Relative Peripheral Refraction: A 2-Year Randomized Clinical Trial. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020;61(5):53. doi:10.1167/iovs.61.5.53
10. Results of 3-Year Study of DIMS Technology. Review of Myopia Management. Published April 1, 2021. Accessed April 15, 2022. <https://reviewofmm.com/results-of-3-year-study-of-dims-technology/>
11. DIMS Vs HAL Technology Spectacle Lenses For Myopia Control. Myopia Profile. Published April 27, 2021. Accessed April 15, 2022. <https://www.myopiaprofile.com/the-next-generation-dims-and-halt-technology-spectacle-lenses-for-myopia-control/>
12. MUDr. Karolína Skorkovská, Ph.D. PERIMETRIE - PDF. Accessed April 17, 2022. <https://docplayer.cz/50841567-Mudr-karolina-skorkovska-ph-d-perimetrie.html>
13. Němečková A. *Principy a metody vyšetření zorného pole*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2008. Accessed April 17, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/e9qma/>
14. Fojtlová K. *Zorné pole – metodika vyšetření, princip přístrojů*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2015. Accessed April 24, 2022. <https://is.muni.cz/auth/th/nu36y/>
15. Šálová B. *Vyšetření zorného pole*. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2017. Accessed April 24, 2022. https://is.muni.cz/auth/th/jgrdm/Vysetreni_zorneho_pole.pdf?info=1

Srovnání multifokálních designů kontaktních čoček

Bc. Karolína Čermáková, Mgr. Dana Trávníková

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Práce se zabývá zejména teoretickým srovnáním multifokálních designů kontaktních čoček. Úvodní část se věnuje pojmu multifokální kontaktní čočky, rozdělí designů multifokálních kontaktních čoček, popisu jejich aplikačního postupu. Závěrečná část se zabývá metodikou výzkumné části práce.

Klíčová slova

multifokální kontaktní čočky, kontaktní čočky, presbyopie, adice, šterbinová lampa, vízus, dominantní oko, nedominantní oko

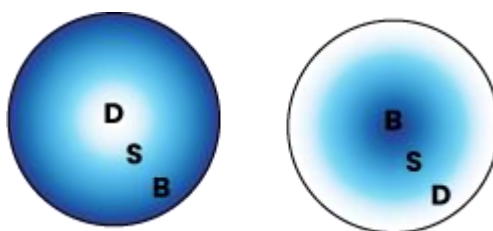
Multifokální kontaktní čočky

Jsou korekční pomůckou pro klienty v presbyopickém věku, která jim umožní vidění na blízko, střední vzdálenost i na dálku. Jsou vhodné na sport, pro aktivní životní styl, pro klienty, kteří kontaktní čočky nosili již před presbyopickým věkem, i ty, kterým nošení brýlí nevyhovuje. Jejich výhodou je, že neomezují zorné pole, jsou nenápadné a poskytují mladistvější vzhled. ¹

Současné designy multifokálních kontaktních čoček

Pro korekci presbyopie máme 3 typy aplikací kontaktních čoček, z nichž má každá své výhody a vlastní doporučený aplikační postup. Do těchto typů řadíme korekci monovision, bifokální kontaktní čočky a multifokální kontaktní čočky. Multifokální design rozdělujeme na alternující koncentrický a simultánní design, který je v dnešní době nejvíce používaný. Simultánní kontaktní čočky dále dělíme na asférický a zonální sférický či asférický design. ^{2,3}

Simultánní design (obr. 1) je zkonstruován tak, že zóna na blízko, střední vzdálenost i na dálku je umístěna před zornicí. U asférického typu je multifokálního účinku dosaženo asféricitou přední nebo zadní plochy kontaktní čočky. Kolem centrální části čočky jsou soustředně rozloženy dioptrické hodnoty. Asférické čočky se vyrábí buď se středovou oblastí pro korekci vidění na dálku, nebo na blízko. U konstrukčního typu se středovou zónou pro vidění na dálku se asférická křivka nejčastěji umísťuje na zadní povrch čočky. Dioptrie do dálky, tedy nejvíce minusové hodnoty, se nachází uprostřed čočky a směrem k periferii se dioptrické hodnoty postupně mění na zónu pro korekci vidění do blízka. Na sítnici dopadají obrazy z několika vzdáleností současně a mozek si automaticky vybere zobrazení z té vzdálenosti, na kterou pacient zaostřuje. Pozoruje-li klient blízký předmět, na sítnici se mu zaostří světlo z periferie a ze středové oblasti se promítne světlo nezaostřené. Naopak při pozorování vzdáleného předmětu, je předmět zaostřen centrální oblastí a okolní oblasti vytvářejí neostrý obraz. Nevýhodou tohoto konstrukčního typu je to, že při sledování blízkého předmětu se zornice zúží, a tak z periferní oblasti pro vidění na blízko dopadá méně světla. Díky tomu je tento typ kontaktních čoček vhodnější pro klienty, kteří preferují vidění do dálky nebo pro presbyopy s nižší adicí. Druhým konstrukčním typem jsou kontaktní čočky se středovou zónou pro korekci vidění do blízka, kde jsou umístěny nejsilnější dioptrické hodnoty a směrem k periferii hodnoty klesají pro vidění do dálky. Asférická křivka je umístěna na přední stranu. V tomto případě jsou kontaktní čočky vhodné pro presbyopy, kteří preferují vidění na blízkou vzdálenost. ¹

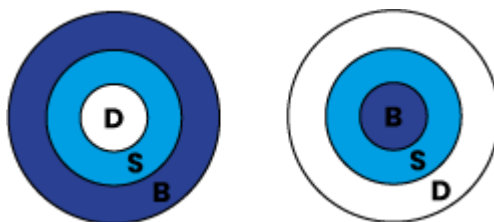


Obrázek 7 - Simultánní design kontaktních čoček (vlastní archiv)

Obr. 1: D = korekce do dálky, S = korekce na střední vzdálenost, B = korekce do blízka

Zonální asférický a sférický design (obr. 2) je navržen tak, aby umožňoval vyvážené vidění na všechny vzdálenosti, a synergicky kombinuje výhody historických vícezónových

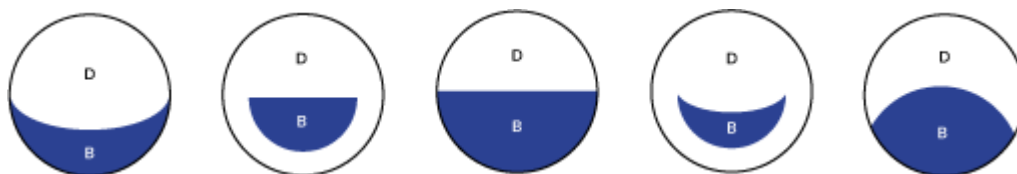
sférických a asférických designů měkkých čoček. Výsledná čočka má zónovou asférickou přední plochu navrženou tak, aby využívala přirozenou hloubku ostrosti oka. Optická mohutnost a rozložení zón pro každou adici byly optimalizovány s ohledem na fyziologické změny velikosti zornice s věkem a se změnou osvětlení. U tohoto typu je velmi důležitým parametrem oční dominance. Na dominantní oko je nasazena čočka se středovou zónou pro vidění do dálky, zatímco čočka pro nedominantní oko má středovou zónu pro vidění do blízka. Konstrukce těchto čoček mohou využívat asférickou plochu, sférickou plochu nebo kombinaci obou s jedinečnými velikostmi zón a vytvářet tak dvě komplementární, ale zároveň inverzní geometrie čoček.³



Obrázek 8 - Zonální asférický design kontaktních čoček (vlastní archiv)

Obr. 2: D = korekce do dálky, S = korekce na střední vzdálenost, B = korekce do blízka

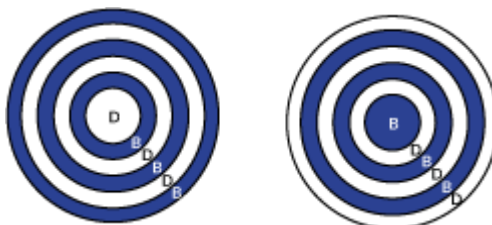
Typy alternujících kontaktních čoček jsou koncentrické nebo se segmentem (obr. 3). Převážná většina alternujících designů jsou k dispozici jako tvrdé kontaktní čočky kvůli problémům s efektivním přechodem na měkké čočky. V posledních letech je však k dispozici i řada měkkých alternujících čoček, které však nejsou příliš rozšířené. Jak měkké, tak tuhé plynopropustné čočky mají části pro vidění na dálku a na blízko, které jsou uspořádány podobně jako u bifokálních brýlových čoček. Při přímém pohledu je část kontaktní čočky pro vidění do dálky umístěna na zornici. Když je pohled při čtení směřován dolů, část pro vidění na blízko se překlápí nahoru, aby umožnila korekci vidění na blízko. Dolní víčko hraje důležitou roli při polohování a stabilizaci čočky.⁴



Obrázek 9 - Alternující kontaktní čočky se segmentem (vlastní archiv)

Obr. 3: D = korekce do dálky, B = korekce do blízka

Kontaktní čočky s designem koncentrického systému (obr. 4) jsou konstruovány z několika kružnic se střídající se dioptrickou hodnotou pro korekci do dálky a do blízka. Při různé šíři zornice je tím nabízena jiná oblast korekce na příslušnou vzdálenost a zjednodušen výběr ostrého obrazu. Optická mohutnost je tvořena na přední nebo zadní ploše či kombinací obou ploch. ¹



Obrázek 10 - Alternující koncentrické kontaktní čočky (vlastní archiv)

Obr. 4: D = korekce do dálky, B = korekce do blízka

Aplikační postup

Ke každému klientovi přistupujeme individuálně, již při anamnéze si vyslechneme, na co a jak často budou chtít kontaktní čočky využívat. Před samotnou anamnézou provádíme aspekci, u které si všímáme především postavení víček, řas, velikosti a polohy oční štěrbin. Anamnéza nám dá souhrn znalostí o klientovi, díky kterým dokážeme předejít komplikacím. ^{1,5}

Zkontrolujeme naturální vizus a změříme hodnoty objektivní a následně subjektivní refrakce, a to do dálky i do blízka. Dalším parametrem, důležitým pro snášenlivost kontaktních čoček, je kvalitní slzný film. Pro změření vodné složky slz můžeme použít Schirmerův test, což je 35 mm dlouhý a 5 mm široký filtrační papírek, který se přehnutým koncem vloží do dolního spojivkového vaku v temporální části dolního víčka. Po 5 minutách filtrační papírky vyjme z obou očí, které měl klient po celou dobu otevřené, a odečteme délku zvlhčené části papírku. Při normální tvorbě vodné složky slz by měla být zvlhčená část delší než 10 mm. ¹

Přecházíme k vyšetření předního segmentu oka na štěrbinové lampě, jehož cílem je zkontrolovat oční tkáně, zda jsou v pořádku a vhodné k aplikaci. Při odhalení případné kontraindikace odešleme klienta k oftalmologovi. Vyšetření na štěrbinové lampě začínáme vždy na malém zvětšení a s difuzním filtrem. Začínáme od temporálního okraje dolního víčka a postupujeme k nasálnímu koutku, kde si prohlédneme slzné body. Dolní víčko stáhneme a prohlédneme spojivku. Všímáme si též postavení řas, případného make-

upu. Při pohledu klienta nahoru pozorujeme spodní oblast limbu. Pokračujeme podél horního víčka, kde vyšetříme horní část limbu, při pohledech do stran bulbární spojivku a při everzi horního víčka také víčkovou spojivku. Everzi horního víčka provádíme spíše v závěru tohoto vyšetření, protože může mírně podráždit spojivku a pro některé klienty bývá nepříjemná. Důkladně si prohlédneme rohovku, zde můžeme využít většího zvětšení a metodu optického řezu, případně další známe metody. ¹

Měření keratometrických a topografických hodnot je dalším krokem ve vyšetřování. Lze je změřit například na autokeratometru, topografu, DNEye scanneru a dalších přístrojích. Hodnoty nám udávají poloměry křivosti centrální části rohovky a slouží nám pro výběr správného zakřivení kontaktní čočky. ¹

Pomocí doplňkových vyšetření si můžeme změřit například průměr zornice, pachymetrii, průměr rohovky, tonus víček, frekvenci mrkání a určit dominanci oka, která je konkrétně pro multifokální kontaktní čočky nezbytným parametrem. Oční dominanci rozdělujeme do 3 typů – sensorickou, motorickou a směrovou neboli „sighting“ dominanci. Sensorickou oční dominanci zjistíme například díky alternujícímu zamlžování, kdy klienta v aktuální korekci do dálky binokulárně zamlžíme +1,5 D a střídavě zakrýváme pravé a levé oko. Oko s více rozmazaným obrazem bude dominantní. Motorickou oční dominanci testujeme například na MKH testech, které obsahují fúzní stimul. Kdy u heteroforické fixační disparitě je okulomotoricky dominantní oko méně uchýlené. Směrovou dominanci určíme pomocí Check tesu, Hole-in-card testu, pointing testu nebo trojúhelníku, který si vyrobíme ze svých dlaní. V trojúhelníku sledujeme optotypový znak a střídavě zakrýváme pravé a levé oko. Oko, při kterém obraz „uskočí“ je nedominantní (obr. 5). ^{1,5,6}



Obrázek 11 - Ukázka testu dominance oka bez použití optotypového znaku (vlastní archiv)

Obr. 5: dívání oběma očima, dívání dominantním okem, dívání nedominantním okem

Je-li korekce v brýlích vyšší než $\pm 4,0$ D, je třeba přepočítat optickou mohutnost kontaktní čočky dle vzorce $S'_{KČ} = \frac{S'_B}{1 - \Delta d \cdot S'_{KČ}}$. V případě tórické korekce můžeme zvolit tórické kontaktní čočky, případně použít sférický ekvivalent při volbě sférických kontaktních čoček. Dle potřeb a požadavků klienta vybereme vhodný typ kontaktních čoček a podle aplikačního postupu výrobce následně také design čočky podle potřebné adice.¹

Tabulka 1 - Výběr adice u kontaktních čoček Air Optix Aqua Multifocal

Brýlová adice [D]	Obě oči
Do +1,25	LO
+1,50 až +2,00	MED
+2,25 až +2,50	HI

7

Tabulka 2 - Výběr adice u kontaktních čoček Biofinity Multifocal

Brýlová adice [D]	Dominantní oko	Nedominantní oko
+1,00	D	D
+1,50	D	D
+2,00	D	N
+2,50	D	N

8

Základem úspěšné aplikace jsou především reálná očekávání a motivace klienta. Respondenta informujeme o době nošení a době použitelnosti, manipulaci, systému péče o kontaktní čočky, o jejich finanční dostupnosti. Nesmíme opomenout instrukci o správné hygieně rukou před aplikací kontaktních čoček, o kontrole čoček a jejich nasazování a vyjímání z očí.^{1,6}

Vybrané kontaktní čočky nasadíme a kontrolu vízu provedeme minimálně po 15 minutách adaptace. Vizus přezkoušíme do dálky i do blízka binokulárně, vidění můžeme ověřit i na reálných příkladech, jako je mobilní telefon, hodinky či noviny. Je-li třeba dokorekce, postupujeme podle doporučeného aplikačního postupu od výrobce.

Na štěrbinové lampě zkontrolujeme usazení čočky. Správně naaplikovaná čočka by měla být usazena centricky a její okraj by měl přesahovat limbus rohovky o 1,0 až 1,5 mm, aby nedocházelo k útlaku rohovky. Pohyblivost by měla být při přímém pohledu asi 0,2 až 1,5 mm, lze ověřit push-up testem, kdy se dolním víčkem dotkneme okraje kontaktní čočky, ta by se měla pohnout a opět vrátit do původní polohy. Po vyjmutí z očí zrevidujeme stav předního segmentu oka, především rohovku, zda nevykazuje známky hypoxie, otlak v místě okraje kontaktní čočky a spojivkovou reakci. Jsou-li kontaktní čočky pro nositele pohodlné a správně naaplikované závisí i na dalších parametrech, jako je například tloušťka kontaktní čočky, propustnost pro kyslík, koeficient bobtnavosti, hydrolytická stabilita a modul elasticity.^{1,7,8}

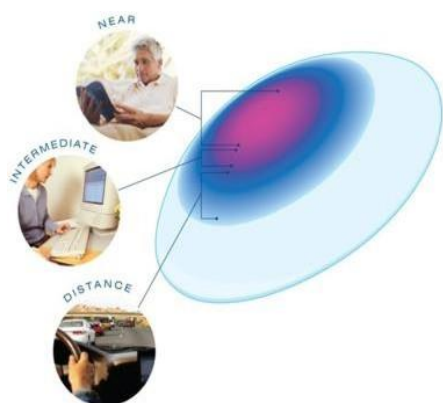
Metodika výzkumné části

V praktické části budou porovnány kontaktní čočky Air Optix Aqua Multifokal (obr. 6) od výrobce Alcon a Biofinity Multifocal (obr. 7) od značky Cooper Vision.

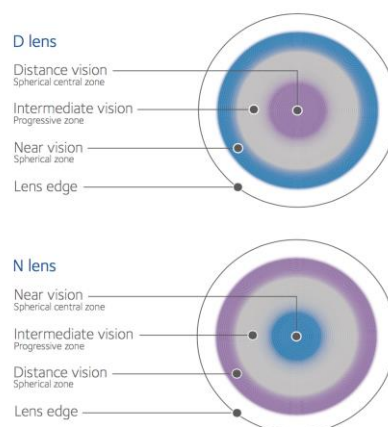
Tabulka 3 - Porovnání Air Optix Aqua Multifokal a Biofinity Multifocal

	Air Optix Aqua Multifokal	Biofinity Multifocal
Design	Asférický CN	CD nebo CN multizonální
Materiál	Silikonhydrogel	Silikonhydrogel
Doba nošení	Měsíční	Měsíční
Zakřivení	8,60	8,60
Průměr	14,2 mm	14,00 mm
Propustnost kyslíku	138 Dk/t	142 Dk/t
Obsah vody	33 %	48 %

7,8,9



Obrázek 13 - Air Optix Aqua Multifokal ⁸



Obrázek 12 - Biofinity Multifocal ¹⁰

Výzkum bude proveden v oční optice Arte Optik. Respondenty budou tvořit lidé v presbyopickém věku. Každému z nich bude naaplikován náhodně jeden z designů kontaktních čoček a po měsíci nošení jim bude naaplikován druhý design. U vyšetřovaných bude zaznamenáno pohlaví, věk, hodnoty objektivní refrakce z DNEye Scanneru, hodnoty subjektivní refrakce, vizus s brýlovou korekcí, dioptrická hodnota kontaktních čoček, zakřivení rohovky, nitrooční tlak, hodnoty ze Schirmerova testu, šířka zornice za fotopických a skotopických podmínek, usazení čočky pomocí push-up testu a binokulární vizus do dálky a do blízka za fotopických i skotopických podmínek s kontaktními čočkami. Osvětlení za fotopických i skotopických podmínek bude měřeno pomocí luxmetru.

Pro výzkum jsou stanoveny tyto 3 hypotézy:

1. Respondenti budou mít lepší vizus za skotopických podmínek s Air Optix Aqua Multifocal než s Biofinity Multifocal.
2. Lepší stabilitu kontaktních čoček budou prokazovat Biofinity Multifocal než Air Optix Aqua Multifocal.
3. Subjektivní hodnocení vidění se nebude vždy shodovat s naměřeným vizem u obou typů kontaktních čoček.

Zdroje:

1. Záděrová P. Korekce presbyopie. Presented at the: Brno 2021.
2. Beneš P. Speciální kontaktologie. Presented at the Brno 2021.

3. Efron N. *Contact Lens Practice* /. Third edition. Edinburgh: Elsevier, 2018. 471 s. ISBN 978-0-7020-6660-3.
4. Svatopluk S. Kontaktní čočky – Učební texty pro studium optometrie | Lékařská fakulta Masarykovy univerzity. Accessed April 18, 2022. <https://is.muni.cz/elportal/estud/lf/ps09/cocky/web/pages/str11.html#ch20-3>
5. Čermáková K. Základní pravidla pro stanovení refrakce oka [bachelor's thesis]. Brno, Czechia: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2021. Accessed April 16, 2022.
6. Bělová Š. Aplikace multifokálních kontaktních čoček. Presented online March 23 2022.
7. CIBA VISION. Postup aplikace – podpůrné propagační materiály k produktům Focus DAILIES Progressives a AIR OPTIX AQUA Multifocal. Published 2010.
8. CooperVision. Biofinity family, Další generace silikonhydrogelu - podpůrné propagační materiály. Published 2012.
9. Johnson & Johnson Vision Care. Pochopit multifokální kontaktní čočky a naučit se s nimi pracovat. https://www.jnjvisioncare.cz/sites/default/files/public/cz/documents/pochopeni_multifocal_kc_cz_nahled.pdf Accessed April 18, 2022.
10. Multifocal Contact Lenses — Eye Care Associates Of New Hampton Of New Hampton. <https://ecanh.com/multifocal-contact-lenses>. Accessed April 18, 2022.

Comparison of Multifocal Contact Lens Designs

Bc. Karolina Čermáková, Mgr. Dana Trávníková

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

This contribution deals mainly with the theoretical background to my thesis on the topic of comparison of multifocal contact lens designs. The introductory part deals with the term multifocal contact lens, the division of multifocal contact lens designs, and a description of their application procedure. The final part deals with the methodology of the research part of the thesis.

Keywords

multifocal contact lenses, contact lenses, presbyopia, addiction, slit lamp, visual acuity, dominant eye, non-dominant eye

Multifocal contact lenses

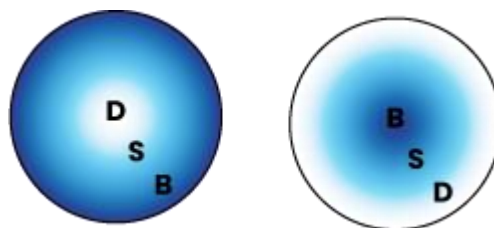
They are a corrective aid for presbyopic clients to enable them to see at near, intermediate and distance. They are suitable for sports, for an active lifestyle, for clients who have worn contact lenses before presbyopic age, and for those who are not comfortable wearing glasses. Their advantage is that they do not restrict the field of vision, they are unobtrusive and provide a more youthful appearance. ¹

Current designs of multifocal contact lenses

There are 3 types of contact lens applications for presbyopia correction, each with its own advantages and its own recommended application procedure. These types include monovision correction, bifocal contact lenses and multifocal contact lenses. Multifocal designs are divided into alternating concentric and simultaneous designs, which are the

most widely used today. Simultaneous contact lenses are further subdivided into aspheric and zonal spherical or aspheric designs. ^{2,3}

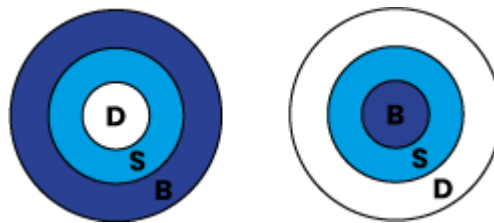
The simultaneous design (pic. 1) is constructed so that the near, intermediate and distance zones are located in front of the eye pupil. In the aspheric type, the multifocal effect is achieved by asphericity of the anterior or posterior surface of the contact lens. The dioptric values are concentrically distributed around the central part of the lens. Aspheric lenses are made either with a central area for the correction of distance or near vision. In the construction type with a central zone for distance vision, the aspheric curve is most often placed on the back surface of the lens. The distance power, i.e. the most negative power, is located in the centre of the lens and towards the periphery the dioptric values gradually change to the zone for correcting near vision. The retina receives images from several distances simultaneously and the brain automatically selects the image from the distance at which the patient is focusing. If the client is looking at a close object, light from the periphery is focused on the retina and out-of-focus light is projected from the central area. Conversely, when viewing a distant object, the object is focused by the central area and the surrounding areas produce an out-of-focus image. The disadvantage of this design is that when viewing a near object the eye pupil constricts and less light is received from the peripheral near vision area. This makes this type of contact lens more suitable for clients who prefer distance vision or for presbyopes with lower addition. The second design type is a contact lens with a central zone for correcting near vision, where the strongest dioptric values are located and the values decrease towards the periphery for distance vision. The aspheric curve is placed on the front side. In this case, contact lenses are suitable for presbyopes who prefer near vision. ¹



Picture 1 - Simultaneous contact lens design (own archive)

Pic. 1: D = distance power, S = intermediate power, B = near power

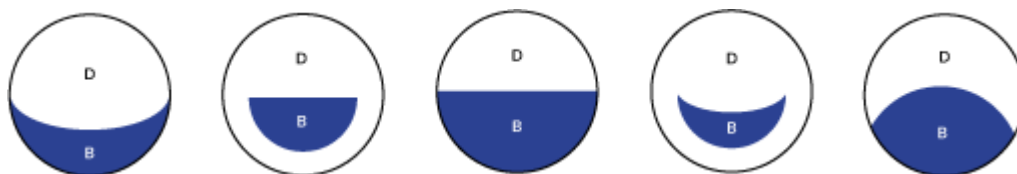
The zonal aspheric and spherical design (pic. 2) is designed to allow balanced vision at all distances, and synergistically combines the advantages of historical multi-zone spherical and aspheric soft lens designs. The resulting lens has a zonal aspheric front surface designed to exploit the eye's natural depth of field. The optical power and zone distribution for each addition have been optimized to reflect physiological changes in pupil size with age and changes in illumination. In this type, ocular dominance is a very important parameter. On the dominant eye lens is fitted with a central zone for distance vision, while the lens for the non-dominant eye has a central zone for near vision. The designs of these lenses can use an aspheric surface, a spherical surface, or a combination of the two with unique zone sizes, creating two complementary but inverse lens geometries. ³



Picture 2 - Zonal aspheric contact lens design (own archive)

Pic. 2: D = distance power, S = intermediate power, B = near power

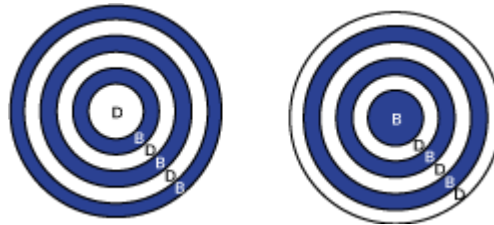
Types of alternating contact lenses are concentric or segmented (pic. 3). The vast majority of alternate designs are available as rigid contact lenses because of the difficulty in effectively changing to soft lenses. In recent years however, a number of soft alternative lenses are also available but are not very widely used. Both soft and rigid gas permeable lenses have distance and near vision sections that are arranged similarly to bifocal lenses. When looking straight ahead the distance power of the contact lens is placed on the pupil. When the reading gaze is directed downwards, the near part flips upwards to allow correction of near vision. The lower eyelid plays an important role in positioning and stabilizing the lens. ⁴



Picture 3 - Alternative contact lenses with segment (own archive)

Pic. 3: D = distance power, B = near power

Contact lenses with a concentric system design (pic. 4) are constructed of several circles with alternating dioptric values for distance and near correction. With different eye pupil sizes, this offers a different area of correction at the appropriate distance and the selection of a sharp image is simplified. The optical power is formed on the front or back surface or a combination of both surfaces. ¹



Picture 4 - Alternative concentric contact lenses (own archive)

Pic. 4: D = distance power, B = near power

Application procedure

Each client is treated individually, and we listen to their medical history, what they want to use the contact lenses for and how often. Before the anamnesis itself, we perform an eye assessment, in which we pay particular attention to the position of the eyelids, the eyelashes, the size and position of the eye slit. The medical history of the patient gives us a summary of knowledge about the client, which helps us to prevent complications. ^{1,5}

We check the natural vision and measure the objective and then subjective refraction values, both at distance and near. Another parameter important for contact lens tolerance is the quality of the tear film. To measure the aqueous component of tears, we can use the Schirmer test, which is a 35 mm long and 5 mm wide filter paper that is inserted into the lower conjunctival sac in the temporal part of the lower eyelid with the folded end. After 5 minutes, the filter papers are removed from both eyes of the client. Measure the length of the moistened part of the paper. With normal production of the aqueous component of tears, the wetted portion should be longer than 10 mm. ¹

We move on to the slit lamp examination of the anterior segment of the eye, the aim of which is to check the ocular tissues to see if they're okay and suitable for application. If any contraindication is detected, we refer the client to an ophthalmologist. We always start the slit lamp examination at low magnification and

with a diffusion filter. We start from the temporal margin of the lower eyelid and proceed to the nasal corner to examine the lacrimal points. The lower eyelid is pulled back and the conjunctiva is examined. We also note the position of the eyelashes and any make-up. Looking up at the client, we observe the lower limbal region. Continuing along the upper eyelid, we examine the upper part of the limbus, the bulbar conjunctiva when looking laterally and the palpebral conjunctiva when the upper eyelid is everted. Upper eyelid eversion is performed towards the end of this examination, as it may slightly irritate the conjunctiva and can be uncomfortable for some clients. We will thoroughly examine the cornea, here we may use higher magnification and the optical section method or other known methods. ¹

Measuring keratometric and topographic values is the next step in the examination. They can be measured, for example, on an autokeratometer, topograph, DNEye scanner and other equipment. The values give us the radii of curvature of the central part of the cornea and are used to select the proper contact lens curvature. ¹

With the help of additional examinations we can measure, for example, the pupil diameter, pachymetry, corneal diameter, eyelid tone, blink frequency and determine the dominance of the eye, which is a necessary parameter for multifocal contact lenses. Ocular dominance is divided into 3 types - sensory, motor and directional or "sighting" dominance. Sensory ocular dominance can be detected, for example, by alternating blurring, where the client is binocularly blurred +1.5 D in the current distance correction, and alternately occluding the right and left eye. The eye with the more blurred image will be the dominant eye. Motor eye dominance is tested, for example, on MKH tests that include a fusion stimulus. When in heterophoric fixation disparity the oculomotor dominant eye is less deviant. We determine directional dominance using the Check test, Hole-in-card test, pointing test or a triangle we make from our palms. We trace the optotype sign in the triangle and alternately cover the right and left eye. The eye in which the image "jumps" is the non-dominant eye (pic. 5). ^{1,5,6}



Picture 5 - Example of the eye dominance test without using the optotype feature (own archive)

Pic. 5: looking with both eyes, looking with the dominant eye, looking with the non-dominant eye

If the correction in the glasses is higher than $\pm 4,0$ D, the optical power of the contact lens must be recalculated according to the formula $S'_{CL} = \frac{S'G}{1 - \Delta d \cdot S'CL}$. In the case of toric correction, we can choose toric contact lenses or use the spherical equivalent when choosing spherical contact lenses. According to the needs and requirements of the client, we select the appropriate type of contact lenses and then, according to the manufacturer's application procedure, also the design of the lens according to the required addition. ¹

Table 4 - Choice of addition for Air Optix Aqua Multifocal contact lenses

Glasses addition [D]	Both eyes
Up to +1,25	LO
+1,50 to +2,00	MED
+2,25 to +2,50	HI

7

Tabulka 5 - Výběr adice u kontaktních čoček Biofinity Multifocal

Glasses addition [D]	Dominant eye	Non-dominant eye
+1,00	D	D
+1,50	D	D
+2,00	D	N
+2,50	D	N

8

The basis of a successful application is primarily realistic expectations and motivation of the client. We inform the respondent about the wearing and wear time, manipulation, contact lens care system and financial availability. We must not forget to instruct about proper hand hygiene before applying contact lenses, about checking the lenses and putting them on and taking them out of the eyes.^{1,6}

The selected contact lenses will be fitted and a vision check will be performed after at least 15 minutes of adaptation. We will check the binocular vision both at distance and near, and we can also check the vision on real examples such as a mobile phone, watch or newspaper. If correction adjustment is needed, we follow the manufacturer's recommended application procedure. Check the lens seating on the slit lamp. A properly applied lens should be seated centrally and its edge should extend 1.0 to 1.5 mm beyond the corneal limbus to avoid corneal oppression. The mobility should be about 0.2 to 1.5 mm in direct view, which can be verified by a push-up test, when the lower eyelid touches the edge of the contact lens, which should move and return to its original position. After removal from the eye, we check the condition of the anterior segment of the eye, especially the cornea, for signs of hypoxia, swelling at the contact lens edge and conjunctival reaction. Whether the contact lens is comfortable for the wearer and correctly applied depends on other parameters such as contact lens thickness, oxygen permeability, swelling coefficient, hydrolytic stability and elastic modulus.^{1,7,8}

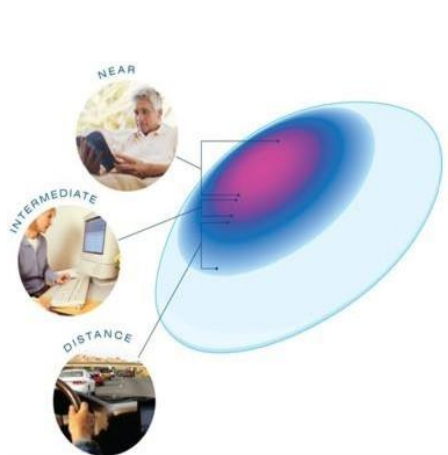
Methodology of the research part

In the practical part, Air Optix Aqua Multifocal contact lenses will be compared (pic. 6) from Alcon and Biofinity Multifocal (pic. 7) from Cooper Vision.

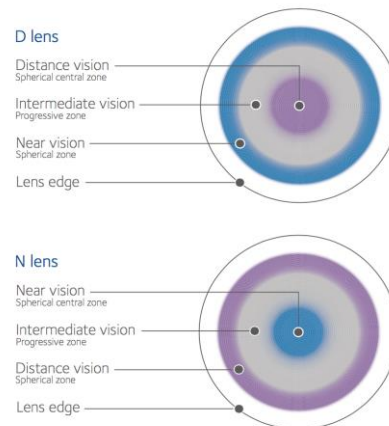
Table 3 - Comparison of Air Optix Aqua Multifokal and Biofinity Multifokal

	Air Optix Aqua Multifokal	Biofinity Multifokal
Design	Aspherical CN	CD or CN multizonal
Material	Silicone hydrogel	Silicone hydrogel
Wearing cycle	Monthly disposable	Monthly disposable
Base Curve	8,60	8,60
Diameter	14,2 mm	14,00 mm
Oxygen permeability	138 Dk/t	142 Dk/t
Water content	33 %	48 %

7,8,9



Picture 14 - Air Optix Aqua Multifokal ⁸



Picture 15 - Biofinity Multifokal ¹⁰

The research will be carried out at Arte Optik opticians. The respondents will be people of presbyopic age. Each of them will be randomly fitted with one of the contact lens designs and after one month of wearing they will be fitted with the other design. The subjects will be recorded for gender, age, objective refraction values from the DNEye Scanner, subjective refraction values, glasses vision, contact lens dioptric value, corneal curvature, intraocular pressure, Schirmer test values, pupil width under photopic and scotopic conditions, lens fit using the push-up test, and binocular distance and near vision under photopic and scotopic conditions with contact lenses. Illumination under photopic and scotopic conditions will be measured using a luxmeter.

The following 3 hypotheses are set for the research:

1. Respondents will have better vision under scotopic conditions with Air Optix Aqua Multifocal than with Biofinity Multifocal.
2. Biofinity Multifocal will demonstrate better contact lens stability than Air Optix Aqua Multifocal.
3. Subjective vision assessment will not always agree with measured vision with both types of contact lenses.

Resources:

1. Záděrová P. Korekce presbyopie. Presented at the: Brno 2021.
2. Beneš P. Speciální kontaktologie. Presented at the Brno 2021.
3. Efron N. *Contact Lens Practice* /. Third edition. Edinburgh: Elsevier, 2018. 471 s. ISBN 978-0-7020-6660-3.
4. Svatopluk S. Kontaktní čočky – Učební texty pro studium optometrie | Lékařská fakulta Masarykovy univerzity. Accessed April 18, 2022. <https://is.muni.cz/elportal/estud/lf/ps09/cocky/web/pages/str11.html#ch20-3>
5. Čermáková K. Základní pravidla pro stanovení refrakce oka [bachelor's thesis]. Brno, Czechia: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2021. Accessed April 16, 2022.
6. Bělová Š. Aplikace multifokálních kontaktních čoček. Presented online March 23 2022.
7. CIBA VISION. Postup aplikace – podpůrné propagační materiály k produktům Focus DAILIES Progressives a AIR OPTIX AQUA Multifocal. Published 2010.
8. CooperVision. Biofinity family, Další generace silikonhydrogelu - podpůrné propagační materiály. Published 2012.
9. Johnson & Johnson Vision Care. Pochopit multifokální kontaktní čočky a naučit se s nimi pracovat. https://www.jnjvisioncare.cz/sites/default/files/public/cz/documents/pochopeni_multifocal_kc_cz_nahled.pdf Accessed April 18, 2022.
10. Multifocal Contact Lenses — Eye Care Associates Of New Hampton Of New Hampton. <https://ecanh.com/multifocal-contact-lenses>. Accessed April 18, 2022.

Měření velikosti úhlu dolního víčka v závislosti na věku

Bc. Lucie Gregoričová, Mgr. Dana Trávníková

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Tato studie se zabývá měřením velikosti úhlu dolního víčka a tím, jak se jeho velikost mění s věkem. Částečně se zaměřuje i na poruchy slzivosti, které jsou často spojeny se změnami tohoto úhlu. V první části jsou zmíněny základní teoretické pojmy, které se tohoto tématu týkají, jako je anatomický popis stavby víček a poruchy postavení víček vzhledem k věku. Ve druhé části je popsána metodika výzkumu.

Klíčová slova

úhel dolního víčka, ektropium, entropium, slzný film, Schirmerův test

Úvod:

Víčka tvoří ochranu přední části bulbu a uzavírají oční štěrbinu. Velikost oční štěrbinu, která se nachází mezi horním a dolním víčkem se mění v závislosti na únavě a psychickém stavu, ale závisí také například na rase. Při otevřených víčkách dosahuje 10-14 mm vertikálně a 28-32 mm horizontálně. Okraj horního víčka dítěte je proti dospělému člověku o 1 až 2 mm výše. Vnitřní koutek oka je položen o 1-2 mm níže než vnější koutek. S věkem dochází k poklesu vnějšího koutku až jsou oba přibližně stejně vysoko. Vzájemné postavení koutků je rozdílné v závislosti na rase. Například u mongoloidní rasy můžeme pozorovat epikantus, což je poloměsíčitá kožní řasa překrývající obloukovitě vnitřní koutek oka. Horní víčko překrývá o 1 mm limbus rohovovky, horní okrajspodního víčka se nachází 2 mm pod limbem a dotýká se okraje rohovky. Podklad víček tvoří horní a dolní tarzální ploténky od kterých je směrem k okraji očníce napnuto orbitální septum. Tarzální ploténky jsou mezi sebou spojeny vazy. Za orbitálním septem se nachází orbitální tuková tkáň. Na tarzální ploténku horního víčka se upíná zvedač horního víčka, který zvedá víčko. Svalová funkce víček je tvořena především vlákny musculus orbicularis oculi. Do aponeurózy zvedače horního víčka se upíná Mullerův sval, který zajišťuje svalový tonus

víček. V tarzálních ploténkách víček můžeme najít Meibomské žlázy, které se podílí na tvorbě olejové vrstvy slzného filmu. Ta má za úkol zabránit jeho odpařování. Tyto žlázy ústí na vnitřním okraji víček. Nachází se zde také Zeissovy žlázy, které ústí do pochev řas. Dalším typem přídatných slzných žláz jsou Mollovy žlázy, které jsou typem potních žláz a ústí do folikulů řas či na povrch okrajů víček. Ve spojivce víček můžeme najít také pohárkové buňky. ^{1,2,3,4,5}

Slzný film ve vztahu k víčkům

Víčka mají zásadní vliv na funkci slzného filmu. Při zavírání víček dochází ke kontrakci musculus orbicularis oculi, stlačení fornixů a také k vytlačení mazu z Meibomských žláz. Dolní víčko se přitom pohybuje dolů a do strany čímž posouvá slzy a buněčný odpad k fornixům. Zároveň dochází při mrkání k roztírání slzného filmu po rohovce horním víčkem. Při pohybu víček dojde k činnosti musculus orbicularis oculi k podtlaku a slzy jsou nasávány nazálním směrem, to je označováno jako slzná pumpa a tvoří aktivní složku transportu slz. Pasivní složka je tvořena chlopněmi, které zabraňují zpětnému toku slz v slzných cestách. ^{1,3}

Vliv věku na postavení okrajů víček

Po 40. roce věku dochází k postupnému ochabnutí víček, jejich sestupu, everzi slzných bodů a k chybnému postavení víček, čímž dojde k dysfunkci slzné pumpy a tak se zhoršuje kvalita a kvantita slzného filmu. Mezi časté vadné postavení okrajů způsobené věkem víček patří entropium a ectropium. Při ectropiu dochází k odstávání okraje dolního víčka od bulbu, nejčastější příčinou je ochablost tkáně způsobená věkem. Senilní ectropium se projevuje slzením a epiforou. Stav lze částečně korigovat chirurgicky. U entropie se okraj víčka stáčí proti bulbu. Senilní entropium se vyskytuje na dolním víčku, kůže je ochablá, musculus orbicularis oculi se stahuje. Stočení proti bulbu podporuje vznik trichiázy, která způsobuje další dráždění a spasmy svalu. Léčbou je buď fixace stehem na dolním okraji víčka nebo plastická rekonstrukce dolního víčka. ^{2,5,6}



Obrázek 16-Senilní ektropium ⁹

Měření úhlu dolního víčka

Měření velikosti úhlu dolního víčka je možné například pomocí rohovkového topografu, který má měření tohoto úhlu jako součást nabídky softwaru. Další možností je měření úhlu dolního víčka na šterbinové lampě. Úhel víčka je měřen úzkým svazkem paprsků, který je natočen do požadovaného úhlu.

Schirmerův test

Schirmerův test slouží ke zjištění vodné složky slzného filmu. Základem je filtrační papír o velikosti 5x35 mm, který se přehne na konci o 5 mm. Přeloženou část vložíme pacientovi do dolního fornixu, poté necháme pacienta 5 minut s otevřenými očima a následně papír vyjmeme a změříme zvlhlou část papíru. Stejný postup zopakujeme i pro druhé oko a výsledky porovnáme. U osob do 40 let by měla být délka zvlhlé části papíru 15 mm, i osob nad 40 let alespoň 10 mm. Měření budu provádět pomocí Schirmerova testu bez anestetika, který měří současně bazální i reflexní sekreci slz. ^{1,6}



Obrázek 17-Schirmerův test ¹⁰

Metodika výzkumu

Tento výzkum se bude zabývat měřením velikosti úhlu dolního víčka u pacientů různých věkových kategorií. U pacientů se budou nejprve zjištěny základní anamnestické údaje jako je rok narození, pohlaví, prodělané úrazy či operace ve vztahu k víčkům. Následně bude změřen úhel dolního víčka na pravém a levém oku pomocí štěrbinové lampy. Poté budou pořízeny snímky pravého a levého oka a vyfocené snímky budou vloženy do počítače, kde bude úhel dolního víčka znovu změřen a výsledky měření úhlu pomocí štěrbinové lampy budou porovnány s výsledky naměřenými pomocí fotografií. Na závěr bude u každého pacienta provedeno měření slzivosti pomocí Shirmerrova testu. Pacienti budou rozděleni do tří skupin a to na pacienty nad 20 let, nad 40 let a nad 60 let. Toto věkové rozdělení není náhodné, jelikož u pacientů po 40. roce věku dochází k ochabování víček a k everzi slzných bodů a tím i k degradaci slzné pumpy. Toto měření má za úkol určit, jaká je závislost úhlu dolního víčka na slzivosti. Na závěr budou mezi sebou porovnány výsledky naměřené u jednotlivých věkových skupin.⁶

Pro výzkum jsou stanoveny následující 3 hypotézy:

1. Velikost úhlu dolního víčka se bude zvětšovat s věkem.
(U pacientů ve věkové skupině nad 40 let bude vyšší nárůst velikosti úhlu dolního víčka než u ostatních věkových skupin.)
2. Se stoupající hodnotou velikosti úhlu dolního víčka bude klesat hodnota slzivosti.
3. S narůstající velikostí úhlu dolního víčka se bude zvyšovat jeho délka.

Rešerše

Brazilská studie- Involuční entropium a ektropium dolního víčka: prevalence a související rizikové faktory u starší populace

Oční vyšetření bylo provedeno u 24 565 osob vyššího věku. Účastníci studie podstoupili vyšetření u praktického oftalmologa, kde se zjišťoval stávající stav ektropia či entropia. U pacientů s involučním ektropiem a entropiem byla změřena axiální projekce očního bulbu.⁸

Výsledky měření:

Prevalence involuční entropie byla 2,1 %; 1,9 % u mužů a 2,4 % u žen. Prevalence involučního ektropia byla 2,9 %; 5,1 % u mužů a 1,5 % u žen. Syndrom suchého oka, laxita dolního retraktoru a povrchová tečkovaná keratopatie byly pozorovány významně častěji

u pacientů s involuční entropií než u pacientů s involučním ektropiem ($p < 0,001$). Axiální projekce očního koule byla signifikantně menší u pacientů s involuční entropií než u pacientů s involuční ektropií ($p < 0,001$).⁸

Americká studie- Délka spodního víčka

Byly měřeny ženy ve věkových skupinách od 20 do 99 let, každá skupiny si lišila o 10 let. V každé věkové skupině bylo měřeno 20 pacientů, celkem bylo tedy změřeno 160 pacientů. V dané věkové skupině byla změřena průměrná délka spodního víčka. Vždy bylo změřeno více hodnot ze kterých byla vypočítána průměrná hodnota.⁷

Výsledky měření:

Průměrná délka spodního víčka se pohybovala od 10,4 mm u věkové skupiny 20-29 let až do 18,6 mm u věkové skupiny 90-99 let. Nárůst délky spodního víčka byl téměř lineární s narůstajícím věkem, největší nárůst byl ve věkové skupině 40-49 let. Měření tedy potvrdilo, že délka spodního víčka se s věkem zvětšuje.⁷

Závěr

V tomto dokumentu byly shrnuty nejdůležitější teoretické poznatky týkající se změn velikosti úhlu dolního víčka s věkem a vlivu velikosti tohoto úhlu na slzný film. Následně byla blíže představena metodika měření. Očekávané výsledky, ke kterým by mělo toto měření dospět jsou takové, že se zvyšujícím se věkem bude vlivem stárnutí docházet k ochabování kůže víček a tím i ke zvětšování úhlu dolního víčka a ke zhoršení kvality a kvantity slz. Zároveň dojde i k prodloužení délky spodního víčka.

Zdroje:

1. Komínek Pavel, Červenka Stanislav, Müllner Klaus, Nemoci slzných cest, diagnostika a léčba, 1. vydání 2003, Maxdorf Jessenius, ISBN: 80-85912-60-0
2. ROZSÍVAL. P. Oční lékařství, Praha: Galén, 2006, ISBN 80-7262-404-0
3. KVAPÍLKOVÁ K. Anatomie a embryologie oka. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brno, 2000, ISBN 80-7013-313-9
4. HORNOVÁ J., Oční propedeutika, Praha: Grada Publishing, 2011, ISBN 978-80-247-4087-4
5. KOLÍN J.: Oční lékařství, Praha: Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1325-3

6. KYSILKOVÁ, Klára. Onemocnění víček a slzného aparátu [online] Olomouc, 2012 [23.4.2022] Bakalářská práce, Univerzita Palackého. Dostupné z: https://theses.cz/id/o9lrsv/Onemocnn_vek_a_slznoho_apartu.pdf
7. Lower Eyelid Length [online] National Library of medicine [24.4.2022] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26218388/#affiliation-1>
8. Involutional entropion and ectropion of the lower eyelid: prevalence and associated risk factors in the elderly population [online] National Library of medicine [24.4.2022] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21415800/#affiliation-1>

Seznam obrázků

Obrázek č.1- Senilní ektropium

9. Onemocnění víček slzných cest a očnice [online]. [23.4.2022] Dostupné z: https://is.muni.cz/el/med/jaro2018/VLOL7X1/um/Onemocneni_vicek_slznych_cest_a_ocnice.pdf?stahnout=1;dk=8zaKmmMK

Obrázek č. 2- Schirmerův test

10. Schirmerův test [online] Wikiskripta [23.4.2022] Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/images/f/f5/Schirmer%C5%AFv_test.jpg

Measurement of the size of the lower eyelid angle depending on age

Bc. Lucie Gregoričová, Mgr. Dana Trávníková

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

This study focuses on measurement the size of the lower eyelid and how its size changes with age. It also focuses on part on tear disorders, which are often associated with changes in this angle. The first part mentions the basic theoretical concepts that relate to this topic, such as the anatomical description of the structure of the eyelids and position disorders of eyelids related to age. In the second part I describe the methodology of the research.

Key words

lower eyelid angle, ectropion, entropion, Schirmer's test

Introduction

The eyelids make protection of the front part of the eyeball and close the eye slit. The size of the eye slit which is located between the upper and lower eyelid varies depending on fatigue and mental state but also depends, for example, on the race. With open eyelids, it reaches 10-14 mm vertically and 28-32 horizontally. The edge of the upper eyelid of the child is 1 to 2 mm higher than the adult. The inner corner of the eye is placed 1-2 mm lower than the lower corner. With age, the outer corner decreases until they are both about the same height. Mutual position of eye corners varies depending on the race. For example, in the Mongoloid race, we can observe the epicanthus, which is a crescent-shaped skin lash that arches the inner corner of the eye. The upper lid covers the corneal limbus by 1 mm, the upper edge of the lower eyelid is 2 mm below the limbus and touches the end of the cornea. The base of the eyelids is formed by the upper and lower tarsal plates from which the orbital septum is stretched towards the edge of the orbit. The tarsal plates are connected by ligaments. Behind the orbital septum is the orbital adipose tissue. The upper lid lifter is clamped to the tarsal plate of the upper eyelid and lifts the eyelid. The muscular function of eyelids is mainly formed by the fibres of the orbicularis oculi

muscle. Muller's muscle is clamped into the aponeurosis of the upper eyelid lifter, which ensures the muscle tonus of the eyelids. In the tarsal plates of the eyelids are the Meibomian glands, which are involved in the production of the oil layer of the tear film. Its purpose is to prevent the evaporation of the tear film. These glands open into the inner edge of the eyelids. There are also Zeiss glands that open into algae follicles. Another type of accessory lacrimal glands are Moll's glands which are a type of sweat glands and open into algae follicles on the surface of the eyelids. We can also find goblet cells in the conjunctiva of the eyelids. ^{1,2,3,4,5}

A tear film in relation to the eyelids

The eyelids have a major effect on the function of the tear film. When the eyelids are closed, the orbicularis oculi muscle contracts, the fornixes are compressed, and the sebum is expelled from the Meibomian glands. At the same time, the tear film is spread all over the cornea with upper eyelid while blinking. As the eyelids move, with function of the musculus orbicularis oculi ensue the vacuum and tears are sucked in nasal direction, this is called the lacrimal pump and forms the active component of the tear transport. The passive component is formed by flaps, which prevent the backflow of the tear into the tear ducts. ^{1,3}

Influence of age on the position of the edges of the eyelids

After the age of 40, gradually occurs a weakening of the eyelids, their descent, eversion of the lacrimal punctum and to an incorrect position of the eyelids, which leads to dysfunction of the lacrimal pump and the quality and quantity of the tear film gets worse. Ectropion and entropion are common defects of position of the eyelids caused by age. Ectropion causes that the lower eyelid protrudes from the bulbus, the most common reason is age-induced tissue weakness. Senile ectropion is manifested by tearing and epiphora. The condition can be partially corrected surgically. At entropion the edge of the eyelid turns against the bulbus. The senile entropion occurs on the lower eyelid, the skin is flabby, the orbicularis oculi muscle shrinks. Turning against the bulbus promotes the formation of trichiasis, which further irritates and spasms the muscle. The treatment is either suture fixation of the lower edge of the eyelid or plastic reconstruction of the lower eyelid. ^{2,5,6}



Figure 1- Senile ectropion

Lower lid angle measurement

The measurement of the size of the lower eyelid angle is possible for example by corneal topography, which has the measurement of this angle as the part of the software offer. Another option is to measure the angle of the lower lid on the slit lamp. The angle of the lid is measured by a narrow beam of rays, which is rotated to the desired angle.

Schirmer's test

The Schirmer's test is used to determine the aqueous component of the tear film. It is created by filter paper and its size is 5x35 mm, which folds at the end by 5 mm. We place the folded part into the patient's lower fornix, then leave the patient with eyes open for % minutes, and then remove the paper and measure the moist part of the paper. We will repeat the same procedure for the other eye and compare the results. For people under 40, the length of the wet part should be 15 mm and for people over 40 at least 10 mm. I will perform the measurements using the Schirmer's test without anaesthetic which measures both basal and reflex tear secretion. ^{1,6}

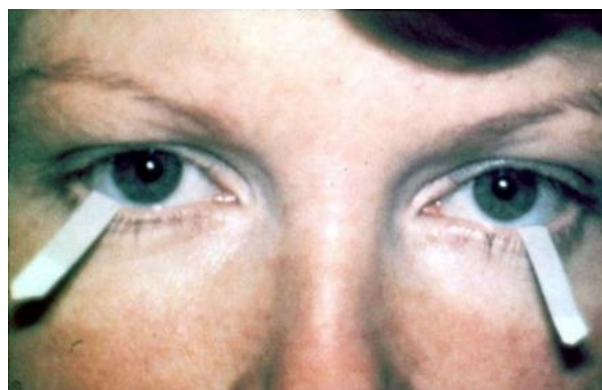


Figure 2-Schirmer's test

Research methodology

This research will focus on measuring the size of the lower eyelid angle in patients of different ages. Patients will first be examined for anamnestic data such as year of birth, sex, injuries, or eyelid surgery. Subsequently, the angle of the lower eyelid on the right and left eyes will be measured using a slit lamp. Then, the images of the right and left eyes will be taken, and the captured images will be inserted into a computer, where the angle of the lower eyelid will be measured again, and the results of the slit lamp measurement will be compared with the results measured by the photographs. Finally, the tear test will be performed on each patient using the Schirmer test. Patients will be divided into three groups: patients over 20 years, over 40 years and over 60 years. This age distribution is not accidental, as patients after the age of 40 have eyelid sagging and tear point eversion, and thus tear pump degradation. The purpose of this measurement is to determine the dependence of the lower eyelid angle on tear. Finally, the results measured for each age group will be compared.⁶

The following 3 hypotheses are established for the research:

1. The size of the lower eyelid angle will increase with age.
(Patients in the age group over 40 will have a higher increase in lower eyelid angle than other age groups.)
2. As the value of the size of the lower lid angle increases, the tear value will decrease.
3. As the angle of the lower lid increases, its length will increase.

Research

Brazilian study-Involuntional entropion and ectropion of the lower eyelid: prevalence and associated risk factors in the elderly population

Eye examination was performed on 24,565 elderly people. The study participants underwent an examination by a general ophthalmologist to determinate the current state of ectropion or entropion. Axial projection of the eyeball was measured in patients with involuntional ectropion and entropion.⁸

Measurement results:

The prevalence of involuntional entropion was 2,1 %, 1,9 % for men and 2,4 % for women. The prevalence involuntional ectropion was 2,9 %, 5,1 %for men and 1,5 % for women. Dry eye syndrome, lower retractor laxity and superficial punctate keratopathy

were observed significantly more frequently in patients with involuntional entropion than in patients with involuntional ectropion ($p < 0,001$). Axial projection of the eyeball was significantly smaller in patients with involuntional entropion than in patients with involuntional ectropion ($p < 0,001$).⁸

American study- Lower eyelid length

Women in the age groups from 20 to 99 years were measured, each group differing by 10 years. There were measured 20 patients in each group, 160 patients in total. The average length of the lower eyelid was measured in the given age group. Multiple values were always measured from which the average value was calculated.⁷

Measurement results:

The average length of the lower eyelid ranged from 10,4 mm in the age group 20-29 to 18,6 mm in the age group 90-99. The increase in the length of the lower eyelid was almost linear with increasing age, the largest increase was in the age group 40-49 years. The measurement confirmed that the length of the lower eyelid increases with age.⁷

Conclusion

In this document I recapitulated the most important terms concerning the changes in the size of the lower eyelid angle with age and the effect of the size of this angle on the tear film. The theoretical part will be further elaborated in my diploma thesis. Subsequently, I introduced a methodology for the research part, which I will measure. Due to the fact that the measurement of the research part of my diploma thesis is not yet in progress, it is possible that this methodology will be additionally modified in the future.

Resources:

1. Komínek Pavel, Červenka Stanislav, Müllner Klaus, Nemoci slzných cest, diagnostika a léčba, 1. vydání 2003, Maxdorf Jessenius, ISBN: 80-85912-60-0
2. ROZSÍVAL. P. Oční lékařství, Praha: Galén, 2006, ISBN 80-7262-404-0
3. KVAPÍLKOVÁ K. Anatomie a embryologie oka. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví Brno, 2000, ISBN 80-7013-313-9
4. HORNOVÁ J., Oční propedeutika, Praha: Grada Publishing, 2011, ISBN 978-80-247-4087-4

5. KOLÍN J.: Oční lékařství, Praha: Karolinum, 2007, ISBN 978-80-246-1325-3
6. KYSILKOVÁ, Klára. Onemocnění víček a slzného aparátu [online] Olomouc, 2012 [23.4.2022] Bakalářská práce, Univerzita Palackého. Dostupné z: https://theses.cz/id/o9lrsv/Onemocneni_vicek_a_slznoho_apartu.pdf
7. Lower Eyelid Length [online] National Library of medicine [24.4.2022] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26218388/#affiliation-1>
8. Involutional entropion and ectropion of the lower eyelid: prevalence and associated risk factors in the elderly population [online] National Library of medicine [24.4.2022] Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21415800/#affiliation-1>

Picture list

Figure.1- Senile ectropion

9. Onemocnění víček slzných cest a očnice [online]. [23.4.2012] Dostupné z: https://is.muni.cz/el/med/jaro2018/VLOL7X1/um/Onemocneni_vicek_slznych_cest_a_ocnice.pdf?stahnout=1;dk=8zaKmmMK

Figure 2- Schirmer's test

10. Schirmerův test [online] Wikiskripta [23.4.2012] Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/images/f/f5/Schirmer%C5%AFv_test.jpg

Vývoj v kontaktologii po roce 2000, komparace přínosu nových materiálů

Bc. et Bc. Sabina Olšarová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Článek je zaměřen na srovnání novodobých silikonhydrogelových a hydrogelových materiálů kontaktních čoček.

Úvodní část pojednává o teoretickém rozdělení výše uvedených materiálů, jejich vlastnostech, výčtu výhod, nevýhod a vhodném využití. Dále je představena část výzkumná, včetně stanovených pracovních hypotéz a cílů výzkumu. Zmíněna je taktéž metodika výzkumu a průběžné výsledky práce.

Klíčová slova

kontaktní čočky, silikonhydrogel, hydrogel, Schirmerův test, push-up test, zraková ostrost

Úvod

Kontaktní čočky jsou oblíbenou možností korekce zraku u pacientů s refrakčními a očními vadami, kterým brýlová korekce z dlouhodobého hlediska nevyhovuje, popřípadě vidění s ní není stoprocentně kvalitní. Mnoho pacientů je používá ke každodennímu nošení, menší část občasné ke sportu nebo zvláštním příležitostem.

V dnešní době lze kontaktními čočkami vykorigovat lehčí i těžší sférické vady, různé stupně astigmatismu, anizometrii, aniseikonii a oční patologie předního segmentu. Oblíbené jsou i multifokální kontaktní čočky určené presbyopickým pacientům.

Před aplikací je nutné provést anamnestické a refrakční vyšetření pro určení správných dioptrií, poloměru zakřivení, průměru kontaktní čočky a vhodného materiálu. Právě vlastnosti a charakteristika materiálů může hrát velmi důležitou roli pro volbu správného typu kontaktní čočky.

Historie materiálů kontaktních čoček

Prvním materiálem, ze kterého byly kontaktní čočky vyráběny, bylo sklo. Ve 40. letech 20. století byl vynalezen nový materiál, termoplastický polymer - polymethylmethakrylát (PMMA). V 60. letech 20. století byl profesorem Ottou Wichtrlem objeven hydrofilní gel, síťovaný polyhydroxyethylmethakrylát (HEMA). Hydrofilní gel v dalších letech procházel mnoha modifikacemi k dosažení řidší molekulární struktury s cílem zvýšit obsah vody a kyslíku v kontaktní čočce. Důležitým objevem je kombinace výšebobtnavých hydrogelů se silikony, fluorosilikony, které mají vlastnosti měkkých i pevných kontaktních čoček. V roce 1999 byla na trh uvedena nová generace kontaktních čoček – silikonhydrogely. ^{1, 2, 3}

Hydrogelové kontaktní čočky

Hydrogely, tvořené hydroxyethylmethakrylátem jsou polymerní struktury, nabobtnané vodou do formy gelů, které jsou spojeny pomocí vodíkových a kovalentních vazeb, iontových sil a pomocí polymerních řetězců. Jsou propustné pro nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě, např. kyslík, oxid uhličitý, či kyselinu mléčnou. Mají příznivější vliv na látkovou výměnu rohovky.

Hydrogel vyniká svou vysokou biokompatibilitou s lidským okem, proto je vhodnější pro pacienty s citlivějšíma očima. Spojení makromolekul umožňuje jejich nerozpustnost, netavitelnost a stálý tvar. Nevýhodou je nižší propustnost pro kyslík, nižší komfort po delší dobu nošení a menší elasticita materiálu.

Kromě použití jako korekce refrakční vady jsou hojně využívány jako kontaktní čočky terapeutické, pooperační krytí nebo jako nosič léčiva. ^{2, 4, 5}

Silikonhydrogelové kontaktní čočky

Silikonhydrogel, hybridní materiál, je v dnešní době znám jako nejmodernější materiál, ze kterého jsou kontaktní čočky vyráběny. Materiál je opticky homogenní a vzájemně propojuje hydrofilní a hydrofobní strukturu.

Silikonhydrogel je vyznačován nižším obsahem vody a tím pádem vyšší propustností pro kyslík, která je důležitá pro pravidelné okysličování rohovky. Ve srovnání se silikonhydrogelem je tužší, manipulace s ním je snazší. Nevýhodou je nutnost používání zvlhčující kapek z důvodu horší smáčivosti, větší mechanické abraze

a vyšší tendence k usazování nečistot. Kontaktolog by taktéž neměl silikonhydrogely aplikovat pacientům s přecitlivělostí na silikon a lidem s výrazně citlivýma očima.

Používají se jak ke každodennímu nošení, tak ke kontinuálnímu a prodlouženému režimu nošení.

Na českém trhu jsou k dostání 3 generace silikonhydrogelových kontaktních čoček. Silikonhydrogely I. generace jsou vyráběny z materiálu balafilcon A a lotrafilcon A, jež prezentují firmy Bausch&Lomb a Alcon. Silikonhydrogely II. generace propagují materiál lotrafilcon B a galyfilcon A firmami Johnson&Johnson a Alcon. Silikonhydrogely III. generace využívají materiál comfilcon A a senofilcon A, který prezentují firmy Cooper Vision a Alcon. ^{6, 2, 4}

Metodika výzkumu

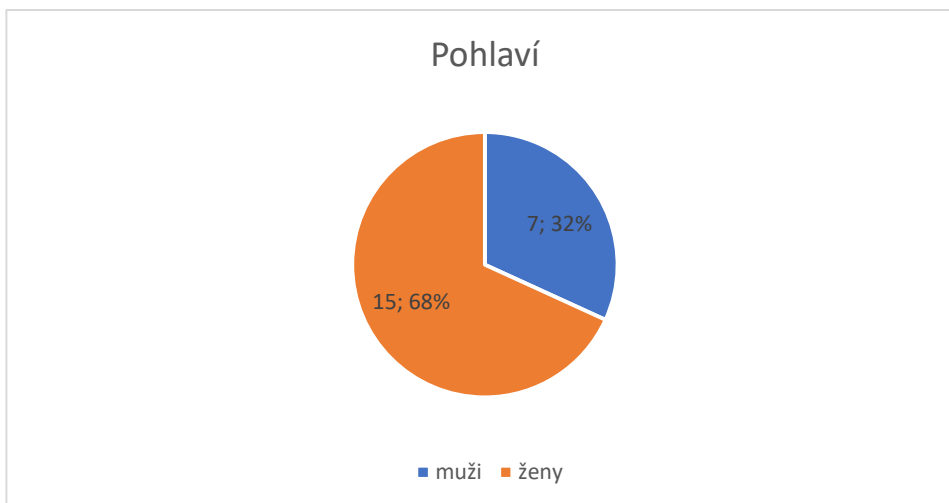
Pro výzkumnou část byly zvoleny kontaktní čočky od firmy Cooper Vision, Schirmerův test pro určení slzivosti, šterbinová lampa Haag-Streit pro určení push-up testu a digitální optotyp. Každý pacient, který dobrovolně s výzkumem souhlasil, byl pozván na dvě aplikace kontaktních čoček. Z výzkumu byli vyloučeni pacienti s oční patologií a s kontraindikací k aplikaci určitého materiálu.

Z anamnézy a vyšetření před aplikací kontaktní čočky jsou získány informace o věku, pohlaví, naturálním vízu a testu slzivosti dle Schirmera. Postupně po každé aplikaci jsou získávána další data – vízus s hydrogelem nebo silikonhydrogelem, test slzivosti s nasazenou hydrogelovou nebo silikonhydrogelovou čočkou, push-up test s danou kontaktní čočkou zkoumaný na šterbinové lampě a subjektivní vnímání kontaktní čočky z pohledu pacienta pomocí dotazníku.

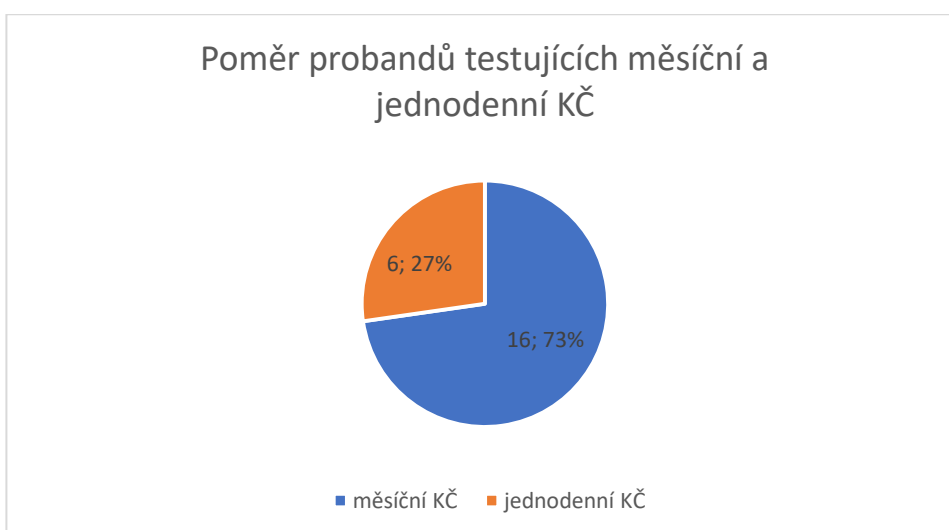
Naměřená data jsou sbírána od srpna 2021 a zpracována pomocí tabulek a grafů v programu Microsoft Excel.

Průběžná data jsou měřena u 22 respondentů (Graf 2), z toho 16 probandů testuje měsíční kontaktní čočky (73 %) a 6 probandů jednodenní kontaktní čočky (27 %). Vzorek (Graf 1) je tvořen z 15 žen (68 %) a 7 mužů (32 %). Průměrný věk skupiny je $28,5 \pm 4,36$ let.

Součástí výzkumu je 5 subjektivně zaměřených dotazníkových otázek, které jsou probandovi předkládány při kontrole u optometristy. Maximální skóre dotazníku je 15 bodů a dokazuje, že proband nemá s daným materiálem kontaktní čočky problém. ⁷



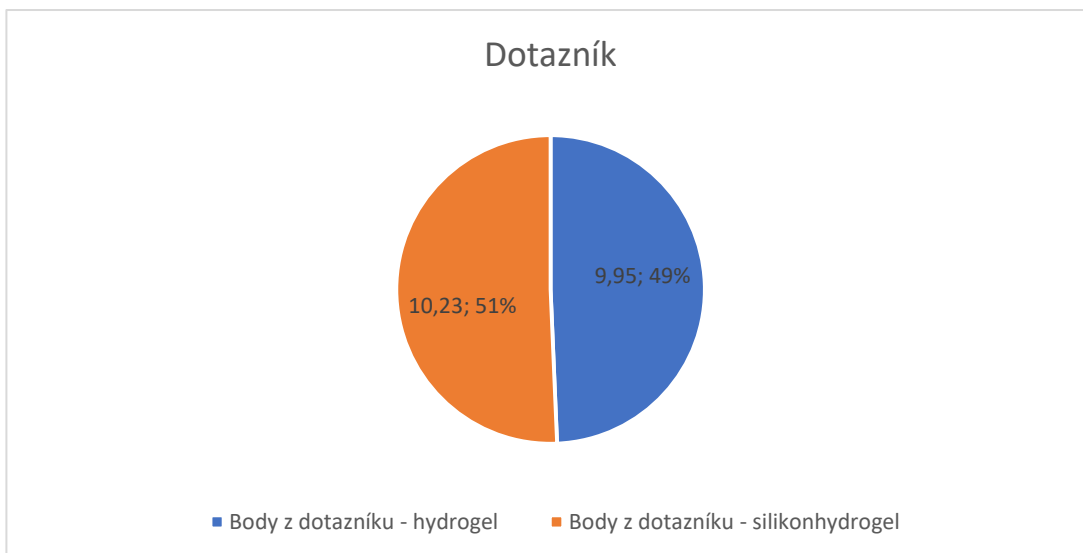
Graf 1 – Poměr mužů a žen ve vzorku



Graf 2 – Poměr probandů testujících měsíční a jednodenní KČ

Výsledky

První hypotéza – U respondentů testujících hydrogelové KČ se po delší době vyskytnou problémy s komfortem nošení, byla potvrzena. Dle subjektivního vnímání probandů testujících silikonhydrogelové kontaktní čočky dosahovalo bodové skóre dotazníků průměrných hodnot 10,23 bodů. Statistický rozdíl s hodnotou $P = 0,65$ nebyl zatím prokazatelně významný. V procentuálním zastoupení byl z 51 % lépe snášen silikonhydrogelový materiál (Graf 3).

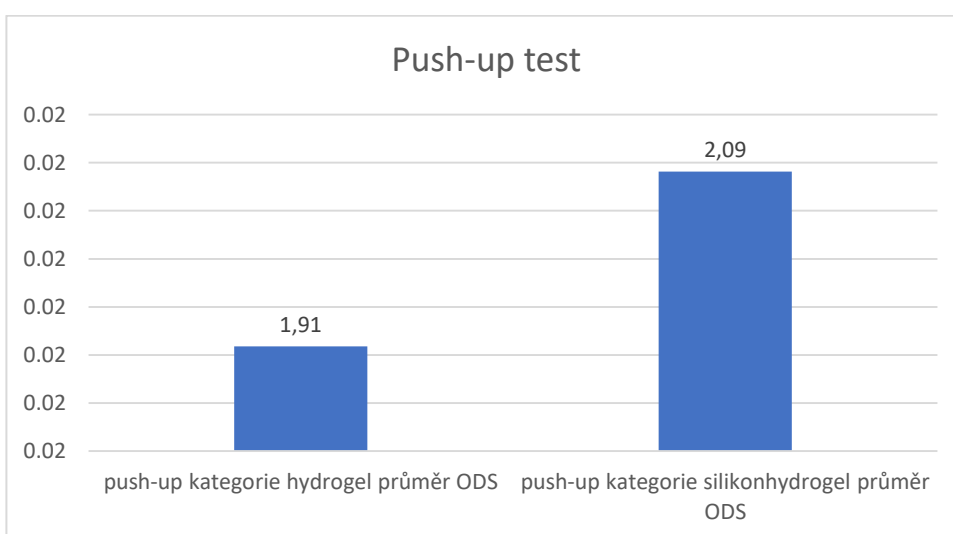


Graf 3 – Subjektivní vyhodnocení dotazníku

Objektivně při posouzení aplikace metodou push-up (Graf 4) vykazoval hydrogel mírně těsnější aplikaci ve srovnání se silikonhydrogelem (Tab. 1).

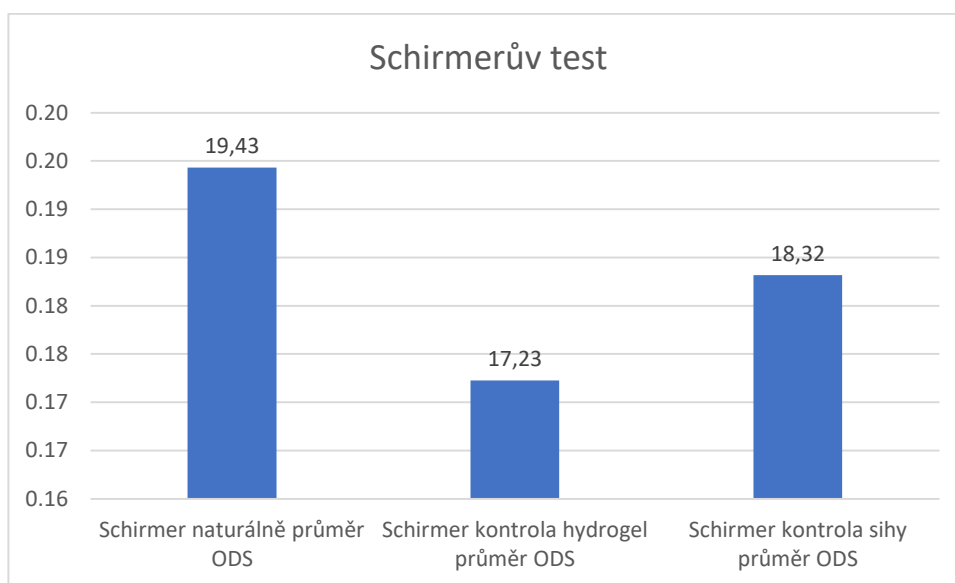
Tabulka 1 – Kategorizace push-up testu

Push-up	
0	bez pohybu
1	1 mm vertikálně
2	1 mm vertikálně a horizontálně
3	pohyb větší než 1 mm



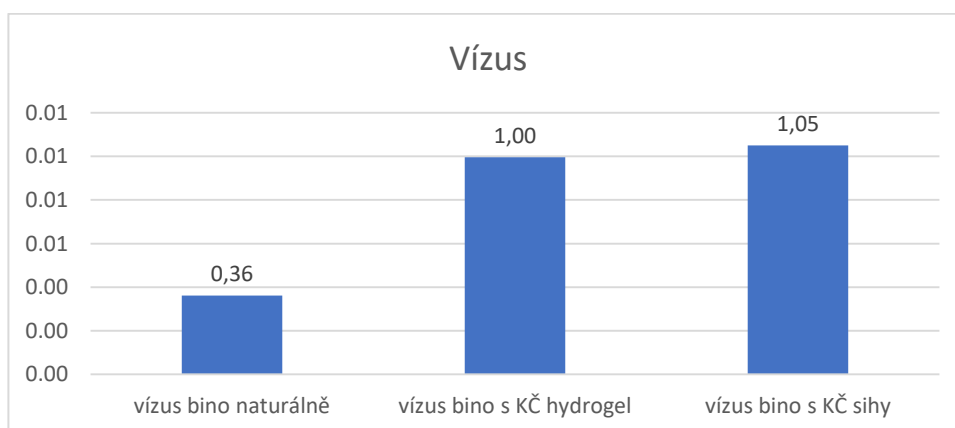
Graf 4 – Porovnání push-up testu

Druhá hypotéza – Schirmerův test bude v případě silikonhydrogelových KČ dosahovat vyšší slzivosti, než v případě hydrogelových KČ, byla v případě kompletního vzorku potvrzena. Při rozdělení skupiny na nositele měsíčních a jednodenních kontaktních čoček byly hodnoty u měsíčních hydrogelových čoček v průměru o 1,09 mm vyšší (Graf 5). Statistický rozdíl s hodnotou $P = 0,52$ nebyl zatím prokazatelně významný.



Graf 5 – Porovnání slzivosti dle Schirmerova testu

Třetí hypotéza – Respondenti testující silikonhydrogelové KČ budou dosahovat vyšších hodnot zrakové ostrosti než respondenti testující hydrogelové KČ, byla potvrzena. Zraková ostrost (Graf 6) dosahovala u hydrogelových kontaktních čoček průměrných hodnot 1,0. U silikonhydrogelových kontaktních čoček byl vizeus roven hodnotě 1,05. Statistický rozdíl s hodnotou $P = 0,13$ nebyl zatím prokazatelně významný.



Graf 6 – Rozdělení zrakové ostrosti

Průběžné výsledky mé práce spolu se stanovenými pracovními hypotézami jsou úměrné mému očekávání. Ve výzkumu používalo 5 respondentů dlouhodobě hydrogelové kontaktní čočky, se kterými byli spokojeni. Při testování slzivosti dle Schirmera vykazovaly jejich výsledky nižší hodnoty (5-13,5 mm/5 min.), ve srovnání s testováním silikonhydrogelových kontaktních čoček (6,5-14,5 mm/5 min.). U dvou probandů nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v slzivosti (0-0,5 mm/5 min.).

Zraková ostrost byla z 22 probandů u 73 % stejná jak s hydrogelovou, tak silikonhydrogelovou kontaktní čočkou, u 4 % dosahoval vízus s hydrogelovou kontaktní čočkou vyšších hodnot, u 23 % byl vízus lepší se silikonhydrogelovou kontaktní čočkou.

Z dotazníkového šetření bylo patrné, že hydrogelové kontaktní čočky subjektivně vyhovovaly 5 ženám a 1 muži, silikonhydrogelové kontaktní čočky vyhovovaly 6 ženám a 2 mužům, u 4 žen a 4 mužů nebyly zaznamenány rozdíly v komfortu nošení.

Dle rozdělení věku na kategorie nebyl v kategorii do 23 let preferován ani jeden typ kontaktní čočky. Ze 7 probandů dvěma vyhovoval více silikonhydrogel, dvěma hydrogel a tři respondenti neviděli v komfortu nošení rozdíl. Ze skupiny do 34 let si 5 probandů vybralo jako lepší materiál kontaktní čočku silikonhydrogelovou, čtyři z nich neviděli v komfortu nošení rozdíl a tři respondenti zvolili jako lepší typ kontaktní čočku hydrogelovou. Kategorie do 49 let a nad 50 let nejsou prozatím dostatečně doplněny.

Diskuse

Cílem výzkumu bylo posoudit rozdíl mezi materiály kontaktních čoček.

V roce 2017 proběhl výzkum vedený Diecem J. B., Tili D. M., Thomasem V. M. ⁷ zaměřený na materiály kontaktních čoček s názvem *Comparison of Silicone Hydrogel and Hydrogel Daily Disposable Contact Lenses*, s cílem zjistit rozdíly v komfortu nošení, délce nošení, případné zjištění problémů s rohovkou a celkově s předním segmentem oka. Ve studii bylo testováno 5 typů kontaktních čoček, vždy 3 typy ze silikonhydrogelu a 2 typy z hydrogelu. Po dvou měsících testování nebyly vlivem délky nošení, pohlaví ani věku zjištěny prokazatelně velké rozdíly v materiálech kontaktních čoček.

Větší množství typů kontaktních čoček může kladně ovlivnit kvalitu výsledků, avšak množství návštěv respondentů u optometristy je zde více než dvojnásobné ve srovnání s mou studií. Větší rozdíly v objektivním a subjektivním zkoumání mezi jednotlivými typy materiálů kontaktních čoček jsou prozatím minimální.

Podobným tématem práce se zabývala i absolventka Masarykovy univerzity Mgr. Marie Návarová⁵. Cílem práce s názvem *Srovnání hydrogelových a silikonhydrogelových materiálů kontaktních čoček* bylo zjistit, jak budou respondenti reagovat na změnu z hydrogelových na silikonhydrogelové kontaktní čočky.

Výsledky podtrhují fakt mé zkoumané práce, kdy více respondentů projevilo zájem o změnu materiálu kontaktní čočky, méně pak nepocíťovalo žádné subjektivní rozdíly a minimum striktně odmítlo přechod na silikonhydrogelové kontaktní čočky. V případě vízu musela kolegyně 16 % probandů dokorigovat o zhruba -0,25 D.

Závěr

Článek s názvem *Vývoj v kontaktologii po roce 2000, komparace přínosu nových materiálů* v úvodní části pojednává o historii, rozdělení, vlastnostech materiálů charakteristice kontaktních čoček. Z větší části je zaměřen na průběžnou výzkumnou část.

V praktické části jsou představeny tři dílčí hypotézy. První hypotéza je zaměřena na subjektivní vnímání komfortu nošení ze strany respondenta. Z průběžných výsledků je potvrzena teorie, že hydrogelové kontaktní čočky nejsou komfortní při delší době nošení. Druhá hypotéza je zaměřena na srovnání slzivosti dle Schirmerova testu u silikonhydrogelových a hydrogelových kontaktních čoček. Výsledky ukazují na fakt, že v případě silikonhydrogelových kontaktních čoček je v průměru dosaženo o 1,09 mm větší slzivosti, než u hydrogelových kontaktních čoček. Třetí hypotéza zkoumá rozdíl ve zrakové ostrosti. Prozatím je vízus lepší s naaplikovanou silikonhydrogelovou kontaktní čočkou.

Zdroje:

1. Petrová S, Mašková Z, Jurečka T. *Základy aplikace kontaktních čoček*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2008.
2. Záděrová P. *Materiály pro výrobu KČ*. Kontaktní čočky. Brno; 2020.
3. Petrová S, Synek S. *Úvod do speciální kontaktologie*. Elportál. Masarykova univerzita: Brno; 2010.
4. Lentiamo. Hydrogelové versus silikon-hydrogelové kontaktní čočky: jejich výhody a nevýhody. Brno. <https://www.lentiamo.cz/blog/hydrogel-vs-silicone-hydrogel-cocky.html>. Accessed March 20, 2022.

5. Návarová M. *Srovnání hydrogelových a silikonhydrogelových materiálů kontaktních čoček*. Brno; 2008. [..\Downloads\DIPLOMOVA PRACE.doc](#). Accessed March 20, 2022.
6. Synek S. *Kontaktní čočky*. Elportál. Brno: Masarykova univerzita; 2009.
7. Diec JB, Tilia DM, Thomas VM. Comparison of Silicone Hydrogel and Hydrogel Daily Disposable Contact Lenses. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*: September 2018 - Volume 44 - Issue - p S167-S172. [..\Downloads\Diecetal.pdf](#) <https://journals.lww.com/claojournal/pages/articleviewer.aspx?year=2018&issue=09001&article=00030&type=Abstract>. Accessed March 20, 2022.

Development in contactology since 2000, comparison of the contribution of new materials

Bc. et Bc. Sabina Olšarová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

This work is focused on comparing modern silicone hydrogel and hydrogel materials of contact lenses.

The intro speaks about theoretical dividing of the already mentioned materials, their properties, pro and cons and ideal use. Furthermore, there's presented research part, including given work hypothesis and the goals of the research. There's also mentioned the method of research and the ongoing results of the work.

Key words

Contact lens, silicone hydrogel, hydrogel, Schirmer test, push-up test, sight sharpness

Introduction

Contact lens are the favourite option of sight correction upon the clients with refraction and sight problems, to which glasses aren't a long-time solution, in case seeing with them isn't 100 % ideal. Majority uses them for everyday use, minority for sports or special occasions.

Nowadays it's possible to correct rather subtle to extreme spherical defects, different levels of astigmatism, anisometropia, aniseikonia and front segment eye pathology. Favourites are also multifocal contact lenses meant for presbyopia patients.

Before applying it's mandatory to do an anamnestic and refraction examination in order to find the right dioptré, curve radius, average of the contact lens and ideal material. Properties and characteristics of a material in particular play very important role in choosing the type of contact lens.

History of materials for contact lens

First material used for manufacturing contact lens was glass. New material was developed in the 1940s - thermoplastic polymer - poly methyl acrylate (PMMA). In the 1960s, Otto Wichterle has discovered hydrophilic gel netted by poly hydroxyethyl methacrylate (HEMA). Hydrophilic gel has been modified many times in the upcoming years to achieve a thinner molecular structure with goal of increasing the volume of water and oxygen in the contact lens. Very important discovery was combination of high-pitched hydrogels with silicon, fluor silicon, which have properties of both soft and hard contact lenses. New generation of contact lens with brought to the market in 1999 – silicone hydrogel. ^{1,2,3}

Hydrogel contact lens

Hydrogel, consisting of hydroxyethyl methacrylate are polymer structures, inflated by water to the form of gel, which are connected using oxygen and covalent joints, ionic strengths, and polymer chains. They're permeable for substances with lower molecular weight dissolvable in water, for example oxygen, carbon dioxide or lactic acid. They've more pleasing for corneal metabolism.

Hydrogel is made using its high biocompatibility with the human eye, for that reason it's more ideal for patients with rather sensitive eyesight. Combination of macromolecules enables their insolubility, infusibility, and permanent shape. The main disadvantage is lower solubility in water, lower comfort for long time uses and lower elasticity of the material.

Outside using it as correction of refraction defect, they're also widely used as therapeutic contact lenses, post-operation cover or as medicine carrier. ^{2,4,5}

Silicone hydrogels contact lens

Silicone hydrogel is a hybrid material, known as the most advanced material nowadays, contact lenses are made of. Material is optically homogeneous and connects hydrophile and hydrophobic structure. ^{6,2,4}

Silicone hydrogel is defined by lower percent of water. In that case it's more soluble for air, which is important for regular oxygenation of cornea. In comparison with silicone hydrogel, it's stiffer, working with it is easier. The disadvantage is the need of moisturizing drops, higher mechanical abrasion, and higher tension for collecting debris.

Contactologist also shouldn't apply silicone hydrogels to patients sensitive to silicon or to people with highly sensitive eyesight.

They're also used for everyday use, for both continual and extended wearing regime.

There are 3 generations of silicone hydrogel contact lenses available on the Czech market. First generation is made from balafilcon A and lotrafilcon A, which are presented by the Bausch Lomb and Alcon brands. Second generation of silicone hydrogels promotes lotrafilcon B and galyfilcon A by Johnson&Johnsons and Alcon brands. Third generation silicone hydrogels use comfilcon A and seconfilcon A, presented by Cooper Vision and Alcon.

Research methods

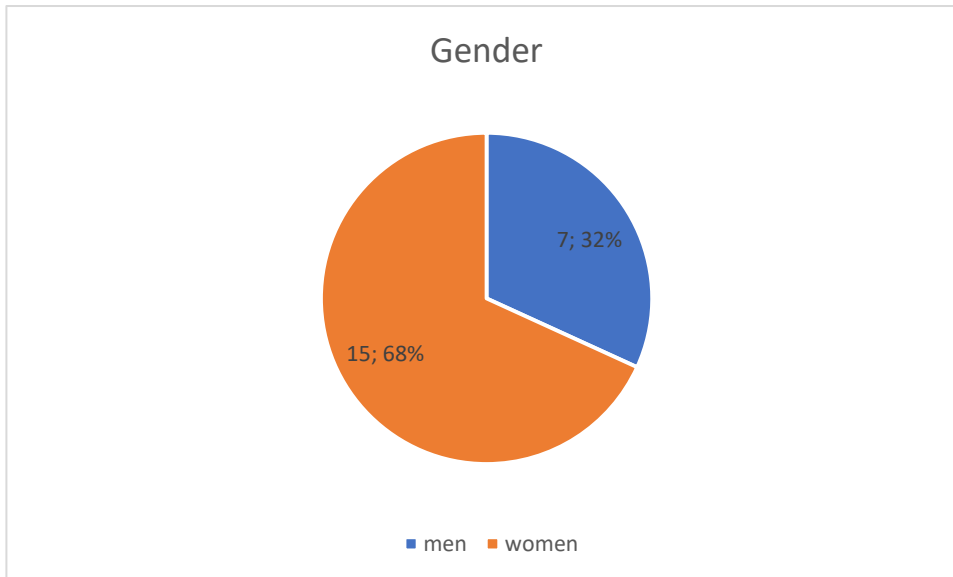
For the development part were chosen lenses by the brands from Cooper Vision, Schirmer test for determination of tearing, slit lamp Haag-Streit for determining push-up test and digital optotype. Every patient that volunteering agreed with the research was invited for application of 2 pairs of contact lenses. Patients with eyesight pathology and contraindication for application of given material were discarded from the research.

From anamnesis and examination before the application, were obtained information about age, gender, natural sight and Schirmer tearing test. Accordingly, after each application there's additional data collected - sight with hydrogel or silicone hydrogel lens, tearing test with both hydrogel and silicone hydrogel lens on, push-up test with given contact lens examined on slit lamp and information given by each patient based on subjective perception to each contact lens using form.

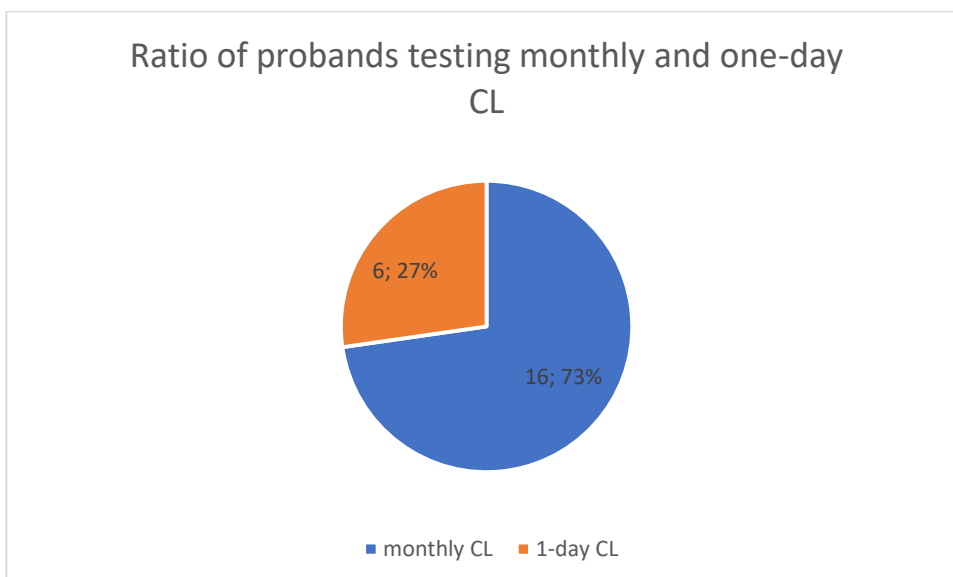
Recorded data is being collected since the August of 2021 and edited using tabs and graphs in Microsoft Excel.

The continuous data was gathered among 22 patients (Graph 2), from which 16 participants test monthly contact lens (73 %) and 6 tests daily contact lens (27 %). Sample (Graph 1) je made of 15 women (68 %) and 7 men (32 %). Average age of the group is 28.5 +- 4.36.

Part of the research is 5 subjectively focused form questions, which are presented to patient while on check-up at optometrist. Maximum score of the form is 15 points a that means, that patient has no problem with the given material of the contact lens. ⁷



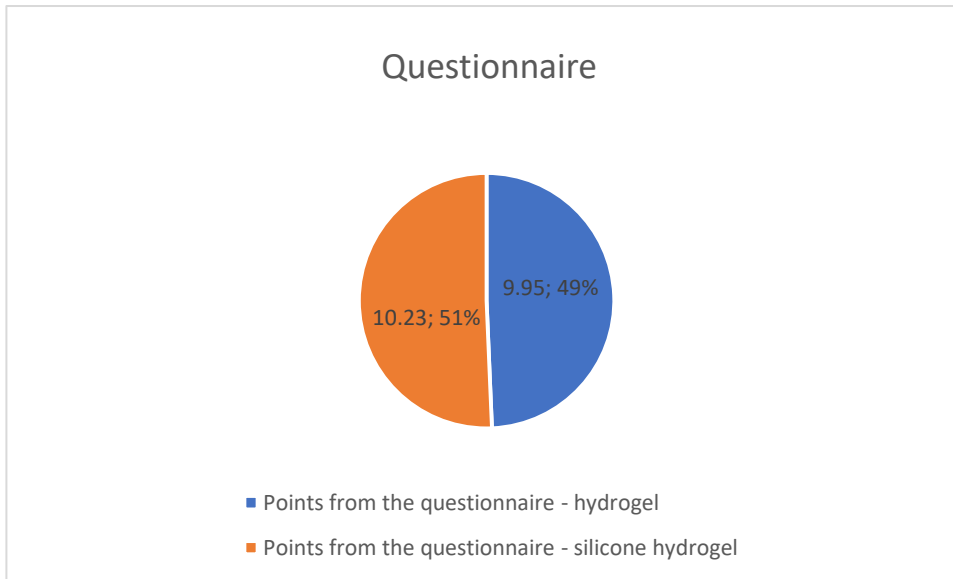
Graph 1 - The ratio of men to women in the sample



Graph 2 – Ratio of probands testing monthly and one-day CL

Results

First hypothesis - patient testing hydrogel CL have noticed comfort problems after long-time use was confirmed. The average score of probands testing silicone hydrogel CL was 10.23. Statistical difference with the value $P = 0.65$ wasn't too significant. 51% of the patients had better experience with silicone hydrogel material (Graph 3)

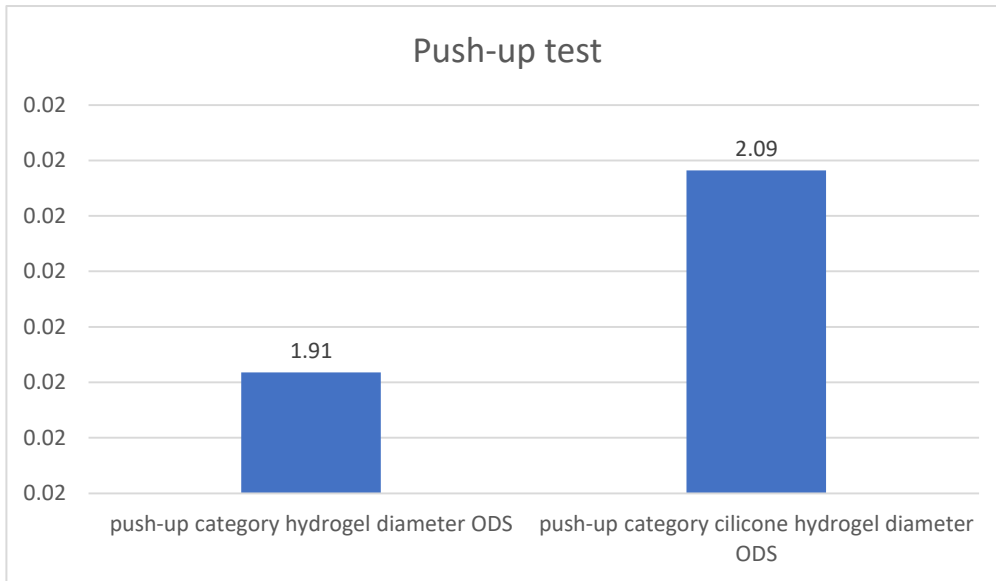


Graph 3 - Subjective evaluation of the questionnaire

Objective assessment of application using the push-up method (Graph 4) has shown slightly tighter application of hydrogel compared to silicone hydrogel (Tab. 1).

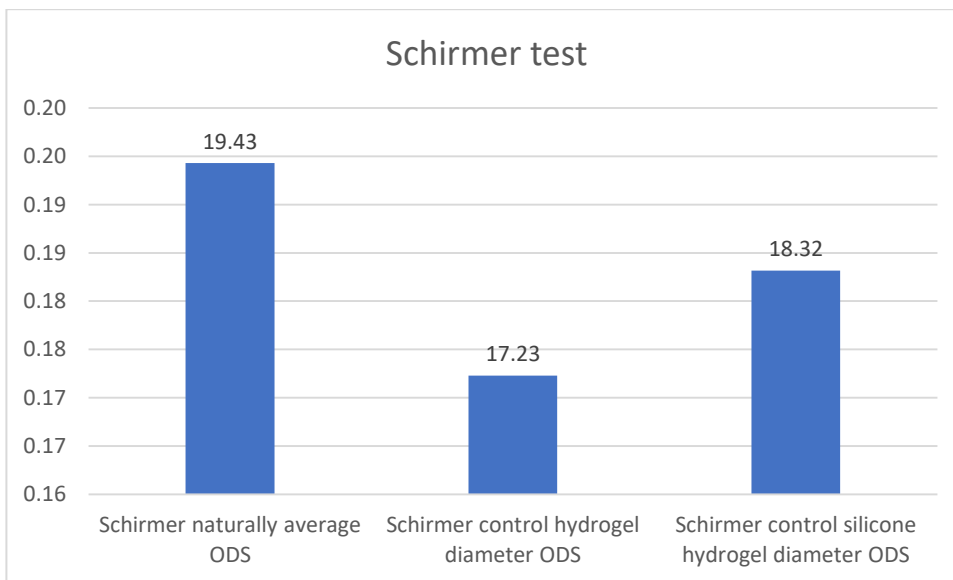
Table 1 - push up test categorization

Push-up test	
0	without movement
1	1 mm vertically
2	1 mm vertically and horizontally
3	movement greater than 1 mm



Graph 4 - Push up test comparison

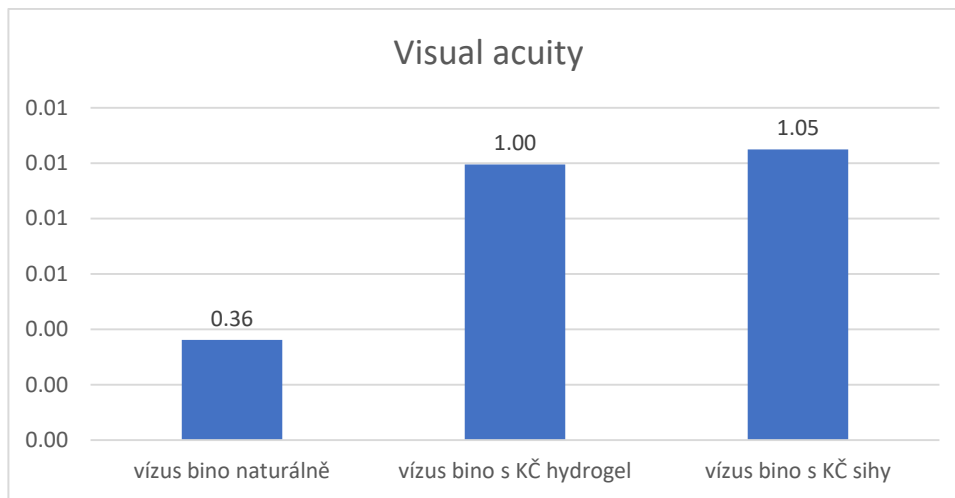
Second hypothesis - Schirmer test in case of silicone hydrogel CL is going to achieve higher tearing over hydrogel CL - was confirmed. When dividing the group to carriers of monthly and daily CL, we can see the values for monthly hydrogel CL were in average higher by 1.09 mm (Graph 5). Statistical difference with value $P = 0.52$ wasn't too significant so far.



Graph 5 - Comparison of tear according to the Schirmer's test

Third hypothesis - Respondents resting silicone hydrogel CL are going to achieve higher values of sight sharpness, over respondents testing hydrogel CL, was confirmed.

Sight sharpness (Graph 6) has achieved average value of 1.0 for hydrogel CL. The sight was equal to 1.05 for silicone hydrogel CL. Statistical difference with value $P = 0.13$ hasn't been verifiable so far.



Graph 6 - Distribution of visual acuity

Ongoing results of my work with given work hypothesis are like my expectations. In the research, 5 respondents have used hydrogel CL long-time that they were pleased with. Schirmer tearing test has shown results with lower values (5-13.5mm/5 min.) in comparison with testing silicone hydrogel CL (6.5-14.5mm/5 min.). I haven't recorded any statistically significant difference in tearing (0-0.5mm/5 min.) at two probands.

Sight sharpness was for 73 % out of 22 probands similar for both hydrogel and silicone hydrogel CL, for 4 % has sight achieved higher values with hydrogel CL, for 23 % the same applied for silicone hydrogel CL.

From form investigation was clear, that hydrogel CL were more pleasing the wear for 5 women and 1 man, 6 women and 2 males would choose silicone hydrogel CL and for 4 women and men the difference in wearing comfort weren't significant enough.

Group 23 and younger didn't prefer any CL, out of 7 probands 2 preferred silicone hydrogel, 2 hydrogel and last 3 didn't notice any difference in the comfort. Out of group 34 and younger 5 probands chose silicone hydrogel CL as the preferred one, 4 didn't notice any difference and 3 chose hydrogel CL. Category 49 and younger and over 50 isn't rich enough.

Discussion

The goal of this research was to find the difference between materials of contact lenses.

A research lead by Diece J. B., Tili D. M., Thomasem V. M. ⁷ focused on materials of CL named *Comparison of Silicone Hydrogel and Hydrogel Daily Disposable Contact Lenses* with the goal of finding the difference between the comfort of wearing, the period of wearing, eventual finding of incompatibility with cornea and overall segment of the front of the eye. They've tested 5 different types of CL in the study, 3 types of silicone hydrogel and 2 types of hydrogels. After two months of testing regardless the period of wearing, gender, or age, they haven't found any significant difference between the materials of CL.

Higher number of types of CL can positively affect the quality of the results, although the quantity of the respondent visits at optometrist is near double than in my work for comparison. Bigger differences in objective and subjective investigation between each type of material of CL are, as of now, minimal.

Student at Masaryk's University Mgr. Marie Navrátilová ⁵ has dealt with similar topic. The goal of her work *Comparison of hydrogel and silicone hydrogel materials of contact lenses* were to find out how would respondents react to the change of hydrogel to silicon hydrogel CL.

Results underline the fact of my work, where more respondents got interested in changing the material of their CL, less then didn't feel any subjective difference and minimum strictly refused the transition to silicone hydrogel CL. In case of sight, a colleague had to tweak 16 % of the probands by approximately -0.25D.

Conclusion

Article called *Development in contactology since 2000, comparison of benefits of new materials* in the introduction talks about history, categorization, properties of materials, characteristics of CL. The majority is focused on the research.

In the practical part there are introduced 3 sub-hypotheses. First hypothesis is focused on subjective perception of comfort from the side of respondent. Out of continuous results we've confirmed a theory that hydrogel CL aren't as comfortable for long time use. Second hypothesis is focused on comparing the tearing based on Schirmer test for silicone hydrogel and hydrogel CL. Results show the fact, that the silicone hydrogel

CL have achieved on average 1.09 mm more tearing over hydrogel CL. Third hypothesis examines the difference in sight sharpness. So far, the vision is better with silicone hydrogel CL applied.

Resources:

1. Petrová S, Mašková Z, Jurečka T. *Základy aplikace kontaktních čoček*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů; 2008.
2. Záděřová P. *Materiály pro výrobu KČ*. Kontaktní čočky. Brno; 2020.
3. Petrová S, Synek S. *Úvod do speciální kontaktologie*. Elportál. Masarykova univerzita: Brno; 2010.
4. Lentiamo. Hydrogelové versus silikon-hydrogelové kontaktní čočky: jejich výhody a nevýhody. Brno. <https://www.lentiamo.cz/blog/hydrogel-vs-silicone-hydrogel-cocky.html>. Accessed March 20, 2022.
5. Návarová M. *Srovnání hydrogelových a silikonhydrogelových materiálů kontaktních čoček*. Brno; 2008. <..\Downloads\DIPLOMOVA PRACE.doc>. Accessed March 20, 2022.
6. Synek S. *Kontaktní čočky*. Elportál. Brno: Masarykova univerzita; 2009.
7. Diec JB, Tilia DM, Thomas VM. *Comparison of Silicone Hydrogel and Hydrogel Daily Disposable Contact Lenses*. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*: September 2018 - Volume 44 - Issue - p S167-S172. <..\Downloads\Diecetal.pdf> <https://journals.lww.com/claojournal/pages/articleviewer.aspx?year=2018&issue=09001&article=00030&type=Abstract>. Accessed March 20, 2022.

Vliv nekorigovaného astigmatismu na víceohniskové nitrooční čočky

Bc. Kristýna Řeholová, Mgr. Ondřej Vlasák, Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Příspěvek se zabývá vlivem nekorigovaného astigmatismu na víceohniskové nitrooční čočky (dále IOL) implantované při operaci katarakty, refrakční vady či presbyopie. Úvodní slova jsou věnována rozdělení nitroočních čoček a situacím, při kterých je implantace těchto čoček indikována. V další části je představena metodika a cíle výzkumu. Na závěr jsou prezentovány dosavadní výsledky vlivu astigmatismu na jednotlivé typy nitroočních čoček a jejich porovnání.

Klíčová slova

Víceohniskové nitrooční čočky, astigmatismus, korekce presbyopie, katarakta

Teoretická část

Během života dochází u každého člověka k několika očním fyziologickým změnám, jednou z nich je presbyopie, kdy dochází ke snížení elasticity čočky a zonulárních vláken, přičemž klesá schopnost akomodace. Presbyopii lze řešit několika způsoby, nejčastěji je řešena brýlovou korekcí jednoohniskovými nebo víceohniskovými čočkami, dále kontaktními čočkami.^{1,2}

Mezi invazivní řešení presbyopie je řazena také implantace nitroočních čoček. Dalším důvodem aplikace IOL je také vysoká refrakční vada či afakie neboli úplná nepřítomnost oční čočky v očním aparátu. Nejčastější příčinou využití nitroočních čoček zůstává katarakta, při které dochází ke zkalení čočky, snížení průhlednosti čočky a zhoršení průchodnosti světlených paprsků na sítnici, následkem je zhoršené vidění, v extrémních případech také slepota.^{1,2}

V posledních letech lze vidět velký posun v přístupu k operaci s výměnnou oční čočky. Z dříve používaných tvrdých nitroočních čoček se s postupem času přešlo na měkké nitrooční čočky, které lze díky jejich vlastnostem složit. Změna materiálu

umožní při operaci menší průměr řezu, rohovka je tedy poškozena minimálně a vzniká tak minimální rohovkový astigmatismus.³

Podle typu uchycení IOL jsou rozlišeny IOL předněkomorové a zadněkomorové. Existují dva typy uchycení předněkomorových IOL, fixace do komorového úhlu a fixace na duhovku. Vzhledem k častým komplikacím a špatnému upevnění IOL se tyto typy fixace využívají minimálně. Zadněkomorové IOL jsou umístěny do zadní komory oka do prostoru mezi zadní plochu duhovky a přední plochu čočky.⁴

IOL lze rozdělit dle zakřivení na sférické, asférické a tórické. Dnes více využívaný asférický typ čočky, oproti sférickému typu, lépe odpovídá tvaru a vlastnostem naturální čočky, vykazuje vyšší kontrastní citlivost a zajišťuje lepší vidění za šera. Tórické nitrooční čočky slouží ke korekci astigmatismu.³

Při vyjmutí naturální čočky dochází ke ztrátě akomodační schopnosti oka, oko tedy od této chvíle nedokáže samo zaostřit na různé vzdálenosti. Při použití jednoohniskových IOL je korigován refrakční stav oka na jednu zvolenou vzdálenost, další vzdálenosti jsou korigovány přídatnými brýlemi či kontaktními čočkami.⁵

Další možností je využití multifokálních IOL, které poskytují ostré vidění na více vzdálenostech díky speciálním designům nahrazujícím akomodaci. Mezi používané designy je zařazen design refrakční, difrakční a jejich kombinaci zaujímá design refrakčně-difrakční.

Refrakční design je založen na principu soustředných kruhů s postupně se zvyšující dioptrickou hodnotou ke středu čočky, velkou roli zde hraje průměr zornice, který se s přísunem světla mění.^{5,7}

Difrakční design využívá fyzikálního jevu difrakce, kdy vedlejší soustředně uspořádané kruhy mají rozdílnou postupně se snižující tloušťku, tzv. schody, kde vznikají ohniska pro různé vlnové délky, které do oka vstupují.^{5,7}

Speciálním typem difrakčního designu IOL jsou dnes více využívané nitrooční čočky EDoF (extended depth of focus) s rozšířenou hloubkou ostrosti, která je podpořena minimální vzdáleností mezi jednotlivými ohnisky. Dá se tedy říci, že přechod je kontinuální. K prodloužení ohniska se používají designy multifokální a pinhole.^{6,7}

Metodika práce

Ve svém výzkumu se věnuji vlivu nekorigovaného astigmatismu na zrakovou ostrost u jednotlivých typů víceohniskových nitroočních čoček v porovnání

s jednoohniskovými nitroočními čočkami. Probandi, kteří jsou do výzkumu zahrnuti podstoupili implantaci jednoohniskové, víceohniskové nebo speciální EDoF nitrooční čočky na oční klinice Lexum v Brně. Výzkum prozatím proběhl u 16 očí v poměru pravého a levého oka 6:10. Pracovní soubor je rozložen dle pohlaví na 8 žen a 8 mužů, průměrný věk pacientů je 58 let. Z hlediska typu aplikovaných nitroočních čoček bylo měření provedeno u 2 očí s aplikovanou jednoohniskovou nitrooční čočkou, 4 očí s tórickou nitrooční čočkou, 6 očí s víceohniskovou nitrooční čočkou Panoptix a 4 očí s víceohniskovou nitrooční čočkou s rozšířenou hloubkou ostrosti Vivity.

K zaznamenání naměřených výsledků dochází při kontrole po chirurgickém zákroku, kdy se stav oka považuje za stabilní. Nejprve dochází ke změření naturálního vízu, poté k plnému subjektivnímu dokorigování. Zaznamenána je refrakční hodnota plné korekce a dosažený vykorigovaný vízus. Poté je provedena korekce sférickým ekvivalentem, hodnoty dosaženého vízu jsou opět zaznamenány do tabulky. Mezi sbíraná data patří také původní refrakční stav oka.

Pro svůj výzkum jsem stavila 2 hypotézy.

Hypotéza 1:

- Nekorigovaný astigmatismus bude mít u víceohniskových nitroočních čoček vyšší vliv na zrakovou ostrost než u jednoohniskových nitroočních čoček.

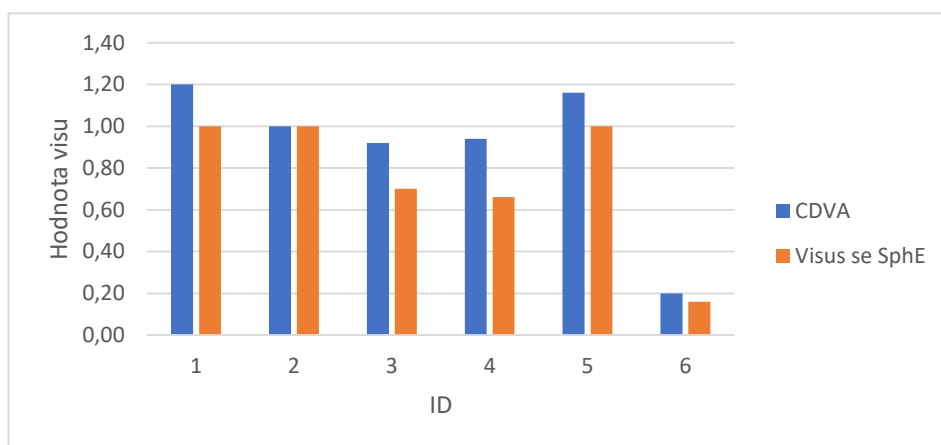
Hypotéza 2:

- Vliv nekorigovaného astigmatismu na zrakovou ostrost po implantaci klasických multifokálních nitroočních čoček bude vyšší než po implantaci multifokálních čoček EDoF.

Tabulka 6: Naměřené hodnoty probandů s jednoohniskovou IOL

ID	Pohlaví	Věk	Oko	UDVA	Korekce			CDVA	SphE	Původní korekce			Visus s původní korekcí	
					sph	cyl	ax			Visus se SphE	sph	cyl		ax
1	žena	51	OD	0,98	0,75	-0,75	35	1,20	plan	1,00	6,50	-0,50	55	1,02
2	žena	51	OS	0,90	-0,50			1,00	-0,50	1,00	6,25	-0,50	130	0,98
3	muž	71	OS	0,60	0,25	-1,00	105	0,92	-0,25	0,70	4,75	-4,00	173	0,68
4	muž	61	OS	0,30	-1,25	-1,25	58	0,94	-2,25	0,66	-12,50	-2,75	30	0,46
5	žena	70	OS	0,80	-0,25	-1,00	67	1,16	-0,75	1,00	-1,00			0,50
6	žena	63	OD	0,14	-0,25	-0,25	95	0,20	-0,25	0,16				0,00

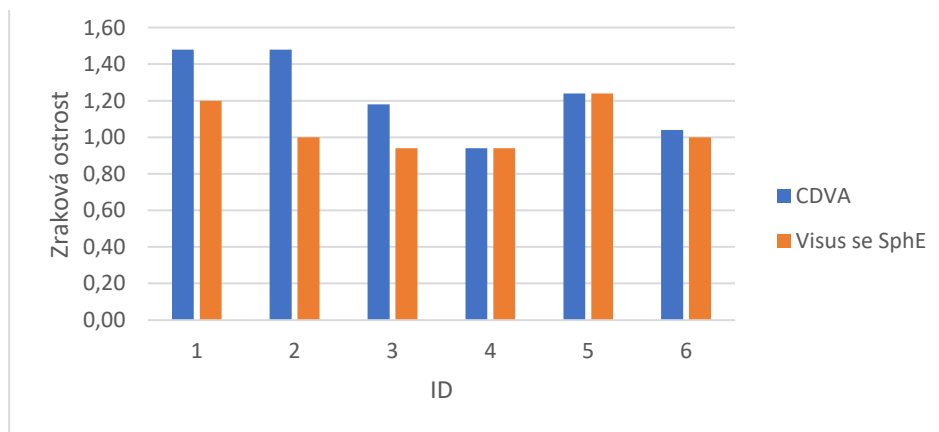
Graf 1: Porovnání ZO s plnou korekcí a ZO s použitým sférickým ekvivalentem u jednoohniskové IOL



Tabulka 7: Naměřené hodnoty probandů s víceohniskovou nitrooční čočkou

ID	Pohlaví	Věk	Oko	UDVA	Korekce			CDVA	SphE	Původní korekce				Visus s původní korekcí
					sph	cyl	ax			Visus se SphE	sph	cyl	ax	
1	žena	58	OD	1,00	-0,25	-0,50	125	1,48	-0,50	1,20	1,75	-0,75	124	1,20
2	žena	58	OS	1,00	0,25	-0,50	40	1,48	plan	1,00	1,50	-0,75	78	1,18
3	muž	60	OS	0,90	1,00	-0,50	90	1,18	0,75	0,94	4,75	-0,75	100	1,00
4	žena	58	OD	0,60	0,75			0,94	0,75	0,94	-0,75	-0,25	90	0,72
5	muž	50	OD	1,20	-0,25			1,24	-0,25	1,24	1,50	-0,75	100	1,00
6	muž	50	OS	0,84	-0,25	-0,25	175	1,04	-0,25	1,00	1,50	-0,75	95	1,00

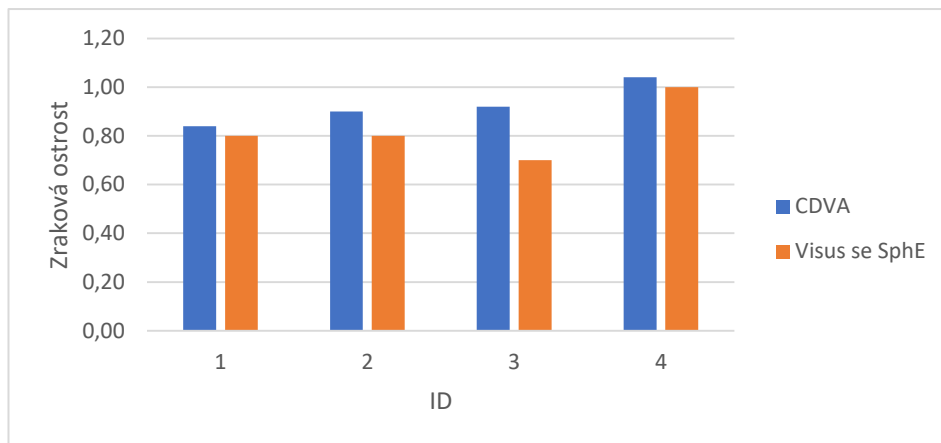
Graf 2: Porovnání ZO s plnou korekcí a ZO s použitým sférickým ekvivalentem u víceohniskových IOL



Tabulka 8: Naměřené hodnoty probandů s víceohniskovou EDoF nitrooční čočkou

ID	Pohlaví	Věk	Oko	UDVA	Korekce			CDVA	SphE	Visus se SphE	Původní korekce			Visus s původní korekcí
					sph	cyl	ax				sph	cyl	ax	
1	muž	62	OD	0,80	plan	-0,50	5	0,84	-0,25	0,80	1,00	-0,50	60	0,96
2	muž	62	OS	0,80	plan	-0,25	15	0,90	plan	0,80	0,50			0,98
3	žena	49	OS	0,70	0,25	-0,50	70	0,92	plan	0,70	2,75	-0,25	70	1,00
4	muž	63	OS	1,00	-0,50			1,04	-0,50	1,00	-2,00	-0,25	145	0,40

Graf 3: Porovnání ZO s plnou korekcí a ZO s použitým sférickým ekvivalentem u víceohniskové EDoF IOL



Závěr

Dle dosavadních výsledků lze odvodit, že nekorigovaný astigmatismus má vliv na zrakovou ostrost pacientů. Při dokorigování astigmatické refrakční vady prozatím dochází u většiny probandů ke zlepšení zrakové ostrosti. Vzhledem k dosavadnímu menšímu počtu zúčastněných probandů na tomto výzkumu zatím nelze významně porovnat vliv nekorigovaného astigmatismu na jednotlivé typy IOL.

Zdroje

1. SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění. 2.*, dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
2. KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství. 2.*, přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
3. SKORKOVSKÁ, Šárka. Nitrooční čočky, přednáška 14.4.2022 předmětu Refrakční chirurgie a nitrooční implantologie.
4. NOVÁK, Jan. Nitrooční čočka - cizí těleso v oku. Praha: Galén 1999. ISBN 8085824973.
5. BŘEŠŤÁK, Miroslav, MAŠEK, Petr a Jiří PAŠTA, ed. *60 let nitrooční čočky*. Hradec Králové: Nucleus HK, 2010. Oftalmologie. ISBN 978-80-87009-73-4.
6. KANCLERZ P, TOTO F, GRZYBOWSKI A, ALIO JL. Extended Depth-of-Field Intraocular Lenses: An Update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020, PMID: 32511121; PMCID: PMC7299221.

7. NEVŠÍMALOVÁ, Kateřina. Posouzení možnosti korekce presbyopie u hypermetropů implantací monofokální nitrooční čočky. Brno, 2021 [cit. 2022-04-20]. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, fakulta biomedicínského inženýrství, vedoucí práce: MUDr. Jiří Cendelín, CSc.

Effect of uncorrected astigmatism on multifocal intraocular lenses

Bc. Kristýna Řeholová, Mgr. Ondřej Vlasák, Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

The article deals with the influence of uncorrected astigmatism on multifocal intraocular lenses (IOL) implanted during cataract surgery, refractive defects or presbyopia. The introductory words are devoted to the division of intraocular lenses and the situations when the implantation of these lenses is indicated. The next part presents the methodology and research goals. Finally, the current results of the influence of astigmatism on individual types of intraocular lenses and their comparison are presented.

Keywords

Multi-focal intraocular lenses, astigmatism, presbyopia correction, cataract

The theoretical part

During the life of each person, there are several physiological ocular changes, one of them is presbyopia, which reduces the elasticity of the lens and zonular fibers, while reducing the ability to accommodate. Presbyopia can be solved in several ways, most commonly it is solved by spectacle correction of monofocal or multifocal lenses, then contact lenses.^{1,2}

Implantation of intraocular lenses is also one of the invasive solutions for presbyopia. Another reason for the application of IOL is also a high refractive defect or aphakia which means the complete absence of an ocular lens in the ocular system. The most common cause of intraocular lenses remains cataract, which obscures the lens, reduces the transparency of the lens and worsens the transmission of light rays on the retina, resulting in impaired vision and, in extreme cases, blindness.^{1,2}

In recent years, we can see a big shift in the approach to eye lens replacement surgery. From the previously used hard intraocular lenses, over time, they have switched to soft intraocular lenses, which can be folded due to their properties. The change

of material will allow a smaller diameter of the incision during the operation, so the cornea is minimally damaged and also causes minimal corneal astigmatism.³

Depending on the type of IOL fixation, IOLs are divided to before ventricular and posterior ventricular. There are two types of attachments to previously used anterior chamber IOLs, ventricular angle fixation and iris fixation. These types of fixations are used minimally because of frequent complications and poor IOL mounting. The posterior chamber IOLs are placed in the posterior chamber of the eye in the space between the posterior surface of the iris and the anterior surface of the lens.⁴

IOLs can be divided according to curvature into spherical, aspherical and toric. Today, the aspherical type of lens, which is more widely used than the spherical type, better matches the shape and properties of the natural lens, has a higher contrast sensitivity and provides better vision at dusk. Toric intraocular lenses are used to correct astigmatism.³

When the natural lens is removed, the accommodation ability of the eye is lost, so from now on the eye cannot focus on different distances. When monofocal IOL are used, the refractive state of the eye is corrected to one selected distance, other distances are corrected by additional glasses or contact lenses.⁵

Another option is to use multifocal IOLs, which provide sharp vision at multiple distances at once thanks to special designs that replace accommodation. The used designs include refractive and diffractive design, and their combination is known as refractive-diffractive design.

The refractive design is based on the principle of concentric circles with a gradually increasing dioptric value towards the center of the lens, the diameter of the pupil, which changes with the supply of entering light to the eye.^{5,7}

Diffractive designs use the physical phenomenon of diffraction, where the side concentrically arranged circles have different, gradually decreasing thickness, so-called stairs, where focuses are created for different wavelengths that enter the eye.^{5,7}

The more widely used is a special type of IOL diffractive design EDoF (extended depth of focus) intraocular lenses with extended depth of field, which is supported by the minimum distance between focal points, so it can be said that the transition is continuous. Multifocal and pinhole designs are used to extend the focus.^{6,7}

Work methodology

In my research I deal with the influence of uncorrected astigmatism on visual acuity in individual types of multifocal intraocular lenses in comparison with monofocal intraocular lenses. Probanda who are included in the research underwent implantation of a monofocal, multifocal or special multifocal EDoF intraocular lens at the Lexum Eye Clinic in Brno. The research has been conducted in 16 eyes with a right and left eye ratio of 6:10. The work group is divided by sex into 8 women and 8 men, the average age of patients is 58 years. In terms of the type of applied intraocular lenses, the measurement was performed on 2 eyes with applied monofocal intraocular lens, 4 eyes with toric intraocular lens, 6 eyes with multifocal intraocular lens Panoptix and 4 eyes with multifocal intraocular lens with extended depth of focus Vivity.

The measured results are recorded during postsurgical check up, when the eye condition is considered stable. First, the natural visus is measured, then the full subjective correction is performed. The refractive value of the full correction and the corrected visa achieved are recorded. Then the correction is made by spherical equivalent, the values of the achieved vision acuity are again recorded in the table. The collected data also include the original refractive state of the eye.

I have established 2 hypotheses for my research.

Hypothesis 1:

- Uncorrected astigmatism will have a higher effect on visual acuity with multifocal intraocular lenses than with monofocal intraocular lenses.

Hypothesis 2:

- The effect of uncorrected astigmatism on visual acuity after implantation of conventional multifocal intraocular lenses will be higher than after implantation of EDoF multifocal lenses.

Table 1: Measured values of probands with monofocal IOL

ID	Gender	Age	Eye	UDVA	Correction			CDVA	SphE	VA withSphE	Original correction			VA with original correction
					sph	cyl	ax				sph	cyl	ax	
1	female	51	OD	0,98	0,75	-0,75	35	1,20	plan	1,00	6,50	-0,50	55	1,02
2	female	51	OS	0,90	-0,50			1,00	-0,50	1,00	6,25	-0,50	130	0,98
3	male	71	OS	0,60	0,25	-1,00	105	0,92	-0,25	0,70	4,75	-4,00	173	0,68
4	male	61	OS	0,30	-1,25	-1,25	58	0,94	-2,25	0,66	-12,50	-2,75	30	0,46
5	female	70	OS	0,80	-0,25	-1,00	67	1,16	-0,75	1,00	-1,00			0,50
6	female	63	OD	0,14	-0,25	-0,25	95	0,20	-0,25	0,16				0,00

Graph 1: Comparison of visual acuity with full correction and visual acuity with used spherical equivalent for monofocal IOL

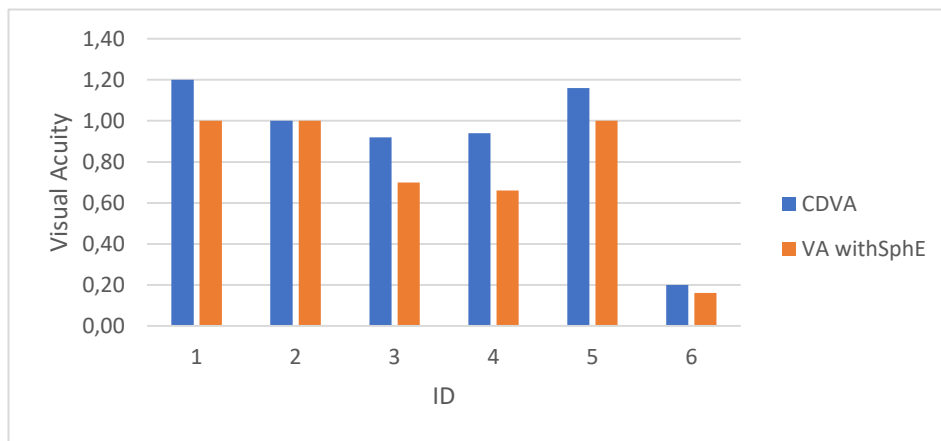


Table 2: Measured values of probands with multifocal IOL

ID	Gender	Age	Eye	UDVA	Correction			CDVA	SphE	VA withSphE	Original correction			VA with original correction
					sph	cyl	ax				sph	cyl	ax	
1	žena	58	OD	1,00	-0,25	-0,50	125	1,48	-0,50	1,20	1,75	-0,75	124	1,20
2	žena	58	OS	1,00	0,25	-0,50	40	1,48	plan	1,00	1,50	-0,75	78	1,18
3	muž	60	OS	0,90	1,00	-0,50	90	1,18	0,75	0,94	4,75	-0,75	100	1,00
4	žena	58	OD	0,60	0,75			0,94	0,75	0,94	-0,75	-0,25	90	0,72
5	muž	50	OD	1,20	-0,25			1,24	-0,25	1,24	1,50	-0,75	100	1,00
6	muž	50	OS	0,84	-0,25	-0,25	175	1,04	-0,25	1,00	1,50	-0,75	95	1,00

Graph 2: Comparison of visual acuity with full correction and visual acuity with used spherical equivalent for multifocal IOL

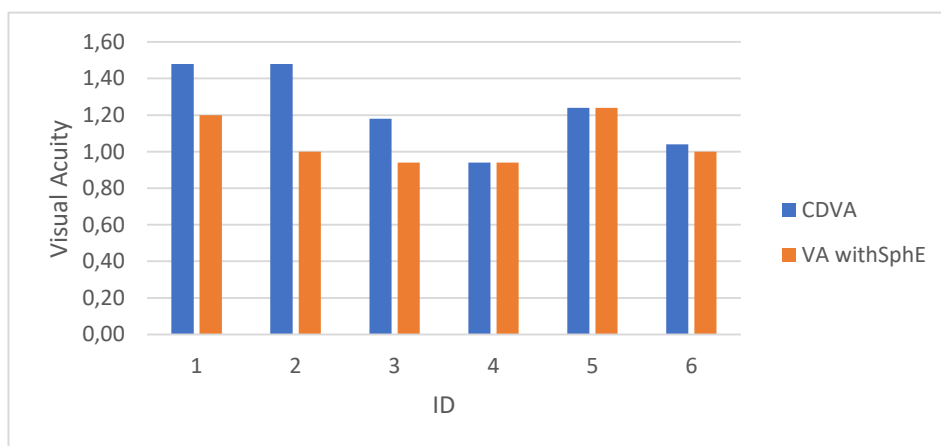
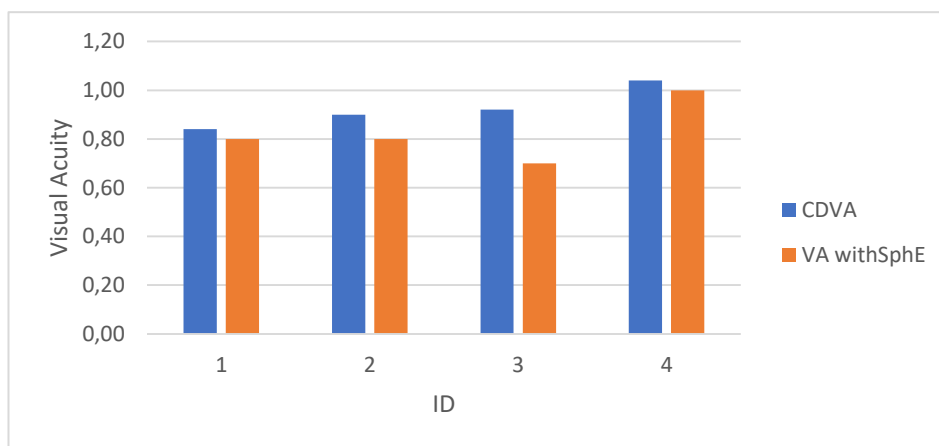


Table 3: Measured values of probands with multifocal EDoF IOL

Gender	Age	Eye	UDVA	Correction			CDVA	SphE	VA withSphE	Original correction			VA with original correction
				sph	cyl	ax				sph	cyl	ax	
muž	62	OD	0,80	plan	-0,50	5	0,84	-0,25	0,80	1,00	-0,50	60	0,96
muž	62	OS	0,80	plan	-0,25	15	0,90	plan	0,80	0,50			0,98
žena	49	OS	0,70	0,25	-0,50	70	0,92	plan	0,70	2,75	-0,25	70	1,00
muž	63	OS	1,00	-0,50			1,04	-0,50	1,00	-2,00	-0,25	145	0,40

Graph 3: Comparison of visual acuity with full correction and visual acuity with used spherical equivalent for multifocal EDoF IOL



Conclusion

According to the results so far, it can be deduced that uncorrected astigmatism affects the visual acuity of patients. Most probands have improved their visual acuity when their astigmatism was fully corrected. Due to the lower number of probands involved in this research so far, it is not yet possible to significantly compare the effect of uncorrected astigmatism on individual types of IOLs.

Resources:

1. SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-3992-2.
2. KUCHYNKA, Pavel. *Oční lékařství*. 2., přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-5079-8.
3. SKORKOVSKÁ, Šárka. Nitrooční čočky, přednáška 14.4.2022 předmětu Refrakční chirurgie a nitrooční implantologie.
4. NOVÁK, Jan. Nitrooční čočka - cizí těleso v oku. Praha: Galén 1999. ISBN 8085824973.

5. BŘEŠŤÁK, Miroslav, MAŠEK, Petr a Jiří PAŠTA, ed. *60 let nitrooční čočky*. Hradec Králové: Nucleus HK, 2010. Oftalmologie. ISBN 978-80-87009-73-4.
6. KANCLERZ P, TOTO F, GRZYBOWSKI A, ALIO JL. Extended Depth-of-Field Intraocular Lenses: An Update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020, PMID: 32511121; PMCID: PMC7299221.
7. NEVŠÍMALOVÁ, Kateřina. Posouzení možnosti korekce presbyopie u hypermetropů implantací monofokální nitrooční čočky. Brno, 2021 [cit. 2022-04-20]. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, fakulta biomedicínského inženýrství, vedoucí práce: MUDr. Jiří Cendelín, CSc.

Myopia control

Bc. Alena Trenzová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Příspěvek se zabývá tématem myopia control ve smyslu seznámení se s myopií, jejím výskytem, komplikacemi a také možnostmi myopia kontrol. Zároveň představím metodiku a prozatímní výsledky výzkumu.

Klíčová slova

myopie, myopia control, ortokeratologie, refrakční vady, děti a mladiství, progresse

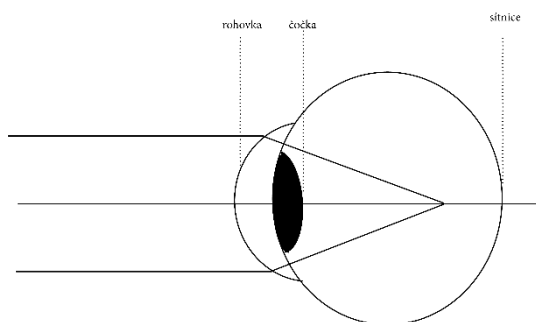
Úvod

Po celém světě v současné době dochází k nárustu krátkozrakosti. Největší boom zažívají na východu Asie, kde v některých oblastech najdeme krátkozrakých až 90 % mladistvých.¹ A jak jsem již naznačila nejedná se jen o problém Asie. I v rámci Evropy a Severní Ameriky sahají čísla počtu myopů v populaci mladistvých přes 40 %.²

Právě proto je myopia control stále aktuálnějším tématem. Co můžeme se touto situací dělat? Proč je vůbec dobré kontrolovat progresi myopie? Jak moc je toto téma aktuální v podmínkách našeho města? A má vůbec o této problematice nějaké povědomí běžná veřejnost?

Myopie

Myopie, jiným slovem krátkozrakost, je stav, kdy se rovnoběžné paprsky jdoucí z nekonečna při průchodu optickým systémem oka lámou do ohniska, které leží na optické ose před sítnicí. To znamená, že na sítnici dopadá neostrý obraz. Jedná se o refrakční vadu oka, při které se daleký bod oka nachází v konečné vzdálenosti. Pro daného člověka to znamená, že je schopen vidět ostře pouze do vzdálenosti tohoto dalekého bodu a vše, co se nachází od něj dále, než tento jeho daleký bod se mu jeví rozostřeně. Myopie se tak subjektivně vyznačuje rozmazaným viděním do dálky, mžouráním, mnutím očí, obtížným viděním za šera a mnohdy i bolestí hlavy. Myopii není u každého člověka stejná, lze ji dělit podle různých kritérií jako je etiologie, stupeň, nebo její růst. Myopii lze korigovat běžnými brýlovými, nebo kontaktními čočkami s minusovými dioptriemi.^{3,4}



Obr. 1: Myopie⁵ „překresleno autorem“

Na refrakci, a tedy i na vznik refrakční vady mají největší vliv tyto faktory: lomivost rohovky, lomivost čočky, hloubka přední komory a délka oka. Vývoj a růst oka je dokončován až po narození a je složitou souhrou dějů, které se neustále snaží o emetropizaci oka. Ze statistických údajů vyplývá, že pokud uvažujeme populaci našeho státu ve všech věkových kategoriích, tak lze za emetropy považovat přibližně 75 % populace. Vidíme tedy, že emetropizační proces je velmi efektivní. Myopie se v naší populaci vyskytuje do 20 % populace.^{4,6,7}

Na vzniku refrakčních vad, a to včetně myopie, se nepochybně podílí genetika. Pan doc. MUDr. Milan Anton, CSc. publikoval článek, ve kterém napsal: „Při zjištění školní myopie mají ve 40 – 60 % myopii oba rodiče, v 23 – 40 % jeden z rodičů a jen v 6 – 15 % nemá myopii žádný z rodičů.“⁵ Genetika však není jediným faktorem. Dnes již víme, že důležitý vliv na vznik myopie má i prostředí. Mnohé studie se shodují, že existuje spojitost mezi dobou práce na blízko a prevalencí myopie. Jedna z těchto studií ukazuje, že na každou hodinu týdně strávenou venku došlo k poklesu prevalence myopie o 2 %. Při práci na blízko tomu bylo naopak a s každou další hodinou strávenou uvnitř se zvyšuje riziko vzniku myopie. Další z těchto studií odkazuje k tomu, že důvodem by mohly být i zdroje světla, nebo doba spánku.^{6,8-11}

Myopie, obzvláště ta vysoká (> - 6 D), nebo progresivní, může být pro člověka vážnou komplikací. Je to z toho důvodu, že myopie je často způsobena větší axiální délkou oka. Takovéto „velké“ oko pak ovlivňuje okolní orgány a způsobuje změny hlavně na zadním segmentu. Jedná se o morfologické změny optického nervu a očního pozadí – protenčení sítnice, změny zorného pole. Ale i o glaukom, nebo kataraktu.¹²⁻¹⁴

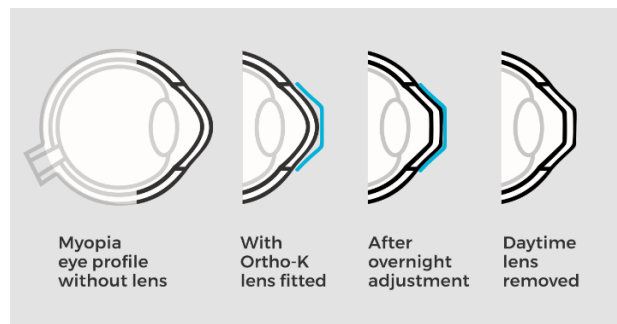
Myopia control

„Myopia control“ je termín používaný k popisu specifických způsobů léčby zpomalujících progresi krátkozrakosti u dětí. Termín myopia control zahrnuje více než

jednu metodu kontroly krátkozrakosti. Je důležité kontrolovat nárůst krátkozrakosti, zejména u té vysoké, kvůli komplikacím, které jsme probírali dříve.

Existují čtyři hlavní způsoby léčby krátkozrakosti. Jedná se o oční kapky s atropinem, multifokální kontaktní čočky, ortokeratologie a multifokální brýlové čočky. Žádná z těchto metod neprobíhá operativně. Nejinvazivnější metodou jsou atropinové kapky do očí, protože se jedná o farmakologické léky. „K dnešnímu dni je atropin jediným lékem, u kterého bylo prokázáno, že je trvale účinný při zpomalení progresu refrakční vady u myopů.“¹⁴ Je prokázáno, že k tomuto zpomalení růstu myopie dochází při použití očních kapek s 0.01 % atropinu. Toto množství je rovněž vhodné i z důvodu eliminace systémových vedlejších účinků. Léčba atropinem není v Evropě příliš běžná.^{15,16}

Jednou z možností je ortokeratologie. Jedná se o speciálně tvarovanou kontaktní čočku. Kontaktní čočky používané na ortokeratologii jsou tvrdé RGP čočky, které se nosí v noci. Jejich tvar je designován tak, aby došlo k oploštění rohovky, čímž dojde ke změně dioptrické hodnoty oka. Ráno po vytažení kontaktní čočky z oka, tak je dotyčný pacient schopný vidět i bez brýlí. Nejedná se o trvalou metodu. Pokud čočky delší dobu, nebude pacient nosit, rohovka se vrátí do původního stavu. Ortokeratologie je oproti léčbě atropinem bezpečnější. Problém zde působí hlavně infekce oka způsobené nevhodnou hygienou pacienta.¹⁷



Obr. 2: Působení orto-k kontaktní čočky na oko¹⁸

Další možností je korekce víceohniskovými čočkami. Používají se multifokální kontaktní, nebo brýlové čočky. U kontaktních multifokálních čoček bylo prokázáno, že u dětí došlo až u 50 % z nich během 2 let jejich nošení ke zpomalení progresu myopie. U kontaktních čoček se používá asférický design se středovou zónou do dálky. Dosahujeme zde tak periferního rozostření. Periferní rozostření je pro oko signálem ke zpomalování růstu myopie a zároveň necháváme ostrý obraz na ose vidění.¹⁹⁻²¹

U brýlových čoček lze použít tři varianty. Jsou to bifokální brýlové čočky, klasické multifokální čočky, nebo relativně nové multifokální čočky s periferním

rozostřením – DIMS (MiYOSMART Hoya), periferní asférický design (MioVision Pro Zeiss) ... Výhodou brýlových čoček je jejich snadná aplikace a malé komplikace.^{20, 21}

Výzkum

Metodika výzkumu

Pro studii byli vybráni studenti středních škol a měření bylo provedeno se svolením školy přímo ve budově školy během výuky. Měření probíhá objektivně přístrojem Welch Allyn® Spot® Vision Screener. Do skupiny jsou zařezováni studenti se všemi druhy refrakčních vad. Zároveň s měřením probíhá vyplnění dotazníků s doplňujícími informacemi. Studenti budou následně měřeni s ročním rozestupem pro zjištění nárůstu dioptrií.

Vzhledem k tomu, že výzkum ke dni psaní tohoto článku stále probíhá, je výzkumná skupina prozatím pouze předběžná. Jedná se o skupinu 30 studentů střední zdravotnické školy ve věku 17 let. Každý z těchto studentů byl prozatím změřen 1x.

Výsledky výzkumu

První hypotéza – většina studentů bude mít myopii, byla vyvrácena. Ve zkoumaném vzorku je nejvíce studentů emetropických. To znamená, že jejich refrakční vada je v rozmezí $<0.00\text{ D}; + 0.75\text{ D}>$.

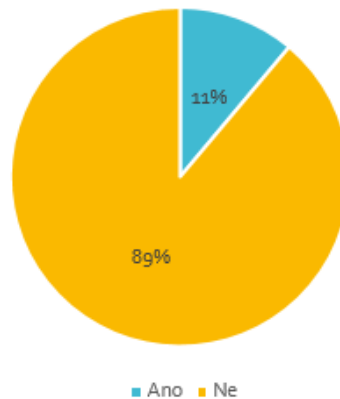


Obr. 3: Rozložení refrakčních vad

Druhá hypotéza – u studentů, u kterých je kladen důraz na vyšší vzdělávací výkon, bude myopie narůstat ve větším procentu, prozatím nebyla z důvodu velikosti zkoumané skupiny a doby trvání výzkumu vyvrácena, ani potvrzena.

Třetí hypotéza – většina myopických studentů ($\geq 95\%$) nikdy neslyšela o myopia control a jejích možnostech byla vyvrácena. Mezi studenty se našlo 11 %, kteří věděli, co to myopia control je. Myslím si, že k vyvrácení došlo z důvodu zařazení do zkoumané kontroly velkého procenta studentů středních zdravotnických škol.

Slyšel/a jsi někdy o myopia control?



Obr. 4: Rozdělení studentů podle toho, jestli slyšeli o myopia control

Diskuse

Při stanovování hypotéz jsem vycházela ze zahraničních studií. Jednou z nich byl článek *The myopia boom*, který uvádí, že za posledních 60 let došlo v Číně ke zvýšení incidence myopie z 20 % na 90 %. Tato skutečnost se týká hlavně adolescentů a je poměrně úzce navázána na moderní způsob života. V české studii *Myopia Progression Risk: Seasonal and Lifestyle Variations in Axial Length Growth in Czech Children* byly vyšetřovány děti ve věku 11–17 let a kritériem byly 3 hodiny denně trávené u počítače. Tato studie jasně prokázala negativní vliv práce na blízko. Ačkoli mnohé studie ukazují k tomu, že rozložení refrakčních vad v populaci zhruba odpovídá Gaussově křivce s vrcholem v emetropických hodnotách tj. $<0.00\text{ D}; + 0.75\text{ D}>$. Tato Gaussova křivka nicméně zahrnuje lidi všech věkových kategorií. Díky studiím však víme, že prevalence vzniku myopie u mladých lidí je větší než u starších. Tato skutečnost přirozeně souvisí s vývojem oka v průběhu života. Tyto skutečnosti byly předpokladem ke stanovení první a druhé hypotézy. Ani jedna z těchto hypotéz zatím nebyla v mém výzkumu potvrzena. První hypotéza byla navíc vyvrácena ve prospěch Gaussovy křivky tejně s tou pro souhrn všech věkových kategorií.^{1,22, 23}

U druhé hypotézy jsem vycházela z faktu, že ortokeratologie se v Česku v současnosti prakticky nepoužívá. Léčba atropinem je trochu rozšířenější, ale také se nejedná o běžnou metodu. V současné době probíhá výzkum, který ukáže efektivitu zpomalení progresu

myopie atropinem u středoevropské populace. Co se týká možností korekce brýlovými, nebo kontaktními čočkami v Česku je nejvíce používaná podkorekce. Tato metoda se pro sporné výsledky ve světě příliš nepoužívá. Tyto skutečnosti mě vedly k položení hypotézy, že $\geq 95\%$ nikdy neslyšela o myopia control a jejích možnostech. Tato hypotéza byla v této skupině probandů vyvrácena.^{24,25,26}

Závěr

Cílem tohoto článku je přiblížit veřejnosti skutečnost, že ve světě dochází na mnohem místech k výraznému nárůstu myopie, a že tato skutečnost by neměla být přehlížena ani u nás. Zároveň tato práce reaguje na velké množství informačních bludů a pomáhá tak informovat veřejnost o tom, jak myopie vzniká a jakými metodami lze nárůst myopie účinně zpomalit.

Zdroje:

1. Dolgin E. The myopia boom. *Nature*. 2015;519(7543):276-278. doi:10.1038/519276a. Accessed January 29, 2022
2. Spillmann L. Stopping the rise of myopia in Asia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020;258(5):943-959. doi:10.1007/s00417-019-04555-0. Accessed January 29, 2022.
3. Chmelík R. Brýlová optika [Spectacle Optics]. [Powerpoint] presented at: BOB00221p; 2019; Brno, Czechia.
4. Sokolová Šídllová J. Nauka o refrakci [The Science of Refraction]. [Powerpoint] presented at: BONR0341p; 2019; Brno, Czechia.
5. Anton M. Refrakce. Myopie [Myopia]. *ČOO*. 2006;47(1/2006):18-20. https://www.4oci.cz/archiv_4o23-2006-8
6. Anton M. Vývoj refrakce oka. Úvodní článek nové rubrik [Evolution of eye refraction. Introductory article of the new column]. *ČOO*. 2005;46(01/2005):8.
7. Anton M. Vývoj refrakce oka [Evolution of eye refraction]. *ČOO*. 2005;02/2005(46):10.
8. Nováková M. Dědičnost v anamnéze [History of heredity.] *ČOO*. 2011;52(03/2011):28-29.

9. Imtiaz HS, Sharjeel M, Malik IQ. Co-relation of Myopia with the Use of Smart Phones and Outdoor Activities. *Pakistan Journal of Ophthalmology*. 2020;36(4):376-380. doi:10.36351/pjo.v36i4.1067. Accessed January 31, 2022.
10. Parssinen O, Kauppinen M. Associations of near work time, watching TV, outdoors time, and parents' myopia with myopia among school children based on 38-year-old historical data. *Acta Ophthalmol*. 2021;100(2):430-438. doi:10.1111/aos.14980. Accessed January 31, 2022.
11. Lanca C, Saw SM. The association between digital screen time and myopia: A systematic review. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020;40(2):216-229. doi:10.1111/opo.12657. Accessed January 31, 2022.
12. Mark HH. Myopia and glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand*. 2002;80(2):230-231. doi:10.1034/j.1600-0420.2002.800224.x. Accessed March 3, 2022.
13. Rezapour J, Bowd C, Dohleman J, et al. The influence of axial myopia on optic disc characteristics of glaucoma eyes. *Sci Rep*. 2021;11(1):8854. doi:10.1038/s41598-021-88406-1. Accessed March 8, 2022.
14. Wu Q, Chen Q, Lin B, et al. Relationships among retinal/choroidal thickness, retinal microvascular network and visual field in high myopia. *Acta Ophthalmol*. 2020;98(6):709-714. doi:10.1111/aos.14372. Accessed March 8, 2022.
15. Wu PC, Chuang MN, Choi J, et al. Update in myopia and treatment strategy of atropine use in myopia control. *Eye*. 2019;33(1):3-13. doi:10.1038/s41433-018-0139-7. Accessed March 12, 2022.
16. Parry N. How to Use Low-Dose Atropine to Slow Myopic Progression in Kids. *American Academy of Ophthalmology*. <https://www.aao.org/eyenet/article/how-to-use-low-dose-atropine-to-slow-myopic-progre>. Accessed March 12, 2022.
17. Mukamal R. What Is Orthokeratology? *American Academy of Ophthalmology*. <https://www.aao.org/eye-health/glasses-contacts/what-is-orthokeratology>. Accessed March 9, 2022.
18. Ortho-K – Overnight Corrective Contact Lenses. *OCULA*. <https://www.ocula.co.nz/contact-lenses/ortho-k/>. Accessed March 12, 2022.

19. Walline JJ, Greiner KL, McVey EM, Jones-Jordan LA. Multifocal contact lens myopia control. *optom Vis sci.* 2013; 90(11):1207-14. doi:10.1097/OPX.000000000000036. Accessed March 13, 2022.
20. Akinbinu TR, Naidoo KS, Wajuihian SO. Myopia control in the 21st century: A review of optical methods (2000–2019). *Afr Vision Eye Health.* 2020;79(1), a499. <https://doi.org/10.4102/aveh.v79i1.499>. Accessed March 15, 2022.
21. Spectacle Lenses For Myopia Control Part 3: New Designs And Latest Studies. Myopia Profile. <https://www.myopiaprofile.com/myopia-control-spectacles-part-3-new-designs-latest-studies/>. Accessed March 15, 2022.
22. Rusnak S, Salcman V, Hecova L, Kasl Z. Myopia Progression Risk: Seasonal and Lifestyle Variations in Axial Length Growth in Czech Children. *J. Ophthalmol.* 2018; 2018:1-5. <https://doi.org/10.1155/2018/5076454>. Accessed March 16, 2022.
23. Wolfram C, Höhn R, Kottler U, et al. Prevalence of refractive errors in the European adult population: the Gutenberg Health Study (GHS). *J. Ophthalmol.* 2014;98(7):857-861. doi:10.1136/bjophthalmol-2013-304228. Accessed March 16, 2022.
24. M, Pluháček F. Optické vlastnosti myopické korekce ortokeratologickými kontaktními čočkami (případová studie) [Optical properties of myopic correction by orthokeratological contact lenses (case study)]. *Čes. a slov. Oftal.* 2017;73(1):17-23. <https://cs-ophthalmology.cz/en/journal/articles/11>. Accessed March 16, 2022.
25. Akibinu TR, Naidoo KS, Wajuihian SO. Myopia control in the 21st century: A review of optical methods (2000–2019). *Afr Vision Eye Health.* 2020;79(1): a499. <https://doi.org/10.4102/aveh.v79i1.499>. Accessed March 16, 2022.
26. TA ČR Starfos. Randomizovaná dvojité zaslepená placebem kontrolovaná multicentrická studie účinnosti a bezpečnosti vysoce ředěného atropinového collyria při zpomalování rozvoje krátkozrakosti u dětí. [A Randomised, double-blinded, placebo-controlled, multicenter study of efficacy, safety and side effects of highly diluted atropine collyrium in slowing the progression of myopia (shortsightedness) in children.]. <https://starfos.tacr.cz/cs/project/NU21-07-00189>. Accessed March 16, 2022.

Myopia control

Bc. Alena Trenzová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Abstract

This article deals with the topic myopia control. I am going to get you to know what myopia is and what its occurrence is. I am going to tell you the complications of myopia and at the possibilities for treatment of myopia. At the same time, I will present the methodology and provisional research results.

Keywords

myopia, myopia control, orthokeratology, refractive errors, children and adolescents, progression

Introduction

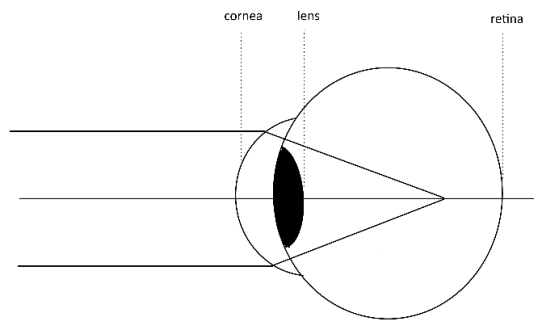
There is currently an increase in myopia around the world. South-eastern and Eastern Asia is experiencing the biggest boom in the east, with up to 90% of teens in some areas short-sighted.¹ And as I have already indicated, this is not just an Asian problem. Even within Europe and North America, the number of myopes in the juvenile population is over 40%.²

Therefore, myopia control is an increasingly topical issue. What can we do about this situation? Why is it even good to control the progression of myopia? Is it also problem at our city? And does the public have any awareness of this issue?

Myopia

Myopia, another word for myopia, is a condition in which parallel rays are focused front of the retina. That means a blurred image hits the retina. It is just a refractive error in the eye where the punctum remotum is located at a finite distance in front of the eye. For a given man do means that he is able to see clearly only to the distance of this punctum remotum and all objects that lies further than punctum remotum appears to him unfocused. Myopia is subjectively characterised by blurred vision into the distance, eye rubbing, squinting, difficulty seeing in gloomy and often headaches. Myopia is not the

same in each person, it can be divided by different criteria such as etiology or growth. Myopia can be corrected by glasses or contact lenses with minuscule dioptres.^{3,4}



Pic. 1: Myopia⁵ "redrawn by author "

The following factors have the greatest influence on refraction and on the formation of refraction defects: corneal refraction, lens refraction, anterior chamber depth and length of the eye. The development and growth of the eye is completed after birth and is a complex harmony of events that constantly attempt to emmetropize the eye. Statistics show that if we think of our nation's population at all ages, about 75% of the population can be considered emmetropic. So, we see that the emmetropization process is very efficient. Myopia is found in up to 20% of the population in our population.^{4,6,7}

Genetics are undoubtedly involved in the development of refractive defects, including myopia. Mr. doc. MUDr. Milan Anton, CSc. published an article in which he was even more accurate. He literally wrote: "When school myopia is found, at 40-60% both parents have myopia, at 23-40% one parent and only at 6-15% neither parent has myopia."⁵ However, genetics is not the only factor. We now know that the environment also has an important influence on the emergence of myopia. Many studies agree that there is an association between near-term work and the prevalence of myopia. One of these studies shows that for every hour spent outdoors weekly, the prevalence of myopia decreased by 2%. Working at near distance was the opposite, and with each additional hour indoors the risk of developing myopia increases. Another of these studies refers to the fact that light sources, or sleep time, could also be a reason.^{6,8-11}

Myopia, especially the high myopia (> -6 D), or progressive myopia, can be a serious complication for human beings. This is because myopia is often caused by elongation of axial length. Such a "large" eye then affects the surrounding organs, causing changes mainly in the posterior segment. These are morphological changes in the optic nerve and

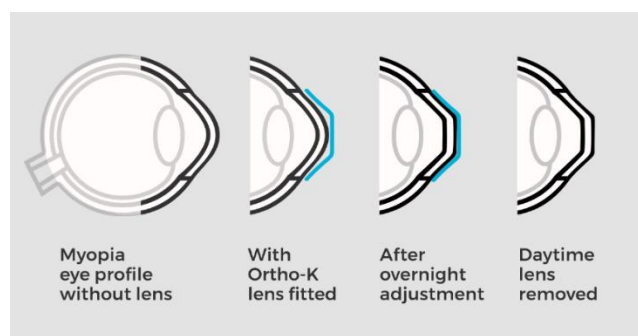
the fundus - retinal thickness, visual field defects. But also, it can cause glaucoma, or cataract.¹²⁻¹⁴

Myopia control

"Myopia control" is the term used to describe specific treatments to slow the progression of nearsightedness in children. The term myopia control includes more than one method of controlling nearsightedness. It is important to control myopia especially in high myopia because of complication we discussed before.

There are four primary categories of myopia control treatments. It is atropine eye drops, multifocal contact lenses, orthokeratology, and multifocal eyeglasses. All these methods are surgery-free. The most invasive method is atropine eyedrops because they are drugs "To date atropine is the only drug that has been shown to be consistently effective at slowing the progression of refractive defects in myopes."¹⁵ This slowing of myopia growth is shown to be effective when there are used eye drops with 0.01% atropine. This this concentration is also appropriate for the elimination of systemic side effects. Treatment with atropine is not very common in Europe.^{15,16}

One of the possibilities is orthokeratology (also known as ortho-k). It is a special fitted contact lens. Contact lenses used for orthokeratology are rigid, gas-permeable lenses worn at night. Their shape is designed to flatten the cornea. It is changing the dioptric value of the eye. The morning after pulling the contact lens out of the eye the patient can see without the glasses. This is not a permanent method. If the lenses are not worn for a long period of time, the cornea will return to its original shape. Orthokeratology is safer than atropine treatment. The problem here is mainly with the eye infections caused by improper hygiene of the patients.¹⁷



Pic. 2: Effect of ortho-k contact lenses on the eye¹⁸

Other possibility is treatment by multifocal lenses. It can be multifocal contact lenses or multifocal spectacle lenses. There is a proof that using multifocal contact lens helps

reduce myopia progress in children. Up to 50 % of all the children in study. There are use contact lenses with an aspherical design in myopia control. These multifocal contacts have a primary viewing zone in the centre of the lens. The primary viewing zone is for distance, and it is surrounded by concentric rings of near powers. This achieves peripheral defocus. Peripheral defocus is a signal to the eye to slow the growth of myopia, while leaving a sharp image on the axis of vision.¹⁹⁻²¹

Three variants can be used for spectacle lenses. These variants are bifocal lenses, multifocal lenses, or multifocal lenses with peripheral blur - DIMS (MiYOSMART Hoya), peripheral aspherical design (MioVision Pro Zeiss) ... The advantage of spectacle lenses is their easy application and a lack of complications.^{20, 21}

Research

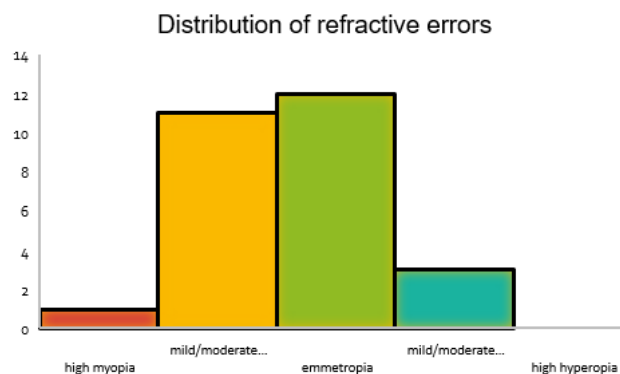
Methodology of research

High school students were selected for the study. The measurement is taken objectively with the Welch Allyn® Spot® Vision Screener. Students with all kinds of refractive defects are cut into the group. Completion of questionnaires with additional information is carried out at the same time as the measurement. Students will then be measured with a yearly spacing to detect an increase in dioptres.

As the research is still ongoing, the research group is only preliminary for now. It is a group of 30 high school medical students aged 17. Each of these students has been measured once for the time being.

Results of research

The first hypothesis - most students will have myopia - has been disproved. In this study the most students are emmetropic. This means that their refractive error is within $< 0.00 \text{ D}; + 0.75 \text{ D}>$.

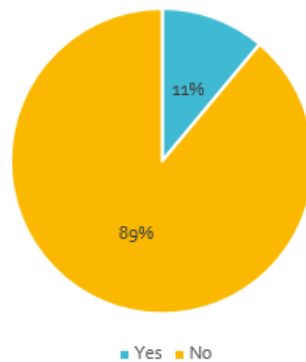


Pic. 3: Distribution of refractive errors in the population

The second hypothesis - for students who emphasise higher educational performance, myopia will increase in a larger percentage - so far has not been disproved or confirmed due to the size of the study group and the duration of the research.

The third hypothesis - most myopia students ($\geq 95\%$) have never heard of myopia control and its possibilities - have been disproved. 11% of students knew what myopia control is. I think the disprovement was due to the large percentage of secondary medical school students in the sample.

Have you ever heard of myopia control?



Pic. 4: Classification of students according to whether they heard about myopia control

Discussion

I based my hypotheses on international studies. One of them was the article The myopia boom. It describes that over the past 60 years there has been an increase in the incidence of myopia in China from 20% to 90%. This trend mainly concerns adolescents and is relatively closely linked to the modern way of life. In the Czech study called Myopia Progression Risk: Seasonal and Lifestyle Variations in Axial Length Growth in Czech Children were investigated children aged 11-17 and the criterion examined was spending 3 hours a day on a computer. This study clearly demonstrated the negative effect of near work. Although many studies show that the distribution of refractive errors in a population is roughly equivalent to the Gaussian function with a peak in emmetropic values i.e., $<0.00\text{ D}; +0.75\text{ D}>$. Nonetheless, this Gaussian function includes people of all ages. However, thanks to studies, we know that the prevalence of myopia in young people is greater than in the elderly. These facts were a prerequisite for establishing the first hypotheses and the second hypotheses. Neither of these hypotheses has yet been confirmed in my research. Furthermore, the first hypothesis was disproved.^{1,22,23}

The second hypothesis was based on the fact that orthokeratology is currently barely used in the Czech Republic. Treatment with atropine is a little more prevalent, but it's also not a common method. Research is currently underway to show the effectiveness of slowing the progression of myopia by atropine in the Central European population. Regarding the possibility of correction by spectacle or contact lenses in the Czech Republic is the most used undercorrection. This method is not widely used for contentious results in the world. These facts led me to hypothesize that $\geq 95\%$ had never heard of myopia control and its possibilities. This hypothesis has been disproved in this group of probands.^{24,25,26}

Conclusion

The aim of this article is to bring to public attention the fact that there is an increase in myopia in the world, and that this fact is important also for us. At the same time, this work responds to many information delusions, helping to inform the public about myopia and the methods of myopia control.

Resources:

1. Dolgin E. The myopia boom. *Nature*. 2015;519(7543):276-278. doi:10.1038/519276a. Accessed January 29, 2022
2. Spillmann L. Stopping the rise of myopia in Asia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2020;258(5):943-959. doi:10.1007/s00417-019-04555-0. Accessed January 29, 2022.
3. Chmelík R. Brýlová optika [Spectacle Optics]. [Powerpoint] presented at: BOB00221p; 2019; Brno, Czechia.
4. Sokolová Šídlová J. Nauka o refrakci [The Science of Refraction]. [Powerpoint] presented at: BONR0341p; 2019; Brno, Czechia.
5. Anton M. Refrakce. Myopie [Myopia]. *ČOO*. 2006;47(1/2006):18-20. https://www.4oci.cz/archiv_4o23-2006-8
6. Anton M. Vývoj refrakce oka. Úvodní článek nové rubrik [Evolution of eye refraction. Introductory article of the new column]. *ČOO*. 2005;46(01/2005):8.
7. Anton M. Vývoj refrakce oka [Evolution of eye refraction]. *ČOO*. 2005;02/2005(46):10.
8. Nováková M. Dědičnost v anamnéze [History of heredity.] *ČOO*. 2011;52(03/2011):28-29.

9. Imtiaz HS, Sharjeel M, Malik IQ. Co-relation of Myopia with the Use of Smart Phones and Outdoor Activities. *Pakistan Journal of Ophthalmology*. 2020;36(4):376-380. doi:10.36351/pjo.v36i4.1067. Accessed January 31, 2022.
10. Parssinen O, Kauppinen M. Associations of near work time, watching TV, outdoors time, and parents' myopia with myopia among school children based on 38-year-old historical data. *Acta Ophthalmol*. 2021;100(2):430-438. doi:10.1111/aos.14980. Accessed January 31, 2022.
11. Lanca C, Saw SM. The association between digital screen time and myopia: A systematic review. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020;40(2):216-229. doi:10.1111/opo.12657. Accessed January 31, 2022.
12. Mark HH. Myopia and glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand*. 2002;80(2):230-231. doi:10.1034/j.1600-0420.2002.800224.x. Accessed March 3, 2022.
13. Rezapour J, Bowd C, Dohleman J, et al. The influence of axial myopia on optic disc characteristics of glaucoma eyes. *Sci Rep*. 2021;11(1):8854. doi:10.1038/s41598-021-88406-1. Accessed March 8, 2022.
14. Wu Q, Chen Q, Lin B, et al. Relationships among retinal/choroidal thickness, retinal microvascular network and visual field in high myopia. *Acta Ophthalmol*. 2020;98(6):709-714. doi:10.1111/aos.14372. Accessed March 8, 2022.
15. Wu PC, Chuang MN, Choi J, et al. Update in myopia and treatment strategy of atropine use in myopia control. *Eye*. 2019;33(1):3-13. doi:10.1038/s41433-018-0139-7. Accessed March 12, 2022.
16. Parry N. How to Use Low-Dose Atropine to Slow Myopic Progression in Kids. *American Academy of Ophthalmology*. <https://www.aao.org/eyenet/article/how-to-use-low-dose-atropine-to-slow-myopic-progre>. Accessed March 12, 2022.
17. Mukamal R. What Is Orthokeratology? *American Academy of Ophthalmology*. <https://www.aao.org/eye-health/glasses-contacts/what-is-orthokeratology>. Accessed March 9, 2022.
18. Ortho-K – Overnight Corrective Contact Lenses. *OCULA*. <https://www.ocula.co.nz/contact-lenses/ortho-k/>. Accessed March 12, 2022.

19. Walline JJ, Greiner KL, McVey EM, Jones-Jordan LA. Multifocal contact lens myopia control. *optom Vis sci.* 2013; 90(11):1207-14. doi:10.1097/OPX.000000000000036. Accessed March 13, 2022.
20. Akinbinu TR, Naidoo KS, Wajuihian SO. Myopia control in the 21st century: A review of optical methods (2000–2019). *Afr Vision Eye Health.* 2020;79(1), a499. <https://doi.org/10.4102/aveh.v79i1.499>. Accessed March 15, 2022.
21. Spectacle Lenses For Myopia Control Part 3: New Designs And Latest Studies. Myopia Profile. <https://www.myopiaprofile.com/myopia-control-spectacles-part-3-new-designs-latest-studies/>. Accessed March 15, 2022.
22. Rusnak S, Salcman V, Hecova L, Kasl Z. Myopia Progression Risk: Seasonal and Lifestyle Variations in Axial Length Growth in Czech Children. *J. Ophthalmol.* 2018; 2018:1-5. <https://doi.org/10.1155/2018/5076454>. Accessed March 16, 2022.
23. Wolfram C, Höhn R, Kottler U, et al. Prevalence of refractive errors in the European adult population: the Gutenberg Health Study (GHS). *J. Ophthalmol.* 2014;98(7):857-861. doi:10.1136/bjophthalmol-2013-304228. Accessed March 16, 2022.
24. M, Pluháček F. Optické vlastnosti myopické korekce ortokeratologickými kontaktními čočkami (případová studie) [Optical properties of myopic correction by orthokeratological contact lenses (case study)]. *Čes. a slov. Oftal.* 2017;73(1):17-23. <https://cs-ophthalmology.cz/en/journal/articles/11>. Accessed March 16, 2022.
25. Akibinu TR, Naidoo KS, Wajuihian SO. Myopia control in the 21st century: A review of optical methods (2000–2019). *Afr Vision Eye Health.* 2020;79(1): a499. <https://doi.org/10.4102/aveh.v79i1.499>. Accessed March 16, 2022.
26. TA ČR Starfos. Randomizovaná dvojité zaslepená placebem kontrolovaná multicentrická studie účinnosti a bezpečnosti vysoce ředěného atropinového collyria při zpomalování rozvoje krátkozrakosti u dětí. [A Randomised, double-blinded, placebo-controlled, multicenter study of efficacy, safety and side effects of highly diluted atropine collyrium in slowing the progression of myopia (shortsightedness) in children.]. <https://starfos.tacr.cz/cs/project/NU21-07-00189>. Accessed March 16, 2022.

Korelace mezi refrakčními vadami a migrénou

Bc. Veronika Koňáříková, doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Projekt specifického výzkumu rektora [MUNI/C/1698/2021](#)

Anotace

V této práci se zabývám vztahem mezi refrakčními vadami a možnými bolestmi hlavy případně migrenózními stavy. V teoretické části jsou popsány refrakční vady a jejich korekce. Dále se práce věnuje měření objektivní a subjektivní refrakce. Následný celek popisuje bolesti hlavy a migrény, jejich vznik a možné příčiny. Výzkumná část si klade za cíl zjistit vztah mezi bolestí hlavy/migrénou a refrakční vadou. Výzkum je v závěru srovnán s publikovanými články na totéž téma.

Klíčová slova

refrakční vady, bolesti hlavy, migréna, aura, dotazník MIDAS, astigmatismus, anizometropie

Úvod

Bolesti hlavy bývají jednou z nejčastějších příčin, které mají mnohé dopady na naše zdraví. Život ovlivňují od zhoršení nálady přes deprese až s někdejšími následkem navození pocitu strachu. Migrény jsou popisovány jako opakující se bolesti hlavy s různou délkou trvání v rozmezí 4-72 hodin. Spolu s vlastní bolestí se objevují četné doprovodné příznaky, mezi které patří například nauzea, zvracení, přecitlivělost na světlo (fotofobie), pak méně častá přecitlivělost na hluk (fonofobie) a ojedinělá přecitlivělost na pachy nebo vůně (osmofobie). Bolest většinou začíná jako tupá a s nabývajícím intenzitou mění svůj charakter na pulsující až ostrou, která se zhoršuje běžnou pohybovou aktivitou či zátěží. Střední až silná intenzita bolesti hlavy vede často k vyloučení jedince z jakéhokoli zapojení v osobním, společenském či pracovním životě.^{1,2}

U migreniků může nastat snížení intenzity a frekvence výskytů záchvatů právě v období klidu, kdy je pacient hospitalizován, pobývá na dovolené, po prvním trimestru nebo po jiném období klidu. Zde se dá hovořit o pomyslné remisi.^{1,2}

Spolu s bolestí hlavy se kromě doprovodných příznaků vyskytuje také aura. Jedná se o světelné záblesky zvané fosfény, které se pohybují napříč zorným polem jako bílé nebo i barevné scintilující skotomy. Zmíněné vjemy se postupně odsouvají směrem k periférii jednoho hemipole s následným vybavením skotomu.¹

Metodika výzkumu

Cílem teoretické části bylo co nejsrozumitelněji přiblížit problematiku migrenózních záchvatů a dále nalézt jejich možné ovlivnění zavedením správné korekce.

Cíle empirické části práce

- Cílem studie je zjistit, zda používání správné korekce může nějakým způsobem ovlivnit průběh migrény a její intenzitu.
- Na základě výzkumu se očekává, že u pacientů trpících bolestmi hlavy a migrénami dojde ke snížení frekvence obtíží. Jedinci s obtížemi budou mít vyšší stupně astigmatismu a u pacientů s častými bolestmi hlavy bude přítomna anizometropie.^{3,4,5}

Stanovené hypotézy

- Po zavedení správné (nové) korekce dojde ke snížení frekvence migrenózních obtíží.
- Pacienti s bolestmi hlavy a migrénami mívají přítomen astigmatismu ($\geq 0,5D$).
- U pacientů s migrénou je zjištěna anizometropie ($\geq 0,75D$).

V rámci anamnézy jsou pacientovi kladeny otázky, které se také týkají bolestí hlavy a její intenzity. Pokud se obtíže potvrdí, klient je požádán o vyplnění předloženého dotazníku MIDAS (Migraine Disability Assessment Scale). Poté se přechází ke klasickému změření refrakce na autorefraktometru a stanovení vhodné subjektivně korekce. Pokud pacient nějaké brýle již vlastní, přejde se k jejímu ověření. Po 3 měsících je pacient požádán o opětovné vyplnění dotazníku tak, aby bylo možné posoudit účinek nové korekce.

Během stanovení subjektivní korekce je důležité ponechat pacienta adaptovat na jednotlivé hodnoty korekčních členů. Ptáme se, zda jej korekce nějak „netáhne“ či není nijak nepohodlná a dbáme, aby byla binokulárně dobře snášena. Těmto dotazům je kladen velký důraz, protože právě u citlivějších jedinců jsou drobné rozdíly v korekci vnímány výrazněji a mohly by mít za následek vybavení migrény. Každému pacientovi je doporučena návštěva neurologa či obvodního lékaře.

Zavedený dotazník MIDAS má za úkol kvantifikovat postižení související s bolestí hlavy z hlediska 3 měsíců. Dle dosaženého skóre se migréna dělí na 4 stupně, kdy I. značí lehkou formu a IV. těžké omezení. Dotazník sestává z celkových 7 otázek. Prvních 5 otázek se týká frekvence obtíží, následující 2 otázky pak hodnotí intenzitu bolestí. Ze získaných hodnot pak dostáváme orientační skóre migrén. Existuje řada studií, které se zabývají spolehlivostí a účinností dotazníku. Dotazník označován zkratkou MIDAS je nejčastěji používaným dotazníkem, má své limity, proto jeho použití u pacientů je pouze orientační a nelze nahradit klasickým neurologickým vyšetřením. Z něj získané hodnoty se většinou shodují s daty získaných z deníkových záznamů pacientů. Samotné vyplnění spolu s vyhodnocením dotazníku je vždy subjektivní.^{1,6}

Do studie se zapojilo (k 19.4.2022) celkem 20 jedinců s průměrným věkem 24,8 let přičemž nejmladšímu je 20 a nejstaršímu 40 let. V této skupině probandů je 15 myopů a 5 hypermetropů. Větší zastoupení tvoří ženy k mužům v poměru 17:3. Všichni účastníci se do výzkumu zapojili dobrovolně a s písemným souhlasem.

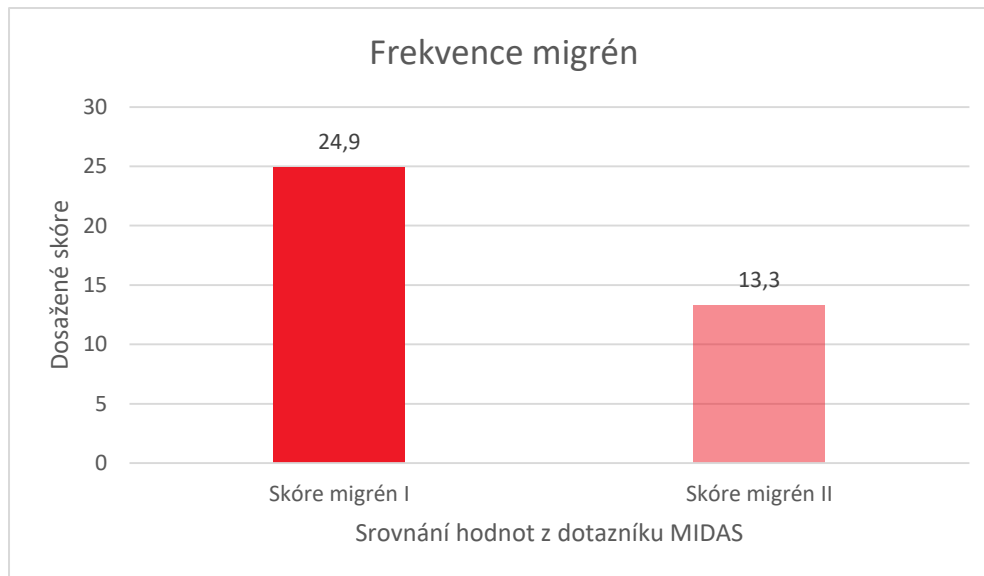
Výsledky

Výzkum započal v lednu roku 2022 a stále pokračuje. Z tohoto důvodu budou uvedeny dílčí výsledky. Z celkového počtu 20 jedinců korekci aktivně užívá 16 avšak výsledky s tříměsíčním odstupem jsou známy pouze u 10 z nich.

Hypotéza 1

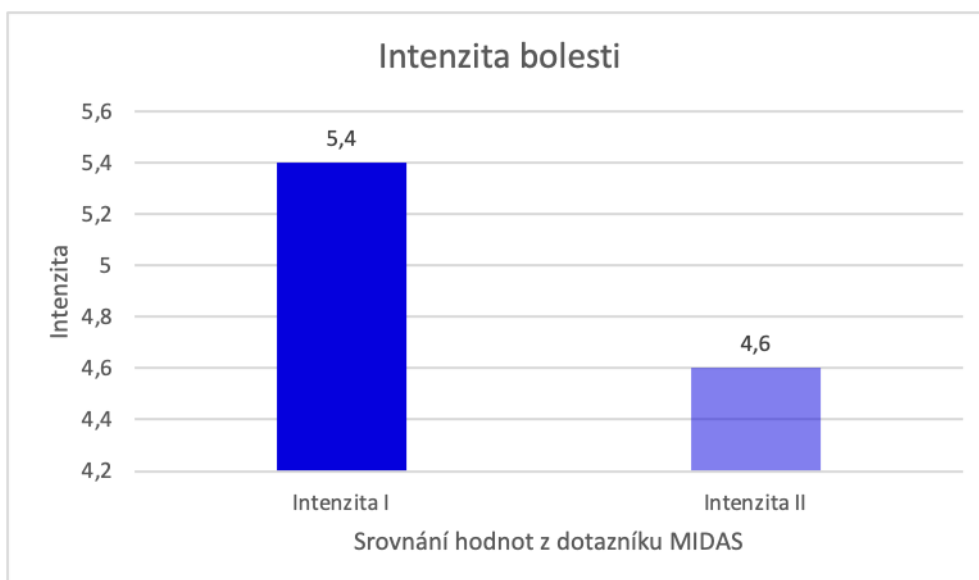
První stanovená hypotéza se zaměřuje na zavedení správné korekce a její vliv na frekvenci migrenózních obtíží. V následující části se zabýváme účinkem u 10 klientů u kterých je znám výsledek vlivu korekce s odstupem 3 měsíců.

Účinek korekce je zaznamenán na grafu 1. V grafu je zaneseno průměrné skóre těchto deseti jedinců získané při prvním vyplnění dotazníku a po opětovném zodpovězení otázek. Na základě těchto hodnot došlo k poklesu výskytu migrenózních stavů. Došlo ke zlepšení frekvence bolesti hlavy u všech 10 pacientů. V průměru se obtíže zlepšily o $48,1 \pm 7,84$ %.



Graf 1: Vliv korekce na frekvenci migrenózních obtíží

Intenzita bolesti je vnímána vždy velmi subjektivně. Na následujícím grafu jsou opět zaznamenány hodnoty z prvního a následně opětovného vyplnění dotazníku MIDAS. V tomto případě došlo k zmírnění intenzity bolesti u 6 pacientů z 10 což odpovídá $13,1 \pm 4\%$. U některých zůstala hodnota stejná. Tento předpoklad pojednávající o zavedení nové korekce a jejím vlivu na frekvenci obtíží se u tohoto vzorku pacientů potvrdil.

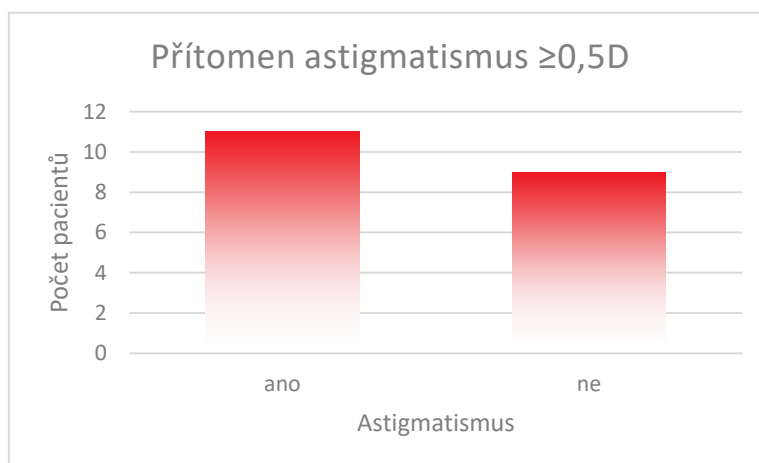


Graf 2: Ovlivnění intenzity bolesti po zavedení nové korekce

Hypotéza 2

Následující oblast výzkumu je zaměřena na korekci astigmatismu, který má nabývat hodnot větších nebo rovno 0,5 dioptrií. Ten je přítomen u 11 pacientů, tj. u 55

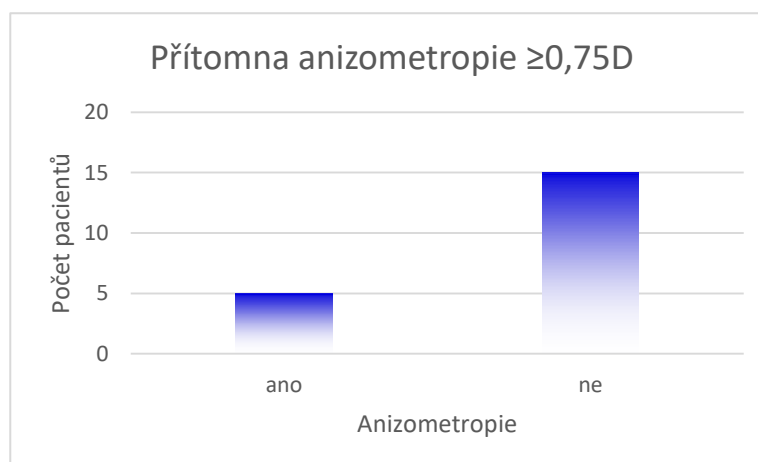
% . Očekávání týkající se přítomnosti vyššího stupně astigmatismu bylo na základě získaných dat potvrzeno.



Graf 3: Přítomnost astigmatismu větší nebo rovno 0,5 D

Hypotéza 3

Poslední stanovená hypotéza sleduje rozdílný refrakční stav mezi pravým a levým okem neboli anizometrii. Ta byla stanovená na hodnotu 0,75 D a větší. Takto stanovená anizometropie je přítomna u 5 jedinců z celkového počtu 20 čili u 25 %. Ze získaných dat je patrné, že se třetí pracovní hypotéza u této skupiny probandů nepotvrdila.



Graf 4: Přítomnost anizometropie větší nebo rovno 0,75 D

Diskuse

Migréna je jedna z nejčastějších vyčerpávajících onemocnění. Charakteristicky trvá několik hodin až dní s typickým pulzujícím projevem spolu s řadou doprovodných jevů. Celosvětově touto nemocí trpí 14% populace. V současné době lze migrénu považovat za reakci podmíněnou primární poruchou mozkového limbu v kombinaci s různými vnějšími faktory. Je známo, že se záchvaty migrény jsou spojeny zrakové příznaky. Ačkoli drobné refrakční vady nevyvolávají žádné výrazné bolesti hlavy, zato

podstatné refrakční vady mohou tyto problémy způsobovat. Ačkoli bylo provedeno několik studií ohledně možného vztahu mezi refrakčními vadami a bolestmi hlavy, jejich vzájemná souvislost je nejednoznačná.⁴

Publikace z roku 2016 s názvem „Refractive errors in patients with migraine headache“ a autory Alime Gunes et al. se zaměřuje na hodnocení refrakčních vad u pacientů s migrénou. Navzdory intenzivnímu výzkumu se souvislost mezi refrakční vadou a migrénou z této studie nepodařilo zjistit.⁴

Studie uvádějí, že nízká refrakční vada, zejména astigmatismus, jsou spojeny s migrénami. Turville tvrdil, že nekorigovaná refrakční vada je hlavní příčinou, nebo alespoň důležitým spouštěcím faktorem migrény. Dále Hartle a kol. uvedli, že pacienti s migrénou měli vyšší stupeň astigmatismu a anizometropii.⁴

Naproti tomu Wilmut zjistil podobný výskyt refrakčních vad u migrény a kontrolní skupiny a zaměřil se na vliv binokulárního vidění na migrénu. Rozdílná refrakční síla může mít vliv na fúzi a poruchy binokulárního vidění. Holopainen a kol. zaznamenali úplnou absenci migrény po refrakční operaci u pacientů s migrénou a anizometropií. Naznačili, že právě anizometropie může vyvolat funkční změny ve zrakových drahách, které jsou stimulační pro migrénu.⁴

Závěrem studie Alime Gunes et al. ukázala, že pacienti s migrénou mohou mít vyšší stupeň astigmatismu, SE a anizometropii. Měli by pravidelně absolvovat oftalmologické vyšetření, aby se zajistila vhodná korekce jejich refrakčních vad, protože četnost a závažnost migrenózních bolestí hlavy může být snížena korekcí refrakčních vad.⁴

Zdroje

1. Peterová V. *Migréna*. 1. vydání. Galén; 2013
2. Mastík J. *Migréna: průvodce ošetřujícího lékaře*. Maxdorf; 2007.
3. Harle DE, Evans BJW. The correlation between migraine headache and refractive errors. *Optometry and vision science* : official publication of the American Academy of Optometry. 2006;83(2): 82 - 87. doi:10.1097/01.opx.0000200680.95968.3e
4. Gunes A, Demirci S, Tok L, Tok O, Koyuncuoglu H, Yurekli VA. Refractive Errors in Patients with Migraine Headache. *Seminars in ophthalmology*. 2016;31(5):492-494. doi:10.3109/08820538.2014.962177

5. Hamed Momeni Moghaddam, Hadi Ostadi Moghaddam, Habibollah Nemati, Farshad Asgarizadeh, Marzieh Ehsani, Hossein Ansari. The refractive errors and migraine headaches. 17 - 12:(3)8;2010 <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.0822fcad1e2c46aba0e57d3c19a69787&lang=cs&site=ehost-live>
6. Stewart WF, Lipton RB, Kolodner KB, Sawyer J, Lee C, Liberman JN. Validity of the Migraine Disability Assessment (MIDAS) score in comparison to a diary-based measure in a population sample of migraine sufferers. *Pain*. 2000;88(1):41-52. doi:10.1016/S0304-3959(00)00305-5
7. Koňářková V. Korelace mezi refrakčními vadami a bolestmi hlavy. *Trendy v oční opt*. Published online 2022.

Corelation between refractive errors and migraine

Bc. Veronika Koňářiková, doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University

Rector's Project of the Specific Research [MUNI/C/1698/2021](#)

Annotation

The research deals with the correlation between refractive errors and potential headaches or migraine attacks. The theoretical part describes refractive errors and their correction. The thesis also includes the measurement of objective and subjective refraction. The following section describes headaches and migraines, their origin and possible causes. The research section aims to establish the correlation between headache/migraine and refractive error. Finally, the study is compared with published articles on the same topic.

Keywords

refractive errors, migraine, headache, aura, MIDAS questionnaire, astigmatism, anisometropia

Introduction

Headaches are usually one of the most common causes that have many effects on our health. They affect life from mood deterioration to depression and can lead to feelings of fear. Migraines are described as recurrent headaches with a duration ranging from 4-72 hours. Along with the pain itself, there are numerous accompanying symptoms, including nausea, vomiting, hypersensitivity to light (photophobia), then less frequently hypersensitivity to noise (phonophobia) and sporadic hypersensitivity to smells (osmophobia). The pain usually starts as a dull ache and changes in intensity to a throbbing or sharp pain that is made worse by normal physical activity or exertion. Moderate to severe headache intensity avoids any involvement in personal and social life.^{1,2}

Migraine patients may have a reduction in the intensity and frequency of seizures during periods of rest when the patient is hospitalized, on vacation, after the first trimester, or after another period of rest. Here we can speak of an imaginary remission.^{1,2}

In addition to headaches and accompanying symptoms, an aura also occurs. These are flashes of light called phosphenes that move across the field of vision as white or even coloured scintillating scotomas. The mentioned perceptions gradually move towards the periphery of one hemifield with following scotoma furnishing.¹

Methods

The aim of the theoretical part of the thesis was to present the problem of migraine attacks in the most comprehensible way and to find their possible influence by introducing the correct correction.

The aims of the empirical part of the thesis:

- The aim of the study is to find out whether using the right correction can in any way influence the duration and intensity of a migraine.
- Based on the research, it is expected that patients suffering from headaches and migraines will experience a reduction in the frequency of their complaints. Individuals with difficulties will have higher degrees of astigmatism and anisometropia will be present in patients with frequent headaches.^{3,4,5}

Hypotheses established:

- After the introduction of the correct (new) correction, the frequency of migraine problems will be reduced.
- Patients with headaches and migraines tend to have astigmatism ($\geq 0,5D$).
- Anisometropia ($\geq 0,75D$) is detected in migraine patients.

As part of the anamnesis, the patient is asked questions that also relate to the headache and its intensity. If the symptoms are confirmed, the client is asked to complete the MIDAS (Migraine Disability Assessment Scale) questionnaire provided. Refraction is then measured on an autorefractometer, and the appropriate subjective correction is determined. If the patient already owns some glasses, this is then checked. After 3 months, the client is asked to complete the questionnaire again so that the effect of the new correction can be assessed.

During the determination of the subjective correction, it is important to let the patient adapt to the individual values of the correction elements. We ask if the correction

is "pulling" or uncomfortable and make sure that it is well tolerated binocularly. These questions are very important, because it is in more sensitive individuals that small differences in correction are perceived more strongly and could lead to a migraine. Each patient is advised to see a neurologist or a general practitioner.

The MIDAS questionnaire was introduced to quantify headache-related disability in terms of 3 months. According to the score achieved, migraine is divided into 4 grades, with I indicating a mild form and IV a severe limitation. The questionnaire consists of a total of 7 questions. The first 5 questions relate to the frequency of complaints, the next 2 questions measure the intensity of the pain. The values are then used to obtain an orientation score for migraine. There are a number of studies that look at the validity and reliability of the questionnaire. The questionnaire known by the initials MIDAS is the most commonly used questionnaire, but it has its limitations, so its use in patients is only illustrative and cannot be substituted for a conventional neurological examination. The values obtained from the questionnaire usually correlate with the data obtained from the patients' diary records. The completion and evaluation of the questionnaire is always subjective.^{1,6}

The study involved (as of 19 April 2022) a total of 20 individuals with an average age of 24.8 years with the youngest being 20 years old and the oldest 40 years old. There are 15 myopes and 5 hypermetropes in this group of probands. Females are more represented to males with a ratio of 17:3. All participants participated in the research voluntarily and with written consent.

Results

The research began in January 2022 and is still ongoing. For this reason, partial results will be presented. Of the 20 individuals, 16 are actively using the correction, but results with a three-month interval are known for only 10 of them.

Hypothesis 1

The first hypothesis focuses on the implementation of the correct correction and its effect on the frequency of migraine headaches. In the following section, we examine the effect in 10 clients for whom the effect of the correction is known with a 3-month follow-up.

The effect of the correction is recorded in Figure 1. The graph shows the average score of these ten individuals obtained when they first completed the questionnaire and after answering the questions again. Based on these scores, there was a decrease in the incidence of migraine conditions. There was an improvement in headache frequency in all 10 patients. On average, the complaints improved by $48,1 \pm 7,84\%$.

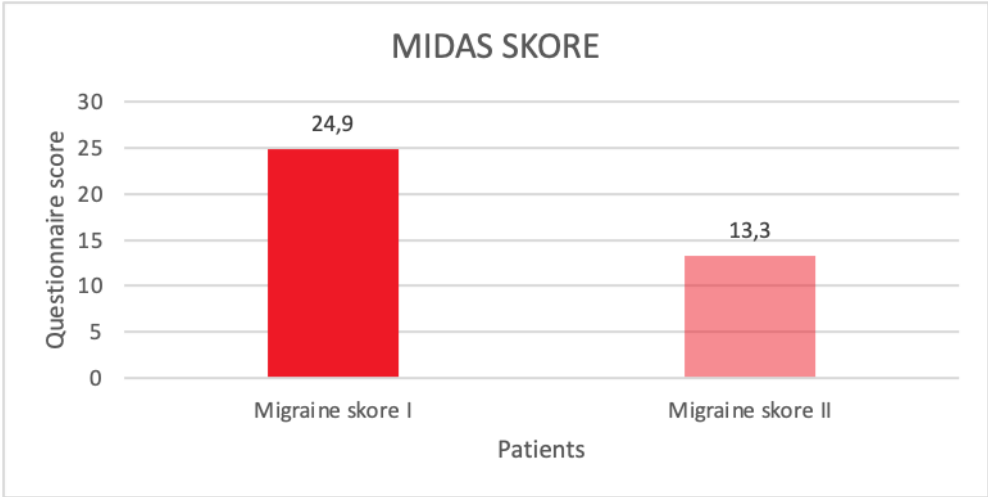


Figure 3: Effect of correction on the frequency of migraine headaches

Pain intensity is always perceived very subjectively. The following graph again shows the values from the first and repeat filling of the MIDAS questionnaire. In this case, pain intensity was reduced in 6 out of 10 patients, which corresponds to $13,1 \pm 4\%$. In some patients the value remained the same. This expectation about the introduction of a new correction and its effect on the frequency of complaints was confirmed in this group of patients.

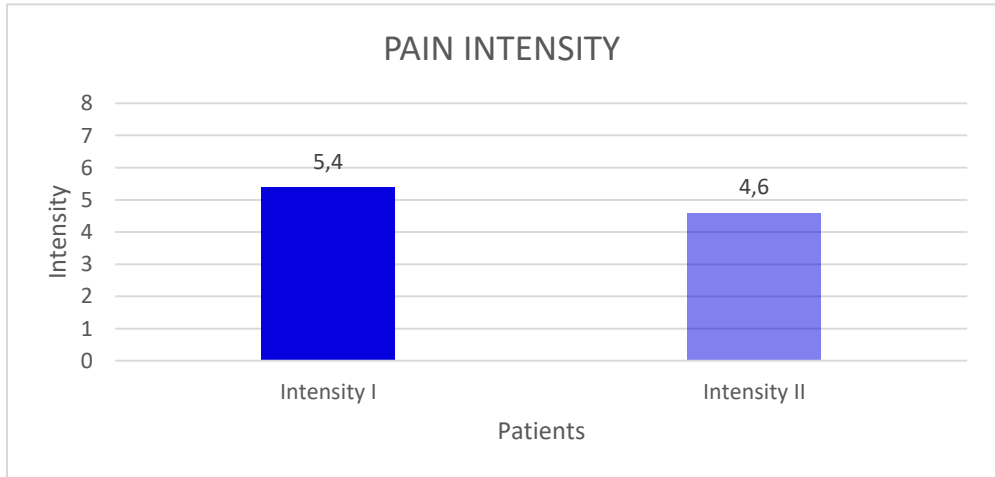


Figure 4: Effect of pain intensity after the application of the new correction

Hypothesis 2

The following area of research focuses on the correction of astigmatism, which should take on levels higher than or equal to 0,5 D. This is present in 11 patients, i.e. 55%. The expectation of the presence of a higher degree of astigmatism was confirmed on the basis of the data obtained.

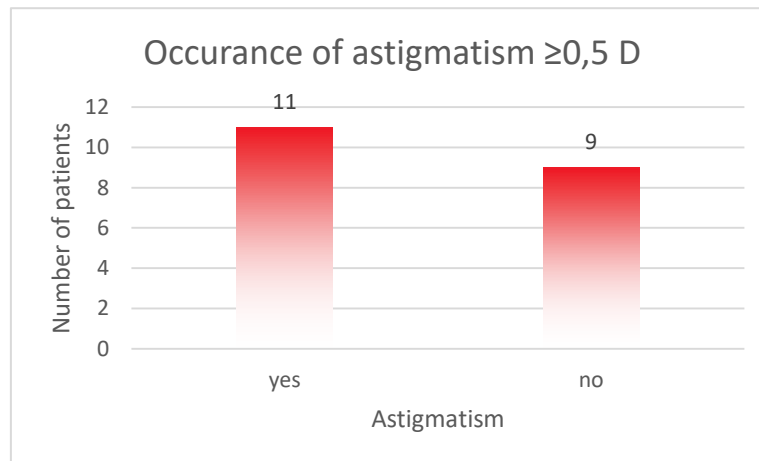


Figure 5: Presence of astigmatism levels higher than or equal to 0,5 D

Hypothesis 3

The last hypothesis investigates the difference in refractive error between the right and left eye which is called anisometropia. This was set to a value of 0,75 D or higher. The anisometropia is present in 5 subjects out of 20 or about 25%. The data shows that the third working hypothesis was not confirmed in this group of subjects.

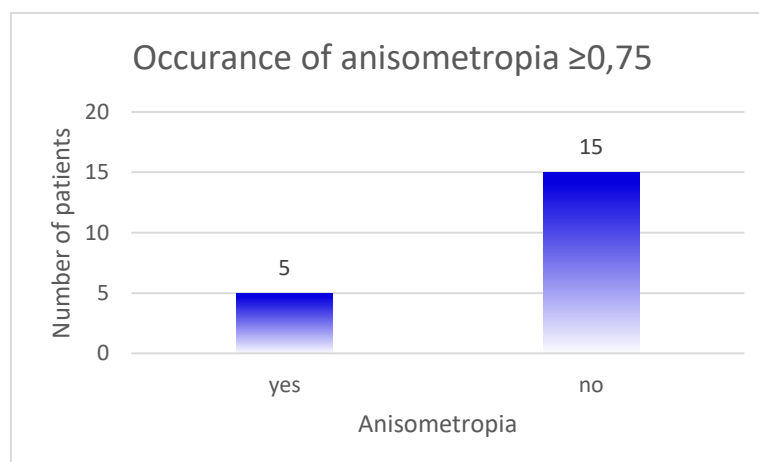


Figure 6: Presence of anisometropia value of 0,75 D or higher

Discussion

Migraine is one of the most common exhausting diseases. It characteristically lasts several hours to days with a typical throbbing manifestation along with a number of accompanying effects. Worldwide, 14% of the population suffers from this disease. Currently, migraine can be considered as a reaction conditioned by a primary disorder of the cerebral limbic system in combination with various external factors. It is known that visual symptoms are associated with migraine attacks. Although minor refractive errors do not cause any significant headaches, substantial refractive errors may cause these problems. Although several studies have been conducted regarding the possible relationship between refractive errors and headaches, the correlation is ambiguous.⁴

A 2016 publication entitled "Refractive errors in patients with migraine headache" by Alime Gunes et al. focuses on the evaluation of refractive errors in patients with migraine. Despite intensive research, an association between refractive error and migraine could not be established from this study.⁴

Studies have reported that low refractive error, especially astigmatism, are associated with migraines. Turville argued that uncorrected refractive error is a major cause, or at least an important triggering factor, of migraine. Furthermore, Hartle et al. reported that migraine patients had a higher degree of astigmatism and anisometropia.⁴

In contrast, Wilmut found a similar incidence of refractive errors in the migraine and control groups and focused on the effect of binocular vision on migraine. Differences in refractive power may affect fusion and binocular vision defects. Holopainen et al. reported a complete absence of migraine after refractive surgery in patients with migraine and anisometropia. They suggested that it is anisometropia that may induce functional changes in the visual pathways that are stimulating for migraine.⁴

In conclusion, the study by Alime Gunes et al. showed that patients with migraine may have a higher degree of astigmatism, SE, and anisometropia. They should undergo regular ophthalmological examinations to ensure appropriate correction of their refractive errors, because the frequency and severity of migraine headaches can be reduced by correction of refractive errors.⁴

Literature

1. Peterová V. Migréna. 1. vydání. Galén; 2013
2. Mastík J. Migréna: průvodce ošetřujícího lékaře. Maxdorf; 2007.

3. Harle DE, Evans BJW. The correlation between migraine headache and refractive errors. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry*. 2006;83(2): 82 - 87. doi:10.1097/01.opx.0000200680.95968.3e
4. Gunes A, Demirci S, Tok L, Tok O, Koyuncuoglu H, Yurekli VA. Refractive Errors in Patients with Migraine Headache. *Seminars in ophthalmology*. 2016;31(5):492-494. doi:10.3109/08820538.2014.962177
5. Hamed Momeni Moghaddam, Hadi Ostadi Moghaddam, Habibollah Nemati, Farshad Asgarizadeh, Marzieh Ehsani, Hossein Ansari. The refractive errors and migraine headaches. *17 - 12:(3)8;2010* <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsdoj&AN=edsdoj.0822fcad1e2c46aba0e57d3c19a69787&lang=cs&sitete=ehost-live>
6. Stewart WF, Lipton RB, Kolodner KB, Sawyer J, Lee C, Liberman JN. Validity of the Migraine Disability Assessment (MIDAS) score in comparison to a diary-based measure in a population sample of migraine sufferers. *Pain*. 2000;88(1):41-52. doi:10.1016/S0304-3959(00)00305-5
7. Koňářková V. Korelace mezi refrakčními vadami a bolestmi hlavy. *Trendy v oční opt*. Published online 2022.

Vplyv diabetu 1. typu na denzitu očnej šošovky

Bc. Klaudia Kalinayová, Mgr. Petr Veselý, Dis., Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Projekt specifického výzkumu rektora MUNI/C/1697/2021

Anotácia

Výskum sa venuje problematike diabetu 1. typu a jeho vplyvu na denzitu očnej šošovky. Prvá kapitola opisuje anatómiu, fyziológiu a embryológiu očnej šošovky. Druhá kapitola sa zaoberá rozdelením, patofyziológiou, očnými a systémovými komplikáciami a terapiou ochorenia diabetes mellitus 1. typu. Posledná kapitola teoretickej časti práce rozdeľuje a vysvetľuje spôsoby merania denzity očnej šošovky, s najväčším dôrazom na meranie denzity šošovky pomocou prístroja Pentacam HR. Empirická časť práce interpretuje štatisticky spracované výsledky merania denzity očnej šošovky pomocou prístroja Pentacam HR u skúmanej a kontrolnej vzorky probandov.

Kľúčové slová

očná šošovka, denzitometria, denzita očnej šošovky, diabetes mellitus 1. typu, Pentacam HR

Úvod

Diabetes mellitus 1. typu (ďalej T1DM), je jedným z celosvetovo najviac rozšírených autoimunitných ochorení v detskej populácii. Postupné znižovanie inzulínovej sekrécie v B-bunkách v pankrease, vedie u pacientov s T1DM k hyperglykémii. Manifestácia T1DM môže nastať kedykoľvek v priebehu života, ale k diagnostike ochorenia najčastejšie dochádza v detstve a mladšej dospelosti. Medzi mikrovaskulárne komplikácie T1DM patrí diabetická nefropatia, neuropatia a retinopatia. U pacientov s T1DM je najčastejšou očnou komplikáciou diabetická retinopatia, ktorá u detských pacientov vedie k slepote len veľmi vzácné. V súvislosti s diabetickou retinopatiou môže dochádzať aj k zmenám na prednom segmente oka. K najčastejším zmenám na prednom segmente oka radíme refrakčné zmeny, syndróm suchého oka, strabizmus a počiatok procesu kataraktogenézy.

Prístroj Pentacam HR, ktorý k zobrazeniu predného segmentu oka využíva Schiempflugovu kameru, umožňuje objektívne meranie transparentie šošovky a rohovky. Súčasťou prístroja Pentacam HR je software pre denzitometrickú analýzu, ktorý umožňuje meranie intenzity spätne rozptýleného svetla z rozličných častí šošovky a rohovky. Výsledkom denzitometrickej analýzy sú hodnoty denzity šošovky a rohovky.^{1,2}

Metódy

Cieľom teoretickej časti výskumu je objasniť vplyv T1DM na denzitu očnej šošovky.

Ciele empirickej časti práce:

1. Objektívne odmeranie denzity očnej šošovky na oboch očiach v skúmanej (probandi s T1DM) a kontrolnej (probandi bez T1DM) skupine pacientov.
2. Štatistické spracovanie denzitometrických hodnôt šošovky u pacientov s T1DM a u pacientov bez T1DM.
3. Stanovenie štatistickej odchýlky v hodnotách denzity šošovky medzi výskumnými skupinami.

Pracovné hypotézy:

1. Priemerné denzitometrické hodnoty očnej šošovky sú v skúmanej skupine probandov vyššie ako v kontrolnej skupine.
2. Priemerná denzitometrická hodnota očnej šošovky u probandov s ochorením diabetes mellitus 1. typu rastie s dĺžkou trvania ochorenia.
3. Priemerná denzitometrická hodnota očnej šošovky u probandov s ochorením diabetes mellitus 1. typu rastie s hodnotou glykovaného hemoglobínu.

Výskum prebiehal od októbra 2021 do februára 2022 na Oddelení očných chorôb a optometrie (ONOO) vo Fakultnej nemocnici u sv. Anny v Brne (FNUSA). Do výskumu bolo zapojených celkovo 40 probandov, ktorí boli rozdelení do dvoch skupín. Skúmaná skupina pozostávala z 20 probandov s T1DM, bez očných patológií, ktorí navštevujú FNUSA. Kontrolnú skupinu tvorilo 20 probandov bez T1DM a bez očných patológií. Všetci účastníci sa do výskumu zapojili dobrovoľne. Vekový priemer skúmanej skupiny bol 39,4 (min = 23 ; max = 56) rokov a v kontrolnej skupine 22,8 (min = 21 ; max = 27) rokov. V skúmanej skupine bolo zastúpených 12 mužov a 8 žien a kontrolná skupina pozostávala z 9 mužov a 11 žien. Najmladší účastník výskumu mal 21 rokov a najstarší 56 rokov. Vyšetrenie bolo vykonávané na oboch očiach pacientov.

Objektívne namerané hodnoty denzitometrickej analýzy očnej šošovky boli následne štatisticky spracované. Denzitometrický software poskytuje meranie denzity očnej šošovky v škále od 0 % do 100 % (0 % - úplne priehľadná šošovka, 100 % - úplne nepriehľadná šošovka). Oči pacientov boli na prístroji vyšetované v nedilatovanom stave, čo môže viesť ku skresleniu výsledkov. PNS systém poskytuje dáta priemernej hodnoty denzity, hodnotu smerodatnej odchýlky a maximálnu hodnotu nukleárnej denzity. ³ Plocha, z ktorej bola denzita prístrojom Pentacam HR hodnotená, bola prístrojom generovaná automaticky. Priemer generovanej plochy bol 0,6 mm a jej objem 0,4 mm³. ²

Výsledky

1. Hypotéza

Prvá pracovná hypotéza sa zameriava na určenie odchýlky medzi priemernou hodnotou denzity očnej šošovky u probandov s T1DM a kontrolnej skupiny probandov bez T1DM. Priemer hodnôt denzity očnej šošovky u probandov s T1DM na pravom oku bol $10,10 \pm 0,79$ % a na ľavom oku $10,15 \pm 0,79$ %. Priemer hodnôt denzity očnej šošovky v kontrolnej skupine probandov dosahoval hodnotu na pravom oku $8,46 \pm 0,36$ % a na ľavom oku $8,43 \pm 0,41$ %. Na základe spracovania nameraných dát možno tvrdiť že existuje štatisticky významná odchýlka v hodnotách denzity šošovky v skúmanej a kontrolnej skupine probandov ($P < 0,001$ na pravom aj ľavom oku). Pri analýze dát je však dôležité brať do úvahy výrazný rozdiel vo vekových priemeroch oboch výskumných skupín a na skutočnosť, že vyšetrenia boli vykonávané bez dilatácie zorníc pacientov. ²

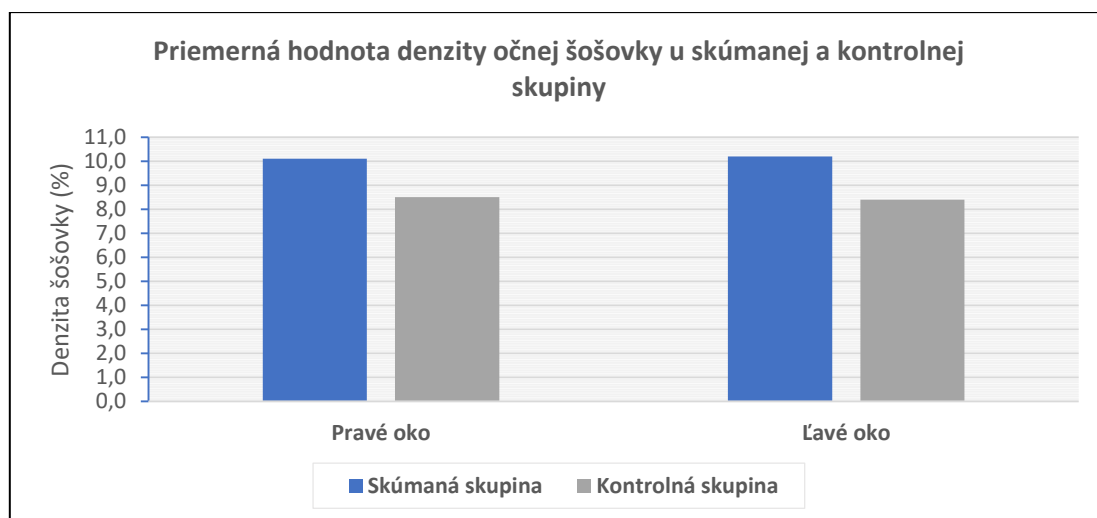


Fig. 1: Porovnanie priemerných hodnôt denzity šošovky v skúmanej a kontrolnej skupiny

2. Hypotéza

Druhá pracovná hypotéza skúmala potenciálnu súvislosť hodnoty denzity očnej šošovky s dĺžkou trvania ochorenia T1DM. Maximálna hodnota denzity pravého oka v skúmanej skupine bola 12,20 % a ľavého oka 11,90 %. Minimálna hodnota denzity pravého a ľavého oka boli 8,90 %. Priemer hodnôt denzity šošovky pravých očí pacientov bol $10,10 \pm 0,791$ %, priemer hodnôt na ľavých očiach bol $10,15 \pm 0,789$ %. Priemerná dĺžka trvania T1DM u probandov skúmanej skupiny bola $24,4 \pm 7,69$ rokov, maximálna hodnota bola 39,0 rokov a minimálna 13,0 rokov. Hodnota R (korelačný koeficient) na pravom oku bola 0,2 a na ľavom oku sa $R = 0,19$. Korelácia medzi dĺžkou trvania T1DM a denzitou očnej šošovky bola slabá.

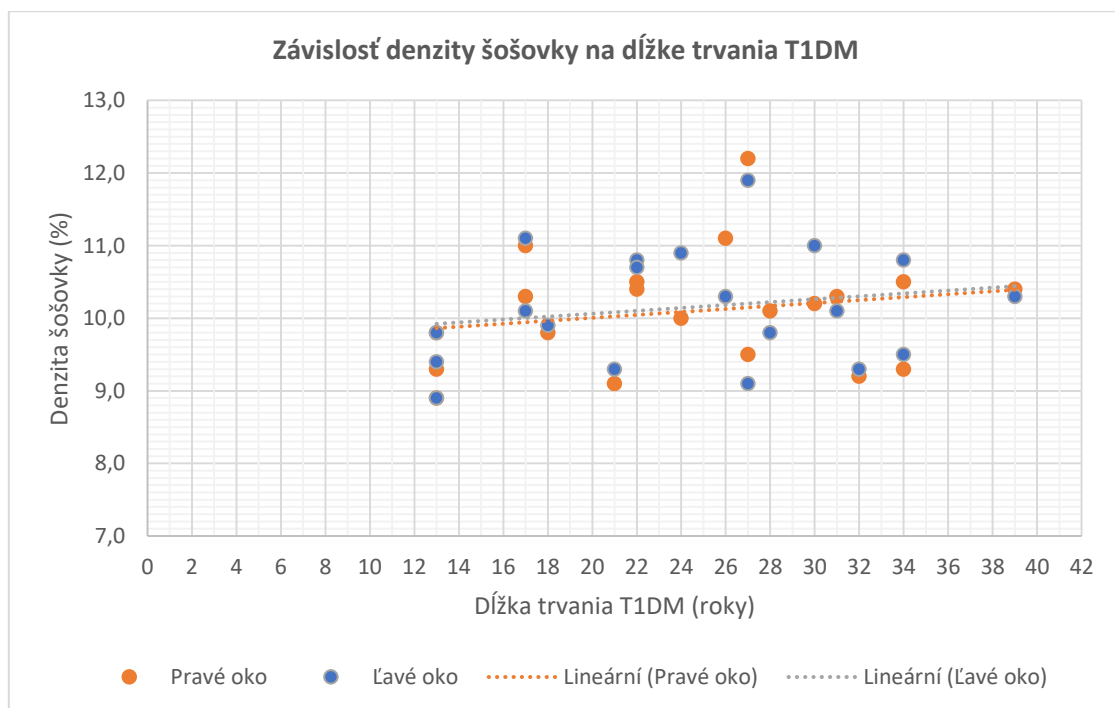


Fig. 2 : Vplyv dĺžky T1DM na denzitu očnej šošovky

3. Hypotéza

Tretia pracovná hypotéza skúmala súvislosť hodnoty denzity šošovky u pacientov s T1DM s hodnotou glykovaného hemoglobínu (HbA1c). Hodnoty HbA1c, dosadzované do tabuliek a grafov, boli spriemerovanými hodnotami HbA1c z posledných 3 kontrol, ktoré pacient absolvoval. Priemerná hodnota HbA1c skúmanej skupiny bola 61,6 mmol/mol. HbA1c (max) = 95 mmol/mol ; HbA1c (min) = 42 mmol/mol. Korelačný koeficient R (pravé oko) = 0,15 ; R (ľavé oko) = 0,07. Korelácia medzi hodnotou denzity očnej šošovky a HbA1c bola slabá.

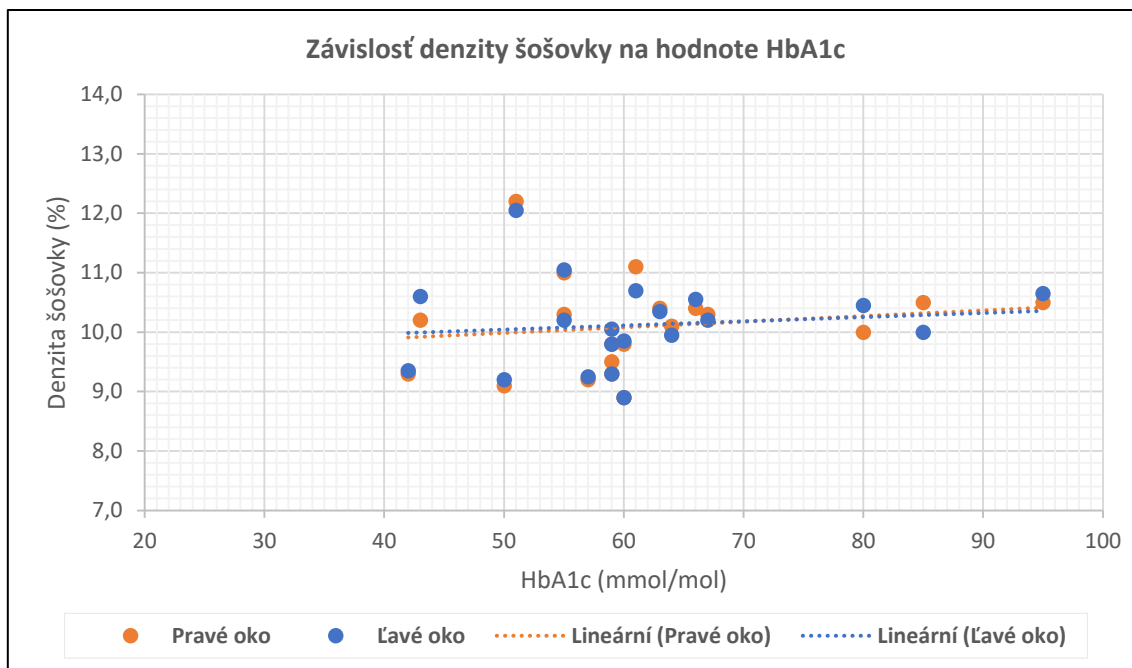


Fig. 3 : Vplyv hodnoty HbA1c na denzitu očnej šošovky

Diskusia

Napriek tomu, že zmeny transparentie šošovky patria do klinického obrazu očných prejavov T1DM, nie sú základom problematiky očnej patológie T1DM. Vzhľadom k zdravej populácii, sú u pacientov s T1DM preukázané vyššie hodnoty denzity očnej šošovky. Zvýšené hodnoty denzity šošovky sú často v spojitosti s T1DM spájané aj s hladinou glykémie v krvi a dĺžkou trvania ochorenia. ⁴ Zmeny v hustote šošovky môžu u diabetikov 1. typu viesť k iniciácii procesu kataraktogenézy. Výsledky štúdie z roku 2001, ktorá bola publikovaná v časopise American Journal of Ophthalmology autormi Kato et al., tvrdia, že existuje korelácia medzi hladinou HbA1c a hodnotami denzity šošovky u pacientov s T1DM. Do štúdie bolo zapojených 30 pacientov s T1DM a 30 kontrolných subjektov. V závere autori tvrdia, že znížená transparentia šošovky u pacientov s T1DM sa môže pripisovať produktom neskorej reakcie, pri ktorej lyzínové zvyšky šošovkových proteínov reagujú s glukózou v procese glykácie alebo neenzymatickej glykozylácie, pri trvalo zvýšenej koncentrácii glukózy v sére. ⁵

Výsledky štúdie Tekina et al. poukazujú na významnú koreláciu medzi dĺžkou trvania T1DM a hodnotami denzity šošovky. Hodnoty HbA1c v súvislosti s denzitometrickými hodnotami u pacientov s T1DM, na rozdiel od predošlej štúdie, nepreukázali silnú koreláciu. ¹ Výsledky štúdie preukázali významnú štatistickú odchýlku v hodnotách denzity šošovky medzi pacientami s T1DM a zdravou populáciou.

Medzi dĺžkou trvania T1DM a denzitometrickými hodnotami očnej šošovky nebola preukázaná významná korelácia. Taktiež nebol preukázaná korelácia medzi hodnotami HbA1c a denzitou očnej šošovky. Limitujúcimi faktormi pri vyhodnocovaní výsledkov hypotéz je nízky počet respondentov, výrazný rozdiel vo vekových priemeroch výskumných skupín a meraniu očí v nedilatovanom stave. ^{2,6}

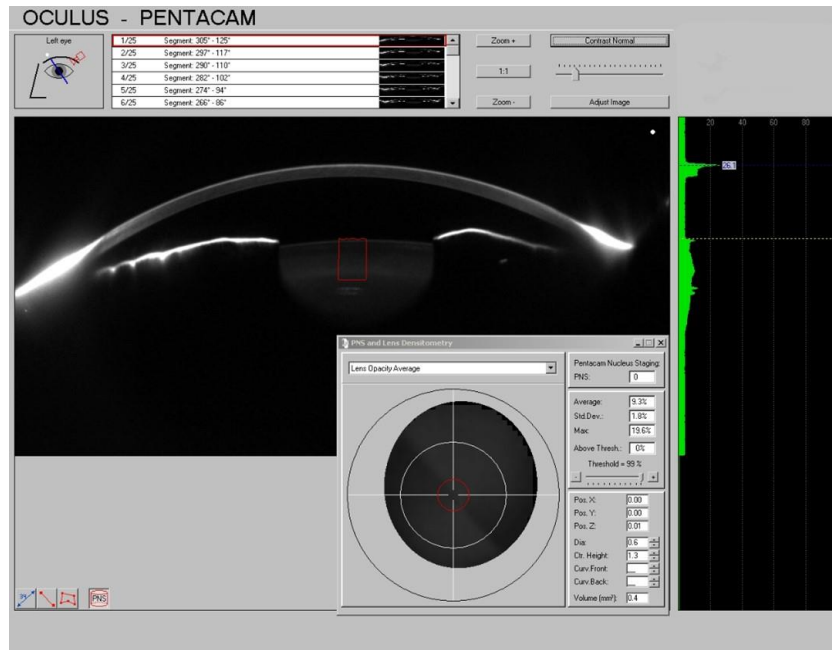


Fig. 4 : Denzitometrická analýza očnej šošovky na prístroji Pentacam

Záver

Výskumom bol potvrdený vplyv T1DM na denzitu očnej šošovky. Dĺžka trvania T1DM a hodnota HbA1c, podľa nášho výskumu nemá na denzitu očnej šošovky u pacientov s T1DM výrazný vplyv.

Zdroje:

1. Tekin K, Inanc M, Kurnaz E, et al. Objective Evaluation of Corneal and Lens Clarity in Children With Type 1 Diabetes Mellitus. *Am J Ophthalmol.* 2017;179:190-197. doi:10.1016/j.ajo.2017.05.010. Accessed 27.9.2021.
2. Kalinayová K. Hodnoty denzity očnej šošovky u pacientov s diabetom 1. typu a u nediabetických pacientov. *Trendy V Oční Opt.* Published online 2022.

3. Henriquez MA, Mejías JA, Rincon M, Izquierdo L, Binder PS. Correlation between lens thickness and lens density in patients with mild to moderate cataracts. *Br J Ophthalmol.* 2020;104(10):1350-1357. doi:10.1136/bjophthalmol-2019-314171. Accessed 13.3.2022.
4. J. Krásný, Vyplašilová E, Brunnerová R, et al. Změny transparence čočky u dětí, mladistvých a mladých dospělých s diabetes mellitus 1. typu. Published online August 28, 2006. <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-slovenska-oftalmologie/2006-5/zmeny-transparence-cocky-u-deti-mladistvych-a-mladych-dospelych-s-diabetes-mellitus-1-typu-2934/download?hl=cs>. Accessed 22.3.2022.
5. Kato S, Shiokawa A, Fukushima H, et al. Glycemic control and lens transparency in patients with type 1 diabetes mellitus. *Am J Ophthalmol.* 2001;131(3):301-304. doi:10.1016/S0002-9394(00)00804-7. Accessed 27.9.2022.
6. Dvořáková Z. Denzita oční čočky u pacientů s diabetem 1. typu. Atestační práce. Published online 2022.

The Impact of Type 1 Diabetes Mellitus on Ocular Lens Density

Bc. Klaudia Kalinayová, Mgr. Petr Veselý, Dis., Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Rector's Project of the Specific Research MUNI/C/1697/2021

Annotation

The thesis deals with problems of type I diabetes and its impact on the lens density of the human eye. The first chapter describes the anatomy, physiology, and embryology of the ocular lens. The second chapter deals with the classification, pathophysiology, ocular and systemic complications, and therapy of type 1 diabetes mellitus. The last chapter of the theoretical part of the thesis divides and explains the methods of measuring the ocular lens density. The most attention is paid to the measurement of the ocular lens density using the Pentacam HR. The research part of the thesis presents the statistically processed results of the measurement of the ocular lens density using the Pentacam HR device in the study and control group of patients.

Keywords

ocular lens, densitometry, ocular lens density, type 1 diabetes mellitus, Pentacam HR

Introduction

Type 1 diabetes mellitus (T1DM) is one of the most prevalent autoimmune diseases in the paediatric population worldwide. A progressive reduction of insulin secretion in B-cells in the pancreas, leads to hyperglycaemia in patients with T1DM. The manifestation of T1DM can occur at any time during life, but the diagnosis of the disease most often occurs in childhood and young adulthood. Microvascular complications of T1DM include nephropathy, neuropathy, and diabetic retinopathy. The most common ocular complication in T1DM patients is diabetic retinopathy, which in paediatric patients, leads to blindness very rarely. In addition to diabetic retinopathy, anterior ocular segment

changes, such as refractive changes, cataract, dry eye syndrome and strabismus, may also occur in T1DM.

The Pentacam HR device provides an objective measurement of the lens and cornea transparency, by using a Scheimpflug camera to image the anterior segment of the eye. The Pentacam HR includes software for densitometry analysis, allowing the intensity of backscattered light from different regions of the cornea and lens to be measured.^{1,2}

Methods

The aim of the theoretical part of the research was to explain the effect of T1DM on the ocular lens density.

The aims of the empirical part of the work:

1. To objectively measure the ocular lens density in both eyes, in the study (T1DM patients) and control (non-T1DM patients) groups of patients.
2. Statistical analysis of ocular lens densitometric values in patients with T1DM and in patients without T1DM.
3. Determination of statistical variation in ocular lens densitometry values between the study and control groups of patients.

Hypothesis:

1. The average densitometric values of the ocular lens are higher in the studied group of patients than in the control group.
2. The average value of the ocular lens density in patients with type 1 diabetes mellitus increases with the duration of the disease.
3. The average value of the ocular lens density in patients with type 1 diabetes mellitus increases with the glycated haemoglobin value.

The research was conducted from October 2021 to February 2022 at the Department of Ophthalmology and Optometry (ONOO) at St. Anne's University Hospital in Brno (FNUSA). A total of 40 patients were involved in the research and were divided into two research groups. The study group consisted of 20 patients with T1DM, without ocular pathologies, attending FNUSA. The control group consisted of 20 patients without T1DM and without ocular pathologies. All the patients participated in the research voluntarily. The average patients age in the study group was 39.4 (range, 23-56 years) and the average patients age in the control group was 22.8 (range, 21-27 years). The study group consisted of 12 males and 8 females, and the control group consisted of 9 males and 11 females. Examinations was performed in both eyes of the patients.

The objectively measured values of the ocular lens density were then statistically analysed. The densitometry software provides measurement of the ocular lens density on a scale from 0% to 100% (0% - completely transparent lens, 100% - completely opaque lens). Patients' eyes were examined on the device in undilated state, which may lead to distortion of the results. The PNS system provides data of the mean value of the density, the standard deviation value, and the maximum value of the nuclear density. ³ The area from which the density was assessed by the Pentacam HR was automatically generated by the device. The diameter of the generated area was 0.6 mm and its volume was 0.4 mm³.²

Results

1. Hypothesis

The first hypothesis focuses on the determination of the deviation between the mean value of the ocular lens density in the study group and the control group of patients. The mean values of ocular lens density in study group were 10.10 ± 0.79 % (right eye) and 10.15 ± 0.79 % (left eye). The mean values of the lens density in the control group of patients were 8.46 ± 0.36 % (right eye) and 8.43 ± 0.41 % (left eye). Based on the statistical analysis of the measured data, there is a statistically significant deviation in the values of the mean lens density in the study and control group of patients (P < 0.001 in both the right and left eye). However, when analysing the data, it is important to consider the significant disparity in the mean age of the two research groups and the fact that the examinations were performed without dilatation of the pupils of the patients.

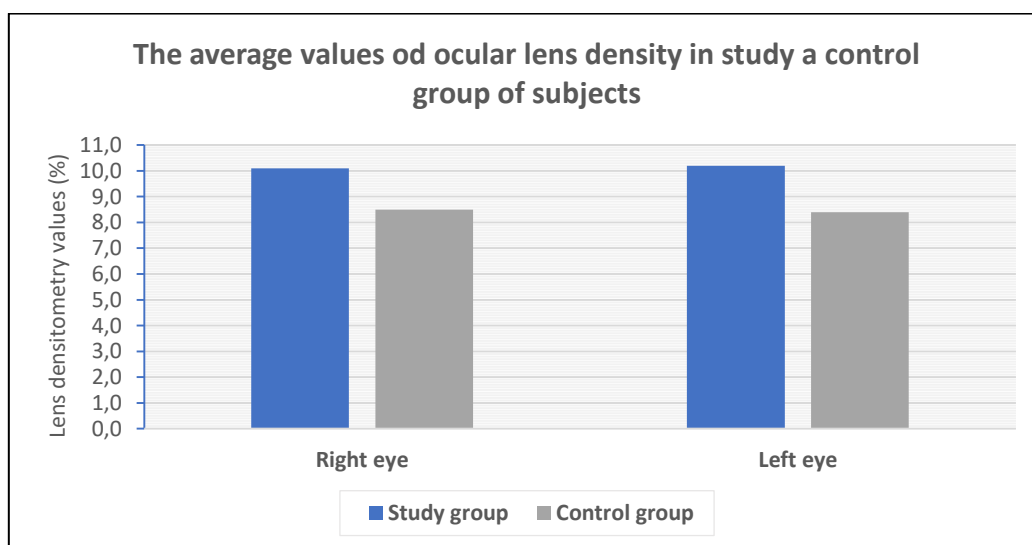


Fig. 1: A Comparison of the mean values of the ocular lens density in the study and control group

2. Hypothesis

The second hypothesis studied the potential association between the lens densitometry values and the duration of T1DM. The maximum densitometry values of the ocular lens were 12.2 % (right eye) and 11.9 % (left eye). The minimum densitometry values of the ocular lens were 8.9 % (both eyes). The mean densitometry values of the ocular lens were 10.10 ± 0.79 % (right eye) and 10.15 ± 0.79 % (left eye). The average duration of T1DM in the patients of the study group was 24.4 years (range, 13 - 39 years). There was not found statistically significant correlation between lens densitometry values and duration of T1DM (right eye : $r = 0.198$, left eye : $r = 0.194$).

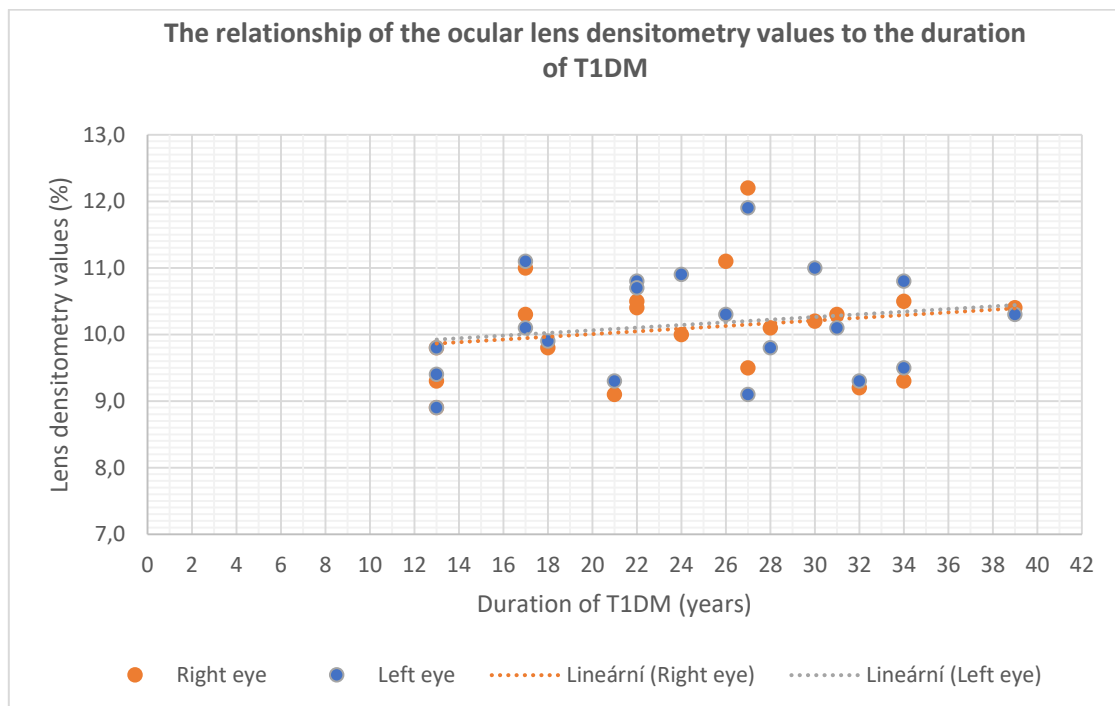


Fig. 2 : The Impact of Duration of T1DM on The Lens Density

3. Hypothesis

The aim of the third hypothesis was testing the association of lens densitometry values with glycosylated haemoglobin levels (HbA1c) in patients with T1DM. The HbA1c levels were obtained from the last 3 controls that the patient had attended in FNUSA. I used these averaged HbA1c levels for further data analysis. The mean HbA1c level of the study group (individuals with T1DM) was 61.6 mmol/mol (range, 42 - 95 mmol/mol). There was not statistically significant correlation between the lens densitometry values and HbA1c levels (right eye : $r = 0.154$, left eye : $r = 0.074$).

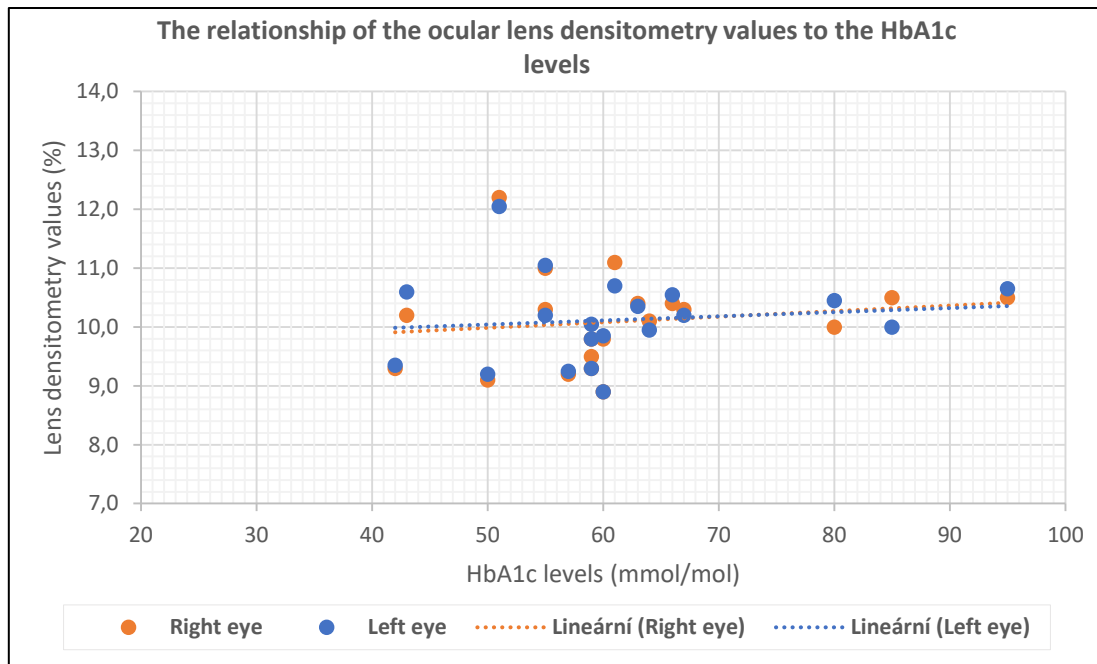


Fig. 3 : The Impact of the HbA1c levels on the Ocular Lens Density

Discussion

Although changes in lens transparency are part of the clinical picture of the ocular manifestations of T1DM, they are not central problem of T1DM ocular pathology. In relation to the healthy population, patients with T1DM are shown to have higher values of ocular lens opacity. Increased ocular lens density values are also often associated with blood glucose levels and duration of T1DM. ⁴ The changes in ocular lens density can lead to the initiation of cataractogenesis in patients with T1DM. The results of a 2001 study published in the American Journal of Ophthalmology by Kato et al. suggest that there is a correlation between HbA1c levels and lens densitometry values in patients with T1DM. The study included 30 patients with T1DM and 30 control subjects. In conclusion, the authors suggest that the decreased lens clarity in patients with T1DM has been attributed to the products of a late reaction in which lysine residues of lens proteins react with glucose in a process of glycation or non-enzymatic glycosylation, under a persistently elevated serum glucose concentration. ⁵

The results of the study, by Tekina et al., show a significant correlation between the duration of T1DM and lens density values. HbA1c values in relation to lens densitometric values in T1DM patients, in contrast to the previous study, did not show a significant correlation. ¹ The results of our study showed a significant statistical difference in lens density values between patients with T1DM and the healthy population. No significant correlation was found between the duration of T1DM and lens

densitometric values. Also, no correlation was found between HbA1c values and ocular lens densitometry. The limiting factors in evaluating the results of the hypotheses are the small number of research group, the significant difference in the age averages of the research groups, and the measurement of the eyes in the undilated state. ^{2,6}

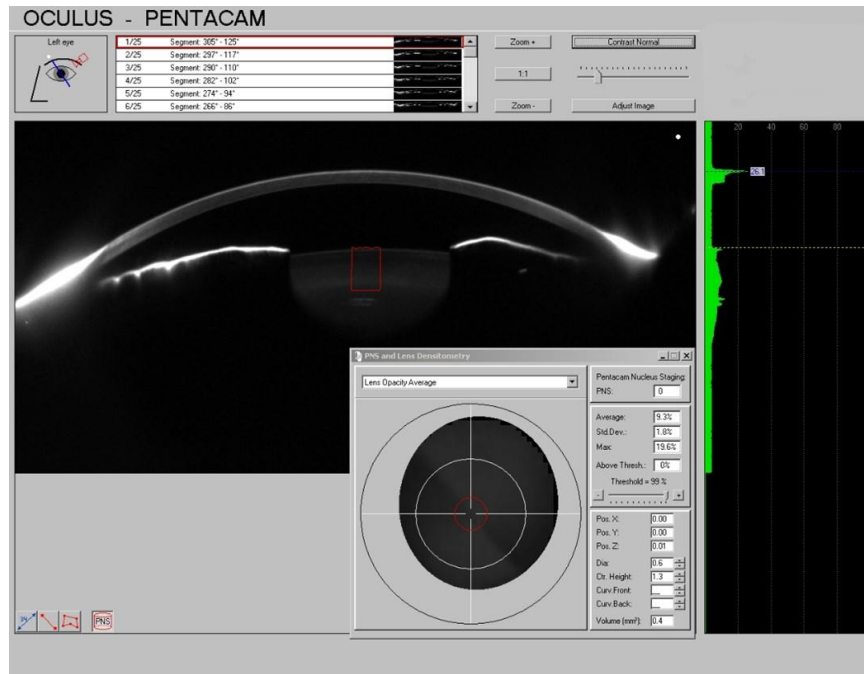


Fig. 4 : Analysis of the Ocular Lens Density on Pentacam HR.

Conclusion

Research has confirmed the impact of T1DM on ocular lens density in diabetic patients. According to our research, the duration of T1DM and the HbA1c levels have no significant impact on the lens density in patients with T1DM.

Resources:

1. Tekin K, Inanc M, Kurnaz E, et al. Objective Evaluation of Corneal and Lens Clarity in Children With Type 1 Diabetes Mellitus. *Am J Ophthalmol.* 2017;179:190-197. doi:10.1016/j.ajo.2017.05.010. Accessed 27.9.2021.
2. Kalinayová K. Hodnoty denzity očnej šošovky u pacientov s diabetom 1. typu a u nediabetických pacientov. *Trendy V Očnej Opt.* Published online 2022.

3. Henriquez MA, Mejías JA, Rincon M, Izquierdo L, Binder PS. Correlation between lens thickness and lens density in patients with mild to moderate cataracts. *Br J Ophthalmol.* 2020;104(10):1350-1357. doi:10.1136/bjophthalmol-2019-314171. Accessed 13.3.2022.
4. J. Krásný, Vyplašilová E, Brunnerová R, et al. Změny transparence čočky u dětí, mladistvých a mladých dospělých s diabetes mellitus 1. typu. Published online August 28, 2006. <https://www.prolekare.cz/casopisy/ceska-slovenska-oftalmologie/2006-5/zmeny-transparence-cocky-u-deti-mladistvych-a-mladych-dospelych-s-diabetes-mellitus-1-typu-2934/download?hl=cs>. Accessed 22.3.2022.
5. Kato S, Shiokawa A, Fukushima H, et al. Glycemic control and lens transparency in patients with type 1 diabetes mellitus. *Am J Ophthalmol.* 2001;131(3):301-304. doi:10.1016/S0002-9394(00)00804-7. Accessed 27.9.2022.
6. Dvořáková Z. Denzita oční čočky u pacientů s diabetem 1. typu. Atestační práce. Published online 2022.

Termografie při diagnostice syndromu suchého oka

Bc. Simona Holánová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Tento odborný článek pojednává o termografii povrchu oka a její možné užití při diagnostice a screeningu syndromu suchého oka. Úvodní kapitoly informují o slzném filmu a daném onemocnění. Druhá polovina je věnována výzkumné části. Jsou zde popsány stanovené hypotézy, metodika sběru dat a vyhodnocení dosud naměřených pacientů.

Klíčová slova

Syndrom suchého oka, termografie, teplota, diagnostika, BUT, break – up time test

Úvod

Slzný film

Slzný film je specializovaná oční struktura, která se nachází na rozhraní rohovky a konjunktivy. Tato tělní tekutina vyplňuje drobné nepravidelnosti na rohovkovém povrchu a tím zlepšuje optický systém oka, vyživuje avaskulární korneální tkáň, lubrikuje zmíněné rozhraní a v neposlední řadě působí jako ochrana očního povrchu před vniknutím infekce.¹

Kvantitativní či kvalitativní výkyvy od normy způsobují nepříznivé subjektivní příznaky a později i závažné oční patologie. Z tohoto důvodu je fyziologie slzného filmu považována za podstatný atribut zdravého očního aparátu.^{1,2}

Syndrom suchého oka

Syndrom suchého oka (SSO) je multifaktoriální onemocnění očního povrchu, které vzniká v důsledku abnormalit objemu či funkce slzného filmu.³ Jeho symptomy mohou podstatně ovlivnit zrakové pohodlí a celkovou kvalitu života. Mezi typické přetrvávající

subjektivní příznaky tohoto chronického onemocnění se řadí pocit pálení a dráždění, pocit cizího tělesa, pocit unavených očí aj. ^{4,5}

S rostoucím věkem se výskyt SSO, stejně jako dalších chronických onemocnění, přímo úměrně zvyšuje. Kromě věku je se SSO spojována řada rizikových faktorů, kde jeden z nejvýznamnějších je ženské pohlaví, a to především po menopauze. Mezi další rizikové faktory se řadí etnikum, práce v klimatizovaných místnostech, dlouhodobé užívání obrazovek či některé autoimunitní onemocnění.⁴

Výzkum

Ve svém článku se zaměřuji na použití termografie při diagnostice syndromu suchého oka. Cílem výzkumu je nejprve u každého probanda zjistit skóre v dotazníku DEQ -5 a dále pak pomocí bezkontaktního teploměru zjistit teplotu na pravém a levém oku. Konečným cílem je změření break up time testu (BUT) na štěrbinové lampě.

Na začátku výzkumu jsem si stanovila dvě hypotézy:

Hypotéza 1

Oči u pacientů s podezřením na syndrom suchého oka budou vykazovat vyšší teplotu.

Hypotéza 2

Výsledky BUT testu budou korelovat s naměřenými teplotními hodnotami slzného filmu.

Metodika výzkumu

Jako první je účastníkovi výzkumu předložen dotazník DEQ – 5, pomocí něhož je zjištěno skóre, které se pohybuje od 0 do 20. Dle získaného skóre jsou probandi rozděleni do dvou skupin, symptomatická (DEQ skóre ≥ 6) a asymptomatická (DEQ skóre < 6). Dále bylo účastníkovi výzkumu za pomoci bezkontaktního teploměru Maxxo IRT02 změřena třikrát teplota na pravém a poté levém oku. Hodnoty jsou následně zprůměrovány zvlášť pro jednotlivé oko a dohromady. V neposlední řadě je na štěrbinové lampě za pomoci fluoresceinu zjišťována doba rozpadu slzného filmu na pravém a levém předním očním segmentu. Výsledky jsou zapsány jednotlivě pro každé oko a rovněž zprůměrovaný.

Měřený vzorek

Vyšetřovaný soubor mého výzkumu jsou zejména zákazníci oční optiky Oční studio Pavlína Drahotská ve Žďáru nad Sázavou a dále pak moji spolužáci. Soubor probandů se k nynějšímu dni skládá z 22 žen a 11 mužů. Celkově se vyšetření zatím zúčastnilo 33 probandů. Průměrný věk výzkumného vzorku činí 32,30 let \pm 12,33 let.

Výsledky

Hypotéza 1: Oči u pacientů s podezřením na syndrom suchého oka budou vykazovat vyšší teplotu.

Dle dosud naměřených výsledků nebyla první hypotéza zcela potvrzena. Průměrné teplotní hodnoty očí prokazují rozdíl v řádech setin (viz *Tab. 1*). V nynější době dosahuje statistický rozdíl mezi průměrnou teplotou symptomatických a asymptomatických probandů $p = 0,287$. Nejedná se tedy o statisticky významnou hodnotu, která by hypotézu potvrdila.

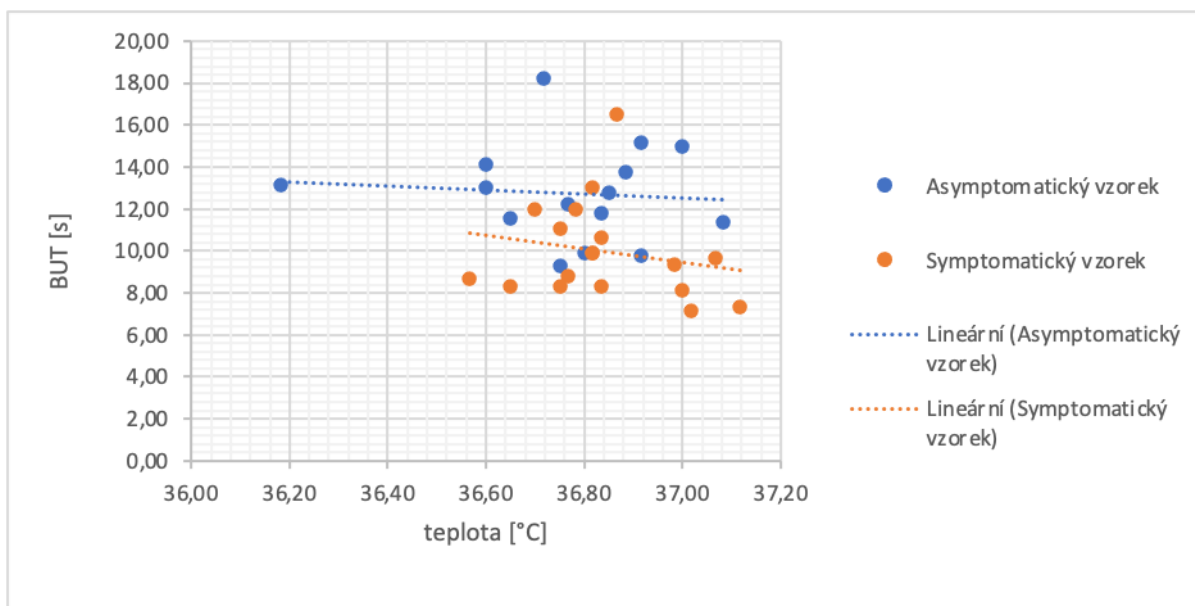
Tab. 1: Výsledné hodnoty dosud naměřených probandů.

	Asymptomatická skupina	Symptomatická skupina
Kritérium	DEQ skóre < 6	DEQ skóre \geq 6
Průměrný věk	31,40 \pm 12,85	33,00 \pm 11,88
Průměrná hodnota skóre DEQ- 5	3,60	8,67
Průměrná teplota P oka	36,72	36,85
BUT P oka	13,30	10,54
Průměrná teplota L oka	36,73	36,85
BUT L oka	12,20	9,34
Průměrná teplota obou očí	36,77	36,84
BUT obou očí	12,69	9,94

Hypotéza 2: Výsledky BUT testu budou korelovat s naměřenými teplotními hodnotami slzného filmu.

Druhá část výzkumu byla zaměřena na korelaci teplotních hodnot a hodnot doby rozpadu slzného filmu. Vyhodnocení jednotlivých respondentů z obou skupin bylo zaneseno do společného grafu pro lepší porovnání.

Spojnice trendu grafu (*Graf 3*) vykazuje korelaci $R = - 0,21$, tedy slabě negativní korelaci. S rostoucí teplotou klesají hodnoty BUT testu. Druhá stanovená hypotéza byla potvrzena.



Graf 3: Vliv break up time testu na teplotu předního očního segmentu – průměr pravého a levého oka

Diskuse

Cílem tohoto výzkumu je prokázat možnosti použití termografie pro diagnostiku syndromu suchého oka. První stanovená hypotéza nebyla na nynějších 33 probandech zcela potvrzena. Porovnávané teplotní hodnoty nevykazují významný statistický rozdíl. Druhá hypotéza byla potvrzena. Naměřené hodnoty vykazují slabě nepřímou korelaci.

Této problematice se například zabývala studie Tan a kol.⁶, která zkoumala účinnost infračervené oční termografie při screeningu onemocnění suchého oka. Výzkum byl prováděn na 62 symptomatických očí a 63 kontrolních subjektech stejného pohlaví i věku. Měření bylo prováděno pomocí infračerveného termosledovače NEC TH9420 a na očním povrchu se měřilo na pěti určených anatomických bodech. Závěrem tato studie potvrzuje určitou užitečnost infračervené oční termografie pro hodnocení pacientů se suchým okem. Uvádí, že test byl srovnatelný s jinými zavedenými metodami pro testování stability slzného filmu. Pro rozlišení lehké a střední formy SSO od zdravých očí je nejlepší měřit teplotu na nazální spojivce.⁶

Studie od Zhang a kol.⁷ se zaměřila na screening pomocí infračervené oční termografie suchého oka způsobeného nadměrným odpařováním. Výzkumu se zúčastnilo 46 zdravých a 138 očí se SSO. U probandů byl měřen neinvazivní BUT test, teplota očního povrchu pomocí ruční IR kamery na bázi smartphonu na osmi určených místech a skóre v dotazníku C-OSDI. Studie vyhodnotila, že použitý přístroj s infračervenou kamerou

je vhodný spíše jako screeningový než diagnostický nástroj pro rozlišení SSO a zdravého oka. Výhodou je neinvazivnost, rychlost a hygiena.⁷

Závěr

Výskyt syndromu suchého oka se v posledních letech zvyšuje.⁵ Proto je důležité, aby zdravotníci dokázali co nejlépe a nejrychleji diagnostikovat toto onemocnění a dle potřeby včas zahájili nutnou léčbu. Existuje řada diagnostických testů, které určují kvalitu a kvantitu slzného filmu a usnadňují diagnostiku a screening SSO.

Zdroje

1. Korb D, Craing J, Doughty M, Guillon JP, Smith G, Tomlinson A. *The Tear Film: Structure, Function and Clinical Examination*. Butterworth-Heinemann; 2002.
2. Willcox MDP, Argüeso P, Georgiev GA, et al. TFOS DEWS II Tear Film Report. *The Ocular Surface*. 2017;15(3):366-403. doi:10.1016/j.jtos.2017.03.006
3. Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, et al. TFOS DEWS II Definition and Classification Report. *The Ocular Surface*. 2017;15(3):276-283. doi:10.1016/j.jtos.2017.05.008
4. Rouen PA, White ML. Dry Eye Disease: Prevalence, Assessment, and Management. *Home Healthcare Now*. 2018;36(2):74-83. doi:10.1097/NHH.0000000000000652
5. Rozsival P a kol. *Oční Lékařství*. Galén; 2006.
6. Tan LL, Sanjay S, Morgan PB. Screening for dry eye disease using infrared ocular thermography. *Cont Lens Anterior Eye*. 2016;39(6):442-449. doi:10.1016/j.clae.2016.08.004
7. Zhang Q, Wu Y, Song Y, et al. Screening Evaporative Dry Eyes Severity Using an Infrared Image. *J Ophthalmol*. 2021;2021:8396503. doi:10.1155/2021/8396503

Thermography in the diagnosis of dry eye syndrome

Bc. Simona Holánová, Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

This professional article deals with the thermography of the eye surface and its possible use in the diagnosis and screening of dry eye syndrome. The introductory chapters inform about the tear film and the disease. The second half of this article is devoted to the research part. This section describes the established hypotheses, data collection methodology and evaluation of patients measured so far.

Keywords

Dry eye syndrome, thermography, temperature, diagnostics, BUT, break - up time test

Introduction

Tear film

Tear film is a specialized ocular structure located at the interface of the cornea and conjunctiva. This body fluid fills in small irregularities on the corneal surface and thus improves the optical system of the eye, nourishes the avascular corneal tissue, lubricates this interface and, last but not least, acts as a protection of the eye surface against infection.¹

Quantitative or qualitative fluctuations from the norm cause unfavourable subjective symptoms and later also serious eye pathologies. For this reason, tear film physiology is considered an essential attribute of a healthy ocular system.^{1,2}

Dry eye disease

Dry eye disease (DED) is a multifactorial disease of the ocular surface that results from abnormalities in the volume or function of the tear film.³ Its symptoms can significantly affect visual comfort and overall quality of life. Typical persistent subjective

symptoms of this chronic disease include a feeling of burning and irritation, a feeling of a foreign object, a feeling of tired eyes, etc. ^{4,5}

With increasing age, the occurrence of DED, as well as other chronic diseases, increases in direct proportion. In addition to age, DED is associated with a number of risk factors, one of the most important of which is the female gender, especially after menopause. Other risk factors include ethnicity, working in air-conditioned rooms, long-term use of screens or some autoimmune diseases.⁴

Research

In my article I focus on the use of thermography in the diagnosis of dry eye syndrome. The aim of the research is to first find out the score in the DEQ -5 questionnaire for each proband and then to measure the temperature on the right and left eye using a non-contact thermometer. The final goal is to measure the break up time test (BUT) on a slit lamp.

At the beginning of the research, I set two hypotheses:

Hypothesis 1

Eyes in patients with suspected dry eye syndrome will have a higher temperature.

Hypothesis 2

The results of the BUT test will correlate with the measured tear film temperature values.

Methodology

The first participant is presented with the DEQ - 5 questionnaire, which is used to determine the score, which ranges from 0 to 20. According to the obtained score, the probands are divided into two groups, symptomatic (DEQ score ≥ 6) and asymptomatic (DEQ score <6). Furthermore, the temperature of the participant was measured three times on the right eye and then on the left eye using a non-contact thermometer Maxxo IRT02. The values are then averaged separately for each eye and together. Finally, the tear film disintegration time on the right and left anterior segments is determined on a slit lamp using fluorescein. The results are recorded individually for each eye and also averaged.

Probands

The investigated set of my research is mainly customers of ophthalmic optics Oční studio Pavlína Drahotská in Žďár nad Sázavou and then my classmates. The set of probands currently consists of 22 women and 11 men. A total of 33 probands have participated in the examination so far. The average age of the research sample is 32.30 years \pm 12.33 years.

Results

Hypothesis 1: The eyes of patients with suspected dry eye syndrome will show a higher temperature.

According to the results measured so far, the first hypothesis has not been fully confirmed. The average temperature values of the eyes show a difference in the order of hundredths (see *Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.Tab. 2*). At present, the statistical difference between the average temperature of symptomatic and asymptomatic probands reaches $p = 0.287$. It is therefore not a statistically significant value that would confirm the hypothesis.

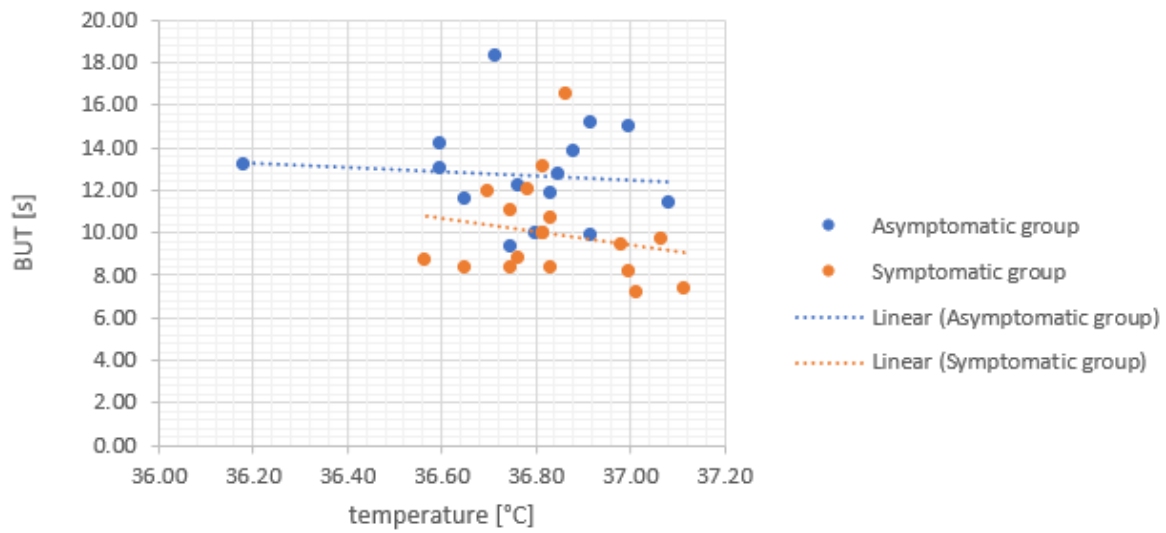
Tab. 2: The resulting values of probands measured so far.

	Asymptomatic group	Symptomatic group
Criterion	DEQ score < 6	DEQ score \geq 6
Average age	31.40 \pm 12.85	33.00 \pm 11.88
The average value of the DEQ-5 score	3.60	8.67
Average R eye temperature	36.72	36.85
BUT D eye	13.30	10.54
Average L eye temperature	36.73	36.85
BUT L eye	12.20	9.34
Average temperature of both eyes	36.77	36.84
BUT both eyes	12.69	9.94

Hypothesis 2: The results of the BUT test will correlate with the measured tear film temperature values.

The second part of the research was focused on the correlation of temperature values and tear film disintegration time values. The evaluation of individual respondents from both groups was entered into a common graph for better comparison.

The trend line of the graph (*Graph 1*) shows a correlation $R = -0.21$ i.e., a slightly negative correlation. The BUT test values decrease with increasing temperature. The second established hypothesis was confirmed.



Graf 4: Influence of break up time test on the temperature of the anterior eye segment - diameter of the right and left eye

Discussion

The aim of this research is to demonstrate the possibilities of using thermography for the diagnosis of dry eye syndrome. The first hypothesis was not fully confirmed in the current 33 probands. The compared temperature values do not show a significant statistical difference. The second hypothesis was confirmed. The measured values show a weakly indirect correlation.

This issue has been addressed, for example, by the study of Tan et al.⁶, which examined the effectiveness of infrared ocular thermography in screening for dry eye disease. The research was performed on 62 symptomatic eyes and 63 control subjects of the same sex and age. The measurement was performed using an NEC TH9420 infrared thermo-tracer and measured on the ocular surface at five designated anatomical points. In conclusion, this study confirms some usefulness of infrared ocular thermography for the evaluation of patients with dry eye. He states that the test was comparable to other

established methods for testing the stability of the tear film. To distinguish the mild and moderate forms of SSO from healthy eyes, it is best to measure the temperature on the nasal conjunctiva.⁶

A study by Zhang et al.⁷ focused on screening using infrared ocular thermography of the dry eye caused by excessive evaporation. The study involved 46 healthy and 138 eyes with SSO. The probands were measured for a non-invasive BUT test, eye surface temperature using a handheld IR camera based on a smartphone at eight designated locations, and a score in the C-OSDI questionnaire. The study evaluated that the used device with an infrared camera is suitable as a screening rather than a diagnostic tool for distinguishing SSO and a healthy eye. The advantage is non-invasiveness, speed and hygiene.⁷

Conclusion

The occurrence of dry eye syndrome has been increasing in recent years.⁵ It is therefore important for healthcare professionals to be able to diagnose this disease as quickly and as accurately as possible and to start the necessary treatment in good time as needed. There are a number of diagnostic tests that determine the quality and quantity of tear film and facilitate the diagnosis and screening of SSO.

Resources

1. Korb D, Craig J, Doughty M, Guillon JP, Smith G, Tomlinson A. *The Tear Film: Structure, Function and Clinical Examination*. Butterworth-Heinemann; 2002.
2. Willcox MDP, Argüeso P, Georgiev GA, et al. TFOS DEWS II Tear Film Report. *The Ocular Surface*. 2017;15(3):366-403. doi:10.1016/j.jtos.2017.03.006
3. Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, et al. TFOS DEWS II Definition and Classification Report. *The Ocular Surface*. 2017;15(3):276-283. doi:10.1016/j.jtos.2017.05.008
4. Rouen PA, White ML. Dry Eye Disease: Prevalence, Assessment, and Management. *Home Healthcare Now*. 2018;36(2):74-83. doi:10.1097/NHH.0000000000000652
5. Rozsival P a kol. *Oční Lékařství*. Galén; 2006.

6. Tan LL, Sanjay S, Morgan PB. Screening for dry eye disease using infrared ocular thermography. *Cont Lens Anterior Eye*. 2016;39(6):442-449. doi:10.1016/j.clae.2016.08.004
7. Zhang Q, Wu Y, Song Y, et al. Screening Evaporative Dry Eyes Severity Using an Infrared Image. *J Ophthalmol*. 2021;2021:8396503. doi:10.1155/2021/8396503

Srovnání výsledků měření kontrastní citlivosti na frekvenčních a písmenných testech u různých typů očních patologií

Bc. Aneta Ressová, Mgr. Ondřej Vlasák Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Příspěvek se v teoretické části zaměřuje na objasnění pojmu kontrastní citlivost. Dále je zde zmíněno, jak se kontrastní citlivost může měřit, jak ji mohou ovlivnit různá oční onemocnění, a jaký je její význam. Druhou část příspěvku tvoří výzkum, který se zabývá porovnáním kontrastní citlivosti u vybraných očních onemocnění na frekvenčním a písmenném testu.

Klíčová slova

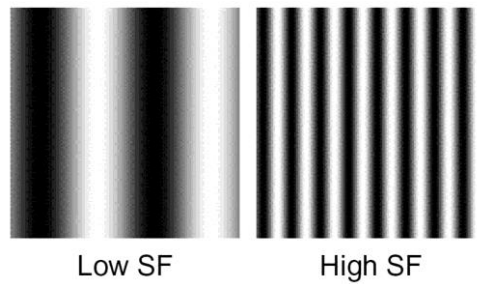
Kontrastní citlivost, frekvenční test, písmenný test, VPMD (věkem podmíněná makulární degenerace), glaukom, katarakta, Fuchsova dystrofie

Úvod

Přestože je vyšetření zrakové ostrosti velice důležité, z praktického hlediska nám neřekne, jak bude pacient vidět v běžných situacích. A proto je přínosné provádět i vyšetření kontrastní citlivosti, které nám může napovědět, jak bude pacient schopen rozeznávat objekty v běžném životě. Rozdílem mezi těmito dvěma zrakovými funkcemi je, že zraková ostrost se vyšetřuje při vysokém kontrastu mezi písmenem a jeho podkladem, zatímco kontrastní citlivost prověřuje vidění i při nižších kontrastech, se kterými se spíše běžně setkáváme.¹

Pojem kontrastní citlivost bychom mohli vysvětlit jako převrácenou hodnotu kontrastního prahu. Přičemž kontrastní práh je udáván nejmenším viditelným kontrastem, který je oko schopné zaznamenat mezi dvěma různě osvětlenými částmi předmětu. S kontrastní citlivostí je úzce spjata prostorová frekvence, která se udává v cyklech na stupeň (c/st). Nízké prostorové frekvence lze charakterizovat širokými černobílými pruhy, díky kterým je oko schopné rozlišit tvar a velikost objektu. Naopak vysoké prostorové frekvence slouží k rozeznání drobných detailů, a proto jsou

popisovány úzkými více nahuštěnými pruhy vedle sebe. Názorný rozdíl mezi frekvencemi zobrazuje obr. 1.2



Obr. 1: Prostorové frekvence³

SF = spatial frequency

Low SF = nízká prostorová frekvence

High SF = vysoká prostorová frekvence

Vyšetření kontrastní citlivosti je možné provádět na dvou základních typech testů – frekvenčních a písmenných. Testy frekvenční fungují na principu Michelsonova kontrastu, jenž je definován rozdílem nejvyššího a nejnižšího jasu děleného jejich součtem. Patří mezi ně například FACT (Functional Acuity Contrast Test), SWCT (Sine Wave Contrast Test) nebo CSV-1000. Podstatou testů písmenných je Weberův kontrast definovaný jako rozdíl jasu pozadí a písmene dělený jasem samotného pozadí. Mezi zástupce písmenných testů se řadí například Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart.²

Výsledky měření kontrastní citlivosti mohou být užitečné k brzkému odhalení různých očních onemocnění. Její snížení se totiž často projevuje dříve než samotný pokles zrakové ostrosti. Mezi typická oční onemocnění, která způsobují pokles kontrastní citlivosti patří katarakta, VPMD, diabetická retinopatie, glaukom, keratokonus, optická neuritida a mnoho dalších. Každé onemocnění se ale může projevovat odlišnými problémy s kontrastní citlivostí, některá mívají pokles v nízkých prostorových frekvencích, některá ve středních, a jiná zase ve vysokých. V případě pokročilejších stádií se pokles kontrastní citlivosti může projevit postupně ve všech prostorových frekvencích.^{2,4}

Metodika

Ve výzkumné části příspěvku se zaměřuji na porovnání dílčích výsledků kontrastní citlivosti u jednotlivých očních onemocnění. Vybraná oční onemocnění jsem vybírala tak, abych měla možnost prozkoumat onemocnění postihující jak rohovku,

tak oční čočku či samotnou sítnici. Rozhodla jsem se tedy zkoumat 4 oční onemocnění: Fuchsovu dystrofii, kataraktu, VPMD a glaukom.

V souvislosti s touto částí výzkumu jsem si stanovila jednu z mých hypotéz, kterou bych se chtěla nadále zabývat v tomto příspěvku. Má hypotéza tedy zní: Nejnižší hodnoty kontrastní citlivosti na písmenném i frekvenčním testě budou naměřeny u pacientů s kataraktou.

Před samotným začátkem výzkumu bylo zajištěno, aby byly v místnosti, kde bude výzkum probíhat stále světelné podmínky. Pomocí luxmetru CEM DT-8809A byla naměřena intenzita osvětlení, jejíž průměrná hodnota by měla odpovídat 360 lx.

Měření kontrastní citlivosti probíhá za pomoci foropteru a LCD optotypu Topcon CC-100. Vyšetřovací vzdálenost je 5,1 m. Pro výzkum používám 2 typy testů. Prvním typem je modifikovaný písmenný test fungující na principu postupného snižování kontrastu na nejmenším pacientem čteném optotypovém řádku. Test má celkem 24stupňovou škálu s hodnotami od 0,1 do 2,4 logKC. Druhým typem testu je test frekvenční, u kterého vyšetření probíhá ve 4 různých prostorových frekvencích (3; 6; 12; 18 c/st), přičemž v každé této frekvenci pacient vyhodnocuje pozice 5 terčů. Možné pozice terčů jsou znázorněny na obr. 2. Výsledek testu má podobu grafu tvořeného křivkou kontrastní citlivosti.



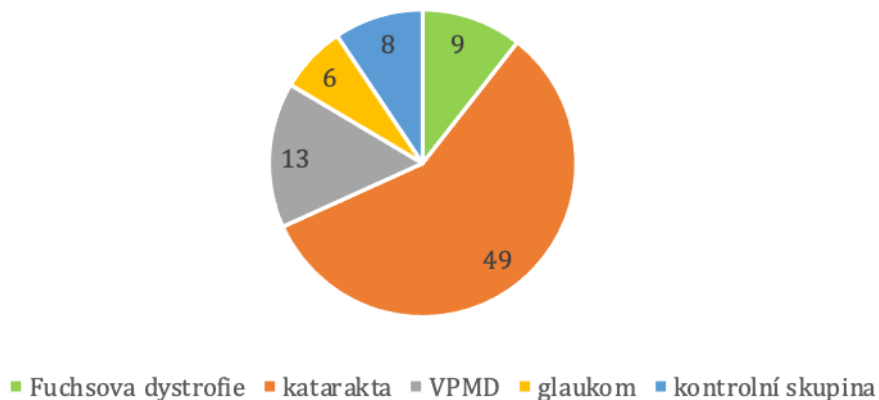
Obr. 2: Pozice terčů u frekvenčního testu⁵

Pro výzkum bylo doposud změřeno 85 očí, z toho 8 očí zastupuje kontrolní skupinu. Pohlaví jsou zastoupena v poměru 47 žen a 38 mužů. Průměrný věk měřených pacientů je 72 ± 8 let, v případě kontrolní skupiny 33 ± 11 let.

Hodnotícím kritériem pro zařazení pacienta do výzkumu u obou typů testů je minimální monokulární vizus 0,6.

Zastoupení jednotlivých očních patologií je znázorněno na grafu 1, z něhož je patrné vysoké zastoupení katarakty ve srovnání s ostatními onemocněními. Cílem

je tedy vyrovnat poměry mezi jednotlivými patologiemi, a současně navýšit vzorek kontrolní skupiny.

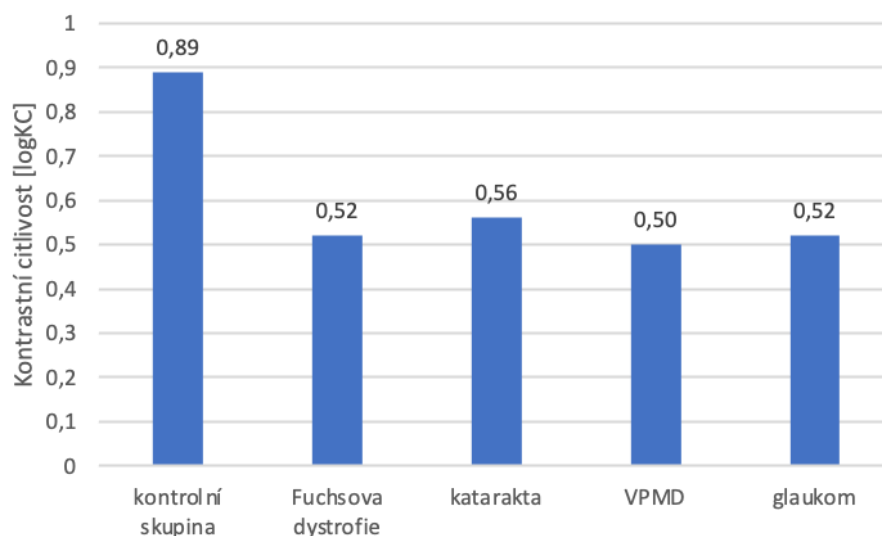


Graf 1: Zastoupení zkoumaného vzorku

Výsledky

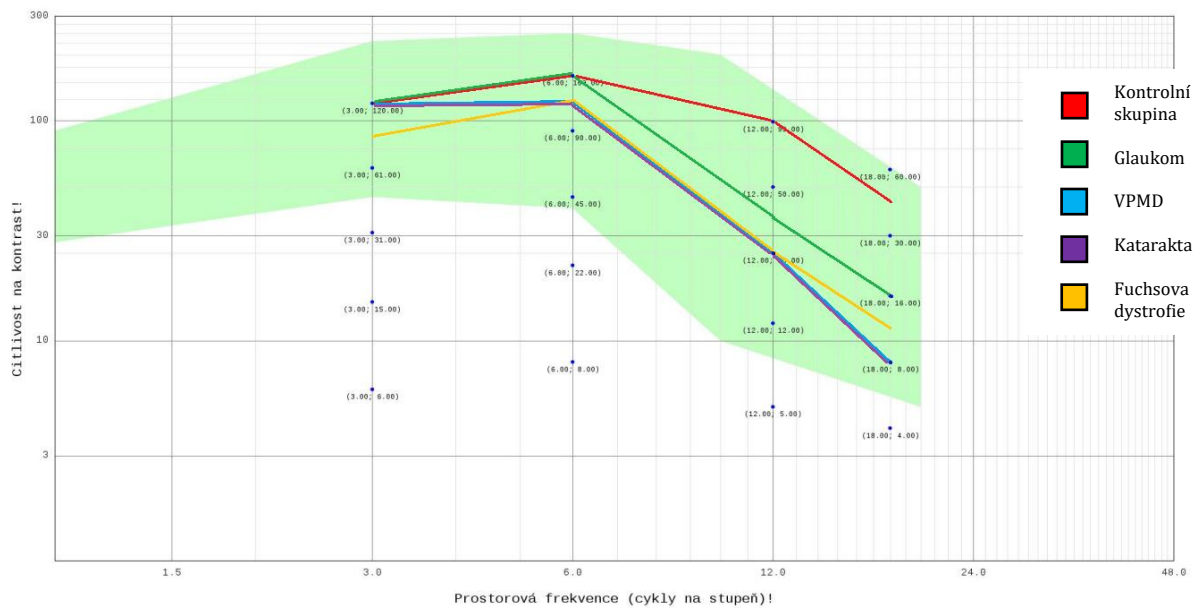
Hypotéza – nejnižší hodnoty kontrastní citlivosti na písmenném i frekvenčním testě budou naměřeny u pacientů s kataraktou, byla doposud částečně potvrzena, částečně vyvrácena. Výsledky frekvenčního testu hypotézu potvrzují, zatímco výsledky testu písmenného nikoli.

Z grafu 2 je patrné, že výsledky kontrastní citlivosti na písmenném testu při diagnostikované kataraktě vychází oproti ostatním patologiím nejlépe. Při porovnání výsledků s kontrolní skupinou byl prokázán výrazný pokles kontrastní citlivosti u všech vybraných očních onemocnění. Test tedy potvrzuje, že vybraná oční onemocnění mají vliv na snížení kontrastní citlivosti.



Graf 2: Výsledky písmenného testu

Výsledky frekvenčního testu zobrazuje graf 3. Jednotlivé křivky kontrastní citlivosti zobrazují zprůměrované hodnoty pro každou prostorovou frekvenci daného onemocnění. Ačkoli všechna onemocnění stále spadají do zelené oblasti odpovídající normě kontrastní citlivosti, u všech očních patologií byl prokázán pokles kontrastní citlivosti oproti kontrolní skupině. Pokles mimo normovanou oblast alespoň v jedné prostorové frekvenci byl prokázán u 15 očí.



Graf 3: Výsledky frekvenčního testu

Diskuse

Cílem výzkumu pro tento příspěvek bylo prokázat vliv vybraných očních onemocnění na kontrastní citlivost a porovnat výsledky kontrastní citlivosti mezi těmito onemocněními.

Tématem kontrastní citlivosti v souvislosti s očním onemocněním, konkrétně kataraktou, se také zabývala ve své diplomové práci kolegyně Tajchmanová. Cílem jedné její hypotézy bylo ověřit, zda katarakta ovlivňuje vnímání kontrastu pacienta. Pro vyšetření kontrastní citlivosti používala písmenný Pelli-Robson test. Výzkumu se zúčastnilo celkem 21 probandů. Pro vyhodnocení porovnávala naměřené výsledky kontrastní citlivosti mezi kontrolním okem a okem s kataraktou před operací. Výsledkem bylo, že katarakta skutečně ovlivňuje vnímání kontrastní citlivosti, čímž se tedy potvrdila její hypotéza. Výsledek její hypotézy je v souladu s mými výsledky, kdy se i na mých

testech, ač typově odlišných, též potvrdilo, že katarakta značně ovlivňuje kontrastní citlivost.⁶

Kontrastní citlivostí u očních patologií se také zabývali ve své studii Popescu a Boisjoly et al. Jejich kanadská studie nesla název Age-related eye disease and mobility limitations in older adults a zabývala se zkoumáním rozsahu omezení mobility u pacientů s diagnostikovaným glaukomem, VPMD nebo Fuchsovou dystrofií. Mimo jiné zrakové funkce se právě zaměřili i na ovlivnění kontrastní citlivosti, jejíž hodnotu měřili pomocí Pelli-Robson testu. Studie se zúčastnilo 272 probandů. Dílčím výsledkem bylo, že nejhorší kontrastní citlivost mají pacienti s diagnostikovanou VPMD (0,61 logKC). Poté následovala Fuchsova dystrofie (0,69 logKC), o trochu lépe na tom byli pacienti s glaukomem (0,85 logKC). Výsledky mého výzkumu u obou typů testů jsou téměř v souladu s výsledky této studie. V případě mého výzkumu jsou ale mezi jednotlivými onemocněními menší rozdíly. Příčinou bude pravděpodobně menší množství probandů v mém výzkumu.⁷

Závěr

Vyšetření kontrastní citlivosti je přínosné pro odhalení různých očních onemocnění. Často se můžeme setkat s pacienty, kteří si budou stěžovat na zhoršené vidění, přestože budou mít ještě normální zrakovou ostrost. Pravděpodobnou příčinou zhoršeného vidění bude v tomto případě samotná kontrastní citlivost, což se může projevit především za sníženého osvětlení, nebo v noci. Na rozdíl od zrakové ostrosti, se vyšetření kontrastní citlivosti zabývá různými stupni kontrastů. Díky tomu jsme schopni lépe odhadnout pacientovo vidění v běžném životě, kdy se setkáváme s různými světelnými a kontrastními podmínkami.⁸

Literatura

1. Rozsival P, et al. Oční Lékařství. Praha, Czechia: Galén; 2006.
2. Ventruba J. Kontrastní citlivost, testování a příčiny jejího snížení. Čes Oční Opt. 2008;49(01):70-71. Accessed April 2, 2022.
https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2008_01.pdf
3. Landy M. Perception Lecture Notes: Spatial Frequency Channels. Center for Neural Science. Accessed April 3, 2022.

<https://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/channels/channels.html>

4. Kraus H. Kompendium Očního Lékařství. Praha, Czechia: Grada; 1997.

5. Topcon. Topcon brochure CC series. The Netherlands: Topcon Europe Medical B.V. Accessed April 3, 2022.

<https://topconhealthcare.eu/uploads/media/60cb6979a3641/topcon-brochure-cc-series-210x297mm-en-lrs.pdf>

6. Tajchmanová E. Změna kontrastní citlivosti po operaci šedého zákalu [master's thesis]. Brno, Czechia: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2010. Accessed April 15, 2022.

https://is.muni.cz/auth/th/ixl1a/Zmena_kontrastni_citlivosti_po_operaci_sedeho_zakalu.pdf

7. Popescu, Boisjoly, et al. Age-Related Eye Disease and Mobility Limitations in Older Adults. Invest Ophthalmol Vis Sci. 52(10):7168-7174. Accessed April 15, 2022. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-7564>

8. Kolarčík L, Dedek V, Ptáček M. Příručka pro sestry v oftalmologii. Praha, Czechia: Grada; 2016. Accessed April 15, 2022.

<https://books.google.cz/books?id=quS4DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=%C5%99%C3%ADru%C4%8Dka+pro+sestry+v+oftalmologii&hl>

Comparison of contrast sensitivity measurements on sine-wave grating and letter charts in various types of eye pathologies

Bc. Aneta Ressoová, Mgr. Ondřej Vlasák Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

The theoretical part of the article focuses on clarification of the term contrast sensitivity. It also mentions, how contrast sensitivity can be measured, how it can be affected by various types of eye pathologies, and what its significance is. The second part of the article consists of research which deals with the comparison of contrast sensitivity in various eye pathologies on sine-wave grating and letter chart.

Key words

Contrast sensitivity, sine-wave grating chart, letter chart, AMD (age-related macular degeneration), glaucoma, cataract, Fuchs' dystrophy

Introduction

Although the examination of visual acuity is very important, from practical point of view it does not tell us how the patient will see in ordinary situations. Therefore, it is beneficial to perform examination of contrast sensitivity, which can tell us, how the patient will be able to distinguish objects in everyday life. The difference between these two visual functions is that visual acuity is examined at high contrast between the letter and its background, whereas the contrast sensitivity examines vision even at lower contrasts which are more commonly for everyday life.¹

The term contrast sensitivity we can explain as the reciprocal of contrast threshold. The contrast threshold is defined by the lowest visible contrast that the eye is able to detect between two differently lit parts of the object. Contrast sensitivity is closely related to the spatial frequency. The units of spatial frequency are cycles per degree (cpd). Low spatial frequencies can be characterised by wide black and white stripes. Then the eye is able to distinguish shape and size of the object. On the contrary, high spatial

frequencies are used to detect small details. Therefore, they are described by narrow, more inflated stripes next to each other. An illustrative difference between frequencies is shown in fig. 1.2

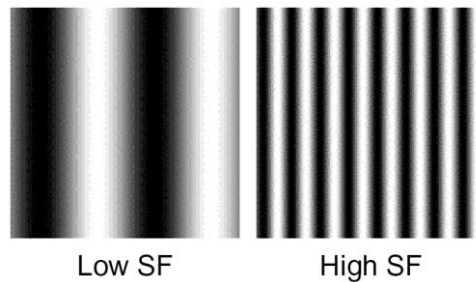


Fig. 1: Spatial frequencies³

Low SF = low spatial frequency

High SF = high spatial frequency

Examination of contrast sensitivity can be performed on two basic types of tests – sine-wave grating charts and letter charts. The sine-wave grating charts are based on the principle of Michelson's contrast which is defined as the difference between the highest and the lowest brightness divided by their sum. These tests include, for instance, FACT (Functional Acuity Contrast Test), SWCT (Sine Wave Contrast Test) or CSV-1000. The letter charts are based on Weber's contrast that is defined as the difference between brightness of the background and the letter divided by brightness of the background itself. It is, for example, the Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart.²

The results of contrast sensitivity measurements can be useful for early detection of various eye pathologies. Its decrease often manifests itself earlier than a decrease in visual acuity. The typical eye pathologies affecting contrast sensitivity are cataract, AMD, diabetic retinopathy, glaucoma, keratoconus, optic neuritis and many others. These pathologies can affect different areas of the contrast sensitivity. It can be decrease in low, medium or high spatial frequencies. In more advanced stages of the pathologies, a decrease of contrast sensitivity may occur at all spatial frequencies.^{2,4}

Methodology

In the research part of the article I focus on comparing partial results of contrast sensitivity in selected eye pathologies. I chose the eye pathologies affecting the cornea, lens and retina - Fuchs' dystrophy, cataract, AMD and glaucoma.

In connection with this part of the research I have established one of my hypotheses that I would like to focus on in this article. My hypothesis is: The lowest values of contrast sensitivity will be measured, on both the letter and sine-wave grating charts, in patients with cataracts.

Before the start of the research, constant lighting conditions were ensured in the room where the research was carried out. The illuminance was measured with the lux meter CEM DT-8809A. The average value should be 360 lx.

Contrast sensitivity is measured by phoropter and LCD optotype Topcon CC-100. The examination distance is 5.1 meters. For the research I use 2 types of tests. The first type is modified letter chart. Its principle is gradually reduce the contrast on the smallest optotype line that the patient is able to read. The test has a scale with values from 0.1 to 2.4 logCS. The second type of the test is sine-wave grating chart. This test measures in 4 spatial frequencies (3; 6; 12; 18 cpd). For each frequency, there are 5 targets to evaluate their position. The possible positions of the targets are shown in fig. 2. The result of the test is a graph with a contrast sensitivity curve.

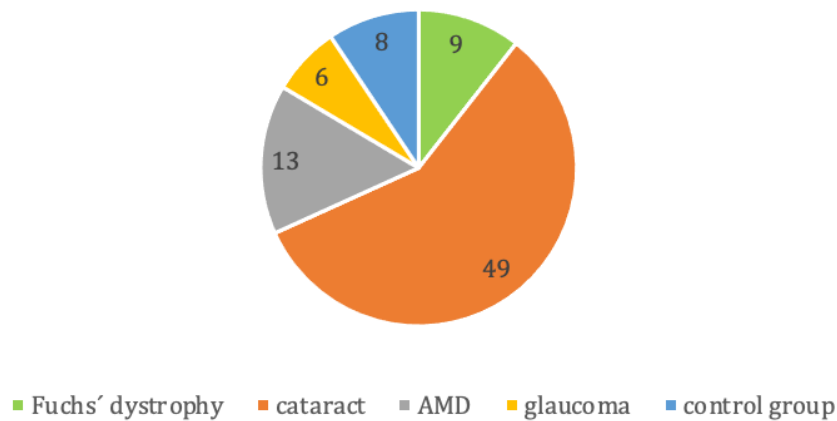


Fig. 2: Positions of targets in sine-wave grating chart⁵

So far, 85 eyes have been measured for this research. The control group is represented by 8 eyes. There were 47 women and 38 men. The average age of patients is 72 ± 8 years, in the control group 33 ± 11 years.

The criterion for inclusion in the research is the minimum monocular visus 0.6 for both types of tests.

The representation of the eye pathologies is shown in graph 1. It is noticeable that the biggest group is represented by patients with cataracts. The aim is to increase the representation of other pathologies and control group.

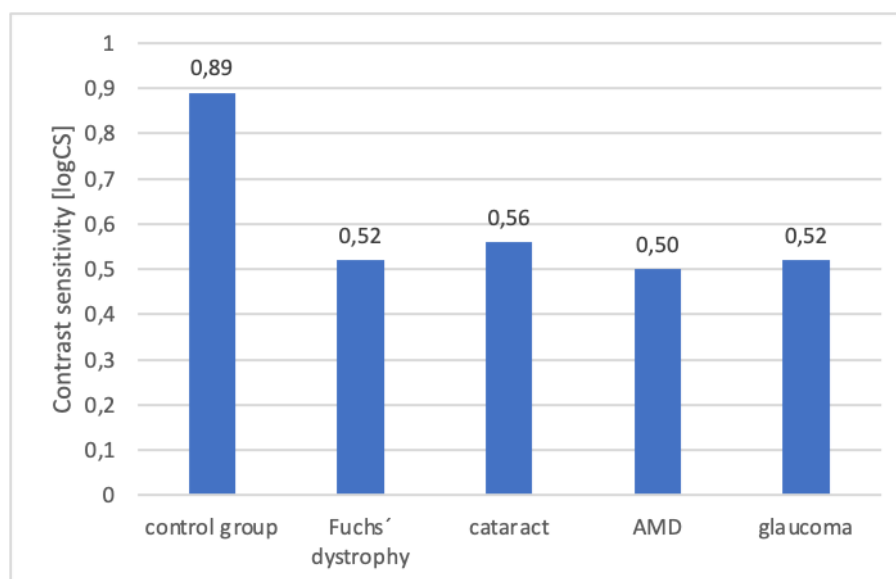


Graph 1: Representation of probands

Results

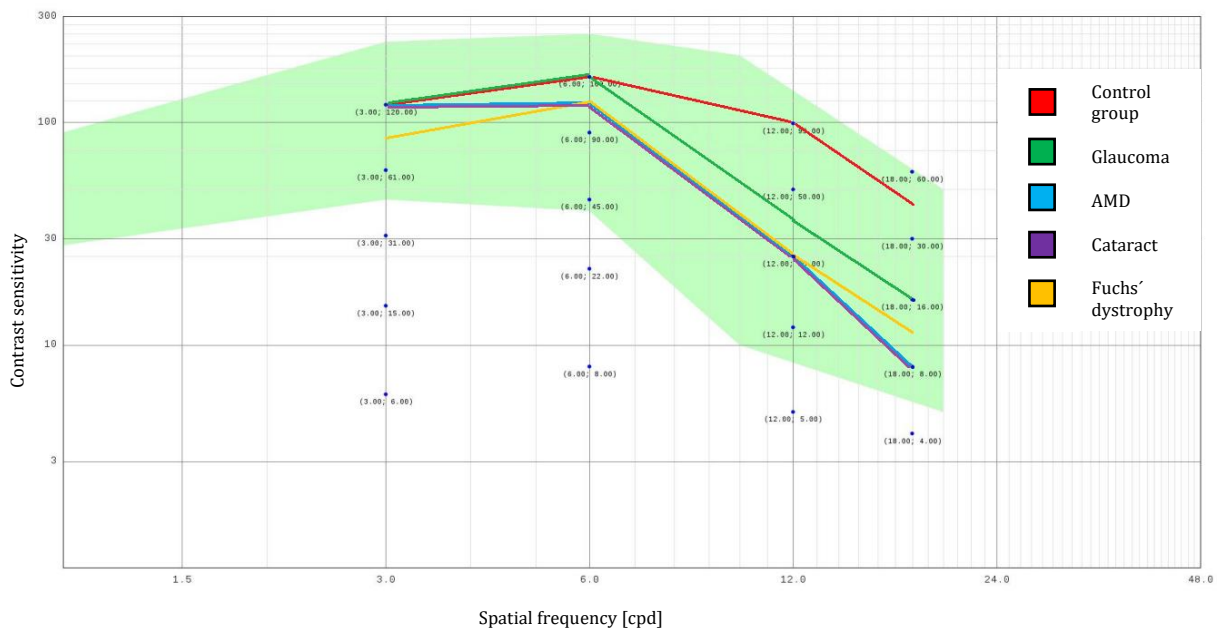
Hypothesis - the lowest values of contrast sensitivity will be measured, on both the letter and sine-wave grating charts, in patients with cataracts, was partially confirmed, partially refuted. The results of the sine-wave grating chart confirm my hypothesis but the results of the letter chart do not confirm the hypothesis.

Graph 2 shows that the results of cataracts on the letter chart have the highest values compared to other pathologies. In comparison with the control group, a significant decrease in contrast sensitivity was proved in all pathologies. The letter chart confirms that selected eye pathologies affect the decrease in contrast sensitivity.



Graph 2: Results of the letter chart

Results of the sine-wave grating chart are shown in graph 3. The contrast sensitivity curves show averaged values for each spatial frequency of the eye pathology. Although all pathologies are still in green area corresponding to the standard contrast sensitivity, in all pathologies a decrease of contrast sensitivity was proved compared to the control group. A decrease out of the green area in one spatial frequency and more was proved in 15 eyes.



Graph 3: Results of the sine-wave grating chart

Discussion

The aim of the research for this article was to prove that selected eye pathologies can affect contrast sensitivity, and to compare the results of contrast sensitivity between these pathologies.

Tajchmanová in her master's thesis also dealt with the topic of contrast sensitivity in connection with eye pathologies, specifically cataracts. The aim of her hypothesis was to verify if cataract affects the patient's perception of contrast. She used the Pelli-Robson chart to examine contrast sensitivity. A total of 21 probands took part in the research. She compared the measured results of contrast sensitivity between the control eye and the cataract eye before surgery. Her hypothesis was confirmed, the cataract affects the perception of contrast sensitivity. Although I used different types of

tests, her results correspond to my results. Cataracts significantly affect the contrast sensitivity.⁶

Another study, which deals with contrast sensitivity and eye pathologies, was conducted by Popescu and Boisjoly et al. Their Canadian study, named Age-related eye disease and mobility limitations in older adults, examined the extent of mobility limitations in patients with glaucoma, AMD, or Fuchs' dystrophy. Except for the other visual functions, they focused on the contrast sensitivity which was measured on the Pelli-Robson chart. The study involved 272 probands. The results revealed that patients with AMD have the worst contrast sensitivity (0,61 logCS). The next is Fuchs' dystrophy (0,69 logCS). Patients with glaucoma had slightly better results in contrast sensitivity (0,85 logCS). The results of my research on both types of tests are almost in keeping with the results of this study. Nevertheless, in my research, the results have smaller differences between the pathologies. The reason could probably be the lower number of probands in my research.⁷

Conclusion

Examination of contrast sensitivity is beneficial for detection of various eye pathologies. We can often have patients who have impaired vision even though they have normal visual acuity. Contrast sensitivity could be the possible cause of impaired vision in this case. This can occur especially in low light or at night. Examination of contrast sensitivity deals with varying degrees of contrasts while visual acuity does not. After measuring the contrast sensitivity, we are able to better estimate the patient's vision in everyday life, when we encounter different light and contrast conditions.⁸

Literature

1. Rozsival P, et al. Oční Lékařství. Praha, Czechia: Galén; 2006.
2. Ventruba J. Kontrastní citlivost, testování a příčiny jejího snížení. Čes Oční Opt. 2008;49(01):70-71. Accessed April 2, 2022.
https://www.4oci.cz/dokumenty/pdf/4oci_2008_01.pdf
3. Landy M. Perception Lecture Notes: Spatial Frequency Channels. Center for Neural Science. Accessed April 3, 2022.
<https://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/channels/channels.html>

4. Kraus H. Kompendium Očního Lékařství. Praha, Czechia: Grada; 1997.
5. Topcon. Topcon brochure CC series. The Netherlands: Topcon Europe Medical B.V. Accessed April 3, 2022.
<https://topconhealthcare.eu/uploads/media/60cb6979a3641/topcon-brochure-cc-series-210x297mm-en-lrs.pdf>
6. Tajchmanová E. Změna kontrastní citlivosti po operaci šedého zákalu [master's thesis]. Brno, Czechia: Masarykova univerzita, Lékařská fakulta; 2010. Accessed April 15, 2022.
https://is.muni.cz/auth/th/ixl1a/Zmena_kontrastni_citlivosti_po_operaci_sedeho_zakalu.pdf
7. Popescu, Boisjoly, et al. Age-Related Eye Disease and Mobility Limitations in Older Adults. Invest Ophthalmol Vis Sci. 52(10):7168-7174. Accessed April 15, 2022. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-7564>
8. Kolarčík L, Dedek V, Ptáček M. Příručka pro sestry v oftalmologii. Praha, Czechia: Grada; 2016. Accessed April 15, 2022.
<https://books.google.cz/books?id=quS4DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=%C5%99%C3%ADru%C4%8Dka+pro+sestry+v+oftalmologii&hl>

Korelace zrakové ostrosti na ETDRS a LCD optotypech se Sloanovými znaky u pacientů s anti-VEGF léčbou

Bc. Kateřina Robenková, Mgr. Ondřej Vlasák, Ph.D.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Studie bude vyšetřovat zrakovou ostrost, přesněji korelaci zrakové ostrosti vyšetřené na ETDRS a LCD optotypech se Sloanovými znaky, u pacientů s určitým patologickým onemocněním (věkem podmíněná makulární degenerace, diabetická retinopatie, myopická makulární degenerace, žilní okluze), podstupující anti-VEGF léčbu. Cílem studie je určit míru korelace naměřených výsledků a potvrdit, že pro klinické studie je přesnější měření na ETDRS optotypech než na LCD.

Klíčová slova

Zraková ostrost, korelace, LCD optotyp, ETDRS optotyp, anti-VEGF léčba, VPMD, diabetická retinopatie, žilní okluze, myopická makulární degenerace

Zraková ostrost

Nejběžnějším měřením zrakových funkcí je zraková ostrost. Testování zrakové ostrosti lze provádět pomocí jednoduchých vybavení a bez složitých přístrojů. Zraková ostrost je definována jako prostorová rozlišovací schopnost oka, jinak řečeno, velikost předmětu, který lze okem rozlišit. V praxi se měření zrakové ostrosti provádí pomocí specializovaných očních tabulek neboli optotypů.¹ Pro studie se vyšetření zrakové ostrosti provádí nejčastěji na logaritmických ETDRS (early treatment diabetic retinopathy study) optotypech. Tyto optotypy jsou standardizované a obsahují následující znaky:

- Použitá písmena mají téměř stejnou čitelnost. Většinou jsou použity Sloanovy znaky nebo Landoltovy obrazce.
- Řádky jsou po 5 znacích, celkově má optotyp 14 řádků (70 znaků).
- Změna zrakové ostrosti o jednu řadu odpovídá 0,1 logMAR

- Hodnota jednoho znaku je 0,02 logMAR, jeli na řádku 5 písmen. Pacient přečte řádek 0,2 a ještě jeden znak z dalšího řádku, výsledná hodnota zrakové ostrosti je 0,18 logMAR. ^{1,2}

Věkem podmíněná makulární degenerace – VPMD

Neurodegenerativní onemocnění stárnoucí sítnice, při kterém pacienti trpí těžkou ztrátou zraku. ³ Za klíčový faktor patologie věkem podmíněné makulární degenerace je bráno poškození retinálního pigmentového epitelu (RPE) vyvolané oxidačním stresem. RPE buňky jsou neustále vystaveny oxidačnímu stresu, který může vést k akumulaci lipidů, nukleových kyselin, poškozených buněčných proteinů a buněčných organel. Dodnes není známa přesná příčina degenerace RPE a nástup a progresse. ⁴ Onemocnění dělíme na dvě formy, suchou a vlhkou. Charakteristické znaky časných stádií suché formy jsou ložiska nazývaná drúzy. Tvorba drúz je běžná v periferních oblastech s věkem, avšak u časně suché VPMD se tyto drúzy zvětšují a nacházejí se v makule. Dalšími indikátory suché VPMD jsou abnormality RPE, hyperpigmentace a atrofie. Vlhká forma VPMD je charakterizována vaskulárním prorůstáním z cévnatky skrz Bruchovu membránu, označované jako choroidální neovaskularizace, do makuly. Vlhká forma je mnohem vyskytovanější než sušší. Nejdůležitější je včasná a účinná terapie, VPMD je zodpovědná za 90 % akutní slepoty. ^{5,6}

Diabetická retinopatie – DR

Nejčastější mikrovaskulární komplikace, která je spojena s onemocněním diabetes mellitus, postihuje cévy zásobující sítnici oka. Hyperglykemické stavy u DR způsobují ztráty pericytů a endoteliálních buněk. K poškození krevních cév dochází buď ve formě zvýšené vaskulární permeability (mírná neproliferativní retinopatie), cévního uzávěru (střední a závažná neproliferativní DR) nebo růstu nových krevních cév na sítnici a zadním povrchu sklivce (proliferativní DR). Onemocnění je na počátku bezpříznakové, proto je důležitý screening. Neproliferativní diabetická retinopatie (NDPR) se od té proliferativní (PDR) výrazně odlišuje. NDPR je charakterizována mikroaneuryzmaty, intraretinálními mikrovaskulárními abnormalitami a retinálními hemoragiemi, zatímco PDR má patologickou retinální neovaskularizaci. Pokud diabetická retinopatie postihne také makulu, nazýváme onemocnění diabetická makulopatie. Tu dále můžeme dělit na centrální, která postihuje foveu, a necentrální. Je-li sítnice vystavena

hyperglykemickým stavům po delší dobu, progres DR je urychlenější. Zánět, angiogeneze, oxidační stres a apoptóza jsou hlavními fyziologickými mechanismy ve vývoji DR, zejména při hyperglykémii. ^{7,8}

Myopická makulární degenerace – MMD

Makulární degenerace charakterizována také jako exsudativní nebo neovaskulární je v mnoha částech světa významnou příčinou slepoty a zrakového postižení. Klinické rizikové faktory pro MMD zahrnují dlouhou axiální délku v rozsahu vysoké axiální myopie, ženské pohlaví, vyšší věk a potenciálně další axiální elongaci. Zcela neobjasněné jsou i další znaky, například zvětšení Bruchovy membrány, ztenčení cévnatky, otevření nebo zvětšení terče zrakového nervu. ⁹

Okluze retinální žíly – RVO

Jedna z hlavních příčin ztráty zraku je také žilní okluze. Rozlišujeme dva typy okluzí, první je okluze větvené retinální žíly (BRVO), u které se udává, že je 4-6x častější než druhý typ, kterým je okluze centrální retinální žíly (CRVO). Základním rizikovým faktorem všech typů okluzí je pokročilý věk. Jako další rizikové faktory uvádíme hypertenzi, arteriosklerózu, diabetes mellitus, cévní mozkovou příhodu a trombofilie. Jedinci s poškozením koncových orgánů způsobeným diabetes mellitus a hypertenzí mají výrazně zvýšené riziko RVO. ¹⁰

VEGF a Anti-VEGF

Vaskulární endoteliální růstový faktor (VEGF) je homodimerický glykoprotein. U lidí se skupina VEGF skládá z několika členů: VEGF-A, VEGF-B, VEGF-C, VEGF-D, VEGF-E, VEGF-F, faktor pro růst placenty (PlGF) a nedávno do této rodiny přibyl endokrinní žlázo- vaskulární endoteliální růstový faktor (EG-VEGF). VEGF-A se uplatňuje se během angiogeneze, díky zvýšené vazbě na povrch endoteliálních buněk pomocí receptorů VEGFR1 a VEGFR2 zapříčiňuje tvorbu nových cév, lymfangiogenezi a produkci cytokinů. Tyto procesy jsou jak fyziologické (hojení ran a obnova endometria během menstruačního cyklu), tak patologické (růst nádorů, retinopatie nedonošených a další). Retinální hypoxie zapříčiňuje zvýšenou tvorbu VEGF faktoru a dalších látek. Tvorba nových cév představuje pokus o vaskularizaci ischemických oblastí, bohužel nové cévy mají tendenci více krvácet a jsou mnohem více nebezpečné. ¹¹⁻¹³

Antagonisté vaskulárního endotelového faktoru neboli Anti-VEGF léčba spočívá v aplikaci intravitreální injekcí do sklivce, k léčbě očních patologií vyvolané nadměrným výskytem VEGF faktoru. Anti-VEGF preparáty se navážou na faktor VEGF-A, zabraňují tak krvácení a zároveň zpomalují růst novotvořených cév. Nyní existuje 5 typů anti-VEGF injekcí:

- pegaptanib (Macugen®)
- ranibizumab (Lucentis®)
- bevacizumab (Avastin®)
- aflibercept (Eylea®)
- brolucizumab (Beovu®) ^{13,14}

Metodika výzkumu

Výzkum bude probíhat na oční klinice Lexum v Brně. Výsledky budou statisticky zpracovány a bude vyhodnocena korelace mezi naměřenými hodnotami.

Vyšetřována bude naturální zraková ostrost na dálku (UDVA) a zraková ostrost na dálku s nejlepší korekcí (CDVA) za podmínek standartního osvětlení (dle normy ČSN EN ISO 8596) střídavě na LCD s ETDRS optotypech ze vzdálenosti 4 m. Ostrost bude měřena u pacientů s patologickým onemocněním sítnice (věkem podmíněná makulární degenerace, diabetická retinopatie, žilní okluze a myopická makulární degenerace), u kterých probíhá anti-VEGF léčba.

Při testování na LCD písmenném optotypu budou promítány Sloanovy znaky. Vízus zapsaný decimálně bude převeden na hodnoty logMAR a počet přečtených písmen bude dopočítán. Testování bude probíhat pomocí interpolační metody. Například pokud vyšetřovaný přečte 2 znaky z 5, bude zapsán vízus minulého řádku, převeden na logMAR hodnotu a počet znaků bude přepočten podle vztahu 1 znak = 0,02logMAR.

Druhé testování proběhne na logMAR ETDRS optotypech. Metoda ETDRS-fast – vyšetřovaný čte znaky odshora vertikálně, zastaví se na řádku, kde znak není správně identifikován, vrátí se o jeden řádek výš, kde již čte znak po znaku interpolační metodou, za každý přečtený znak se odečte 0,02 logMAR. U obou metod bude vízus zapsán metodou logMAR i počtem znaků.

Hypotézy

1. Hodnoty nejlepší zrakové ostrosti na dálku (CDVA) naměřené na ETDRS a LCD optotypu spolu budou korelovat.

2. Naměřená zraková ostrost bude v průměru lepší u pacientů s diabetickou retinopatií a žilními okluzemi, než u pacientů s VPMD a myopickou degenerací.

Zdroje

1. Peter PK. Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practise. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2009; 107: 311-324.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2814576/>. Accessed March 28, 2022.
2. Beneš P, Veselý P. *Vyšetřovací metody v optometrii*. 1. vydání. Praha: Grada; 2019
3. Hadziahmetovic M, Malek G. Age-Related Macular Degeneration Revisited: From Pathology and Cellular Stress to Potential Therapies. *Front. Cell Dev. Biol.* 2021.
<https://doi.org/10.3389/fcell.2020.612812>. Accessed March 28, 2022.
4. Kaarniranta K, Uusitalo H, Blasiak J, et al. *Progress in Retinal and Eye Research.* 2020; 79(100858).
<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2020.100858>. Accessed April 1, 2022.
5. Mullins RF, Johnson MN, Faidley EA, Skeie JM, Huang J. Choriocapillaris vascular dropout related to density of drusen in human eyes with early age-related macular degeneration. *Investigative ophthalmology & visual science.* 2011; 52(3): 1606–1612.
<https://doi.org/10.1167/iovs.10-6476>. Accessed April 2, 2022.
6. Malek G, Lad EM. Emerging roles for nuclear receptors in the pathogenesis of age-related macular degeneration. *Cellular and molecular life sciences.* 2014; 71(23), 4617–4636.
<https://doi.org/10.1007/s00018-014-1709-x>. Accessed April 1, 2022.
7. Kaur P, Kotru S, Singh S, et al. miRNA signatures in diabetic retinopathy and nephropathy: delineating underlying mechanisms. *Journal of Physiology and Biochemistry.* 2022; 78, 19–37.
<https://doi.org/10.1007/s13105-021-00867-0>. Accessed April 15, 2022.

8. Stitta AW, Curtisa TM, Chena M, Medinaa RJ, McKay GJ, et al. The progress in understanding and treatment of diabetic retinopathy. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2016; 51, 156-186.
<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2015.08.001>. Accessed April 15, 2022.
9. Jonas SB, Panda-Jonas S, Jonas JB. et al. Histology of neovascular myopic macular degeneration. *Scientific Reports*. 2021;11(21908).
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-01500-2>. Accessed April 14, 2022.
10. Kolar P. Risk Factors for Central and Branch Retinal Vein Occlusion: A Meta-Analysis of Published Clinical Data. *Journal of Ophthalmology*. 2014; 2014 (724780).
<https://doi.org/10.1155/2014/724780>. Accessed April 15, 2022.
11. Melincovici CS, Boşca AB, Şuşman S, et al. Vascular endothelial growth factor (VEGF) - key factor in normal and pathological angiogenesis. *Rom J Morphol Embryol*. 2018; 59(2):455-467.
<https://rjme.ro/RJME/resources/files/590218455467.pdf>. Accessed April 15, 2022.
12. Mirabelli P. *Inhibitors of corneal inflammation and angiogenesis: Prospectives and challenges*. Linköping, Linköping University Electronic Press; 2019,
https://books.google.cz/books?id=LIGWDwAAQBAJ&hl=cs&source=gbs_navlinks_s. Accessed April, 2022.
13. Stepanov A, Studnička J. Použití anti-VEGF léků v oftalmologii. *Klin Farmakol Farm*. 2019; 33(1): 19–24.
<https://www.klinickafarmakologie.cz/pdfs/far/2019/01/04.pdf>. Accessed April 20, 2022.
14. Porta M, Striglia E. Intravitreal anti-VEGF agents and cardiovascular risk. *Intern Emerg Med*. 2020; 15, 199–210.
<https://doi.org/10.1007/s11739-019-02253-7>. Accessed April 17, 2022.

Correlation of visual acuity on ETDRS and LCD optotypes with Sloan letters in patients with anti-VEGF treatment

Bc. Kateřina Robenková, Mgr. Ondřej Vlasák, Ph.D.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

The study will investigate visual acuity, more specifically the correlation of visual acuity examined on ETDRS and LCD optotypes with Sloan's signs, in patients with certain pathologies (age-related macular degeneration, diabetic retinopathy, myopic macular degeneration, venous occlusion) undergoing anti-VEGF treatment. The aim of the study is to determine the degree of correlation of the measured results and to confirm that for clinical trials, measurements on ETDRS optotypes are more accurate than on LCDs.

Keywords

Visual acuity, correlation, LCD optotype, ETDRS optotype, anti-VEGF treatment, AMD, diabetic retinopathy, venous occlusion, myopic macular degeneration.

Visual acuity

The most common measurement of visual function is visual acuity. Visual acuity testing can be performed with simple equipment and without complex instruments. Visual acuity is defined as the spatial resolving power of the eye, in other words, the size of an object that can be resolved by the eye. In practice, visual acuity measurements are performed using specialized eye charts or optotypes.¹ For studies, visual acuity testing is performed on logarithmic ETDRS (early treatment diabetic retinopathy study) optotypes. These optotypes are standardized and contain the following features:

- The letters have almost the same legibility. Usually, Sloan's letters or Landolt patterns are used.
- There are 5 letters on each line, in total, there are 14 lines (70 characters).
- A change in visual acuity of one line corresponds to 0.1 logMAR

- The value of one character is 0.02 logMAR if there are 5 letters on the line. The patient reads the line 0.2 and one more character from the next line, the resulting visual acuity value is 0.18 logMAR.^{1,2}

Age-related macular degeneration - AMD

A neurodegenerative disease of the ageing retina in which patients suffer severe vision loss.³ Oxidative stress-induced damage to the retinal pigment epithelium (RPE) is considered a key factor in the pathology of age-related macular degeneration. RPE cells are constantly exposed to oxidative stress, which can lead to accumulation of lipids, nucleic acids, damaged cellular proteins, and cellular organelles. To date, the exact cause of RPE degeneration and the onset and progression are unknown.⁴ The disease is divided into two forms, dry and wet. The hallmarks of the early stages of the dry form are deposits called drusen. The formation of drusen is common in peripheral areas with age, but in early dry AMD these drusen enlarge and are located in the macula. Other indicators of dry AMD are RPE abnormalities, hyperpigmentation, and atrophy. The wet form of AMD is characterized by vascular ingrowth from the choroid through Bruch's membrane, referred to as choroidal neovascularization, into the macula. The moist form is much more common than the drier form. Early and effective therapy is most important because AMD is responsible for 90% of acute blindness.^{5,6}

Diabetic retinopathy - DR

The most common microvascular complication associated with diabetes mellitus, it affects the blood vessels supplying the retina of the eye. Hyperglycemic states in DR cause loss of pericytes and endothelial cells. Blood vessel damage occurs either in the form of increased vascular permeability (mild non-proliferative retinopathy), vascular occlusion (moderate and severe non-proliferative DR) or growth of new blood vessels on the retina and posterior vitreous surface (proliferative DR). The disease is asymptomatic at the outset, so screening is important. Non-proliferative diabetic retinopathy (NDPR) is distinctly different from proliferative diabetic retinopathy (PDR). NDPR is characterized by microaneurysms, intraretinal microvascular abnormalities, and retinal hemorrhages, whereas PDR has pathologic retinal neovascularization. If diabetic retinopathy also affects the macula, the disease is called diabetic maculopathy. This can be further divided into central, which affects the fovea, and non-central. If the retina

is exposed to hyperglycemic conditions for a prolonged time, the progression of DR is more accelerated. Inflammation, angiogenesis, oxidative stress, and apoptosis are the main physiological mechanisms in the development of DR, especially during hyperglycemia.^{7,8}

Myopic macular degeneration - MMD

Macular degeneration also characterized as exudative or neovascular is a significant cause of blindness and visual impairment in many parts of the world. Clinical risk factors for MMD include long axial length in the range of high axial myopia, female gender, older age and potentially additional axial elongation. Other features such as enlargement of Bruch's membrane, choroidal thinning, and opening or enlargement of the optic nerve target are also completely unexplained.⁹

Retinal vein occlusion - RVO

Venous occlusion is also one of the major causes of vision loss. There are two types of occlusions, the first is branch retinal vein occlusion (BRVO) which is reported to be 4-6 times more common than the second type which is central retinal vein occlusion (CRVO). The primary risk factor for all types of occlusions is advanced age. Other risk factors include hypertension, arteriosclerosis, diabetes mellitus, stroke and thrombophilia. Individuals with end-organ damage caused by diabetes mellitus and hypertension have a significantly increased risk of RVO.¹⁰

VEGF and Anti-VEGF

Vascular endothelial growth factor (VEGF) is a homodimeric glycoprotein. In humans, the VEGF family is composed of several members: VEGF-A, VEGF-B, VEGF-C, VEGF-D, VEGF-E, VEGF-F, placental growth factor (PlGF), and the recently added endocrine gland vascular endothelial growth factor (EG-VEGF). VEGF-A is exerted during angiogenesis, and through increased binding to the surface of endothelial cells by VEGFR1 and VEGFR2 receptors, it causes new vessel formation, lymphangiogenesis and cytokine production. These processes are both physiological (wound healing and endometrial repair during the menstrual cycle) and pathological (tumor growth, retinopathy of prematurity, and others). Retinal hypoxia causes increased production of VEGF factor and other substances. The formation of new blood vessels represents an attempt

to vascularise ischaemic areas; unfortunately, new vessels tend to bleed more and are much more dangerous. ¹¹⁻¹³

Vascular endothelial growth factor antagonists or Anti-VEGF therapy consists of intravitreal injection into the vitreous, to treat ocular pathologies induced by excessive VEGF factor. Anti-VEGF agents bind to the VEGF-A factor, preventing bleeding while slowing the growth of newly formed blood vessels. There are now 5 types of anti-VEGF injections:

- pegaptanib (Macugen®)
- ranibizumab (Lucentis®)
- bevacizumab (Avastin®)
- aflibercept (Eylea®)
- brolucizumab (Beovu®) ^{13,14}

Research methodology

The research will take place at the Lexum Eye Clinic in Brno. The results will be statistically processed and the correlation between the measured values will be evaluated.

Natural distance visual acuity (UDVA) and best-corrected distance visual acuity (CDVA) will be examined under standard lighting conditions (according to ČSN EN ISO 8596) alternately on LCDs with ETDRS optotypes from a distance of 4 m. Acuity will be measured in patients with retinal pathology (age-related macular degeneration, diabetic retinopathy, venous occlusion and myopic macular degeneration) undergoing anti-VEGF treatment.

Sloan letters will be projected during testing on the LCD letter optotype. The vision written in decimal will be converted to logMAR values and the number of letters read will be counted. Testing will be performed using the interpolation method. For example, if the examinee reads 2 characters out of 5, the previous line's verse will be written, converted to logMAR values, and the number of characters will be recalculated using the relationship $1 \text{ character} = 0.02 \log \text{MAR}$.

The second testing will be performed on logMAR ETDRS optotypes. The ETDRS-fast method - the subject reads the characters vertically from the top, stops on the line where the character is not correctly identified, returns one line higher, where he/she reads

character by character using the interpolation method, for each character read 0.02 logMAR is deducted. For both methods, the message will be written by both the logMAR method and the number of characters.

Hypotheses
1. The values of the best distance visual acuity (CDVA) measured on the ETDRS and the LCD optotype will be correlated.
2. Measured visual acuity will be better on average in patients with diabetic retinopathy and venous occlusions than in patients with AMD and myopic degeneration.

Resources

1. Peter PK. Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practise. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2009; 107: 311-324. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2814576/>. Accessed March 28, 2022.
2. Beneš P, Veselý P. *Vyšetřovací metody v optometrii*. 1. vydání. Praha: Grada; 2019
3. Hadziahmetovic M, Malek G. Age-Related Macular Degeneration Revisited: From Pathology and Cellular Stress to Potential Therapies. *Front. Cell Dev. Biol.* 2021. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.612812>. Accessed March 28, 2022.
4. Kaarniranta K, Uusitalo H, Blasiak J, et al. *Progress in Retinal and Eye Research.* 2020; 79(100858). <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2020.100858>. Accessed April 1, 2022.
5. Mullins, R. F., Johnson, M. N., Faidley, E. A., Skeie, J. M., & Huang, J. Choriocapillaris vascular dropout related to density of drusen in human eyes with early age-related macular degeneration. *Investigative ophthalmology & visual science.* 2011; 52(3): 1606–1612. <https://doi.org/10.1167/iovs.10-6476>. Accessed April 2, 2022.
6. Malek, G., & Lad, E. M. Emerging roles for nuclear receptors in the pathogenesis of age-related macular degeneration. *Cellular and molecular life sciences.* 2014; 71(23), 4617–4636. <https://doi.org/10.1007/s00018-014-1709-x>. Accessed April 1, 2022.

7. , P., Kotru, S., Singh, S. et al. miRNA signatures in diabetic retinopathy and nephropathy: delineating underlying mechanisms. *Journal of Physiology and Biochemistry*. 2022; 78, 19–37. <https://doi.org/10.1007/s13105-021-00867-0>. Accessed April 15, 2022.
8. Stitta AW, Curtisa TM, Chena M, Medinaa RJ, McKay GJ, et al. The progress in understanding and treatment of diabetic retinopathy. *Progress in Retinal and Eye Research*. 2016; 51, 156-186. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2015.08.001>. Accessed April 15, 2022.
9. Jonas, S.B., Panda-Jonas, S., Jonas, J.B. et al. Histology of neovascular myopic macular degeneration. *Scientific Reports*. 2021;11(21908). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01500-2>. Accessed April 14, 2022.
10. Kolar P. Risk Factors for Central and Branch Retinal Vein Occlusion: A Meta-Analysis of Published Clinical Data. *Journal of Ophthalmology*. 2014; 2014 (724780). <https://doi.org/10.1155/2014/724780>. Accessed April 15, 2022.
11. Melincovici CS, Boşca AB, Şuşman S, et al. Vascular endothelial growth factor (VEGF) - key factor in normal and pathological angiogenesis. *Rom J Morphol Embryol*. 2018; 59(2):455-467. <https://rjme.ro/RJME/resources/files/590218455467.pdf>. Accessed April 15, 2022.
12. Mirabelli P. Inhibitors of corneal inflammation and angiogenesis: Perspectives and challenges. Linköping, Linköping University Electronic Press; 2019, https://books.google.cz/books?id=LIGWDwAAQBAJ&hl=cs&source=gbs_navlinks_s. Accessed April, 2022.
13. Stepanov A, Studnička J. Použití anti-VEGF léků v oftalmologii. *Klin Farmakol Farm*. 2019; 33(1): 19–24 <https://www.klinickafarmakologie.cz/pdfs/far/2019/01/04.pdf>. Accessed April 20, 2022.
14. Porta M, Striglia E. Intravitreal anti-VEGF agents and cardiovascular risk. *Intern Emerg Med*. 2020; 15, 199–210. <https://doi.org/10.1007/s11739-019-02253-7>. Accessed April 17, 2022.

Změny kontrastní citlivosti vlivem šedého zákalu

Bc. Zuzana Trojanová, doc. MUDr. Šárka Skorkovská, CSc.

Katedra optometrie a ortoptiky Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně

Anotace

Příspěvek pojednává o kontrastní citlivosti, která může být snížena vlivem různých patologických onemocnění, včetně šedého zákalu. Jak už bylo dokázáno v několika studiích, kontrastní citlivost je prvním ukazatelem přítomnosti šedého zákalu. Sníženou kontrastní citlivost je možné odhalit ještě dříve, než se začne zhoršovat zraková ostrost. Proto bylo cílem tohoto příspěvku vysvětlit nejen základní definice související s kontrastní citlivostí a testy k vyšetření, ale i stručně popsat šedý zákal a jeho typy.

Klíčová slova

Kontrastní citlivost, kontrast, zraková ostrost, šedý zákal, prostorová frekvence

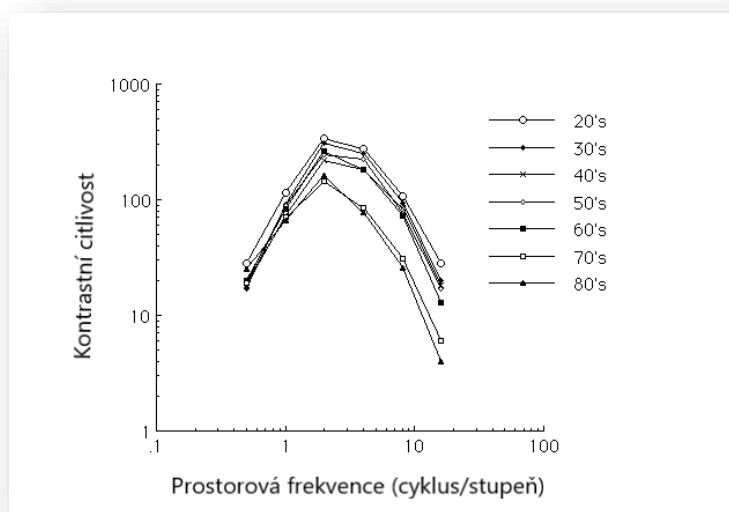
Kontrastní citlivost

K vyšetření zrakových funkcí se kromě běžných testů pro zrakovou ostrost využívá i měření kontrastních citlivostí, poskytující obsáhlejší informace pro posouzení možných patologických onemocnění oka. Zraková ostrost poskytuje pouze informace o zrakových funkcích za vysokého kontrastu (čtení černého menšího písma o nízkém jasu na bílém pozadí s mnohem vyšším jasnem). Pro zjištění rozlišovací schopnosti oka při nižších kontrastech se využívají testy kontrastní citlivosti. Tyto testy pomáhají zjišťovat vidění za podmínek v běžných životních situacích, např. rozeznávání tváří lidí a objekty v okolním prostředí. Určují tak schopnosti pacientů se v těchto suboptimálních podmínkách chovat.¹⁻⁴

Citlivost na kontrast se definuje jako převrácená hodnota kontrastního prahu, což je nejmenší viditelný kontrast. Je to právě ten kontrast, kdy ještě lze rozlišit dva různé světelné části objektu.^{4,5}

Kromě kontrastní citlivosti je pro analýzu jemných prostorových detailů nutná i prostorová frekvence udávaná jako počet cyklů na úhlový stupeň (c/st). Definice cyklu

je úhlová šířka jednoho tmavého a jednoho světlého pruhu (např. u sinusové mřížky). Nízké prostorové frekvence jsou vyjádřeny menším počtem širokých pruhů, zatímco vysoké prostorové frekvence větším počtem užších pruhů. Kontrastní prahy pro různé prostorové frekvence se vyhodnocují pomocí křivky, která je za fyziologických podmínek zvonovitého tvaru. Nejvyšší citlivost má oko mezi 3 – 6 c/st, ve vyšších a nižších prostorových frekvencích je citlivost nižší (viz obrázek 1).^{4,5}



Obrázek 1: Křivka kontrastní citlivosti

Měření kontrastní citlivosti

Pro zjišťování poklesů zrakových funkcí se využívá několik typů vyšetřovacích tabulí (písmenové a využívající sinusovou mřížku), systémy pro testování citlivosti na kontrast na monitoru či na LCD panelu.^{2,5}

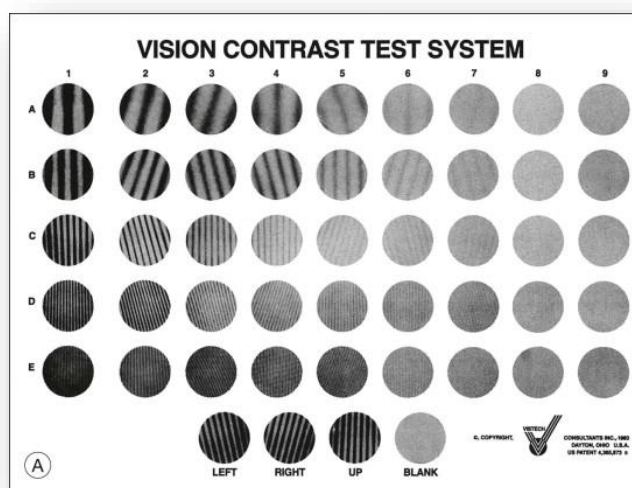
Při pozorování například optotypových písmen na pozadí jsou kontrasty objektu a pozadí odlišné. U vyšetřovacích tabulí lze tento kontrast matematicky vypočítat pomocí Weberova nebo Michelsonova vzorce.

1. Sinusová mřížka

Michelsonův kontrast, typický pro výpočet kontrastu u sinusové mřížky, je roven rozdílu nejvyššího (L_{max}) a nejnižšího (L_{min}) jasu děleného jejich součtem. Jedná se o veličinu bez jednotek, která se pohybuje od 0 do 1 nebo je vyjádřena v procentech.⁵⁻⁷

$$K = \frac{(L_{max} - L_{min})}{(L_{max} + L_{min})}$$

Při vyšetření pomocí sinusové mřížky se využívá metoda určování směru proužků, kdy vyšetřovaný stanovuje, zda mřížku vidí a jakým směrem jsou proužky mřížky orientovány (svisle, nakloněné doleva či doprava). Mezi testy využívající sinusovou mřížku patřily nejstarší tabule Ardenovy, které se již dnes nevyužívají. Tabule od firmy Vistech Consultants se nazývá **VCTS** (Visual Contrast Test System). K vyšetření kontrastní citlivosti se využívají i její modifikace: (Functional Acuity Contrast Test – **FACT**, **Sine-wave Contrast Test, CSV1000**). VCTS je test používaný na dálku i blízko, obsahuje kruhové podnětové terče, které jsou uspořádané v 5 řádcích a 9 sloupcích. Každý řádek obsahuje 9 terčů o určité prostorové frekvenci světlých a tmavých stejně širokých pruhů. Kontrast klesá v každém řádku. Jas tabule se pohybuje od 69 cd.m² do 240 cd.m² ^{2,4,5}



Obrázek 2: VCTS

CSV-1000 test je tabule zasazená do světelného boxu. Testování probíhá ve 4 prostorových frekvencích – 3,6,12,18 c/st.

2. Písmenové testy

Pro výpočet kontrastu u písmenných optotypů platí Weberův vzorec. Jedná se o rozdíl mezi jasem pozadí (L_p) a objektem (L_o), který je dělený jasem pozadí. ^{5,6}

$$K = \frac{(Lp - Lo)}{(Lp)}$$

Příkladem písmenových testů je **Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart** obsahující písmena seřazená po dvou trojicích písmen v jedné řadě. Celkem je na tabuli 8 řad (16 trojic), každá trojice má stejný kontrast, který se v dalších trojicích snižuje, vždy o 0,15 logKC. Hodnota logKC má rozsah 0 – 2,25, kde 0 logKC odpovídá nejvíce kontrastním písmenům a 2,25 logKC nejméně kontrastním. Vyšetření probíhá na 1 m, za správně přečtenou trojici je považována ta, kdy pacient přečte 2 ze 3 písmen. Mezi další písmenové optotypy patří testy s podobným principem jako tabule Pelli-Robson: **Hamilton-Veale Contrast Sensitivity Test, Mars Letter Contrast Sensitivity Test, Regan Low Contrast Letter Acuity Chart.** ⁵



Obrázek 3: Pelli-Robson test

3. Digitální systémy

K měření kontrastní citlivosti jsou nejčastěji využívány digitální systémy tvořené LCD panelem se zabudovaným počítačem. Patří sem LCD systém **SmartChart**, který zahrnuje soubor několika testů pro vyšetření zraku. Kontrastní citlivost je pomocí tohoto systému

možné testovat v 5 prostorových frekvencích (1,5; 3; 6; 12; 18 c/st). Kromě SmartChartu patří mezi digitální systémy i **TCP-2000, CC-100P, Vision Monitor** a další.^{4,5}



Obrázek 4: LCD optotyp

Změny kontrastní citlivosti vlivem věku a patologií

Ve všech prostorových frekvencích se kontrastní citlivost mění s věkem, největší změny jsou patrné u starší věkové kategorie ve středních a vyšších prostorových frekvencích. Testování kontrastní citlivosti má mnohostranné klinické využití. Při patologických onemocněních (např. katarakta, artefakie, neuritida, glaukom, ...) můžeme zjistit sníženou kontrastní citlivost. Pomocí těchto testů odhalíme skrytou ztrátu zrakových funkcí, kdy si pacienti i přes dobrý vizus stěžují na špatné vidění.^{2,5}

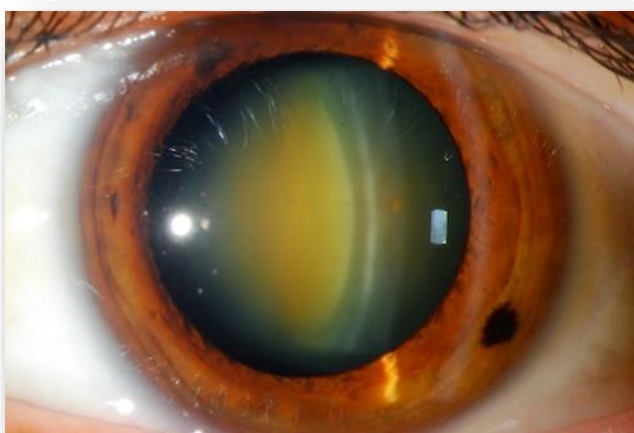
U různých typů šedého zákalu dochází k odlišným subjektivním příznakům. Každý typ má jiný vliv na zrakovou ostrost na základě intenzity světla, velikosti zornice a typu refrakční vady.

Katarakta

Katarakta způsobuje zkalení oční čočky a tím zhoršení její průhlednosti a rozptylu světelného paprsku na sítnici. Zákal v čočce je nejčastěji způsoben procesy stárnutí, avšak na rozvoji se podílí mnoho jiných příčin, jako je užívání léků, mechanické nebo chemické poranění oka, zásah elektrickým proudem, elektromagnetické vlnění či metabolické příčiny. Pro zabránění vzniku a progresu šedého zákalu nejsou dostatečné znalosti a jsou vysvětleny pouze některé rizikové faktory, které se na rozvoji katarakty podílí. Mezi ně patří kouření, alkohol, UV-B záření, diabetes, oxidativní poruchy a průjmová onemocnění.^{1,8}

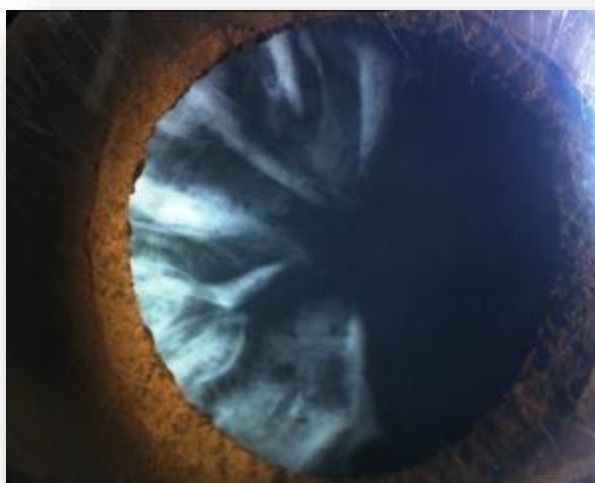
Kataraktu vzniklou procesem stárnutí označujeme jako senilní. Čočka věkem ztrácí elasticitu, zvětšuje se hmotnost i objem. Dochází k chemické přeměně proteinů čočky (krystalinů) na protein vysokomolekulární, zvyšuje se koncentrace sodíku a vápníku a snižují se hladiny antioxidantních enzymů. Podle zkalení se rozlišují 4 typy a jejich vzájemné kombinace: nukleární, kortikální, zadní subkapsulární, přední subkapsulární.^{1,8}

U nukleárního typu postihuje zákal v odstínech hnědé (cataracta brunescens) centrální vrstvy čočky. Oko je vlivem chemických změn myopizováno. Pacienti tak mají obtíže při vidění do dálky a vidění do blízka je naopak zlepšeno.



Obrázek 5: Nukleární typ katarakty

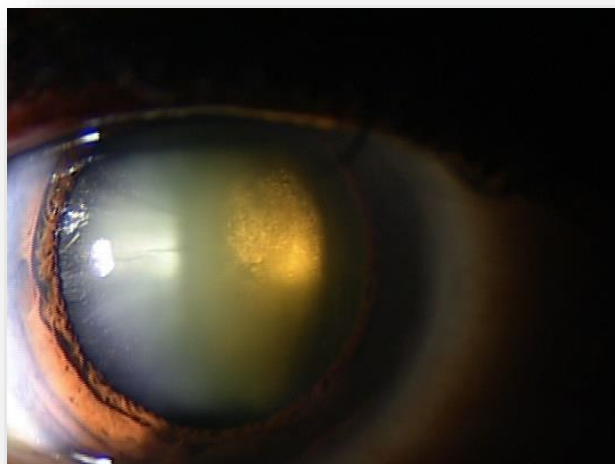
Vznik kortikální katarakty je spojen s poruchou iontové rovnováhy, vlivem které se v čočce může hromadit voda. Zkalení klínovitého tvaru s bází v periferii a směřující do centra postihuje kortex čočky.



Obrázek 6: Kortikální typ katarakty

Zadní subkapsulární katarakta má zákal lokalizovaný v zadní vrstvě kortexu. Obtíže jsou pociťovány při vidění do blízka a při vyšší intenzitě světla. Zákal v zadní kortikální vrstvě se objevuje nejen u senilní katarakty, ale i důsledkem užívání kortikosteroidů, po traumatu nebo vlivem ionizujícího záření.

Vzácnějším typem u senilní katarakty je přední subkapsulární, kdy je zkalení lokalizováno pod předním pouzdem. ^{1,8}



Obrázek 7: Zadní subkapsulární typ katarakty

Zdroje

1. Rozsival P. *Oční Lékařství*. Vol 2006. 1st ed.; 2006. Accessed March 28, 2022. <http://www.medvik.cz/link/MED00151819>
2. Kraus H. *Kompendium Očního Lékařství*. 1997th ed.; 1997. Accessed March 26, 2022. <http://www.medvik.cz/link/MED00037606>
3. Shandiz JH, Derakhshan A, Daneshyar A, et al. Effect of Cataract Type and Severity on Visual Acuity and Contrast Sensitivity. *J Ophthalmic Vis Res*. 2011;6(1):26-31.
4. Samuelová R. Kontrastní citlivost. 2015;56(1):48-52.
5. Ventruba J. Kontrastní citlivost, testování a příčiny jejího snížení. *Čes Oční Opt*. 2008;49(1):70-71.
6. Sukha AY, Rubin A. Psychophysical aspects of contrast sensitivity. *Afr Vis Eye Health*. 2013;72(2):76-85. doi:10.4102/aveh.v72i2.53
7. Pelli DG, Bex P. Measuring contrast sensitivity. *Vision Res*. 2013;90:10-14. doi:10.1016/j.visres.2013.04.015

8. Kuchynka P. *Oční Lékařství*. 1st ed.; 2007. Accessed March 26, 2022.
<http://www.medvik.cz/link/MED00157214>

Changes in contrast sensitivity due to cataract

Bc. Zuzana Trojanová, doc. MUDr. Šárka Skorkovská, CSc.

Department of Optometry and Orthoptics, Medical Faculty, Masaryk University Brno

Annotation

The paper deals with contrast sensitivity, which can be reduced due to various pathologies, including cataracts. As has already been proven in several studies, contrast sensitivity is the first indicator of the presence of cataracts. Reduced contrast sensitivity can be detected even before visual acuity starts to get worse. Therefore, the aim of this paper was to explain not only the basic definitions related to contrast sensitivity and tests to be examined, but also to briefly describe cataracts.

Keywords

Contrast sensitivity, contrast, visual acuity, cataracts, spatial frequency,

Contrast sensitivity

In addition to the usual tests for visual acuity, contrast sensitivity measurements are also used to examine visual functions, providing more comprehensive information for assessing eye pathologies. Visual acuity provides only high contrast information (reading a low-brightness black smaller font on a white background with much higher brightness). Contrast sensitivity tests are used to determine the resolution of the eye at lower contrasts. These tests help to detect vision under conditions in everyday life situations, e.g. recognizing people's faces and objects. According to these tests, it can be determined the ability of patients to behave in these suboptimal conditions.¹⁻⁴

Contrast sensitivity is defined as the inverse of the contrast threshold, which is the smallest visible contrast. It is precisely this contrast that it is still possible to distinguish two different light parts of an object.^{4,5}

In addition to contrast sensitivity, a spatial frequency given as the number of cycles per angular degree (cycles/degree) is also required for the analysis of fine spatial details. The definition of the cycle is the angular width of one dark and one light stripe (e.g. for a sine-wave grating). Low spatial frequencies are expressed by a smaller number of wide stripes, while high spatial frequencies are expressed by a larger number of narrow stripes.

Contrast thresholds for different spatial frequencies are evaluated using a curve that is bell-shaped under physiological conditions. The highest sensitivity is between 3 – 6 cycles/degree, in higher and lower spatial frequencies the sensitivity is lower (see Figure 1).^{4,5}

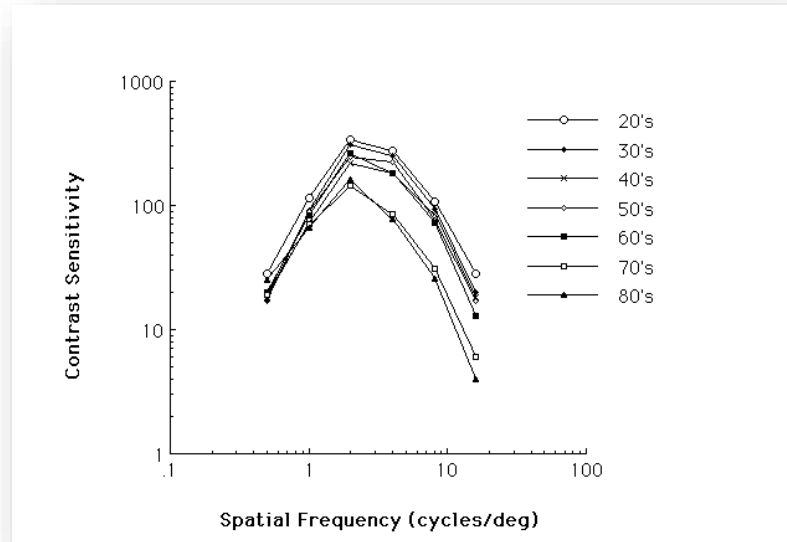


Figure 1: Contrast sensitivity curve

Contrast sensitivity measurement

Several types of examination boards (letter and using a sine-wave grating), systems for testing sensitivity to contrast on a monitor or LCD panel are used to detect decreases in visual functions.^{2,5}

When observing, for example, optotypic letters in the background, the contrasts of the object and the background are different. This contrast can be mathematically calculated using Weber's or Michelson's formula for examination boards.

1. A sine-wave grating

The Michelson contrast, typical for the calculation of contrast in a sine-wave grating, is equal to the difference between the highest (L_{max}) and lowest (L_{min}) luminance divided by their sum. This is a value without units, which ranges from 0 to 1 or is expressed as a percentage.⁵⁻⁷

$$K = \frac{(L_{max} - L_{min})}{(L_{max} + L_{min})}$$

When examining the sine-wave grating, the method of determining the direction of the strips is used, when the examinee determines whether he sees the grid and in which direction the strips of the grid are oriented (vertically, tilted to the left or right). Among the tests using the sine-wave grating were the oldest Arden boards, which are no longer used today. The whiteboard from Vistech Consultants is called **VCTS** (Visual Contrast Test System). Modifications are also used to examine contrast sensitivity: (Functional Acuity Contrast Test – **FACT**, **Sine-wave Contrast Test, CSV1000**). The VCTS test is used for long and short distances, it contains circular stimulus targets that are arranged in 5 rows and 9 columns. Each row contains 9 targets of a certain spatial frequency of light and dark equally wide stripes. Contrast decreases in each row. The luminance of the board ranges from 69 cd/m² to 240 cd/m².^{2,4,5}

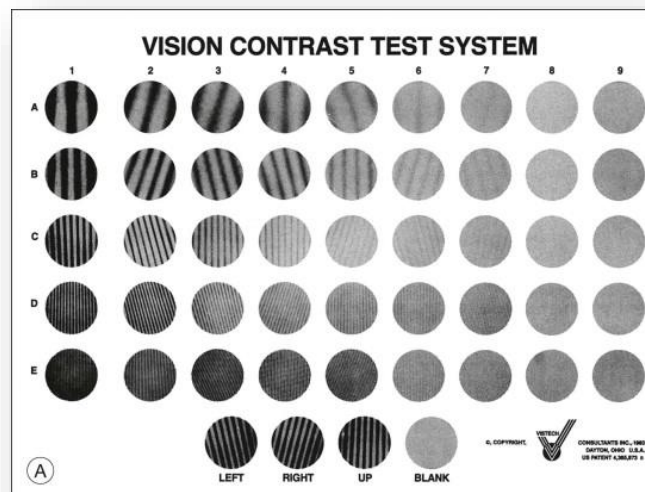


Figure 2: VCTS

CSV-1000 test is a board set in a light box. Testing is performed in 4 spatial frequencies – 3,6,12,18 cycle/degree.

1. Letter charts

Weber's formula applies to calculate the contrast for letter optotypes. This is the difference between the luminance of the background (L_p) and the object (L_o), which is divided by the luminance of the background.^{5,6}

$$K = \frac{(L_p - L_o)}{(L_p)}$$

An example of letter tests is the **Pelli-Robson Contrast Sensitivity Chart** containing letters sorted by two triplets of letters in one row. In total, there are 8 rows on the board and therefore 16 triples, each triple has the same contrast, which decreases in the next triples, always by 0.15 logKC. The logKC value has a range of 0 – 2.25, where 0 logKC corresponds to the most contrasting letters and 2.25 logKC to the least contrasting letters. The examination is performed at 1 m. The correctly read triplet is considered to be the one when the patient reads 2 of the 3 letters. Other letter optotypes include tests with a similar principle to the Pelli-Robson board: **Hamilton-Veale Contrast Sensitivity Test**, **Mars Letter Contrast Sensitivity Test**, **Regan Low Contrast Letter Acuity Chart**.⁵



Figure 3: Pelli-Robson test

1. Digital systems

Digital systems consisting of an LCD panel with a built-in computer are most often used to measure contrast sensitivity. This includes the **SmartChart** LCD system, which includes a set of several tests for eye examination. Contrast sensitivity can be tested using this system at 5 spatial frequencies (1.5, 3, 6, 12, 18 cycles/degree). In addition to SmartChart, digital systems include **TCP-2000**, **CC-100P**, **Vision Monitor** and others.^{4,5}



Figure 4: LCD optotype

Changes in contrast sensitivity due to age and pathologies

In all spatial frequencies, contrast sensitivity changes with age, the greatest changes are noticeable in the older age category in the middle and higher spatial frequencies. Contrast sensitivity testing has multiple clinical applications. In pathological diseases (e.g. cataracts, artefakia, neuritis, glaucoma, ...) we can detect reduced contrast sensitivity. With the help of these tests, we reveal a hidden loss of visual functions, when patients complain of poor vision despite good vision. ^{2,5}

There are different subjective symptoms of different types of cataracts. Each type has a different effect on visual acuity based on the intensity of light, the size of the pupil and the type of refractive defect.

Cataract

Cataracts cause clouding of the lens of the eye and, a deterioration in its transparency and scattering of the light beam on the retina. Opacity in the lens is most often caused by aging processes, but there are other causes of cataract, such as taking medications, mechanical or chemical injuries to the eye, electric shock, electromagnetic waves or metabolic causes. There is insufficient knowledge to prevent the development and progression of cataracts and only some of the risk factors are explained. These include smoking, alcohol, UV-B radiation, diabetes, oxidative disorders and diarrheal diseases. ^{1,8}

Cataracts, formed by the aging process, are referred to as senile. With age, the lens loses elasticity, both weight and volume increase. There is a chemical transformation of lens proteins (crystallines) into high molecular weight protein, the concentration of sodium and calcium increases, and the levels of antioxidant enzymes decrease. According to

opacity, 4 types and their combinations with each other are distinguished: nuclear, cortical, posterior subcapsular, anterior subcapsular. ^{1,8}

In the nuclear type, the opacity in shades of brown (cataract brunescens) affects the central layer of the lens. The eye is myopized due to chemical changes. Patients have poor vision at a distance, while near vision is improved.

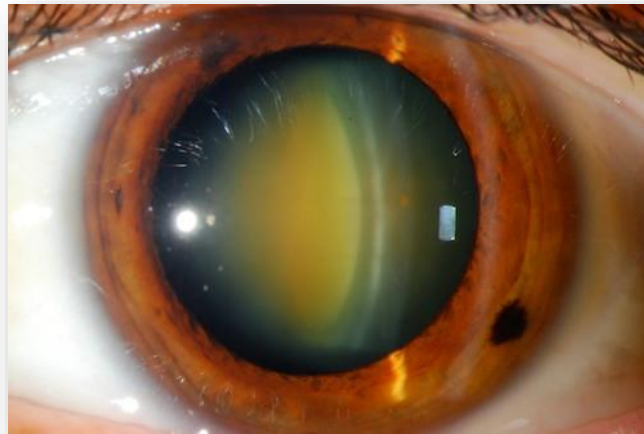


Figure 5: Nuclear type of cataract

Cortical cataract is associated with a disorder of ionic balance, water can accumulate in the lens due to this imbalance. The clouding with wedge-shaped shape and a base in the periphery point to the center and affect the cortex of the lens.

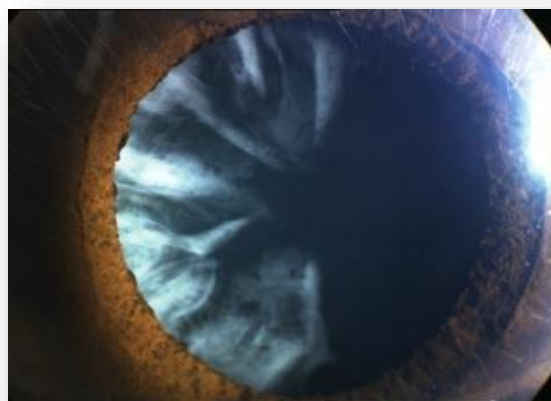


Figure 6: Cortical type of cataract

The posterior subcapsular cataract has a cloudy lens localized in the posterior layer of the cortex. Difficulties are felt to near vision and at a higher intensity of light. The opacity in the posterior cortical layer occurs not only with senile cataracts, but also as a result of taking corticosteroids, after trauma or under the influence of ionizing radiation.

A rarer type in senile cataracts is the anterior subcapsular, when the opaqueness is localized under the anterior capsule. ^{1,8}

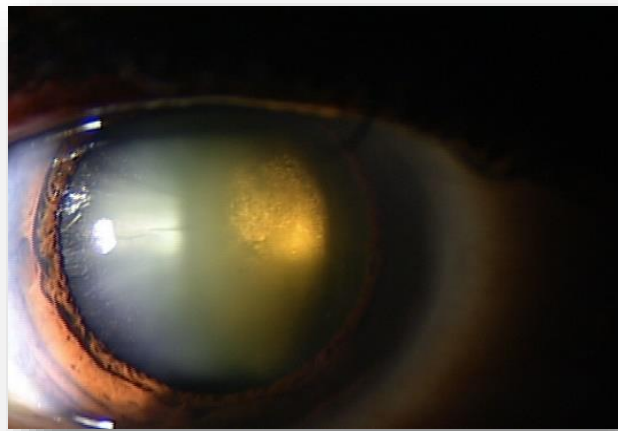


Figure 7: Posterior subcapsular type of cataract

Resources

1. Rozsívál P. *Oční Lékařství*. Vol 2006. 1st ed.; 2006. Accessed March 28, 2022. <http://www.medvik.cz/link/MED00151819>
2. Kraus H. *Kompendium Očního Lékařství*. 1997th ed.; 1997. Accessed March 26, 2022. <http://www.medvik.cz/link/MED00037606>
3. Shandiz JH, Derakhshan A, Daneshyar A, et al. Effect of Cataract Type and Severity on Visual Acuity and Contrast Sensitivity. *J Ophthalmic Vis Res*. 2011;6(1):26-31.
4. Samuelová R. Kontrastní citlivost. 2015;56(1):48-52.
5. Ventruba J. Kontrastní citlivost, testování a příčiny jejího snížení. *Čes Oční Opt*. 2008;49(1):70-71.
6. Sukha AY, Rubin A. Psychophysical aspects of contrast sensitivity. *Afr Vis Eye Health*. 2013;72(2):76-85. doi:10.4102/aveh.v72i2.53
7. Pelli DG, Bex P. Measuring contrast sensitivity. *Vision Res*. 2013;90:10-14. doi:10.1016/j.visres.2013.04.015
8. Kuchynka P. *Oční Lékařství*. 1st ed.; 2007. Accessed March 26, 2022. <http://www.medvik.cz/link/MED00157214>

Příběh kontaktních čoček MiSight

Bc. Tomáš Dobřenský

Coopervision

Příběh, který Vám chci vyprávět, začal v roce 2005 na univerzitě v Aucklandu na Novém Zélandu, kde si výzkumník John Phillips přečetl o pokusech na zvířatech, které prokázaly, že periferní rozostření obrazu na sítnici zpomalilo růst jejich očí. John začal se studiem na lidech a dokázal, že periferní rozostření obrazu může zpomalit také rychlost progresu krátkozrakosti u dětí. Postupně převedl ranné experimentální optické návrhy do podoby kontaktních čoček s dvojitým ohniskem. A věřil v účinek své technologie v době, kdy se svět teprve začal probouzet do rostoucího výskytu krátkozrakosti. Technologii od Johna Phillipse získala společnost Ocular Sciences a ta se následně stala součástí společnosti CooperVision. John Phillips je dnes mezinárodně uznávaným průkopníkem ve vývoji optických konstrukcí a technologií pro zpomalení progresu krátkozrakosti a nadále v této oblasti pracuje.

Podíváme-li se dnes zpět o přibližně patnáct let, pak krátkozrakost byla stále vnímána spíše jako nepříjemnost než jako nemoc s významným rizikem poškození zraku. Navíc byla považována spíše za Asijský problém, který se západního světa vlastně netýká. Panovala obecná shoda, že mnoho studií zaměřených na zpomalení progresu krátkozrakosti prokázalo významný pokles účinku po prvním roce terapie. Akademická obec se dál zajímala o myšlenku kontroly progresu krátkozrakosti, ale širší komunita očních specialistů tento problém nevnímala jako aktuální.

Za takové situace začala společnost CooperVision připravovat klinickou studii na ověření účinku měkkých kontaktních čoček s dvojitým ohniskem pro kontrolu progresu krátkozrakosti.

Dva roky trvalo dokončení protokolu ke studii za úzké spolupráce s regulačními orgány, aby byla jistota, že návrh a průběh studie bude důvěryhodný. Bylo jasné, že studie by měla probíhat na různých místech světa, aby prokázala účinnost na lidské populaci v globálním měřítku. A také, že by měla trvat alespoň tři roky, pokud se v prvním roce prokáže účinek zvoleného přístupu. Cíl byl stanoven na snížení progresu krátkozrakosti sledovaných očí ve sférickém dioptrickém ekvivalentu o 0,75 D během 3 let. Současně bylo rozhodnuto monitorovat axiální délku oka, ačkoliv nikdo netušil, co se v tomto parametru bude dít.

Trochu nyní odbočme a podívejme se na produkt, který byl připravený pro studii. MiSight 1 day je měkká hydrogelová kontaktní čočka na jednodenní použití, která se vyznačuje velmi unikátním optickým designem, označovaným jako ActivControl. V optické zóně má 4 soustředné kruhové oblasti, z nichž dvě mají předpisovou hodnotu korekce do dálky, takže děti vidí ostře bez další nutné korekce brýlemi. Dvě další kruhové oblasti představují terapeutické zóny a v obou je dioptrický přírůstek +2 dioptrie oproti korekčním zónám. Cílem je vytvořit periferní defocus, tedy posunout obraz z terapeutické zóny před sítnici oka. Všechny ostatní parametry čočky byly převzaty z existujících čoček Proclear 1 day, tedy stejné rozměry čočky i použitý materiál. To dávalo dobrou možnost použít Proclear 1 day jako referenční kontaktní čočku pro kontrolní skupinu.

Nábor dětí do studie začal v roce 2012, těsně před olympijskými hrami v Londýně a to ve 4 klinických pracovištích: dvou v Evropě, konkrétně Velké Británii a Portugalsku, jednom v Singapuru reprezentujícím Asii a jednom v Kanadě za Severní Ameriku. Do 1. části studie bylo na dobu 3 let přijato 144 dětí ve věku od 8 do 12 let, které nově začaly nosit kontaktní čočky. Děti byly zcela náhodně rozděleny do dvou skupin:

74 dětí bylo zařazeno do kontrolní skupiny a začalo nosit kontaktní čočky Proclear 1 day a 70 dětí bylo zařazeno do testovací skupiny a začalo s používáním dvouohniskových kontaktních čoček MiSight 1 day.

V roce 2015 všechny děti ve studii ukončily minimálně jeden rok sledování a průběžná data ukazovala, že technologie opravdu funguje. Ale současně některé děti, které vstoupily do studie v jejím začátku, se blížily konci třetího roku používání čoček a nastal čas řešit, jak pokračovat dál. Především se otevřela etická otázka, co s kontrolní skupinou. Opravdu má smysl v ní pokračovat při vědomí negativního výsledku? Protože bylo přijato rozhodnutí pokračovat ve studii další tři roky s cílem prokázat, jak dlouho bude přínos terapie trvat, bylo současně rozhodnuto po prvních třech letech studii odhalit a všechny děti převést na kontaktní čočky MiSight 1 day.

V praxi to znamenalo, že děti ve studii budou na konci šestiletého cyklu ve věku 14 až 18 let. Pak se přidal ještě jeden další rok sledování, který již při použití běžné korekce měl pomoci odpovědět na otázku, co se stane následně po ukončení terapie.

V 1. tříleté části studie byly tedy děti ve věku od 8 do 12 let, náhodně rozdělené do skupin pro testovací čočky (MiSight) nebo pro kontrolní čočky (Proclear 1 day). Obě skupiny byly vybrány tak, aby byly dobře porovnatelné a nebyly mezi nimi žádné významné rozdíly ve

výchozím stavu. Přiřazení do jednotlivých skupin bylo utajeno jak před výzkumnými optometry, provádějícími všechna měření, tak i před rodiči a dětmi. Všechny kontaktní čočky pro studii byly identicky označeny, aby se eliminovalo zkreslení výsledků. Celkem bylo do 1. části studie přijato 144 dětí, které nově začaly nosit kontaktní čočky a v minulosti nepodstoupily žádnou jinou terapii ke zpomalení progresu krátkozrakosti. 74 dětí bylo zařazeno do kontrolní skupiny s Proclear 1 day a 70 dětí do skupiny s MiSight 1 day. První část pak dokončilo 56 dětí v kontrolní skupině a 52 v testovací skupině.

Klíčovým cílem 1. fáze bylo potvrdit účinnost optického designu s dvojnásobným ohniskem u jednodenní kontaktní čočky MiSight na zpomalování rychlosti progresu juvenilní myopie. Jinými slovy, zhodnotit rozdíl v progresu krátkozrakosti měřené sférickým ekvivalentem refrakční vady nebo změnou axiální délky oka mezi těmito dvěma skupinami, obvykle vyjádřovanou v procentech.

Děti zařazené do studie začínaly s různými úrovněmi refrakčních vad v rozmezí mezi -0,75 a -4,00 dioptriemi. Po prvním roce kontrolní skupina vykazovala zhoršení o -0,50 až -0,75 dioptrie, jak by se typicky dalo očekávat u populace, která není léčena. Skupina s MiSight v prvním roce vykazovala zhoršení krátkozrakosti o zhruba -0,2 dioptrie. Rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami udává účinek kontroly krátkozrakosti v 1. roce, tedy 0,4 D, což vyjádřeno v procentech je 69 %. Jinak řečeno, oči nosící MiSight 1 day se během prvního roku zhoršily o 69 % méně než oči u kontrolní skupiny.

Ve 2. roce skupina s Proclear 1 day vykazovala celkovou progresi těsně pod jednou dioptrií za dva roky, zatímco skupina s MiSight se zhoršovala přibližně stejně rychle jako v prvním roce. A stejné to bylo i ve třetím roce studie. Na konci tohoto tříletého cyklu je skupina s Proclear 1 day v průměru téměř o 0,75 dioptrie myopičtější než skupina s MiSight 1 day, což lze také vyjádřit jako účinek kontroly myopie o 59 % za 3 roky.

Dnes víme, že patologie spojené s krátkozrakostí jsou důsledkem abnormální délky očního bulbu, a tak jakýkoli účinek kontroly progresu krátkozrakosti, který zaznamenáme u refrakční vady, musí být spojený také se změnou v růstu oka. Jinými slovy, oči ve studii nosící MiSight 1 day musí mít kratší axiální délku než oči nosící Proclear 1 day. Jaké byly výsledky v tomto parametru?

Na konci 1. roku skupina s MiSight vykazovala růst oka v axiální délce o něco menší než 0,1 mm, což také odpovídá přibližně změně v korekci o -0,25 dioptrie. Změna axiální délky oka tedy odpovídá změně refrakční vady v tomto časovém bodě.

Rozdíl změny axiální délky oka mezi skupinami na konci 1. roku je 0,15 mm, neboli efekt kontroly progresu myopie na axiální délku je 63 %. Také to můžeme říct tak, že oči nosící MiSight 1 day rostly v průběhu 1. roku studie o 63 % méně než oči nosící Proclear 1 day. Podobně vypadají data za další dva roky studie, kdy na konci tříletého cyklu byl růst axiální délky oka ve skupině s MiSight v průměru okolo 0,3 mm a v kontrolní skupině s Proclear 1 day přes 0,6 mm. Rozdíl v růstu axiální délky pak činil za tři roky 0,32 mm, tedy odpovídal 52% účinku terapie na kontrolu progresu krátkozrakosti u skupiny s čočkou MiSight.

Alternativním způsobem, jak se podívat na výsledky, je přezkoumat rozložení změn ve sledované populaci. Z tohoto hodnocení vyplývá, že za dobu tří let studie, 41% očí s MiSight 1 day zůstalo refrakčně stabilních, tedy jejich zhoršení za sledované období je maximálně o -0,25 dioptrie. V kontrolní skupině takto stabilních zůstala jen 4% sledovaných očí. Na druhé straně téměř třičtvrtiny očí v kontrolní skupině s Proclear 1 day se za toto tříleté období zhoršilo o -0,75 dioptrie a více, zatímco s MiSight 1 day se takto zhoršila jen přibližně jedna třetina očí.

Jak již bylo řečeno, po prvních třech letech byla také kontrolní skupina převedena z kontaktních čoček Proclear 1 day na MiSight a bylo zahájena druhá tříletá fáze studie, již bez nutnosti maskování. Úkolem bylo ověřit dlouhodobý vliv terapie na progresi krátkozrakosti. U skupiny dětí, která po celých šest let používala kontaktní čočky MiSight byly i v dalších třech letech změny v korekci a axiální délce podobné jako v první fázi studie. Po šesti letech používání kontaktních čoček MiSight došlo v průměru ke zhoršení krátkozrakosti o 0,92 dioptrie. Axiální délka oka v této skupině za šest let dosáhla průměrného růstu o 0,5 mm. Procento refrakčně stabilních očí se změnou maximálně o 0,25 dioptrie po celých šesti letech bylo 23%. Také ve skupině, která po třech letech byla převedena na MiSight 1 day výsledky ukázaly zpomalení růstu v dioptrické hodnotě i axiální délce. Axiální délka očí se v této skupině za tři roky druhé fáze studie změnila pouze o 0,2 mm.

Sedmý rok studie již všechny děti místo MiSight používaly jednodenní jednoohniskové kontaktní čočky Proclear 1 day. Úkolem bylo prověřit stabilitu dosažených výsledků po ukončení terapie. Také v tomto případě již nedošlo k žádnému oživení růstu očí ani v dioptrické hodnotě, ani v axiální délce. Objektivně ale je nutné doplnit, že se již bavíme o populaci dětí ve věku 14 až 18 let.

Důležitým faktorem je také bezpečnost nošení kontaktních čoček u dětí. Vždyť zdraví je vždy na prvním místě. Za dobu šesti let studie bylo provedeno 26 137 sledování zařazených dětí na štěrbínové lampě. 99 % všech pozorování na štěrbínové lampě bylo hodnoceno stupněm změny (gradingu) fyziologie oka 1 nebo nižší. Pouze pět zjištění bylo hodnoceno stupněm 2. Nálezů při biomikroskopii očí po dobu celých šesti let tak byly velmi podobné normálním nálezům bez nošení kontaktních čoček. Nebyly zaznamenány hypoxické změny stavu očí, jako jsou limbální zarudnutí, neovaskularizace nebo edém. V průběhu studie byl zaznamenán jeden vážný případ uveitidy způsobený herpes zoster, hodnocený jako nepodmíněný používáním čoček. V tomto případě došlo k okamžitému ukončení používání čoček dítětem. Žádný jiný vážný stav podmíněný používáním kontaktních čoček se u sledovaných dětí neobjevil.

Před zahájením studie především rodiče vyjádřovali obavy z nasazování a vyjímání kontaktních čoček. Kromě obav, že to jejich dítě nezvládne, tu byla ještě jedna, možná ještě důležitější, a to obava z dalšího času potřebného ráno před školou na nasazení čoček. Ale ani jedno se zásadně nepotvrdilo, když 95% dětí zvládlo od začátku manipulaci s čočkami velmi dobře. Děti používaly kontaktní čočky podle plánu stanoveného pro studii, tedy minimálně 10 hodin denně po 6 dnů v týdnu. Děti byly z nošení čoček velmi nadšené, některé předtím nenosily korekci zraku trvale, takže teď si užívaly jasné a ostré vidění po celou dobu. Mnoho z nich také nepoužívalo korekci při sportu a byly velmi nadšené, že mohou vidět. U některých dětí pak došlo i k viditelnému zvýšení sebevědomí.

Zdroje:

Anstice NS, Phillips JR. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology*. 2011 Jun;118(6):1152-61

Efron N, Morgan PB, Jones LW, Nichols JJ. Topical Review: Bibliometric Analysis of the Emerging Field of Myopia Management. *Optom Vis Sci*. 2021 Sep 1;98(9):1039-1044.

Flitcroft DI. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res*. 2012 Nov;31(6):622-60.

Wolffsohn JS, Calossi A, Cho P, et al.. Global trends in myopia management attitudes and strategies in clinical practice. *Cont Lens Anterior Eye*. 2016 Apr;39(2):106-16.

Wolffsohn, JS et al. IMI – Clinical Myopia Control Trials and Instrumentation Report. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019;60(3):M132-M160.

Chamberlain P et al. A 3-year Randomized Clinical Trial of MiSight Lenses for Myopia Control. *Optom Vis Sci* 2019;96:556–567

Chamberlain P et al. Myopia Progression in Children wearing Dual-Focus Contact Lenses: 6-year findings. *Optom Vis Sci* 2020;97(E-abstract): 200038

Chamberlain P et al. Myopia Progression in Children on Cessation of Dual-Focus Contact Lens Wear: MiSight® 1-day 7-year findings. Scheduled AAO November 2021

Chalmers, RL, McNally, JJ, Chamberlain, P, & Keay, L. Adverse event rates in the retrospective cohort study of safety of paediatric soft contact lens wear: the ReCSS study. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020; 41: 84– 92.

Woods J, Jones D, Jones L, Jones S, Hunt C, Chamberlain P, McNally J. Ocular health of children wearing daily disposable contact lenses over a 6-year period.

Efron et al. International survey of CLs for myopia control in children. *CLAE* 2020;43

The story of MiSight contact lenses

Bc. Tomáš Dobřenský

Coopervision

The story started 2005 at the University of Auckland, New Zealand where researcher John Phillips became aware of early animal experiments demonstrating that myopic defocus imposed on the retina slowed eye growth. John initiated human studies which demonstrated that myopic defocus could also slow the rate of myopia progression in children. John translated these early experimental optical designs into a dual-focus contact lens: John's firm belief in his technology as the world was starting to wake up to the increasing prevalence of myopia around the globe led to the adoption of dual-focus technology by Ocular Sciences and subsequently CooperVision. John is now internationally recognised as an early pioneer in the development of optical designs to slow the progression of myopia and continues to work in this field.

Looking back about fifteen years today, myopia was still seen as more of a inconvenience than a disease with a significant risk of vision damage. In addition, it was considered more of an Asian problem, which does not really concern the Western world. There was general agreement that many studies aimed at slowing the progression of myopia and they showed a significant decline in effect after the first year of therapy. Academia continued to be interested in the idea of controlling the progression of myopia, but the wider community of eye specialists did not see the issue as urgent.

In such a situation, CooperVision began to prepare a clinical trial to verify the effect of soft dual focus contact lenses to control the progression of myopia.

It took two years to complete the study protocol in close collaboration with regulatory authorities to ensure that the design and course of the study would be credible. It was clear that the study should take place in different parts of the world to demonstrate the effectiveness in the human population on a global scale. And also that it should last at least three years, if the effect of the chosen approach is proven in the first year. The goal was to reduce the progression of myopia in the monitored eyes in spherical dioptric equivalent by 0.75 D over 3 years. At the same time, it was decided to monitor the axial length of the eye, although no one knew what would happen in this parameter.

The product that was prepared for the study - MiSight 1 day - is a soft hydrogel contact lens for one-day use, which features a unique optical design, called ActivControl. In the optical zone, it has 4 concentric circular areas, two of which have a prescribed distance correction value, so that children can see clearly without additional correction with glasses. The other two circular rings represent the therapeutic zones and in both there is a +2 dioptre addition compared to the correction zones. The goal is to create peripheral defocus, i.e. to move the image from the therapeutic zone in front of the retina. All other lens parameters were taken from the existing Proclear 1 day lenses, the same lens dimensions and used material. This gave a good opportunity to use Proclear 1 day as a reference contact lens for the control group.

The recruitment of children for the study began in 2012, shortly before the Olympic Games in London, in 4 clinical sites: two in Europe, specifically Great Britain and Portugal, one in Singapore representing Asia and one in Canada for North America. In the Part 1 of the study 144 children between the ages of 8 and 12, who had just started wearing contact lenses, were recruited for a period of 3 years. The children were completely randomly divided into two groups:

74 children were included in the control group and started wearing Proclear 1 day contact lenses

and 70 children were assigned to the test group and started wearing MiSight 1 day contact lenses with dual focus optical design.

By 2015, all children in the study had completed at least one year of follow-up, and interim data showed that the technology was indeed working. But at the same time, some of the children who entered the study at the beginning were nearing the end of their third year of lens wear, and it was time to decide how to proceed. Above all, the ethical question of what to do with the control group was raised. Does it really make sense to continue with it knowing the negative result? As the decision was made to continue the study for another three years to demonstrate how long the benefit of the therapy would last, it was simultaneously decided to unmask the study after the first three years and switch all children to MiSight 1 day contact lenses.

In practice, this meant that the children in the study would be between the ages of 14 and 18 at the end of the six-year cycle. Then one more year of follow-up was added, which should already have helped to answer the question of what happens after the end of therapy, even with the standard spherical correction.

In the Part 1 (three-year) of the study, children in age 8 to 12 were randomly divided into groups for test lenses (MiSight) or for control lenses (Proclear 1 day). The two groups were selected to be well comparable and there were no significant differences between them at baseline. Assignment to individual groups was kept masked as before the research optometrists performing all measurements, and in front of parents and children. All contact lenses for the study were identically labeled to eliminate bias in the results. A total of 144 children who had newly started wearing contact lenses and had not undergone any other therapy to slow the progression of myopia in the past were enrolled in the part 1 of the study. 74 children were assigned to the control group with Proclear 1 day and 70 children to the group with MiSight 1 day. The first part was completed by 56 children in the control group and 52 in the test group.

The key objective of Part 1 was to confirm the effectiveness of the dual focus optical design of the MiSight daily contact lens in slowing the rate of progression of juvenile myopia. In other words, to evaluate the difference in the progression of myopia as measured by the spherical equivalent of the refractive error or the change in the axial length of the eye between the two groups, usually expressed as a percentage.

The children included in the study started with varying levels of refractive errors ranging between -0.75 and -4.00 dioptres. After the first year, the control group showed a worsening of -0.50 to -0.75 dioptre, as would typically be expected in an untreated population. The MiSight group showed a worsening of myopia of about -0.2 dioptre in the first year. The difference between these 2 values gives the myopia control effect in year 1 of 0.4D which when expressed as a percentage is 69%. In other words, the eyes wearing MiSight 1 day progressed 69% less than the control group during that first year.

Into year 2, the Proclear 1 day group showed a total progression of just under a dioptre for the first two years whereas the MiSight group progressed at about the same rate as year 1. And it was the same in the third year of study. At the end of this 3-year cycle, the Proclear 1 day group is on average almost 0.75 dioptre more myopic than the MiSight 1 day group, which can also be expressed as a 59% myopia control effect at 3 years.

We now know that the pathologies associated with myopia are the result of an abnormal length of the eye, and so any effect of controlling the progression of myopia that we see in refractive error must also be associated with a change in the growth of the eye. In other words, eyes in the study wearing MiSight 1 day must have a shorter axial length than eyes wearing Proclear 1 day. What were the results in this parameter?

At the end of year 1, the MiSight group showed eye growth in axial length of slightly less than 0.1 mm, which also corresponds to approximately a change in correction of -0.25 dioptre. The change in the axial length of the eye therefore corresponds to the change in the refractive error.

The difference in change in axial eye length between groups at the end of year 1 is 0.15 mm, means the effect of controlling myopia progression on axial length is 63%. We can also say that eyes wearing MiSight 1 day grew 63% less during the 1st year of the study than eyes wearing Proclear 1 day. The data for the next two years of the study look similar, when at the end of the three-year cycle, the growth of the axial length of the eye in the group with MiSight was on average around 0.3 mm and in the control group with Proclear 1 day over 0.6 mm. The difference in axial length growth was then 0.32 mm over three years, i.e. corresponding to 52% of the effect of the therapy in myopia control in the group with the MiSight lens.

An alternative way to look at this is by reviewing the population distribution. This evaluation shows that during the three-year study period, 41% of eyes with MiSight 1 day remained refractively stable, i.e. their worsening during the monitored period is a maximum of -0.25 dioptre or less. In the control group, only 4% of the monitored eyes remained stable in this way. On the other hand, almost three-quarters of the eyes in the control group with Proclear 1 day changed by -0.75 dioptre or more over this three-year period, whereas with MiSight 1 day only about one-third of eyes changed this way.

As already mentioned, after the first three years, the control group was also switched from Proclear 1 day contact lenses to MiSight and the second three-year phase of the study began, no longer requiring masking. The task was to verify the long-term effect of therapy on the progression of myopia. In the group of children who used MiSight contact lenses for the entire six years, the changes in correction and axial length were similar to those in the first phase of the study, even in the next three years. After six years of using MiSight contact lenses, there was an average decrease in myopia of 0.92 dioptre. The axial length of the eye in this group achieved an average growth of 0.5 mm over six years. The percentage of refractively stable eyes with a change of no more than 0.25 dioptre after the full six years was 23%. Also in the group that was converted to MiSight 1 day after three years, the results showed a slowdown in growth in dioptric value and axial length. The axial length of the eyes in this group changed by only 0.2 mm over the three years of the second phase of the study.

By the seventh year of the study, all children were using Proclear 1 day contact lenses instead of MiSight. The task was to check the stability of the achieved results after the end of the therapy. Also in this case, there was no revival of eye growth either in dioptric value or in axial length. But objectively it is necessary to add that we are already talking about the population of children between the ages of 14 and 18.

The safety of wearing contact lenses in children is also an important factor. After all, health always comes first. During the six years of the study, 26,137 slit-lamp monitoring of enrolled children was carried out. 99% of all slit-lamp observations were graded as an eye physiology grading of 1 or lower. Only five findings were evaluated as grade 2. The findings during the biomicroscopy of the eyes for the whole six years were thus very similar to the normal findings without wearing contact lenses. No hypoxic changes in eye status such as limbal redness, neovascularization, or edema were noted. One serious case of uveitis due to herpes zoster was recorded during the study, judged to be unrelated to lens wear. In this case, the child stopped using the lenses immediately. No other serious condition caused by the use of contact lenses appeared in the observed children.

Before the start of the study, parents in particular expressed concerns about putting in and taking out contact lenses. In addition to the fear that their child would not be able to cope, there was another, perhaps even more important, fear of the additional time needed in the morning before school to fit the lenses. But neither of them was fundamentally confirmed, when 95% of the children managed to handle the lenses very well from the beginning. The children wore contact lenses according to the schedule established for the study, i.e. at least 10 hours a day, 6 days a week. The children were very excited to wear the lenses, some of them had not worn vision correction permanently before, so now they enjoyed clear and sharp vision all the time. Many of them also did not use correction in sports and were very excited to be able to see. In some children, there was also a visible increase in self-confidence.

Sources:

Anstice NS, Phillips JR. Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *Ophthalmology*. 2011 Jun;118(6):1152-61

Efron N, Morgan PB, Jones LW, Nichols JJ. Topical Review: Bibliometric Analysis of the Emerging Field of Myopia Management. *Optom Vis Sci*. 2021 Sep 1;98(9):1039-1044.

Flitcroft DI. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res*. 2012 Nov;31(6):622-60.

Wolffsohn JS, Calossi A, Cho P, et al.. Global trends in myopia management attitudes and strategies in clinical practice. *Cont Lens Anterior Eye*. 2016 Apr;39(2):106-16.

Wolffsohn, JS et al. IMI – Clinical Myopia Control Trials and Instrumentation Report. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci*. 2019;60(3):M132-M160.

Chamberlain P et al. A 3-year Randomized Clinical Trial of MiSight Lenses for Myopia Control. *Optom Vis Sci* 2019;96:556–567

Chamberlain P et al. Myopia Progression in Children wearing Dual-Focus Contact Lenses: 6-year findings. *Optom Vis Sci* 2020;97(E-abstract): 200038

Chamberlain P et al. Myopia Progression in Children on Cessation of Dual-Focus Contact Lens Wear: MiSight® 1-day 7-year findings. Scheduled AAO November 2021

Chalmers, RL, McNally, JJ, Chamberlain, P, & Keay, L. Adverse event rates in the retrospective cohort study of safety of paediatric soft contact lens wear: the ReCSS study. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2020; 41: 84– 92.

Woods J, Jones D, Jones L, Jones S, Hunt C, Chamberlain P, McNally J. Ocular health of children wearing daily disposable contact lenses over a 6-year period.

Efron et al. International survey of CLs for myopia control in children. *CLAE* 2020;43

Název: **Sborník přednášek**
XIII. CELOSTÁTNÍ STUDENTSKÁ KONFERENCE OPTOMETRIE
A ORTOPTIKY S MEZINÁRODNÍ ÚČASTÍ

Vydal: NCONZO, Vinařská 6, 603 00 Brno

Pořadatelé sborníku: doc. Mgr. Pavel Beneš, Ph.D., Mgr. Petr Veselý, DiS., Ph.D.,
Bc. Klaudia Kalinayová, Bc. Veronika Koňářková

Katedra optometrie a ortoptiky, LF MU, Komenského nám. 2,
662 43 Brno

Počet stran: 256

Výrobní číslo: 60/2022

ISBN: 978-80-7013-615-7

Tirážní znak: 57-854-22